

**A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KUTATÓHELYEINEK
2015. ÉVI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI**

I.

Matematika és természettudományok

Budapest
2016

A Magyar Tudományos Akadémia matematikai és természettudományi kutatóhelyeinek
beszámolóí alapján – az intézmények vezetőinek aktív közreműködésével –
szerkesztették az MTA Titkársága
Kutatóintézeti Főosztályának munkatársai, valamint a
Támogatott Kutatócsoportok Irodájának igazgatója

Balla Andrea főosztályvezető

Aros Emese
Bodnár Andrea
Herczeg György
Redler László
Tóth Ágnes

Idei Miklós

Tartalomjegyzék

Előszó	6
A táblázatokkal kapcsolatos megjegyzések	8
Matematikai és természettudományi kutatóközpontok és kutatóintézetek	10
Atommagkutató Intézet	11
Az MTA Atommagkutató Intézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben	25
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont	28
Földrajztudományi Intézet.....	30
Földtani és Geokémiai Intézet.....	39
Geodéziai és Geofizikai Intézet.....	47
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet	57
Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben.....	67
MTA Energiatudományi Kutatóközpont.....	74
Atomenergia-kutató Intézet.....	75
Energia- és Környezetbiztonsági Intézet.....	87
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet	99
Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben.....	112
MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet	118
Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben	135
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet.....	138
Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben.....	153
MTA Természettudományi Kutatóközpont	156
Anyag- és Környezetkémiai Intézet	162
Enzimológiai Intézet.....	179
Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet.....	194
Szerves Kémiai Intézet.....	202
Az MTA Természettudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben..	215
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont	223
Részecske és Magfizikai Intézet.....	228
Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet	242
Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben	256
Matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok	261

MTA–BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport.....	262
MTA-BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport.....	265
MTA-BME Irányítástechnikai Kutatócsoport.....	268
MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport.....	271
MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport.....	274
MTA-BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport.....	277
MTA-BME Szerves Kémiai Technológia Kutatócsoport.....	280
MTA-BME Sztochasztika Kutatócsoport.....	283
MTA–BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport.....	286
MTA-DE Egyenletek, Függvények, Görbék Kutatócsoport.....	289
MTA-DE Homogén Katalízis és Reakciómechanizmusok Kutatócsoport.....	292
MTA–DE Részecskefizikai Kutatócsoport.....	295
MTA-ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport.....	298
MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport.....	301
MTA-ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport.....	304
MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport.....	307
MTA-ELTE Geometriai és Algebrai Kombinatorika Kutatócsoport.....	310
MTA-ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport.....	313
MTA-ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport.....	316
MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport.....	319
MTA–ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport.....	322
MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport.....	325
MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoport.....	328
MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.....	331
MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport.....	334
MTA–PE Levegőkémiai Kutatócsoport.....	337
MTA-PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-Tudományban Kutatócsoport.....	340
MTA–PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport.....	343
MTA-PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport.....	346
MTA-SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport.....	349
MTA-SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport.....	352
MTA–SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport.....	355
MTA-SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport.....	358
MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport.....	361
MTA-SZTE Sztereo-kémiai Kutatócsoport.....	364

MTA-SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport	367
A matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben	370
Matematikai és természettudományi egyetemi Lendület kutatócsoportok	407
MTA–BME Lendület Egzotikus KvantumFázis Kutatócsoport	408
MTA–BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport	411
MTA-BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport	414
MTA-BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport.....	417
MTA–BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport.....	419
MTA-BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópia Kutatócsoport.....	422
MTA-BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport	425
MTA–BME Lendület Statisztikus Térelméleti Kutatócsoport.....	426
MTA-DE Lendület Funkcionálanalízis Kutatócsoport	429
MTA–ELTE Lendület Biofizikai Kutatócsoport	432
MTA-ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport.....	435
MTA–ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport.....	436
MTA–ELTE Lendület EIRSA Asztrofizikai Kutatócsoport	439
MTA-ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport.....	442
MTA-ELTE Lendület Kémiai Szerkezet/Reaktivitás Kutatócsoport.....	445
MTA–ELTE Lendület Ráctérelméleti Kutatócsoport	447
MTA-PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport.....	450
MTA–SZTE Lendület Foldamer Kutatócsoport	453
MTA-SZTE Lendület Foelektrokémiai Kutatócsoport.....	456
MTA-SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport.....	459
A matematikai és természettudományi Lendület-kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2015-ben	462

ELŐSZÓ

A Magyar Tudományos Akadémiáról szóló 1994. évi XL. törvény értelmében elkészített, a kutatóintézet-hálózat tevékenységét bemutató három kötet (matematikai és természettudományok, élettudományok, bölcsészet- és társadalomtudományok) az elért eredmények közzététele mellett adatokkal alátámasztott tájékoztatást ad az elvégzett munka háttéréről és körülményeiről is.

A 2012-ben kezdődött kutatóhálózati megújításból fakadó és napvilágra került működési és működtetési tapasztalatok alapján szervezetfejlesztési változások kezdődtek strukturális és személyi körben. A kutatóintézet-hálózaton belül a Természettudományi Kutatóközpont (TTK) és vele párhuzamosan az Energiatudományi Kutatóközpont (EK) felépítése módosult, mivel a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet 2015. január 1-jétől a TTK-ból kivált és az EK szervezeti egységeként működik tovább. A 2012-től működő nyolc új kutatóközpontban, valamint az Atommagkutató Intézetben 2015-ben lejárt az intézményvezetők vezetői megbízatása, ezért az MTA elnöke a közalkalmazotti és az akadémiai törvényeknek megfelelően pályázatot írt ki a főigazgatói és az igazgatói posztok betöltésére. 2016-tól négy kutatóközpontban az eddigi főigazgató, további négy kutatóközpont, valamint az Atommagkutató Intézet élén pedig új vezető kezdhetette meg munkáját.

Az Akadémiai Kutatóintézetek Tanácsa 2014 novemberében hozott határozatában javaslatot tett a kutatóhálózat 2010-2015 közötti szakmai tevékenységének 2016-ban esedékes átfogó tudományos értékelésére. 2015-ben az Akadémia elnöke által felkért bizottság kidolgozta az értékelő munka alapelveit, módszereit, szempontrendszerét és ütemezését, javaslatot tett a létrehozandó értékelő testületek összetételére, feltételeikre, továbbá meghatározta az értékelés alapjául szolgáló dokumentumok és adatok körét.

A kutatói átlaglétszám az elmúlt évek stagnálása után 2015-ben 2,2%-kal, 2476-ra emelkedett. Ezzel egyidejűleg – a kutatóhálózat megújításának célkitűzésével összhangban – az intézményrendszerben dolgozó adminisztratív és támogató tevékenységet végző kollégák száma tovább csökkent. Az elmúlt években jelentősen fiatalodott az Akadémia kutatói állománya, amelyhez hozzájárultak a fiatalabb generációt támogató kutatási pályázatok is.

2015-ben az Akadémia kutatóintézet-hálózatának összes (az MTA fejezetétől és más költségvetési fejezetektől származó) költségvetési támogatása 21,46 milliárd Ft-ot tett ki, ennek több mint 40%-ához az intézmények akadémiai pályázatok útján juthattak hozzá. A kutatóközpontok és kutatóintézetek bevétele 2015-ben 29,4 milliárd Ft volt, ami 10%-os emelkedés az előző évhez képest.

A kutatóintézet-hálózat bevételei 2015-ben is jelentős arányban akadémiai és külső pályázati eredetűek voltak. A hazai pályázatok többsége a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal NKFI Alap (Kutatási és Technológiai Innovációs Alap és az Országos Kutatási Alapprogramok kvázi jogutódja) forrásaiból származott. Öröndetesen megnövekedett a különféle európai uniós támogatású, köztük a H2020-as nyertes pályázatok száma. A beszámolási évben három kivétellel valamennyi kutatóintézmény elnyert valamilyen európai uniós kutatási támogatást. E pályázatokon a korábbi évekhez hasonlóan kiemelkedően sikeres volt a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, és figyelemre méltó eredményt sikerült elérnie a Wigner Fizikai Kutatóközpontnak, a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetnek, a Szegedi Biológiai Kutatóközpontnak és a Társadalomtudományi Kutatóközpontnak is.

2015-ben a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet és az MTA–ELTE Etológiai Kutatócsoport egy-egy kutatója szerepelt sikeresen a European Research Council pályázatán, mindkettő ERC Starting Grant pályázattípusban. A Bölcsészettudományi Kutatóközpont által vezetett nemzetközi konzorcium az Európai Unió Horizont 2020 keretprogramjának támogatását nyerte el 2015-ben. Ez az első olyan Horizont 2020 finanszírozású bölcsészettudományi projekt, amelyet közép-kelet-európai intézmény koordinál. Bár a pályázási siker fő mutatói továbbra sem mutatnak egyenletes képet, kisebb

ingadozással a trendbe illeszkednek, örömdetes a régió belüli, továbbra is kedvező nemzetközi pozíciók megtartása.

A kutatóhálózat teljesítménye – az előző évhez hasonló személyi és költségvetési feltételek mellett – egyes fő mutatók tekintetében, mint a publikáció, idézettségi és oltalmi adatok, követe a 2012 óta tartó tendenciát, 2015-ben kis mértékben csökkent. A folyamat háttérét a kutatóközpontok, illetve az önálló kutatóintézetek 2015-ben elindított hosszú távú értékelése, valamint célzott elemzések során tárjuk fel. Az MTA közfeladatai megvalósításában fontos partnerként tekint az egyetemekre, hiszen az együttműködés erősítése mindkét fél számára előnyökkel jár. A kutatóhálózati szakemberek felsőoktatásban való részvéte nem változott, az alacsonyabb szintű képzésben erősödött, a doktori képzésben kissé csökkent.

2015 az Akadémián az együttműködő hálózatok megerősítésének és a nemzetközi sikereknek az éve volt. Megalapoztuk a kutatóhálózat értékmegőrző, az eddigi teljesítmény értékelésére támaszkodó megújítására 2016-ban elinduló folyamatot, amiről már idén az eredményesség javulását várjuk.

2015-ben volt 150 éves az MTA Székháza: hivatalosan 1865. december 11-én adták át rendeltetésének, amelyről minden érdeklődő által látogatható nagyszabású rendezvénysorozattal emlékezett meg az Akadémia és ünnepelte meg a palotába látogatókkal. Az alapítás történetét tanítják: Széchenyi István birtokainak egy évi jövedelmét ajánlotta fel az Akadémia létrehozására. Az Akadémia épülete olyan korszakban született, amikor őszintén hittek benne, hogy a pozitivista világképnek megfelelően a nemzet felemelkedése a tudomány által is lehetséges. Reméljük, hogy ez a gondolat napjainkban is érvényes, a Széchenyi téri palota és kutatóhálózata pedig még sokáig szolgálja a közös célt.

Budapest, 2016. április 14.

Török Ádám
főtitkár

A TÁBLÁZATOKKAL KAPCSOLATOS MEGJEGYZÉSEK

A táblázatban szereplő adatok egy részét a központok, az intézetek vagy a csoportok adták meg. A központok és az intézetek pénzügyi és létszámadatait a Gazdasági Igazgatóság, a csoportokét pedig a Támogatott Kutatócsoportok Irodája (TKI) szolgáltatta a pénzügyi beszámolók alapján. A publikációs és idézettségi adatokat a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisából való lekérdezés (és nem önbevallás) alapján közöljük. Az idézettségi adatok – a nemzetközi gyakorlatra áttérve – a beszámolási évet megelőző évre (most 2014-re) vonatkoznak. Többéves pályázatoknál mindig az adott évre eső összeg került feltüntetésre.

A beszámolók táblázataiban indexszel megjelölt számok jelentései:

¹ Az éves gazdasági beszámolóban szereplő átlagos statisztikai állományi létszám.

² A kutatói besorolásban lévő közalkalmazottak 2015. évi tényleges átlagléttszáma. Az átlagléttszámba beletartoznak a részmunkaidőben foglalkoztatottak is. Ezekben az esetekben a részmunkaidősök létszáma a ledolgozott órák alapján lett teljes munkaidős létszámra átszámítva. Az átlagléttszám a havi átlagos létszámadatok egyszerű számtani átlaga, vagyis éves átlagszámítás esetén 12-vel kell elosztani a havi átlagos létszámadatok összegét.

³ Itt tájékoztatásul külön megadjuk azoknak az akadémikusoknak a tényleges számát, akik a kutatóhellyel munkaviszonyban nem állnak ugyan, de tudományos munkájuk kapcsolódik a kutatóhely tevékenységéhez.

⁴ Akadémiai fiatal kutatói álláshelyen és egyéb álláshelyen foglalkoztatott 35 év alattiak együtt.

⁵ A publikációk közé sorolhatók mindazon tudományos, oktatási és tudományos ismeretterjesztő művek, amelyeket a kutatóhely statisztikai állományi létszámába besorolt munkatársai jelentettek meg a beszámolási évben, és a publikáción szerepel a kutatóhely neve. Az egyes publikációtípusok meghatározásánál az MTMT definícióit vettük alapul (típus_jelleg_besorolás_v3.0).

⁶ A teljes publikációnak tekinthető közleményfajta felsorolása az MTA elnökség doktori határozata (MTA_doktori_határozat-kivonat) alapján:

- Folyóiratban megjelentek: szakkikk/tanulmány, összefoglaló cikk, rövid közlemény, sokszerzős vagy csoportos szerzőségű közlemény, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, esszé.
- Könyvek: szakkönyv, monográfia, kézikönyv, forráskiadás, kritikai kiadás, atlasz.
- Könyvben megjelent: szaktanulmány, esszé, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, műtárgyleírás, térkép.
- Konferenciaközlemény: folyóiratban, könyvben, egyéb konferenciakötetben (általában több mint két oldal).

⁷ A 2015-ös összesített impaktfaktorhoz a folyóiratok legutóbbi (2015-ben közzétett, de a 2014-es évre vonatkozó) impaktfaktorát használjuk.

⁸ A kutatóhelyhez rendelt összes eddigi publikációra 2014-ben kapott (a megjelenési év: 2014) hivatkozások száma.

⁹ A tárgyévben kiállított oklevelek alapján.

¹⁰ Nemzeti úton megadott oltalmak: szabadalom, formatervezési minta, használati minta, védjegy, földrajzi árujelző, növényfajta-oltalom, kiegészítő oltalmi tanúsítvány.

¹¹ Megadott külföldi oltalmak: hatályosított európai szabadalom, közösségi védjegy, nemzetközi, Madridi Megállapodás szerinti védjegy, közösségi növényfajta-oltalom.

¹² Azokat az előadásokat és poszttereket is ideszámítottuk, amelyek nem jelentek meg konferencia-kiadványban, de dokumentálhatók.

¹³ Itt csak a kormány szintű vagy ezzel ekvivalens országos és nemzetközi, nem megbízási díjért végzett szakpolitikai tanácsadó tevékenységet, bizottsági részvételt soroltuk fel.

¹⁴ Mindazon személyek száma, akik hazai felsőoktatási intézményben rendszeresen (nem feltétlen heti rendszerességgel), tantervi keretek között oktatnak. A külföldi egyetem számára végzett oktatási tevékenységet, a felkérésre tartott előadásokat és a szakdolgozat, diplomamunka, PhD-téma vezetését a beszámoló III., illetve IV. pontjában találjuk. Az adatok a 2014/2015-ös tanév második és a 2015/2016-os tanév elő szemeszterére vonatkoznak.

¹⁵ A 2015. évben a kutatóhely részére a Magyar Államkincstár által kiutalt összes költségvetési támogatás.

¹⁶ 2015. december 31-én az MTA-keretből a kutatóhely rendelkezésére álló fiatal kutatói álláshelyeken foglalkoztatottak száma.

¹⁷ Az ÚMFT-re, az egyéb hazai pályázatokra (ÚSZT, Széll Kálmán terv stb.) és az EU-s pályázatokra kapott bevétel összege.

¹⁸ A tárgyévre vonatkozó kutatási- és egyéb vállalkozásoktól származó bevétel, valamint minden egyéb, eddig nem szerepelt kutatási és nem kutatási bevétel összege.

**MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONTOK ÉS
KUTATÓINTÉZETEK**

ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET

4026 Debrecen, Bem tér 18/c, 4001 Debrecen, Pf. 51
telefon: (52) 509 200, fax: (52) 416 181
e-mail: director@atomki.mta.hu, honlap: <http://www.atomki.mta.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az intézet fő feladata az atomfizikai, magfizikai, nukleáris asztrofizikai és részecskefizikai alap kutatások területén a nemzetközi kollaborációkkal összehangolt élvonalbeli kutatások végzése volt a nagy nemzetközi kutatóközpontok és a saját kutatási infrastruktúra kiegyensúlyozott használatával. A tárgyévben a fejlesztési feladat a tandemron beruházás első fázisának a lezárása, a környezetfizikai laboratórium mintaelőkészítő rendszerének és az anyagtudományi laboratóriumnak a fejlesztése volt. Az alkalmazott kutatásokban 2015-ben különösen nagy hangsúlyt kapott az izotópanalitika és az ionnyaláb-fizika megerősítése. 2015-ben is feladat volt az egyetemi oktatásban, a PhD-képzésben, a nemzetközi szakemberképzésben és a tudomány népszerűsítésében való részvétel.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Kvantumfizika

Sokrészű kvantumrendszereken történő Bell-tesztek során jelentkező detektorkiskapuk zárására fejlesztettek ki Bell-egyenlőtlenség családokat. Megmutatták, hogy a két felhasználós esethez képest lényeges javulás érhető el, ha az N-kubites kvantumállapot W-típusú, illetve az alkalmazott kvantumállapot a W-állapot és a szorzatállapot koherens szuperpozíciója. A kapott eredmények várhatóan kommunikációs komplexitási problémákban, illetve jobb zajtűrésű, és viszonylag nagy detektorhatékonyságot igénylő kvantum-protokollokban is hasznosak lehetnek.

Az EPR steering jelensége a nemlokalitás egy formája. Azt vizsgálták meg, hogy az EPR steering jelensége általánosítható-e a kvantumkorrelációknál erősebb korrelációk tartományára. Míg a két résztvevős esetben ez bizonyíthatóan nem elképzelhető, addig a három résztvevős esetben sikerült bizonyítaniuk a kvantum EPR steering jelenségén túlmutató korrelációk létezését.

Carl Bender, a téma kezdeményezője és vezető kutatója felkérésére elkészítettek egy fejezetet a pszeudo-hermitikus kvantummechanika területének első összefoglaló monográfiájába. A közel ötven oldalas fejezet kiterjeszti az egzaktul megoldható potenciálok általános elméletét és osztályozását a PT-szimmetrikus komplex kvantummechanikai problémákra, valamint tárgyalja e potenciálok azon speciális tulajdonságait, amelyek a nem-hermiticitás miatt lépnek fel. E vonatkozásokat számos példával illusztrálták a téma 15 éves irodalmából.

Az általánosított Woods-Saxon és az általánosított levágott Woods-Saxon potenciál $l=0$ S-mátrix pólusait határozták meg. Az első esetben a hullámfüggvény a magsugárról verődik vissza, a rezonancia pólusok a magsugártól függenek. A második esetben a hullámfüggvény visszaverődhet egy nagyobb távolságról, ahol a potenciált levágták. A legtöbb rezonanciapólus erősen függ a levágási sugártól. Potenciálgát esetén néhány keskeny rezonancia nem érzékeny a levágási sugárra.

Négy nukleon erősen kötött együttesét kvartettnek nevezik. A héjszerű kvartettmodellek, tudnak a kvartettek mikroszkopikus szerkezetéről. A kölcsönhatóbozon-típusú modellek teljes egészében az elegáns és hatékony csoportelméleti tárgyalást alkalmazzák. Vizsgáltak két teljesen algebrai modellt a héjszerű kvartettképződés leírására. Az egyik fenomenologikus, melyben a nukleonikus szabadsági fokok nem lépnek fel, a másik félmikroszkopikus. (Ez utóbbinak a modelltere a törzsnélküli héjmodell-terének egy szimmetriavezérelt csonkítása.) Mindkét esetben az $U(3)$ -as térbeli szimmetria állítja elő a gerjesztési spektrumot. A nyilvánvaló szimmetriatulajdonsága miatt e modellnek az alapvető magszerkezet-modellekhez fűződő kapcsolata ismeretes és egyszerű.

Részecskefizika és detektorfejlesztés

Kifejlesztettek egy effektív modellt, amely sikeresen leírja az erősen kölcsönható anyagban a magas hőmérsékletű, kvark-gluon plazma fázisban kialakuló lokalizált kvarkállapotokat. A modell érdekessége, hogy nem csak a kvark-gluon plazma, hanem az alacsony hőmérsékletű hadronikus fázis, valamint a kettő közötti átmenet leírására is alkalmas. Megmutatták továbbá, hogy az átmenet közelében a kvarkállapotok térszerkezete az Anderson átmenetnél megjelenő kritikus elektronállapotokéhoz hasonló multifraktál struktúrát mutat. Ez a kutatás az MTA Lendület programja által támogatott *MTA Atomki Lendület Rács Kvantum-szindinamika Kutatócsoportjának* keretében valósult meg.

Fázisátalakulások tanulmányozásának két rendkívül sikeres módszere a funkcionális renormálási csoport (fRG), illetve a konform térelmélet (CFT) használata. Az fRG és CFT módszerek között a Zamolodchikov C-tétel, illetve c-függvény teremt kapcsolatot. A sine-Gordon kvantumtérelméleti modell vizsgálatával sikerült a szakirodalomban első alkalommal meghatározni a c-függvény értékét az fRG módszer keretében nem-triviális esetben. Továbbá vizsgálták a spontán szimmetriasértés megjelenésének az fRG módszerben szokásos levágásoktól való függését.

Véglegesítették a GEM detektor pozíciómonitorának koncepcióját [GEM_TDR] és a kamrák kiolvasó paneljeit bemérő és minősítő asztal tervezését. A koncepció és az eddigi K+F tevékenység műszaki beszámolója sikeresen lezajlott a kijelölt CMS bizottság előtt. A CMS-műon detektor barrel részének pozíciómonitor rendszerével tavaly hozzávetőlegesen 1300 teljes mérést végeztek. Az adatok a fizikai analízisek pontosságát növelik. Folyamatosan üzemeltették a kb. 300 érzékelőből álló száloptikai szenzor rendszert. Részt vettek a CMS pixel detektorának kalibrációjában és szinkronizálták az időzítését.

Az USA-ban létesített LIGO jelenleg a Föld legérzékenyebb gravitációs hullám detektora. Ebben az obszervatóriumban detektálható először olyan esemény, amit az elméleti modellek szerint két fekete lyuk összeolvadása okozhat. Az Atomki csoportja az Eötvös Gravity Research Group tagjaként részt vett a LIGO Physical Environment Monitoring system infrahang-mikrofonjainak üzemeltetésében, fejlesztésében, és az általuk szolgáltatott jelek kiértékelésében.

Magfizikai alap kutatás

Az alacsony energiás magfizikai kutatások egyik csomópontja a stabilitási völgytől igen távol fekvő, kétszer mágikusnak várt ^{78}Ni körüli atommag-tartomány tulajdonságainak a feltárása, a jelentős neutrontöbblet hatásainak a vizsgálata. Az Atomki kutatói nemzetközi együttműködésekben a japán RIKEN Nishina központjában radioaktív bomlásból és magreakcióban, a francia nemzeti nehézion központban a GANIL-ban pedig transzfer reakció

segítségével vizsgálták a nehéz vas, kobalt és réz atommagok szerkezetét, amiből a neutrontöbblet hatására bekövetkező egyrészesecske-állapot átrendeződésre következtek.

A teljes abszorpciós spektroszkópia (TAS) segítségével tanulmányozták az ólom 190-es, és 192-es izotópjának β -bomlását a CERN ISOLDE berendezésénél. A kísérleti adatok és a QRP számolások összevetése arra enged következtetni, hogy a $^{190,192}\text{Pb}$ izotópok az alapállapotukban gömb alakúak. Első alkalommal használták a teljes abszorpciós módszert nehéz atommagok alakjának a meghatározására, valamint arra a tartományra, ahol a magalak és annak hatásai számottevő jelentőségűek.

A ^{42}Ca $T_z=+1$ állapotából a ^{42}Sc $T_z=0$ állapotába történő Gamow-Teller (GT) bomlást tanulmányozták ($^3\text{He},t$) töltéscsere reakcióban, 140 MeV/nukleon bombázó energiánál, 0 fokos szórási szögben. A megfigyelt GT átmeneti erősség jelentős része a legalacsonyabb, 0,611 MeV-es $J^\pi = 1^+$ GT állapotban koncentrálódik. Az RPA számítások során használt kölcsönhatást kiegészítve egy vonzó izoskalár kölcsönhatással, a 0,611 MeV-es állapot egy kisenergiás „szuper Gamow-Teller állapotként” volt értelmezhető. Izobár-analóg szerkezetet feltételezve az $A=42$ izobárokban, a ^{42}Ca -ban is várhatók $T=1, 1^+$ analóg állapotok. A $^{42}\text{Ca}(p,p)$ reakciókban 0 fokos szögben mért spektrum alapján a fenti erősség a ^{42}Ca atommagban a 10-12 MeV-es energiatartományban oszlik szét.

Publikálták azokat a távlati terveiket, amelyek a Bukarestben épülő új Extreme Light Infrastructure-Nuclear Physics (ELI-NP) berendezésnél megvalósítandó, γ -sugárzásokkal indukált magreakciók vizsgálatára vonatkoznak. Az így nyerhető korszerű, nagy pontosságú adatok elengedhetetlenül fontosak a magfizika különböző alkalmazási területeihez is. Bemutatták a tervezett ELI-NP berendezés γ -nyalábjainak paramétereit és az azokkal tervezett kísérleti programokat. Tárgyalták a nukleáris fluoreszcencia módszerrel tervezett kísérleteket, a fotonukleáris reakciókat, a fotohasadást, a mag kollektív állapotainak gerjesztési módjait, valamint a különböző bomlási csatornákat.

Az Institut Laue-Langevin-be (ILL, Grenoble) telepített EXILL Ge-detektorrendszert használva tanulmányozták az ^{235}U hideg neutronok által indukált hasadásában keletkező neutrongazdag Br és La atommagok szerkezetét. Elsőként azonosítottak közepes spinű gerjesztett állapotokat a ^{88}Br atommagban, melynek alapállapotú spin-paritására a korábban elfogadott (2^-) helyett az 1^- értéket javasolták. A kisenergiás, újonnan azonosított nivókat a $\pi p_{3/2} \nu(d_{5/2})^3$ és $\pi f_{15/2} \nu(d_{5/2})^3$ multiplettek tagjaiként értelmezték. Nagyobb energián kimutatták a $g_{9/2}$ protonnak a $\nu(d_{5/2})^3$ -as szenioritású multipletthez való csatolódását.

A $^{22}\text{Ne}(p,\alpha)^{23}\text{Na}$ magreakció a hidrogénégés neon-nátrium ciklusának kísérletileg legkevésbé ismert komponense a Gamow ablakban mindeddig meg nem figyelt rezonanciák miatt. A LUNA együttműködés keretében elsőként mutatták ki közvetlenül három rezonancia jelenlétét 156,2 keV, 189,5 keV és 259,7 keV energiánál, továbbá meghatározták az erősségüket is 2-7%-os bizonytalansággal. Ezen túl jelentősen lecsökkentették három további rezonancia erősségének felső határát. A származtatott új reakciósebességek hússzor nagyobbak a jelenleg ajánlott értéknél 0,1GK hőmérséklet esetén, ami az AGB csillagok nukleoszintézisének leírását jelentősen módosítja.

A nehéz, protongazdag magok az asztrofizikai γ -folyamat révén jönnek létre. Ezen p -magok keletkezését reakcióhálózat-számításokkal modellezik. A szükséges hatáskeresztmetszet adatokat a Hauser-Feshbach modell szolgáltatja, mely globális optikai potenciált igényel. A $^{107}\text{Ag}(\alpha,\gamma/n)$ és $^{164,166}\text{Er}(\alpha,n)$ reakciók hatáskeresztmetszetének mérésével ellenőrizték a modell jóslatainak megbízhatóságát. Azt találták, hogy a kísérleti adatok elméleti reprodukálásához az α -mag optikai potenciál képzetes részét egy új taggal szükséges kiegészíteni. E módosítás várhatóan jelentősen befolyásolja a γ -folyamat-számításokból nyert izotópgyakoriságokat.

A $^{18}\text{F}(p,\alpha)^{15}\text{O}$ reakció hatáskeresztmetszetének asztrofizikai energiákon való ismerete kulcsfontosságú a nova típusú csillagban lejátszódó folyamatok megértéséhez. E hatáskeresztmetszet direkt technikákkal a szükségesen alacsony energiákon nem vizsgálható a jelenleg rendelkezésre álló – a stabil nyalábokhoz képest – alacsony radioaktív nyalábszintézisek mellett. A $^2\text{H}(^{18}\text{F},\alpha)^{15}\text{O}$ háromrészeske reakcióban, amely a „Trójai faló” indirekt mérési technika első radioaktív nyalábos alkalmazása volt, sikeresen határozták meg a $^{18}\text{F}(p,\alpha)^{15}\text{O}$ reakcióban szerepet játszó alacsony energiás rezonanciák paramétereit.

Magfizikai alkalmazások

Különböző 3D struktúrákat állítottak elő folyékony PDMS polimerben a minta többszörös elforgatásával az ionnyalábhoz képest. Ennek eredményeként nagyon sima oldalú, nagy oldalarányú és stabil mikrostruktúrák állíthatók elő. A besugárzott területeken a polimer adhéziója, törésmutatója és rugalmassági modulusa is jelentősen megváltozik az alkalmazott ionfluens függvényében. Az öntvényes módon előállított PDMS oszlopok oldalaránya erősen korlátozott a hagyományos cross-linker segítségével képzett elasztomer kis Young-modulusa miatt. A protonnyalábos írással, megfelelő proton fluenssel létrehozott mikro-oszlopok oldalaránya viszont jelentősen nagyobb lehet.

Elvégezték a már meglévő mikroszondához telepített kihozott nyalábos mérőelrendezés teljes körű beüzemelését. Az Oxford Microbeams rendszerén alapuló kihozott nyalábos mérőelrendezés két röntgendetektort (PIXE mérésekhez), digitális mikroszkópot, a beállításokhoz használt lézereket és precíziós XYZ állványt tartalmaz. A kilépő ablakhoz alkalmazástól függően különböző vastagságú és anyagú fóliákat használtak. Megmutatták, hogy a mintára eső töltés megbízhatóan mérhető a vákuumkamrában elhelyezett nyalábszaggatóval. Az alkalmazhatóságot egy archeometriai példán, Magyarországon talált bronzkori kincsek vizsgálatával demonstrálták.

A miniPET3 alkalmazását kiterjesztették növényben végbemenő biokémiai folyamatok vizualizálására. ^{11}C -metionint és ^{64}Cu -réz-kloridot használtak kukoricapalánta aminosav és mikroelem felvételének és transzlokációjának vizsgálatára. Heterogén katalízis folyamaton belül a ^{11}C -jelzett metanol átalakulását tanulmányozták fémoxid katalizátorokon a Bolgár Szerveskémiai Intézettel együttműködésben. A katalízis folyamatok leképezésére és vizsgálatára az Atomkiben kifejlesztett nagyfeloldású, kis látóterű MiniPET-3 kamerát alkalmazták az Eindhoveni Műszaki Egyetemmel együttműködve.

Kidolgozták az orvosbiológiai kísérletekhez előállított $^{55}\text{CoCl}_2$ oldat minőségbiztosítását, meghatározták fajlagos aktivitását és más, kompetitív átmeneti fémek, mint a vas, mangán, réz és cink koncentrációját. Az ECHO program keretében, indiai kutatókkal együttműködve eljárást dolgoztak ki a ^{163}Ho elválasztására a besugárzott erbium céltárgyból, ami alapfeltétele a neutrínó tömegméréshez szükséges ^{163}Ho sugárforrás készítésének. A dél-afrikai NECSA intézettel együttműködve kísérleti úton bizonyították az Auger-elektronok hatását a kémiai kötés felszakadására a $^{103}\text{Pd}/^{103\text{m}}\text{Rh}$ *in vivo* generátorban.

Töltöttreszeske-indukált reakciók hatáskeresztmetszetét és hozamát vizsgálták főként ritkaföldfém céltárgy anyagokon, amelyek szükségesek radioizotópok előállításának optimalizálásához. Elsősorban új kísérleti reakció hatáskeresztmetszeteket határoztak meg különböző referencia adatbázisokhoz, elméleti modellek fejlesztéséhez. A vizsgált target anyagok: Ag, Al, Ba, Cd, Ce, Cu, Er, Hg, La, Lu, Mo, Nd, Pd, Pr, Sn, Sr, Ta, Tb, Ti, Tm, Zn, Zr. Ezek alkalmazási területei a diagnosztikai és terápiás izotópok előállítása, a nukleáris gyorsító technológia, a vékonyréteg aktiváció, a nukleáris analitika és az asztrofizika.

Szövetekvivalens és Mg-Ar ionizációs kamrák gamma-foton érzékenységre vonatkoztatott relatív neutronérzékenységét, valamint egy NE-213 szcintillátoros detektorból és digitális jelfeldolgozóból álló neutronspektrométer válaszfüggvényeit mérték $E_n = 9,5$ és $E_n = 12,1$ MeV neutronenergiákon kvázi-monoenergiás d+D neutronokkal. Elrendezést fejlesztettek ki az MGC-20E ciklotron p+Be neutronforrásánál hasadási kamrák teszteléséhez. Az ITER fúziós reaktor egy potenciális plazmadiagnosztikai módszerének tesztelése során H-üzemmódú fúziós plazmákból kiszökő neutronok és ionok fluxusát mérték a KSTAR fúziós reaktornál (Dél-Korea). Magfizikai hatáskeresztmetszet adatokkal bővítették a meglévő irodalmat és a NAÜ adatbázisait, főként proton és deutron indukált magreakciók terén.

Atomfizikai alap kutatás

Egy korábban elvégzett munkában az ionizáció folyamatát tanulmányozták az 1,5 MeV/nukleon O^{8+} - Li ütközési rendszerben. A függetlenrészcseke-modell keretében elvégzett perturbációs és csatolt-csatornás eljárásokon alapuló számítások igen jó egyezést mutattak a kísérleti adatokkal. 2015-ben hasonló vizsgálatot végeztek el a 2290 keV/nukleon Li^{2+} - Li ütközési rendszeren. Az O^{8+} lövedék esetéhez hasonlóan úgy találták, hogy a külső héjról történő elektronkilökődés egylépcsős folyamatban valósul meg. Azonban az O^{8+} esettel szemben a belső héjakra történő, többlépcsős elektronemissziót a számítások már nem adták vissza helyesen, ami a valenciahéjakon keresztül megvalósuló elektronátmenetek meghatározó szerepére is utalhat.

Az atomi ütközési folyamatok egyik legeredményesebb elméleti modellje a klasszikus pályák számításán alapuló Monte Carlo (CTMC) módszer. Az előző években az atomi CTMC-t továbbfejlesztették ionok és egyszerűbb molekulák (víz, metán) ütközéseinek leírására. Mostani munkájukban – (1 MeV-es) protonok uracilon történő szóródásán - demonstrálták, hogy módszerük alkalmas nagy molekulák ionizációs folyamatainak modellezésére is. Módszerük új jellegzetessége, hogy a molekulatörzs kölcsönhatásait árnyékoló atomi potenciálokból felépített többcentrumú potenciállal írják le. Számítási eredményeiket összevetették kísérleti adatokkal, valamint kvantummechanikai elméletek előrejelzéseivel.

Megmutatták, hogy egy gázfázisú céltárgy vízmolekuláiból negatív ionok is kilépnek ha keV-es energiájú pozitív ionokkal bombázzák őket. Ez fontos lehet a bolygók és üstökösök atmoszférájában zajló folyamatok szempontjából, és a radiobiológiában is. A mérések során negatív hidrogénionokat és nehezebb (O^- , OH^-) anionokat figyeltek meg 6,6 keV-es $O^+ + H_2O$ ütközésekben. A hidrogénionok hozama relatíve nagy volt. A kísérleti elrendezés lehetővé tette az elektronok és anionok szétválasztását, és ezzel az utóbbiak szög és energia szerint differenciális spektrumának felvételét. A soktest-dinamikával emittált, kis energiájú hidrogén anionok hozama jóval nagyobb volt, mint a kemény kéttest-ütközésekben keltett nagy energiájú anionoké. Modellszámítások azt mutatják, hogy a nagy hozamot a mag-mag ütközések és az elektrongerjesztési folyamatok együttesen eredményezik.

Az ECR laboratóriumban 2014-ben EU FP7-es együttműködés keretében egy olasz kutatócsoporttal (INFN, Catania) közösen azt vizsgálták, hogy az ECR ionforrás plazmája milyen tulajdonságú röntgen sugárzásokat bocsajt ki különböző plazma-üzemmódok esetén. Az eredmények 2015-ben történt analizálása alapján pontosabb választ adtak azokra a kérdésekre, hogy hol, hogyan, mikor és miért keletkeznek a plazma nagytöltésű ionjai.

C^+ ionok egyfotonos gerjesztését/ionizációját vizsgálták kísérletileg a végállapotú töltés C^{9+} ($q=2,3,4$) függvényében. Azt tapasztalták, hogy rezonáns K-héjgerjesztés utáni C^{+*} $1s^1 2s^2 2p^2$ (2P , 2D) közbenső állapot átrendeződése során az egyszeres Auger-elektron emisszió mellett a két, illetve a három elektron kibocsátásával járó bomlási csatorna is megengedett. Ez utóbbi Auger-folyamat teljesen ismeretlen jelenség mind elméleti, mind kísérleti szempontból.

Milliméter vastag üveglemezben lévő, néhány mikron vastagságú csövecskéken áthaladó, elektromos feltöltődés által terelt ionok viselkedését vizsgálták az idő függvényében. A feltöltődési szakasz elején kaotikus viselkedést tapasztaltak, az ionok több kis nyalábban jöttek át, amelyek hirtelen jelentek meg majd eltűntek, közben a helyzetük változott. Idővel ezek egybeolvadtak egy viszonylag homogén stabil nyalábbá. Az ionenergia növelésével az átmenet a stabil transzmisszióba egyre hamarabb bekövetkezett. A kaotikus viselkedés oka egyelőre nem tisztázott, de a szomszédos csatornák zavaró hatása, és a kis vezetőképesség miatti túltöltődés szerepe valószínűsíthető.

Atomfizikai és szilárdtestfizikai alkalmazások, felületkutatás

Deaktiváció rezisztens Pd-ZrO₂/f-MWCNT (Pd-ZrO₂ részecskékkel adalékolt funkcionizált sokfalú szén nanocső) - a közvetlen hangyasavas üzemanyagcellákban a hangyasav elektro-oxidációjára alkalmazható - katalizátorokat állítottak elő. Azt találták, hogy a legnagyobb stabilitást az a katalizátor mutatja, amely semmilyen kezelésben nem részesül a szintézis után. Ez a katalizátor volt a legnagyobb katalitikus aktivitású a deaktivációs kísérletek során, annak ellenére, hogy a kezdeti aktivitása kisebb, mint a ZrO₂ adalékolás nélküli (Pd/f-MWCNT) katalizátoré. A Pd-ZrO₂/f-MWCNT katalizátor kisebb kezdeti aktivitása a nem vezető ZrO₂ nanorészecskék jelenlétének tulajdonítható, amelyek bepültek a szén nanocső hordozókba.

A Cu és Ni fémek korábban mért röntgenkeltésű KLL Auger-spektrumainak új analizését végezték el. A mintában rugalmatlanul szóródott elektronok hatására pontosabb módszert, a diagram vonalak szatellit szerkezetére komplex csúcsalakot alkalmaztak. A felületi, tömbi, intrinsic és extrinsic gerjesztések járulékait a Parciális Intenzitás Analízis módszer és az ugyanazon a mintákon mért visszaszórt elektron energia veszteségi spektrumokból kapott energiavesztési eloszlások segítségével dekonvolválták. Az analizisből kapott relatív Auger-átmeneti energiák jól egyeznek a korábbi kísérleti eredményekkel és a többelektronos klaszter molekulapálya számítások eredményeivel. A I(³P₂/³P₀) intenzitásarány jobban egyezik a relativisztikus számítások eredményeivel, mint a korábbi munkák értékei. Négy szatellit azonosították a Ni mindegyik Auger-diagram vonalának kis energiájú oldalán.

Röntgen-fotoelektron spektroszkópiával vizsgálták párologtatással előállított grafényszerű GeS nano-rétegekben az elektronszerkezet és az optikai/elektromos tulajdonságok közötti kapcsolatot. Igazolták, hogy az optimális struktúra kialakításához elengedhetetlen a pontosan szabályozott felületi oxidáció. Hőkezelés után kimutatható volt az oxigén koncentrációjának növekedése, ami lézerrel történő megvilágítás után már nem változott. As₂₀Se₈₀ rendszerben 4-77 Kelvinen történt mérésekkel igazolták, hogy a foto-indukált tömegtranszport alacsony hőmérsékleteken is lejátszódik. Meghatározták a folyamatot jellemző aktivációs energiát.

Az Atomki ECR Laboratóriumában szilícium ionnyalábbal orvosi cirkónium kerámiák felületén szilíciumban dús tartományokat hoztak létre a kerámiák felületi adhéziónak növelése céljából. A felületvizsgálatok kimutatták, hogy a kerámiák szigetelő jellege miatt a szilícium megfelelő mennyiségi és mélységi eloszlásához a felületre egy sűrű rozsdamentes rács elhelyezése szükséges a mintafelület megfelelő vezetőképességének az elérése érdekében. Vizsgálták kalcium és kalcium+szilícium ionokkal bombázott Ti felület bioaktivitásának változását is. Kimutatták, hogy a néhány tíz nanométer mélységig behatoló ionokkal módosított felület előnyösebb és jobb bioaktív viselkedést mutat, mint az eredeti Ti.

Cellulóz alapú ^{14}C kormeghatározást végeztek a Mohos tőzegláp (Déli-Kárpátok, Románia) felső 10 méteres üledékszelvényén. A Mohos üledék napjainktól az elmúlt 11,5 ezer évre nyúlik vissza a radiokarbonos korolás alapján, így a tőzegmoha növekedési üteme, és a benne megőrzött izotópos klímainformációk ezt a teljes időszakot ölelik fel. A tőzegmoha cellulóz ^{18}O -tartalmából a múltbeli komplex klimatikus változásokra lehet következtetni, míg a ^{13}C izotóptartalma a múltbeli nedvességi periódusokra reflektál. A vizsgált tőzegmintákból egyértelműen látszik, hogy a késő-pleisztocén során felmelegedés történt, ahogy a szén és az oxigén deltaértékei egyre negatívabbá válnak az időben visszafelé haladva.

Tanulmányozták a nagyobb léptékű építkezések hatását a városi aeroszolszennyezés szintjére és összetételére a Debrecenben lezajlott villamospálya-építés folyamán. Megállapították, hogy az építkezés hatása a városon belül inkább lokális volt (500-1000 m), és elhanyagolható volt a távolabbi pontokon. Közvetlenül az építkezés mellett 20-30-szoros volt a légköri aeroszol koncentrációja a távoli városi háttérhez képest. Az aeroszol összetétele nem változott jelentősen az építkezés alatt, ugyanakkor a Mn, Cr, Fe és Ni koncentrációja lokálisan több tízszerese volt az előző évek átlagának. Az építkezés mellett esetenként nagyon magas ólom és más nehézfém koncentrációt is mértek.

Erdélyben, a Hargita-hegység és a Csomád-hegység környezetében kimutatták, hogy számos esetben (például a Bardócz-mofetta, Hargitafürdői-mofetták) a szén-dioxid-fürdők légterében a radon anomális térbeli és időbeli változásokat mutat, amit úgy értelmeztek, hogy a medencékbe a szén-dioxid és a radon egymástól részben függetlenül, különböző helyen, és eltérő hozammal lép be. Ezen eredmények birtokában jobban tervezhető a medencetér optimális kialakítása. A mofettáknál rendszeresen szolgálatot teljesítő személyzet számára személyi radonoziméterek alkalmazását tartják célszerűnek, ami nélkül a radon-sugárterhelések becslésében akár egy nagyságrendnyi bizonytalanság is lehet.

A marokkói Tadla-medence turoni víztartó rétegének izotóp-analitikai tanulmányozása során a radiokarbon korok alapján megállapították, hogy a vizsgált vizek a holocén idején szivárogtak a felszín alá. A víztartó zárórétegekkel határolt részéről származó vizeinek nemesgáz-hőmérséklete (NGT) a mai átlagos talajhőmérséklet körül mozog, míg a beszivárgási területről vett vizek NGT-i néhány fokkal magasabbak voltak. Mindezek alapján megállapították, hogy a terület izotóphidrológiai vizsgálatokkal alkalmas a késő-pleisztocén során uralkodott klíma rekonstrukciójára, ha a vizsgált területet kiterjesztik az áramlás irányában a medence nyugati része felé, továbbá a Foszfát-plató előhegysége irányába.

A természetes és antropogén eredetű gadolínium koncentrációjának és napi mennyiségének meghatározását végezték el a debreceni szennyvízben. A gyógyászatban használatos kontrasztanyagokkal analóg vegyület nyomon követését alkalmazták a szennyvízhálózaton és a tisztító rendszeren. A nyers szennyvízben a Gd koncentrációja az ülepítést követően nem csökkent. Az antropogén Gd aránya 60-70 % körüli volt. Szoros korrelációt találtak a felhasznált kontrasztanyag mennyisége és a szennyvízben mért antropogén gadolínium mennyisége között. A gadolínium koncentrációja a szennyvíz kezelés hatására nem csökkent jelentősen, a kontraszt anyag eredetű gadolínium jelentős része keresztüljut a szennyvíztelepen és kikerül a felszíni vizekbe.

Az Európai Unió célul tűzte ki a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának csökkentését és ennek hatósági ellenőrzését. A biogén komponens bekeverésének mérhetősége kapcsán felmerült a radiokarbon (^{14}C) izotóp alapú mérésének alkalmazása, amihez egy egyszerűsített előkészítési és AMS mérési módszert dolgoztak ki a HEKAL munkatársai. A kidolgozott módszer megbízhatóságát, határfokát, reprodukálhatóságát, szórását s végül a teljes feltárássra

és mérésre vonatkozó tipikus hiba és alsó méréshatár értékét a MOL-tól kapott különböző biogén tartalmú üzemanyag tesztminták segítségével ellenőrizték. A módszerrel tipikusan 0,2-0,3 m/m % pontossággal megadható a bekevert biogén komponens mennyisége még a 10 m/m %-os biotartalom szint alatt is.

A Kárpátok vulkáni vonulatát követő külső magmás ívet formáló intrúziós testeken végzett szisztematikus K-Ar kormeghatározással beigazolódott, hogy a körülbelül 15 millió évvel ezelőtt kialakuló Nyugati Kárpátokkal egyidejűleg ezen a területen is hasonló kémiai összetételű és típusú kőzettestek nyomultak fel a felszín közelbe, különböző vulkáni formákat alkotva. A K-Ar módszerrel mért kőzetkorokon alapuló kronológiai vizsgálatok bizonyították, hogy a több mint 600 km-en követhető magmás vonulat fejlődéstörténetében is érvényesül az észak-nyugatról dél-keleti irányba történő fiatalodási tendencia, amely a Kárpát-Pannon Medence geodinamikájával mutat nagyfokú hasonlóságot.

A Duluth Komplexum (Minnesota, USA) South Kawishiwi intrúziója csarnokitosodott fekjének ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálata segítségével négy különböző szulfidásvány paragenezisét különítették el a területen. Három ásványegyüttes (a pirrhotin-pentlandit-kalkopirit, a kalkopirit-pirrhotin és a bornit-kalkopirit-millerit- platinaásvány együttes) a parciálisan megolvadt gránitfekű (600-1000 °C becsült olvadási hőmérséklet) másodlagos permeabilitását kihasználva migrált a fektől mintegy 100 m mélységbe. A felsorolt ásványegyüttesek azt bizonyítják, hogy a Duluth Komplexum fekje lokálisan rézben és nemesfémekben dús ércesedést tartalmaz, ezért annak nemesfém (platinaelem, arany) kutatása perspektívikus.

A South Kawishiwi (Duluth Komplexum, Minnesota, USA) intrúzió Spruce Road telepének fúrásában a másodlagos, a fekü gránit parciális olvadása által létrejött Cu-Ni-PGE (PGE = platinaelem) ércesedés forró fluidumok hatására bekövetkező harmadlagos remobilizációját vizsgálták. Az ércesedés képződése utáni medence eredetű fluidum áramlás a másodlagos ércesedés harmadlagos remobilizációját eredményezte, pirit-magnetit-kalkopirit ércásvány paragenezist létrehozva. A harmadlagos fluidum áramlást alacsony hőmérsékletű (200-250 °C) hőmérsékletű fluidumok végezték, alacsony nyomáson. Az ércesedést a kőzet klorit-albit-kalcit-kvarc-prehnit átalakulása kísérte. Kénizotópos vizsgálatok alapján a másodlagos (8%) és a harmadlagos ércesedés (4 –5%) egyértelműen elkülönült.

b) Tudomány és társadalom

Az Atomki 2015-ben látogatócsoportok fogadásával, a Kutatók Éjszakája és a Fizikusnapok rendezvényeivel, valamint a disszeminációs pályázat által érte el a nagyközönséget.

Az Atomki tudományos eredményeinek terjesztése és népszerűsítése – Megérthető-elérhető fizika (TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0057) disszeminációs pályázat keretében elkészült a „*Miazma - avagy az ördög köve*” című interaktív film. A számítógépes kalandjáték során a nyomozás a híres kabai meteorit körül bonyolódik, melynek rejtélyét az Atomkiben fellelhető berendezések segítségével lehet megoldani. A játékos segítséget kap egyrészt választható lehetőségek, másrészt kis útmutatók formájában. A megfelelő továbblépés fizikai és természettudományos ismereteket, logikát és tiszta gondolkodást igényel. Az interaktív filmet tartalmazó DVD a Természet Világa 2015. áprilisi számának ingyenes mellékleteként jelent meg.

A kalandjáték februári díszbemutatójának alkalmával a mozi nagytermének nézőtere megtelt a meghívott debreceni és régióbeli középiskolák diákjaival és tanáraival. A bemutató előtt az előtérben elhelyezett számítógépeken lehetőség nyílt a játék kipróbálására, majd a film

alkotóival ismerkedhetett meg a közönség, miközben illusztrációképpen részleteket is vetítettek. A díszbemutatóról rövid és hosszú videófilm készült, mely elérhető az interneten.

A fenti pályázat keretében készült egy gyerekeknek szóló fizika füzet „Janika kérdez a fizikáról” címmel, amelyben egy kisfiú az apukájával folytat párbeszédet a mindennapokban tapasztalt jelenségekről és azok magyarázatáról. A füzet színes rajzokkal gazdagon illusztrált, és az Öveges professzor idejében kiadott népszerű ismeretterjesztő kiskönyveket idézi.

A fenti pályázat keretében készült el az Atomki új weblapja, ahol a „Fizika mindenkinek” főmenü által az érdeklődő nagyközönség elérése a cél. A weblap különleges eleme a virtuális séta, mely a látogatók számára nem hozzáférhető berendezéseket és laboratóriumokat mutatja be. Minden laborhoz készült egy „hogyan működik?” és egy „mire jó?” ismertető, továbbá a látogató különböző helyekre állva körbenézhet, az eszközökről kis ismertetőket olvashat.

A weblapon keresztül olvasható az Atomki kutatói által 2015-ben írt 10 ismeretterjesztő cikk. Ezek legtöbbje a Természet Világa, egy pedig a National Geographic oldalain jelent meg.

A Kutatók Éjszakája alkalmával az Atomki munkatársainak és a Magyar Honvédség bűvárainak előző évi közös expedíciójának élményeit és eredményeit ismerhette meg a nagyközönség. Az expedíció célja a Retyezát hegység néhány magasan fekvő tavának üledéki feltérképezése volt.

A 2014-15-ös Hatvani István Fizikaverseny védnöke az Atomki volt. Ennek megfelelően az intézet több munkatársa közreműködött az egyes fordulók megszervezésében, valamint a feladatok kitűzésében és javításában. A májusi döntő utáni eredményhirdetésre az Atomkiben került sor.

A Fizikusnapokat 36. alkalommal rendezte meg az Atomki, ezúttal a fény nemzetközi éve jegyében. Az esemény révén az intézet részt vett a Magyar Tudomány Ünnepe keretében futó Kutatóhelyek Tárt Kapukkal programban. Négy napon keresztül hangzottak el előadások, melyre általános iskolástól nyugdíjas korúig jöttek érdeklődők, összesen 269 fő. A hét folyamán a délelőtti órákban iskolás csoportok érkeztek Debrecenből és más településekről, hogy a meghirdetett 26-féle rendhagyó óra valamelyikét meghallgassák; 46 rendhagyó óra hangzott el, melyen összesen 1345 látogatóórát töltöttek az intézetben.

Fentiekén kívül az év során 22 csoportban 642 fő érkezett az intézetbe (általános és középiskolások, egyetemisták, felnőtt érdeklődők) és összesen 1983 látogatóórát töltöttek el. Legtávolabbról egy 55 fős görög középiskolás csoport érkezett. A Látogatóközpontban a radioaktív sugárzás tulajdonságaival és kimutatásával, a hidegfizikai bemutató alkalmával pedig az alacsony hőmérsékleten lejátszódó jelenségekkel ismerkedtek az érdeklődők.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A nagy nemzetközi kollaborációk (pl. CERN-CMS, LIGO-EGRG, LUNA, stb.) mellett a kétoldalú kapcsolatok is jelentős szerepet játszanak az Atomki működésében. Ez utóbbiak 2015-ben újabb francia (CNRS), lengyel (PAN), japán (RIKEN, Sapporoi Egyetem) és dél-afrikai (NECSA) együttműködésekkel bővültek.

2015 szeptemberében az Atomkiben került megrendezésre a Sign (*Sign Problem in QCD and Beyond*) 2015 nemzetközi workshop, amely a másfél évente megrendezett Sign Workshopok sorozatában a negyedik volt. Szintén az Atomki adott otthont decemberben az INARIE (*Integrating Access to Pan-European Research Infrastructures in Central and Eastern Europe*) workshop, valamint áprilisban az *Atomki for ELI* mini workshop rendezvényeinek. Az Atomki szervezésében került sor márciusban a PIPAMON 2015 (*Photon and fast Ion*

induced Processes in Atoms, MOlecules and Nanostructures), novemberben pedig a 3rd XLIC General Meeting (*XUV/X-ray Light and Fast Ions for Ultrafast Chemistry*) workshopokra.

2015-ben egy-egy kutató töltött az Atomkiben legalább 3 hónapot Ausztriából, Iránból, Kínából, Romániából és Ukrajnából, köztük Joachim Burgdörfer a Bécsi Műszaki Egyetemről, aki ehhez az MTA öthónapos vendégkutatói pályázatát nyerte el. Az Atomki fogadott MTA Domus ösztöndíjas látogatót is az Ungvári Egyetemről.

Az Atomki Külső Tanácsadó Testülete 2015. november 30-án tartotta ülését az intézetben, ahol a részecskefizikai kutatás és az atomfizikai alkalmazások helyzetét vitatták meg.

A felsőoktatásban való részvétel 2015-ben is fontos szerepet töltött be az intézet kutatóinak tevékenységében. A meghirdetett 62 kurzus keretében 1008 tantervi óra megtartásával járultak hozzá az oktatáshoz. A gyakorlati órák száma 2015-ben 535 volt, 30 kurzus keretében. Az oktatásban összesen 39 kutató vett részt. A beszámolási időszak folyamán 16 PhD-, 6 diplomamunkás, 14 szakdolgozó és 5 TDK-hallgató dolgozott az intézetben, a témavezetésre fordított órák száma összesen 5625 volt. Az intézetben folytatódott a kutatóhallgatói ösztöndíjas program, amelynek keretében egyetemisták vállalnak részt a kutatómunkában. A tavaszi és az őszi félévben 8, illetve 6 ösztöndíjas vett részt ebben a programban. Az Atomki kutatói a Debreceni Egyetem mellett a BME, a szegedi, miskolci, győri és nyugat-magyarországi egyetemek oktató és/vagy kutatómunkájában is részt vettek.

Doktori képzésben 45 Atomkis kutató volt érdekelt, köztük hatan doktori iskolai törzstagként. Közülük három a Debreceni Egyetem fizikai, kettő az informatikai doktori iskolájának, egy pedig a Nyugat-magyarországi Egyetem környezetfizikai doktori iskolájának törzstagja.

A kutatóintézetek közül az Atomkinak hagyományosan a Wigner Fizikai Kutatóközponttal vannak legszorosabb kapcsolatai, míg új partnerként az ELI-ALPS említhető meg. A vállalati szférából az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a legjelentősebb együttműködő.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015. december elsején az MTA elnöke adta át a Részecskegyorsító Centrum tandetron típusú gyorsítóját. Az új gyorsító beszerzésére az Atomki több kutatócsoportja együtt pályázott az MTA infrastruktúra pályázatán. A tandetronhoz egyelőre egy egyszerű nyalábcsatorna-rendszert építettek, amit a későbbiekben tovább fejlesztenek, lehetőség szerint további pályázati forrásokból. Széles témakörben végeznek majd rajta alap- és alkalmazott kutatásokat a magfizika, nukleáris asztrófizika, atomfizika, ionnyaláb-analítika és mikromegmunkálás területén.

Az intézetben 2015-ben indult fontosabb projektek a következők:

IPERION CH (Integrated Platform for the European Research Infrastructure ON Culture Heritage). A Horizon 2020 keretében elnyert pályázat 2015 szeptemberében indult és teljes összege 94,250 Euró.

ESS (European Spallation Source), RF-LPS rendszerintegráció, 2015. december, 2,2 millió Euró.

Többrészecskés nemlokalitás, OTKA, K111734, 2015. január, 48 hónap, 17,223 eFt.

Kvantum-szindinamika rácson királis kvarkokkal, OTKA, K113034, 2015. január, 48 hónap, 24,511 eFt.

Atommagok különleges körülmények között, OTKA, NN114454, 2015. április, 36 hónap, 20,946 eFt.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Cseh J: Algebraic models for shell-like quarteting of nuclons. Phys Lett B, 743: 213. (2015) <http://arxiv.org/abs/1409.0124>
2. Lévai G: PT symmetry in Natanzon-class potentials. Int J Theor Phys, 54 paper 2724. 36 (2015) <http://real.mtak.hu/30453/>
3. Pál KF, Vértesi T: Closing the detection loophole in tripartite Bell tests using the W state. Phys. Rev. A, 92: paper 022103 (2015) <http://arxiv.org/abs/1504.05934>
4. Khachatryan V, Bencze Gy, Hajdu C, Hidas P, Horváth D, Siklér F, et al. (2811), Béni N, Karancsi J, Molnár J, Pálinkás J, Szillási Z, Makovec A, (CMS+LHCb Collaboration): Observation of the rare $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ decay from the combined analysis of CMS and LHCb data. Nature 521 7551: 68-72 (2015)
OA: <http://www.nature.com/nature/journal/v522/n7554/full/nature14474.html>
5. Giordano M: Renormalization of gauge theories on general anisotropic lattices and high-energy scattering in QCD. Phys Rev D, 92: 034514 (2015)
<http://arxiv.org/abs/1506.04529>
6. Aad G, Krasznahorkay A Jr, Pásztor G, Bencze Gy, Hajdu Cs, Házi A, et al. (5132) Horváth D, Béni N, Czellár S, Karancsi J, Molnár J, Szillási Z, Makovec A, (ATLAS+CMS Collaboration): Combined measurement of the Higgs boson mass in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with the ATLAS and CMS experiments. Phys Rev Lett, 114: 1803 (2015) <http://arxiv.org/pdf/1503.07589.pdf>
7. Defenu N, Mati P, Marian IG, Nándori I, Trombettoni A: Truncation effects in the functional renormalization group study of spontaneous symmetry breaking. JHEP 2015: 141. (2015) <http://arxiv.org/abs/1410.7024>
8. Újfalusi L, Giordano M, Pittler F, Kovács TG, Varga I: Anderson transition and multifractals in the spectrum of the Dirac operator of Quantum Chromodynamics at high temperature. Phys Rev D, 92: 094513 (2015) <http://arxiv.org/abs/1507.02162>
9. Vajta Zs, Dombrádi Zs, Elekes Z, Aiba T, Nori Aoi, Baba H, et al. (21), Fülöp Zs, Sohler D: Gamma-ray spectroscopy of ^{19}C via the single-neutron knock-out reaction. Phys Rev C, Nucl Phys 91: 064315 (2015) <http://arxiv.org/abs/1504.07394>
10. Kiss GG, Szücs T, Raucher T, Török Zs, Csedreki L, Fülöp Zs, Gyürky Gy, Halász Z: Measurement of (α, n) reaction cross sections of erbium isotopes for testing astrophysical rate predictions. J Phys G 42: 055103 (2015) <http://arxiv.org/abs/1503.01853>
11. Ornelas A, Kiss G G, Mohr P, Galavíz D, Fülöp Zs, Gyürky Gy, et al. (5) Máté Z, Somorjai E: The $^{106}\text{Cd}(\alpha, \alpha)^{106}\text{Cd}$ elastic scattering in a wide energy range for gamma process studies. Nucl Phys A: 940, 194 (2015) <http://arxiv.org/abs/1504.07703>
12. Elekes Z, Tímár J: Nuclear Data Sheets for A = 128. Nucl Data Sheets, 129: 191-436 (2015) doi:10.1016/j.nds.2015.09.002
13. Cavanna F, Depalo R, Aliotta M, Anders M, Bemmerer D, Best A. et al., (27) Elekes Z, Fülöp Zs, Gyürky Gy, Somorjai E, (LUNA Collaboration): Three new low-energy resonances in the $^{22}\text{Ne}(p, \gamma)^{23}\text{Na}$ reaction. Phys Rev Lett 115: 252501 (2015) <http://arxiv.org/abs/1511.05329>

14. Santamaria C, Louchart C, Obertelli A, Werner V, Doornenbal P, Nowacki F, Authelet G, et al. (60), Dombrádi Zs, Vajta Zs: Extension of the N=40 Island of Inversion towards N=50: Spectroscopy of ^{66}Cr , $^{70,72}\text{Fe}$. Phys Rev Lett 115: 192501, (2015) <http://www.osti.gov/pages/biblio/1224927-extension-island-inversion-towards-spectroscopy-cr-fe>
15. Larusso G, Nishimura S, Xu ZY, Jungclaus A, Shimizu Y, Simpson G, et al (68) Vajta Zs: β -Decay Half-Lives of 110 Neutron-Rich Nuclei across the N=82 Shell Gap: Implications for the Mechanism and Universality of the Astrophysical r Process. Phys Rev Lett 114: 192501 (2015) doi: 10.1103/PhysRevLett.114.192501
16. Benzoni G, Morales A I, Watanabe H, Nishimura S, Coraggio L, Itaco N, et al (42), Dombrádi Zs, Kuti I, Sohler D, Vajta Zs: Decay properties of $^{68,69,70}\text{Mn}$: Probing collectivity up to N = 44 in Fe isotopic chain. Phys Lett B: 751, 107-112, (2015) OA: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370269315007765>
17. Morfouace P, Franchoo S, Sieja K, Matea I, Nalpas L, Niikura M, Dombrádi Zs, et al (39), Sohler D, Vajta Zs: Evolution of single-particle strength in neutron-rich ^{71}Cu . Phys Lett B 751: 306-310, (2015) <http://franchoo.web.cern.ch/franchoo/physics/plb751.pdf>
18. Corsi A, Boissinot S, Obertelli A, Doornenbal P, Dupuis M, Lechaftois et al, (54) Sohler D: Neutron-driven collectivity in light tin isotopes: Proton inelastic scattering from ^{104}Sn . Phys Lett B 743: 451 (2015) OA doi: doi:10.1016/j.physletb.2015.03.018
19. Huszánk R, Rajta I, Cserháti Cs: Direct formation of high aspect ratio multiple tilted micropillar array in liquid phase PDMS by proton beam writing. Eur Pol J 69: 396 (2015) <http://real.mtak.hu/29234/>
20. Huszánk R, Rajta I, Cserháti Cs: Proton beam lithography in negative tone liquid phase PDMS polymer resist. Nucl Instr Meth B, 348: 213 (2015) <http://real.mtak.hu/29235/>
21. Csedreki L, Szíki GÁ, Szikszai Z, Kocsis I: Resonance parameters of the reaction $^{12}\text{C}(d,p)^{13}\text{C}$ in the vicinity of 1450 keV for accelerator energy calibration. Nucl Instr Meth B, 342: 184-187 doi:10.1016/j.nimb.2014.09.038
22. Tárkányi F, Hermanne A, Takács S, Ditrói F, Ignatyuk A V: Activation cross-sections of proton induced reactions on natSm up to 65 MeV. Nucl Instr Meth B, 346: 26-44 (2015) <http://real.mtak.hu/32183/>
23. Ditrói F, Tárkányi F, Takács S, Hermanne A: New developments in the experimental data for charged particle production of medical radioisotopes. J Radioanal Nucl Chem, 305: 247-253 (2015) <http://arxiv.org/abs/1503.00919>
24. Neppel S, Ernstorfer R, Cavalieri A L, Lemell Ch, Wachter G, Magerl E, et al. (10), Burgdörfer J: Direct observation of electron propagation and dielectric screening on the atomic length scale. Nature 517: 342-346 (2015) <http://tqd.itp.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tqd/papers/nature14094.pdf>
25. Sarkadi L: Classical treatment of the electron emission from collisions of uracil molecules with fast protons. Phys Rev A 92: 062704 (2015) doi: 10.1103/PhysRevA.92.062704
26. Nagy GUL, Rajta I, Bereczky RJ, Tókési K: Incident beam intensity dependence of the charge-up process of the guiding of 1 MeV proton microbeam through a Teflon microcapillary, Eur Phys J D 69: 102 (2015) doi: 10.1140/epjd/e2015-50718-3

27. Herczku P, Juhász Z, Kovács S T S, Rácz R, Biri S, Tóth J, Sulik B: Guiding of Ar⁷⁺ ions through a glass microcapillary array. Nucl Instr Meth B, 354: 71-74 (2015) doi:10.1016/j.nimb.2014.11.004
28. Müller A, Borovik A, Buhr T, Hellhund J, Holste K, Kilkoyné A, et al. (6) Ricz S: Observation of a four-electron Auger process in near-K-edge photoionization of singly charged carbon ions. Phys Rev Lett, 114: 013002 (2015) <http://real.mtak.hu/31774/>
29. Chesnel J-Y, Juhász Z, Lattouf E, Tanis JA, Huber BA, Bene E, et al. (6) Kovács STS, Herczku P, Sulik B: Anion emission from water molecules colliding with positive ions: Identification of binary and many-body processes. Phys Rev A, 91: 060701. (2015) <http://arxiv.org/abs/1506.09006>
30. Kövér L: Coincidence, Resonant, and High-Energy Electron Spectroscopies – Resonant Auger, Electron Coincidence for Surface Analysis. Chapter in the: Encyclopedia of Analytical Chemistry, (2015) doi: 10.1002/9780470027318.a9390
31. Takáts V, Trunov MI, Vad K, Hakl J, Beke DI, Kaganovskii Yu, et al. (1): Low-temperature photo-induced mass transfer in thin As₂₀Se₈₀ amorphous films. Mat Lett, 160: 558–561 (2015) <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/216054>
32. Kövér L: Surfaces and interfaces: Combining electronic structure and electron transport models for describing electron spectra. Front Mat, 2: 35 (2015) OA doi: 10.3389/fmats.2015.00035
33. Frigeri C, Serényi M, Szekrényes Zs, Kamarás K, Csik A, Khánh NQ: Effect of heat treatments on the properties of hydrogenated amorphous silicon for PV and PVT applications. Sol Energy, 119: 225-232 (2015) <http://real.mtak.hu/31647/>
34. Malolepszy A, Mazurkiewicz M, Stobinski L, Lesiak B, Kövér L, Tóth J, et al. (4): Deactivation resistant Pd-ZrO₂ supported on multiwall carbon nanotubes catalyst for direct formic acid fuel cells. Int J Hyd Energy 40: 16724-16733 (2015) doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.08.048
35. Kéri M, Palcsu L, Túri M, Heim E, Czébely A, Novák L, et al. (1): ¹³C NMR analysis of cellulose samples from different preparation methods. Cellulose, 22: 2211-2220 (2015) 10.1007/s10570-015-0642-y
36. Major I, Furu E, Haszpra L, Kertész Zs, Molnár M: One-year-long continuous and synchronous data set of fossil carbon in atmospheric PM_{2.5} and carbon dioxide in Debrecen, Hungary. Radiocarbon, 57: 991-1002 (2015) <http://real.mtak.hu/27792/>
37. Benkó Zs, Mogessie A, Molnár F, Krenn Poulson SR, Hauck SA, et al. (2): Hydrothermal alteration and Cu-Ni-PGE mobilization in the charnockitic rocks of the footwall of the South Kawishiwi intrusion. Duluth Complex, USA. Ore Geol Rev, 67: 170-188 (2015) OA doi:10.1016/j.oregeorev.2014.11.010
38. Benkó Zs, Mogessie A, Molnár F, Severson MJ, Hauck S A, Raic S: Partial melting processes and Cu-Ni-PGE mineralization in the footwall of the South Kawishiwi intrusion at the Spruce Road Deposit. Duluth Complex, Minnesota. Economic Geology, 110: 1269-1293. (2015)
39. Seghedi I, Helvacı C, Pécskay Z: Composite volcanoes in the south-eastern part of Izmir-Balikesir Transfer Zone, Western Anatolia, Turkey. J Volc Geo Res, 291: 72 (2015) doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.12.019

40. Orsovszki G, Rinyu L: Flame-Sealed Tube Graphitization Using Zinc as the Sole Reduction Agent: Precision Improvement of EnvironMICADAS ¹⁴C Measurements on Graphite Targets. Radiocarbon, 57: 5 979-990 (2015) OA doi: 10.2458/azu_rc.57.18193
41. Tóth M, Magyari EK, Buczkó K, Braun M, Panagiotopoulos K, Heiri O: Chironomid-inferred Holocene temperature changes in the South Carpathians (Romania). Holocene, 25: 569–582 (2015) <http://real.mtak.hu/22236>

**AZ MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI
ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	200	Ebből kutató ² :	108
PhD, kandidátus:	63	MTA doktora: 14	Rendes tag és levelező tag: 1
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			44
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			428
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			420
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			273
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			258
Könyv, atlasz	magyarul: 2	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	1012,2	Összes független hivatkozás száma (2014):	4413
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			7613
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 4	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			109
		poszterek száma:	56
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	23	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	7
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			39
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	14
Diplomamunka (MSc):	6	PhD:	16
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		1113 104	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ :	17	Teljes saját bevétel:	422 792 E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			17
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	65 156 E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			5
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	38 269 E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			48
		A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	131 470 E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			16
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	6690 E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		181 207	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1113 104	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	422 792	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	65 156	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	38 269	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	76 436	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	55 034	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	6690	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	626	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	180 581	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	0	E Ft

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

székhely: 9400 Sopron, Csatka Endre u. 6-8.; 9401 Sopron, Pf. 5
telefon: (99) 508 340, (1) 391 9322; fax: (99) 508 355, (1) 275 4668
e-mail: titkarsag@csfk.mta.hu, szarka.laszlo@csfk.mta.hu; honlap: csfk.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2015-ben

A kutatóközpont 2015-ben a megalakuláskor kialakult (négy intézetből álló) szerkezetben, összesen 39 – 2013-ban három évre akkreditált – kutatócsoporttal működött. Tovább folytatódtak a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont megalakulásával beindult intézetközi interdiszciplináris kutatások: az FGI és a CSI munkatársai – külső partnerek bevonásával közösen végeztek kutatásokat a laboratóriumi asztrofizika területén. A GINOP-pályázati 2015. évi felhívásának megjelenését követően intenzív (és minden valószínűség szerint eredményes) együttműködés kezdődött a Csillagászati Intézet és a Geodéziai és Geofizikai Intézet között.

A Földrajztudományi Intézet koordinálásában széles hazai együttműködésben folyt a „Magyarország Nemzeti Atlasza” című projekt megvalósítása. A készülő atlaszmű átfogó képet ad hazánk természeti-társadalmi környezetének jelenlegi helyzetéről és múltbeli alakulásáról. Az első kötet megjelenése 2016 végére várható.

A kutatási tematika folyamatos megújulását a kutatóközpont intézeteiben hazai és európai pályázati források is biztosítják. A Geodéziai és Geofizikai Intézetben az elmúlt évek új kutatási irányjai közül kiemelkedik a Föld mélyszerkezetének kutatására irányuló szeizmológiai alapú tomográfia (AlpArray), a Nap-Föld kölcsönhatások globális változásokra gyakorolt hatásának kutatása, valamint az ürgeodézia terén a radarinterferometria technológia fejlesztése és geodinamikai célú alkalmazása.

A Csillagászati Intézet kutatóinak a csillagok és a Nap fizikája, belső szerkezete, fejlődése, valamint a csillagokat és a Napot övező tér, így a Naprendszer és más bolygórendszerek kutatása terén vezető csillagászati-asztrofizikai lapokban számos jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó publikációja jelent meg. Ismeretterjesztői tevékenységük is jelentős: a 2015. március 20-ai részleges napfogyatkozás idején az MTA budapesti Széchenyi téri parkolójában kétezer érdeklődő jelent meg, és a Magyar Tudomány ünnepén a Díszteremben tartott előadásuk is telt házat vonzott.

A Földtani és Geokémiai Intézet 2015. évi tevékenységét a geokémia belső fejlődése, továbbá a természetes környezet állapotának megismerése, megőrzése és az életminőség javítása szempontjából egyre nagyobb jelentőségű környezettudományi kutatások végzése határozta meg. Ennek keretében folytatták a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatok kutatását, amelyek közül elsősorban a Kárpát-medence múltbeli és jelenkori környezetállapotát és annak változásait, valamint a talajok geokémiai és ásványtani sajátosságait, továbbá a városi környezet geokémiai jellegét kutatták.

A 2015. évi akadémiai infrastruktúrafejlesztési pályázat eredményeként a Földrajztudományi Intézetben létrejött egy Magyarországon egyedülálló kapacitású részecskeanalitikai laboratórium.

Az MTA Vendégkutatói Program keretében a hét 2015. évi nyertes egyike Sierd Cloetingh holland geofizikus kutató lett, aki az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetében a

Kárpát-Pannon térség kutatásának eddigi eredményeit rendszerezi. A CSFK ettől a projekttől is legalább olyan eredményeket vár, mint amilyeneket a két 2014. évi vendégkutató nyertessel (Earle Williams, GGI és Erdélyi Róbert, CSI) való együttműködés eredményezett.

A kutatóközpontban 2015-ben négy Lendület-kutatócsoport működött, egyikükben – a kiváló alap kutatás mellett – jelentős műszerfejlesztési tevékenység is folyt. A gazdasági versenyképesség erősítéséért a Földtani és Geokémiai Intézet is sokat tett: eredményei a MOL Nyrt. számára közvetlenül hasznosultak.

A Csillagászati Intézet épülete 2015 folyamán megújult. Az ugyanerre a telephelyre – a Földrajztudományi Intézet, valamint a Földtani és Geokémiai Intézet számára tervezett – új épület terve elkészült, de 2015 szeptemberében az MTA-vezetői koncepció megváltozott: az MTA elnöke és főtájtára a két intézetnek Budaörsi úti épületből 2017-re tervezett kiköltözésig az új épület felépítése helyett a csillebérci akadémiai telephelyen javasolja két épület felújítását. Elkezdődött a Debreceni Napfizikai Obszervatórium átköltözése az MTA Atomkitől bérelt telephelyre, de a Debreceni Egyetem botanikus kertjéből való teljes kiköltözés még nem fejeződött be. 2015 végén sem a debreceni, sem a gyulai megfigyelő állomáson nem folyt napfizikai észlelés, utóbbi helyen a különféle akadémiai pályázati támogatások ellenére sem.

A Kutatóközpont külső megbízásban átfogó kockázatelemzést készített, és több belső szabályozást készített el, illetve aktualizált. 2015 végén lejárt a 2013-ban kinevezett főigazgató megbízása.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok 2015-ben sem voltak.

III. A kutatóközpont főbb mutatói 2015-ben

A publikációs, oltalmi, oktatási stb. adatok az egyes intézetek alatt szerepelnek.

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FÖLDRAJZTUDOMÁNYI INTÉZET

1112 Budapest, Budaörsi út 45.; 1554 Budapest, Pf. 130
telefon: (1) 309 2628; fax: (1) 309 2628
e-mail: kocsis.karoly@csfk.mta.hu; honlap: www.mtafki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az intézet 2012 óta a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont egyik intézeteként végzi tudományos tevékenységét. A kutatóhely hosszú távú, kiemelt alapkutatási feladata az ország és a Kárpát-medence természeti környezetében rövid- és hosszútávon várható változások kutatása, továbbá a társadalmi-gazdasági térszerkezet átalakulási folyamatainak vizsgálata. Ezek egyaránt kapcsolódtak nemzetközi pályázatok során elnyert kutatási projektekhez (IVF, SOWAP), a hazai kutatóhelyek, továbbá különböző akadémiai és kormányzati szervezetek által meghirdetett projektekhez (OTKA, TÁMOP).

A hon- és nemzetismeret terén 2015-ben kiemelkedő tudományos eredmény volt a Magyarország Nemzeti Atlasza című országos hatáskörű MTA projekt vezetése. A készülő atlaszmű átfogó képet ad hazánk természeti-társadalmi környezetének jelenlegi helyzetéről és múltbeli alakulásáról. A projekt a Magyarország Nemzeti Atlasz Kutatócsoport keretein belül működik, és a hazai tudományos élet tekintélyes képviselőit toborozta soraiba a készülő atlaszmű megvalósításához.

Az FTI-ben dolgozó természetföldrajzi kutatásokat végző kollégák – más hazai földtudományi kutatóhelyekkel karöltve – évtizedek óta foglalkoznak a hazai árvizek, felszínmozgásos folyamatok (földcsuszamlások, bányá- és folyópartomlások, talajpusztulás), geomorfológiai és hidrogeográfiai okainak feltárásával. További, nemzetközi szinten is perspektivikus kutatások zajlanak paleo- és recens talajtani, valamint eolikus felszínformálási témakörökben is.

A társadalomföldrajzi kutatócsoportok munkatársai korunk aktuális problémáit, kihívásait vizsgálják, így a nemzetközi migrációt, a hagyományos és kreatív gazdaságot, etnikai-politikai (különösen választási földrajzi), valamint turizmus- és városföldrajz témákat.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Társadalomföldrajzi kutatások:

Etnikai- és politikai földrajzi kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai a Kartográfiai kutatócsoporttal szoros együttműködésben elkészítették a „Kárpát–Pannon-térség változó etnikai arculata – Changing Ethnic Patterns of the Carpatho-Pannonian Area” című etnikai atlasz harmadik, frissített, bővített, átdolgozott, georeferált, domborzatárnyékolt és CD-melléklettel ellátott kiadását. A CD-melléklet 2015. december elején, a nyomtatott változat 2016. február elején jelent meg. A Kárpát-medence jelenlegi etnikai szerkezetének feltárása, és közzététele egyrészt a nagyközönség számára is elérhető atlasz formában, illetve különböző háttéranyagok formájában (amelyek a kormányzati döntéshozatalt is szolgálják), különösen a Kárpát-medencei magyar nemzetstratégia megalkotásában. A kiadvány 12 ország 30 ezer településének szintjén mutatja be az etnikai,

vallási, kulturális tekintetben egyedülállóan sokszínű Kárpát-medence és szomszédsága etnikai viszonyainak több mint fél évezredes változását. A magyar és angol nyelvű kötet három szerkezeti egységből áll. A főterképen népszágarányos kördiagramok érzékeltetik a térség – legfrissebb népszámlálási adatokra alapozott – etnikai viszonyait. A melléktérképeken az etnikai térszerkezet változásai láthatók tíz időpontban (1495, 1784, 1880, 1910, 1930, 1941, 1960, 1990, 2001, 2011). A mű harmadik egysége a magyar és angol nyelvű térképmagyarázó szöveg, amely az elmúlt fél évezred etnikai folyamatait vázolja a vizsgált területen. Jelen kiadvány egységében ábrázolja a Kárpát–Pannon-térség korábban csak részletekben, országonként bemutatott régióit.

Térbeli mobilitás kutatócsoport

A „Magyarország láthatatlan turizmusa” elnevezésű OTKA (K100953) projekt olyan, eddig kevésbé, vagy tudományosan egyáltalán nem kutatott jelenségeket tárt fel, mint például a rokon- és barátlátogatási motivációjú utazások turisztikai szerepének sajátosságai, különös tekintettel az utazás és a tartózkodás élménytartamára. Teljes mértékben unikálisnak tekinthetők az időskorúak vasúti utazása témában született eredmények, amelynek keretében először sikerült kimutatni a különböző típusú (fürdő-, vízparti, történelmi város) turisztikai települések vonzáskörzetének nagyságát. Feltárták a nemzetépítési célú iskolai tanulmányi kirándulások földrajzi sajátosságait, és bizonyították, hogy az utazások nem csak a magyar identitás erősítésében játszanak szerepet, hanem az utazási élmény és a közösségépítés vonatkozásában is fontosak. A láthatatlan turizmus a nem konvencionális turisztikai mobilitás megtestesüléseként jelentős szerepet játszik a nemzetgazdaságban, százmilliárdos nagyságrendű az a bevétel, amely az ilyen típusú utazások során generálódik.

A több éve tartó, a közlekedési eredetű veszélyforrásokból származó településkörnyezeti károk bekövetkezési kockázatának felmérésére irányuló kutatások bebizonyították, hogy a nem megfelelően átgondolt beruházási döntéseken alapuló közútépítések megvalósítása során a településkörnyezetet érintő közvetett fenyegetettség jöhet létre, ami a legszembetűnőbb módon a megépült autópálya-szakaszoknak a folyók árterét leszűkítő, illetve átvágó, rossz vonalvezetésében, valamint annak negatív településkörnyezeti hatásaiban (növekvő árvízveszélyben) érhető tetten.

Várostérségi és urbanizációs kutatócsoport

Az 1990., a 2001. és a 2011. évi népszámlálások ingázási adatainak elemzése egyfelől igazolta a munkahelyek fokozódó területi koncentrációját hazánkban, a városhierarchia magasabb szintjein. Emellett kimutatták azokat a csökkenő foglalkoztatással valamint ingázással jellemezhető periférikus térségeket, amelyeket hátrányosan érintett az elmúlt két évtized gazdasági szerkezetváltása. A lakóhely-munkahely kettősének időben növekvő térbeli szétválása, a munkahelyek erősödő területi koncentrációja komoly társadalmi, gazdasági és környezeti kihívásokat jelentenek az ország számára. Kutatásaik elősegíthetik térségi és települési szintű foglalkoztatáspolitikák és munkahelyi mobilitási programok megfogalmazását.

„A poszt-szocialista urbanizáció területi jellemzői Magyarországon” (K 105534) című OTKA projekt keretében kérdőíves felmérést végeztek Budapest és négy vidéki nagyváros (Miskolc, Debrecen, Szeged, Pécs) megújuló városrészeiben. A kutatás jelentősége, hogy feltárja a megújuláson átesett hazai városnegyedek társadalmi-gazdasági-lakókörnyezeti kihívásait, egyben lehetőséget kínál új szemléletű várospolitikák megfogalmazására, új típusú városrehabilitációs programok kialakítására. Mindez a hazai nagyvárosok hosszú távú versenyképessége szempontjából jelentősnek tekinthető.

Új eredményeket értek el Budapest társadalmi szegregációjának kutatása terén. A kutatás során matematikai-statisztikai módszerekkel vizsgálták a társadalmi diverzitás változását, az egyes foglalkozási csoportok térbeli elkülönülésének tér- és időbeli változását. Kutatásaik bizonyították, hogy míg a magas státuszú csoportok elkülönülése a város egészét tekintve 1990 óta alig változott, addig az alacsony képzettséget igénylő foglalkozási csoportok területi szegregációja látványosan erősödött. Az eredményeket egy, a Routledge kiadónál megjelent tanulmánykötetben tették közzé.

Természetföldrajzi kutatások

Késő-neogén geomorfológiai szintek vizsgálata a Kárpát-medencében – Geomorfológiai térképezés kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai vizsgálták Budapest árvízvédelme megoldási lehetőségeit. A Duna nagyvízi medrének intenzív feliszapolódása következtében a legmagasabb árvízi szint 10 éven belül eléri, illetve meghaladja a 9 m-t. A feliszapolódás évi mértéke 1,5–2 cm. Geomorfológiai, szedimentológiai és vízföldrajzi vizsgálatokat végeztek (az ásott kutak vízszintjeinek értékeit vizsgálták) Budapest árvízvédelme érdekében a Duna bal partján Vác és Budapest között.

Részletesen tanulmányozták a Galga-völgy középső szakaszának geomorfológiai jellegzetességeit. Javaslatok születtek a zagyatározók már elvégzett víztelenítése mellett a rendkívüli jelentőséggel bíró karsztforrások vizének elvezetésére, illetve a Lórintei-tó, mint potenciális veszélyforrások kiiktatására. Ennek technikai kivitelezéséhez elengedhetetlen a Torna-patak medrének áthelyezése a Széles-víz–Csigere-patak–Széki-tó természetes ősmédrekbe. Az így felhagyásra kerülő, jelenleg még aktív patakmeder alkalmas lenne a növekvő karsztvízmennyiség és csapadékvíz elvezetésére.

Litoszféra-bioszféra interakciók kutatócsoport

A tábla léptékű szénáthalmozódás vizsgálata során megállapították, hogy intenzíven művelt talajon a szerves szén (SOC) nagyobb mértékben erodálódik, mint azt a talajban elfoglalt százalékos aránya indokolná. Az elragadott szerves szén jelentős része rövidtávon belül kiülepedett. A szervesszén-felhalmozódási pontokon eltérő szervesanyag-összetételt mérték, ami a humuszanyagok szelektív erózióját és szedimentációját bizonyítja.

A talajkímélő technológia tíz éves távlatban 0,3 - 0,5% SOC-növekedést eredményez. A szántással szembeni kimutatható gazdasági előnye a többlet-vízbefogadáson túl, annak megőrzésében, a növények részére biztosított egyenletesebb vízszolgáltatásban rejlik. A „vízhiány-stressz” hatásainak tompítása biztonságosabbá teheti a termelést. Ezt szolgálhatja a SOC növekedése is a talajban. A talajkímélő művelésű területekről évente hektáronként akár több száz m³-rel kevesebb víz folyhat le, mint a hagyományos szántásos területekről, csökkentve a talajerózió-, valamint az élővíz-terhelés kártételét.

Lösz és negyedidőszaki kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai Európában és Magyarországon is először alkalmazták az USA több államában különböző nagyságú folyók parteróziója fokának megítélésére már kipróbált parterózióveszély-indexet (Bank Erosion Hazard Index, BEHI). Az Index tényezőit a Kárpát-medencei viszonyokra kibővítették és módosították, így alkalmazható lesz jövőbeni hazai kutatások esetén. Új „magyar” BEHI táblázatunk értékeit összevetve a korábbi amerikaival,

annál lényegesen pontosabb és mélyrehatóbb információkat tartalmazó parttípusokat különítettünk el.

A korábbi évekhez hasonlóan folytatódott a hazánk területét érintő észak-afrikai eredetű porviharos események vizsgálata. A műholdas megfigyeléseken és méréseken alapuló elemzéseket kiegészítették modell-szimulációs adatokkal, valamint szeptemberben a Pannon Egyetemmel és az MTA Wigner Fizikai Kutatóközponttal együttműködve felszíni mintavételezéssel egészítették ki. A BSC DREAM8b v1.0 és v2.0 modellszámítások adatai alapján, az ország területén kiülepedő szaharai poranyagot jelentősen alulbecslik. A szimulációs eredmények és a valós, megfigyeléseken alapuló adatok közti kapcsolatot az intézet kutatói matematikai-statisztikai módszerekkel elemezték, és súlytényezőket határoztak meg, amely révén a modellezett eredmények a megfigyeltekkel összeegyeztethetővé válnak. Így a Kárpát-medence területére kihulló és kimosódó szaharai por évenkénti mennyiségét is meghatározták, ez nagyságrendileg 1 - 5 g/m²/év-nek adódott, ami azt jelenti, hogy az ország területén mintegy 100 - 500 ezer tonna finomszemcsés ásványi por halmozódik fel évente.

Recens természetföldrajzi folyamatok és tájkutatás kutatócsoport

Távérzékeléses módszert dolgoztak ki a talajerózió mértékének megállapítására. A módszer a felszínen lévő talajszint eredetének azonosításán alapul, és az ArcMap segítségével felvett tanulóterületek alapján a fáradságos terepmunka kiváltható.

Magyarország felszínmozgásos területeinek digitális feldolgozása eredményeként kistájanként azonosították a különböző típusú felszínmozgásokat (fosszilis, folyamatos, időnkénti, periodikus és egyszeri), a mozgások állapotát és a kiváltó okokat.

A vizek degradációjával kapcsolatban Dráva-völgyi mintaterületen monitoring módszerrel igazolták, hogy milyen mértékben sikerül a víz visszavezetése a holtágakba, és ezáltal hogyan csökkenthető a degradációs folyamat, hogyan őrizhető meg a nedves élőhely, és miként őrizhető meg az ökoszisztéma-szolgáltatások.

Térképészeti – regionális földrajzi kutatások

Magyarország Nemzeti Atlasza kutatócsoport

A Magyarország Nemzeti Atlasza Kutatócsoport elsődleges feladata a Magyarország Nemzeti Atlasza projekt megvalósítása. Ennek keretében a Kutatócsoport irányításával készül az atlasz alaptérképe, összeáll a tematikus tartalma, az adatszolgáltatóktól kapott alapanyagoknak kartografált megjelenítése, az atlasz analóg és elektronikus változata, és nyomdakész-, illetve webes publikálása. A feladat összetettségéből fakadóan számos munkafázis külső kutatók és munkatársak bevonásával történik, amelyek irányítását az MNA Kutatócsoport végzi.

Az MNA projekt kidolgozásában az elmúlt év során elkészült az analóg és elektronikus változat számára egyidejűleg megfelelő földrajzi alaptérkép kidolgozása a három legnagyobb méretarányban (1:500.000, 1:1.000.000, 1:1.800.000), amely a teljes Kárpát-medencei kivágata tartalmazza a vízrajzot, a domborzatot (szintvonallal, domborzatárnyékolással, magasságszínezéssel) és a határrajzot.

Mindezek mellett az MNA Kutatócsoport tagjai a funkcionális feladatokat ellátó Kartográfiai Kutatócsoport tevékenységét is végzik. Ez biztosítja az intézet munkatársainak kutatásaihoz, illetve az eredmények publikációihoz szükséges kartográfiai munkákat, valamint a külső – főként az MTA kutatóintézeteitől és kormányzati szervektől érkező tanulmányok, elemzések szintén kartográfiai vonatkozású feldolgozását.

b) Tudomány és társadalom

Az intézet munkatársai az utóbbi évek gyakorlatának megfelelően egyre aktívabban vesznek részt az elért kutatási eredmények kommunikációjában a társadalom és a döntéshozók felé. Ennek formái sokfélék: tudományos konferenciák szervezése és azokon való részvétel, sajtótájékoztatók, tudományt népszerűsítő rendezvények, médiaszereplés, szakértői tevékenység, vagy épp terepi bemutatók tartása.

Az intézet munkatársai 8 nemzetközi és 2 hazai konferencia, workshop szervezésében vettek részt. Ezek közül az EUGEO V. kongresszusát fontos kiemelni. Az EUGEO az európai földrajzi társaságokat tömörítő ernyőszerkezet. A kongresszus az európai geográfia csúcspontrendezvénye, amelynek 2015-ben az MTA CSFK FTI volt az egyik társszervezője, az ELTE és a Magyar Földrajzi Társaság mellett. A rendezvény közel 600 fő részvételével zajlott, akik a világ 41 országából érkeztek. A 2015. augusztus 30. – szeptember 2. között megrendezett kongresszus a visszajelzések alapján is nagyon sikeresnek tekinthető, és mindenképp mérföldkőnek tekinthető a magyar geográfia nemzetközi kapcsolatrendszerének, ismertségének és elismertségének fejlődése szempontjából.

Az intézet kutatói a Magyar Földrajzi Társaság tagságának és vezetőségének oszlopos tagjai: két alelnök mellett többen a választmány tagjai és aktívan részt vesznek a nagy múltú civil szervezet tevékenységében.

Az intézet kutatói tudománynépszerűsítő tevékenységük során 2015-ben 19 ismeretterjesztő előadást tartottak, 8 nyilvános esemény megszervezésében vettek részt. Az intézet igazgatója főként a hon- és nemzetismeret, illetve a 2015-ben kialakult migrációs válsággal kapcsolatos kutatási eredmények széles körű ismertetéséhez járult hozzá, főként a hazai és a határon túli magyar médiában (többek között Magyar Televízió, HírTV, erdely.ma, vs.hu, mno.hu, magyarhirlap.hu). Az intézet kutatói emellett szakértőként nyilatkoztak a Gazdasági Rádió és a Magyar Rádió műsoraiban.

Az intézet egyik főmunkatársa 2013 óta szervezője és lebonyolítója a 4Cities (4cities.eu) nemzetközi programnak, amely 4 helyszínen (Brüsszel, Bécs, Koppenhága, Madrid) folytat gyakorlatorientált képzést. Ennek keretében 2015-ben a Bécsi Egyetem Földrajz és Regionális Kutatás Intézetéből 20 hallgató érkezett Budapestre az intézet főmunkatársa által szervezett szakmai programra.

2015. május 9-én a Millenárison került megrendezésre a „Felfedezők Napja” című rendezvény. Ezen 2014-hez hasonlóan az MTA CSFK FTI minden kutatócsoportja és a könyvtár is képviseltette magát színes kiállítással. 2015. november 7-8-án a Természettudományi Múzeumban került sor a „Földtudományos Forgatag”-ra. Mindkét rendezvényen a CSFK Földrajztudományi Intézet 'Földrajz az egész világ' címet viselő standjánál az intézet természet- és társadalomföldrajzi kutatócsoportjainak kollégái a szakterületükön zajló terepi munkához kapcsolódó játékos feladatokkal, vizsgálatokkal, érdekességekkel várták a kilátogató családokat.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

2015-ben a hazai tudományos kapcsolatok terén kiemelkedő jelentőségű volt a „Magyarország Nemzeti Atlasza” c. országos hatáskörű, közfeladatként végzett MTA projekt folytatása, melyet az MTA CSFK Földrajztudományi Intézet koordinál, az intézeti igazgató, mint szerkesztőbizottsági elnök vezetésével. A projekt főbb partnerei: ELTE ITK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi

Intézet, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, Országos Meteorológiai Szolgálat, Országos Vízügyi Főigazgatóság, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet, DE TTK Földtudományi Intézet, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, ME MFTK Földrajz-Geoinformatikai Intézet, SZTE TTK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, PTE TTK Földrajzi Intézet.

A korábbi évekhez hasonlóan folytatódtak tovább közös természetföldrajzi kutatásaik, amelyekben fő partnereik: ELTE, MTA Atommagkutató Intézet, Magyar Nemzeti Múzeum, MOL NyRt, KTD Laboratórium). Új szakmai együttműködés alakult a Börzsöny Múzeummal (Szob), a Dobó István Vármúzeummal (Eger), az MTA Wigner Fizikai Kutatóközponttal.

Az üzleti szférával való kapcsolatok bővülését mutatja, hogy a Simkon Kft (magyar közreműködő fél) számára lehetővé teszi az intézet a kisszériás Shimadzu spektrofotométer (UV-VIS-NIR spektrofotometriai bemutató laboratórium) bemutatását magyarországi ipari és tudományos partnerek részére. Az Akadémiai Infrastruktúra Pályázat 2. kategória kedvezményezettjeként az intézet szoros szakmai kapcsolatba került a Malvern Instruments-el. Ennek keretében az intézet három kutatója tanulmányúton vett részt a Malvern Instruments fejlesztési központjában, ahol az alakanalízis-, a fotonkorrelációs spektroszkópia- és a lézerdiffrakciós applikációs laboratóriumokban jártak.

Az intézet kutatóit 4 esetben kérték fel tanácsadónak. 37 opponensi (ebből 3 külföldre), 50 egyéb szakértői (ebből 4 külföldi felkérésre), 54 szaklektori (ebből 17 külföldre) véleményt készítettek. Ezek közül kiemelkedik „A Kárpát-medencei, határainkon túli magyarság településterülete és az ottani etnikai térfolyamatok” c. kutatás elvégzése, szakértői jelentés összeállítása miniszterelnökségi és MTA elnöki felkérés alapján. A kutatás „A külhoni magyarság helyzete” c. nemzetstratégiai jelentőségű kormányhatározat megalapozásához járult hozzá.

Kiemelkedő jelentőségű volt továbbá az MTA Migrációs Munkacsoport részeként végzett kutatás, amely „Az EGT-t (Európai Gazdasági Térséget) érintő nemzetközi migráció térbeli sajátosságai” címet viselte. „Az Európába irányuló és 2015-től felgyorsult migráció tényezői, irányai és kilátásai” című MTA projekt a BM és az MTA elnökének felkérésére készült. Az FTI a migrációs válság egyes térbeli sajátosságait vizsgálta, a vándorlókat kibocsátó és az őket befogadó európai térségek, valamint a migrációs útvonalak áttekintő feltárását végezte el, többek között 10 tematikus migrációs térkép megszerkesztésével.

Az intézet széleskörű hazai és nemzetközi kapcsolatainak egy része oktatási-kutatási kapcsolat, de hasonlóan nagy jelentőségűek a különféle társasági, szerkesztőbizottsági tagságok is. Az intézet kutatóihoz összesen 11 nemzetközi tudományos bizottsági tagság kötődik, közülük két fő nemzetközi tudományos bizottság vezetője, továbbá 12 nemzetközi és 23 hazai földrajzi szakfolyóirat szerkesztőbizottsági tagság kapcsolható az intézethez. Az MTA CSFK FTI munkatársai összesen 42 hazai tudományos bizottságban tagok, ebből 5 vezetői tisztség. Az Intézet kutatóinak 4 impaktfaktoros tanulmánya jelent meg, ezek összesített impakt értéke 7,275 volt.

Az intézet munkatársai közül 12 fő lát el oktatói feladatokat hazai felsőoktatási intézményekben (ELTE, SZTE, ME, BGF KVIF, NyME, SZIE, EKF, Corvinus), közülük hatan doktori iskolában is oktatnak, négyen doktori iskolai törzstagok, egy fő vezetője doktori iskolának. 2015-ben az FTI munkatársai 48 elméleti kurzust és 18 gyakorlatot vezettek. Témavezetőként segítettek 8 OTDK, 28 BSc és 16 MSc dolgozat elkészültét és 24 PhD dolgozat munkálatait.

2015 során az intézet kutatói összesen 94 előadással és 47 poszterrel jelentek meg nemzetközi konferenciákon, míg hazai rendezvényeken 48 előadással és 5 poszterrel képviselték az intézetet. A nemzetközi konferenciák közül kiemelkedik az AAG 2015 Chicago, IGU Regional Conference, Moszkva, CATference, Prága, INQUA. Ugyanígy fontos kiemelni a Budapesten megrendezett EUGEO 2015 kongresszus jelentőségét, ahol számos szakmai kapcsolat született (NGO Miniopterus, Bratislava, Department of Landscape Ecology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava). Az év során együttműködési keretszerződés és szándéknyilatkozat került aláírásra a University of Haifa-val (Izrael).

A Belarusz- és a Magyar Tudományos Akadémia közötti mobilitási támogatás (NKM-28/2015) keretében jelent meg a „Minsk and Budapest, the two capital cities” című kötet, amelynek könyvbemutatójára és a kapcsolódó konferenciára 2015. május 18-án került sor Minszkben. A Belarus in Maps kötet szakmai munkálatai 2015-ben zajlottak. A kötet megjelenése 2016-ban várható.

Az intézet az év során hét vendégkutatót látott vendégül a Távols-Keletről (Tajvan: National Taiwan University; Japán: Tohoku Egyetem, International Disaster Research Institute, Hokkaido University, Slavic and Eurasian Research Center), Ukrajnából (Földrajzi Intézet, Ukrán Tudományos Akadémia), Indiából (Újdelhi Egyetem).

Az intézet kutatói közül egy fő vállalatnál volt vendégkutató, és hárman különféle felsőoktatási vagy akadémiai intézeteknél folytattak rövidebb vendégkutatói tevékenységet.

2016-ban Budapesten, az intézet munkatársainak szervezésében kerül megrendezésre az „International Conference on Conservation Agriculture and Land Use” című nemzetközi konferencia, amelynek előkészítő és szervezőbizottságában több intézeti kutató vesz részt.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A „SOWAP 2015: Szántásos és talajkímélő művelések talajeróziós vizsgálata” című témában (8,94 M Ft +Áfa) folytatták a lefolyás- és hordalékméréseket, valamint zajlott mintavételezés, agronómiai vizsgálatok kiértékelése. Az eredményeket bemutatókon tárták az érintett döntéshozók, gazdálkodók elé.

Az „Erózió hatására történő talajátrendeződés vizsgálata ritkaföldfém-oxid nyomjelzőkkel hagyományos és kímélő talajművelés esetén” című, talajerózióval foglalkozó OTKA (PD 112729; támogatás összege 3 M Ft) kutatási projekt a fenntartható mezőgazdaság mindenkit érintő és kiemelten fontos ügyének sikeréhez járul majd hozzá. A projekt tervezett ütemezésének megfelelően a kísérlet sikeres beindítása 2015-ben megtörtént, eredmények 2016-tól várhatóak.

Az MTA Akadémiai Infrastruktúra Pályázat 2. kategória kedvezményezettjeként az egész MTA CSFK-t érintő kutatási infrastruktúra-fejlesztés keretében valósult meg a Malvern Morphologi G3-ID beszerezése, Shape Size Identity (SSI) laboratórium kialakítása (97,8 M Ft). A Malvern Morphologi G3-ID a hagyományos lézerdiffrakciós szemcseméret meghatározással szemben lehetőséget teremt a méreteloszláson túl a különböző szemcsék alakjának (pl. köralakúság; konvexitás), alakeloszlásának, illetve az alaktól függő további méretparamétereknek (pl. körekvivalens átmérő; hosszúság, szélesség; kerület, terület) mérésére. Ez az alakanalizátor – Raman-spektrométer és fotonkorrelációs spektroszkóp együttese, a már az intézetben meglévő lézerdiffrakciós szemcseanalizátorral együtt, egy Magyarországon egyedülálló kapacitású részecskeanalitikai laboratóriumot alkot.

A Kárpát-Pannon-térség változó etnikai arculata című etnikai atlasz 3. kiadását nyomtatva és CD-változatban (1000 – 1000 pld.) a BGA Zrt. és a Miniszterelnökség (4,1 M Ft) támogatta.

Az MTA Főtitkárság, Konferencia előkészítő pályázatán a 5th EUGEO Congress, 'Convergences and Divergences of Geography in Europe' c. budapesti konferencia megrendezéséhez kapott az intézet pályázati támogatást (0,5 M Ft). A pályázatból a kongresszus külföldi plenáris előadóinak meghívására volt lehetőség.

A Magyarország Nemzeti Atlasza Kutatócsoport munkájához két nyertes infrastruktúra pályázat is hozzájárult: H2020 felkészülés MTA támogatás (EU Interreg V-B. Danube, EU-07/2015) EU INTERREG V-B DANUBE (Danube Transnational Programme 2014-2020) programban benyújtandó konzorciumi pályázat előkészítése, amelyet az „Environment and Society in the Central-Danubian Region” témában, egy Kárpát-Pannon térségre vonatkozó nemzetközi atlasz megalkotása érdekében nyújtottak be (3,9 M Ft) és az IF-004/2015 MTA infrastruktúra támogatás pályázat (6,3 M Ft).

A „Megújuló energiaforrások” című OTKA projektben (K 112641; 1,136 M Ft) az ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékével konzorciális pályázat első éve zárult, amelyben elvégezték az év során a szakirodalmi háttér feltárását, a kutatási projekt mindhárom mintaterületére vonatkozóan az összes érintett település honlapján tartalomelemzést végeztek. A Bükk lábánál fekvő Tibolddarócon, mint a kutatási projekt egyik mintaterületén terepi megfigyeléseket követően, kérdőíves vizsgálatot folytattak a helyi lakosság megújuló energiával kapcsolatos attitűdjéről, amelynek során 255 háztartásban mérték fel a turizmus és a megújuló energia-hasznosítás közötti kapcsolatokat.

A Dobó István Vármúzeum, Eger megbízásából talaj és üledékminták szemcseeloszlásának meghatározását végezték el az intézetben a 80 nm – 2 mm mérettartományban lézerdiffrakciós elven. (Megbízás összege: 0,56 M Ft + ÁFA)

Tovább folytatódott és év közben zárult a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel az együttműködés (31 000 EUR). Ennek keretében eróziós monitoring protokoll és esőszimulátor fejlesztést vezettek az intézet munkatársai az Iráni Nukleáris Hulladékkezelő Ügynökség (IRWA) részére.

A Magyar Nemzeti Múzeum részére vizsgálták a SEUSO kincshez kapcsolódó méréseket végeztek (2 M Ft + ÁFA). Az intézet munkatársai talajszelvényezést hajtottak végre fűrésszel és szelvénynyitással. A talajok terepen vizsgálható fizikai és kémiai tulajdonságainak meghatározása és előzetes környezetrekonstrukcióját végezték el tárgyévben.

Az Organica Technológiák Zrt.-vel kötött szerződés (0,625 M Ft + ÁFA) értelmében új szennyvízkezelő technológia fejlesztésében közreműködtek az intézet kutatói, főként szűrés hatékonyság ellenőrzését és lézerdiffrakciós méréseket végeztek.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Filep T, Draskovits E, Szabó J, Koós S, László P, Szalai Z: The dissolved organic matter as a potential soil quality indicator in arable soils of Hungary. Environmental Monitoring and Assessment, 187:(7) 479–490 (2015) Link(ek): [DOI](#), [WoS](#), [Scopus](#)
2. Jakab G, Szalai Z: The Somogybabod gully: hidden erosion (piping) in the Somogy Hills. – In: Lóczy D (szerk.). Landscapes and Landforms of Hungary. 294 p. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., 2015. pp. 97–104. (World Geomorphological Landscapes) (ISBN:978-3-319-08996-6) Link(ek): [DOI](#)

3. Kocsis K, Tátrai P. (szerk.): A Kárpát–Pannon-térség változó etnikai arculata = Changing ethnic patterns of the Carpatho–Pannonian area Budapest: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, 2015. 35 p. (ISBN:978-963-9545-47-2) 1 fő- és 10 melléktérképpel, térképmagyarázóval. 3., bőv. és átdolg. kiadás. A térképszerkesztésben vettek részt: Agárdi N, Farkas Z, Keresztesi Z, Koczó F, Kovács A, Nemerkenyi Zs, Szabó B, Szabó R. CD-n is megjelent, az elektronikus kiadás ISBN száma: 978-963-9545-48-9 [Teljes dokumentum](#)
4. Kovács Z, Wiessner R, Zischner R: Beyond gentrification: diversified neighbourhood upgrading in the inner city of Budapest. *Geografie-Sbornik Ceske Geograficke Spolecnosti*, 120:(2) 251-274 (2015) Link(ek): [REAL](#), [WoS](#)
5. Marcińczak S, Tammaru T, Novák J, Gentile M, Kovács Z, Temelová J, Valatka V, Kährlik A, Szabó B: Patterns of socioeconomic segregation in the capital cities of fast-track reforming postsocialist countries. *Annals of The Association of American Geographers*, 105:(1) 183-202 (2015) Link(ek): [DOI](#), [WoS](#), [Scopus](#)
6. Michalkó G, Irimiàs A, Timothy D: Disappointment in tourism: Perspectives on tourism destination management. *Tourism Management Perspectives*, 16: 85–91 (2015) Link(ek): [DOI](#), [ScienceDirect](#), [Scopus](#)
7. Neugebauer C, Kovács Z: Paths of Socio-Spatial Change in Post-Socialist Cities – Insights from Five City-Regions in Central and Eastern Europe. In: Lang T , Henn S , Sgibnev W , Ehrlich K (szerk.). *Understanding Geographies of Polarization and Peripheralization: Perspectives from Central and Eastern Europe and Beyond*. 352 p. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2015. pp. 171–198. (New Geographies of Europe) (ISBN:978-1-137-41507-3) Link(ek): [Kiadónál](#)
8. Pintér Z, Horváth G, Jakab G, Karancsi Z: Rhyolite badland at Kazár. In: Lóczy D. (szerk.): *Landscapes and Landforms of Hungary*. 294 p. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., 2015. pp. 149-155. (World Geomorphological Landscapes) (ISBN:978-3-319-08996-6) Link(ek): [DOI](#)
9. Rátz T, Kundi V, Michalkó G: The Hidden Dimensions of Cultural Consumption within the Framework of Tourism Mobility In: Sonnenburg S, Wee D (szerk.). *Touring Consumption*. 323 p. Wiesbaden: Springer VS, 2015. pp. 285-302. (Management – Culture – Interpretation) (ISBN:978-3-658-10018-6) Link(ek): [DOI](#)
10. Szeberényi J, Józsa S, Simon I, Kiss K, Bradák B, Viczián I: A Visegrádi-szoros kiemelt helyzetű kavicsos üledékeinek vizsgálata Zebegény térségében, és jelentősége a magas dunai teraszok morfosztratigráfiai besorolásakor. *Földtani Közlöny*, 145:(4) 367–383 (2015) [Teljes dokumentum](#)
11. Tátrai P: Transformations of the ethnic structure in Hungary after the turn of the millennium. *Human Geographies: Journal of Studies and Research an Human Geography* 9:(1) 79–96 (2015) Link(ek): [DOI](#), [Teljes dokumentum](#), [Scopus](#)
12. Zacháry D, Jordán Gy, Völgyesi P, Bartha A, Szabó Cs: Urban geochemical mapping for spatial risk assessment of multisource potentially toxic elements: A case study in the city of Ajka, Hungary. *Journal of Geochemical Exploration*, 158: 186–200 (2015) Link(ek): [DOI](#), [WoS](#), [Scopus](#)

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
FÖLDTANI ÉS GEOKÉMIAI INTÉZET

1112 Budapest, Budaörsi út 45.
telefon/fax: (1) 319 3137
e-mail: demeny.attila@csfk.mta.hu; web: www.geochem.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az intézet fő feladata a litoszféra anyagát, folyamatainak jobb megismerését célzó alap kutatások végzése, amelyek az ásvány-, kőzet-, és fluidum-képződés, az izotópgeokémia, a környezetgeokémia és a szerves geokémia területén folynak.

A geokémia belső fejlődése, továbbá a természetes környezet állapotának megismerése, megőrzése és az életminőség javítása szempontjából egyre nagyobb jelentőségű környezettudományi kutatások folytatása határozta meg az intézet 2015. évi tevékenységét. Ennek keretében folytatták a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatok kutatását. Ezek közül elsősorban a Kárpát-medence múltbéli és jelenkori környezetállapotát és annak változásait vizsgálták, továbbá tanulmányozták a talajok geokémiai és ásványtani sajátosságait, valamint a városi környezet geokémiai jellegeit is. A Seuso Kutatási Projekt archeometriai alprojektjének koordinátor intézeteként az archemoetriai kutatás továbbra is az intézet kiemelt kutatási területe volt.

A fenti tevékenységek mellett az utóbbi időben jelentősen háttérbe szorultak a korábban nagy hagyományokkal rendelkező, a nemzetközi tudományos közösség által is elismert geológiai alap kutatások. Ezek a litoszférát felépítő, a geodinamikai folyamatok rekonstrukcióját lehetővé tevő fontos magmás, metamorf és üledékes kőzettípusok és velük együtt előforduló fluidumok képződési folyamatainak pontosabb megismerését célozták. Ezen kutatási területen belül továbbra is meghatározó az egyes hazai ásványi nyersanyagaink képződését, migrációját és felhalmozódását eredményező, illetve befolyásoló geokémiai folyamatok vizsgálata. Tovább folytatódott a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont megalakulásával beindított, a csillagászat és a földtudományok közti határterületek kutatása: külföldi partnerek bevonásával, több intézet munkatársai közösen végeztek kutatásokat a laboratóriumi asztrofizika területén.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Paleoklimatológiai és környezetrekonstrukciós kutatások

Az intézetben működő *MTA-Lendület 2ka Paleoklíma Kutatócsoport* kutatásai keretében elvégezték a Kárpát-Balkán régióból elérhető, az elmúlt egy évezredre vonatkozó hőmérséklet- és mintegy 500 évre vonatkozó hidroklima-érzékeny proxy adatsorok revízióját. Ez rámutatott arra, hogy amellet, hogy sok esetben megerősítést nyertek az eredeti kalibrációk, sok helyen volt szükség pontosításra is. Ennek segítségével régióink éghajlatának múltbéli alakulását jellemző évszakos és regionális különbségek jobban megismerhetők.

Rendszeresen gyűjtött, és levélér/levéllemez bontásban elemzett tölgy és bükk levelek α -cellulóz tartalom és stabilizotóp-összetétel adatai új részleteit tárták fel a levélzet évszakos fejlődésének. A vegetációs időszak során felismert változásokat a raktározott szénhidrogén-készletek felhasználásának, és a levélzet heterotróf-autotróf működésének éven belüli

alakulásával lehetett magyarázni. A hidrogén és oxigén összetételek ellentétes évszakos menete egyértelmű bizonyítékát adta, hogy a két elem már a levélszinten különböző biogeokémiai kontrol alatt áll a cellulózzsíntézis során.

A Retyezát-hegység morénáinak új ^{10}Be kitétségi koradatai alapján felállított glaciális kronológia nem támasztja alá a terület Utolsó Eljegesedési Maximum (LGM) és késő glaciális eljegesedési fázisainak korábban feltételezett, az Európa egyéb területitől eltérő időbeliségét. A korábbi feltételezésekkel ellentétben a legnagyobb jégkiterjedéshez köthető moréna datálásával igazolták a Retyezát-hegység jelentős eljegesedését az LGM során, tehát a korábbi lokális kronológia pontatlansága miatt feltételezett éghajlati aszinkronitással mégsem kell a térségben számolni. Ugyanakkor, a fiatalabb Dryas lehüléshez az új, helyben keletkező kozmogén ^{10}Be kitétségi koradataink alapján, Európa számos hegységével ellentétben, a Retyezát északi völgyeiben nem kapcsolódott gleccserkifejlődés.

A periglaciális talajfagy-jelenségek kritikai újraértékelésével rámutattak arra, hogy a Kárpát-medence alföldi térszínein az LGM idején 0 ± 2 °C évi középhőmérséklet és 300-490 mm évi átlagos csapadékmennyiség lehetett jellemző, mely értékek enyhébb és csapadékosabb éghajlatra utalnak, mint amit korábban feltételeztek. Az adatok újraértékelése arra utal, hogy a folytonos permafroszt határa nem érte el Kárpát-medence alföldi térszíneit; a térségünk a szaggatott és a sporadikus permafroszt zónába tartozhatott.

A Lendület csoport tevékenysége mellett elvégzett paleoklimatológiai kutatások főbb eredményei a következők. Elvégezték a stabil oxigénizotóp és "clumped" izotóp termométer recens travertínó- és mésztufa-kiválások segítségével történő kalibrációját. A kifejlesztett módszer előnye, hogy a karbonátok kiválási hőmérséklete kizárólag a karbonát "clumped" izotóp (Δ_{47}) értékén alapszik, és független a mészkövet lerakó víz izotópos összetételétől. A kapott kalibrációs görbe a karbonátok széles skáláján, és számos kutatási területen (pl. paleoklimatológia, rezervoár geológia) alkalmazható.

OTKA-projekt keretében hazai cseppkövek képződési folyamatainak elemzése, a geokémiai adatok paleoklimatológiai alkalmazhatóságának vizsgálata folyt. A világon elsőként sikerült kimutatni a barlangi csepegővízben amorf kalcium-karbonát képződését. A felfedezés jelentősége abban rejlik, hogy az amorf karbonát metastabil, és a képződést követően nanokristályos kalcitá alakul, ami a karbonátkiválást követő csaknem egy évszázadon keresztül folyamatosan kristályosodik át. A folyamat a cseppkövek diagenézisre való érzékenységét növeli, és ezáltal az eredeti, paleoklimatológiai kutatásban széleskörűen alkalmazott geokémiai összetételek megváltozását eredményezi.

A Baradla- és Béke-barlang szisztematikus monitorozása mellett több, aktívan képződő cseppkő komplex petrográfiai, geokémiai és radiokarbonos korelemzése történt meg. Geokémiai és meteorológiai adatok sikeres korrelálásával tisztázódott a barlangi képződmények összetétele és a felszíni környezeti körülmények közötti kapcsolat, ami a barlang paleoklimatológiai kutatásra való alkalmassági vizsgálatának alapja. Nagy felbontású U-Th koradatok alapján a Baradla-barlang egyik cseppköve az utolsó, kb. 130-115 ezer évvel ezelőtti interglaciálisban képződött. A cseppkő komplex stabilizotóp-geokémiai elemzése az interglaciálisra jellemző klímaingadozási folyamatokat tárta fel. A kárpát-medencei adatok és a tágabb atlanti-mediterrán régióból származó rekordok összevetésével az interglaciális során fennálló távkapcsolatokat és az atlanti óceáni rendszerben létrejövő fluktuációk hatását sikerült kimutatni.

A Magyarország területére hulló csapadék több éven keresztül folyó szisztematikus gyűjtésének és stabilizotóp-geokémiai vizsgálatának eredményeképpen első alkalommal sikerült megadni, hogy az ország egyes területeire hulló csapadék honnan származik, és

milyen izotópösszetétellel rendelkeznek. Ennek következtében ezentúl lehetőség lesz regionális szinten is információt adni a csapadék izotóp-összetételére, ezáltal a kapcsolódó hidrológiai, meteorológiai és klimatológiai folyamatokra más érintett tudományterületek számára is (paleoklimatológia, meteorológia, ökológia, agrártudomány stb.).

Az ausztriai utolsó glaciális löszök nehézasványainak komplex U-Pb kormeghatározásos és Hf izotópos vizsgálatával meghatározták a különböző területeken lerakódott löszanyagban található cirkon ásványok korát és Hf izotópos összetételét, rámutatva a lehordási területek közötti jelentős különbségekre. Eredményeik szerint az ÉNy-Afrikai/É-Gondwanai lehordási terület mellett egy közelebbi lehordási terület is feltételezhető. Az adatok alapján valószínű, hogy a lösz nehézasvány-összetételét alapvetően a fluviális folyamatok, azok iránya és az általuk erodált alapközetek cirkonfertilitása határozzák meg. A paleo-szélirányoknak ebben alárendelt szerepe lehet. Így tehát ezen eolikus lehordási irányok rekonstruálása is rendkívül kérdéses a löszök nehézasványai alapján.

Az utolsó glaciális maximum során Közép-Grönlandon kiüledett por – agyagásványos és Sr-Nd izotóp összetétele alapján – DK-Ázsia félsivatagos területeiről és/vagy Közép-Európa glaciális porforrásaiból származhat. Az Észak-amerikai porforrások nagy valószínűséggel kizárhatók, míg a szibériai származás esélye is valószínűtlen, bár ehhez további elemzések szükségesek. Világos, hogy a Sr-Nd izotópos megközelítés nem képes egyértelműen elkülöníteni a fenti potenciális forrásokat. Miután a hafniumizotóp-összetétel néhány mérési eredmény szerint elsősorban az illit mennyiségével áll szoros kapcsolatban, a mintákban és a finom frakciókban (<10 µm) nincsenek jelen cirkon kristályok (illetve ezek fragmentumai), így javasolják a Hf izotópos forrás-elkülönítést a kérdés pontosabb megválaszolásához. Az eddigi eredmények rámutatnak, hogy az utolsó glaciális maximum idejére kidolgozott légköri modellekben az északi félteke glaciális porforrásainak egy szélesebb körét szükséges figyelembe venni.

Archeometriai kutatások

A Seuso Kutatási Projekt archeometriai alprojektjének koordinátor-intézményeként elindították a tárgyak roncsolásmentes vizsgálatát, egyrészt röntgen-fluoreszcens spektrométeres méréssel az elemösszetétel statisztikus meghatározására (technológiai rekonstrukcióhoz, roncsolásos mintavétel előkészítéséhez), másrészt speciális röntgen-diffrakciós méréssel a készítés rekonstruálását segítő anyagi jellemzők (maradó feszültség és textúra) feltárására. Az utóbbiak új módszer validálását is eredményezték. A jelentős számú kémiai elemzés megerősítette, hogy a tárgyak jóllehet nagy tisztaságú ezüsből készültek (93 tömegszázalék feletti ezüsttartalommal), de a tálakban a réz mennyiségét tekintve összetételi inhomogenitás mutatható ki. Kimutatták, hogy az egyes tárgyak bizmuttartalma, illetve bizmut/ólom aránya eltérő, ami utal arra, hogy más-más összetételű ezüstöntvény volt a nyersanyaguk. Ennek jelentősége különösen a proveniencia-kutatásban nagy (nyersanyag, műhely–mesterkéz).

A hungarikumnak tekintett Zsolnay épületkerámiák részletes anyagtudományi kutatása hiánypótló, nemcsak a Zsolnay technológia megismeréséhez, a hiteles műemléki rekonstrukcióhoz, hanem környezetgeokémiai szempontból is. Védett budapesti műemléképületek mázas tető- és díszkerámiáinak pirogránit anyaga kaolinites nyersanyagból készült, amely korszakonként eltérő összetételű volt, de hasonló körülmények közt (kb. 950-1200°C-on) égették ki. Kimutatták a különféle korú és kitétségű kerámiák károsodási típusait és mértékét, különös tekintettel a máz korróziójára, továbbá feltárták az ok-okozati kapcsolatokat.

Az elmúlt években folyt kutatások eredményeként létrehozták és folyamatosan fejlesztik a habán kerámiák számítógépes adatbázisát. Ez magába foglalja a több mint ötszáz tételen (múzeumi tárgyon és régészeti leleten) végzett archeometriai kutatások eredményeit, amelyek a készítési technika rekonstrukciójára és proveniencia meghatározására irányultak. Mindezek az eredmények és a kutatás során elsőként sikeresen alkalmazott mikro-röntgendiffrakciós módszer alapul szolgálnak a már kialakult informális nemzetközi együttműködések továbbfejlesztéséhez, pályázati konzorciumok kialakításához.

Környezetásványtani és -geokémiai kutatások

Kedvező szennyezőelem- és nyomelemmegkötő képességüknek, továbbá szigetelő tulajdonságaiknak köszönhetően a duzzadó agyagásványok adják a talajok legfontosabb szeretlen alkotórészét. E tulajdonságok változásának ismerete nélkülözhetetlen abban, hogy előre lássuk, mi fog történni egy szennyeződéssel a talajban, vagy egy hulladéklerakó környezetében. A kutatóintézet ennek kevésbé ismert, de rendkívül fontos ásványtani részleteit vizsgálja. Legújabb eredményük az, hogy a duzzadó agyagásványok elektromos töltése az a tényező, mely leginkább meghatározza fémmegkötő képességüket. Az eddigi eredmények mellett, most kobalt és kadmium, mint toxikus fémek esetében mutatták ki ezt a hatást. Megállapították, hogy a fémmegkötő képesség növekszik a duzzadó agyagásvány elektrosztatikus töltésével, de ez csak egy bizonyos felső határig van így. Kísérleti adatokkal támasztották alá, hogy emellett komoly szerepe van a talajban gyakran az ásványszemcsék felületén képződő vastartalmú bevonatoknak is. Ezek ugyanis jelentősen megemelik a fémek megkötődését.

Vízhatású talajokban vizsgálták a vaskiválások (ún. vasborsók) mikro-szöveti jellemzői és a fő kémiai alkotóik eloszlása közti összefüggéseket. Mind a típusos, mind pedig a koncentrikus borsók esetében megfigyeltek hasonló (külső bekéregzés) és eltérő (jellegtelen, illetve sávós belső) szöveti bélyegeket, amelyek összefüggésbe hozhatók a vízhatás mértékével, ami meghatározza a borsók mikro-szöveti bélyegeit kialakító fő képződési folyamatokat (pl. akkréció, impregnáció). A borsófejlődés alábbi stádiumait különítették el: 1) cementáció, 2) külső bekéregzés képződése, 3) a borsók belsejének átrendeződése és lassú impregnációja, 4) a belső részek gyors impregnációja és a külső kéreg leválása. Megfigyelték, hogy a vas és a mangán elválása a borsófejlődés minden stádiumára jellemző, de míg a korai fázisokban a szegregáció, a későbbiekben a kiszorítás-helyettesítés a meghatározó folyamat. A végső szöveti képet az akkréció és impregnáció változó dominanciája alakítja viszonylag lassan. Az ezzel egy időben lejátszódó váltakozás viszont a vas és mangán eloszlásában jóval gyorsabb folyamat.

Egylépcsős és szekvenciális kémiai kioldásos vizsgálatok segítségével vizsgálták a potenciálisan toxikus fémek mobilitási viszonyait és lehetséges hordozó fázisait Budapestről származó szállópor-mintákban. A vizsgált elemek dúsulásának mértéke a Ni, a Cd és a Cr esetében mérsékelt, míg a Cu, a Zn és a Pb esetében nagyon nagy. Mobilitásuk alapján három csoportra oszthatók a vizsgált elemek. A nagyon mobilis Zn és Cd (jelentős hányaduk vízben vagy gyenge savban oldódik) jelenti a legnagyobb veszélyt a környezetre. A mérsékelt mobilis Pb és Cu (jelentős hányaduk erősen redukzív és oxidatív környezetben mobilizálódik) várhatóan sokkal lassabban és kevésbé markánsan fejtheti ki negatív hatását a környezetre, míg a nem mobilis Ni és Cr nem tekinthető veszélyesnek ilyen szempontból. A fémek és egyéb kémiai elemek kioldódási jellegeiből arra következtettek, hogy a Zn és Cd legfontosabb hordozó fázisai az adszorbeált formák mellett a fém-szulfátok, -nitrátok, -kloridok és -hidroxidok lehetnek. Az ólom elsősorban fém-karbonátokban, -hidroxidokban és adszorptíve

kötöten lehet jelen, míg a Cu szerves anyaghoz kötődik. A Cr és Ni nagyon ellenálló fázisokban, vélhetően magnetitben vagy egyéb fém-oxidokban csapdázódott.

A nagy aktivitású nukleáris hulladék potenciális lerakójaként ismert kőzet (Bodai Agyagkő Formáció) ásványtani és agyagásványtani vizsgálata során megállapították, hogy az eddig egyveretűnek vélt agyagásványos összetétel valójában különböző tulajdonságú illit agyagásványokat takar. Eredményeik hozzájárulnak a társadalom számára aggodalomra okot adó lerakó minél alaposabb megismeréséhez, és ez alapján a körültekintőbb kijelöléséhez.

A hazai ásványi nyersanyagok kutatása

Az úrkúti feketepala környezetű karbonátos mangánérc öskörnyezeti viszonyait és oxigénellátottságát vizsgálták nagy felbontású ásványtani, szerves- és szerves geokémiai módszerekkel. Eredményeik szerint a feketepalát alkotó ásvány-együttes alapvetően helyben képződött ásványokból áll. Az üledékanyag felhalmozódásakor nem történt számottevő szárazföldi anyagbeáramlás az üledékgyűjtő medencébe. A viszonylag nagy szervesanyag-tartalom és az anoxikus jelleg a mikrobiális eredetű szerves anyag gyors betemetődésének eredménye, amelynek hátterében hidrotermás cirkulációval kapcsolatos mikrobiális felvirágzás állhatott. Az éles fázishatár a feké mészke-mésmárga és a mangántelep alatti feketepala között korai hidrotermás szivárgási rendszert mutat a tengeri medencében. A kapcsolódó enzimikus Fe- és Mn-oxidáció blokkolta a karbonátképződést a pH csökkenése és a Ca ionok szerves anyagon történő megkötődése miatt. Bár a Mn-oxidáció a kontaktushoz már nagyon közel megjelenik, az előérc felhalmozódása nem tudott dominánssá válni, mert az oxigénellátás valószínűleg nem volt optimális az enzimikus Mn-oxidáció számára, azonban a rendszer szuboxikus maradt a szingenetikus ásvány-felhalmozódás idején (Fe-dús biomatok) és csak a diagenézis során vált anoxikussá. A feketepala és az érces laminák elkülönítése nem lehetséges a nagyon finom összefogazódás miatt. Amikor az oxigénellátottság elegendő volt az enzimikus Mn-oxidációhoz, magát az ércet ezeknek a rétegecskének az uralkodóvá válása hozta létre. A feketepalának és az ércnek a geokémiai jellemzői nagyon hasonlóak. Az érces feketepala keletkezésének okai regionális-lokális hatók lehettek, köztük az árkosodás, és az azzal kapcsolatos hidrotermás tevékenység.

Laboratóriumi asztrofizikai kutatás

Érdekes előzetes eredmények születtek a meteoritokban lezajló víz-szerves anyag közötti H izotópcseré kutatásában. 170°C-on végrehajtott laboratóriumi kísérletekben a modellként alkalmazott háromféle érettségű szénmintán -100%-nál nagyobb izotópos összetételbeli változásokat észleltek.

b) Tudomány és társadalom

2014 áprilisában Magyarországra került a késő római Seuso-kincs hét ezüstitárgya, valamint az a rézüst, amiben a tárgyak el voltak rejtve. A Magyar Tudományos Akadémia égisze alatt indított Seuso Kutatási Projekt keretében az intézet – az archeometriai alprojekt koordinálására vonatkozó 2014-es felkérés alapján – öt éves archeometriai kutatási terv megvalósításába kezdett.

A Földtani és Geokémiai Intézet munkatársai nagy lelkesedéssel vettek részt a 2015 novemberében megrendezett Földtudományos Forgaton, ahol a rendezvény két napján több száz érdeklődőnek mutatták be az intézet munkáját és eredményeit.

A Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretében nagy érdeklődéssel kísért tudományos ismeretterjesztő előadást tartottak az intézet kutatói a jégkorszak hazai vonatkozásairól, az egykori éghajlati viszonyok szemléltetésével a Kárpát-medence belső és a Kárpátok magashegységi területein bemutatva a jelenlegi és az egykori éghajlati különbségeit. A rendezvényről az M1 televíziós csatorna „*Minden tudás*” című műsora készített összefoglalót.

Az intézet egy kutatója felkérést kapott az USA Nagykövetség által szervezett, „*Chasing Ice*” című ismeretterjesztő film vetítését követő beszélgetésben.

Több kutató adott televíziós interjút a macedón állami televízió „*EU Caravan through new EU Member States*” projektjében, illetve az M1 csatornán sugározott „*Űrkonferencia*” című műsorban.

Több kutató tartott középiskolákban is ismeretterjesztő előadásokat (Pozsonyi Magyar Tannyelvű Gimnázium és Alapiskolában, Budai Ciszterci Szent Imre Gimnáziumban).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatásaikat a korábbi és újonnan szervezett hazai és nemzetközi kapcsolataik keretében folytatták.

Új együttműködések

Az intézetben működő Lendület csoport munkájához kapcsolódóan tudományos együttműködési megállapodást írtak alá a ljubljani (Szlovénia) Jožef Stefan intézettel. Szintén e csoport működéséhez kapcsolódóan új együttműködést létesítettek a Bécsi Természet- és Élettudományi Egyetem Alkalmazott Földtani Intézetében működő izotópos laboratóriummal (Ausztria) a Bécsi medence aggradációs Duna-teraszainak kormeghatározására, valamint a két intézet kialakítás alatt álló kozmogén ^{10}Be és ^{26}Al izotópos minta-előkészítő laboratóriumainak összemérésére.

A grönlandi jégmagokban talált por forrásterületeinek elemzésére vonatkozó projekt kapcsán új kapcsolatokat létesítettek a Niels Bohr Intézet Jég és Klíma Centrumával (Dánia), illetve a londoni Royal Holloway Egyetem (Anglia) geokémiai laboratóriumával.

Új nemzetközi együttműködést kezdtek a csillagászat és a földtudományok közti határterületek kutatása területén (IPAG, l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, Franciaország), amely a víz-szerves anyag hidrogén izotópcseré vizsgálatát célozza meteoritokban.

Vendégkutatók

Egy vendégkutató a tallinni műszaki egyetemről (Észtország) 2015 áprilisában fejezte be 6 hónapos posztdoktori ösztöndíjas munkáját az intézetben. Fő feladata a Balti Artézi Medence sekély felszín alatti vizeinek stabilizotóp-geokémiai jellemzése volt.

A suceava-i (Románia) Stefan cel Mare egyetemről két PhD hallgató külső tagként csatlakozott a Lendület kutatócsoporthoz. Egyiküket 1 hónapos szakmai gyakorlatra fogadták 2015 novemberében.

Meghívások, felkérések

Egy kutató meghívottként oktatott a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által Tbilisziben (Grúzia) szervezett „*National Training Course on Application of Isotopes in Hydrology and Water Projects*” című egy hetes továbbképző tanfolyamon.

További kutatók kaptak meghívást előadás tartására az uppsala-i (Svédország), a salzburgi (Ausztria), a tartui (Észtország), a lausanne-i (Svájc) és a grazi Karl-Franzens (Ausztria) egyetemeken.

Konferenciaszervezés

Egy kutató a „*Travertine-Tufa Workshop*” (Denizli, Törökország), egy másik az „*International Symposium on Aeolian Dust in Earth History*” (Peking, Kína) konferencia, egy harmadik a „*Climate variability and human impacts in Central and Eastern Europe during the last two millennia*” (Gdansk, Lengyelország) konferencia tudományos szervezőbizottságának tagja volt.

Egy kutató a budapesti „*TraRas (Travertine Reservoir Analogue Studies) project*” workshop főszervezője volt.

Egy kutató szekcióvezető volt a „*Travertine-Tufa Workshop*” (Denizli, Törökország) és az „*ESIR Isotope Workshop XIII*” (Zadar, Horvátország) rendezvényeken.

Részvétel tudományos bizottságokban

Az intézet 4 kutatója nemzetközi, 12 kutatója pedig hazai tudományos bizottság tagja, ebből 2 fő egy-egy bizottságban vezető tisztséget tölt be. Az intézet 8 kutatója nemzetközi, egy kutató hazai folyóiratok szerkesztőbizottságának tagja.

Részvétel a felsőoktatásban

Az intézet 8 kutatója vett részt a felsőoktatásban, összesen 23 elméleti és 21 gyakorlati kurzus keretében számos hazai egyetemen. Az intézet kutatói 2015-ben összesen 7 PhD, 12 MSc, 12 BSc és 6 TDK témavezetésben vettek részt.

Ipari kapcsolatok

A 2014-ben megkötött kétéves szerződések keretében folytatódott az intézet legfontosabb ipari partnerével, a MOL Nyrt.-vel két K+F kutatási projekt művelése (kőolajok hőstabilitásának vizsgálata és izotóp típusgörbék korrelációs célú alkalmazása).

A Mecsekérc Zrt. megbízásából az intézet kutatói a tárgyévben bekapcsolódtak a Paks II. beruházáshoz kapcsolódó földtani kutatásba is.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben nem volt jelentős elnyert pályázat.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Baricza Á, Bajnóczi B, Tóth M, Káldos R, Szabó Cs: Characterization of particulate matter in attic and settled dusts collected from two buildings in Budapest, Hungary. *Geol Soc Spec Publ*, 416: 1-14 (2015) <http://dx.doi.org/10.1144/SP416.14>
2. Bíró L, Polgári M, M Tóth T, Vigh T, Kávási N, Sahoo S K: Terrestrial radioisotopes as paleoenvironmental proxies in sedimentary formations. *J Radio Nucl Chem*, 306: 289-293 (2015) <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-014-3861-z>
3. Haas J, Lukoczki G, Budai T, Demény A: Genesis of Upper Triassic peritidal dolomites in the Transdanubian Range, Hungary. *Facies*, 61: 1-28 (2015) <http://dx.doi.org/10.1007/s10347-015-0435-7>
4. Hatvani IG, Kovács J, Márkus L, Clement A, Hoffmann R, Korponai J: Assessing the relationship of background factors governing the water quality of an agricultural watershed with changes in catchment property (W-Hungary). *J Hydrol*, 521: 460-469 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.078>
5. Hips K, Haas J, Poros Zs, Kele S, Budai T: Dolomitization of Triassic microbial mat deposits (Hungary): Origin of microcrystalline dolomite. *Sedim Geol*, 318: 113-129 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2014.12.002>
6. Kele S, Breitenbach SFM, Capezzuoli E, Meckler AN, Ziegler M, Millan IM et al.: Temperature dependence of oxygen and clumped isotope fractionation in carbonates: A study of travertines and tufa sin the 6-95°C temperature range. *Geochim Cosmochim Acta*, 168: 172-192 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2015.06.032>
7. Kimak A, Kern Z, Leuenberger M: Qualitative distinction of autotrophic and heterotrophic processes at the leaf level by means of triple stable isotope (C-O-H) patterns. *Front Plant Sci*, 6: 1008, 12 (2015) <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2015.01008>
8. Takács K, Kern Z: Multidecadal changes in the river ice regime of the lower course of the River Drava since AD 1875. *J Hydrol*, 529: 1890-1900 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.040>
9. Tanos P, Kovács J, Kovács S, Anda A, Hatvani IG: Optimization of the monitoring network on the River Tisza (Central Europe, Hungary) using combined cluster and discriminant analysis, taking seasonality into account. *Environ Monit Assess*, 187: Paper 575 (2015) <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-015-4777-y>
10. Újvári G, Stevens T, Svennson A, Klötzli US, Manning C, Németh T et al.: Two possible source regions for central Greenland last glacial dust. *Geophys Res Lett*, 42: 10399-10408 (2015) <http://dx.doi.org/10.1002/2015GL066153>

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI INTÉZET

9400 Sopron, Csatkai u. 6-8.
9401 Sopron, Pf.5.
telefon: (99) 508 343; fax: (99) 508 355
e-mail: wesztergom.viktor@csfk.mta.hu honlap: www.ggki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A intézetben folyó geodéziai és geofizikai alapkutatások tárgya a Föld bolygó fizikai állapotának és folyamatainak megfigyelése, modellezése, értelmezése, valamint az ezekhez kapcsolódó elméleti (matematikai, fizikai) és kísérleti módszerek, vizsgálati eszközök fejlesztése. Az alaptevékenység körébe tartozó közfeladatok a szilárd Föld és a Föld körüli térség folyamatos obszervatóriumi megfigyelése (geodinamika, geomágneses tér, aeronómia), a nemzeti szeizmológiai hálózat és szolgálat fenntartása, a nemzetközi együttműködésekkel járó adatszolgáltatási feladatok ellátása, valamint időszakos megfigyelőrendszerek működtetése. Az intézet közvetlen gazdasági jelentőségű tevékenysége a természeti erőforrások kutatása, földtani-földfizikai kockázatok elemzése.

Az intézet nemzetközi összehasonlításban is hagyományosan igen sikeres kutatási témái a magnetotellurika, a szeizmológia, az aeronómia és a geodinamika. Az MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium szélessávú elektromágneses méréseivel obszervatóriumi világhálózatok és a Föld plazmakörnyezetét diagnosztizáló nemzetközi projektek meghatározó szereplője.

A kutatási tematika folyamatos megújulását hazai és európai pályázati források biztosítják. Az elmúlt évek új kutatási irányai közül kiemelkedik a Föld mélyszerkezetének kutatására irányuló szeizmológiai alapú tomográfia (AlpArray), a Nap-Föld kölcsönhatások globális változásokra gyakorolt hatásának kutatása, valamint az ürgeodézia terén a radarinterferometria technológia fejlesztése és geodinamikai célú alkalmazása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

AlpArray projekt

Az ETH Zürich által kezdeményezett, vezető európai intézmények részvételével megvalósuló projekt célja az Alpok – Appenninek – Kárpátok – Dinaridák alkotta hegységrendszer és környezete szerkezeti és geodinamikai tanulmányozása, földrengés-veszélyeztetettségének felmérése. Az Alpok és tágabb környezete mélyszerkezetének térképezése nagy állomássűrűségű és legalább három éven át folyamatosan üzemelő szélessávú szeizmológiai hálózattal valósul meg, melynek révén a litoszféra és a felső köpeny szerkezetéről, fizikai paramétereiről jelenleg rendelkezésre álló ismeretek jelentős mértékben gyarapodnak. Jelenleg 18 ország mintegy 67 intézete jelezte részvételi szándékát a projektben. A projekt infrastruktúráját a résztvevő intézetek nemzeti pályázatok útján szerzik be. Magyarország részéről a Geodéziai és Geofizikai Intézet csatlakozott az európai kezdeményezéshez, 11 szélessávú állomás beszerzése – MTA támogatás révén – megtörtént. A projektben kitűzött tudományos célok eléréséhez az állomáshálózat előre tervezett, optimális geometriai konfigurációja mellett elengedhetetlen a megfelelően, több éven keresztül is stabil, alacsony szeizmikus zajviszonyú állomáshelyek kiválasztása. A magyarországi állomáshálózat tervezett állomáshelyein az AlpArray technikai dokumentációjában előírt zajmérések

megtörténtek, a múlt év folyamán öt AlpArray állomás került telepítésre (A262A, A265A, A266A, A267A, A269A). Az állomásokhoz kapcsolódó informatikai háttér kiépítése elengedhetetlen feltétele a nemzetközi kezdeményezésben vállalt adatszolgáltatási kötelezettségek teljesítésének. A *Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatóriumban* új SeisComp3 számítógépes rendszert építettek ki a keletkező adatok gyűjtésére és az ORFEUS EIDA nemzetközi adatközpontba történő továbbítására, továbbá online tartalomkezelő rendszert alakítottak ki, amely a résztvevők számára lehetővé teszi az AlpArray projekt kapcsán keletkező információk egységes kezelését és egyszerű megosztását.

Szeizmikus zajtomográfia

A magyarországi szeizmológiai hálózat elmúlt években végrehajtott jelentős fejlesztése lehetővé tette a mikroszeizmikus zaj alapú tomográfiai vizsgálatokat a Kárpát-medence belső területére, jelentősen növelve ezzel a vonatkozó csoportsebesség-térképek felbontását. A számítások figyelembe vették a szeizmikus hullámok görbült sugárújtait is. A regionális léptékű zajtomográfiában szerzett tapasztalataik alapján kidolgozták a módszer mérnökszeizmológiai alkalmazását, amelyet a gyakorlatban a dunaszekcsői magaspárt földcsuszamlásra hajlamos részén vizsgáltak. A helyi csoportsebesség-térkép alapján csúszási felületekhez kapcsolódó csökkent sebességű zónákat azonosítottak, valamint kimutattak egy csökkent csoportsebességekkel jellemezhető területet, ami eddig ismeretlen üregesedésre utalhat.

Fészekmechanizmus vizsgálatok

Probabilisztikus többeseményes helymeghatározó algoritmus alapján pontosították a 2013. június és 2015. január között, Nógrád megyében keletkezett 35 földrengés hipocentrumát. Az epicentrumok 95%-os konfidencia-intervallumának sugara kb. 1.8 km-nek adódott, a hipocentrumok mélysége a földkéreg felső 3 km-es részére korlátozódik. A lokális feszültségterek vizsgálatához saját fejlesztésű probabilisztikus hullámforma-inverziós eljárással meghatározták négy rengés momentum tenzorát. Megállapították, hogy mindegyik vizsgált esemény oldalelmozdulásos mechanizmusú volt, azok orientációja jó egyezést mutat az epicentrális területre jellemző fő kompressziós feszültségiránnyal.

Makroszeizmikus vizsgálatok

Megvizsgálták a különböző magnitúdójú földrengések által okozott intenzitások távolsággal való csillapodását a Pannon-medencében kipattant nagyobb földrengések intenzitás adatai alapján. A meghatározott – magnitúdó-, epicentrális távolság-, és mélység-függő – egyenlet jól leírja a Pannon-medencében keletkezett földrengések nagy többségének intenzitás csillapodását. Azoknál a rengéseknél, amelyek csillapodása jelentősen eltért az átlagos trendtől, elkezdtek a magnitúdók és fészekmélységek felülvizsgálatát.

Budapest szeizmikus mikrozonációja

Hűvösvölgyben mikroszeizmikus háttérzaj méréseket végeztek, számították az altalaj rezonanciafrekvenciáit és a H/V arányok azimutfüggő irányítottságát. Néhány helyszínen erős rezonanciát tapasztaltak, és sikerült a topográfiából eredő laterális módosító hatást is kimutatni. Lágymányoson és a Városligetben a felső rétegek S hullám sebességeloszlásának meghatározására aktív és passzív szeizmikus méréseket végeztek. Az egymást kiegészítő különböző mérések együttes inverziója az S-hullám sebességprofil megbízható meghatározását teszi lehetővé.

Földrendések és robbantások elkülönítése

Bővítették a hazai bányák robbantásainak hullámforma adatbázisát, a hullámforma-korrelációs számításokat kiterjesztették mindhárom gyorsulás-komponens vizsgálatára. Az ilinyi, érsekvadkerti és a hevesi utórendések klaszter tulajdonságait elemezve sikerült ismert fészekmechanizmusú rengésekhez több nagyon hasonló hullámformájú eseményt hozzákapcsolni.

Historikus és prehistorikus földrendések

Folytatták a Kárpát-medencére kiterjedően a paleorendések által gerjesztett legnagyobb horizontális talajgyorsulások amplitúdójának sértetlen, álló cseppkövek vizsgálatán alapuló meghatározását. A cseppkővibráció numerikus modellezésére geotechnikai vizsgálatokat és in-situ méréseket végeztek. A Bécsi-medencében feltételezett prehistorikus rengésekre szimulációs számításokat végeztek az előfordulható maximális horizontális talajgyorsulás meghatározása céljából. Modellszámításaik alapján javították a Bécsi-medencére vonatkozó makroszeizmikus izoszeizma-térképeket, és sikerült cáfolniuk azt a feltételezést, miszerint a IV. században a felső pannóniai Carnuntumot $M \geq 6.0-6.3(\pm 1)$ földrendés döntötte romba.

Környezetgeofizikai vizsgálatok

Numerikus modellezéssel kimutatták, hogy az ún. γ 11n geoelektromos elrendezések mind a vízszintes-, mind pedig a függőleges felbontóképességet tekintve hatékonyabbak a felszínen kis potenciáltér-torzulást okozó inhomogenitások detektálásában, mint széles körben alkalmazott hagyományos elrendezések. Kimutatták, hogy ezen elrendezések leképezésének minősége még tovább javítható a modellösszegzési eljárással és tükrözött változataik használatával (γ m11n elrendezésekkel). Ezek az eredmények teljes összhangban vannak korábbi elméleti vizsgálataik eredményeivel, többek között a kimutathatósági mélység-értékekkel.

A numerikus eredmények szerint a γ m11n elrendezések a gyakorlatban különösen kis keresztmetszetű hatók, mint pl. alagutak, elfeledett bányaüregek, barlangok, vagy vízzáró rétegek folytonossági hiányának kimutatására, illetve kis időbeli változások (pl. szivárgás) észlelésére lehetnek alkalmasak olyan területeken is, ahol beépítettség vagy más ok miatt egyéb geoelektromos elrendezések a terítés hosszának behatároltsága miatt nem alkalmazhatók. Numerikus eredményeik egy részét már a terepi körülményekhez nagyon közel álló analóg modellezéssel is igazolták.

A saját fejlesztésű ERT2DInv egyenáramú inverziós programot továbbfejlesztették, és sikerrel alkalmazták szintetikus, illetve analóg modellezés és terepi mérések adatain.

Űrgeodézia

A felszínmozgások vizsgálatának új űrgeodéziai eszköze az Európai Űrkutatási Ügynökség (ESA) Sentinel-1 műholdja, amelynek felvételei 2014 októberétől váltak elérhetővé a felhasználók számára. A radarinterferometriai kutatások megalapozása, kombinált geodéziai, geodinamikai módszerek kidolgozása (*Integrated Sentinel-1 PSI and GNSS technical facilities and procedures for determination of 3D surface deformations caused by environmental processes*) egy ESA pályázat keretében 2016-ban kezdődik. Az ESA projekt előkészítése során feldolgozták a soproni Sentinel-1 kombinált, metodológiai vizsgálatok céljára telepített geodinamikai hálózat eddigi SAR felvételeit. Az adatfeldolgozást részben az ESA fejlesztés alatt lévő SNAP programrendszerével, részben sajátfejlesztésű programokkal végezték. Két fel- és egy leszálló irányú felvételsorozaton azonosították a hálózat integrált geodéziai alappontjait. Meghatározták a visszavert jelek teljesítményét VV és VH polarizáció esetében,

továbbá az egyes műholdátvonulásoknál a műhold és a geodéziai pontjelek azimutjának és beesési szögének változásait. A hálózat három szembenéző és egy háttal álló iker-reflektoros alappontból áll. A szembenéző reflektorok geometriailag optimálisabb pontjel kialakítást tesznek lehetővé, valamint csökkentik a környezeti reflexiók nem kívánt hatását. A különböző geometriai elrendezésű reflektorok (backscatter-ek) karakterisztikáját numerikus modellezéssel vizsgálták. Megállapították, hogy a reflektor irányítottsága miatt fázistorzulás nem következik be, az integrált pontjelek dominánsan kiemelkednek közvetlen környezetükből.

Ezzel párhuzamosan a pályázat gyakorlati kiterjesztésére és geodinamikai alkalmazására *Initial assessments of recent surface evolution at the post-volcanic interior of the Carpathian bend using archive SAR acquisitions and geodetic data* címmel archív adatokon alapuló vizsgálatokhoz ESA Full Proposal pályázatot nyertek el. A belső Kárpát-kanyar geodinamikai vizsgálatát a Leeds-i egyetem, az Utrecht-i Egyetem, az ELTE, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem és a Babes-Bolyai Tudományegyetem együttműködésében kívánják megvalósítani.

A nehézségi erőter időbeli változásának megfigyelése

A gravitációs árapály geodinamikai célú megfigyelésére a rendelkezésre álló LCR G rugós graviméter teljes mérési tartományra vonatkozó skálatényezőjének ismerete szükséges. Tanulmányozták a rugós graviméterek kalibrálási módszertanát, közvetett úton meghatározták a tömegmozgató graviméter kalibrálás mérési eredményeit befolyásoló mágneses hatások nagyságát (max. $4 \mu\text{Gal} \approx 4\%$) a kalibráló fémtömeg és a graviméter relatív pozíciójának függvényében. Ennek alapján emelékenként újraszámították a kalibrálási eredményeket (skálatényezők), amelyek átlagosan 1%-os csökkenést mutatnak. Programot fejlesztettek a kalibrálási mérések L2 normájú kiegyenlítésére. Megállapították, hogy a mágneses korrekció ugyan valamelyest csökkenti a maradék jel varianciáját, de az továbbra is szisztematikus hatásokat mutat. Az árapály hatás területfüggésének vizsgálatához elvégezték a Keleti-Alpok észak-keleti peremén fekvő Conrad- illetve a Pannon medence északi peremén fekvő Pizskéstetői Observatóriumokban mért gravimetriai árapály-idősorok analízisét, a napos és félnapos árapály hullámcsoportok amplitúdó kb. 1% csökkenést mutatnak a Kárpát-medence belseje felé haladva.

Aeronómia, légkörfizika

A Föld-ionoszféra üregrezonátor elektromágneses sajátfrekvenciái a Schumann-rezonanciák (SR). A rezonátor gerjesztő forrása a Föld zivatar-tevékenysége, így Schumann-rezonancia adatainak inverzióján keresztül a globális időjárási folyamatok forrásairól nyerhető információ. A Schumann-rezonancia algoritmus alapja a 2D-s gömbhéj alakú hullámvezető és a lineáris hullámvezetőkre jól ismert differenciálegyenlet, az ún. távíróegyenlet. Iterációs linearizált inverzióval szintetikus adatok alapján meghatározták a feltételezett forráshelyeken az elektromos tér vertikális komponensét. Néhány realiztikus forrás esetére Schumann-rezonancia méréseket végző obszervatóriumok földrajzi koordinátáinak megfelelő pontokban modellezték az elektromos tér vertikális, valamint a mágneses tér horizontális komponenseit. Az eredményeket az obszervatóriumi mérések adatsoraival vetették össze.

A szakirodalomban elméletileg leírt SR vonalfelhasadást („line-splitting”) először sikerült komplex módon, kísérleti úton igazolni az ÉD-i és KNY-i mágneses térkomponensek frekvenciáinak eltérő viselkedése alapján Mitzpe Ramonnál, a Halloween néven ismertté vált (2003. októberi-novemberi) extrém geoeffektív napkitörési eseménysorozat során.

Légköri sugárzástani vizsgálatok

Az üvegházhatás sugárzástani szempontból történő vizsgálatához matematikai modellt állítottak fel a földi légkörben a radiatív fluxus terjedésére, valamint alsó és felső korlátot vezettek le a légkör által befogott radiatív fluxusra. Mért és számított fluxusok alapján kiszámították az üvegházhatású gázok radiatív járulékát a Föld 1880-2010 között tapasztalt melegezésére vonatkozóan.

Magnetoszféra-fizika

A Cluster műholdak mágneses- és részecskesűrűség- mérései alapján első alkalommal sikerült meghatározni a földi fejhullám által gyorsított ún. diffúz ionok sűrűségének karakterisztikus profiltávolságát és a diffúziós együtthatót a 10-32 keV energiatartományban, a földi fejhullám felületére merőleges irányban. Az eredmények azt mutatják, hogy az energizált ionok részecske-hullám kölcsönhatás által történő szóródása 10-40%-al hatékonyabb a földi fejhullámra merőleges irányban, összehasonlítva a mágneses erővonal menti szóródással. Kimutatták, hogy a fejhullám merőlegese és a mágneses tér közötti szög számottevően nem befolyásolja a szóródás hatékonyságát. Eredményeik hozzájárulnak a Nap-Föld kapcsolat és az egyéb asztrofizikai folyamatok energiadisszipációs mechanizmusainak pontosabb feltérképezéséhez.

„Hot flow” anomáliát mutattak ki a STEREO B szonda távoli geomágneses csóva észleléseiben, egészen pontosan a magnetopauza Földtől kb. $300 R_{\text{Föld}}$ távolságra található részén. Efféle jelenségeket eddig csak a földi lökéshullám és a magnetopauza napközeli pontja közelében észleltek. Valószínűsíthetően egy ilyen jelenség maradványát figyelték meg, ami arra utal, hogy akár 50 percig is eltarthat a folyamat. Mágneses méréseken alapuló eljárással határolták be a potenciális jelenségeket, majd elektron plazma momentumokkal azonosították az eseményeket, ami új módszernek tekinthető az ion plazma momentumok, azaz illesztett sebesség, sűrűség és hőmérséklet adatok felhasználásával szemben. Hasonló, de függetlenül fejlesztett módszert alkalmazott a MESSENGER és a Venus Express a Vénusznál és a Merkúrnál észlelt jelenségek kimutatására.

Magnetotellurikus inverzió

Új eljárást dolgoztak ki a magnetotellurikus mérések Legendre-polinomokon alapuló sorfejtéses inverziójára. A hagyományos két-, illetve háromdimenziós inverziók esetében a modellparaméterek száma meglehetősen nagy lehet, ami az inverziót számításigényessé és – bizonyos esetekben – instabillá is teszi. A geofizikai kutatások során gyakran előfordul olyan kétdimenziós földtani modell, amely lényegében rétegezett, de a rétegek jellemzői (fajlagos ellenállás, vastagság) a szelvény mentén megváltoznak. Ebben az esetben a hagyományos inverziós feladat általában alulhatározott, viszont a rétegparaméterek alkalmasan választott bázisfüggvények szerinti sorfejtésén alapuló inverzió túlhatározott feladathoz vezethet. A földtani modell leírásához szükséges együtthatók száma jóval kevesebb, mint a mérések száma, az inverzió ismeretlenjei a Legendre-polinomok együtthatói.

Geomágnesség

Inverzióelméleti kutatásokat kezdtek a földi (vagy bármilyen planetáris mágneses tér) és az abban jelenlévő nagy hullámhosszú anomáliák külső magbéli forrásszerkezetének meghatározásához. Kiindulásként egy egyszerűsített, a külső mag magnetohidrodinamikai áramlási örvényeit és Taylor-oszlopait áramhurkokkal leíró modellt alkalmaztak a számításokhoz. Vizsgálták az inverz feladat matematikai megoldásának lehetőségeit, és egy hibrid eljárást alkalmaztak az áramhurkok szuperponált mágneses mezejéből összeálló

szintetikus mágneses adatok inverziójára, amely a genetikus algoritmusok és a hagyományos, differenciálhányadosokat használó inverziós módszer kombinációja. Az inverzióval meghatározott forrászerkezetet összehasonlították az eredeti direkt probléma forrászerkezetével és kielégítő egyezést találtak kisszámú (10-50) forrás esetében. Eredményeik hozzájárulhatnak a nagyléptékű geomágneses anomáliák eredetének kutatásához, valamint a külső magra alkalmazott, jelenlegi MHD-szimulációk pontosításához.

A Föld belső szerkezete, köpenykonvekciók

Numerikus modellezéssel vizsgálták a hőoszlopok termikus szerkezetét és felszíni megnyilvánulásait a Rayleigh-szám és a viszkozitás eloszlás szisztematikus változtatásával. A viszkozitás mélységtől való függése és a Földre jellemző viszkozitás-rétegek figyelembe vétele fontos a köpenyre jellemző konvekciós szerkezet kialakulásában. Megállapították, hogy a hőoszlopok felett kialakuló topografikus és geoid anomália helyes modellezéséhez elengedhetetlen a hőmérséklettől is függő viszkozitás figyelembe vétele.

A litoszféra-asztenoszféra határ meghatározása a Pannon-medence területén – Integrált geofizikai és geokémiai megközelítés

A Kárpát-Pannon régióban öt terület ismert, ahol olyan alkáli bazalt található a felszínen, amely – a földköpenyt megmintázva – köpeny-xenolitot hozott a felszínre. A Pannon-medence északi peremén található Nógrád-Gömöri vulkáni terület egyik ilyen terület, ahol a geofizikai, petrológiai és geokémiai módszerek együttes felhasználása lehetővé teszi a felső köpeny szerkezetére és geofizikai, geokémiai tulajdonságaira (összetételre, jelenlegi deformációs állapotra, szeizmikus anizotrópiára, elektromos vezetőképességre) vonatkozó információk és a litoszféra-asztenoszféra határfelület (LAB) mélységének pontosítását. Közel 60 km hosszú szelvény mentén magnetotellurikus méréseket végeztek a LAB mélységének és az elektromos vezetőképesség térbeli eloszlásának meghatározására. A szelvény DDK végén a LAB mélysége 69-80 km közé esett, míg a szelvény másik végén 90 km mélységben adódott. A szelvény középső állomásain, a terület központi része alatt, 30-45 km mélységben, egy kis elektromos ellenállású (~5-10 Ω m) testet mutattak ki, mely egybeesik a wehrliit xenolitok, vagyis a köpeny metasomatózisát (olvadékok által történt ásványtani és kémiai összetételbeli változást) jelző kőzetek felszíni elterjedésével. Ezek alapján feltételezik, hogy a kis ellenállású test a köpenyben megrekedt – a korábbi metasomatózist okozó – olvadékokhoz és a megváltozott ásványos összetételhez köthető. Elkészítették a terület litoszféra modelljét. Szeizmikus adatok alapján, S vevőfüggvény analízissel a Moho határát 25 ± 5 km mélységre, a LAB-et 65 ± 10 km mélységre becsülték. A kőzetminták és szeizmológiai adatok alapján a köpeny deformációs állapotát és szeizmikus anizotrópiáját is vizsgálták. Eredményeik azt mutatják, hogy nem csak a litoszféra, de az asztenoszféra is jelentős mértékben anizotrop a vizsgált vulkáni terület alatt. A rendelkezésre álló adatok nem elegendőek a litoszféra köpeny szerkezetének (lineáció és a foliáció irányának) meghatározásához.

b) Tudomány és társadalom

A szeizmotektonika; a földtani szerkezetek, képződmények sérülékenysége és a Nap-Föld fizikai eredetű veszélyhelyzetek elemzése, megelőzésük és előrejelzésük lehetőségeinek vizsgálata az intézet alapfeladata. Kiemelt közfeladat a Nemzeti Szeizmológia Szolgálat fenntartása és a Föld körüli térség diagnosztizálása is. A Föld plazmakörnyezetében napkitörések következtében fellépő szélsőséges állapotváltozások, geomágneses viharok

valódi, és egyre növekvő kockázatot jelentenek a korszerű telekommunikációs technológiákra, navigációs- és energiaátviteli rendszerekre.

A Geodéziai és Geofizikai Intézet folyamatos adatszolgáltatási és szakértői feladatokat lát el a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság részére a szeizmotektonikai eseményekkel kapcsolatban. Az intézet felkérést kapott a BM OKF által koordinált „Éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás és kockázatmegelőzés előmozdítása” projektben való részvételre. Ennek célja az ország teljes területére egy olyan térinformatika rendszer kidolgozása, amely valós időben képes a különböző léptékű, katasztrófavédelmi célú kockázatok együttes elemzésére, értékelésére. A térinformatikai adatbázis kidolgozásához az intézet a földtani kockázatokkal és üridőjárással összefüggő információkkal, adatokkal járul hozzá.

A Geodéziai és Geofizikai Intézet a Nemzeti Szeizmológiai Szolgálat és az intézményesített szeizmológiai kutatások 110 éves évfordulója alkalmából a Magyar Tudomány Ünnepe keretében tudományos előadóülést tartott, ahol az érdeklődők megismerkedhettek a földrengéskutatás hazai kezdeteitől a legújabb, nemzetközi együttműködésben végzett kutatások eredményeivel.

A Geodéziai és Geofizikai Intézet által szervezett Magyar Űrkutatási Fórum nemcsak az űrkutatással kapcsolatos tudományos eszmecserét tette lehetővé, hanem fontos információkkal szolgált az ESA csatlakozással és a hazai űrkutatási stratégiával kapcsolatban az űripar szereplői számára.

A legfiatalabb érdeklődők a Magyar Asztronautikai Társaság által szervezett Űrtábor keretében egy napot a Geodéziai és Geofizikai Intézetben töltöttek, ahol ismeretterjesztő előadások keretében megismerkedtek a Föld körüli térség felépítésével, folyamataival és az ezekhez kapcsolódó, az intézetben folyó kutatásokkal.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Conrad Observatorium, Ausztria: nagy érzékenységű dőlésmérők tektonikai folyamatok megfigyelésére;

Massachusetts Institute of Technology: aeronómia, Schumann-rezonancia kutatása;

Finn Meteorológiai Intézet (Ilmatieteen Laitos): geomágneses indukció, magnetotellurikus mélyszondázások;

The Catholic University of America, NASA Goddard Space Flight Center: napszél-magnetoszféra energiacsatlás;

Thunderstorm effects on the Earth-Ionosphere System (TEA-IS) European Science Foundation Research Networking Programme: aeronómia, felsőlégköri elektro-optikai emissziók megfigyelése és elemzése;

Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E) / CNRS;

Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, Université de Toulouse: magnetoszféra-vizsgálatok, magnetohidrodinamikai kutatások;

INTERMAGNET: nemzetközi geomágneses obszervatóriumi hálózat;

AlpArray Steering Committee: ETH Zürich, University of Vienna, University of Berlin, National Institute of Oceanography and Experimental Geophysics (OGS), ISTERre Grenoble, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Prague IG ASCR, GeoForschungsZentrum Potsdam, MTA CSFK GGI

ELTE TTK Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium: magnetotellurikus mélyszerkezetkutatás és köpeny eredetű xenolitok vizsgálata lisztoszféra-asztenoszféra határ kutatása céljából.

Külföldről érkezett vendégkutatók:

Kutatási együttműködés keretében 14 fő vendégkutató 5 hónapot töltött az intézetben.

Intézeti kutatók hosszabb idejű külföldi szakmai munkája:

Posztdoktori ösztöndíjas: 2 fő;

Kutatási együttműködés keretében 16 fő intézeti kutató összesen 11 hónapot töltött külföldön.

Hazai rendezvények szervezése:

Magyar Űrkutatási Fórum, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, 2015. május 7-9.

A MANT és a GGI közös kezdeményezésére a legrégebb hagyományokkal rendelkező űrkutatási rendezvény 2015-től új nevet visel: Magyar Űrkutatási Fórum, utalva arra, hogy az Ionoszféra- és Magnetoszféra-fizikai Szemináriumot gondozó közösség fórumot teremtsen a magyar űrkutatás és az űripar szereplői számára az ESA tagsággal kapcsolatos feladatok támogatására és az eredményes pályázati tevékenység megteremtésére.

Symposium on EM effects of thunderstorms and lightning, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, 2015. október 20.

A zivatarok és az ionoszféra közötti elektrodinamikai csatolásokkal kapcsolatos legújabb kutatási eredmények bemutatása.

110 éves a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium. Múlt, jelen és jövő. Tudományos ismeretterjesztő előadói ülés a Magyar Tudomány Ünnepe 2015 rendezvénysorozat részeként, MTA, 2015. november 17.

Nemzetközi rendezvények szervezése:

Falling Walls Lab magyarországi válogatója, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, 2015. szeptember 10.

„Falling Walls” Konferenciát minden évben november 9-én, a Berlini Fal lebontásának évfordulóján rendezik meg a német fővárosban. A fiatal innovátorok (35 év alatti kutatók, PhD és egyetemi hallgatók, vállalkozók) versenyére Falling Walls Lab címmel kerül sor. Pályázatot bármely szakterület művelője benyújthat, a szervezők a „Melyik a következő fal, amelyet le kell bontani?” kérdésre várták a válaszokat. A legjobb három előadó szereplési lehetőséget kapott a németországi konferencián.

A hazai felsőoktatásban végzett tevékenység (eseti):

Habilitációs Bizottság, PhD védés 1 fő.

A hazai felsőoktatásban végzett tevékenység (rendszeres):

ELTE TTK: 6 elméleti kurzus, 2 gyakorlati kurzus;

NyME (EMK, KTK, FMK): 6 elméleti, 4 gyakorlati kurzus.

Külföldi egyetemen végzett oktatási tevékenység

BBTE, Kolozsvár: 2 elméleti kurzus, 1 gyakorlati kurzus.

Doktori iskolában törzstag:

NyME EMK Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola: 1 fő;

NyME FMK Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola: 1 fő;

NyME KTK Széchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola: 1 fő.

Doktori iskolában oktatás:

BME Vásárhelyi Pál Doktori iskola: Inertial Structure of the Earth, Geofizikai adatfeldolgozás.

NyME Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola: Méréselmélet, Digitális képfeldolgozás.

NYME Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola: Geodinamikai folyamatok modellezése, A GNSS rendszerek környezettudományi alkalmazásai, Környezeti mozgások mérése, A tudományos kutatás módszertana, Naptevékenység és időjárás, Geomágnesség, Űridőjárás és -klíma, Légköri elektrodinamika, A Föld szerkezete és folyamatai.

NYME Széchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola: Statisztikai elemzések elmélete.

Témavezetés (TDK-dolgozat):

ELTE TTK: 1 fő.

Témavezetés (BA, BSc diploma):

ELTE TTK: 3 fő.

Témavezetés (MA, MSc diploma):

BME VIK: 1 fő;

ELTE TTK: 4 fő.

Témavezetés (PhD disszertáció):

ELTE Földtudományi Doktori Iskola: 2 fő;

NYME (EMK, KTK, FMK): 7 fő.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

MTA Kiemelt Vendégprofesszori Ösztöndíj – Sierd Cloetingh 3 hónapos vendégkutatói tevékenység

Sierd Cloetingh a nagytektonika és a litoszférakutatás neves szakembere, az Academia Europaea elnöke, az ERC alelnöke itt-tartózkodása alatt a Kárpát-Pannon térség litoszféraszerkezetét és dinamikáját valamint a neotektonikai deformációit vizsgáló nemzetközi kutatási projekt előkészítését segíti.

Pályázati felkészülés a *Belső Kárpát-kanyar (BEKK) komplex geodinamikai kutatásához AlpArray mérőállomások telepítéséhez, a Steering Committee munkájában való részvételhez Plazmapauza valós idejű leképezése felszíni VLF adatok alapján - H2020-PROTEC-2016/2017 (PROTECTION OF EUROPEAN ASSETS IN AND FROM SPACE) konzorciumépítéshez*

Gravitációshullám-detektor (Einstein teleszkóp – ET) tervezett helyszínének geofizikai vizsgálatához

ARISE2 infrasound hálózathoz való csatlakozáshoz

Az INGEMM-ANES (Inventory of Geophysical Measurements and Models – Atmosphere and Near-Earth Space) légkörrel és a földközeli térséggel kapcsolatos tudományos kutatások hálózatosításának, összehangolásának kezdeményezéséhez.

Elnyert támogatás összesen: 19.6 Mft;

MTA általános kutatóhelyi infrastruktúra pályázat, *Számítástechnikai eszközök célfeladatokra, kapcsolódó szoftverek numerikus modellezésre, adattároló.* Elnyert támogatás: 3.5 Mft.

MTA kutatási infrastruktúra fejlesztése pályázat, *Magnetotellurikus műszer beszerzése.* Elnyert összeg: 6 Mft

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bondár I, Engdahl E Robert, Villaseñor A, Harris James, Storchak D: ISC-GEM: Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900–2009), II. Location and seismicity patterns. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 239: 2-13 (2015) <http://real.mtak.hu/20760/>
2. Facskó G, Opitz A, Lavraud B, Luhmann J G, Russell C T, Sauvaud J-A, Fedorov A, Kis A, Wesztergom V: Hot flow anomaly remnant in the far geotail? *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 124: 39-43 (2015) <http://real.mtak.hu/33227/>
3. Györi E, Tóth L, Mónus P: Secondary effects generated by earthquakes: liquefaction occurrences in and around Hungary. *Acta Geodaetica et Geophysica*, 50:(1) 79-95 (2015) <http://real.mtak.hu/32036/>
4. Harangi S, Novák A, Kiss B, Seghedi I, Lukács R, Szarka L, Wesztergom V, Metwaly M, Gribovszki K: Combined magnetotelluric and petrologic constrains for the nature of the magma storage system beneath the Late Pleistocene Ciomadul volcano (SE Carpathians). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 290: 82-96 (2015) <http://real.mtak.hu/27688/>
5. Haszpra L, Barcza Z, Haszpra T, Pátkai Zs, Davis K J: How well do tall-tower measurements characterize the CO₂ mole fraction distribution in the planetary boundary layer? *Atmospheric Measurement Techniques*, 8:(4) 1657-1671 (2015) <http://www.atmos-meas-tech.net/8/1657/2015/amt-8-1657-2015.pdf>
6. Kallio E, Facskó G: Properties of plasma near the Moon in the magnetotail. *Planetary and Space Science* 115:(1) 69-76 (2015) <http://real.mtak.hu/20247/>
7. Klébesz R, Gráczer Z, Szanyi Gy, Liptai N, Kovács I, Patkó L, Pintér Zs, Falus Gy, Wesztergom V, Szabó Cs: Constraints on the thickness and seismic properties of the lithosphere in an extensional setting (Nógrád-Gömör Volcanic Field, Northern Pannonian Basin). *Acta Geodaetica et Geophysica*, 50:(2) 133-149 (2015) <http://real.mtak.hu/24361/>
8. Prácsér E, Dobróka M: Magnetotellurikus adatok sorfejtéses inverziója. *Magyar Geofizika*, 56:(2) 97-107 (2015) <http://real.mtak.hu/32382/>
9. Süle B: Mantle plume characteristics in three-dimensional depth- and temperature-dependent models. *Acta Geodaetica et Geophysica* 50: 403-417 (2015) <http://real.mtak.hu/32400/>
10. Szalai S, Lemperger I, Metwaly M, Kis A, Wesztergom V, Szokoli K, Novák A: Increasing the effectiveness of electrical resistivity tomography using γ 1 ln configurations. *Geophysical Prospecting*, 63:(2) 508-524 (2015) <http://real.mtak.hu/33155/>

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
KONKOLY THEGE MIKLÓS CSILLAGÁSZATI INTÉZET

1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15-17.
telefon: (1) 391 9322; fax: (1) 275 4668
e-mail: kiss.laszlo@csfk.mta.hu; honlap: www.konkoly.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A beszámolási időszakban az intézet az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont alapító okiratában a Csillagászati Intézet számára rögzített feladatoknak megfelelően alapkutatót végzett, több egyetemen részt vett a felsőfokú oktatással kapcsolatos feladatok ellátásában, valamint jelentős aktivitást fejtett ki a tudományos eredmények disszeminációjában. Az intézet az alábbi témakörökben folytatott eredményes kutatómunkát:

- *A csillagok és a Nap fizikája, belső szerkezete, fejlődése*
- *A csillagok belső szerkezete és pulzációja*
- *Aktív jelenségek csillagok légkörében*
- *Napaktivitás*
- *A csillagokat és a Napot övező tér kutatása*
- *Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája*
- *Exobolygórendszerek*
- *A Naprendszer égitestjei*
- *Laboratóriumi asztrofizika*

Mint ahogy az elért eredmények az alapkutatások körébe tartoznak, ezért hozzájuk közvetlen gazdasági haszon nem rendelhető. Elsősorban a Lendület-program támogatásával jelentős *műszerfejlesztő aktivitás* is zajlott.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

A Kepler-űrtávcső a K2 program első, K2-E2 jelzésű tesztmérése során 33 RR Lyrae csillagot figyelt meg 9 napon át. A minta mindegyik RR Lyrae altípust tartalmazta, és ezek közül most először sikerült a Keplerrel megfigyelni kétmódusú, illetve modulált első felhangú csillagokat. Mindegyik altípusban kimutattak kis amplitúdójú további pulzációs módusokat, illetve meghatározták a csillagok fémtartalmát. A K2-E2 adatok megerősítették, hogy a néhány éve felfedezett rejtélyes, kb. 0,61 periódusarányú módus mindegyik normál első felhangú és kétmódusú csillagban jelen van.

A K2 misszió első tudományos kampánya során a Lokális Halmazba tartozó Leo IV törpegalaxis is a látómezőbe esett. A galaxisban található három ismert RR Lyrae csillag fényváltozásait sikerrel kimérték, ezzel pedig az eddigi legtávolabbi és leghalványabb pulzáló változókat detektálták az űrtávcsővel. A folytonos adatsor az egyik csillagban 30 napos, egy további pedig vélhetően hosszabb távú Blazskó-effektust fedett fel. Jelenleg ezek a legtávolabbi RR Lyrae csillagok, amelyek modulációjáról részletes adatokkal rendelkeznek. Meghatározták a csillagok fotometriai fémségét is, és eredményeik megerősítették, hogy a Leo IV egy igen fémszegény galaxis.

Az M3 gömbhalmaz felhangban és több módusban pulzáló RR Lyrae csillagait vizsgálták a Piszkés-tetői Schmidt-távcsővel gyűjtött, 200 napot lefedő BVlc fotometriai adatsor segítségével. Az 52 felhangban pulzáló változó 70%-a mutat valamilyen multiperiodicitást (extra pulzációs komponens az $f_X = f_{10}/0,61$ frekvenciánál, Blazskó-effektust, kettős- vagy többmódusú pulzációt vagy perióduskettőződést). A V13 kétmódusú csillagban az alpmódus mellett egy további frekvenciakomponens mutatott ki, ami a második felhangként értelmezhető. A Blazskó-effektus, illetve f_X komponens, esetleg mindkettő hét kétmódusú csillagban van jelen. A modulált kétmódusú csillagok periódusaránya anomális. Három Blazskó-csillag esetében a fundamentális pulzációs frekvenciának a modulációs frekvenciával, vagy annak felével való eltolódását figyelték meg, az első felhang megjelenésével párhuzamosan.

Felfedeztek egy ritka fedési kettőst, a komponenseket egy O színképtípusú, forró szubtörpe és egy vörös törpecsillag alkotja. A vörös törpét erősen besugározza a főkomponens. A keringési periódus 4,3 óra, a fedési mélység 5 magnitúdó, ez az eddig ismert legmélyebb a hasonló rendszerekben. Kis- és közepes felbontású spektrumok segítségével (10 m-es GTC/OSIRIS, WHT/ISIS műszerek) meghatározták a komponensek fizikai paramétereit. A spektrumokban a forró komponensből származó H és He II abszorpciós vonalak, valamint a besugárzott kísérőtől származó, fázisfüggő emissziós vonalak dominálnak. A fotometriai adatokban nem látszik a főkomponens pulzációjára utaló jel, a H α -szűrős képek pedig nem mutatják jelét planetáris ködnek a rendszer körül.

Nyolc nyílthalmazban vizsgálták a csillagok szín - forgási periódus - kor összefüggéseit fotometriai mérések alapján. Megmutatták, hogy a fejlődési modellekből a halmazokra kapott korok szorosán korrelálnak azzal a periódus-eltolódással, ami a halmazok szín - forgási periódus diagramjait optimális módon transzformálja egymásba. Ezzel a transzformációval szemben az általánosan használt, a kor négyzetgyökével arányos Skumanich-típusú transzformáció szisztematikus eltérésekhez vezet, emiatt az ebből levezetett csillagkorok is torzulnak. Az új relációt alkalmazták galaktikus mező csillagaira publikált adatbázisokra, és azt találták, hogy a mezőcsillagok forgási sebessége jóval lassabban csökken, mint a hasonló korú halmazbeli csillagoké.

A tranzitot mutató KIC 9533489 jelű γ Dor / δ Sct hibrid-jelölt csillagot vizsgálták a Kepler-adatok analízisével. Vizsgálták a pulzációs frekvenciák és periódusok közötti távolságokban lévő szabályosságokat, és spektroszkópiai megfigyelések segítségével meghatározták a csillag főbb fizikai paramétereit. Modellezték a tranzitjelenségeket is. Ennek alapján úgy tűnik, hogy ez egy többes csillagrendszer lehet. A pulzáló objektumon kívül azonos irányban látszik egy halványabb csillag, egy (nem látható) G/K színképtípusú csillag, és egy kicsi vagy halvány objektum, ami a G/K csillag körül kering. Ez utóbbi felfűvódott exobolygó, vagy kis tömegű csillag lehet.

Megmutatták, hogy lassú neutron befogó folyamatokkal nem magyarázható a Magellán-felhők poszt-AGB csillagainak ólomdeficitet mutató elemgyakorisága. Kidolgoztak egy olyan magyarázatot, ami a lassú és gyors neutron befogó folyamatok közötti neutronsűrűséget tételez fel, és ami gyakori lehet kis tömegű, fémszegény AGB-csillagokban. A magas héliumtartalom hatását vizsgálták közepes tömegű AGB-csillagok fejlődése és nukleoszintézise szempontjából. Az eredmények arra utalnak, hogy a lassú neutronok befogásából keletkező kémiai elemek gyakorisága kisebb lehet a korábban gondoltnál, ami megmagyarázhatja az ω Cen gömbhalmaz csillagainál tapasztalt anomális kémiai elemeloszlásokat.

Aktív jelenségek csillagokon

A csillagokban működő dinamómechanizmus tanulmányozásához a σ Gem jelű csillagot vizsgálták, amely egy hosszú periódusú, RS CVn-típusú kettős rendszer K1 óriáskomponense. A felszíni foltok mozgásaiból következtek a differenciális rotációra. Régi, újrafeldolgozott és még publikálatlan idősoros Doppler-képek felhasználásával - a korábbi eredményekkel összhangban - azt kapták, hogy a csillag differenciális rotációja antiszoláris jellegű, a korábbi értékeknél pedig erősebb felszíni nyírás adódott. Sikerült megerősíteni egy pólusirányú globális áram jelenlétét, ami megfelel a dinamóelmélet előrejelzéseinek. A σ Gem-et és hasonló rendszereket a CHARA interferométerrel is megfigyelték, ennek révén sikerült detektálni az óriáskomponensek ellipszoidális torzultságát, illetve a másodkomponenseket.

A késői típusú aktív FK Comae-n vizsgálták a fotoszféra és a kromoszféra kapcsolatát folt-hőmérséklet-modellezéssel, fénygörbe-inverzióval, és 1997-2010 közötti $H\alpha$ adatok elemzésével. Az alacsony felbontású $H\alpha$ adatok alapján a változások főként pár órási időskálán történnek. A nagy felbontású $H\alpha$ adatok alapján azt állapították meg, hogy a kromoszférában gyakran találhatóak protuberanciák, amelyek több mint egy csillagsugár méretűek, és az élettartamuk több hét is lehet. Ezek egyes esetekben kapcsolatot mutattak a fotoszféra sötét foltjaival. A csillagnak egy rendkívül nyugodt állapotát figyelték meg 2009-2010 között, amelyet nagyon gyenge kromoszferikus aktivitás és alacsony foltkontraszt jellemez - ez az aktivitás hosszú távú csökkenésére utalhat.

Analizálták kb. 18000 K és M csillag Kepler-adatait, ezek közül úgy találták, hogy 500-nak a rotációs periódusa rövidebb, mint 2 nap. Ebből körülbelül 50 mutatott kettő vagy több, nem összemérhető periodicitást. Diszkutálták azt az eljárást, amellyel meg tudták különböztetni a rotációs modulációt a másféle, például pulzációs eredetű vagy kettősség okozta fényváltozástól. Úgy találták, hogy ezek a többszörös periódusok egymástól függetlenek és valószínűleg különböző, de fizikailag egymáshoz kötött csillagokhoz tartoznak. Az elképzelést tesztelték direkt módon az UKIRT, illetve adaptív optika felhasználásával készült képeken, valamint idősoros Fourier analízissel és az adatok pixelszintű feldolgozásával. Az eredmények fontosak lehetnek kettőscsillagok felfedezésében a gyorsan forgó K- és M-törpecsillagok között.

Napaktivitás

A Nap felszínén található aktív régiók tengelyének iránya eltérést mutat a heliografikus Kelet-Nyugat irányhoz képest, olyan dőlésszöggel, amelynek az átlagos nagysága a szélességgel nő (Joy-szabály). Az effektus vizsgálata foltcsoportok fehér fényben készült észlelésein, vagy magnetogramok alapján történik. A történeti fehér fényű Mount Wilson (MW)-i adatok meghatározott foltcsoport-dőlésszögek kisebbek és kevésbé meredeken növekszenek a szélességgel, mint a mágneses adatokból származtatott szögek. Az effektust a debreceni fotoheliografikus adatok foltcsoport-dőlésszögeinek és a MW magnetogramok alapján mért dőlésszögek összehasonlításával tanulmányozták és megerősítették. A Debrecenben rögzített napfolt-adatbázisokból származtatott dőlésszögeket összehasonlították a MW-i és más obszervatóriumok több évtizedet felölelő adatbázisaival, és vizsgálták az eltéréseket. Különböző módszereket és szűrési feltételeket találtak, amelyek révén javítani lehet az adatok minőségén. Megmutatták, hogy a javított adatokkal a Joy-szabály platót mutat az aktivitási zóna közepes szélessége körüli tartományban. Ez arra utalhat, hogy a jelenség finomszerkezetéhez egy eddig ismeretlen tényező is hozzájárulhat.

Továbbfejlesztették a 2014-ben publikált fler-előrejelző módszert. A súlyozott horizontális mágneses gradiens módszer az egész neutrális vonal közeli környéken jelenlevő napfoltokat figyelembe veszi egy aktív régióban. Az új módszer követi a közeli ellentétes polaritású napfoltok között a horizontális mágneses fluxus gradiens időbeli fejlődését a flert megelőzően fotoszférikus szinten. A módszer ezenkívül alkalmas arra, hogy becslést adjon a várható nagyobb napkitörések intenzitására, a várható esemény idejére és arra, hogy vajon a rákövetkező 18 órában várható-e még nagyobb eruptív esemény. Több más módszert is teszteltek a NOAA 10486 aktív régió esetében, hogy megtalálják azokat a dinamikai és fizikai jellemzőket, amelyek alapján előre jelezhető egy napkitörés. Ehhez a polaritások keveredtségét jellemző mennyiséget, valamint kis röntgenflerek műholdas megfigyeléseit, és ezekből származtatható más jellemzők időbeli változásait is követték. Az előrejelzést segíti az az eredmény, ami a RHESSI és a GOES műholdak által megfigyelt kitörések hely-idő eloszlásának analízisének alapszik. A vizsgálat szerint a flerek több mint 60 százaléka azokból a foltcsoportokból fejlődik, amelyek közel vannak az aktív hosszúsághoz.

Elméleti úton tanulmányozták a szoláris atmoszférafűtés folyamatait, különös tekintettel a nanoskálán végbemenő magnetohidrodinamikai rekonnekciós fűtési folyamatokra és jetekre. Új elméletet fejlesztettek a Nap belseje és légköre közötti mágneses csatolódás magneto-szeizmológiai vizsgálatára. Ez többek között a globális szoláris oszcillációk és a mágneses struktúrák közötti kölcsönhatás tanulmányozásában is fontos lesz. Numerikusan, valamint földi és űrbeli eszközökkel is vizsgálták a Nap atmoszférájához kötődő energetikus folyamatokat. Numerikusan tanulmányozták MHD áramlások stabilitását, ami az űridőjárás, a napszél, jetek és más asztrofizikai jelenségek jobb megértését hozhatja. A lokális helio-szeizmológia gyűrű-diagram módszerével vizsgálták a sekély plazmaáramlásokat a Nap felszíne alatt. Ezek az áramlások több naprotáció során fennmaradnak. A munka során a GONG és az SDO Doppler- és mágneses méréseit használták. A hosszú életű plazma-áramlások keresztkorrelációjával a Nap differenciális rotációját vizsgálták, amely jó egyezést mutatott a felszín közeli globális helioszeizmológiából kapott rotációs profillal. Magas heliografikus szélességeken a nagy térbeli felbontású HMI mágneses adatok egy kétirányú zonális áramlási szerkezetet mutattak, amely óriás áramlási elemek jelenlétére utalhat.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

Az EX Lup fiatal eruptív csillag optikai színképét tanulmányozták a FEROS/HARPS öt évet lefedő mérései alapján. Céljuk az akkréciós szerkezetek vizsgálata és a korábban felvetett közeli kísérő hipotézis ellenőrzése volt. A színképben sok az emissziós fémvonal, melyek vonalprofilja egy keskeny és egy széles komponens kombinációja. Mindkét komponens periodikus változásokat mutat, ami forgási modulációval magyarázható. Megmutatták, hogy a forgással modulált, a vonaltól függő mértékű veiling magyarázatot adhat a mért látszólagos radiális sebesség változásokra, így a közeli kísérő feltételezése nem feltétlen szükséges. Érdekes, hogy az akkréciós geometria szinte rögzítve van a csillaghoz, és stabil a megfigyelt időszak alatt. Ha ez más fiatal csillagokban is így van, az nagyon megnehezíti kísérők keresését fiatal csillagok körül a radiális sebesség módszerével.

Az Európai Déli Obszervatórium legújabb nagy kontrasztú és szögfelbontású berendezésének, a SPHERE-nek a tesztidőszakában vizsgálták a T Tauri rendszert. A cél a fiatal objektum jelenleg elérhető legnagyobb szögfelbontású felvételeinek elkészítése volt a közeli infravörös tartományban, amellyel a komponensek időbeli fejlődését vizsgálták, és elvégezték a rendszert alkotó komponensek pályaszámítását is. A korábbi ismert objektumok mellett egy új pontforrást is azonosítottak, ami a mérések szerint szintén a rendszerhez tartozhat.

A fiatal csillagok körül létrejövő bolygókezdemények folyamatos eróziója nyomán jönnek létre a port tartalmazó törmelékkorongok. A Herschel-űrtávcsövet használva sikerült 11 fiatal törmelékkorongot távoli infravörös hullámhosszakon térbelileg feloldaniuk, ezáltal meghatározva méretüket. A korong mérete fontos információt hordoz annak dinamikai folyamatairól. A mérésekből négy korongnál valószínűsíthető, hogy egy óriásbolygó hatása állhat a megfigyelhető struktúra mögött. Korábbi mérésekből ismert, hogy mindegyik esetben van is a rendszerben ilyen bolygó. A felfedezés azzal kecsegtet, hogy a masszív, kiterjedt törmelékkoronggal körülvett fiatal rendszerekben adaptív optikás képalkotó rendszerekkel újabb bolygókat lehet majd kimutatni. A jelenlegi paradigma szerint a törmelékkorongok csak kevés gázt tartalmaznak, a legújabb megfigyelések azonban számos 10-40 millió éves rendszerben mutatták ki molekuláris vagy atomos gáz jelenlétét. A kutatók az APEX és az IRAM rádióteleszkópok felhasználásával 20 fényes törmelékkorongban kerestek szénmonoxid molekulákat. Az egyik célpontnál (HD 131835) egy új, gázt is tartalmazó törmelékkorongot találtak. A korongot a Herschel-űrtávcsővel készült távoli infravörös képeken sikerült marginálisan feloldani, és megbecsülni a méretét. A következő lépés a HD 131835 körüli gáz eredetének meghatározása lesz.

Exobolygórendszerek

Összesen nyolc exobolygót tartalmazó rendszert fedeztek fel a HATNet segítségével. A precíz utóvizsgálatok eredményeként a leszámított bolygó-paraméterek többsége csupán 10%, vagy kisebb hibával terhelt. Két rendszer a K2-misszió már megfigyelt területére esik. HAT-P-54b egy forró jupiter, amely egy K törpe körül kering. A HAT-P-56b egy F-típusú csillag körül keringő 2,2 jupiter-tömegű bolygó, közel súroló tranzitokkal. A HAT-P-57b a forró A és F csillagok körül keringő kevés ismert bolygó egyike. A kutatók Doppler-tomográfia módszerével ellenőrizték a bolygó jelenlétét. Megbecsülték a bolygópálya impulzusmomentum-vektorának és a csillag forgástengelyének a szögét, ez mérhető eltérést mutatott.

Kutatóik először alkalmaztak viszkoelasztikus árapályfűtési modellt exoholdakra, egydimenziós légköri modellel és a jég-albedo visszacsatolás figyelembe vételével. Az eredményeket összevetve a széles körben használt, rögzített Q modellel arra jutottak, hogy az új modell valószínűbben írja le az égitest árapályfűtését, mivel figyelembe veszi a viszkozitás és a nyírás modulus hőmérséklet-függését, valamint a hold belsejében a kőzet részleges, vagy teljes olvadását is leírja. A belső fázisátalakulás miatt a hőmérséklet nem szalad úgy meg, mint a rögzített Q modellek esetén, ez eredményezi azt, hogy az élet szempontjából kedvezőbb eredményeket ad, bolygó körüli lakható zóna jelentős mértékben kiszélesedik a másik modellhez képest.

Számos próbálkozás történt az exoholdak kimutatására, de az első megerősített felfedezésre még várni kell. Az eddigi tapasztalatokat azonban a jövő exobolygó-kutató misszióinak tervezésekor már figyelembe lehet venni. A CHEOPS misszió előkészítési fázisában kidolgoztak egy mérésenkénti döntésekre épülő öntanuló eljárást, amely alapján meghatározható, hogy egy-egy adott rendszerben hány mérés alapján várható a hold tényleges detektálása. Szimulált mérések alapján, bootstrap módszerekkel vizsgálták a hold kimutathatóságát a bolygó tranzit megfigyelésekben, különböző csillag-bolygó-hold konfigurációk esetén. Azt találták, hogy a kimutatási határ egy Föld méretű hold környékén van. Kedvező térbeli konfigurációk esetén (pl. nagy hold, és Neptunusz méretű bolygó) 80%-os detektálási szint átlagosan 5-6 tranzit megfigyeléstől várható. Kisebb holdakra a kimutatási statisztika gyorsan romlik, míg a szükséges tranzit mérések száma gyorsan nő.

A Naprendszer égitestjei

A kutatók annak hatását vizsgálták a megújult Kepler-misszió K2 2014 februárjában rögzített kísérleti megfigyeléseit felhasználva, hogy hogyan befolyásolja a fotometriai pontosságot, ha egy aszteroida (amiből sok várható az ekliptikai területeken) látszólag megközelít egy célpontcsillagot. Az eredmények alapján a K2 sok célpontja esetében jelentős hatással kell számolni a kisbolygók miatt. Ugyancsak az intézet kutatói analizálták az első olyan Neptunuszon túli kis égitestekhez kapcsolható idősorokat, amelyeket a K2-küldetés során mértek. Az úttörő mérési módot a magyar kutatók javasolták a NASA-nak. Az égitestek halványsága miatt speciális adatfeldolgozási és képátlagolási eljárásokat is használtak. Meghatározták a két célpont alapvető forgási paramétereit: a 2007 JJ43 esetében 12,0 míg a 2002 GV31 jelű égitest esetén 29,2 órás periódust kaptak.

A Rosetta űrszonda képfelvételei alapján kimutatták, hogy a 67P/Churyumov-Gerasimenko felszínén a gödrök aktívak és valószínűleg a földi geológiában ismert víznyelő képződési folyamatához hasonlóan alakultak ki, ami egy felszín alatti üreg keletkezését és növekedését és a felszín közeli legfelső réteg beomlását jelenti. A gödrök azt is jellemzik, hogy a mag felszíne mennyire erodált, méretük és térbeli eloszlásuk a felszínen az üstökös nagymértékű inhomogenitására utal.

Vizsgálták a 2013 AZ60 jelű extrém Kentaur alapvető tulajdonságait, beleértve a méretét, forgási tulajdonságait és fényvisszaverő képességét, földi optikai valamint űrbéli termális infravörös mérések segítségével. Az objektum forgási periódusa 9,4 órának adódott, átmérője 62 km, míg felszínének átlagos fényvisszaverő képessége mindössze 3%, ezzel a legsötétebb Neptunuszon túli égitest. Elnyújt pályája, a pálya instabilitása egy igen ősi felszínű, üstököszerű égitestre utal, melyet a felszíni és termofizikai tulajdonságok is megerősítenek. Ez a transzneptun égitest azonban nem mutat üstököszerű aktivitást.

Porkorong nyomait keresték a Pluto körül a Herschel-űrtávcsővel. A távoli infravörös tartományban készült térképek alapján a Pluto rendszerében azokat a veszélyeket vizsgálták, amelyek a New Horizons szondát érthették az égitest melletti elhaladáskor. Azt találták, hogy a rendszerben jelenlévő, realisztikus modellek alapján becsült por mennyisége nem jelent veszélyt az űreszközre.

Műszerfejlesztés

A modern, számítógép-vezérelt távcsövek pontos beállításának matematikáját az úgynevezett pozícionálási modellek írják le. Ezekkel adhatjuk meg azokat a transzformációkat, amik megmondják, hogy milyen valós égi koordináta felel meg a távcsöveket megmozgató motorok tengelyének adott szögelfordulásának. A kutatók újszerű megközelítést adtak ekvatoriális vagy alt-azimutális szerelésű távcsövek esetén alkalmazható pozícionálási modellek létrehozásához. Az általuk kidolgozott eljárás egyik előnye, hogy a modell paramétereinek meghatározását egyszerű legkisebb négyzetes lineáris illesztésre vezethetik vissza. Ez a paraméterezés mentes a szingularitásoktól, azaz az égi pólusok környezetében is ugyanannyira pontos, mint máshol. A munka fontos előfeltétele volt annak a hexapod-alapú mozgatórendszernek a megalkotásának, mely a Légyszem-kamera projekt számára biztosítja az égbolt látszólagos mozgásának követését, földrajzi helytől függetlenül. Az eszköz az egyetlen jelenleg működő hexapod-alapú távcső-elem, amit optikai égboltfelmérő programokban használnak és képes ívmásodperc alatti követési pontosságra.

Az NWA 1364 meteoritban az általánosan jellemző gyenge átalakulás ellenére igen erős mechanikai préselés hatására kialakult, egymással párhuzamosan futó repedéseket azonosítottak. A sokkhatásra utaló nyomok kis száma alapján kevésbé érték becsapódásos hatások a testet, amely rétegterhelésre, irányított nyomásra utal. A repedések keletkezése után két opak ásványkristályosodási időszak is fellépett. A meteorit a szülőégitestnek egy olyan mélyebben lévő rétegéből származhatott, ahova becsapódásos sokkhatások már alig érződtek, ugyanakkor összenyomódás, és mérsékelt újrakristályosodás fellépett. Az NWA 6604 CK4 meteoritban a kondrumok részleges lebomlásának nyomait figyelték meg. Az átalakulások során első lépésben opak kristályosodás, ezt követően a repedésekben Ca-gazdag anyag és opak ásványok együttes kiválása jelentős térfogatú olvadékképződéssel, még később csak a Ca-gazdag plagioklász ásványok kiválása történt, az utolsó fázisban pedig újabb repedések keletkeztek olvadék kiválása nélkül. A becsapódásos sokkhatások mellett egyéb eredetű hőhatás olvasztása is fellépett, egyezésben a CV-CK kondritok szülőégitestjeinek belsejét leíró modellekkel.

b) Tudomány és társadalom

A csillagászat azon kevés természettudományok egyike, amelyre a szélesebb közvélemény is figyel. Eredményei rendre megjelennek a nyomtatott és elektronikus sajtóban. Az érdeklődés fenntartásában, az új eredmények szélesebb megismertetésében és a külföldi szakmai eredmények szakszerű tolmácsolásában az intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel vesznek részt. Ennek szellemében (1) folytatták a csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartást a Pizskéstetői Observatóriumban; (2) vezették a www.csillagaszat.hu csillagászati híroldalt; (3) részt vettek a hortobágyi ifjúsági csillagász tábor (2015. július 11-16.) szervezésében; (4) diákversenyt szerveztek középiskolások számára (Határ a csillagos ég, 2015); (5) lebonyolították az ESA készülő CHEOPS űrtávcsövéhez kapcsolódó, gyerekeknek kiírt rajzpályázat hazai fordulóját; (6) járdacsillagászati bemutatót szerveztek az Akadémia parkolójában a Magyar Tudomány Ünnepehez kapcsolódó Street Science eseményén (2015. november 20.), ahol ismeretterjesztő előadásokat és távcsöves bemutatót tartottak összesen több ezer érdeklődőnek; (6) Utazó Planetáriummal vettek részt a Természettudományi Múzeumban rendezett Földtudományi Forгатagon; (7) a csillagászat igazi ünnepévé vált 2015. március 20. az Akadémia parkolójában, ahonnan több ezer embernek mutatták meg a részleges napfogyatkozást naptávcsövekkel, kivetítő-eszközökkel, napfogyatkozás-néző szemüvegekkel. Az eseményt nagy sikerű előadások koronázták meg.

Folytatták ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket (évente százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk). Utóbbiakra az aktuális események, például a Kepler-űrtávcső legújabb magyar felfedezéseihez, a New Horizons űrszonda Pluto melletti elrepüléséhez, földszűrő kisbolygókhoz, vagy éppen sarki fény jelenség megjelenéséhez kapcsolódó felfokozott érdeklődés adták az alkalmat. Tudatosítják a közvéleményben és a döntéshozókban a fényszennyezés gazdasági, környezeti, kulturális kártételeit. Speciális szaktudást igénylő szakértői feladatokat is elláttak (pl. bírósági ügyekben).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai: A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottak fenn hazai csillagászati kutatóhelyekkel: Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló,

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma, Nyugat-Magyarországi Egyetem és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettek az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel. A 2015-ös tanévben az alábbi kurzusokat tartották, illetve vettek részt előadásokkal: ELTE: A Mars földrajza és geológiája; Asztrostatisztika; Az asztrofizika megfigyelési módszerei; Bevezetés a csillagászatba 3-4; Csillagkörüli korongok fejlődése; Csillagászati észlelési gyakorlatok 1-2; Csillagrendszerek dinamikája; Csillagok világa; Galaktikus csillagászat; Megfigyelési gyakorlat; Observációs csillagászat; Pulzáló változócsillagok és megfigyelésük; Űrfotometria, DE: Bevezetés a csillagászatba, SZTE: Űrcsillagászat.

Nemzetközi: Tovább folytatták gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseiket a CoRoT, Gaia, IRSES, KASC, TASC, CHEOPS, PLATO, LUNA, JINA, JUNA, Rosetta, HATNet projektekben. 2015-ben is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre (APEX, ALMA, CFHT, IRAM, K2, ESO VLT, Effelsbergi 100 m-es rádiótávcső) nemzetközi együttműködésben.

Rendezvények, mobilitás: Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt az intézet kutatói: *From the Early Earth to Exoplanets* (Porto, 2015. márc. 22-27); *Magyar Űrkutatási Fórum konferenciája* (29. Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium, Sopron, 2015. máj. 7-9.) *BUKS Workshop on MHD Waves and Instabilities of the Solar Atmosphere* (Budapest, máj. 25-27.); *Celebrating the scientific career of Michael Ruderman* (Budapest, máj. 27-29.); *ST22, Asia Oceania Geosciences Society konferenciája*, (Singapore, augusztus 2-7.); *IAU XXIX. Közgyűlés, Divízió E Napok* (2015. aug. 7-10. Honoluluban, USA) *Falling Walls Lab előadóiülés* (Sopron, 2015. szept. 10.); *High angular resolution in astrophysics: optical interferometry from theory to observations, 8th VLTI Summer School* (Köln, 2015. szept. 6-13.); *Herschel Point Source Catalogue Workshop* (Budapest, 2015. szept. 21-23.); *High-precision studies of RR Lyrae stars: from dynamical phenomena to mapping the galactic structure konferencia* (Visegrád, 2015. okt. 19-22); *Missions to Habitable Worlds konferencia* (Budapest, 2015. okt. 28-29.) *Societal and Ethical Aspects of Astrobiology in Europe* (Budapest, 2015. okt. 30.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek a Bécsi Egyetemen (Ausztria), a Sheffield-i Egyetemen (Egyesült Királyság), a Cambridge-i Egyetemen (Egyesült Királyság), az Európai Déli Observatórium központjában (Garching, Németország), a Leibniz Asztrofizikai Intézetben (Potsdam, Németország), a leideni Egyetemen (Hollandia), az MPI für Astronomie-ban (Heidelberg, Németország), az IAC-ben (Kanári-szigetek, Spanyolország), a Kínai Nemzeti Csillagászati Observatóriumban és a Shadong Egyetemen (Kína), a Varanasi Egyetemen (India), a Wesleyan Egyetemen (Egyesült Államok), a Cerro Armazones Observatóriumban (Chile) és a berni Egyetemen (Svájc). Vendégkutatókat fogadtak Spanyolországból, az Egyesült Királyságból, Németországból, Ausztriából, Svájcban, Franciaországból, Olaszországból, Indiából, az Egyesült Államokból és Ausztráliából.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben a következő jelentősebb új pályázati projektek indultak el: “*Dinamikai folyamatok vizsgálata űrtávcsövekkel pulzáló változócsillagokban*” NKFIH K-115709 (39MFt, 2015-2019); *Osztrák-magyar kétoldalú együttműködés pályázat* (3000 euró és 574,4 EFt, 2015-2016), *K-TÉT_14_FR-1-2015- 0140441 magyar-francia Tét-együttműködés* (1,2 MFt), *Study of The Small Celestial Bodies In The Solar System, Magyar-Román kétoldalú mobilitási pályázat*. Egy kutató 2015-ben nyerte el az NKFIH posztdoktori pályázatát “*Űrfotometriai alkalmazások a K2 misszióban*” (22MFt, 2016-2018), a projekt 2016-ban januárjában indul. Nemzetközi projektek: 2015-ben nyerték el a *Small Bodies Near and Far H2020 Space Competitiveness pályázat*ot az Intézetre eső támogatás: 292 kEUR, futamidő: 2016-2019.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Benkő J M, Szabó R: The Blazhko Effect and Additional Excited Modes in RR Lyrae Stars. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 809, Issue 2, article id L19 (2015) OA: arXiv:1507.06814
2. Bognár Zs, Lampens P, Frémat Y, Southworth J, Sódor Á, De Cat P, Isaacson H T, Marcy G W, Ciardi D R, Gilliland R L, Martín-Fernández P: KIC 9533489: a genuine γ Doradus – δ Scuti Kepler hybrid pulsator with transit events. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 581, article id. A77, (2015) OA: arXiv:1506.01668
3. Dobos V, Turner E L: Viscoelastic Models of Tidally Heated Exomoons. *The Astrophysical Journal*, Volume 804, Issue 1, article id 41 (2015) OA: arXiv:1502.07090
4. Jurcsik J, Smitola P, Hajdu G, Sódor Á, Nuspl J, Kolenberg K, Fűrész G, Moór A, Kun E, Pál A, Bakos J, Kelemen J, Kovács T, Kriskovics L, Sárnecky K, Szalai T, Szing A, Vida K: Overtone and Multi-mode RR Lyrae Stars in the Globular Cluster M3. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 219, Issue 2, article id 25 (2015) OA: arXiv:1504.06215
5. Kereszturi Á, Ormándi Sz, Józsa S: Possible melting produced chondrule destruction in NWA 6604 CK4 chondrite. *Meteoritics and Planetary Science*, 50(7): 1295–1309 (2015)
6. Korsós MB, Ludmány A, Erdélyi R, Baranyi T: On Flare Predictability Based on Sunspot Group Evolution. *The Astrophysical Journal Letters*, 802(2): article id. L21 (2015) OA: arXiv:1503.04634
7. Kóspál Á, Ábrahám P, Moór A, Haas M, Chini R, Hackstein M: The Progenitor of the FUor-Type Young Eruptive Star 2MASS J06593158-0405277. *The Astrophysical Journal Letters*, 801(1): article id. L5, (2015) OA: arXiv:1501.07735
8. Lugaro M, Campbell S W, Van Winckel H, De Smedt K, Karakas A I Käppeler F: Post-AGB stars in the Magellanic Clouds and neutron-capture processes in AGB stars. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 583, article id A77 (2015) OA: arXiv:1509.03518
9. Kövári Zs, Kriskovics L, Künstler A, Carroll T A, Strassmeier K G, Vida K, Oláh K, Bartus J, Weber M: Antisolar differential rotation of the K1-giant σ Geminorum revisited. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 573, article id A98 (2015) OA: arXiv:1411.1774
10. Marton G, Kiss Cs, Balog Z, Lellouch E, Verebélyi E, Klaas U: Search for signatures of dust in the Pluto-Charon system using Herschel/PACS observations. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 579, article id L9 (2015) OA: arXiv:1506.07657

11. Molnár L, Pál A, Plachy E, Ripepi V, Moretti M I, Szabó R, Kiss L L: Pushing the Limits, Episode 2: K2 Observations of Extragalactic RR Lyrae Stars in the Dwarf Galaxy Leo IV. The Astrophysical Journal, 812(1): article id 2 (2015) OA: arXiv:1508.05587
12. Moór A, Henning Th, Juhász A, Ábrahám P, Balog Z, Kóspál Á, Pascucci I, Szabó Gy M, Vavrek R, Curé M, Csengeri T, Grady C, Güsten R, Kiss Cs: Discovery of Molecular Gas around HD 131835 in an APEX Molecular Line Survey of Bright Debris Disks, The Astrophysical Journal, Volume 814, Issue 1, article id 42 (2015) OA: arXiv:1510.03766
13. Pál A, Szabó R, Szabó Gy M, Kiss L L, Molnár L, Sárneczky K, Kiss Cs: Pushing the Limits: K2 Observations of the Trans-Neptunian Objects 2002 GV31 and (278361) 2007 JJ43. The Astrophysical Journal Letters, 804(2) article id L45 (2015) OA: arXiv:1504.03671
14. van Driel-Gesztelyi L, Green L M: Evolution of Active Regions. Living Reviews in Solar Physics, 12: 1-98 (2015)
15. Vincent J-B, Bodewits D, Besse S, Sierks H, Barbieri C, Lamy P, 60 társszerző, Tóth I, Tubiana C: Large heterogeneities in comet 67P as revealed by active pits from sinkhole collapse. Nature, 523: 63-66 (2015)

**AZ MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB
MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	197	Ebből kutató ² :	127
PhD, kandidátus:	68	MTA doktora:	14
		Rendes tag és levelező tag:	3
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			57
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			458
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			413
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			20
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			33
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			243
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			124
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	11
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	527,55	Összes független hivatkozás száma (2014):	2987
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			4208
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 5	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			219
		poszterek száma:	182
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	38	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	35
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			21
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			44
Témavezetések száma: TDK munka:	21	Diplomamunka (BSc):	51
Diplomamunka (MSc):	37	PhD:	50
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		1231 858	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ :	15	Teljes saját bevétel:	347 106 E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			26
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	111 199 E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			3
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	30 286 E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			6
		A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	30 279 E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			4
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	51 853 E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		123 489	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1231 858	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	347 106	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	111 199	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	30 286	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	8041	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	22 238	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	51 853	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	96 118	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	12 745	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	8014	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	6612	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	37	Ebből kutató ² :	29
PhD, kandidátus:	16	MTA doktora:	3
		Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			12

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			101
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			91
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			10
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			10
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			19
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			4
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	11

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	7,275	Összes független hivatkozás száma (2014):	790
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			831

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	2	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			94
		posztterek száma:	47
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	11	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			12
Témavezetések száma: TDK munka:	8	Diplomamunka (BSc):	28
Diplomamunka (MSc):	16	PhD:	24

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	29	Ebből kutató ² :	16
PhD, kandidátus:	10	MTA doktora: 1	Rendes tag és levelező tag: 1
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			10

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			34
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			32
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			18
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			18
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	48,803	Összes független hivatkozás száma (2014):	456
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			637

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			34
		posztterek száma:	39
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 6		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			13

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			8
Témavezetések száma: TDK munka: 6		Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc): 12		PhD:	7

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	49	Ebből kutató ² :	37
PhD, kandidátus:	20	MTA doktora:	2
		Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			10

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			73
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			69
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			21
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			30
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			29
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	65,29	Összes független hivatkozás száma (2014):	320
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			458

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	2	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			28
		posztterek száma:	32
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	7	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			10
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	9

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	72	Ebből kutató ² :	45
PhD, kandidátus:	22	MTA doktora: 8	Rendes tag és levelező tag: 1
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			25

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	256	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	225	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	3	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	1	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	179	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	75	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	412,249	Összes független hivatkozás száma (2014):	1469
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			2344

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	63
	posztterek száma: 64
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 14	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság: 7
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :	3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	14
Témavezetések száma: TDK munka: 6	Diplomamunka (BSc): 8
Diplomamunka (MSc): 4	PhD: 10

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29-33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159, fax: (1) 395 9293
e-mail: foigazgato@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2015-ben

A 2012. január elsejével létrejött MTA Energiatudományi Kutatóközpont (EK) alapvető feladata az energetikai kutatások (atomenergia, megújuló és egyéb energiafajtákra vonatkozó) végzése. 2015. január elsején a Magyar Tudományos Akadémia döntése értelmében (4614/3/2014 számú, 2014. december 8-án kelt Irányítószervi rendelkezés) a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet átkerült az MTA Természettudományi Kutatóközpontból az EK-ba. A kibővült kutatóközpont feladata a korábbiakon túlmenően az anyagtudományi kutatások végzése, különös tekintettel a nanotechnológia alkalmazására. Tekintettel arra, hogy anyagtudományi feladatok már az energetikai kutatások részeként is szerepeltek, megteremtődött a lehetőség a kutatóközpont intézetei közötti együttműködés jelentős fejlesztésére, amelyet belső együttműködési pályázati rendszer bevezetésével segítettek elő.

A szervezeti változás szükségessé tette a kutatóközpont szerkezetének bizonyos megváltoztatását is. Az első három év során sikerült a két korábbi intézet tudományos tanácsából egy egységes központi tanácsot kialakítani. A kibővült kutatóközpont azonban már nem működhet egyetlen tudományos tanáccsal, hiszen tematikája ehhez túlságosan sokrétű. Ezért visszaállították az intézeti tudományos tanácsokat mindhárom intézetben. Ezek elnökei és az igazgatók alkotják a kutatóközponti tudományos tanácsot (KUTTA). Minden olyan kérdésben, amelynek anyagi vonzata is van, a KUTTA illetékes.

A 2015-ös év során a legfontosabb tudományszervezési feladat a korábban kialakult stratégia kiegészítése volt az újonnan csatlakozott intézet stratégiájának figyelembevételével. Az egységes stratégiai kutatási terv kialakítása hosszabb időt vesz igénybe, ezért ennek befejezése még várat magára. A kutatóközpont korábbi stratégiai kutatási terve még elég új ahhoz, hogy annak jó része ma is aktuális legyen, ezért az új terv hiánya nem okozhat fennakadást, ám a változások következtében mindenképpen új stratégiai kutatási tervet kell készíteni az új szerkezetű kutatóközpont számára.

A 2015. évben elért kutatási eredmények a három intézet eredményei, így ezek leírása a három intézet beszámolójában található.

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ATOMENERGIA-KUTATÓ INTÉZET

1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159; fax: (1) 395 9293
e-mail: foigazgato@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az Atomenergia-kutató Intézet fő feladatait a kutatóközpont stratégiai kutatási tervében határozták meg, ennek ismertetése a kutatóközpont korábbi beszámolójában található. A koncepció ma is aktuális, hármas célt szolgál: a jelen igényeinek megfelelő nukleáris biztonsággal kapcsolatos kutatások, a Magyarországon létesítendő új atomerőmű blokkok előkészítésével összefüggő kutatási és fejlesztési tevékenység, a jövő energiatermelésének megalapozása negyedik generációs atomreaktorok és magfűző által.

A Budapesti Kutatóreaktor biztonságos üzemeltetése, a kutatási lehetőségek folyamatos fejlesztése és világszínvonalon tartása is jelentős feladata az intézetnek.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Reaktorfizikai és multi-physics kutatások

2015-ben megkezdődött a saját fejlesztésű KARATE reaktorfizikai kód-rendszer felkészítése, fejlesztése az új paksi blokkok zónatervezési és üzem-zavari elemzéseinek céljára. Kiszámították és a technológiai (pl. hőmérséklet), valamint az összetétel adatok függvényében paraméterezték a tervezett aktív zóna kötegeinek és elemi celláinak reaktor-fizikai csoportállandóit. A KARATE számítási eredményeket ellenőrizték a SCALE programrendszerrel kapott adatokkal. Az eddigieknél várhatóan nagyobb aktinida koncentrációk hatásának pontos számítása céljából megvizsgálták a magasabb rendszámú plutónium izotópok rezonancia önárnyékolásának hatását. Az árnyékolási tényezőket kiszámították az energiában igen részletes felosztású PEACO transzport programmal, majd az eredményeket paraméterezték a rezonancia ekvivalencia tételek megfelelő formuláinak felhasználásával, ezután azokat beépítették a KARATE kód-rendszerbe. A próbaszámítások szerint hagyományos, urándioxid fűtőelemek kiegészítése esetén a vizsgált árnyékolás hatása gyakorlati szempontból elhanyagolható, míg MOX alapú fűtőelemek esetén az árnyékolás hatása szignifikáns. Megkezdték a termohidraulikai szubcsatorna COBRA kód felkészítését az új blokkok kötegei forró-csatorna elemzéseinek céljára.

A jelenlegi és a közeljövőben létrehozandó reaktorok (pl. új paksi blokkok) más energia-termelési módokkal versenyképes és egyben biztonságos üzemeltetésének feltétele a normál üzemi és üzemzavari limitek és biztonsági sávok megalapozott, de nem túlzottan konzervatív kijelölése. A sávokhoz konfidencia szintek, valószínűségek tartoznak. Tovább folytatódott azoknak a módszereknek a kidolgozása, melyek révén ezek az adatok (biztonsági sávok konfidencia jellemzőkkel) megalapozott módon kiszámíthatók úgy a normál üzem, mint az üzemzavarok esetén. Ennek során az EK részt vesz az OECD NEA jelenleg folyó, WPRS UAM („Uncertainty Analysis in Modeling”) együttműködésben. Ennek keretében 2015-ben a csatolt KIKO3D-ATHLET kóddal véglegesítették a KALININ VVER-1000-es erőmű 3.

blokkjának méréseire alapozott benchmark feladat olyan bizonytalansági elemzését a nukleáris adatok mérési hibáinak figyelembevételével, ami még nem tartalmazza a kiégés számítása bizonytalanságainak hatását. Tekintettel az újonnan létesítendő paksi és a vizsgált blokkok jelentős mértékű hasonlatosságára a fenti tevékenység fontos előrelépést jelentett annak a számítási rendszernek a kidolgozásában, amivel az új blokkok zónatervezési és üzemzavari elemzéseinek szállítótól független ellenőrzése végrehajtható lesz. Megkezdődött a kiégés hatásának vizsgálatára alkalmas módszer kidolgozása is. Ebből a célból első lépésként megoldották az OECD NEA UAM cella kiégési bizonytalanságára vonatkozó benchmark feladatot. A teljes megoldáshoz a statisztikus KARATE programrendszer (lásd alább) alkalmazására lesz szükség.

Az intézetben kifejlesztett KARATE kóddal végzett zónatervezési számítások több, egymásra épülő szinten folynak: spektrális (sokcsoport-állandókból kevéscsoport-állandók), köteg és globális számítások, melyek között paraméterezett könyvtárak tartanak kapcsolatot. A magfizikai és a technológiai primer adatok bizonytalanságaiból származó számítási hiba következetes, a visszacsatolásokat is figyelembe vevő (lásd pl. a teljesítmény és a kiégés viszonyában) meghatározása azon alapul, hogy a primer adatokat Monte-Carlo módszerrel sorsolják, majd nagyszámú számítást végeznek, és a többszintes számítások eredményeit statisztikai módszerekkel értékelik ki. Ehhez a több-szintes számításokat és a keletkező, valamint felhasznált adatokat, csoportállandó könyvtárakat meg kell sokszorozni, és a nagyszámú számítás automatizált elvégzéséről kell gondoskodni. Az így felépített KARATE programrendszer statisztikus változatával előzetes számításokat végeztek a köteg-szintű teljesítmény-eloszlás és a reaktivitással kapcsolatos biztonsági paraméterek bizonytalanságainak tekintetében. A metodikai bizonytalanságok meghatározása céljából a VVER-440 reaktor zónájának egészére vonatkozó Monte Carlo input modellt fejlesztettek ki.

Az intézet aktívan részt vett az OECD Nuclear Energy Agency által szervezett együttműködésben, melynek célja a nátrium-hűtésű gyorspektrumú reaktorok, az azok számítására alkalmazott módszerek vizsgálata volt. A KIKO3DMG 3D nodális kódot felkészítették ennek a reaktor-típusnak a számítására, hőmérséklet- és üzemanyag-függő csoportállandókat számítottak ki, és ezeket beépítették a kódba. Ezen kívül a dinamikai folyamatok esetén fontos visszacsatolások figyelembevétele céljára on-line csatolást hoztak létre az ATHLET3.0 rendszer-termohidraulikai kóddal. Az együttműködésben definiált 4 különböző zóna közül a közepes méretű, fém fűtőelemeket tartalmazó zónára meghatározták a biztonság szempontjából fontos paramétereket, így a reaktivitás-tényezőket, teljesítmény egyenlőtlenégeket, effektív késő-neutron hányadokat. Bizonytalansági elemzéseket végeztek, melynek során a nukleáris adatok bizonytalanságainak és korrelációinak e paraméterekre gyakorolt hatását vizsgálták. A másik – nagyobb méretű – vizsgált zóna MOX fűtőelemekből épült fel. Ebben az esetben a csatolt KIKO3DMG-ATHLET kóddal különböző, abszorbens-rúd kihúzásból adódó kezdeti eseményeket szimuláltak. A KIKO3DMG kód speciális – Improved Quasi Static – algoritmus lehetővé tette olyan algoritmus kidolgozását a projekt keretében, aminek során az ún. effektív reaktivitás-tényezők kiszámíthatók. Ezek alkalmazása révén a háromdimenziós számításból adódó időfüggő teljesítmény mind elméletileg, mind gyakorlatilag egzaktul visszakapható a pont-kinetikai egyenlet alkalmazásával is. A reaktivitás-tényezők hagyományos kiértékelése a sűrűségnek és a hőmérsékletnek egyenletes helyfüggő profil szerinti változását tételezi fel a zónában. Az „egzakt” tényezőt adó kiértékelés figyelembe tudja venni a sűrűség-változás valóságos helyfüggő profilját, valamint ezzel együtt a sűrűség egységnyi megváltozásának a reaktivitás-mérlegre gyakorolt hatásának helyfüggését is. Bizonyították, hogy a hűtőközeg sűrűsége szerinti reaktivitás-tényező negatív, ami a biztonság szempontjából nem előnyös, mert csupán önmagában ezt a jelenséget

szem előtt tartva a hőhordozó felmelegedése pozitív visszacsatolásra vezet. A hagyományos kiértékelés ezt a kedvezőtlen hatást alábecsli. Nem zárható ki, valószínűsíthető, hogy hasonló jelenségek más, termo-hidraulikai eredetű, védelem nélküli („ATWS”) kezdeti események esetén is fellépnek. A közeljövőben tervezik egy, az OECD NEA által definiált forgalom-csökkenéssel járó védelem nélküli benchmark feladat megoldását, és a fenti szempontból történő vizsgálatát.

A gázhűtésű gyorspektrumú erőmű kisebb teljesítményű demonstrátor változatának tervezése a visegrádi országok együttműködésében folyik. (A jelenlegi tervek szerint az ALLEGRO demonstrátor Szlovákiában fog megépülni.) Az együttműködés keretében a KIKO3DMG 3D nodális kódot felkészítették a gázhűtésű gyorspektrumú ALLEGRO demonstrátor reaktor számítására is. Hőmérséklet- és üzemanyag-függő csoportállandókat számítottak ki, és ezeket beépítették a kódba. A rendelkezésre álló adatok felhasználásával pontosították a zóna paramétereit, aminek révén egy nemzetközi számítási benchmark feladatot definiáltak. Erre a zónára is meghatározták a biztonság szempontjából fontos paramétereket. Annak következtében, hogy a gyors-pektrumú reaktorokban pusztán a felmelegedésből származó reaktivitás visszacsatolások jóval gyengébbek, mint a PWR-ekben, itt lényeges szerepet kapnak a tabletta és különböző szerkezeti elemek hő-tágulásából származó effektusok, amiket szintén meghatároztak. Vizsgálták az alkalmazott energia csoportszám hatását is.

Termohidraulikai kutatások

A 2015-ös évben a termohidraulikai kísérleti munka több részből tevődött össze.

A reaktor tartály súlyos baleset eseti hűthetőségének vizsgálata tovább folytatódott, annak a kérdésnek a kísérleti igazolását végezték el, hogy lehetséges-e a zsomp hűtővíz elvesztése a tartályfal mentén létrejövő fluktuációk miatt. A CERES berendezésen végrehajtott kísérlet megnyugtató eredményt adott, a mérési eredmények felhasználhatók kódvalidációs célra.

Megkezdődött az ACRIIL berendezésen a forráskrizis jelenségének vizsgálata, az eredményektől a kritikus hőfluxus jelenségének mélyebb megértését várják.

A reaktor biztonsága szempontjából vizsgálni kell, hogy a tranziensek során a nagyon fontos reaktortartály épisége fenntartható-e.

Fűtőelem és reaktoranyag kutatások

A fűtőelemes kutatások területén folytatódtak a cirkónium ötvözetekkel végzett kísérletek. Egy tervezési hűtőközeg-vesztéses üzemzavart modelleztek a CODEX berendezésen elektromosan fűtött köteggel. A kötegben voltak a jelenleg használatos E110 és az új fejlesztésű E110G csövekből készített fűtőelemek is. Kisléptékű kísérleteket végeztek annak megállapítására, hogy a cirkónium elő-oxidációja milyen hatással van a baleseti állapotokban később fellépő légbetöréses folyamatok során a fűtőelemek teherbíró képességére.

Koreai-magyar együttműködésben vizsgálták a hexagonális elrendezésű VVER-440 kazetta hűthetőségét LOCA üzemzavarok során. A 19 rúdból álló kötegen mesterségesen hozták létre a felfűvódásokat szimuláló szakaszt, a felhevített köteget alulról vízzel árasztották el. A mérések igazolták a köteg hűthetőségét abban az esetben is, ha az elzáródott köteg mellett a hűtőközeg egy by-pass ágon is áramolhat.

Szisztematikus áttekintés készült különböző numerikus módszerekkel a szivárgó fűtőelemek számának becslésére. A számítások lefedték a négy blokk több éves üzemelését. A számítások felhasználásával ajánlást dolgoztak ki a szivárgó fűtőelemeket tartalmazó kazetták átmeneti tárolásának megalapozásához. Értékeltek, hogy miként lehetne felhasználni stabil nemesgáz koncentrációkat a szivárgó fűtőelemek kiégésének becslésére. Számításokat végeztek a pihentető medencében elhelyezett szivárgó fűtőelemekből várható aktivitás-kikerülésre olyan üzemzavari állapotokban, amikor tartósan fennáll a hűtőközeg forrása.

A szerkezetintegritási kutatások egyik fontos részét az MVM PA Zrt. PTS elemzéseinek és a hideg-túlnyomásvédelmi rendszer működését vezérlő ún. p-T görbe számításai alapjának részét képező törésmechanikai mérések újfajta – az ipari gyakorlatban és a kutatások során alapvetőnek tekintett szabványos kiértékelési módszerén túlmenő – kiértékelési eljárásának fejlesztése jelentette. A munka egyrészt a törésmechanikai mérések berendezéseinek és a méréseket nagyon precízen követő véges elem modelleknek a fejlesztését, másrészt a szobahőmérsékleten végrehajtott méréseket és azok szimulációval történő követését jelentette. Az eredmények azt mutatják, hogy a szimulációk a méréseket az eddigieknél lényegesen nagyobb pontossággal képesek követni, így a kiértékelési módszer a vizsgált körülmények közötti validációja sikeres. Ahhoz, hogy a módszer a jövőben az ipari gyakorlatban, pl. az MVM PA Zrt. reaktorainak várható élettartama meghatározása bizonytalanságának csökkentése során felhasználható legyen, további, alacsony hőmérsékleten végrehajtott mérésekre van szükség, amely a jelen munka során kifejlesztett mérőberendezés további fejlesztését igényli.

Megkezdődött a jövőben felépítendő nukleáris létesítmények sugárvédelmi szerkezeteihez használni kívánt betonok receptúráinak kidolgozásához szükséges kísérleti program terveinek megalapozása és kifejlesztése.

A szakemberek megkezdték a tervezett MVM Paks II erőműbe installálni kívánt újfajta reaktortartályok szerkezetintegritási elemzéseit során használni kívánt számítási módszertan, valamint a számításokhoz használt véges elemes modellek rendszerének fejlesztését.

Reaktor monitorozási és szimulációs rendszerek fejlesztése

A Paksi Atomerőmű Technológia Számítógép Hálózata (TSZH) több mint 15 éves, hardver eszközei és architektúrája elavult, ezért az erőmű 2014-ben megkezdte a felújítást. Az MTA EK a VERONA zónamonиторozó és a CERTA VITA (CERTA = Centre for Emergency Response, Training & Analysis, Veszélyhelyzeti Intézkedési, Gyakorló és Elemző Központ) hatósági monitorozó rendszerrel kapcsolatos átalakításokban, mint e rendszerek fejlesztője, alvállalkozóként vett részt. A munka eredményeképpen 2015-ben befejeződtek a fejlesztések az atomerőmű összes blokkján, sikeresen végrehajtották az üzembehelyezési munkaprogramokat és a próbaüzemet.

2015-ben is folytatták a rendszeres reaktor diagnosztikai méréseket a paksi atomerőmű összes blokkján és elvégezték a kapcsolódó kiértékeléseket. A havonta végzett mérések során keletkezett zajdiagnosztikai mérési adatokat a blokkok állapotának szisztematikus figyelésére használták, az elemzések az aktív zónán átáramló hűtőközeg forgalmának monitorozására és a zónán belüli szerkezetek rezgéseinek detektálására irányultak. Az elemzések egyik blokkon sem tártak fel technológiai rendellenességet vagy egyéb műszaki problémát. A mérési adatokat felhasználva a primerköri fluktuációk terjedését vizsgálták.

Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) 2015-ben megbízta a kutatóközpontot, hogy készítsen koncepciótervet azzal kapcsolatban, hogy a paksi atomerőműben nemrégiben kiépített súlyosbaleset-kezelő mérőrendszer mérései milyen módon lennének csatolhatók a CERTA VITA rendszerbe. A koncepciótervben szintén ismertetni kellett, hogy az erőmű irányítástechnikai, ill. informatikai rendszereinek (Blokkszámítógép, VERONA zónamonиторozó rendszer, Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer - SER, stb.) megújulása, milyen hatással lehet a CERTA VITA jövője szempontjából. A munka kapcsán koncepciótervet készítettek, amelyben a CERTA VITA felújítására vonatkozó lehetséges alternatívákat fogalmaztak meg IT biztonsági szempontokat is figyelembe véve.

A paksi atomerőmű 2012-ben elhatározta, hogy a jelenlegi 12 hónapos üzemanyag ciklusról fokozatosan áttér a 15 hónapos (C15) kampányokra. A C15 kampányokat csak egy újfajta, a mai Gd-2 típustól jelentősen különböző üzemanyaggal lehet gazdaságosan megvalósítani. Az előzetes elemzések szerint az új üzemanyag miatt a zóna ellenőrzéséhez szükséges on-line számítások volumenét jelentősen növelni kellett, ezt pedig a jelenlegi VERONA zónaellenőrző rendszer erőforrásaival már nem lehetett megvalósítani. Zónaellenőrzés szempontjából tehát a C15 kampányok bevezetésének alapvető feltétele a reaktorfizikai számítási apparátus továbbfejlesztése, illetve a reaktorfizikai programok futtatására használt számítógépek kapacitásának jelentős növelése. 2014-ben az MTA EK műszaki tervet készített a zónaellenőrző rendszer felújításához, majd 2015-ben megkezdődtek a fejlesztési munkák. Az új rendszert 2015 júliusában telepítették az erőmű teljes léptékű szimulátora mellett, augusztusban pedig a 3. blokkon az ún. teszt rendszerben. 2015. december elején került sor az első blokki rendszer telepítésére szintén a 3. blokkon. Ennek sikeres üzembe helyezése megtörtént, decemberben megkezdődött és azóta sikeresen lezárult a rendszer próbaüzeme.

A paksi atomerőmű ún. ex-core neutron detektorai élettartamuk végéhez közelednek. Ezek kiváltására az erőmű egy új típusú detektor bevezetését tervezi. Ezeknek a detektoroknak a felhasználásával – az új kampányok indításakor, a kötelezően elvégzendő reaktorfizikai mérésekhez – Reaktivitás Monitorozó Rendszert (RMR) fejlesztettek, amelynek kísérleti változatával méréseket végeztek a Paksi Atomerőmű 2. blokkján. A mérések kiértékelése után a mérőláncot tovább fejlesztve újabb méréseket végeztek az erőmű 3. blokkján. Igazolták, hogy a detektorok nem csak az indítási mérések kivitelezésére alkalmasak, hanem felhasználhatók lennének normál üzem és az átrakás időtartama alatt is. Így nyilvánvalóvá vált, hogy az új típusú detektorokkal és a kapcsolódó mérőlánccal az elavult Átrakási Neutron Ellenőrző Rendszer (ÁNER) detektorai is kiválthatóak lennének. A sikeres mérési eredmények birtokában javaslatot tettek egy olyan összevont, költséghatékony rendszer kialakítására, amely kiválthatja a jelenlegi RMR és ÁNER funkcióit.

A Paksi Atomerőmű 2015-ben megkezdte a Szabályozó és Biztonság Védelmi Rendszerének (SZBVR) felújítását. A munka kivitelezését a SKODA JS végzi, amelyet az MTA EK alvállalkozóként támogat. A fejlesztés során az RMSZL munkatársai létrehozták a SKODA által javasolt új SZBVR rendszer logikai sémáinak megfelelő szimulációs modulokat és beillesztették azokat az erőmű valós-idejű teljes léptékű szimulátorába. A beillesztés után a SKODA JS és a PA ZRt. munkatársaival együttműködve tesztelték az új rendszer működési mechanizmusait. A tesztelés során azonosított tervezési hiányosságokat a SKODA JS munkatársai javították és az új terveket további tesztelésnek vetették alá. A munka 2016-ban folytatódik a tervek véglegesítésével és a tervek alapján elkészített rendszer megvalósításával.

A kutatóközpont szakemberei részt vettek a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kezdeményezett, 2015-ben induló nemzetközi projektben, amelynek célja vezeték nélküli

irányítástechnikai eszközök atomerőművekben történő használatával kapcsolatos problémák megoldása. Ezzel kapcsolatban vezeték nélküli hálózatok modellezéséhez használható szimulációs modelleket tekintettek át és értékelték.

A fukushimai események után, 2011-ben elvégzett Célzott Biztonsági Felülvizsgálat (CBF) kapcsán az OAH felkérte az erőművet annak vizsgálatára, hogy vajon a baleset-elhárítási tevékenység végzéséhez szükséges, a telephelyen és a telephely környezetében kialakuló sugárzást mérő telepített eszközök alkalmazhatóak-e földrengés és a teljes feszültségvesztés során kialakult helyzetekben. Ennek kapcsán az erőmű az MTA EK-t kérte fel a Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer Környezet- és Kibocsátás Ellenőrző (SER-KK) rendszerének felülvizsgálatára, ill. a rendszer megerősítéséhez szükséges műszaki teendők meghatározására. 2015 év végére a megerősítési feladatok koncepciója kialakult, a konkrét műszaki megoldásokat 2016-ban fogalmazzák meg.

Sugárvédelmi kutatások

Az EK-ban (korábban AEKI) kifejlesztett Pille-MKSz termolumineszcens dózismérő (TLD) rendszer 2003 óta a Nemzetközi Űrállomás (ISS) orosz modulján a dozimetriai szolgálati rendszer része. Segítségével rendszeresen végeznek méréseket a dóziseloszlás feltérképezésére, mérik az űrhajósok személyi dózist őrület alatt és rendkívüli naptevékenység idején, illetve részt vesznek fedélzeti kísérletekben. A nyert több ezer mérés eredményét 2015-ben – a korábbi évekhez hasonlóan – feldolgozták és nemzetközi szakmai fórumokon ismertették. Megkezdődött a jelenleg üzemelő, de szavatossági idején túl járó rendszer leváltására szolgáló második repülő példány legyártása.

Az ESA szervezésében és a Német Repülési és Űrkutatási Intézet (DLR) irányításával folyó DOSIS-3D projekt keretében folytatódott a dózistérképezés az ISS európai Columbus moduljában, amelyben az MTA EK termolumineszcens (TL) detektorokat és szilárdtest nyomdetektorokat tartalmazó saját detektor összeállításokkal vett részt.

Az Európai Űrügynökség (ESA) REXUS/BEXUS (Rocket and Balloon Experiments for University Students) programja keretében 2015 márciusában – az elmúlt 10 év legintenzívebb geomágneses viharának kezdetén – Svédországban, a sarkkörtől északra sikeresen végrehajtották a REM-RED kísérletet. A REM-RED különböző érzékenységű és különböző irányítottágú Geiger–Müller-számlálócsöveivel a REXUS-17 rakéta repülése során – egészen 88 km magasságig – kimérték a kozmikus sugárzás intenzitásának a változását, valamint első alkalommal tanulmányozták annak irányfüggését.

Az ESEO-TRITEL háromtengelyű szilícium detektoros teleszkóp fejlesztése folytatódott. Elkészült a műszer mérnöki-minősítő példánya, mellyel a minősítő tesztek el is végezték. Az Európai Űrügynökség ESEO (European Student Earth Orbiter) programja keretében egy Föld körül keringő műhold fedélzetén végeznek majd méréseket a TRITEL-lel.

Az ESA üstökös-kutató űrszondája, a Rosetta 2014 augusztusában sikeresen elérte a 67P/Csurjumov-Geraszimenko üstökösöt és a történelem során elsőként állt üstökös körüli pályára, valamint 2014. november 12-én leszállóegysége, a Philae sikeresen leszállt annak felszínére. Az EK közreműködésével két műszer készült (a ROMAP/SPM plazma- és a SESAME/DIM pordetektor) az űrszonda leszálló egységére. Az EK munkatársai 2015-ben részt vettek a kapott mérési adatok kiértékelésében, értelmezésében, valamint az eredmények publikálásában.

Folytatódott az egésztest-számláló detektorának 2014-ben kezdődött kalibrációja. Az ²⁴¹Am izotóp 59,5 keV-es gamma vonalának energiatarományában végrehajtott kalibrációs mérések a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségtől kölcsönkapott LLNL fantom segítségével történtek. A fantom segítségével a tüdőbe és a májba jutott radioaktív anyag mérésének hatásfoka határozható meg, különböző mellkas vastagságok esetén.

Elkészült a paksi atomerőmű környezetében található környezeti sugárzásmérő állomások 2009 és 2014 közötti időszakra vonatkozó adatainak elemzése. A munka során összehasonlították az állomásokon található termolumineszcens detektorok és proporcionális számlálók által szolgáltatott eredményeket.

Tovább folytatódtak az elmúlt évek kutatásai a radioaktív anyagoknak a légkörben való terjedése területén. A légköri terjedésre vonatkozó kutatás jelen fázisában a cél olyan légköri diszperziós modell megalkotása, amely lehetővé teszi a szennyezőanyagok terjedésének megbízható becslését a forrástól nagyobb távolságban is. 2015-ben folytatódott a radioaktív anyagok felszíni vizekben való terjedésével foglalkozó kutatás, egy új terjedés- és dózisszámító modell megalapozása.

Hatósági útmutató-tervezetet készítettek a nukleáris létesítményekhez kapcsolódó biztonsági elemzések során alkalmazható légköri kibocsátási kritériumokra vonatkozóan. A kétéves munka befejező fázisában a korábban kidolgozott módszerek alapján készült útmutató-tervezet egyszerűbbé teszi a kibocsátási kritériumok meghatározását, valamint azok teljesülésének vizsgálatát a biztonsági elemzések során.

Számításokat és elemzéseket végeztek a működő és tervezett hazai nukleáris létesítmények biztonságos üzemeltetéséhez, elsősorban azok környezeti hatásainak becsléséhez kapcsolódóan, amelyekhez az EK-ban fejlesztett és kereskedelmi forgalomban kapható szoftvereket alkalmazták.

Sugárbiztonsági kutató-fejlesztő tevékenység

A gamma spektrometriai vizsgálatok keretében:

- A paksi atomerőműbe beszállított friss fűtőelem-kazetták dúsításának verifikálása folytatódott. A megvizsgált 4,7% átlagdúsítású kazettákkal a 3-as blokk megkezdte az első 15 hónaposra tervezett kampányt.
- A fűtőelem-kazetta mérések, különösen a profilírozott kazetták mérésének pontosítása érdekében egyedi fűtőelem-pálcákból kazetta-modellt építettek és azon folytattak tesztméréseket.
- A paksi atomerőmű felkérésére részt vettek a primerköri főberendezésekben (gőzfejlesztő, ioncserélő, csővezetékek) lerakódott korróziós termékek felületi aktivitáskoncentrációjának mérésében.
- A paksi atomerőmű felkérésére kiégett fűtőelem-kazetták kiégettségét vizsgálták, melynek során továbbfejlesztették a hasadási termékek mérés technikáját.
- Részt vettek a Nuclear Forensics International Technical Working Group (ITWG) által szervezett Galaxy Serpent című virtuális gyakorlatban, melynek során adatbázis felállítását és feltételezett, lefoglalásból származó minták azonosítását végezték el.
- Továbbfejlesztették a kormeghatározás módszerét, üreges HPGe gamma-spektrométerrel az intézetben tárolt, főleg lefoglalásból származó uránminták kormeghatározását végezték el.

- ^{110}mAg izotóp acél és cirkónium felületen történő adszorpcióját és deszorpcióját vizsgálták

A neutronkoincideniás vizsgálatok körében a NAÜ magyar támogatói program keretében folytatták az intézetben kidolgozott PTR-32 neutron koincideniás adatgyűjtő rendszer továbbfejlesztését. Kidolgoztak és teszteltek egy a sokcsatornás méréseknél alkalmazható vétő-rendszert, amivel kiszűrhetők a szomszédos detektorcsövekben keletkező nemkívánatos másodlagos impulzusok. A PTR programcsomagban található kiértékelő algoritmusok sorát kibővítették a Feynman-féle kiértékelő algoritmussal. Elkezdtek a véletlen elhelyezkedésű ablakok esetében alkalmazható Burr-féle hibaszámítás implementálását.

Kidolgozták a sugárforrás-mentes oktató laboratórium koncepcióját a neutron koincideniás mérésekhez. A koncepció a PTR adatgyűjtő rendszer valamint az annak fejlesztése során melléktermékként megalkotott virtuális sugárforrás felhasználásán alapul. Ennek segítségével a neutron koincideniás mérésekkel foglalkozó NAÜ inspektorok oktatását jórészt oktató kabinetben lehet végezni, ami megszünteti az ilyen jellegű oktatás speciálisan felszerelt nukleáris laboratóriumhoz való kötöttségét.

Dozimetriai anyagok és módszerek fejlesztése során folytatták a kettősen adalékolt, új előállítású CaSO_4 és Li-tetraborát anyagok vizsgálatát optikai és dozimetriai szempontból. Megvizsgálták a Li-tetraborát alapú detektor anyagok fototranszfer (fényáttöltés) termolumineszcia tulajdonságait. Az eredmények alapján megállapították, hogy 254 nm-es ultraibolya fény alkalmazása lehetőséget nyújt a doziméterek másodszori kiértékelésére.

A kifűtési görbékéből számítható kinetikai paraméterek elemzésével folytatták a Li-tetraborát anyagok csapdaszerkezetének felderítését.

Katódlumineszcenciás és Raman-spektroszkópiás mérésekkel folytatták a rézzel együtt szennyezett $\text{CaSO}_4:\text{Tm,Cu}$ doziméter alapanyagok jellemzését. A réz szerepét illetően megállapították, hogy nem található közvetlenül a rézhez köthető emissziós vonal a spektrumokban. A spektrumok elemzéséből információt nyertek a befogadó rács és a szennyezők beépülésének struktúrájára vonatkozóan.

Nagy pontossággal (jó időfelbontással) megmérték felületszerelt ellenállások információ felejtésének anomális időlefolyását, ami lehetőséget nyújt a pontosabb dózisbecslésre.

Megvizsgálták a kutatóreaktor mérőállásában a kevert neutron-gamma sugárzási tér dóziseloszlását, és az árnyékoló rendszer hatékonyságát TL módszer alkalmazásával.

A tömegspektrometriai mérések területén elkészült a hazai nukleáris törvényszéki analitikai könyvtár létrehozásához szükséges adatbázis az MTA EK-ban tárolt, hazai lefoglalásokból és hazai felhasználásból származó nukleáris anyagok kiterjedt vizsgálatával. Az elemzéseket több technikával (optikai mikroszkóp, elektronmikroszkóp, tömegspektrométer, gammaspektrométer, XRF) és több ismétlésben végezték az egyes mintaszrások feltérképezésére. Mindehhez új módszereket kezdtek fejleszteni a legrelevánsabb, eredetet meghatározó paraméterek azonosítására. Ilyen módszerek pl. az Pb és Nd izotóparányok meghatározása a mintákban. A keresési funkcióval rendelkező könyvtár program első verziója elkészült, továbbfejlesztésén dolgoznak.

A nukleáris törvényszéki területen kifejlesztettek egy táv-irányítható nukleáris/radioaktív anyagok felkutatására alkalmas robotot, melynek segítségével veszélyes vagy nehezen elérhető/megközelíthető helyeken is lehetővé válik a felderítés.

A Budapesti Kutatóreaktor működésének főbb eredményei

Az előző évek gyakorlatához hasonlóan a nemzetközi felhasználói programot a Budapest Neutron Centrum (BNC) koordinálja. Továbbra is fő feladatának tekinti a kutatóreaktor körüli nagyberendezések hatékony kihasználásának biztosítását az alap és alkalmazott kutatások területén. A BNC csatlakozott a CERIC-ERIC konzorciumhoz. A felhasználói program nemzetközi ismertségét mutatja, hogy több mint 20 országból érkeztek kutatók és végeztek méréseket a BNC berendezésén.

2015-ben kilencedik alkalommal rendezték meg a Közép-európai Neutronszórásos Iskolát (Central European Training School on Neutron Scattering). Az iskolára rendkívül nagy az igény. Miután az elméleti oktatás mellett a hallgatók mérést végeznek a kutatóreaktor nagyberendezésén, ezért korlátozott számú (30) hallgatót tudtak fogadni.

Az előző évekhez hasonlóan 2015-ben is megszervezték a „user meeting”-et, amelyen vendégkutatók mutatták be a BNC berendezésén végzett kutatásaik eredményeit.

A Budapesti Kutatóreaktor (BKR) tagja a kelet-európai reaktorok koalíciójának; East European Research Reactor Initiative (EERRI). 2015. szeptember 28-a és november 6-a között 11. alkalommal rendezték meg a hathetes tréning programot (EERRI Research Reactor Group Fellowship Training Programme), amelyből a hallgatók három hetet Budapesten töltöttek. A programnak 9 hallgatója volt; Szaud Arábiából, Jordániából, Pakisztánból, Dél-Afrikából és Nigériából.

2015 októberében indult egy új EU-s projekt a H2020 program keretében, SINE2020 (For World Class Science and Innovation with Neutrons in Europe 2020) elnevezéssel. A projektben az európai neutronos iskolák szervezésével, koordinálásával foglalkoznak és részt vesznek a neutronos kísérleti módszerek ipari alkalmazási lehetőségeinek kidolgozásában. A projektben az MTA EK az MTA Wigner Fizikai Kutatóközponttal együtt vesz részt.

b) Tudomány és társadalom

Az intézet tevékenységéről és eredményeiről időközönként internetes hírportálokon, napilapokban, valamint rádió- és televízió műsorokban számol be.

A sugárbiztonság, a nukleáris törvényszéki analitika területén zajló kutatások és lehetőségek bemutatásáról tartottak előadásokat a Lányok Napja rendezvényen, az ELTE TDK hetének keretében, valamint a BME-n egy féléves tantárgy egyik óráján meghívott előadóként. Nukleáris/radioaktív anyagok felkutatását demonstrálták az intézet munkatársai több neves konferencián (ITWG) gyakorlati bemutató keretében

Az új mozgólaboratóriumot és annak képességeit bemutatták a maglói középiskolában rendezett tudományos napon a tanulóknak, valamint az energetikai államtitkárság képviselőinek.

A Budapesti Kutatóreaktor 2015-ben is számos vendéget fogadott, elsősorban diákcsoportokat.

Az űr-dozimetria eredményeiről és a kapcsolódó műszerfejlesztésről időközönként internetes hírportálokon, napilapokban, magazinokban, valamint rádió és televízió műsorokban számolnak be.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Az intézet legfontosabb hazai partnerei hosszú évek óta az MVM Paksi Atomerőmű ZRt és az Országos Atomenergia Hivatal.

A Fenntartható Atomenergia Technológiai Platform (FAETP) 2015-ben folytatta tevékenységét. A korábban megfogalmazott remény valóban megalapozott volt, hiszen az 2014-ben kiírt pályázaton sikerült nyerni, így az érdemi munka is elkezdődhetett.

2015 nyarán az űrdozimetriai kutatócsoport egyik munkatársa egy hónapot töltött Göttingenben, a Max-Planck-Institute für Sonnensystemforschung (MPS) intézetben, ahol a DIM kísérlet egyik társkutatójaként a Philae mérési eredményeinek értelmezésében, publikálásában, valamint az adatoknak az Európai Űrügynökség bolygótudományi adatbázisában történő archiválásban is részt vett.

2015-ben az Energiatudományi Kutatóközpont tagja lett a NERIS-nek (European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery). A NERIS keretein belül lehetőség nyílik a nemzetközi munkába való bekapcsolódásra a nukleáris balesetelhárítás területén.

Az intézet ellátja a hosszú múltra visszatekintő műszaki szakértői háttértevékenységet is az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) számára nukleáris biztosítéki és nukleáris védettségi vonatkozásokban, ill. a sugárbiztonság, a radioaktív anyagok szállítása, nyilvántartása, és ismeretlen eredetű radioaktív anyagok azonosítása terén.

Az elmúlt években, tavalyi befejezéssel kialakították a Magyarországon egyetlen és Közép-Kelet Európában is egyedülálló Nukleáris Törvényszéki Analitikai Laboratóriumot. A laboratórium elsődleges feladata a talált, illetve ismeretlen radioaktív/nukleáris források karakterizálása.

A NAÜ megbízásából tartottak egy egyhetes nukleáris törvényszéki témájú tanfolyamot. Ugyancsak a NAÜ megbízásából három ösztöndíjas töltött az intézetben több hónapot dozimetria és nukleáris törvényszéki analitikai témában.

Kétoldalú együttműködések vannak a Horvát Akadémia „Ruder Boskovic” intézetével, a Szerb Akadémia „Vinca Nukleáris Kutatóintézetével” és az Ukrán Akadémia „Felületkémiai Intézetének” és a francia „Triskem International” cég munkatársaival.

A 2014-es év folyamán tovább erősödtek a kapcsolatok az Amerikai Külügyminisztériummal, a GICNT (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism) nemzetközi szervezettel, valamint az ITWG (International Technical Working Group on Nuclear Forensic) nemzetközi

szervezettel. Az ITWG huszadik, jubileumi rendezvényét Budapesten tartotta az MTA EK szervezésében.

Az MTA EK munkatársai az ESARDA (European Safeguards Research and Development Association) nemzetközi szervezet, és az ITWG vezetésében is képviseltetik magukat.

Egy EU H2020 projekt (C-BORD) kapcsán együttműködnek a CEA (Francia Atomenergia Hivatal) munkatársaival. Ezen a területen több, újabb közös projekt is várható a jövőben (FACET H2020, EUROSTARS beadva).

A hazai kapcsolatok közül jelentősek még a hazai egyetemekkel történő együttműködések, mint BME, Pannon Egyetem, Szegedi Tudományegyetem.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az elnyert nemzetközi pályázatok jó része az EU keretprogramjaiból származik és ezek jelentősége abban áll, hogy a korszerű atomenergetikához kapcsolódó nemzetközi kutatásokhoz biztosít kapcsolatot, lehetőséget adva részben a hasadáson alapuló atomreaktorok korszerű változatainak vizsgálatára részben a fúzióval kapcsolatos kutatásokra. E két látszólag távoli területet az új, magas hőmérsékleten is használható szerkezeti anyagok kutatása kapcsolja össze.

A C-BORD nevű, H2020-as EU-s pályázat célja a nemzetközi konténer forgalom határokon történő hatékonyabb ellenőrzése, új módszerek kidolgozása és eszközök kifejlesztése. A pályázatban 18 intézmény (10 ország) képviselői vesznek részt, Magyarországot az MTA-EK és a NAV képviseli a projektben.

A Symetrica angol céggel együttműködésben zajló Eurostars projekt célja, a nukleáris biztonság növelése, azaz az angol cég által gyártott sugárzásmérő detektorok (sugárkapuk, kézi műszerek, hordozható műszerek) tesztelése az intézetben működő tesztberendezés révén. A projekt 2015. 06. 01-én indult és 24 hónap az átfutási ideje.

Egy nemzetközi konzorcium tagjaként bekapcsolódtak egy a 2015-ben indult, az Európai Unió által finanszírozott CATHYARA (Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident) projektbe. A projekt fő célja egy radioaktív kibocsátással járó esemény által okozott belső sugárterhelés mérési módszereinek kidolgozása különös tekintettel gyermekekben a jóddizotópok által okozott pajzsmirigydózis jelentőségére.

Az Országos Atomenergia Hivatal „Műszaki Megalapozó Tevékenység” pályázatai jelentős szerepet játszanak az intézet legtöbb laboratóriumának életében, lehetőséget adva a hatósági tevékenység tudományos alapjainak biztosítására.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kulacsy K: Mechanistic model for the fragmentation of the high-burnup structure during LOCA. Journal of Nuclear Materials, 466: 409-416 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jnucmat.2015.08.015>

2. Fernandes M M, Vér N, Baeyens B: Predicting the uptake of Cs, Co, Ni, Eu, Th and U on argillaceous rocks using sorption models for illite. *Applied Geochemistry*, 59: 189-199 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2015.05.006>
3. Keresztúri A, Hegyi Gy, Maráczy Cs, Trosztel I, Tóta Á, Karsa Z: Analyses of Beyond Design Basis Accidents of Homogeneous Boron Dilution Scenarios. *Kerntechnik*, 80: 4 (2015) <http://dx.doi.org/10.3139/124.110512>
4. Panka I, Keresztúri A: Assessment of the uncertainties of MULTICELL calculations by the OECD NEA UAM PWR pin cell burnup benchmark. *Kerntechnik*, 80: 4 (2015) <http://dx.doi.org/10.3139/124.110501>
5. Auster H-U, Apáthy I, Berghofer G, Fornacon K H, Remizov A, Carr C, Güttler C, Haerendel G, Heinisch P, Hercik D, Hilchenbach M, Kührt E, Magnes W, Motschmann U, Richter I, Russell C T, Przyklenk A, Schwingenschuh K, Sierks H, Glassmeier K H: The Nonmagnetic Nucleus of Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. *Science*, 349: 6247 (2015) <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa5102>
6. Kiss S, Lipcsei S: Analysis of propagating temperature perturbations in the primary circuit of PWRs. *Annals of Nuclear Energy*, 85: 1167-1174 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.anucene.2015.08.001>
7. Barna IF, Pocsai MA, Guba A, Imre AR: Theoretical study of steam condensation induced water hammer phenomena in horizontal pipelines. *Kerntechnik*, 80:(5) 420-423 (2015) <http://dx.doi.org/10.3139/124.110537>
8. Mayer G, Bentivoglio F: Preliminary study of the decay heat removal strategy for the gas demonstrator allegro. *Nuclear Engineering and Design*, 286: 67-76 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.nucengdes.2015.02.001>
9. Ekdal E, Garcia Guinea J, Kelemen A, Ayvacikli M, Canimoglu A, Jorge A, Karali T, Can N: Cathodoluminescence and Raman characteristics of CaSO₄:Tm³⁺, Cu phosphor. Original Research Article. *Journal of Luminescence*, 161: 358-362 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2015.01.043>
10. Szabados E, Sági Gy, Kovács A, Takács E, Wojnárovits L, Tungler A: Comparison of catalysis and high energy irradiation for the intensification of wet oxidation a process wastewater pretreatment. *Reac. Kinet. Mech. Cat.* 116: 95-103 (2015) <http://dx.doi.org/10.1007/s11144-015-0894-4>
11. Krüger H, Seidensticker KJ, Fischer H-H, Albin T, Apáthy I, Arnold W, Flandes A, Hirn A, Kobayashi M, Loose A, Péter A, Podolak M: Dust Impact Monitor (SESAME-DIM) Measurements at Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. *Astron Astrophys* 583, A15, (2015) <http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201526400>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az elkezdett és a 2015-ben indítandó új energiatudományi kutatások folytatása, illetve felfuttatása hazai és nemzetközi együttműködésben;

A Budapesti Kutatórektornál működő kísérleti berendezések továbbfejlesztése és magas szintű hasznosítása nemzetközi és hazai kutatók bevonásával. Felkészülés a tüzelőanyag cellák neutronos kutatására;

Az energiaátalakítás környezeti hatásainak és rendszereinek kutatása;

Energia átalakító, környezetkímélő, gazdaságos és energiatakarékos kémiai módszerek kutatása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Nukleáris analitikai kutatások

A nukleáris analitikai módszerek kémiai, biológiai és anyagtudományi alkalmazásai

Az ETH Zürich munkatársai bevonásával új in-beam katalízis összehasonlító méréseket végeztek CeO₂, ZrO₂ és különböző molarányú vegyes Ce-Zr-oxid katalizátorokon lejátszódó gázfázisú HBr és HCl oxidációs folyamatokkal kapcsolatban. Azt tapasztalták, hogy a nanométer-léptékben nem homogén katalizátor akár 50%-al is aktívabb lehet, mint a homogén minta, és a reakciósebesség a hőmérsékleti ciklusok során hiszterézist mutat. Vizsgáltak továbbá ex situ kétfémes, SiO₂ hordozós, Au-Cu katalizátorokat is.

A Semmelweis Egyetemen és a Queen Mary University of London kutatóival bioaktív üvegek (üveges ionomer cementek) anyagában végbemenő megkötődési folyamatot követtek PGAA módszerrel. Előzetes eredmények alapján a várt térfogati effektusokat nem tudták igazolni. A vizsgált anyagok egy részét már használják a klinikai gyakorlatban (pl. fogászati implantátumok), mások még fejlesztés alatt állnak.

PGAA és NAA módszerrel elemezték a Ti-Ni ötvözetből készült fogsabályozó fémszálak összetevőit a Tor Vergata di Roma Egyetemen közösen, az európai szabványoknak történő megfelelés alátámasztására.

NAA módszerrel kimutatták, hogy a hegyi patakokban honos Sphaerotilus-Leptothrix baktérium jelentős vas akkumulációs képességeket mutat.

Napelem alapanyagokon a közelmúltban végzett mérések tapasztalatai rámutattak arra, hogy a NIST SRM 57B standard referenciaanyag több összetevőjének eddig érvényesnek tekintett koncentrációja pontatlan. Részt vettek az anyag újraminősítésében, melynek hatására a NIST felülvizsgálta az addigi adatokat és új bizonylatot adott ki.

A nukleáris analitikai módszerek archeometriai alkalmazásai

OTKA K 100385 és kétoldalú együttműködések keretében csiszolt balták (110 db nefrit, szerpentinit, zöldpala) elemösszetételét határozták meg PGAA módszerrel, hogy az összetétel adatokból adatbázis készüljön, és a nyersanyagok lehetséges eredetét lehessen meghatározni (proveniencia analízis). A hazai minták mellett a Bosznia-Hercegovina területén végzett gyűjtésből származó, archeometriai szempontból nagy jelentőségű radiolarit és a szlovákiai Imbreg környékéről származó obszidián nyersanyagok mintasorozat összetételét is meghatározták.

- Különböző, távol-keleti vas műtárgy (kések, török) és egyedi régészeti ezüstpénzek, kerámia- és bronztárgyak összetételét és szerkezetét vizsgálták, az eredményeket publikálták.
- PGAA, in-beam NAA, NR, μ XRF, pXRF, PIXE módszerekkel különböző modern ezüst- és ezüstözött tárgyakon előméréseket végeztek a Seuso-projekthez kapcsolódóan.

Nukleáris és magadatok mérése és feldolgozása

Dúsított W izotópok pontosabb nívósémáját és sokkal megbízhatóbb neutronbefogási hatáskeresztmetszet értékeit határozták meg a korábban mért adatok DICEBOX program segítségével végzett újraértékelésével, a Berkeley National Laboratory kutatóival együttműködésben.

- Azonosították és korrekcióba vették a különböző hidegneutron-nyalábokban (pl. BNC és FRM II) mért, főként aktinoida hatáskeresztmetszet adatok kismértékű eltéréseinek okait.
- A Eskişehir Osmangazi Üiversitesi-vel együttműködve megvalósították a digitális Compton-elnyomást egy CAEN N6724 listamódú adatgyűjtő segítségével. A kísérleti spektrumok háttere így jobb egyezést mutat a *geant4* szimulációkból kapott eredményekkel, mint az analóg mérőlánc esetén.

Metodikai kutatások

A PGAA, az XRF és a neutronradiográfia módszereit együttesen alkalmazták fém minták részletesebb jellemzésére. Kiemelt partnerként vesznek részt a „Research Reactor User Networks: Standardization of Neutron Imaging for Industrial Applications” elnevezésű, a NAÜ által koordinált projekt előkészítő fázisában. Javaslatuk alapján a tesztobjektumok anyagként titánt alkalmaztak és elkezdődtek a neutrontomográfiás tesztobjektumok összehasonlító mérései világszerte. Az előzetes eredmények szerint a képminőséget torzító éleffektus mértéke a titán használatával az elfogadható szintre csökkent.

- A Fűtőelem és Reaktoranyagok Laboratórium munkatársaival újfajta, a Paksi Atomerőműben még nem használt Zr-alapú fűtőelem-burkolatok elemösszetételének helyfüggését vizsgálták szekunder hidridizáció során. Az eredmények igazolták, hogy a roncsolásmentes PGAI módszer hasznos kiegészítője a burkolatok roncsolásos vizsgálatainak (mechanikai tesztelés és forró extrakciós vizsgálat).
- Megkezdték az arra alkalmas tárgyak (pl. kulturális örökség) párhuzamos vizsgálatát kétmodalitású (neutron és röntgen) képalkotással. Esettanulmánnyal mutatták be a PGAI-NT módszer használhatóságát nukleáris biztosítéki célokra, ólomtokba zárt urántartalmú anyagok felismerésére, azonosítására és mennyiségi mérésére.
- A NAA labor és a Reaktorüzem sikerrel vett részt a NAÜ és a TU Delft által szervezett molibdén besugárzási körmérésen, ahol a kb. 15 résztvevő között az egyik legjobb eredményt érte el.
- Speciális extrakciós kromatográfiás gyantán (DGA) és folyadékkromatográfián alapuló új szelektív elválasztási eljárást fejlesztettek és optimalizáltak lantanoidák egymástól és a minta mátrixtól történő elválasztására, a reaktorban aktivált La-140, Ce-141, Nd-147, Sm-153, Eu-152, Gd-153 nyomjelző izotópok segítségével. A módszer a jövőben folyékony nukleáris hulladékok jellemzéséhez is használható. Hasonló módszerrel határozták meg Am-241 tartalmat folyadék, biológiai és talaj mátrixokból.

Geológiai és környezetanalitikai kutatások

Az alacsonyhatárú gamma spektrometriai mérések tapasztalataira alapozva angolai építőanyagok természetes radioaktivitásának (K-40, U- és Th-sorok) első szisztematikus, később referenciaként szolgáló vizsgálatát kezdték meg. Az előzetes eredmények szerint a változatos geológiai formációk jellegzetesen különböző radioaktivitásúak.

- A NAA és a PGAA labor részt vett a NAÜ és a TU Delft által szervezett talaj- és növénymintákon végzett összemérésen, ahol a sorozatosan jó eredményt („Consolidated good performance”) szolgáltató laborok közé rangsorolták.
- A Cserhátból származó különleges kőzetet vizsgáltak PGAA-val és neutronradiográfiával, melynek kiemelkedően nagy bórtartalmát a borátásványok jelenlétének tulajdonították.

Mössbauer spektroszkópiai kutatások

Mikro és mezopórusos ferriszilikát kutatások eredményeit összefoglaló cikkben publikálták, melyben a kristályos és amorf szerkezetekben található vas atomok környezetének különbségeit hasonlították össze. Na-LTA zeolitban 2,5 MeV-es protonok szerkezetre gyakorolt hatását követték pozitronannihilációs spektroszkópiával. Ferriszilikát LTA zeolit szintézisre alkalmas gélek szárításával és magas hőmérsékletű kezelésével mullit kristályokat állítottak elő mesterségesen, a keletkezés részfolyamatait követték Mössbauer-spektroszkópiával. Cu_xFe_y (diklór-dietilamin-benzokinin) koordinációs polimerek szerkezetének vizsgálatához is hozzájárultak Mössbauer spektroszkópiás mérésekkel.

- Kis sűrűségű, nagy fajlagos felületű vas-oxihidroxid aerogéleket tanulmányoztak a Debreceni Egyetem munkatársaival együttműködésben. Aero- és xerogéleket állítottak elő $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ szerves oldószerben végzett hidrolízisével. Átmeneti vegyes komplexek megjelenését tudták kimutatni lefagyasztott oldatok és gélek Mössbauer-spektroszkópiás vizsgálatával.
- Különböző Au-S kötések jelenlétét mutatták ki 2-3 nm átmérőjű, butil-ditiollal stabilizált arany szemcsék XRD, TEM, Raman, PAS, FTIR és ^{197}Au Mössbauer spektroszkópiás vizsgálatával.

Energiatudományi kutatások

Megvizsgálták a neutronos analitikai és képalkotási technikák alkalmazhatóságát tüzelőanyag-cella működés-közbeni diagnosztikájára. Vizsgálták a membrán, a katód és az anód lemez összetételét és szerkezetét PGAA, radiográfia és SANS módszerekkel.

- A különböző hidegneutron-nyalábokban (pl. BNC és FRM II) mért, egyes aktinoida hatáskeresztmetszet adatok kismértékű eltérések okait keresve, megállapították, hogy ennek a nem $1/v$ -s hatáskeresztmetszet az oka. Az értékek korrekciójára egy egyszerű módszert adtak, így elérték, hogy a differenciális és integrális módszerek egyező eredményt adnak.
- A CHANDA projekt keretében (n, γ) méréseket végeztek a ^{239}Pu hasadási prompt-gamma fotonjai energia-eloszlásának meghatározására, amely szerepel a NEA mérési prioritási listáján, mint a negyedik generációs reaktorok számolásához szükséges egyik fontos paraméter. Összefoglaló publikációt készítettek a TANDEM együttműködés eredményeiről.

Környezetfizikai kutatások

Radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

A nagyaktivitású radioaktív hulladékok mélygeológiai tárolóban történő biztonságos elhelyezésének témájában agyagos befogadó kőzetek radionuklid-megkötését vizsgálták,

svájci együttműködés keretében. Laboratóriumi mikroszkopikus röntgenfluoreszcenciás és röntgenabszorpciós mérésekkel kimutatták, hogy az urán megkötésében szerepet játszó FeOOH fázis létrejöttének oka az ankeritek mállása és az U(VI) részleges redukciója. Transzmissziós elektronmikroszkópos mérésekkel nanométeres skálán is kimutatták, hogy a Ni(II) és Zn(II) főképpen az illit és illit-szmektit agyagásványokon kötődik meg.

- Radioaktív hulladék kondicionálására folytatott kísérletekben megállapították, hogy a még stabil amorf rendszert eredményező mátrix/hulladék tömegarány maximuma 60%/40%. A nehezen hozzáférhető Pu és Np, Am aktinoida atomok beépülését Ce és Nd adalékozással modellezték. Vizsgálták a különböző aktinoida/lantanoida stabil keveredési arányát is. A diffrakciós mérések és a szimulációs számítások azt mutatták, hogy ha a hulladék ekvimoláris arányban tartalmaz U, Ce és Nd atomot, ezek stabilan beépülnek a mátrix-üveget felépítő alapszerkezetbe. Vizsgálataik bizonyították, hogy az üveg alapszerkezetét SiO₄ tetraéderez, BO₃ trigonális és BO₄ tetraéderez egységek összekapcsolódása építi fel. A másodsomszéd távolságokra kapott eredmények azt támasztják alá, hogy az U, Nd, Ce atomok az O atomon keresztül közvetlenül kapcsolódnak a szerkezetet alkotó Si, B atomokhoz. A vizsgálatok alapján az aktinoidák és hasadási termékek homogén atomi szinten való stabil beépülése megállapítható.

²⁴¹Am inkorporációjától származó sugárterhelés becslése

²⁴¹Am-ot tartalmazó aeroszol szennyezés eredetéről, annak fizikai és kémiai formájáról, az inkorporáció mértékéről 2014-ben készített kutatási jelentésük folytatásaként az érintett személyekkel a speciálisan erre a feladatra kalibrált mérőrendszerrel több alkalommal egésztest- és testrészszámlálást végeztek. Emellett exkrétum-minták összehasonlító elemzését hajtották végre radiokémiai elválasztást követően tömegspektrometriával és alfa-spektrometriával. Megállapították, hogy a vizeletmérésekre alapozott dózisbecslés realisabb, mint a tudóméréseket is figyelembe vevő modellszámítás. Az új számítások szerint a leginkább szennyeződött személy dózisa egy évre nem több mint 3 mSv, lekötött dózisa pedig mintegy 200 mSv-nek adódik, amelyet tovább csökkenthet a még folytatódó kiürülés.

A sztochasztikus tudómodell fejlesztése

Az úgynevezett sztochasztikus tudómodellt valamennyi tervezett pontban sikeresen továbbfejlesztették. Megoldódott a légutak felületének számítása, mely segítségével lehetővé vált a depozíciósűrűség és -sebesség számítása a kiülepedett részecske szám és tömeg függvényében. A modellt városi aeroszokok légúti depozíció- és depozíciósűrűség eloszlásának leírására alkalmazták.

- Mind a káros, mind a hasznos aeroszol részecskék esetében igen lényeges kérdés lehet a lokális, akár sejtszintű, terhelés meghatározása. Az 500 nm feletti részecskék számára a centrális légutakat borító nyák (mucus) réteg gyakorlatilag áthatolhatatlan, ellenben az 50 nm alatti részecskék viszonylag könnyen átdiffundálhatnak rajta. E két mérettartomány között azonban az áthatolás mértéke erősen függ a részecskemérettől. A tárgyévben egy negyedik-ötödik légúti generációs bifurkációban aeroszol részecskék kiülepedés-eloszlásának és szimultán tisztulásának számítására került sor. Az eredmények szerint az elágazás csúcsában, éppen ott, ahol a primer depozíció forró területet hoz létre, e környezetben a tisztulás sebessége is lassú, ami tovább növeli e szövetrészt fokozott aeroszol terhelését.
- A sugárterhelést túlélő sejtek hányadát a dózis függvényében ábrázolva számos kísérletben megfigyelhető, hogy a túlélési hányad kis dózisoknál meredeken csökken, majd egy lokális minimumot követően növekszik. Numerikus szimulációkkal megállapították, hogy létezik olyan paraméterezés, amelynél a túlélő hányad nem monoton függvénye a dózisonak, hanem egy adott sugárdózisnál a túlélő hányadnak

minimuma van. Emellett előfordul az is, hogy a görbének több lokális minimuma fordul elő, ami szintén megfigyelhető kísérletekben. Az eredmények rámutatnak a sejtek közötti kölcsönhatások szerepére. A modell magyarázatot ad arra, hogy a hiperszenzitivitásra alapozott sugárterápia miért nem sikeres.

- Önkéntesek normál spirometriás és néhány, az asztma terápiaiban gyakran alkalmazott ICS-LABA kombinációjú (üres) aeroszol porinhalátoron át felvett spirometriás adatait hasonlították össze. Így a normál spirometriás adatokból egy-egy konkrét beteg esetében már következtetni lehet az inhalációs eszközön át történő főbb belégzési paraméterértékekre. Végül ezen asztmagyógyszerek esetében, a továbbfejlesztett sztochasztikus tüdőmodell alkalmazásával, az önkéntesek légzőrendszeri depozíció- és depozícióúsúség eloszlása került elemzésre. Megállapították, hogy e módszerrel valóban megmondható, hogy egy adott betegnek, melyik gyógyszer - eszköz (porinhalátor) páros javasolható.
- A légzésfunkciós adatok széleskörű elemzése, majd COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) faktorok meghatározása segítségével, COPD-s betegek légúti szűkületeinek mértéke leírásra került. Ezen adatokat a sztochasztikus tüdőmodellbe építve, a modell új verziójával, a COPD-s betegek légúti szűkületeinek légzőrendszeri aeroszol depozícióra vonatkozó hatása már kvantifikálható.

Megújuló energiák kutatása

A legtöbb megújuló energiát hasznosító termelőegység (szélerőművek, napelemek) rendszerintegrációjának nehézségét részben az energiaforrások sztochasztikus rendelkezésre állása adja. E probléma kiküszöbölésére számos ún. hibrid rendszerrel találkozhatunk, ahol két vagy több energiatárolási eljárás együttes alkalmazásával igyekeznek a technológiai hátrányokat kiküszöbölni. A kutatás során laboratóriumi összeállítás segítségével végzett töltési-kisütési ciklusok során vizsgálták, hogy milyen előnyöket nyújt a hibrid rendszer az önálló akkumulátoros megoldásokhoz képest, illetve hogy mennyiben módosítja az energiatároló költséghatékonyságát a szuperkondenzátor alkalmazásának hatására várhatóan meghosszabbodó akkumulátor-élettartam.

- Részt vettek az „Energia térkép (E-térkép)” projektben, melynek célja egy olyan országos „energiatérkép” létrehozása, amely alapot nyújt a 2014-2020-as programozási időszak forrásfelhasználás-tervezési, s végrehajtási munkáihoz. Önálló módszertan kidolgozása után felmérték különböző megújuló energiaforrások (nap-, szél-, vízenergia, biomassza, geotermia) kistérségi potenciálját az Energiatérkép projekthez, illetve összehasonlították ezeket az értékeket Magyarország Megújuló Energia Nemzeti Cselekvési Tervének irányzámaival.
- Digsilent PowerFactory környezetben elkészült a magyarországi átviteli hálózat számítógépes modellje, illetve egy tipikus nyári és téli terhelési nap szimulációjához szükséges termelési és fogyasztási adatok összessége.

Energia és környezetkímélő sugárkémiai kutatások

Új, energiakímélő eljárások alkalmazása a szennyvízkezelésben, vízben oldott szerves szennyezők lebontása nagyenergiájú sugárzással

Szulfonamid típusú antibiotikumok (nyolc vegyület) lebontását tanulmányozták híg vizes oldatukban. Impulzusradiolízis kísérletekkel kimutatták, hogy a sugárzás során az elsődleges reakció a hidroxil gyök addíciója a benzol gyűrűre, melynek során főleg ciklohexa-dienil típusú köztitermékek keletkeznek. Levegővel telített oldatokban ezek a gyökök peroxi gyökké alakulnak át. A mérhető, stabil termék kis dózisoknál, legtöbb esetben a benzol gyűrűn hidroxilált származék. Néhány esetben a hidroxilgyök a heterociklikus gyűrűt támadta,

amit az LC-MS/MS eredmények alapján bizonyítottak. A KOI és TOC eredmények szerint növekvő dózissal fokozatosan oxidálódnak a vegyületek. A hidroxilációval párhuzamosan gyűrű felnyílás is bekövetkezik. A szervesetlen SO_4^{2-} és NH_4^+ vegyületek keletkezése és gyűrű felnyílás (UV-spektroszkópiával követve) hasonló kinetika szerint játszódik le. A kén a degradáció után is az oldatban marad (ICP-MS eredmények szerint), a nitrogén atomok egy része azonban - valószínűleg N_2 gáz formájában – távozik az oldatból (TN mérések szerint). A degradáció a pH csökkenésével jár együtt a keletkező SO_4^{2-} , NO_3^- és kis molekulájú szerves savak keletkezése miatt.

- Penicillin típusú baktericid antibiotikumok ionizáló sugárzás indukálta lebontását is híg vizes oldatokban tanulmányozták impulzusradiolízissel, illetve gammaradiolízis után végtermék analízissel. A hidroxilgyök főleg a tioéter csoportot támadja, majd vagy a kénhez, vagy az aromás csoporthoz kapcsolódik. A kénhez kapcsolt OH származék kén gyök-kationná alakul, ami a továbbiakban három lehetséges úton reagálhat: (1) a szomszédos szénatom deprotonálódása α -(alkiltio)alkil gyökhöz vezet, amelyből diszproporcionálódással szulfoxid keletkezik; (2) pszeudo Kolbe mechanizmussal α -aminoalkil gyökké alakul; (3) a gyök-kation intramolekuláris S...O kötés kialakulásával stabilizálódik. Oldott oxigén jelenlétében komplex reakciók mentek végbe, melyek pl. a metil csoport oxidációját is eredményezték. Bár a penicillinek érzékenyek a gyökös támadásra, a β -laktám gyűrű többnyire nem degradálódik. A tioéter csoport érzékenyebb az oxidációra, mint az aromás gyűrű.

Polimerek módosítása sugárzásos ojtással

Szuperabszorbenseket állítottak elő karboximetil-cellulózból (CMC) akrilsav (AAc) monomer felhasználásával, sugárzással iniciált térhálósítással. Az AAc arány növelésével 20%-os oldat koncentrációnál nőtt a gél tartalom és csökkent a vízfelvétel. Monomer adalék nélkül az oldott anyag (CMC+AAc) koncentrációjának csökkentése drasztikusan csökkentette a gél tartalmat, míg AAc jelenlétében kis oldat koncentrációnál mind a gél tartalom, mind a duzzadási fok nagy volt. Az AAc koncentráció növelése 10%-ig jelentősen javított a tulajdonságokon, 10 és 50% között a monomer mennyiségének változtatása csak kis változást okozott a gél tulajdonságokban, 50% felett csökkenni kezdett a gél tartalom.

Energiatakarékos, környezetkímélő és gazdaságosságot elősegítő felületkémiai és katalitikus kutatások

Metán és szén-dioxid (üvegházhatású gázok) katalitikus átalakítása szintézisgázzá

Célul tűzték ki Ni és kétfémes Ni-In nanorészecskék kialakítását SiO_2 hordozón, melyeket ezután a metán szén-dioxiddal történő reakciójában tesztelnek. A katalizátorok előállítása kétféleképpen: konvencionálisan, fémionok oldatából kiindulva leválasztás-lecsapással (a két fém kölcsönhatása véletlenszerű), illetve nanorészecskék leválasztásával történhet. Utóbbi esetben magas hőmérsékleten előállított fémkolloiddal impregnálják a hordozót. Az elképzelés szerint ekkor a két fém részecskéken belüli aránya szabályozható. Megfelelő arány mellett elérhető, hogy a reakció során a katalizátorméreg szénlerakódás visszaszoruljon. A várakozásoknak megfelelően a különböző módon előállított katalizátorokon a fém-hordozó kölcsönhatás jelentős mértékben eltér, és ez az átlagos részecskeméret megváltozásához vezet. Az indium jelenlétére a megváltozott redukációs profil utal.

A metán száraz reformálási (DRM) reakciójában ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + 2\text{H}_2$), amely eddigi eredményeivel megalapozta az üvegházhatású gázok átalakításának témáját, tovább vizsgálták a katalitikus aktivitás és a szénképződés összefüggéseit nanostrukturált ZrO_2 hordozós tiszta Ni, és Na_2O -dal promóveált Ni katalizátorokon. A katalitikus jellemzőket részben átáramlásos

rendszerben metán feleslegében, részben zárt cirkulációs rendszerben, atmoszférikusnál kisebb nyomáson, jelzett $^{13}\text{CO}_2$ reaktánsal vizsgálták. A Ni/ZrO₂ katalizátorok a) szol technikával, b) nedves impregnálással NaHCO₃ hozzáadásával, illetve c) kezdődő nedvesedés módszerével, Na promóveálás nélkül készültek (incipient wetness, IW). Vizsgálták a minták szerkezetét, redukciós tulajdonságait és a felületen adszorbeált specieszeket a szobahőmérsékleten végzett CO kemisorpció során, illetve a száraz reformálás reakcióelegyében 500°C-ig. Hőmérséklet-programozott, ill. izoterm száraz reformálási reakciókat vizsgáltak 1) atmoszférikus nyomáson átáramlásos reaktorban 70%CH₄+30%CO₂ elegyében és 2) 50 mbar nyomáson zárt cirkulációs rendszerben jelzett szén-dioxid ($^{13}\text{CO}_2$) alkalmazásával, melyeket hőmérséklet-programozott oxidációs mérések követtek a széndepozitumok reaktivitásának összehasonlítására. A katalizátorok 20 nm-nél kisebb Ni részecskéinek redukciója 600°C-ig minden esetben végbement, jellemzően a legnagyobb hőmérsékleten a Na₂O-dal aktivált minták esetében. Kis hőmérsékleten stabil egyfogú és hídligandumként, erősen kötött karbonátos vegyületek jelenlétét mutatták ki a Na₂O-dal kezelt, valamint bikarbonátokat és formiátokat az IW és szol technikával készült mintákon. Így a CO₂ aktiválódása kis hőmérsékleten feltételezhetően a bikarbonát→formiát→C_{ads} átmeneten keresztül játszódik le, kivéve a Na₂O-dal módosítottakat, ahol ez feltehetőleg a hordozó-fém határfelületen, a Na₂O promóter részvételével zajlik. Így a promóveálás aktívabbá és stabilabbá teszi a katalizátort, nélküle deaktiválódás következik be és már kevés szén nanocső és szénszál kiépülése is erősen blokkolja a Ni aktív helyeit. Az izotópjelzett kísérletek alapján a $^{12}\text{CH}_4$ disszociáció gyorsabb, és feltételezhetően kevesebb felületi oxigén képződik a szolos mintán, amelyen már 400 °C-on megfigyelhető a $^{13}\text{CH}_4$ képződése. A DRM reakciót követően kétféle, $^{12}\text{CO}_2$ és $^{13}\text{CO}_2$ formájában eltávolítható felületi szénforma volt jelen: a 300 °C-on oxidálható csak ^{12}C alkotta (ez a $^{12}\text{CH}_4$ reaktánsból származott), míg az 500 °C-on leégethető ^{12}C -, ill. ^{13}C -ből állt, melyek a gázfázisban jelen lévő CO termékekből alakulhatnak ki. A metánból származó szénformák a Ni aktív helyeit blokkolják, de ez a szén jóval reaktívabb a Na₂O-dal promóveált mintákon, amelyekeken erősebb a fém-hordozó kölcsönhatás. A Na₂O optimális eloszlása és a megfelelő Ni részecskeméret tehát mérsékelt metán disszociációs sebességhez és kellően gyors szénelgázosításhoz vezet.

Benzil-alkohol (BzOH) katalitikus szelektív oxidációjában AuCu/Al₂O₃ (Au/Cu=1/1 atomarány, 0,9 wt% Au) és Au/Al₂O₃ (1,8 wt% Au) katalizátorokon tanulmányozták a mérrethatást. A két különböző méretű PVA- és egy citrát-stabilizált, együttes redukcióval előállított kétfémes Au&Cu, illetve egyfémű Au szolokból készült minták kalcinált és 350°C-on redukált formában is 1,8-4,2 nm átlagátmérőjű részecskéket tartalmaztak. Az Au&Cu/Al₂O₃ és Au/Al₂O₃ esetén az egy felületi atomra vonatkoztatott BzOH átalakulási sebesség nőtt az Au részecskeméretével. Jellemzően a kétfémes minták azonos aranytartalomra vonatkoztatott aktivitása nagyobb volt, mint az Au/Al₂O₃-é (az egyfémű Cu/Al₂O₃ inaktív az alkalmazott reakciókörülmények között). Erős hordozó hatást mutat, hogy a SiO₂-n az Au&Cu és Au is sokkal kevésbé aktív. Az oxidáció során deaktiválódást tapasztaltak és a reakció jóval 100% konverzió alatt leállt, de a katalizátor/szubsztrát arány növelésével, vagy K₂CO₃ hozzáadásával minden esetben növelhető volt. A benzaldehid szelektivitás ilyenkor 90% felett maradt. A deaktiválódást, ami bázis vagy Cu-oxid hozzáadására csökkent, a kis mennyiségben keletkező, az aktív centrumokon erősen kötődő és blokkoló benzooesavnak tulajdonítják.

- Infravörös spektroszkópiával követett CO adszorpció a különbözőképpen előállított AuCu/Al₂O₃ minták (együtt redukált: Au&Cu, sorozatosan redukált: Au→Cu, Cu→Au) eltérő sáv szerkezetét mutatta. Mind a kalcinált, mind a redukált katalizátorokon az aranyhoz és rézhez kötődő CO aránya Cu→Au/Al₂O₃ esetén a legkisebb (az XPS mérésekkel összhangban). Rácsparaméterek alapján (HRTEM) a PVA stabilizált kétfémes

AuCu (Au/Cu=1/1) szolokkal előállított AuCu/Al₂O₃ katalizátorok különböző, alacsony réztartalmú (Au/Cu>8/2) ötvözetrezecskéket tartalmaznak a preparálási módszertől (együtt-, ill. sorozatos redukció) és előkezelésektől függően. A többi Cu jellemzően oxidként dekorálja az Au(Cu) rezecskék felületét, vagy az Au rezecskéktől elkülönülten helyezkedik el a hordozón. Hidrogénben végzett hőkezelés hatására a Cu-oxid Cu₂O-ig, vagy fémes állapotig redukálódik, amely levegő hatására könnyen reoxidálódik. Az Au- és Cu-ötvöződés mértékének növelése a különböző AuCu/Al₂O₃ minták katalitikus aktivitását eltérő mértékben csökkentette, miközben szinterelődés hatására a rezecskeméret kissé nőtt. Hasonlóan, az Au/Al₂O₃ aktivitása csökkent ugyanilyen, vagy argonban végzett hőkezelés után is. A katalizátorfelület részleges dehidroxileződésének, ill. a kétfémes katalizátorokban a Cu elhelyezkedésének lehet szerepe az aktivitáscsökkenésben. Vizsgálták besugárzás hatását a benzil-alkohol oxidációjára szobahőmérsékleten, Au-tartalmú katalizátorokon. Au/Al₂O₃ esetében a bevilágított és nem bevilágított reakció aktivitása megegyezett, az AuCu/Al₂O₃ katalizátorokon az Au SPR (felületi plazmon rezonancia) elnyelési hullámhosszán történt besugárzás szignifikáns aktivitásnövekedést okozott, ahogyan Au/TiO₂ katalizátoron is. A fotoeffektus összefüggésben állhat az SPR-gerjesztett Au(Cu) rezecskék és a félvezető Cu-oxid kölcsönhatásával.

A szervesanyag-tartalmú hulladékvizek nedves oxidációjának vizsgálata képezte a kutatási munkák nagy részét, különös tekintettel a katalitikus reakciókra. A besugárzás és a nedves oxidáció kombinációjával történő, emelt hőmérsékleten fenol modellvegyület oldatának kezeléséből származó közlemény a „Reaction Kinetics and Mechanisms” c. folyóiratban került elfogadásra. Átfogó, irodalmi hivatkozásokat és ipari technológiákat összefoglaló könyvfejezetet írtak az InTech Open kiadó gondozásában megjelent „Wastewater Treatment Engineering” c. kiadványba. A katalitikus nedves oxidációs mérések katalizátorok összehasonlítására is kiterjedtek kísérlettervek felhasználásával, valamint részletes felület- és anyagvizsgálati eredményekkel, melyek tárgyalása a „Journal of Industrial and Engineering Chemistry” c. folyóiratban jelent meg. Itt a modellvegyület az N,N-dimetilformamid volt, amely gyakori vegyipari oldószer.

A „vízoxidációs” katalízis témáját 2014-ben indították az EKBI kutatási stratégiájához illeszkedve. A kívánt reakció: $2\text{H}_2\text{O}(f) \rightarrow \text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4e^-$ ($E^\circ = 1,23 \text{ V}$) a teljes elektrolitikus vízbontás endoterm félreakciója, amely a H₂-termeléshez szükséges redukáló ekvivalenseket szolgáltatja a víz „oxidációjával”. A megújuló energiával végzett vízbontás a H₂-t megújuló energiahordozóként biztosíthatja, amellyel bizonyos területeken a fosszilis hordozók kiválthatók lennének. A vízoxidáció elektród-katalizátorokkal történő elősegítése máig komoly kihívás, energetikai vonatkozásának köszönhető, hogy nemzetközileg is intenzíven kutatott terület. A hosszú távú célkitűzés olyan homogénkatalizátorokon alapuló rendszerek kidolgozása, amelyek heterogenizálása jól vizsgálható és akár fényérzékenyítővel is kombinálhatók a reakció energiaszükségletének közvetlenül történő biztosítására. A legnagyobb figyelmet a 2015-ös évben újszerű Cu-peptid komplexek oldategyensúlyi, elektrokémiai és önszerveződő felületi rétegezési tulajdonságainak vizsgálata kapta. Nagy precizitású *potenciál*-pH diagramok felvételével pontosan számíthatóvá váltak a Cu^{III} formák *pK_a* értékei, amelyeket összefüggésbe hoztak a komplexek katalitikus képességével. Összehasonlító vizsgálattal először állapították meg, hogy a peptid hisztidin oldallánca a *pK_a* érték csökkentése mellett kedvező hatást gyakorol a katalitikus sebességre. A megjelent két tudományos közlemény mellett egy poszteren mutatták be eredményeiket nemzetközi konferencián (ISHHC17). A komplexek önszerveződő kitapadását kationos polielektrolitokkal vizsgálták indium-ón-oxid (ITO) elektród felületén a katalízishez közeli,

lúgos pH tartományban. A vegyületek felületi adhézióját ún. layer-by-layer (LbL) technikával végezték, Cu-peptid/polielektrolit/puffer szekvenciális adagolásával. A kiépülési folyamatok kinetikája ng/cm^2 érzékenységgel optikai hullámvezető módus spektroszkópia (OWLS) segítségével követhető, míg az elektródok felületén az elektrokatalízis során bekövetkező tömegsűrűség változásokat elektrokémiai, vagy EC-OWLS módszerrel figyelték meg. A katalízis részletes vizsgálata alapján lehetséges volt olyan, optimalizált körülmények kialakítása, ahol az LbL réteg stabilizálódott katalízis közben és viszonylag tartósan alkalmazható volt vízoxidácóban. Folytatódtak a réteges kettős fémhidroxiddal (LDH) végzett kutatások is. Hordozó elektródra felvitt NiFe-LDH/tereftalát/Ru(II)-komplex kompozit rendszerrel kismértékű, látható fény tartományába eső fényérzékenyítést mértek. Az eredményekről nemzetközi konferencián számoltak be.

Kén-hidrogén oxidatív átalakítása elsősorban a kőolajszármazékok finomítása szempontjából fontos, a keletkező kén-hidrogént oxidatív módon kénné és vízzé alakítják. A MOL esetében ez napi ~90 t mellékterméket jelent. Az elmúlt évben kimutatták, hogy egyes katalizátorokon a H_2S kis hozammal elemeire bomlik. A laboratórium munkatársai tiofénnel végzett kísérletek alapján új típusú adszorpciós mechanizmusra tettek javaslatot fém-szulfid katalizátorokon, amely során az adszorpció felületi kéncsere útján játszódik le. Ez az elmélet több, a kéntelenítés során felmerülő jelenségre magyarázatot ad. Mivel a mechanizmus alátámasztja a H_2S elemekre való bonthatóságát megfelelő körülmények között, 2015-ben kénhidrogén katalitikus bontásának vizsgálatára megbízható rendszert építettek, amely lehetővé teszi új, potenciális katalizátorok viselkedésének vizsgálatát a $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2 + \text{S}$ reakcióban. Először az Al_2O_3 hordozó viselkedését vizsgálták, amellyel nem tapasztalták kén képződését. Katalizátorokon víz keletkezését detektálták H_2S expozíció hatására. Ez az eredmény mutatja, hogy a H_2S adszorpciója kiszorítja az oxigént a katalizátor felületéről: $\text{H}_2\text{S} + [\text{O}] \rightarrow \text{H}_2\text{O} + [\text{S}]$. Szulfidált Al_2O_3 hordozós Mo, NiMo és CoMo katalizátorok vizsgálata során elemi kén képződését tapasztalták, de ez a kezdeti mennyiséghez képest csupán 1-3% volt. Az ilyen irányú bomlás aránya a hőmérséklettel lineárisan növekedett. Ezek szerint tehát a hőmérséklet növelésével a bomlás aránya magasabb is lehet.

Acél felületen bekövetkező adszorpciós-deszorpciós folyamatok kinetikájának és mechanizmusának vizsgálatára kifejlesztettek egy áramló oldatos kísérleti berendezést, amely alkalmas izotópjelzett anyagok felületi koncentrációjának *in situ* mérésére a 20-300°C hőmérséklet-tartományban. A készülék segítségével modellezhetők a Paksi Atomerőmű primer körének szerkezeti anyagain lejátszódó megkötődési folyamatok, és dekontaminációs eljárások tesztelhetők, fejleszthetők.

b) Tudomány és társadalom

Aeroszol gyógyszerek légúti kiülepedése és hatása témakörben bemutató-népszerűsítő előadásokat tartottak a Magyar Aeroszol Konferencián és több orvosi konferencián is.

Paks2 környezetvédelmi engedélyeztetési eljárásának kapcsán több ismeretterjesztő rendezvényt tartottak az Óbudai Egyetemen.

Gimnazistáknak ismeretterjesztő előadást tartottak az ELTE szervezésében folyó, nagy sikerű „Atomoktól a Csillagokig” előadássorozaton, „Meteorit-becsapódás és a Clovis kultúra eltűnése” címmel: <http://atomcsill.elte.hu/archivum/2014-2015>.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Külső kapcsolatok

Az intézet munkatársai jelentős mértékben használták ki a hazai és nemzetközi együttműködések, közös projektek által nyújtott lehetőségeket. Néhány fontosabb projekt az alábbiakban kerül bemutatásra.

A *Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium* munkatársai a JRC IRMM és a Jülichi kutatókkal közösen, a CHANDA projekt keretében méréseket végeztek a $^{239}\text{Pu}(n,\gamma)$ hasadási prompt gamma fotonjai energiaeloszlásának meghatározására. Összefoglaló publikációt készítettek az FRM2, Jülichi és Berkely kutatókkal a TANDEM együttműködés eredményeiről. Kiemelt partnerként vesznek részt a Research Reactor User Networks: Standardization of Neutron Imaging for Industrial Applications IAEA CRP előkészítő fázisában. Megrendezték a "CERIC-ERIC Industrial Liaison & Technology Transfer" című munkaértekezletet és a CERIC-ERIC közgyűlést.

A *Környezetfizikai Laboratórium* munkatársai aktív részt vállaltak a sugárvédelmi tárgyú kutatások európai szintű integrációjában a "European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research" (CONCERT) – integrált európai projektben. A projekt hét munkacsoportjából ötben vettek részt. A kutatóközpont úgynevezett "Program Manager" e projektben.

– Az Európai Unió kis dózissal foglalkozó platformjának (MELODI, Multidisciplinary Low Dose Initiative) tisztagú stratégiai kutatási bizottságában továbbra is aktív tag az MTA EK Környezetfizikai Laboratórium munkatársa.

A *Sugárhatókémiailaboratórium* nemzetközi kapcsolatai is kiterjedtek, amelyek elsősorban a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség közvetítésével jöttek létre, mintegy 20 országgal. Együttműködő partnereik közt van a kínai Tsinghua University, Beijing, a török Turkish Atomic Energy Authority, Ankara, valamint a koreai EBTech, Daejeon.

A *Felületkémiailés Katalízis Laboratórium* munkatársai közös kutatási projekteken, ill. informális kutatási együttműködésben vettek részt a Pannon Egyetem, a BME ill. az MTA Wigner FK kutatóival, valamint a Fővárosi Csatornázási Művekkel és a Geosan Kft.-vel. A BME GPK Energetikai Gépek és Rendszerek tanszékének megbízásából kísérleteket végeztek a paksi atomerőmű turbina lapátjainak különböző korrózióvédő bevonatai tartósságának vizsgálatára. Együttműködtek külföldi kutatóintézetek, egyetemek, mint a Technische Universität Wien, a Technische Universität München, a Fritz-Haber-Institute der Max-Planck-Gesellschaft Berlin, a L. V. Piszarsky Institute of Physical Chemistry, NASU, Kijev és a Department of Pharmacy of the Wrocław Medical University munkatársaival. A svájci-magyar együttműködés keretein belül zajló SH/7/2/14 sz. projekt lezárásra került. A záró rendezvény 2015. március 25-én került megrendezésre, a sajtó, valamint az összes partner képviselőjének részvételével.

Oktatási tevékenység

A BNC keretében részt vettek a Közép Európai Neutron Iskola (CETS) lebonyolításában. Szaudi egyetemista diákcsoportokat fogadtak nyári gyakorlatra. Egy ELTE Kémia MSc hallgató részére 4 hetes nyári gyakorlatot tartottak. BME, ELTE és DE M.Sc. hallgatóknak tartottak laborgyakorlatot (összesen kb. 50 fő). A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) részére olyan angol nyelvű PGAA, NAA és neutronradiográfia laborgyakorlat leírásokat készítettek, amelyeket más hasonló neutronos centrumokban is használhatnak majd oktatási célokra. Vendégkutatókkal közös kísérleteik három külföldi PhD disszertációban

(Christoph Genreith, Univ. Aachen; Maximilian Moser, ETH Zürich; Danyal Turkoglu, Ohio State Univ.) is jelentős súllyal szerepeltek.

- A NAL munkatársai 2014 szeptemberétől új tárgyat indítottak az ELTE TTK-n, geológus és archeometria szakos MSc és PhD hallgatóknak, melynek 2. félévére most először került sor, Nukleáris elemanalitikai módszerek és alkalmazásaik a földtudományi és archeometriai kutatásokban II címmel. Ennek az oktatásában a labor öt munkatársa előadóként, két további gyakorlatvezetőként vett részt. A tárgyhoz az interneten is hozzáférhető segédanyagokat, előadásokat, jegyzeteket készítettek (<http://energia.mta.hu/hu/ELTE-NEMA>). Oktatást tartottak a Triesztben működő Abus Salam International Centre for Theoretical Physics és a NAÜ által szervezett nemzetközi iskolán: <http://indico.ictp.it/event/a14288/>
- A sugárhatáskémia területén dolgozó kutatók oktatási tevékenységet is végeznek a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán, az ELTE-n, és az Óbudai Egyetemen sugárkémia, anyagtudomány, környezetvédelem, és víztisztítás témakörökben.
- Az FKKL több kutatója vett részt a Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatási tevékenységében laborgyakorlatok vezetésével, ill. önálló laboratóriumi munka vezetésével. 2015 nyarán a szaúd-arábiai Jazan University diákjai részére 10 hetes nyári kurzust szerveztek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hazai nyertes pályázatok

Nemzeti Nukleáris Kutatási Program pályázat (VKSZ_14). Azonosítószáma: VKSZ_14-1-2015-.

Az intézet munkatársai OTKA pályázatot is nyertek (PD 116384)

Nemzetközi nyertes pályázatok

Tizenkét ország 23 partnerével együttműködve elnyerték az IPERION nevű H2020 projektet, amelynek FIXLAB munkacsomagjában vesznek részt, lehetővé téve nemzetközileg is jelentős archeometriai kutatásokat roncsolásmentes neutronos és ionnyalábos technikák segítségével. A projekt felkerült az EU ESFRI 2016 roadmap-re.

21 ország 28 partnerével együttműködve vesznek részt a 2015. június elsején indult „European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research” (CONCERT) integrált EU-s H2020 projekt EURADOS és MELODI platformjai munkájában.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Moser M, Vilé G, Colussi S, Krumeich F, Teschner D, Szentmiklósi L, et al. (8): Structure and reactivity of ceria-zirconia catalysts for bromine and chlorine production via the gas-phase oxidation of hydrogen halides. J. Catal. 331: 128–137 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcat.2015.08.024>
2. Kiss V, Fischl KP, Horváth E, Káli G, Kasztovszky Zs, Kis Z, Maróti B, et al. (8): Non-destructive analyses of bronze artefacts from Bronze Age Hungary using neutron-based methods. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 30:(3) 685-693 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/c4ja00377b>

3. Lázár I, Szilágyi A, Sáfrán G, Szegedi Á, Stichleutner S, Lázár K: Iron oxyhydroxide aerogels and xerogels by controlled hydrolysis of FeCl₃.6H₂O in organic solvents: stages of formation. RSC Advances, 5: 72716 – 72727 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1039/C5RA10606K>
4. Sági Gy, Csay T, Takács E, Szabó L, Wojnárovits L: Analytical approaches to the OH radical induced degradation of sulfonamide antibiotics in dilute aqueous solutions. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. Special issue on Pharmaceuticals in Environmental Media, Biota, Food Commodities and Work Place: Analytical Approaches, 106: 52-60 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2014.08.028>
5. Németh M, Schay Z, Srankó D, Károlyi J, Sáfrán Gy, Sajó I, Horváth A: Impregnated Ni/ZrO₂ and Pt/ZrO₂ catalysts in dry reforming of methane: Activity tests in excess methane and mechanistic studies with labeled ¹³CO₂. Appl. Catal. A. Gen. 504: 608-620 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcata.2015.04.006>
6. Szabados E, Srankó D F, Somodi F, Maróti B, Kemény S, Tungler A: Wet oxidation of dimethylformamide via designed experiments approach studied with Ru and Ir containing Ti mesh monolith catalysts. J. Ind. Eng. Chem. DOI: 10.1016/j.jiec.2015.12.019
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2015.12.019>
7. Pap J S, Szyrwił Ł, Srankó D, Kerner Z, Setner B, Szewczuk Z, Malinka W: Electrocatalytic Water Oxidation by Cu^{II} Complexes with Branched Peptides. Chem. Commun. 51: 6322 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/C5CC00926J>
8. Szyrwił Ł, Pap J S, Szczukowski Ł, Kerner Z, Brasun J, Setner B, Szewczuk Z, Malinka W: Branched peptide with three histidines for the promotion of Cu^{II} binding in a wide pH range –complementary potentiometric, spectroscopic and electrochemical studies. RSC Adv. 5: 56922 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/C5RA08602G>
9. Salma I, Füri P, Németh Z, Balásházy I, Hofmann W, Farkas Á: Lung burden and deposition distribution of inhaled atmospheric urban ultrafine particles as the first step in their health risk assessment. Atmospheric Environment, 104: 39-49 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.060>

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
MŰSZAKI FIZIKAI ÉS ANYAGTUDOMÁNYI INTÉZET

1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29-33.
telefon: (1) 392 2225; fax: (1) 392 2226; e-mail: barsony.istvan@energia.mta.hu
honlap: www.mfa.kfki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA elnökének irányítószervi rendelkezése nyomán az MFA 2015. január 1-től kivált a TTK-ból és az MTA EK adminisztratív részeként működik tovább.

Az intézet fő feladata 2015-ben sem változott: kutatások végzése nanoméretű funkcionális anyagokon feltárva azok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, valamint az ismeretek hasznosítása integrált nano/mikroeszközökben, szenzorokban és roncsolásmentes vizsgálati módszerek fejlesztésében. Fontos feladata a KKV-k és az egyetemi oktatás segítése, a kutatási infrastruktúra felhasználása a felsőoktatási (TDK, BSc, MSc, PhD) képzés támogatására Open Access Laboratory jelleggel.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Mikrotechnológiai Osztály

Az osztály fő feladata multidiszciplináris szenzorkutatás, új érzékelési elveken alapuló funkcionális nano- és mikroérezékelők megvalósítása, validálása és a kapcsolódó technológiák kidolgozása. A kutatómunka technológiai tiszttaterekben, szerelő és mérő-, minősítő laborokban folyik.

- A *MEMS* területen szilícium alapú 3D erőmérő mikroérezékelőket fejlesztettek ki és adaptáltak sikeresen tapintás jellegű információk mérésére sebészeti robotok laparoszkóp karjaiban, ill. vezérlő manipulátoraiban európai projekt keretében (INCITE).
- Éghető gázok érzékelésére alkalmas, kolloid nanokatalizátorokkal érzékenyített mikroérezékelőket fejlesztettek stabil, kis teljesítményfelvételű jelátalakítók építéséhez ipari alkalmazási célra.
- A *bioMEMS* területen alapvető folyadékdinamikai folyamatok tisztázásával új típusú mikrofluidikai rendszereket alkottak meg point-of-care orvosi diagnosztikai eszközök számára.
- Folyadékban lebegő mikro- és nanoméretű részecskék méret-, fizikai és kémiai-biológiai tulajdonság-szerinti szeparációjára mikrofluidikai rendszereket fejlesztenek, melyek komplex diagnosztikai rendszerek részét fogják képezni.
- A *neuroMEMS* területen új sokcsatornás elektródarendszereket fejlesztettek ki idegi folyamatok monitorozására agyszövetbe implantálható, ill. agyfelszínre helyezhető formában, és kiváló jejelvezetési tulajdonságaikat orvos-biológus együttműködő partnerekkel többek közt a Nemzeti Agykutatási Program keretében igazolták.
- *NEMS* területen piezoelektromos félvezető nanoszálak rendezett növesztését oldották meg európai projektben (PIEZOMAT) ujjlenyomatok térbeli struktúrájának gyors és hatékony mérésére. A nagysűrűségű szubmikronos érezékelőmátrix megvalósításában kulcsszerepet játszott az MTA támogatással 2015-ben kialakított elektronsugaras litográfiai kompetencia.

- Új *NEMS* kutatási irányként korszerű világító-diódák rétegszerkezet optimalizálását kezdték el tajvani ipari partnerrel (Epistar). Az általánosan használt, drága InSnO kiváltására sikeres módszert fejlesztettek ki 3 at % optimális Ga koncentrációval adalékolt, $<3 \times 10^{-4}$ Ohm.cm fajlagos ellenállású GaZnO átlátszó vezető-oxidréteg nagyfelületű, homogén integrálására atomi rétegleválasztással (ALD).

Fotonikai Osztály

Az osztály elsősorban roncsolásmentes mágneses és optikai (ellipszometria) anyagvizsgálati módszerek fejlesztésével, kolloidkémiai úton előállított nanorészecskék plazmonikai tulajdonságainak kutatásával és alkalmazásával kapcsolatos feladatok megoldására fókuszál.

- Mágneses adaptív tesztelés területén a kis mágneses hiszterézis-hurkok elemzésén alapuló módszert fejlesztettek ki, amivel a nukleáris technológiában előforduló, váltakozó terhelésnek kitett ferromágneses anyagok fáradása és mágneses viselkedése közötti összefüggést lehetett feltárni. A kidolgozott roncsolásmentes vizsgálati módszer az üzemi körülmények között (próbatetek nélkül) alkalmas a fellépő anyagfáradás kimutatására.
- Sokszögű *in situ* spektroszkópai ellipszométerhez félhengeres optikával, ún. Krethschmann elrendezésben rekord kis térfogatú (10 μ l) folyadék-cellát fejlesztettek ki, mellyel nagy érzékenységgel (~ 40 pg/mm²) és sebességgel (<1 s egy teljes spektrumfelvételre) széles hullámhossz-tartományban (350-1690 nm) képesek határfelületi folyamatok követésére. A folyadékcella kommersz asztali berendezésekhez használható, a félhengeres konfiguráció sokcsatornás megfigyelést tesz lehetővé, ha a cella szkennelése a térképező elrendezésben a hengeres optika tengelyével párhuzamos. Sikeres alkalmazást fehérik adszorpciója, sejtkitapadás és polielektrolitikus leválasztás esetében demonstráltak, egyidejűleg borítatlan és titánia nanoszemcsékkel borított arany felületen.
- Új eljárást fejlesztettek ki arany részecskék tervezett klaszter-képzésére külső inger hatására. A részecskék közötti kolloid kölcsönhatási számítások és mérési adataik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a nagy ion-erősségnél és magas hőmérsékleten kísérletileg megfigyelt klasztereződés oka a felületen megkötött polietilén-glikol (PEG) molekula-láncok konformáció változása.

Vékonyréteg Fizikai Osztály

Az osztály tradicionális kutatási területe a polikristályos rétegek szerkezetének kialakulása, melyhez modelleket alkotnak és ismereteiket kis súrlódású és kopásálló anyagok, kemény bevonatok, mágneses rétegek, kerámiák, biokompatibilis implantátumok és nanokompozit anyagok előállításánál hasznosítják. Ugyancsak hagyományos területük a félvezető rétegek, heteroátmenetek és kontaktusainak kutatása, valamint a főként elektrondiffrakción alapuló metodikai fejlesztések.

- Szintereléssel állítottak elő grafén/Si₃N₄ nagy kopásállóságú nanokompozit kerámiát, amelyben a grafén pikkelyek egy kitüntetett (a mechanikai deformációval előidézett) irányba rendeződnek.
- Biokompatibilis implantátumok fejlesztése során sikerrel vonták be a Ti implantátumokat olyan jól tapadó, porlasztott TiC/a:C bevonattal, amelyben az összes Ti kötésben van.
- Igazolták, hogy LiNbO₃ kristály nagy teljesítményű lézeres besugárzásával, femtoszekundumos „beírásokkal” 3D mátrix-struktúrát lehet létrehozni, amelyben lapos korong alakban amorfizálódott tartományok jönnek létre.
- Rektortartály anyagokon (15H2MFA) kisciklusú termo mechanikai fárasztóvizsgálatot végeztek. A TEM vizsgálatok kimutatták, hogy a névleges élettartam felénél a

deformáció diszlokációs mechanizmusát egyre inkább a szemcse- és a cellahatárok menti csúszás váltja fel (az anyag lágyul), ami mikro-repedések kialakulásához vezet.

- Első alkalommal sikerült megmutatniuk, hogy egy kisebb területen belül a grafén különböző konvexitású (görbületű) Moiré szuperrácsokat is képes felépíteni, mivel azok energetikailag közel elfajultak. A kísérleti eredményeket DFT számításokkal sikerült alátámasztani.
- Új eljárást szabadalmaztattak kétkomponensű ötvözetek mikro-kombinatorikus növesztésére anyagtudományi-, elsősorban transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz.
- Sikeresen fejlesztettek látható fényvel aktiválható kétkomponensű fém katalizátorokat.
- Diffrakciós adatok statisztikus feldolgozására szoftvert fejlesztettek ki, mellyel sikeresen emelték ki a szemcsehatárokat, a diszlokációkat, ill. a szemcsehatárok vetületének szélességét számszerűleg határozták meg.

Nanoszerkezetek Osztály és 2D Nanoelektronika Lendület Kutatócsoport

Az osztály és az azon belül alakult "Lendület" kutatócsoport főként a 2D anyagok elektronszerkezetével, vezetési tulajdonságaival és bioinspirált nanoarchitektúrák optikai viselkedésével kapcsolatos kutatásokra koncentrálnak.

- Továbbfejlesztették az új 2D anyagok előállítására kidolgozott eljárásukat, amely segítségével a jelenleginél két nagyságrenddel nagyobb, közel milliméteres laterális méretű kétdimenziós kristályokat állítottak elő MoS₂, WSe₂, Bi₂Te₃, MoSe₂, WS₂, TaS₂, TaSe₂, illetve ReSe₂ –ből.
- Elsőként figyeltek meg kísérletileg konkáv, úgynevezett „nanomesh” típusú kétdimenziós grafén szuperrácsot Au(111) felületre transzferált grafén mintában. A konkáv és konvex szuperrács egymás melletti észlelésével döntő bizonyítékát adták a grafén „nanomesh” létezésének.
- Atomi felbontású STM mérések segítségével először sikerült azonosítaniuk a 2D MoS₂ natív hibáinak elektronszerkezeti tulajdonságait. Kimutatták, hogy a natív kén vakanciák két jellemző elektronállapotot hoznak létre a tiltott sáv belsejében.
- Grafén/ Au nanohibridek vizsgálatával igazolták, hogy az Au nanorészecskék erőteljes SERS hatást eredményeznek, ami az Au nanorészecskék plazmonikus viselkedésében is kimutatható volt UV-VIS spektroszkópiával.
- Különböző boglárkalepkék szerkezeti színeit adó fotonikus nanoarchitektúrákat vizsgáltak, a nanoarchitektúra szerkezetének, a színjátás mértékének és az élőhely jellegzetességeinek szempontjai szerint. Megállapították, hogy az egymástól földrajzilag távol eső, de hasonló fényviszonyokkal rendelkező élőhelyeken hasonló jellegű nanoarchitektúrák figyelhetők meg.

Komplex rendszerek Osztály

Az osztály fő kutatási területe a nem-egyensúlyi rendszerek statisztikus fizikai elemzése. A legeredményesebb kutatási témák a sokszereplős evolúciós játékelméleti modellek köré csoportosíthatók egyre bonyolultabb, de a valóságot jobban közelítő modellek tanulmányozásával.

- A tisztességes magatartást fenntartó folyamatokat tanulmányozták; a büntetés, az evolúciós dinamika és a kapcsolatrendszer hatását az együttműködés mértékére. Új eredményük az egyéni különbözőség bevezetése, aminek eredményeképpen a játékosok „átértékelik” a nyereményeiket, felerősítve pl. a szomszéd véleményének elfogadását. A nemlineáris hatások legegyszerűbb leírását küszöbértékek bevezetésével valósították meg.

- Vizsgálták a sokstratégias állapotok (biodiverzitás) fennmaradását támogató ciklikus kölcsönhatások szerepét a térbeli modelleknél; tisztázták az érmepárosítás játék szerepét, ami mikroszkopikus „perpetuum mobile”-ként állandó áramlást kelt az állapotterben, hasonlóan a váltakozó mágneses tér bekapcsolásához anti-ferromágneses anyagoknál.
- A potenciál játékok elemzése során a szimmetrikus mátrixjátékok négyféle elemi kölcsönhatásra bontását vizsgálták. Kiderült, hogy az (ortogonális) elemi mátrix komponensek diadikus szorzatként állíthatók elő. Megmutatták, hogy ha a kétstratégias modellt kiegészítik egy olyan harmadik stratégiával, ami az első kettő keveréke, akkor az így kapott rendszer potenciáljáték marad és ez a tény lehetővé teszi az állapotábra egyszerű kiszámítását. A koordinációs játékokat további semleges stratégiákkal terjesztették ki, megőrizve az Ising modellekre jellemző rend-rendezetlen fázisátmenetet a zaj növelése során. Az analitikus és numerikus módszerek a stratégiák számának növelésével a kritikus zajszint csökkenését és az átmenet elsőrendűvé válását mutatták.
- A dinamikai folyamatok statisztikus fizikai vizsgálata véletlen gráfokon érdemben hasznosítható az agykutatásban, ill. a társadalmi és biológiai jelenségek értelmezésénél. Ez teszi fontossá a lassú folyamatok (Griffith fázis) vizsgálatát hierarchikus és moduláris hálózatokon. Kapcsolat-rendszerekben, amelyek jellemzőek az agy idegsejtjeire is. numerikus vizsgálataik a kritikus átmenetekre jellemző hatványfüggvényyszerű viselkedések jelentőségét mutatták ki. Német együttműködésben folytatták a felületi érdesedés numerikus vizsgálatát.
- Népzenei elemzéseik összefonódtak a genetikai és nyelvi rokonság számszerű elemzésével. Az anyai ágon öröklődő haplocsoportok eloszlását vizsgálva összhangban a népzenei rokonság és a régészet megállapításaival, a ma élő népek genetikai összetételét a haplocsoportok három diszjunkt részhalmazának keveredése visszaadja.
- Sikerral zárult a „Kognitív módszerek bevezetése a járművek ütközés védelmének erősítésére” projekt, amihez képfeldolgozási szoftverfejlesztéssel mérvadóan járultak hozzá.

Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport

A csoport profilja jelölésmentes optikai bioszenzorok kutatás-fejlesztése és alkalmazása, a vizsgált biológiai-biofizikai folyamatok modellezése, ezen belül: műszeres fejlesztés, a sejtek által termelt mikrovezikulák monitorozása, flagellin alapú funkcionális rétegek fejlesztése, emberi eredetű rákos és immunsejtek adhéziós vizsgálatai, elméleti modellfejlesztés.

A 2012 júliusában alakult csoport munkáját 2015-ben is „kiváló” minősítéssel értékelték, ami a kutatási támogatás egy részének beépítését jelenti az intézet éves MTA ellátmányába.

- A csoport eljárásokat dolgozott ki hidrogél alapú bioszenzor-bevonatok előállítására, a kialakított rétegeket felület-érzékeny módszerek segítségével jellemezte.
- A holografikus mikroszkópia technikát sikeresen alkalmazták rákos sejtek motilitásának és migrációjának tanulmányozására, továbbá nanostrukturált titanát felületeken valós időben jelölésmentesen rögzítették az előcsont sejtek kitapadását.
- 2015-ben a zöld tea polifenol, EGCg rákos sejtek motilitására, kitapadására és osztódására gyakorolt hatásait vizsgálták jelölésmentes bioszenzorok és mikroszkópos technikák segítségével. A polifenol fehérjékre és sejtekre gyakorolt hatásairól egy összefoglaló kéziratot készítettek el.
- Sejtválogató technikát fejlesztettek ki, melynek segítségével egyedi sejtek izolálhatóak szuszpenzióból 1-2 nanoliter térfogatban.

b) Tudomány és társadalom

Az utánpótlás biztosítása érdekében egyetemi oktatásban való személyes részvétel mellett

- 23 Kárpát-medencei magyar középiskolás kisdíákkal az MFA 2015-ben is megrendezte immár nyolcadik alkalommal az MFA Nyári Iskolát, ahol a diákok érdeklődésének a felkeltése a cél. Számukra az intézet biztosított bentlakásos egyhetes lehetőséget a tudományos kutatásba történő bekapcsolódásra.
- Nyílt nap jellegű rendezvényekkel (MFA Nyílt Nap, Kutatók Éjszakája, Lányok Napja) lehetőséget biztosítottunk az érdeklődő adófizetőknek az intézet kutatómunkájába való betekintésre.
- Oktatási és ismeretterjesztési célra a intézet fenntartja a www.nanotechnology.hu, a www.nanobiosensors.com, www.mems.hu, www.biomems.hu, www.neuromems.hu, www.ellipsometry.hu, www.nanotechnology.hu honlapokat, ahol az intézet működő berendezéseinek együttes technikai, technológiai jellemzői, valamint a kutatási eredmények szerepelnek közérthető megfogalmazásban.
- Folyatódta a középiskolákban az evolúciós játékelméletet és a nanotechnológiát bemutató ismeretterjesztő előadások.
- Az intézet is részt vesz a ma „Sokszínű fizika” formában működtetett, az MFA által korábban létrehozott ismeretterjesztő Nanobusz fenntartásában.
- Az MFA előző évi szakmai és társadalmi munkáról immár 12 éve az angol nyelvű Yearbook <http://www.mfa.kfki.hu/hu/yearbook> kiadványban számolnak be, ami széleskörű publicitást biztosít az intézet tevékenységének.
- Az év folyamán számos sajtó és elektronikus média megjelenésben népszerűsítették az intézet tevékenységét.

Szabadalmak

2015-ben megadott hazai szabadalom:

- Mikrostély tartó transzmissziós elektronmikroszkópos minták fókuszált ionsugaras megmunkálására (P1000683)

2015-ben bejelentett hazai szabadalmak:

- Mérési módszer és bemerítő kétsatornás optikai mérőszonda vízben oldott olajszármazékok kimutatására – Beadva 2015 október (P1500346, 2015.)
- Széles spektrumú, félvezető alapú infravörös fényforrás mobil spektroszkópiai alkalmazásra optimalizálva MTA EK MFA (55%), külső feltalálók: 45% (P1500642, 2015.12.21)
- Berendezés vékonyrétegek mikro-kombinatorikus növesztésére anyagtudományi célú transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz. (P1500500, 2015.10.22)

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Az MFA-ban hat emeritus és egy kinevezett egyetemi tanár, két docens, két főiskolai tanár és négy habilitált doktor dolgozik. Vezető munkatársaik zöme oktat az ELTE, BME, ÓE, PPKE, SE, PE, DE, ME, SZTE, PTEK, BMF különböző kurzusain, doktoraik tagjai a fenti egyetemek doktori iskoláinak, doktori és habilitációs tanácsának, többen a doktori iskolák alapító, ill. törzstagjai. Az intézetben működik a Pannon Egyetem MIK-kel közös Nanobioszenzorika Laboratórium, a BME VBMK-ral közös Nanokémiai Laboratórium, az

ÓE KKVMK-val közös Molekulasugaras Epitaxiás Laboratórium, a BME TTK-val közös Elektronsugaras Litográfiai labor és a PPKE Információs Technológiai Karral közös MEMS-tervező laboratórium. Preparatív és analitikai laborjaikban rendszeres gyakorlatokat tartanak a graduális és posztgraduális képzés számára külső támogatás nélkül.

MTA doktora címet egy fő szerzett. Az intézethez köthető (kollégáik által témavezetett), ill. az intézetben végzett kutatásaik alapján a PhD hallgatók közül 2015-ben 11-en (!) szereztek PhD fokozatot. Közülük viszont már csak 5-en az MTA EK MFA munkatársai, négyen már külsősként szereztek minősítést, ketten fokozatszerzés után mentek az iparba.

2015-ben 48 PhD ösztöndíjas hallgató, illetve MTA fiatal kutatói álláshelyen foglalkoztatott fiatal folytatta részben vagy egészben a PhD kutatásait az MFA-ban. További 22 MSc és 20 BSc dolgozat, valamint 9 TDK munka témavezetését is vállalták. Diákjaik 2015-ben OTDK 2. helyezést és az OTDK Gépészeti energetika, hőtan, áramlástan szekció különdíját is kiérdemelték, továbbá egy diák az újvidéki Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Versenyen kiemelt dicséretben részesült.

Céges együttműködések

15 hazai kis- és középvállalattal és 4 nagyvállalat hazai fejlesztőivel volt aktív kutatás-fejlesztési együttműködésük 2015-ben az alábbi tématerületeken:

- 77 Elektronika, lab-on-a-chip fejlesztés
- Ante Innovatív technológiák Kft., szenzorfejlesztés, kerámiagyártás
- BAY ATI, tribológiai vizsgálatok
- BHE Bonn Hungary, korlátozott térbeli felbontású hőérzékelő (Thermopile) szenzor másodlagos biztonsági érzékelő adaptációja, UWB rendszer fejlesztése
- BioTalentum Kft., mikrofluidikai fejlesztés
- CellSorter Kft., mikrofluidikai fejlesztés
- Dunai Vasmű, TEM vizsgálatok acélokön
- General Electric Hungary Kft., LED tesztelés, energiapozitív világítási rendszer monitorozás
- Hungaro Lux Light Kft., optikai rétegminősítés
- Kerox Kft., mérési szolgáltatás
- Microfluidlabs Kft., agyi elektródák gyártása
- Mirrotron Kft., optikai M., XRR, AFM, SEM/TEM, Makyoh mérések, síkjelleg minősítése és deformáció mérése Si szeleteken és rétegszerkezeteken
- Richter Gedeon Nyrt., lokális gyógyszeradagoló csatornával ellátott szilícium alapú elektrofiziológiai mérőrendszer fejlesztése gyógyszer hatóanyag tesztelésére a pre-klinikai fázisban
- Robert Bosch Zrt., szenzorfejlesztés
- SEMILAB Zrt., ellipszometriai teszt szeletek előállítása
- Technoorg Linda Kft., légszennyezettség mérő szenzor fejlesztése, mikroszkópos mérések
- Tenzi Mérlegtechnika Kft., optikai mérési technológia fejlesztése napelemek inline minősítésére, szabadalom hasznosítása
- Weszta-T Kft., szenzorfejlesztés (gáz, vízben oldott olajszenyezések)

Tagságok hazai bizottságokban:

BME

- TTK Fizikai Doktori Tanács alapító tagja és tagjai (3 fő)
- VBK Doktori Tanács tagja
- VIK Doktori Tanács tagja

Doktoranduszok Országos Szövetsége, Biológiai és Kémiai Tudományok Osztálya tagja
Eötvös Loránd Fizikai Társulat, tag (14 fő)

- Atom-molekulafizikai és Kvantumelektronikai Szakcsoport vezetőségi tagja
- ELFT Díj Bizottság tagja
- Tanács tagja
- Vákuumfizikai szakcsoport tagja, elnökségi tagja
- Vándorgyűlés2016 tagja
- Felügyelőbizottság tagja
- Diffrakciós szakcsoport titkára
- Vákuumfizikai technológiai és Alkalmazásai Szakcsoportban vezetőségi tagja

ELTE

- Doktori Iskola Bizottsága tagja
- Fizikai Intézet, az Igazgató tanács tagja
- TTK Kari Habilitációs Bizottság tagja
- Fizikai Intézet Habilitációs Bizottságának tagja

Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület tagja (2 fő)

IUVSTA Nanoszerkezetek divízió magyar vezetője KFKI könyvtárbizottság tagja

Koreai-Magyar Társaság tagja

Kutató Diák mentora

Magyar Anyagtudományi Egyesület titkára, elnökségi tagja, és tagjai (3 fő)

Magyar Biofizikai Társaság elnökségi tagja

Magyar Elektronmikroszkópos Társaság Kuratórium titkára

Magyar Innovációs Szövetség választmányának tagja

Magyar Mérnökakadémia tagja (3 fő)

Magyar Mikroszkópos Társaság, elnöke, elnökségi tagja, tagjai (9 fő)

Magyar Nemzeti Bank – MNB Értéktarományok Klubjának tagja

Magyarhoni Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai Szakosztályának tagja, titkára

MFT Agyagásványtani szakosztály vezetőségi tagja

MMA Népművészeti Kollégium kollégiumi tag

Magyar Művészeti Akadémia rendes tagja

MÖB Biológiai Szakmai Kollégium elnöke

Magyar Tudományos Akadémia

- MTA Köztisztviselői tagok
- MTA Műszaki Tudományok Osztálya levelező tagja
- MTA Fizikai Tudományok Osztálya levelező tagja
- MTA Közoktatási Elnöki Bizottság tagja
- MTA Kutatási Infrastruktúra Elnöki Bizottság tagja
- MTA Akusztikai Komplex Bizottság bizottsági tagja
- MTA Anyagtudományi és Technológiai Bizottság tagja, Nanoanyagok és Nanotechnológiák Albizottság elnöke és tagjai
- MTA Biológia Tudományok Osztály Biofizika Bizottság tagja (2 fő)
- MTA Biofizikai Bizottság tagja
- MTA Külhoni köztisztviselő tagja
- MTA Felületkémiai és Nanoszerkezeti Munkabizottság titkára, tagjai (6 fő)
- MTA Fizikai Osztály Doktori Bizottság póttagja
- MTA Fizikai Osztály doktorképviselő tagja
- MTA Fizikai-kémiai Bizottság Kolloidkémiai Munkabizottság tagja (2 fő)
- MTA Geokémiai és Ásvány-kőzettani Bizottság Nanoásványtani Albizottságának titkára
- MTA Közgyűlési doktorképviselő tagjai (2 fő)
- MTA Matematikai és Természettudományi Szakbizottság tagja g

- MTA Műszaki Tudományok Osztálya Elektronikus Eszközök és Technológiák Bizottság, elnöke és tagjai
 - MTA Statisztikus fizikai bizottság tagjai
 - MTA Szilárdtest fizikai Bizottság tagjai (6 fő)
 - MTA Veszprémi Területi Bizottság tagja
 - MTA VEAB Nanotechnológiai Munkabizottság tagja és elnöke
 - MTA-IUVSTA Magyar Nemzeti Bizottság tagja
- Nők a Tudományban Egyesület elnökségi tagja
 OTDK zsűri (anyagtudomány) elnöke
 OTKA
- OTKA IVM zsűri tagja
 - OTKA képviselője a Materials-ERA-NET Steering Board-ban
 - OTKA PD eseti bizottság tagja
- Pannon Egyetem
- MIK Molekuláris- és Nanotechnológiai Doktori Iskola törzstagjai
- Pécsi Egyetem, TTK, Fizika, Informatika doktori iskolájának, alapító tagja
 Szegedi Tudományegyetem Doktori Bizottság tagja
 SZTE, Finomkerámia szakosztály tagja
 Vákuum Társaság tagja

Hazai konferencia szervezések:

- 2015. március 23-25., MECO 40 Konferencia, Esztergom
- 2015. április 21-23., Műszaki Kémiai Napok 2015; Veszprém
- 2015. április 22. Öveges Labor Műhelykonferencia, Sashegyi Arany János Általános Iskola és Gimnázium
- 2015. április 22., Chinese-Hungarian Workshop, Budapest, MTA EK MFA
- 2015. április 23. Lányok Napja szervezése
- 2015. augusztus 13-14., STEM iskola, MTA EK MFA
- 2015. június 22-26., MFA Nyári Iskola
- 2015. augusztus 31.- szeptember 1., Elektronmikroszkópos Workshop (Prof. Nobuo Tanaka Nobel díjas részvételével), MTA EK MFA
- 2015. augusztus 25-28., MBFT XXV. Kongresszus; Budapest,
- 2015. szeptember 24. Year of light 2015 – the contribution of the laserdiode, MTA EK MFA
- 2015. szeptember 25. 10. Kutatók Éjszakája program, társszervezésben az Ericssonnal

Részvétel 2015-ös nemzetközi konferenciák szervezésében:

- 2015. február 23-25., 9th Workshop Ellipsometry, Twente (Netherlands)
- 2015. április 19-22., EuroSimE 2015 Budapest, Local Chair, Local organizing committee (nemzetközi)
- 2015. május 11-15., E-MRS 2015 Spring Meeting, Lille Grand Palais
- Symp. DD: Current trends in optical and X-ray metrology of advanced materials for nanoscale devices IV, program committee member
- Graphene and related materials, organizer of syposium
- E-MRS EU-Korea Workshop on Advanced Materials
- 2015. augusztus 23-28., Multinational Congress on Microscopy (MCM2015), Eger (nemzetközi)
- 2015. október 16. International Workshop on 2D Materials, szervező, Budapest
- Conference on Applied Crystallography, Krynica, szekció elnöklés

- DTIP 2015 - Design, Integration, Test and Packaging of MEMS and MOEMS Symposium – Program Committee member
- E-MRS Fall Meeting, Warsaw, Poland, 2015, Symposium M, organizer
- EUROSENSORS 2015, Freiburg, - programbizottsági tag, session chair
- Graphene Flagship Conference: Graphene Week 2015, 22 – 26 June 2015, Manchester, UK
- IEEE Symposium on Design and Diagnostics of Electronic Circuits and Systems programszervező (DDECS)
- International Advisory Committee Member of the next ICCGE-18 held at Nagoya in Japan in 2016
- International Conference on Microsystems and Nanotechnologies (ICMN 2015), TPC
- International Conference on Sensors and Networks (ICSN) 2015, TPC
- International Conference on Sensors Engineering and Electronics Instrumental Advances (SEIA' 2015), TPC
- ISA General Meeting moderator, Shenzhen
- THERMINIC 2015– programbizottsági tag
- Transducers 2015 - programbizottsági tag
- Workshop on Software for TEM Diffraction Patterns Analysis, Raclawice, szekció elnöklés

Részvétel 2016-os és azt követő nemzetközi konferenciák előkészítésében:

- IUVSTA School on "NANO – OPTICS", Braga, Portugal, 11-15 April 2016 International Scientific Committee
- Euroensors 2016 general chair
- CompleNet 2016 konferencia Dijon, France, March 23-25, 2016, TPC
- JVC Portoroz, 2016.06.06-10, International Organizing Committee
- ECOSS 2017 bizottsági tag

Külföldi céges együttműködések

- Anton Paar - IR LED-ek fejlesztése és kissorozatú gyártása
- Creoptix - jelölésmentes bioszenzor fejlesztés
- Epistar - GZO bevonat fejlesztése kék LED-ekhez
- Goodyear Co. Luxemburg - nyomásmérő szenzor
- NanoMegas - amorf anyagok elektrondiffrakciójának vizsgálata
- Philips Research - Intelligent Catheters in Advanced Systems for Interventions projekt
- Rikola Ltd. - NIR spektroszkópiában használható LED-ek fejlesztése és gyártása
- ST Microelectronics - Ellipszometria, optikai vizsgálatok
- Tateyama Kagaku Ltd. - Katalitikus CO gázérzékelő fejlesztés
- Toptica Photonics AG - 30 lézerdióda antireflexiós réteggel (AR) történő bevonása

Intézményi együttműködések

- Hazai felsőoktatási intézetek: BME, ELTE, Pannon Egyetem, Miskolci Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Dunaújvárosi Főiskola, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Semmelweis Egyetem
- Hazai kutatóintézetek: MTA Atomki, MTA KOKI, MTA Wigner FK, MTA BTK Zenetudományi Intézet, Bay Zoltán Kutatóintézet, Szentágotthai Kutatóközpont, Budapesti Orvostudományi Intézet
- Harvard University, USA
- University of Maribor, Maribor, Szlovénia

- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazília
- Yale-NUS College, Singapore
- International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Auszria
- Hong Kong Baptist University, Hong Kong, Kína
- Universidade Federal de Viçosa, Brazília
- HZDR, Dresden, Németország
- CEA-LETI
- ESRF - European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble
- FAPEMIG, Brazil
- Fraunhofer Institut
- FRK - Foundation of Cardiac Surgery Development, Zabrze
- GREMAN – University of Tours
- IMEM-CNR, Parma, Italy
- Indian Institute of Technology, India, Chennai
- Institute of Geology of Komi Science Center, Russian Academy of Sciences
- Linköping University
- LMU – Ludwig Maximilians Universität München
- Max Planck Institut, Garching
- MNM
- National Institute for Materials Science (NIMS) – MANA, Japan
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt
- Rutgers University
- Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, China
- Szlovák Tudományos Akadémia Elektrotechnikai Intézet
- Toyama National College of Technology
- Technical University of Delft
- University of Leeds
- Virginia Commonwealth University

Nemzetközi folyóiratok szerkesztőbizottsági tagságai:

- IEEE Sensors Journal associate editora
- Copernicus Journal of Solid State Sensors (Open access) associate editora
- Frontiers in Sensors folyóirat szerkesztőbizottsági tagság
- International Journal of New Horizons in Physics, editor
- Materials Engineering folyóirat szerkesztőbizottság tagja
- Open Engineering folyóirat szerkesztőbizottsági tagság
- Radiation and Discovery folyóirat szerkesztőbizottság tagja
- Radiation Effects and Defects in Solids (Taylor and Francis Group) editor
- Resolution and Discovery Gold Open Access folyóirat managing szerkesztője (Akadémiai Kiadó)

Nemzetközi tagságok

- Böhmische Physical Society (USA) tagja
- Cseh-Szlovák Mikroszkópos Társaság tagja
- E-MRS Executive Committee tagja
- ENIAC Scientific Council magyar tagja
- Royal Microscopical Society (UK) tagja
- European Microscopy Society tagja (6 fő)
- European Ceramic Society, tagja
- European Microbeam Analysis Society, Honorary Member

- European Physical Society tagja
- EUROSENSORS Fellow Award Committee elnöke
- EUROSENSORS International Steering Committee szavazó tagja
- Federation of European Material Societies tagja
- MRS tagja
- IEEE tagja
- Universal Network for Magnetic Nondestructive Evaluation elnök
- Szlovák Tudományos Akadémia köztestületi tag
- IEEE Sensory Systems Technical Committee tagja
- International Solid State Lighting Alliance advisory board member
- International Solid-State Lighting Alliance Advisory Board tagja
- IUVSTA tagja
- World Materials Research Institutes Forum tagja

Díjak, elismerések

- R. F. Bunshah Award, életműdíj
- Széchenyi Díj
- Magyar Érdemrend tisztikeresztje állami kitüntetés
- Magyar Érdemrend lovagkeresztje állami kitüntetés
- VEAB arany emlékérem (adományozó: MTA Veszprémi Területi Bizottsága)
- Toyama College of Technology, tiszteletbeli professzor
- „Outstanding Referee” award from Physica A
- Eötvös Loránd Fizikai Társulat LFT-érem
- MedinProt Synergia Kutatási Program díjazottja (2014-2015)
- MFA prize Prof. Sotomi ISHIHARA (MFA Díj) - initiating and fostering a fruitful co-operation between KOSEN Toyama College and MFA in various fields of science and technology
- MFA prize Prof. Štefan LUBY (MFA Díj) - for promoting and supporting the cooperation between our institute and the institutes of the Slovak Academy of Sciences
- MTA Prof. Emeritus
- Kovács Tibor-díj, 45. Membrán-Transzport Konferencia,
- MTA Bolyai plakett
- MFA Intézeti Díj
- MFA Posztdoktori díj
- MFA fiatal kutatói díj
- MFA Kiváló Tudománytámogatásért díj
- MTA EK MFA Professor Emeritus Instituti
- MTA EK MFA Professor Emeritus Instituti

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben az MFA az MTA irányítószervi rendelkezése értelmében az MTA TTK-ból az MTA EK-ba került, emiatt az összes áthúzódó hazai és nemzetközi projektet újra kellett szerződni. Egyes projektek, melyeket jogilag még a TTK szerződött, ténylegesen csak több hónapos késéssel, a 2015-ös átadás után kezdődtek meg: ilyenek a csatlakozás a Graphene Flagshiphez és az EUREKA EURIPIDES pályázaton nyertes PAMIAQ.

2015-ben nyertes további projektek:

- 3 kutatási OTKA projekt, egy postdoc OTKA projekt

- 2 M.ERA-NET pályázat – hazai NN OTKA támogatással: „Grafén-kerámia kompozitok vizes közegű tribológiai alkalmazásokra” (GRACE) és „Új típusú funkcionális ötvözet-rétegek” címmel.
- 4 TÉT pályázat (NKFIH kiírásában) szlovák és francia együttműködések
- 3 bilaterális (MTA) együttműködés: ukrán, japán és olasz partnerekkel
- 1 VKSZ_14 (NKFIH kiírásában) projekt ipari együttműködésben Multiparaméteres Point of Care in vitro diagnosztikai rendszerek fejlesztése címmel.

Az intézet a fentieken felül 2015-ben befogadott:

- 7 Bolyai János Ösztöndíjas projektet,
- 1 MedinProt Synergia Kutatási Programot,
- 1 Richter Témapályázatot,
- 1 NKFIH NAP-B projektet az MTA TKI-vel kötött szerződés értelmében.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

2015-ben 107 folyóiratcikket, 13 könyvrészletet és 2 könyvet írtak az MFA munkatársai. Legfontosabbak:

1. Süle P, Szendrő M, Magda G, Hwang C, Tapasztó L: Nanomesh type graphene superlattice on Au(111) substrate. Nano Letters 15:(12) 8295-8299 (2015)
<http://real.mtak.hu/31929>
2. Osváth Z, Deák A, Kertész K, Molnár Gy, Vértesy G, Zámbó D, Hwang C, Biró L P: The structure and properties of graphene on gold nanoparticles. Nanoscale 7:(12) 5503-5509 (2015) <http://real.mtak.hu/22042>
3. Merkel DG, Bessas D, Zolnai Z, Rüffer R, Chumakov AI, Paddubrouskaya H, Van Haesendonck C, Nagy N, Tóth AL, Deák A: Evolution of magnetism on a curved nano-surface. Nanoscale 7:(30) 12878-12887 (2015) <http://real.mtak.hu/27428>
4. Fekete Z, Németh A, Márton G, Ulbert I, Pongrácz A: Experimental study on the mechanical interaction between silicon neural microprobes and rat dura mater during insertion. Journal of Materials Science-Materials on Medicine 26:(2) Paper 70. p. 21 (2015) <http://real.mtak.hu/17930>
5. Szabó G, Szolnoki A: Congestion phenomena caused by matching pennies in evolutionary games. Physical Review E - Statistical, Nonlinear and Soft Matter Physics 91:(3) Paper 032110. 6 (2015) <http://real.mtak.hu/22414>
6. Tóth E L, Holczer E G, Iván, K, Fürjes P: Optimized Simulation and Validation of Particle Advection in Asymmetric Staggered Herringbone Type Micromixers. Micromachines 6:(1) 136-150 (2015) <http://real.mtak.hu/19902>
7. Pécz B, Tóth L, Tsiakatouras G, Adikimenakis A, Kovács A, Duchamp M, Dunin-Borkowski RE, Yakimova R, Neumann PL, Behmenburg H, Foltynski B, Giesen C, Heuken M, Georgakilas A: GaN heterostructures with diamond and graphene. Semiconductor Science and Technology 30:(11) Paper 114001. p. 6 (2015) <http://real.mtak.hu/31059>
8. Ungai-Salánki R, Sándor N, Horváth R, Szabó B: High-throughput image based single cell isolation. Microscopy and Analysis, UK Edition 2015:(16) 10-13. p. 6 (2015) <http://real.mtak.hu/26673>

9. Petrik P, Fodor B, Agocs E, Kozma P, Nador J, Kumar N, Endres J, Juhasz G, Major C, Pereira SF, Lohner T, Urbach HP, Bodermann B, Fried M: Methods for optical modeling and cross-checking in ellipsometry and scatterometry. Proceedings of Spie - The International Society for Optical Engineering 9526: Paper 95260S. p. 11 (2015) <http://real.mtak.hu/18884>
10. Takács M, Dücső Cs, Pap AE: Fine-tuning of gas sensitivity by modification of nanocrystalline WO₃ layer morphology. Sensors and Actuators B-Chemical, 221: 281-289 Paper 18658. p. 9 (2015) <http://real.mtak.hu/18884>
11. Horvath R, Gardener H, Ramsden J: Apparent self-accelerating alternating assembly of semiconductor nanoparticles and polymers. Applied Physics Letters 107:(4) Paper 041604. p. 7 (2015) <http://real.mtak.hu/29701>
12. Kárpáti T, Pap A E, Radnóczy Gy, Beke B, Bársony I, Fürjes P: Reliable aluminum contact formation by electrostatic bonding. Journal of Micromechanics and Microengineering 25:(7) Paper 075009. p. 8 (2015) <http://real.mtak.hu/24657>
13. Juhász Z, Fehér T, Bárány G, Zalán A, Németh E, Pádár Z, Pamjav H: New clustering methods for population comparison on paternal lineages. Molecular Genetics and Genomics 290:(2) 767-784 (2015) <http://real.mtak.hu/20234>
14. Zolnai Z, Toporkov M, Volk J, Demchenko DO, Okur S, Szabó Z, Özgür Ü, Morkoç H, Avrutin V, Kótai E: Nondestructive atomic compositional analysis of BeMgZnO quaternary alloys using ion beam analytical techniques. Applied Surface Science 327: pp. 43-50 (2015) <http://real.mtak.hu/24873>

**AZ MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS
PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	350	Ebből kutató ² :	155
PhD, kandidátus:	96	MTA doktora: 18	Rendes tag és levelező tag: 2
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			52
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			218
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			209
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			12
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			5
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			147
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			140
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	437,21	Összes független hivatkozás száma (2014):	6007
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			7055
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 9	MTA doktora:	2
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			133
		posztterek száma:	71
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	43	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	17
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			33
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			34
Témavezetések száma: TDK munka:	17	Diplomamunka (BSc):	33
Diplomamunka (MSc):	43	PhD:	67
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :	1699 393	E Ft	
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ :	19	Teljes saját bevétel:	2155 467 E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:			0 E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			23
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	163 770	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			9
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	278 271	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			15
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	278 681	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			3
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	130 688	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		1304 057	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1699 393	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	2155 467	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	163 770	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	278 271	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	5103	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	273 578	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	130 688	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	1158 526	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	52 837	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	76 441	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	16 253	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Atomenergia-kutató Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	97	Ebből kutató ² :	30
PhD, kandidátus:	20	MTA doktora: 3	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			8

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			57
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			54
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			34
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			31
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	74,91	Összes független hivatkozás száma (2014):	718
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			837

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	1
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			13
		posztterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 5		Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	0

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Energia- és Környezetbiztonsági Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	63	Ebből kutató ² :	47
PhD, kandidátus:	26	MTA doktora: 3	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			23

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	49	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	48	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	4	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	3	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	31	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	29	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	79,844	Összes független hivatkozás száma (2014):	1678
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			2017

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 3	MTA doktora:	0
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	34
	posztterek száma: 29
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság: 6
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :	26

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	16
Témavezetések száma: TDK munka: 3	Diplomamunka (BSc): 10
Diplomamunka (MSc): 19	PhD: 19

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	121	Ebből kutató ² :	78
PhD, kandidátus:	50	MTA doktora:	12
		Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			21

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	118	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	113	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	5	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	2	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	87	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	84	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	284,288	Összes független hivatkozás száma (2014):	3845
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			4445

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	6	MTA doktora:	1
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	86		
	posztterek száma:	38	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	30	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	11
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	16		
Témavezetések száma: TDK munka:	9	Diplomamunka (BSc):	20
Diplomamunka (MSc):	22	PhD:	48

MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET

1053 Budapest, Reáltanoda u. 13-15.; 1364 Budapest, Pf. 127
telefon: (1) 483 8302; fax: (1) 483 8333
e-mail: palfy.peter.pal@renyi.mta.hu; honlap: www.renyi.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet alapvető feladata, hogy az elméleti matematika területén világszínvonalú kutatásokat folytasson. Az intézet a nemzetközi matematikai élet jelentős központja. Munkatársai kiváló munkáját 2015-ben is számos hazai és nemzetközi elismerés illette. Az intézet kutató professor emeritája kapta ebben az évben az Akadémiai Aranyérmét, egy kutató professor emeritus díszdoktori címet kapott, egy kutató a Magyar Érdemrend tisztikeresztjében részesült, egy fiatal munkatárs Akadémiai Ifjúsági Díjat kapott, egy másik a Bolyai János Matematikai Társulat Grünwald Géza-émlékérmét. Az intézet egy kutató professor emeritusát választották az Európai Halmazelméleti Társaság elnökévé, másikukat az IEEE Hamming-érmével tüntették ki. Két kutatójuk vett részt abban a széleskörű nemzetközi összefogással megvalósított projektben, amely a prímszámok közötti hézagok becslésére irányult. A nagy visszhangot kiváltott eredményt ismertette az Amerikai Matematikai Társaság folyóirata a címlapján szerepeltette a kutatók fényképét, köztük az MTA Rényi Intézet két munkatársát. 2015-ben elindult egy újabb projekt az Európai Kutatási Tanács (ERC) ötéves támogatásával. Ez a hatodik ERC által támogatott kutatócsoport az intézetben, ezzel az MTA Rényi Intézet az új EU tagállamokban az egyik legsikeresebb intézmény az ERC pályázatain. Az Akadémia Lendület programjában is kiemelkedően eredményes az intézet, 2015-ben az ötödik Lendület-kutatócsoportot indíthatták, ezúttal a pénzügyi matematika területén.

Az intézet tudományos feladatai elsősorban az alapkutatásra koncentrálnak, de néhány alkalmazott matematikai témára is jelentős erőket fordítanak. Ezek a témák elsősorban a kriptográfia, a nagy hálózatok kutatása, valamint a bioinformatika, de a matematikai statisztikát is számos társtudományban (például az orvostudományban) használták.

A munka 9 tudományos osztály, 4 Lendület-kutatócsoport, valamint az újonnan létrehozott szakmódszertani kutatócsoport keretei között folyik. Az intézet kutatási tematikáit folyamatosan a matematika fejlődése által felvetett legújabb kérdésekhez igazítják.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**a) Kiemelkedő kutatási eredmények***Alacsony dimenziós topológia Lendület-kutatócsoport*

A korábban talált csomóinvariánsok egy új tulajdonságát sikerült belátni: bizonyos paraméterérték mellett az invariáns alulról becsli a csomó 4-dimenziós sima nem-irányítható génuszát.

Egy olyan kontaktomorfizmus létezését látták be, mely sima leképezéseken keresztül az identitással izotóp, de kontaktomorfizmusokon keresztül nem. Hasonló technikákkal 5 vagy annál magasabb dimenziós euklideszi tereken egzotikus kontakt struktúrákat találtak. Kontakt sokaságok olyan tulajdonságait izolálták, melyek megmaradnak, illetve olyanokat, melyek nem maradnak meg, ha a sokaságot a 2-dimenziós tóruszal megszorozzuk, és a szorzaton a kézenfekvő kontakt struktúrát vesszük.

Sokaságok homológia osztályainak egyszerű részkomplexusokkal való reprezentálhatóságát vizsgálták. Belátták, hogy akárhogy adjuk meg a megengedett lokális struktúráknak egy véges listáját, mindig lesz olyan sokaság és benne egy homológia osztály, amit nem lehet így reprezentálni.

Finomították a korábban kiszámolt $A(k)$ és $D(k)$ típusú felületsingularitások n -pont Hilbert-sémáinak orbifold- és durva generátorfüggvényeit. Kapcsolatot találtak a két típusú generátorfüggvény között.

Belátták egy ECH-hoz kapcsolódó invariánst kiszámító formulát, mely segítségével szimplektikus beágyazások nemlétezését lehet megmutatni.

Befejezték a bizonyítását annak, hogy a geometriai génusza egy olyan Newton nemdegenerált felület szingularitásnak, melynek linkje racionális homológia gömb, megegyezik a link kanonikus spin- c struktúrájának Seiberg–Witten-invariánsával.

Az 1-kodimenziós prím Morin-leképezések kobordizmuscsoportjai és a komplex projektív tér stabil homotópiacsoportjai közti kapcsolatot dolgoztak ki, és az eredményeket spin sokaságok 3-kodimenziós prím Morin-leképezéseire kiterjesztették. Kohomológiaosztályok immerziókkal, illetve korlátos bonyolultságú szingularitásokkal rendelkező leképezésekkel való reprezentálhatóságát vizsgálták.

Belátták, hogy általános esetben egy betölthető Legendre-rész sokaság Reeb-húrjainak száma a betöltés stabil Morse-számával alulról becsülhető. Ez megjavítja az eddig ismert Arnold-féle, Legendre-rész sokaságokra vonatkozó becsléseket. Ezek mellett egy Lagrange-kobordizmusokra vonatkozó Floer-elméletet vezettek be.

Csoportok és gráfok Lendület-kutatócsoport

Vizsgálták a Bernoulli-perkoláció különböző kritikus paramétereinek viselkedését unimoduláris véletlen gráfokon, és ezen paraméterek folytonosságát lokális konvergencia esetén, alternatív irányból megközelítve Schramm lokalitási sejtését.

Vizsgálták Lie-csoportok rácsaiban a torzió homológia növekedését. Belátták, hogy magasabb rangú egyszerű rácsokban, amik generálhatóak végtelen rendű elemekkel úgy, hogy az ezeken vett felcserélhetőségi gráf összefüggő, bármely véges indexű részcsoportsorozatra elfajul a torzió homológia növekedése.

Folytatták a közös munkát mérhető ekvivalencia-relációk magasabb rendű cost-járól. Kiderült, hogy a felcserélhetőségi gráf magasabb rendű analógjával kontrollálni tudják a magasabb rendű torzió homológiákat.

Véletlen reguláris gráfok adjacencia mátrixának sajátvektorait elemezték. A kapcsolódó végtelen fogalom olyan folyamat a végtelen reguláris fán, amely (közelítőleg) kielégíti a sajátvektor egyenletet. Sejtik, hogy ha az IID folyamat egy faktorának a spektrálmértéke egy kis intervallumra van koncentrálna, akkor a folyamat közel van egy Gauss-hullámfüggvényhez. Ezt sikerült belátniuk abban a speciális esetben, amikor egy tetszőleges eloszlású IID folyamat lineáris faktorairól van szó.

Nagy hálózatok (sűrű és ritka) természetes gráfparamétereit elemezték konvergens gráfsorozatokra. Sűrű gráfsorozatokra elemezték a kromatikus mérték aszimptotikus viselkedését.

Véges csoportok konjugáltsági osztályainak számára olyan explicit alsó korlátot adtak, amely egyedül a csoport rendjének egy p prím osztójától függ. Ugyanez a korlát érvényes véges csoportok p' fokú komplex irreducibilis karaktereinek a számára is. Véges csoport konjugáltsági osztályainak számára olyan aszimptotikus alsó becslést is adtak, amely a

csoport rendjének függvénye. Bebizonyították, hogy minden nem feloldható véges csoport előáll három olyan valódi részcsoporthjának a szorzataként, amelyek egymáshoz konjugáltak.

Meghatározták a speciális relativitáselméletben alapvető szerepet játszó Einstein-féle gyrocsoport automorfizmusait és folytonos endomorfizmusait tetszőleges dimenzióban.

Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport

A valós hálózatok modelljeként is alkalmazható nagyméretű gráfok három, sűrűség szempontjából lényegesen különböző családjára vonatkozó kérdéseket vizsgáltak a kutatócsoportban. A véletlen reguláris gráfok (melyekben minden csúcspont azonos, rögzített érték) sajátvektorairól az entrópia módszerével bizonyították, hogy eloszlásuk normális eloszláshoz tart, amint a csúcsok számával végtelenhez tartunk. Ez a Heisenberg-féle határozatlansági reláció egy analógiája, mely fontos lehet ezen véletlen gráfok szerkezetének megértésében is. Köztes növekedésű gráfok (ahol az élek száma a csúcsok számának lineáris függvényénél több, de négyzetes függvényénél kevesebb) spektrális és regularitási tulajdonságait is kutatták, az elméleti módszerek mellett számítógépes szimulációkat is végezve. A sűrű gráfok (ahol az élek száma a csúcsok számának négyzetével van kapcsolatban) limeszelméletét is továbbfejlesztették, többek között a határértékben megjelenő objektum egyértelműségével kapcsolatos kérdéseket tisztázva. Ezen kívül egy konkrét véletlen gráfsorozat konvergenciasebességéről is születtek eredmények.

Szintén a gráfok limeszelméletéhez kapcsolódóan bizonyos részgráfsűrűségek közti egyenlőtlenséget állító Sidorenko-sejtést több új esetben is bizonyították, bevezetve a tükrözési komplexumok fogalmát és kibővíve a korábbi információelméleti megközelítést.

Az elméleti kutatások további irányai között szerepelt a magasabb rendű Fourier-analízishez kapcsolódó alapvető objektumok (úgynevezett nilspace-eknek) megértése, valamint a másodrendű Fourier-analízis alkalmazása az additív kombinatorika területén. Ehhez a kompakt Abel-csoportokon értelmezett függvények limeszét definiálták és erre több ekvivalens jellemzést adtak meg. A Wiener-Wintner ergodelméleti tételkörben is sikerült új eredményeket elérni.

A csoport alkalmazott kutatásai ebben az évben főként bizonyos biológiai hálózatokkal, neurális hálózatokkal, az agy struktúrájával kapcsolatos kérdésekre koncentráltak. Neurális hálózatokat használó algoritmusokat fejlesztettek, a forradalmian új ún. „deep learning” módszer alkalmazásával. Ezeket képfelismerésre, rossz minőségű karakterek és számok felismerésre lehetett használni. Agykutatókkal közösen tanulmányozták az emberi agy működési struktúrája és a neurális hálózatok matematikai módszerei közötti analógiákat és különbségeket. Más kutatókkal együttműködve sikerült megoldani a Rhodes-sejtést.

Pénzügyi matematika Lendület-kutatócsoport

A kutatócsoport 2015. július 1-én jött létre. A csoport kutatási tevékenysége két témára koncentrált: optimális befektetések nagy pénzügyi piacokon, illetve nem likvid piacmodellek.

Sikerült bizonyítaniuk optimális befektetési stratégiák létezését a mikroökonómia egyik klasszikus modelljében, végtelenül sok pénzügyi termék jelenlétében. Rámutattak arra, mi romolhat el végtelen sok terméknel, hacsak nem élnek megfelelő előfeltevésekkel.

Belátták, hogy az ugró folyamatok is jól viselkednek nem likvid piacokon, enyhe feltételek megléte esetén. Ez az eredmény hozzájárul a nagy sebességű kereskedés jobb megértéséhez.

Szaktudományi kutatócsoport

A csoport tagjai az MTA Szaktudományi pályázatán dolgoztak. Ennek keretében hátrányos helyzetű diákok körében kerestek tehetségeket, illetve az ő tehetséggondozásukkal foglalkoztak. 11 szombati napon tartottak számukra tehetséggondozó foglalkozásokat. Emellett a speciális matematika tagozatokon tanító tanárok számára szerveztek szakmai programokat, koordinálták ezen osztályok tantervének korszerűsítését, aktualizálását.

2015-ben 22 hétvégi matematikátábor szerveztek tehetséges diákok számára. Nagyjából 250 diák vett részt a táboraikban. A nyár folyamán két nagy nyári matematika tábor szerveztek: a MaMuT-ot (Matematikai Mulatságok Tábor) és a MaMuT2-t. Kiemelkedő hazai és nemzetközi versenyeredményekkel rendelkező, 10-18 éves diákok vettek részt a táborokban, hogy fejlesszék matematikai tudásukat.

Négy alkalommal tartottak a matematikát és a matematika felfedeztető módon történő tanítását népszerűsítő programokat középiskolákban. Sok tehetséges diákkal egyénileg, illetve 2-3 fős csoportokban is foglalkoztak.

A felfedeztető matematikatanítás alapjait tanították az ELTE-n és a Budapest Semesters in Mathematics Education programban is.

Algebra osztály

A klasszikus kommutatív invariánselmélet egy kézenfekvő nemkommutatív általánosításában a kommutatív polinomgyűrűk szerepét relatívan szabad asszociatív algebrák veszik át. Ezek a tenzoralképzésnek T-ideálok szerinti faktorai, melyeken természetesen hat az alap vektortér lineáris transzformációinak bármely csoportja. Megmutatták, hogy a megfelelő invariáns algebra Hilbert-sora racionális törtfüggvény bármely redukív csoport esetén, illetve redukív csoport bármely maximális unipotens részcsoporthoz esetén. Ebben a nemkommutatív invariánselméletben az egyik régóta ismert alapvető tétel karakterizálja azon algebra varietásokat, amelyek relatívan szabad algebráira igaz, hogy bármely rajtuk lineárisan ható véges csoport invariánsalgebrája végesen generált. Az azonban nem volt ismert, hogy a kommutatív algebrák varietásához hasonlóan minden ilyen varietásra létezik-e a véges csoportok invariánsalgebrájának generátoraira vonatkozó fokszámkorlát, amely univerzális abban az értelemben, hogy csak a csoporttól és a varietástól függ, de nem függ a kiindulásul vett reprezentációtól. Erre a kérdésre pozitív választ adtak (bolgár-magyar mobilitási csereprojekt keretében).

Meghatározták bizonyos kis rendű csoportok Noether-számának pontos értékét.

Folytatták véges csoportok invariáns algebrái multiplikatív ideálméletének kidolgozását. Abel-csoport esetén kapcsolatot teremtettek az invariánsalgebra multiplikatív monoidjából az invariáns algebra osztálycsoporthoz feletti zérusösszegű sorozatok monoidjába menő transzfer homomorfizmus, illetve az invariáns monomok monoidjából a karaktercsoport feletti zérusösszegű sorozatok monoidjába menő transzfer homomorfizmus között. Ezen utóbbi transzfer homomorfizmus áll az invariánselméleti Noether-szám és az aritmetikai kombinatorika Davenport-konstans egyenlőségének hátterében.

Bevezették BF-monoidok k -adik Davenport-konstansának fogalmát, és bizonyították a véges csoportok 1-szorozatú sorozatainak alkotta monoid k -adik Davenport-konstansának néhány alapvető tulajdonságát.

Folytatták áramlás politópokhoz rendelt beágyazott projektív varietások (tórikus tegezvarietások) eltűnési ideáljainak a vizsgálatát. Kifejlesztettek egy számítógépes módszert

folyam politópok tórikus ideáljainak tanulmányozására. Megmutatták, hogy a legfeljebb 4-dimenziós esetekben a definiáló ideálok mindig másodfokban generálhatóak, egyetlen eset kivételével, amely a Birkhoff-politóphoz tartozik. Készítettek egy teljes listát a legfeljebb 3-dimenziós reflexív áramlás politópokról. Ezek a politópok Gorenstein-Fano tórikus varietásokat adnak meg.

További eredményeket értek el lokális egységelemek nélküli félcsoportok Morita-ekvivalenciájáról (észt-magyar akadémiai együttműködés keretében): egy új fogalom, a gyűrűelméleti analógiára bevezetett szilárd aktok és félcsoportok segítségével az elméletnek egy új megalapozása tűnik lehetségesnek. Jelentős haladást értek el az általános radikálmélet formák segítségével történő kategóriaelméleti megalapozása terén.

Additívan idempotens félgűrűk Krull-dimenzióját tanulmányozták, mely prím kongruenciákból álló láncok segítségével definiálható. Megmutatták, hogy ha R egy additívan idempotens félgűrű, akkor az R feletti polinomgyűrű dimenziója mindig eggyel nagyobb R dimenziójánál.

Algebrai geometria és differenciáلتopológia osztály

Egy Riemann-sokaság rendelkezik a csőtulajdonsággal, ha egy görbe körüli r sugarú cső térfogata kis r esetén csak a görbe hosszától és r -től függ. Weyl klasszikus tétele szerint az állandó görbületű terek ilyenek, Gray és Vanhecke belátták, hogy az 1-rangú szimmetrikus terek is. Most sikerült bizonyítani, hogy minden harmonikus tér rendelkezik e tulajdonsággal, explicit képletet adtak a cső térfogatára és belátták, hogy ha egy Riemann-tér rendelkezik a csőtulajdonsággal, akkor d'Atri-tér, Einstein, és 2-stein. Bebizonyították továbbá, hogy a szimmetrikus terek közül csak a 2-pont homogén terek rendelkeznek a csőtulajdonsággal.

Vizsgálták egy sokaságon ható véges csoportok algebrai szerkezetét. Ellenpéldát találtak Ghys egy sejtésére, mely szerint egy kompakt sokaságra minden ilyen csoportban van a sokaságtól függő korlátos indexű kommutatív részecsoport. Belátták Ghys sejtésének gyengítését korlátos indexű feloldható részecsoport létezéséről és kutatták, hogy a feloldható helyett nilpotens részecsoportra is igaz-e az állítás.

Meghatározták speciális csúcspont szingularitások egyenleteit.

Bebizonyították, hogy bizonyos műtét 3-sokaságok esetében a Seiberg–Witten-invariáns stabil az univerzális Abel-fedésre nézve.

Karakterizálták azokat az algebrai csomókat és műtéteket, amelyek L -tér 3-sokaságokat adnak.

Bebizonyították, hogy egy normál felület szingularitás csomója pontosan akkor L -tér, ha a szingularitás racionális.

Algebrai csomók konkordancia génuszára vonatkozó becsléseket vizsgáltak. Bizonyítottak egy topologikus obstrukciót komplex síkgörbe-szingularitások deformációjára.

Osztályozták a racionális, egyetlen, irreducibilis szingularitással rendelkező komplex projektív síkgörbék szingularitás-típusait, ha azok pontosan két Newton-párral írhatók le.

Befejezték a számtestek feletti varietásoknak a maximális körosztási bővítés feletti kohomológiájáról szóló munkájukat. Megfogalmazták és bizonyították a kohomologikus főtétel pozitív karakterisztikájú testek feletti analógiát, továbbá végességi sejtéseket fogalmaztak meg a maximális körosztási bővítés feletti Chow-csoport torziójáról. E sejtéseket 2-kodimenzióban sikerült bizonyítaniuk varietások egy tág osztályára, pl. teljes metszet varietásokra is.

Sikerült megmutatniuk, hogy bizonyos derivált de Rham-algebrák p -adikus telítései univerzális deformációgyűrűt adnak egy Fontaine által vizsgált klasszikus p -adikus deformációproblémára.

Meghatározták az A és D szingularitások lokális Hilbert-sémáinak Poincaré-sorait. Vizsgálták egy felületsingularitáshoz rendelt csomó (3-dimenziós sokaság) ekvivariáns Poincaré-sorát. Sikerült bizonyítaniuk a Poincaré-sor speciális felosztására vonatkozó tételt, amely eredményeképpen egy olyan polinomiális invariánst kapnak, amely általánosítása a Seiberg–Witten-invariánsnak. Egy másik megközelítésben kapcsolatot teremtettek a Poincaré-sor és bizonyos nem-normális affin monoidok feletti modulusok Hilbert-sorai között.

Általánosították a topologikus Poincaré-sort az algebrai geometriában és a számelméletben ismert motivikus szerkesztés mintájára. Vizsgálták a sorok racionalitását, valamint kapcsolatot teremtettek ezen általánosított Poincaré-sorok és a rácspont kohomológia között.

Algebrai logika osztály

Több régen publikált és sokat vizsgált problémát sikerült megoldaniuk az algebra, geometria és logika érintkezésénél található fogalom-algebrák (más néven cilindrikus algebrák) és ezek alkalmazása terén. Az 1971-1985-ös Henkin–Monk–Tarski monográfia 4.2-es problémája azt kérdezi, hogy egy elmélet definiálható fogalmairól hány nem-ekvivalens állítást lehet megfogalmazni végtelen sok változójelet használva, függ-e ez a változójelek számától vagy pedig mindig kontinuum sok. Azt bizonyították, hogy ez a szám pontosan a változójelek hatványhalmazának számossága, tehát függ a változójelek számától.

Noha a probléma csak a nem-megszámlálható esetben volt érdekes, a logika alkalmazása szempontjából elsősorban fontos megszámlálható esetre vonatkozó további két problémát is sikerült megoldaniuk a bizonyításban konstruált új típusú modelleket használva. Nevezetesen, az említett monográfia 2.13-as problémájára választ adtak, ez a geometriai fogalom-algebrák strukturális leírására vonatkozik. Továbbá, az előző két probléma megoldása révén kirajzolódott egy fontos, eddig nem észrevett tulajdonság, aminek segítségével egyszerű algoritmikus felsorolást adtak a geometriai cilindrikus algebrák osztályában érvényes azonosságokra, ez a monográfia 4.1-es problémájára szolgálat választ.

Választ adtak arra a kérdésre is, hogy a formulasémák két természetes logikája vajon egybeesik-e. A két logika abban tér el egymástól, hogy az egyikben véges, de tetszőlegesen nagy rangú relációk szerepelnek, míg a másikban végtelen rangúak. Az volt ismert eddig, hogy ugyanazok az állítások igazak a két logikában, és kérdés volt, hogy vajon a két logika különböző-e. Az előzőekben ismertetett problémák megoldásainak módszereit használva bebizonyították, hogy a két logika különböző, mert az egyikbeli elméleteknek van egy olyan tulajdonsága, amit a másik nem minden elmélete teljesít. Bizonyították továbbá, hogy mindkét logika kompakt.

A fenti eredmények tárgyát képező fogalom-algebrák, és a matematikai logika hozzájuk szorosan kapcsolódó definíció-elmélete közvetlenül alkalmazható a fizikai elméletek vizsgálatában. Például a segítségükkel lehet vizsgálni, hogy a való világ ugyanarról a területéről szóló, de teljesen más fogalom-palettával dolgozó különböző elméletek vajon ugyanazt mondják-e a megfelelő jelenségről vagy pedig pl. az egyik elmélet többet mond-e mint a másik. Ilyen irányú kutatásokat végeztek a relativitáselmélet területén.

Relativitáselméletben elfogadott nézet, hogy a relativitás elve ekvivalens a tér izotrópiájának és a tér-idő homogenitásának együttes feltevésével. Elsőrendű logikában különbözőképpen formalizálták a relativitás elvét, a tér izotrópiáját, valamint a tér és idő homogenitását, továbbá vizsgálták ezek kapcsolatát. A vizsgálat során kiderült, hogy bizonyos feltételek

mellett a relativitás elvének különböző formalizációi ekvivalensek, az izotrópia és a homogenitás együttes feltevéséből nem mindig következik a relativitás elve. Továbbá megtalálták Einstein relativitási elvének természetesebb és általánosabb megfogalmazását, mely nem implikálja a tér izotrópiáját.

A speciális relativitáselmélet egy általános axiomatikus keretelméletében megmutatták, hogy a térre és az időre vonatkozó szimmetria axiómák csak akkor ekvivalensek, ha a megfigyelők olyan egységekben mérik a távolságot és az időt, hogy a fénysebesség számértéke ugyanakkora legyen számukra.

Analízis osztály

Megvizsgálták a véges sok intervallumból álló halmazokon az alapvető interpolációelméleti kérdéseket. Alsó és felső becsléseket adtak több intervallum esetén a Lagrange-interpoláció Lebesgue-függvényére és konstansára. Ehhez alkalmazták az inverz polinomiális leképezés módszerét, és ennek segítségével új megközelítést dolgoztak ki a diszjunkt intervallumokon való optimális Lagrange-interpolációra. Belátták, hogy ez a módszer hatékonyan alkalmazható azokon az intervallum rendszereken, melyeken léteznek az úgynevezett T-polinomok.

Új eredményeket értek el a többváltozós gyorsan csökkenő polinomok terén. Jellemezték ezen polinomok csökkenését a vizsgált tartományok határán a határ simaságának függvényében.

Általánosították a klasszikus Carathéodory–Fejér, illetve Turán-féle extrémális problémákat lokálisan kompakt Abel-csoportokra.

A Blaschke Guruló Kör tételek egy olyan általánosítását dolgozták ki, amelyben a klasszikus görbületi feltevést a határgörbe iránytangensének változására tett (sokkal gyengébb) diszkrét feltétel helyettesíti. Az elért eredmény következményeként nem csak az eredeti Blaschke-tételek, de azoknak egy 1984-ben Strantzen által bizonyított élesítése is közvetlenül adódik.

A polinomok deriváltjának alsó becslésére vonatkozó Turán–Erőd-féle témakörben egy évtizede, a maximum normára elért eredményeket most integrál normában vizsgálták meg. Mivel itt nem csak a maximum-pontban, hanem lényegében mindenütt szükséges a polinomnak és deriváltjának összehasonlítása, azért ez a probléma nehezebb: eddig az intervallum és az egységkör esetén kívül nem is volt ismeretes általánosabb eredmény.

A Delsarte-módszer egy javított variánsa segítségével felső becslést adtak az egység távolságot elkerülő mérhető halmazok sűrűségére a síkon. Valamint egy speciális halmazosztályra, blokszerű halmazokra a Brunn–Minkowski-egyenlőtlenség alkalmazásával ennél is jobb becslést adtak, amely magasabb dimenziókban is alkalmazható.

Megvizsgálták az úgynevezett hermitikus formák felbontásait, és igazolták ezekre „short-típusú” felbontás létezését. Ez a felbontási tétel közös általánosítása a jól ismert mértékekre vonatkozó Lebesgue felbontási tételnek és a Krein-féle operátor shortolásnak. Ennek segítségével igazoltak egy, a felsorolt klasszikus eredményekkel analóg tételt reprezentálható funkcionálokra.

Diszkrét matematika osztály

Befejezték a fák beágyazására vonatkozó sejtések bizonyításának leírását (150 oldal), ami egy cikksorozatban fog megjelenni.

Eredményeket értek el a kvázivéletlen gráfokra vonatkozó sejtéssel kapcsolatos extrém-struktúra unicitására vonatkozóan. Megoldottak egy gráf-színezésekre vonatkozó extrémális problémát, ami egyszerű bizonyítást ad egy korábbi fél-gráfokra vonatkozó tételre is.

Korlátokat adtak meg speciális metsző halmazrendszerek profilmátrixára. Mélyebben megértették a nevezetes Helfgott–Seress-átmérőkorlát bizonyítását (a most kapott bizonyítás sokkal rövidebb és érthetőbb).

Hatékony algoritmust adtak permutáció gráfok lista-színezésére. Éles becslést adtak a rekurzív többségi függvény véletlenes döntési fa bonyolultságára. Bebizonyították Erdős éldiszjunkt háromszögek számáról szóló sejtését teljes négyszög-mentes gráfokban.

Bebizonyították, hogy egy n csúcú polyomino feldarabolható $(3n^2+4)/16$ legfeljebb 8 csúcú polyominora.

Meghatározták teljes ötszög nélküli lineáris kör-mentes 3-uniform hipergráfok minimális függetlenségi számát és kromatikus számát.

A regularitási módszer néhány új hipergráf alkalmazását is vizsgálták. Foglalkoztak „igazi” alkalmazásokkal is: implementálták az algoritmikus Regularitási Lemmát (vagy legalábbis annak egy alkalmazható verzióját). Erre alapozva kidolgoztak egy klasztering algoritmust, amit sikerrel alkalmaztak konkrét adatbázisokra.

Meghatározták a legnagyobb pillangó nélküli metsző halmazrendszerek méretét. Találtak egy új bizonyítást a metsző k -lánc nélküli halmazrendszerekről szóló tételre.

Pontos eredményt értek egy meglehetősen széles hipergráf osztály pontos Turán-számának meghatározásában. Ez elvezethet az Erdős–Sós–Kalai-sejtés bizonyításához.

Bebizonyították a klasszikus Erdős–Gallai-tétel stabilitási változatát, amely az első igazi ilyen típusú eredmény a páros gráfok extrémális elméletében.

Az agy matematikai modellezésében izgalmas eredményeket értek el: A szomszédos neuronok össze vannak kötve, a távoli neuronpárok között pedig átlagosan jóval kevesebb a közvetlen összeköttetés. Ennek egy véletlen gráfokkal való modellezésében olyan tételt bizonyítottak, ami egybeesik azzal a megfigyeléssel, hogy az agyműködés gyors.

Két, félsíkok szétszedéséről szóló tételt sikerült általánosítaniuk pseudo-félsíkokra, többek között ez pontos eredményt ad nem korlátos konvex alakzat eltoltjaival való fedések szétszedésére.

Az NP osztály tetszőleges (bonyolult leírású) problémájához találtak ekvivalens gráfszínezési problémát.

Egyszerűsítették az egyik legalapvetőbb geometriai problémára, a legrövidebb rácsvektor problémára adott algoritmust. Ez több rokon geometriai probléma kezelését is megkönnyíti.

Tanulmányozták gráfok olyan csúcsszínezéseit, amelyekben bármely háromszög-részgráf csúcsein pontosan két szín fordul elő. Bizonyították, hogy az alsó kromatikus szám (ami a minimális lehetséges színszám) tetszőlegesen nagy lehet, továbbá a megfelelő eldöntési probléma NP-teljes. További tulajdonságként kimutatták, hogy a lehetséges színszámok alkotta kromatikus spektrumban tetszőlegesen nagy méretű „hézagok” lehetnek.

Kifejlesztettek egy módszert fokszámsorozatok összes lehetséges realizációjának meghatározásához.

Eredményesen dolgoztak a majdnem félig-reguláris páros gráf fokszámsorozatok mintavételezésén. A kapott gyors mintavételezés egyben lehetőséget nyújt bármely konkrét fokszámsorozat esetén az összes lehetséges realizáció számának pontos megbecslésére.

Megjavították a négyszög-mentes gráfok legnagyobb klikkjeivel kapcsolatos korábbi eredményeiket.

Megmutatták, hogy milyen egy gömbi véletlen politóp viselkedése abban az esetben, ha a pontok egy félgömbből jönnek.

Vizsgálták k -élgráfok tulajdonságait, és jellemezték azokat a gráfpárokat, amelyeknek Descartes-szorzata valamely gráf k -élgráfja. Bebizonyították továbbá, hogy a k -élgráfok felismerése NP-teljes probléma minden $k > 2$ egész számra.

A klasszikus gráfdominálási játékhoz hasonlóan bevezették a diszjunkt dominálási játékot és bebizonyították, hogy ennek két fontos változatában a konstruktív játékosnak minden összefüggő gráfon (illetve az egyik változatban minden, izolált csúcsot nem tartalmazó gráfon) van nyerő stratégiája.

A korábbról ismert ládapakolási játékokat messzemenően általánosítva bevezettek egy olyan változatot, amelyben minden pillanatnyi helyzet kiértékelése egy mátrixban rögzített súlyozás szerint történik. Megmutatták, hogy ha a mátrix szimmetrikus, akkor létezik Nash-egyensúly.

Geometria osztály

Egy gráfot 1-síkgráfnak hívunk, ha lerajzolható a síkra úgy, hogy minden élen legfeljebb egy metszés van. Ismert, hogy egy n csúcsú 1-síkgráfnak legfeljebb $4n-8$ éle van, de – ellentétben a síkgráfokkal – egy maximális 1-síkgráfnak lehet sokkal kevesebb éle is. Erre az élszámra adtak alsó becslést.

Egy halmazrendszert szeparálónak hívunk, ha bármely két elemhez van olyan halmaz, ami pontosan az egyiket tartalmazza. Szeparáló halmazrendszerek elemszámára adtak korlátokat különböző feltételek mellett.

Bebizonyították a nevezetes Blaschke–Santaló-egyenlőtlenség analogonját olyan d -dimenziós konvex testekre, amelyek előállnak egyforma sugarú zárt gömbök metszeteként, illetve megmutatták a fordított izoperimetrikus egyenlőtlenséget olyan síkbeli alakzatokra, amelyek előállnak egyforma sugarú zárt körlapok metszeteként.

Felső korlátot adtak 3-dimenziós térbeli egyenesek páronkénti (nem tompa) szögei összegének maximumára, ezzel megjavítva Fejes Tóth László egy korábbi eredményét.

A gömbi plank probléma azon változatát vizsgálták, amikor a 3-dimenziós tér egységsgömbfelületét n darab egyforma szélességű, a gömb középpontjára szimmetrikus gömbövel (zónákkal) fedjük le. Alsó korlátot adtak a zónák minimális szélességére tetszőleges n esetén.

A gömb következő jellemzését adták tetszőleges állandó görbületű térben. Ha K és L megfelelően sima határu konvex testek, amelyek bármely kongruens példányainak metszete centrálisan szimmetrikus, akkor K és L kongruens gömbök.

Különböző csavart, ill. ferde prizmákat és dodekaédereket konstruáltak, amelyeket nem lehet szimplexekre darabolni új csúcsok bevezetése nélkül. Karakterizálták azokat az archimedeszi-poliédereket, amelyek felszínének háromszög felbontásai kiterjeszthetők térbeli szimplex felbontásokra.

Kiterjesztették az affín felszínmérték fogalmát általános mértékekre. Ennek segítségével vizsgálták normális eloszlású, síkbeli véletlen pontok konvex határalakját, illetve a magasabb dimenziós analóg problémákat. Általánosították az l_p gömbök, illetve a szimplex alterekkel vett metszetére vonatkozó formulát, és vizsgálták az extrémális metszetek tulajdonságait.

Szükséges és elégséges feltételt adtak arra, hogy x -értékek egy végtelen sorozatán a k -adfokú polinomok szimultán approximálhatóak.

Megmutatták, hogy az epsilon-hálókra vonatkozó klasszikus Haussler–Welzl-tétel minden paraméterében pontos.

Pontos alsó becslést adtak n páronként metsző olyan síkgörbe metszéspontjai számára, amelyek közül semelyik 3 nem megy át egy ponton.

Halmazelmélet és topológia osztály

Vizsgálni kezdték különböző topologikus számosságfüggvények ún. környezet-kijelöléses verzióit. Például a $d(X)$ sűrűség $pd(X)$ környezet-kijelöléses verziója az a minimális számosság, melyre az X tér minden környezet-kijelöléséhez van ilyen számosságú, a kijelölés minden elemét metsző halmaz. Sikertült belátni, hogy a következő három állítás ekvivalens: (1) Minden X Hausdorff-térre $pd(X) = d(X)$. (2) Minden X 0-dimenziós Hausdorff-térre $pd(X) = d(X)$. (3) Minden limesz számosság erős limesz. Ezzel Banach és Ravszki két problémáját is megválaszolták.

Azt a kérdést vizsgálták a Christensen-féle Haar-nullság fogalmát használva, amely egy általánosítása a Haar-mérték szerinti nullmértékűségnek nem lokálisan kompakt csoportokban. Számos fontos esetben (pl. a véletlen gráf automorfizmus-csoportja, vagy a racionális számok, mint rendezett halmaz automorfizmus-csoportja) sikerült teljes leírást adniuk, illetve általánosították R. Dougherty és J. Mycielski eredményeit.

Belátták a Christensen-féle Haar-null halmazokkal kapcsolatban, hogy bizonyos, naiv változatai ezen fogalomnak nem viselkednek szépen, ezek a halmazcsaládok nem zártak unióra, így nem jó általánosításai a Haar-mérték szerint nullmértékű halmazoknak.

Megvizsgálták a véletlen folytonos $f : K \rightarrow \mathbb{R}^d$ függvény szinthalmazainak Hausdorff- és pakolási dimenzióját is, ahol K egy nem megszámlálható kompakt metrikus teret jelöl. Fő eredményük, hogy a véletlen függvény legtöbb szinthalmazának maximális a Hausdorff-dimenziója, csakúgy, mint a függvény grafikonjának. Ez általánosítja Dougherty, Bayart, Heurteaux, Antunovic, Burdzy, Peres és Ruscher eredményeit.

Rangnak egy rendszám értékű függvényt nevezünk, ilyeneket általában objektumok komplexitásának leírásához használunk. Kechris és Louveau dolgozta ki a Baire 1 függvényeken értelmezett rangok elméletét. Ezt kutatóik kiterjesztették a Baire alfa függvényosztályokra, majd ennek alkalmazásaként megoldottak egy paradox geometriai átdarabolásokkal kapcsolatos problémát. A bizonyítások során Kechris és Louveau eredményeit általánosították kompakt metrikus alapterek helyett tetszőleges lengyel alapterek esetére.

A Tarski és Givant által elkezdett, kutatási irány fő kérdése, hogy az elsőrendű logika mely fragmentumai eldönthetőek, illetve melyek rendelkeznek a Gödel-féle nemteljességi tulajdonsággal. Egy új algebrai módszert kidolgozva egyszerűbb bizonyításokat nyertek a már ismert eredményekre, és cilindrikus algebraik további osztályaira sikerült igazolniuk az eldönthetetlenséget és a Gödel-tulajdonságot. Egyetlen osztályra maradt nyitva a kérdés.

Új elégséges feltételt találtak generikus automorfizmus létezésére, melynek segítségével újabb homogén struktúrákról mutatták ki, hogy vannak generikus automorfizmusaik, s ennek véges kombinatorikai következményeit is vizsgálták.

Számelmélet osztály

2015-ben folytatták az egymást követő prímek különbségére vonatkozó, nagy nemzetközi visszhangot kiváltó kutatásaikat. A korábban Goldston, Pintz és Yıldırım által kidolgozott módszer továbbfejlesztésével Zhang, majd Maynard igazolta, hogy az egymást követő prímszámok közt végtelen sok korlátos hézag van. Zhang, és különösen Maynard módszerének további fejlesztésével sikerült Erdős és Turán több régi, 50-60 éves problémáját megoldaniuk, amelyek egymást követő prímek hézagaira vonatkoztak. Ezen kívül igazolták, hogy végtelen sok olyan számpár van, amelyek különbsége legfeljebb 17, és amelyek egyik tagja prím, másik tagja pedig páratlan sok osztóval rendelkezik. Ez az ikerprím probléma egy másik megközelítése, és Zhang és Maynard előtt ez nem volt ismert 17 helyett semmilyen konstanssal.

Kombinatorikus és additív számelméleti problémákat és ilyenekkel szoros kapcsolatban álló analitikus kérdéseket vizsgáltak. Az egységtávolságot nem tartalmazó halmazok sűrűségéről szóló cikk megjelent. Készülőben van egy tanulmány a különbségek és többtagú összegek lehetséges számosságainak összevetéséről. Az ún. összeg-szorzat becslésekben azt vizsgálják, hogy általánosságban mi a kapcsolat azon két halmaz nagysága között, amelyeket úgy kapunk, hogy egy kiinduló természetes számokból álló halmaz elemeit páronként egyik esetben összeadjuk, másik esetben összeszorozzuk. Erdős és Graham egy sejtését kiterjesztve meghatározták azokat a kommutatív csoportokat, melyeket lehet úgy rendezni, hogy ne legyen bennük 3 tagú monoton számtani sorozat. Azt is megmutatták, hogy minden feloldható csoportnak van olyan jólrendezése, amelyben nincs 6 tagú monoton számtani sorozat.

Az automorf formák gazdag szimmetriával rendelkező harmonikus hullámok, amelyek segítenek az egész számok megértésében. Fontos feladat az automorf formák értékeloszlásának tanulmányozása. Korábban erős és természetes becsléseket adtak arra vonatkozóan, hogy „milyen magasra csaphat” egy harmonikus hullám, ha a szimmetriákat a Gauss-egészek feletti bizonyos 2×2 -es mátrixok szolgáltatják. Az eredmények egy részét most sikerült általánosítani oly módon, hogy a Gauss-egészek felett bármilyen algebrai számtest egészei vehetők. Vizsgálták még az automorf formák negyedik momentumának átlagát is.

Az általuk néhány éve bizonyított Poisson-féle összegzési formulában automorf formák hármasszorzat integráljai léptek fel súlyokként. Most ezen súlyok és Rankin-Selberg L-függvények között sikerült kapcsolatot feltárniuk. Egy azonosságot (dualitási relációt) bizonyítottak, melynek egyik oldalán Rankin-Selberg L-függvények, másik oldalán az említett hármasszorzatok szerepelnek.

Valószínűség-számítás és statisztika osztály

Vizsgálatokat folytattak speciális struktúrán történő véletlen bolyongás tulajdonságairól. A következő témákban értek el eredményeket: erős approximáció a lokális helyzetre és lokális időre vonatkozóan, tartózkodási idő, további kapcsolatok a megfelelő Wiener-folyamattal. Additív funkcionálok aszimptotikus tulajdonságait (határeloszlás, erős tételek) vizsgálták a fenti bolyongásra, kiterjesztve a független összegekre vonatkozó közönséges bolyongás megfelelő eredményeit. Vizsgálták a független összegekre és felújítási folyamatra vonatkozó Vervaat-folyamatot erősen függő valószínűségi változók összegére és annak inverzére. Ebben az esetben a határfolyamat az ún. frakcionális Wiener-folyamattal fejezhető ki.

Továbbfejlesztették a több bemenetű aszinkron csatornák hibaexponensére (a végtelenhez tartó blokkhosszúságú kóddal aszimptotikusan elérhető hibavalószínűsége) adott eredményüket. Új eredményeket bizonyítottak entrópiafunkcionálok minimalizálására általános konvex feltételek mellett, valamint a korábbi (lineáris feltételek melletti)

eredmények újabb pénzügyi matematikai alkalmazását adták: „Multiple priors” kockázatmodellekre igazolták, hogy a közel maximális kockázatot jelentő eloszlások mindegyike Bregman értelemben közel van egy explicite megadható, esetleg nem teljes eloszláshoz akkor is, ha nem létezik maximális kockázatot jelentő eloszlás. Az információs kritérium alapján történő statisztikai modellválasztás területén jelentős lépést tettek a véges ábécére vonatkozó korábbi eredményük megszámlálható ábécére való kiterjesztése felé.

Független egyforma eloszlású valószínűségi változók részletösszegeiből álló családok szuprémumának a farok eloszlására adtak becsléseket. Ez korábbi eredmények élesítése, amely hasznos lehet a nem paraméteres maximum likelihood módszerek vizsgálatában is.

Erősen keverő Markov-mezők esetén a korábban ismerteknél egyszerűbb bizonyítást adtak a logaritmikus Sobolev-egyenlőtlenségre; (i) a Dobrushin–Shlosman-féle teljes analiticitási feltétel mellett, (ii) továbbá ennek egy gyengített változata, a Pico–Martinelli-féle keverési feltétel mellett.

Bioinformatikai problémák vizsgálatában hatékony adatstruktúrát és ehhez kapcsolódó hatékony algoritmust dolgoztak ki, amelynek segítségével reprezentálni lehet a Bayes statisztikai mintavételezésekől származó többszörös szekvenciaillesztések halmazát, és meg lehet határozni a konszenzus illesztést.

Megmutatták, hogy adott páros fokszámsorozatokat realizáló, bizonyos kényszerfeltételeket teljesítő gráfokon a swap Markov-lánc gyorsan kever, ha a fokszámsorozat majdnem félig reguláris. Megmutatták azt is, hogy a probléma önhasznó.

Megadtak egy Gibbs mintavételezési eljárást tetszőleges bináris fák legtakarékosabb felcímkézéseire az SCJ genomátrendeződési modellben. Bebizonyították, hogy ez a Markov-lánc irreducibilis. A módszert implementálták, tesztelték valódi biológiai adatokon.

Szükséges és elégséges feltételt adtak arra, hogy mikor létezik egy teljes páros gráf félig reguláris faktorizációja, és jellemezték azokat a permutációkat, amelyek segítségével bármelyik faktorizáció bármelyik másikba transzformálható.

Az osztály folytatott statisztikus fizikai kutatásokat is. Ennek elvégzéséhez szükséges volt kidolgozni a standard párok csatolós módszerének általánosítását a magas dimenziós esetre. A két hulló golyóból álló rendszerek dinamikájának a leírását befejezték. Az ezt ismertető előadás első helyezést ért el a Loughborough-ban rendezett tavaszi iskola előadói versenyén.

Bebizonyítottak néhány eredményt a síkbeli közel-kritikus és dinamikus Bernoulli és FK-perkolációról, továbbá írtak egy appendixet Ahlberg és Steif egy cikkéhez a perkoláció kritikus ablakáról. Befejezték vizsgálatukat egy SLE darabokból építkező konforminvariáns növekedési folyamat vizsgálatáról.

Befejezték kutatásukat a bootstrap perkoláció zajérzékenységéről a négyzet rácson és a d -reguláris véletlen gráfon. Spin rendszerek (perkoláció, Ising-modell) eseményeinek ritka rekonstrukciójáról bizonyítottak mind pozitív, mind negatív eredményeket.

Megmutatták, hogy egy kb. tíz évvel ezelőtt bevezetett, a távolságkorreláció kiszámításával foglalkozó és statisztikai alkalmazásokban népszerű módszer végrehajtásához nem szükséges a természetesen adódó n^2 lépésszám, hanem elegendő konstansszor $n \log n$ lépés is, ahol n a minta nagyságát jelöli. Egy másik elért eredményben Gamma-változók lineáris kombinációinak extrémális valószínűségeit számolták ki, és ezt alkalmazták sztochasztikus algoritmusokban.

Foglalkoztak gyakorlati problémákban felmerülő statisztikai alkalmazásokkal is. Ilyen volt a Rasch-módszer alkalmazása a parlagfü adataira.

Alkalmazások

Az MTA Rényi Intézetben végzett kutatások döntő többségét a matematika belső fejlődése által felvetett kérdések vizsgálata alkotja. A felfedező kutatások mellett az intézet próbálja alkalmazni az alapkutatásokban elért új eredményeit, az utóbbi években általában a kriptográfia és a bioinformatika területén. Öröndetes, hogy a már véglegesített kriptográfiai Lendület-kutatócsoport mellett az újonnan alakult Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport is bekapcsolódott az alkalmazott kutatásokba, a bioinformatika (matematikai módszerek alkalmazása az agykutatásban) területén.

Az intézet munkatársai 2015-ben folytatták közös kutatásaikat a KOKI kutatócsoportjaival, illetve elkezdtek egy interdiszciplináris szemináriumsorozatot a Matematika alkalmazása az agykutatásban címmel. A 2015 II. félévében tartott 6 szemináriumon a Rényi Intézet és a KOKI munkatársai ismertették a széles körű hallgatósággal kutatásaik azon területét, ahol a két tudományág együttműködése hasznos eredményekre vezethet.

A konkrét közös kutatások központi témája továbbra is a hippocampusban kialakuló magas frekvenciájú, ún. „ripple oszcilláció”. A kutatásban résztvevő munkatársak elsősorban arra a kérdésre keresik a választ, hogy milyen neurális kapcsolatok létrejötte szükséges ahhoz, hogy kialakuljon az agyban megfigyelt dinamika. E kutatások eredményeként eddig egy közös cikk született.

Ebbe az együttműködésbe kapcsolódtak be a Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport és a Limits of Structures ERC kutatócsoport munkatársai, melyek alkalmazott kutatásai ebben az évben főként bizonyos biológiai hálózatokra, neurális hálózatokra, az agy struktúrájával kapcsolatos kérdésekre koncentráltak. Neurális hálózatokat használó algoritmusokat fejlesztettek ki a forradalmian új ún. „deep learning” módszer alkalmazásával, melyeket képfelismerésre, rossz minőségű karakterek és számok felismerésre lehet felhasználni. Agykutatókkal közösen tanulmányozták az emberi agy működési struktúrája és a neurális hálózatok matematikai módszerei közötti analógiákat és különbségeket. További új kutatási irányt kezdtek a mesterséges neurális hálózatok vizsgálatában. A generative mesterséges neurális hálózati modellek egy új, valószínűség-számítási módszerek inspirálta osztályát vizsgálták. A generative neurális hálózatok fő feladata, hogy ismeretlen valószínűségi változókat fedezzen fel megadott példák alapján. Ez egy igen általános feladat, melyet jól szemléltet az alábbi példa: egy jól működő generative neurális háló képes lehet hamisítványok létrehozására egy adott művész munkáinak megfigyelése alapján. A kutatócsoport eddig megalkotott modellje természetesen erre még nem képes, de már versenyképes egyszerűbb, hasonló feladatok esetén, mint pl. a kézírás utánzása. Az új algoritmusok tervezésében elért eredményeken kívül a projekt state-of-the-art szoftvertechnológiákat és mesterséges neurális hálózatok kezelésének módszertanát igényelte.

A fentiekén kívül az MTA Rényi Intézet munkatársai további együttműködést folytattak a bioinformatika területén a University of Oxford, a University of South Carolina és a University of Notre Dame kutatóival. Ezen közös kutatások eredményeként két cikk jelent meg a BMC Bioinformatics, és egy-egy a SIDMA, a PLoS ONE és a New Journal of Physics folyóiratokban.

Az első akadémiai Lendület projekt keretében létrejött és véglegesített Kriptográfiai kutatócsoport a korábbi eredményekre támaszkodva folytatta kutatásait. Megjelent az előző évi budapesti kriptográfiai konferencia legjobb előadásait tartalmazó Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica különszám. A csoport tagjai számos hazai és nemzetközi konferencián tartottak előadást: CECC15, EURO2015 (az első European Conference for Operational Research and Management Science), Real World Cryptography Workshop, Cost

Action Meeting, and CryptoCurrency. Több kriptográfiai konferencia programbizottságába kérték fel őket, közöttük a CECC15 valamint a 2015-ös INSCRYPT. A csoport nagy nemzetközi elismerését jelzi, hogy a CryptoAction Core Group nemzetközi szervezet 2016 tavaszán az MTA Rényi Intézetben tartja „Cryptography for secure digital interaction” című konferenciáját (<https://cryptoactionsymposium.wordpress.com>).

A kutatók szakmai előmenetele

Az intézet munkatársai közül 2015-ben ketten lettek az MTA doktorai és hat fiatal kutató szerezte meg a PhD fokozatot. Az év végén 8 akadémikus (a statisztikai állományi létszám szerint 7), 36 akadémiai doktor (stat. 27) és 48 PhD fokozattal rendelkező, illetve kandidátus (stat. 47) dolgozott az intézetben, 28-an (stat. 25) még nem szereztek tudományos fokozatot. Emellett 12 kutatóprofesszor emeritus/emeryta vesz részt az intézet tudományos munkájában (közülük 7 akadémikus, 5 akadémiai doktor). Nagy hangsúlyt fektetnek a fiatal – PhD tanulmányaikat folytató vagy éppen azt befejező – tehetségek bevonására az intézeti kutatómunkába. 2015 folyamán további 6 fiatal kutatót alkalmaztak az Akadémia által biztosított új, illetve megüresedett fiatal kutatói álláshelyeken. Ezekkel együtt 2015-ben összesen 20 fiatal kutató dolgozott az intézetben. Az intézet szerződéses kapcsolatban áll a Közép-Európai Egyetemmel (CEU), amelynek keretében 24 doktorandusz munkáját irányította intézeti kutató.

b) Tudomány és társadalom

Az intézet alapkutatói témáinak többsége sajnos nem alkalmas a társadalommal folytatott párbeszéd közvetlen tárgyának. Ugyanakkor a kutatók nemzetközi sikerei a médiában is megjelenítették az intézetben folytatott kutatásoknak a jelentőségét.

Az intézet munkatársai fontos szerepet vállalnak a matematika népszerűsítésében, ismeretterjesztő előadásokat tartanak középiskolások és egyetemisták számára. Rendszeresen sor kerül a Magyar Tudomány Ünnepe keretében az intézeti bemutatkozó rendezvényre, ahol elsősorban középiskolások és tanáraik tájékozódhatnak a matematikusi pálya kihívásairól és szépségeiről. Az intézet munkatársai részt vesznek a matematikai tehetségek gondozásában, 2015 során is számos matematikai tábor és más rendezvényt szerveztek a tárgy iránt érdeklődő diákoknak. Az intézet szakmai háttérrel biztosít a középiskolák speciális matematikai tagozatainak tanárainak is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Az intézet kutatói több budapesti és vidéki felsőoktatási intézmény (ELTE, BME, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Pannon Egyetem stb.) munkájában vesznek részt. Különösen jelentős a szerepük a doktorképzésben és a mesterszakos képzésben. Az intézet kutatói közül 17-en törzstagok különböző doktori iskolában, 60 doktorandusz munkáját irányítják témavezetőként. Kiemelt jelentőségű az intézet számára a Közép-Európai Egyetem (CEU) Matematikai Tanszékével folytatott együttműködés. A CEU matematikai doktori és mesterképzési programjának oktatói és témavezetői zömében az intézet kutatói közül kerülnek ki. A tanszék vezetője, és a doktori program irányítója is az intézet munkatársa. A Budapest Semesters in Mathematics angol nyelvű egyetemi részképzési program oktatóinak java része is az intézet kutatója. Ez a program az amerikai egyetemekre viszi el a magyar matematika hírért, és mintául szolgál más nemzetközi oktatási programoknak

is. Az intézet számára nagy jelentőségű a tudományos utánpótlással való közvetlen kapcsolat, ennek jegyében 2015-ben az intézet 60 munkatársa, a teljes kutatói létszám 57%-a oktatott valamelyik hazai felsőoktatási intézményben, 2 TDK-dolgozat, 18 alapszakos és 21 mesterszakos diplomamunka témavezetését látták el az intézet kutatói.

Az akadémiai megújítási program részeként ismét lehetőség nyílt arra, hogy egyetemi kollégák egy vagy két szemesztert oktatási feladataiktól mentesülve az intézetben tölthessenek vendégkutatóként. E program keretében 2015 folyamán a BME-ről egy, az ELTE-ről hat, a Szegedi Tudományegyetemről két, a Debreceni Egyetemről és a Pannon Egyetemről pedig egy-egy oktató kapcsolódott be az MTA Rényi Intézetben folyó kutatómunkába.

Az intézetben heti rendszerességgel folyó szakmai szemináriumok munkájában igen nagy számban vesznek részt más intézmények, köztük vidéki egyetemek munkatársai is, ezáltal ezek a szemináriumok az egész hazai matematikai életre jelentős hatást gyakorolnak.

Az MTA Rényi Intézet kutatói a matematikai közélet feladataiból hagyományosan számarányukon felül veszik ki részüket. Ezek között említhető az MTA Matematikai Tudományok Osztályában és akadémiai bizottságokban, az OTKA testületeiben, a Bolyai János Matematikai Társulatban (BJMT) végzett munka. Az MTA III. Osztály elnöke, az MTA Matematikai Bizottság elnöke és titkára, a Matematikai Doktori Bizottság titkára, a Bioinformatikai Osztályközi Állandó bizottság egyik alelnöke, valamint titkára, az AKT Matematikai és Természettudományi szakbizottságának eddigi elnöke, az OTKA Matematikai Zsűri elnöke, a BJMT elnöke, tudományos szakosztályának elnöke és titkára, alkalmazott matematikai szakosztályának alelnöke mind az MTA Rényi Intézet kutatói.

Nemzetközi kapcsolatok

Az intézet kutatói igen széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek. A társzerzős munkák zömében a szerzők között az intézeti kutató(k) mellett külföldi matematikusokat találunk. Közös projektek és közösen szervezett konferenciák is jellemzőek.

Az intézet munkatársai közül 2015-ben harmincan vettek részt nemzetközi konferencia szervezésében, néhányan közülük több alkalommal is. Hét nemzetközi konferenciára került sor az intézet épületében. Ezek közül kiemelkedő jelentőségű volt az intézet egykori igazgatójának 100. születési évfordulója alkalmából tartott „Intuitive Geometry, László Fejes Tóth Centennial” konferencia, továbbá a „Stochastics and Interactions” és az „Asymptotic Group Theory” konferenciák, mindkettőn a sok nemzetközi nagyság között egy-egy Fields-érmes előadóval. Az intézetben dolgozó fiatal kutatók szervezésében immár hetedik alkalommal került sor az ún. „Emléktábla Workshop”-ra.

Az MTA, illetve Tét kétoldalú cserekapcsolatok keretében megvalósult utazások sikeresen szolgálták a tudományos együttműködést, segítségükkel eredményes közös kutatások folyhattak, hasznos információcserére, illetve konferencia-részvételre nyílt lehetőség.

Az intézet kutatói összesen tizenhárom nemzetközi tudományos bizottságban vettek részt. 159 alkalommal szerepel intézeti kutató neve nemzetközi folyóirat szerkesztő bizottságának névsorában. A munkatársak 2015-ben összesen 311 előadást tartottak nemzetközi rendezvényeken, ezek közül sokat meghívott, illetve plenáris előadóként.

Az intézetből 2015-ben tizenegy kutató volt távol fél évnél hosszabb ideig a következő külföldi intézményekben: University of Chicago (USA), City University of New York (USA), National Science Foundation (USA), Auburn University (USA), University of Memphis (USA), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Svájc), Lancaster University (Anglia),

Université Catholique de Louvain (Belgium), Université de Toulouse (Franciaország), Technische Universität Graz (Ausztria).

Az intézeti kutatók által elnyert ERC támogatások és a Lendület projektek keretéből, illetve más forrásokból összesen 16 külföldi kutató dolgozott az intézetben 1–6 hónapot (az összesített időtartam 61 hónap), többek között Franciaországból, Spanyolországból, Svájcban, Olaszországból, Izraelből, az USA-ból, Kanadából, Iránból, Tajvanról és Koreából. Az intézetben rövidebb időt töltő külföldi látogatók száma 2015-ben – a konferenciák résztvevőit, illetve az alkalmazásban lévőket nem számítva – 77 fő volt.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hazai pályázatok

Az intézet a korábbi évek gyakorlatának megfelelően mind a beadott pályázatok, mind a nyertes pályázatok számát tekintve 2015-ben is jól szerepelt a hazai OTKA pályázatokon. 2015-ben újabb három kutatási (K, közülük egy nagyköltésű) OTKA és egy ARSS-OTKA (szlovén-magyar együttműködés) pályázat nyert el támogatást. Ezeken felül benyújtásra került egy ERC_HU_15 pályázat (mely azon kutatók részére lett kiírva, akik az EU ERC pályázatokra „A” minősítést kaptak, de forrás hiányában az Európai Unió mégsem tudta támogatni őket), melyet 2015-ben nyertesként bíráltak el, de a hivatalos értesítést csak 2016-ban küldték meg. A 2014-ben nyertes OTKA projektek nagyobb része 2015. január 1-jén indult, míg a 2015-ben benyújtott és nyertes OTKA projektek (az ARSS-OTKA projekt kivételével) 2016 elején indulnak. Ezek eredményeként összességében az OTKA projektek támogatása intézeti szinten a korábbi évekhez hasonló mértékben alakult és ez várható 2016-ra is.

Nemzetközi pályázatok

Az MTA Rényi Intézet a matematikai felfedező kutatási projektjeivel nemzetközi szinten a European Research Council (ERC) kiírásaira és a mobilitási (Marie Curie) kiírásaira tud a legnagyobb eredményességgel pályázni. 2015. július 1-jén indult az ERC Consolidator Grant kategóriában nyertes „Asymptotic invariants of discrete groups, sparse graphs and locally symmetric spaces” című projekt, amely a Csoportok és gráfok Lendület-kutatócsoporthoz kapcsolódik. 2015 végén került nyilvánosságra az intézet egy másik ERC Consolidator Grant pályázatának az eredménye; ez a pályázat is „A” értékelést kapott, de forrás hiányában nem nyert uniós támogatást, így jogosult az NKFIH ERC_HU_15 támogatására pályázatot benyújtani. Az intézetnek további két EU mobilitási pályázat által támogatott projektje indult 2015-ben, egy korábban nyertes, de csak ebben az évben indult FP7 PEOPLE IEF projekt és egy 2015-ben nyertes H2020 MSCA mobilitási projekt.

Összességében az intézet 2015. évi pályázatokból származó bevétele jelentősen meghaladta a korábbi évek hasonló bevételeit, elsősorban az európai uniós pályázati bevételeknek, másodsorban az akadémiai Lendület-kutatócsoportok támogatásának köszönhetően. 2015-ben a Rényi Intézetben 5 EU ERC projekt, 4 EU mobilitási projekt, 4 MTA Lendület-kutatócsoport és 22 OTKA projekt futott. Ezek a Lendület, OTKA és EU-s projektek együttesen biztosítják, hogy a pályázati bevételek várhatóan ne csökkenjenek 2016-ban nagyobb mértékben.

A következő diagram mutatja a pályázati bevételek alakulását az elmúlt 5 év folyamán (a bevételek számításánál kisebb korrekcióval, átcsoportosítással éltünk az egyes évek közötti, főleg a speciális EU-s elszámolási szabályok okozta eltérések kiküszöbölésére).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Abért M, Csikvári P, Hubai T: Matching Measure, Benjamini–Schramm Convergence and the Monomer–Dimer Free Energy. *J Stat Phys*, 161:(1) 16-34 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/33505>
2. Aistleitner C, Berkes I, Seip K: GCD sums from Poisson integrals and systems of dilated functions. *J Eur Math Soc. (JEMS)*, 17:(6) 1517-1546 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/33507>
3. Balka R, Buczolich Z, Elekes M: A new fractal dimension: The topological Hausdorff dimension. *Adv Math*, 274: 881-927 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33511>
4. Bárányi I, Holmsen AF, Karasev R: Topology of Geometric Joins. *Discrete Comput Geom*, 53:(2) 402-413 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33515>
5. Böröczky KJ, Lutwak E, Yang D, Zhang G: Affine images of isotropic measures. *J Differential Geom*, 99:(3) 407-442 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33521>
6. Carassus L, Rásonyi M, Rodrigues AM: Non-concave utility maximisation on the positive real axis in discrete time. *Math Financ Econ*, 9:(4) 325-349 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/30233>
7. Erdős PL, Kiss SZ, Miklós I, Soukup L: Approximate Counting of Graphical Realizations. *PLOS ONE*, 10:(7) e0131300 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33524>
8. Frasca P, Garin F, Gerencsér B, Hendrick JM: One-dimensional coverage by unreliable sensors. *SIAM J Control Optim*, 53:(5) 3120-3140 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/33542>
9. Harangi V, Virág B: Independence ratio and random eigenvectors in transitive graphs. *Ann Probab*, 43:(5) 2810-2840 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33543>
10. Janson S, T Sós V: More on quasi-random graphs, subgraph counts and graph limits. *European J Combin*, 46: 134-160 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/21016>
11. Károlyi Gy, Nagy ZL, Petrov F, Volkov V: A new approach to constant term identities and Selberg-type integrals. *Adv Math*, 277: 252-282 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/33544>
12. Kollár J, Némethi A: Holomorphic arcs on singularities. *Invent Math*, 200:(1) 97-147 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33546>
13. Lovász L, Szegedy B: The automorphism group of a graphon. *J Algebra*, 421: 136-166 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/33547>
14. Ozsváth P, Stipsicz A, Szabó Z: Grid Homology for Knots and Links, In: *Mathematical Surveys and Monographs*; 208, American Mathematical Society, Providence, p. 410 (2015) (ISBN:978-1-4704-1737-6)
15. Simonyi G, Tóth Á: Dilworth rate: a generalization of Witsenhausen's zero-error rate for directed graphs. *IEEE Trans Inf Theory*, 61:(2) 715-726 (2015)
<http://real.mtak.hu/id/eprint/33548>

**AZ MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET FŐBB MUTATÓI
ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	124	Ebből kutató ² :	100
PhD, kandidátus:	43	MTA doktora: 28	Rendes tag és levelező tag: 7
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			9
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			39

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	142
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	142
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	7
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	117
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	113
Könyv, atlasz	magyarul: 0 idegen nyelven: 2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0 idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	122,01	Összes független hivatkozás száma (2014):	4143
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			4602

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 6	MTA doktora:	2
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	311
posztterek száma:	13
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 13	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság: 159
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :	22

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	60
Témavezetések száma: TDK munka: 2	Diplomamunka (BSc): 18
Diplomamunka (MSc): 21	PhD: 59

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :	714 096	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ : 15	Teljes saját bevétel: 660 453	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:	22	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	63 613	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:	0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	283	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:	9	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	569 809	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:	0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	787	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :	25 961	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	714 096	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	660 453	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	63 613	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	283	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	569 809	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	787	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	21 162	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	4799	E Ft

MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET

1111 Budapest, Kende u. 13-17.; 1518 Budapest, Pf. 63
telefon: (1) 279 6184; fax: (1) 466 7503
e-mail: monostori.laszlo@sztaki.mta.hu; honlap: <http://www.sztaki.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az intézet fő iránya a kiber-fizikai rendszerek (Cyber-Physical Systems, CPS) kutatása, mely összefogja és a nemzetközi kutatás egyik kiemelt áramlatába emeli az itt folyó munkát. Ezeknek megfelelően alakítják ki laboratóriumaikat (i4D intelligens tér, irányítástechnikai, SmartFactory, felhő-számítás, kooperatív kiber-fizika kutatási laboratóriumok), melyekben az elméleti kutatás és gyakorlati mérnöki munka új kölcsönhatásai kelnek életre.

A kiber-fizikai rendszerek olyan számítási struktúrák, melyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal, a fizikai folyamatokkal, egyúttal kiszolgálják és hasznosítják az interneten elérhető adatelérési és adatfeldolgozási szolgáltatásokat. A felhasználási területek már most széleskörűek és rohamosan gyarapodnak: autonóm földi és légi járművek, robot által végzett műtétek, intelligens épületek, intelligens energiahálózatok, intelligens gyártás, beültetett orvosi eszközök, de a sor folytatható lenne még tovább. A kiber-fizikai megközelítések „okos” városokhoz, gyártási, közlekedési, logisztikai, energetikai rendszerekhez vezethetnek és hozzájárulhatnak egy újabb életminőség megteremtéséhez. Ez utóbbi vonatkozásban már kiber-fizikai társadalomról (cyber-physical society-ről) is beszélhetünk, ami már nemcsak a fizikai és kibernetikai tereket, hanem az emberi, társadalmi, kulturális szférákat is magában foglalja. A kiber-fizikai gyártórendszerek (Cyber-Physical Production Systems, CPPS) a német Szövetségi Oktatási és Kutatási Minisztérium (BMBF) szerint megalapozhatják a 4. Ipari Forradalmat, melyet gyakran Industry 4.0-ként is említnek.

Az új érzékelő és ember-gép interfésztechnológiák alapján alakul ki egy emberközpontú számítási és érzékelési környezet, amelyben az emberek eszközökhöz való alkalmazkodását felváltja az eszközök emberi tevékenységhez történő automatikus adaptálódása. Ebben az új technológiai környezetben az emberi érzékelés és emlékezés korlátai kitolódnak, és beágyazódnak a digitális tér új lehetőségeibe.

A kiber-fizikai rendszerekkel szembeni támasztott elvárások már most hatalmasak, és az újonnan megjelenő technológiákkal gyors ütemben bővülnek: robusztusság, önszerveződés, adaptív helyzetfelismerés, transzparencia, előreláthatóság, hatékonyság, inter-operabilitás, globális nyomon követhetőség, csak a legfontosabbakat említve. A kooperatív irányítás, a multi-ágens rendszerek, a komplex adaptív rendszerek, az emergens (kibontakozó) rendszerek, a szenzorhálózatok, az adatbányászat stb. területén elért kiemelkedő eredmények további jelentős előrelépések elvárását hozzák a képbe, ezzel folyamatossá téve a kutatás iránti igényt.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

A következőkben az intézet négy alapkutatási főirányának (számítástudomány, rendszer- és irányításelmélet, mérnöki és üzleti intelligencia, gépi érzékelés és interakció) bemutatása mellett öt alfejezet foglalja össze, hogy alapkutatási eredményeik miképpen támogatják az EU Horizon 2020-ban kiemelt jelentőségűnek tartott szakterületeket, melyek egyben illeszkednek

hazánk S3 szakosodási tervezetéhez és a Széchenyi 2020 célkitűzéseire. Így külön alfejezet taglalja a járműipar és közlekedés, a termelésinformatika és logisztika, az energia és fenntartható fejlődés, a biztonság és felügyelet, valamint a hálózatok, az elosztott számítások és a jövő internete témakörökben elért alkalmazásorientált eredményeiket.

Alapkutatási Főirányok

Számítástudomány

A kutatás célja az üzleti intelligencia, a multimédiás tartalmak keresése és rendszerezése, a Web adatbányászata és más tudományterületeken jelentkező extrém méretű információfeldolgozási problémák absztrakt megfogalmazása és megoldása, az adatokban rejlő mintázatok, szabályszerűségek felismerése, kinyerése. Jellemző a matematikusi és mérnöki munka együttélése: a kutatások alapvetően kísérleteken alapulnak, ugyanakkor az adatok óriási mérete miatt az eljárások mély algoritmuselméleti és valószínűségszámítási ismereteken, matematikailag bizonyítható alapokon kell, hogy álljanak. Kutatásaik során több, egymással összefüggő terület szinergiáit aknázzák ki: az algoritmusok elmélete, a párhuzamosítás, az új hardver-architektúrák kihasználása céljából; az adatbányászat és információ-visszakeresés; a gépi tanulás, az adatbázisok elmélete, illetve a nagyméretű (extremális) gráfok.

2015-ben elért főbb eredményeik:

- A paraméteres algoritmusok területén kutatásaik egyik fő iránya az úgynevezett négyzetgyök-jelenség síkgráfokon, vagyis az a jelenség, hogy síkgráfok esetén a legtöbb kombinatorikus problémára az optimális algoritmus a paraméter négyzetgyökében exponenciális. Korábbi eredményeket jelentős mértékben általánosítva és kiterjesztve megmutatták, hogy ez a jelenség fennáll számos olyan algoritmikus probléma esetén, amely kiszolgáló központok elhelyezését modellezi.
- Szisztematikusan feltérképezték, hogy a részgráfkeresés-probléma algoritmikus bonyolultsága hogyan függ a különböző megengedett részgráfoktól. Dichotómia-tételt bizonyítottak, amely pontosan karakterizálja a (randomizált) polinom időben megoldható és az NP-nehéz eseteket. Hasonlóan szisztematikus módon vizsgálták a részgráfkeresés kernelizálhatóságát és a szorosan kapcsolódó részgráfpakolás-problémát.
- A Chevalley-Warning-tétel fontos elégséges feltételt ad véges testek feletti polinom-egyenletrendszerek megoldhatóságára. Sikerült polinom idejű algoritmikus relaxációt kidolgozni arra az esetre, amikor a változók száma elegendően nagy, de polinomiális az egyenletek számához képest. A módszert zérusösszeg-típusú relaxált additív feladatok megoldására, és új kvantumalgoritmusok tervezésére is tudták alkalmazni.
- A szimbolikus számítások területének egyik alapfeladata, hogy találjunk közös invariáns alteret mátrixok egy adott halmazához. A megoldás során felmerülő nehéz, építő jellegű feladat az explicit izomorfizmus feladat: ebben adott egy algebra, amiről tudjuk, hogy izomorf egy teljes mátrixalgebrával; a cél az, hogy adjunk meg egy ilyen izomorfizmust. Itt – korábbi eredményeik sorára építve – abban az esetben sikerült előrelépniük, amikor az alaptest véges test feletti függvények teste. A megoldás alkalmazható ferde polinomok (skew polynomials) felbontására.
- A kombinatorikus csoporttesztelés alapvető módszer a hibakeresés gyakorlatában. A módszer lényege, hogy egyszerre elemek egy nagyobb halmazát teszteljük, és a teszt akkor ad pozitív eredményt, ha a halmazban van hibás elem. Sikerült kiterjeszteniük az

Eppstein-Goodrich-Hirschberg-módszert arra az esetre, amikor a teszt a halmazbeli hibás elemek számának a paritását adja meg.

- Operációkutatás és döntési rendszerek területén optimalizálási feladatokban kimutatták, hogy egy több szempontú döntési feladatban szereplő páros összehasonlítás mátrix, inkonzisztencia index és elfogadási szint esetén mi a mátrix azon elemeinek minimális száma, amelyek megfelelő megváltoztatásával az inkonzisztencia az elfogadási szint alá vihető. Kifejlesztettek egy, a Newton-módszeren alapuló optimalizálási módszert a nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixok sajáérték minimalizálási feladatára.
- DNS és fehérje szekvencia illesztő algoritmusok gyorsítására új FPGA-s architektúrát dolgoztak ki, mely adatlokalitást is figyelembe vesz és jól skálázható akár több száz feldolgozóegységig is, miközben az adatfüggőség is kiküszöbölhető. Lehetővé vált az egységek pipeline architektúrájának kihasználása, ami nagy sebességet biztosít.

A fenti kutatásokat ERC Starting Grant és MTA Lendület támogatással is végezték. Alapkutatási eredményeikre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenységük legjelentősebb ipari partnerei az Ericsson Magyarország, az OTP Bank, és a Bosch.

Rendszer- és irányításmélelet

A kutatás fő tématerületei a rendszermodellezés és -identifikáció, az adaptív és robusztus irányítási, jelfeldolgozási és szűrési módszerek, az elosztott és hálózatba kapcsolt rendszerek irányítása, valamint a folyamatrendszerek. A lineáris és nemlineáris rendszerek, mind folytonos, mind diszkrét idejű megközelítésben, valamint a determinisztikus és sztochasztikus szemléletmód egyaránt figyelmet kapnak.

- A nemlineáris rendszerek irányításméleti problémáikhoz kapcsolódva LPV (Linear Parameter Varying) és qLPV (quasi Linear Parameter Varying) modelleket alkalmazó robusztus tervezés során felmerülő kérdésekben érték el új eredményeket. Mivel a konvencionális konvex LMI/LTI (Linear Matrix Inequality / Linear Time Invariant) tervezési eljárások LPV és qLPV feladatok megoldására csak igen konzervatív módon alkalmazhatók, újra vizsgálat tárgyává tették a lineáris rendszerek robusztus irányításának – szeparációs elven és IQC (Integral Quadratic Constraints) technikán alapuló – megoldási módszereit. A robusztus irányítástervezési eljárások olyan közös geometriai háttérre világítottak rá, amelyek megadják azt az elméleti alapot, amire további tervezési és szabályozó kiértékelési eljárások épülhetnek. A Klein-féle megközelítés geometriai szemléletét előnyösen alkalmazták a robusztus kontroll világában, pl. a geometria értelmezésében vett pontok a stabilizálható rendszerekkel azonosíthatók, míg a Möbius transzformációk a geometriát meghatározó mozgásokat adják. Megmutatták, hogy bizonyos hiperbolikus terek transzformációi közös háttérrel adnak a robusztus feladatok kezelésére, rávilágítva a különböző megközelítések kapcsolatára, elvezetve új típusú feladatok megoldásaihoz is. Ennek keretében feltárták a stabilizáló halmazon, illetve az adott performancia szinthez tartozó összes stabilizáló szabályozót leíró halmazon értelmezhető, az adott tulajdonságot invariánsan hagyó művelet, illetve annak csoportjainak rendszerelméleti tulajdonságait.
- A hibadetektálás és a nulltér alapú strukturális rekonfiguráció módszereit alkalmazó hibatűrő irányítórendszerek szintézisére és analízisére új megoldásokat vezettek be. Bemutatták, hogy az átkapcsolást végző, valamint a qLPV modellezési technikákon alapuló rekonfigurációs irányítástervezési eljárások hogyan alkalmazhatók a rendszerek minőségi tulajdonságainak garantált kielégítésére. A bevezetett geometriai technikákkal

módszert adtak stabilitásőrző szenzor-rekombinációs algoritmusok tervezésére. Az eredményeket földi és légi járművek irányítási feladatainak megoldásában alkalmazták.

- A flexibilis repülőgépszárnyak és az ilyen jellegű mérnöki objektumokat leíró igen nagydimenziós matematikai modellek szisztematikus redukciós eljárásai terén jelentős kutatási erőfeszítések történtek. A több száz dimenziós LPV rendszerek Youla-parametrizáción alapuló redukciós eljárásaiban sikerült új eredményeket elérni.
- A jelfeldolgozás és rendszer-identifikáció területén, a racionális ortogonális bázisokon alapuló identifikációs módszerek alapján egy új, hiperbolikus wavelet konstrukciókon alapuló nem parametrikus rendszer-identifikációs módszert dolgoztak ki, amely mind idő-, mind frekvenciatartománybeli mérésekből kiindulva iteratív módon képes a rendszerek pólusainak meghatározására.

A rendszer- és irányításelméleti eredmények primer felhasználója az energia, jármű és közlekedéssipar. Az ipari partnerek (Airbus, Bosch, Knorr-Bremse) bevonásával végzett európai és nemzeti kutatási projekteknél az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát szem előtt tartva folytattak kutatási tevékenységet. Ipari felhasználásra előkészített eredmények születtek korszerű járműfedélzeti irányítórendszerek hibatűrő kialakításának tervezésére, a járműflották koordinált irányítására, az intelligens vezető nélküli járműirányítási megoldásokra, szenzorfüzión módszerek alkalmazására és az elektronikus fék és kormány alkalmazásának integrált irányítási módszereire.

Mérnöki és üzleti intelligencia

A kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerek tervezésének, irányításának, illetve működésük változó viszonyokhoz való adaptálásának problémái több tudományterület – jellemzően a számítástudomány, az operációkutatás, a gyártástudomány és a tudásalapú módszerek – együttes művelését igénylik. A 2015-ben elért alapvető kutatási eredményeik közül elsősorban a következők emelendők ki:

- A gyártás- és informatikai tudományok egymással kölcsönhatásban álló, mindinkább összefonódó fejlődésében minőségileg új szakaszként határozták meg a kiber-fizikai gyártórendszereket, és történeti kontextusból kiindulva mutattak rá az új kihívásokra és lehetőségekre.
- Visszacsatolt (dinamikus, sztochasztikus) rendszerekre továbbfejlesztették a nem-aszimptotikus, eloszlás-független SPS (Sign-Perturbed Sums) identifikációs módszert. Ez számos ipari, mérnöki, biológiai, közgazdasági és társadalmi rendszerben fontos, ahol erős visszacsatolások vannak, melyek nagymértékben befolyásolják az adatgyűjtést.
- Az instrumentális változók becslési módszeréhez kidolgoztak egy, a fent említett SPS módszeren alapuló – de annál kisebb számítási bonyolultságú – algoritmust, amely képes a becslés köré egzakt valószínűségű konfidencia-halmazokat építeni, még akkor is, ha a rendszer bemenetei korrelálnak a zajjal (pl. visszacsatolások). A halmazokhoz polinomiális időben számolható ellipszoidális külső közelítést is javasoltak.
- Ütemezési problémák megoldása terén olyan egygépes ütemezési problémákat vizsgáltak, ahol a gépen túl az ütemező feladatok nem megújuló erőforrásokat is igényelhetnek. A probléma különböző változataira approximációs algoritmusokat és nem-approximálható-sági eredményeket adtak. Az approximációs algoritmusokhoz elsősorban az ún. hátizsák pakolási probléma változataival fennálló kapcsolatot használták ki, amelyek feltárása szintén a kutatás része volt.

- Jármű- és vezető ütemezési probléma megoldására kidolgoztak egy új egzakt módszert, melynek alapja egy új MIP modell, amit egy korlátozás-és-árazás (branch-and-price) alapú algoritmusban használtak. Erre a problémára bár több heurisztikus megközelítés is létezik, ez az első egzakt optimumot megtaláló módszer.
- Aggregált vevői modell kidolgozása: Játékelméleti alapon, aszimmetrikus vevő-eladó információs viszonyt feltételezve olyan mechanizmust dolgoztak ki, mely biztosítja hatékony aggregált igények előállítását abban az esetben is, ha az egyéni, racionális vevők a rövid távú, ám bizonytalan előrejelzéseket saját költségükön generálják. A módszer, melyben közvetítőre nincs szükség, alkalmazható akár beszállítói, akár energetikai hálózatok hatékony működtetésében.
- Elkészült az az összetett modelleket mesterséges neurális hálózattal, szupport vektor gépekkel, avagy neuro-fuzzy modellek alkalmazásával felépíteni képes algoritmus, amely a korábbi, heurisztikus modell kiértékelési mérőszámok helyett az általánosabb és hatékonyabb információelméleti mértékek felhasználásával működik.
- Integrált kísérlettervezési és technológiai paraméteroptimalizálási algoritmust dolgoztak ki, amely túllépve a klasszikus (pl. Taguchi-elveken alapuló) lineáris kísérlettervezésen lehetővé teszi a technológiai paraméterek meghatározását nemlineáris, sokdimenziós változó térben, akár egyes összefüggések ismeretének hiányában is. A módszert nem-konvencionális megmunkálások esetén verifikálták.

A kutatások részben az OTKA, részben az EU által támogatott projektek keretében folynak, melyekben néhány esetben konzorciumvezetői szerepet is ellátnak. Elméleti eredményeik alkalmazott, iparban is hasznosuló kutatásokat alapoztak meg (lásd a Termelésinformatika és logisztika, illetve az Energia és fenntartható fejlődés pontokat).

Gépi érzékelés és interakció

3D rekonstrukció és megjelenítés: Az újonnan megjelenő eszközök alkalmazásával, mint a térszkenner (LIDAR) és a mobil érzékelő platformok, a nagytömegű és részben elosztott felvételű pontfelhők kezelésében értek el jelentős eredményeket:

- Nagyméretű pontfelhők kezelése: Kifejlesztettek egy új rendszert, ami valós idejű megjelenítést biztosít nagyméretű (milliárdnyi pontból álló) pontfelhők számára. Ezek a pontfelhők méretükből adódóan már nem férnek el egyben a memóriában. Az adatokat speciális formában tárolva és mindig csak a megjelenítéshez szükséges részt beolvasva a folyamatos és gyors megjelenítés biztosítható.
- Grafikai megjelenítés: Egy új, kötegelt behangolásra (bundle adjustment) épülő numerikus algoritmust készítettek, amely foltok (patch-ek) térbeli rekonstrukcióját végzi. A módszer a felületdarabkák térbeli helyzetét és a kamera külső paramétereit a felületi normálvektorral együtt finomítja a foltok közötti affín transzformáció felhasználásával. Az új módszer pontosabb és látványosabb rekonstrukciót eredményez, mint az egyszerűbb pontalapú módszerek.

Fluoreszcens és digitális holografikus mikroszkópia kombinálásával hatékony módszert dolgoztak ki ritka minták elemzésére. A fluoreszcensen detektált objektumok nagyfelbontású képét egy digitális holografikus mikroszkóp állítja elő. A kifejlesztett módszer alkalmazható az ivóvízbe került toxikus cianobaktériumok detektálására, illetve azok alfajainak pontos azonosítására. Az utóbbi fontosságát az adja, hogy nem minden cianobaktérium faj okoz mérgezést.

A kamerák kiolvasási tulajdonságainak alapos elemzése és speciális szenzortulajdonságok alkalmazása útján kidolgoztak egy új eljárást, amely egyetlen éles képből is képes kinyerni a fényes tárgyak sebességét rövid számítás segítségével: itt egyetlen képkockára vesznek fel különböző erősítésű, különböző expozíciós idejű képeket. Az elkészült kísérleti eszközzel egyetlen képkockáról lehet leolvasni például egy gépjármű rendszámát és sebességét.

Kutatás-Fejlesztési Tevékenységek

Járműipar és közlekedés

A járműipart és közlekedést érintő technológia fejlesztéseket jellemzően a közúti és légi közlekedés eszközei és rendszerei strukturálták. Jelentős szerepet kap a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek:

- Kooperáló járműrendszerek: A világméretű trendekhez igazodó módon a jármű- és közlekedés alkalmazási kutatások egyik fókuszja a kooperatív intelligens közlekedési rendszerekkel (Cooperative Intelligent Transportation Systems, C-ITS) kapcsolatos. Ezzel összefüggésben a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek területén születtek eredmények.
- Hybrid vezérlés: A hibrid és elektromos közúti járművek irányítórendszereinek összehangolt működtetésére elosztott és hierarchikus járműarchitektúrákat dolgoztak ki. Megoldások születtek a szenzorfüziora és kommunikációs hálózatokra épülő integrált és kooperatív robusztus járműirányításokra, melyekkel a biztonságos, hatékony és gazdaságos üzem biztosítható. Az integrált járműirányítási feladatok megoldására a konvex LTI tervezési módszereket kiterjesztették qLPV alapú robusztus irányítástervezési módszerekre. A kooperatív autonóm járműirányítások stabilitásának elemzésére, a bizonytalanságok, továbbá a kommunikáció által okozott késleltetések kezelésére Lyapunov-Krasovski-funkcionálon, illetve IQC-ken alapuló módszereket dolgoztak ki. Egy gépjárművezetőt támogató kamera alapú közlekedési jelzéseket és úttípust/környezetet érzékelő rendszer kifejlesztése a Robert Bosch Tudásközpontban folyó munkákhoz kapcsolódott. Haszongépjárművek hatékony és gazdaságos működtetésére részlegesen automatizált járműplatform került kidolgozásra az üzemeltető és a gyártó igényeinek figyelembevételével a Knorr Bremse Fékrendszerek Kft-vel folytatott kooperáció során.
- A kooperatív autonóm járművek irányítási rendszerének analízise területén elért eredmények módszert adnak a formáció stabilitásának és szabályozási pontosságának vizsgálatára. A kidolgozott módszerek lehetővé teszik a gyakorlatban mindig előforduló modellezési bizonytalanságok számos osztályának kezelését és a járműközi kommunikációs hálózat tulajdonságainak figyelembevételét.
- Adaptív aktuátorok: A repülésben alkalmazott elektromechanikus beavatkozók (aktuátorok) kutatása során kifejlesztettek egy kisméretű, robotrepülőgépeken alkalmazható, szabályozásra és hibadiagnosztikára képes elektromechanikus aktuátort. Az ACTUATION2015 FP7 projekt keretében az UTC Aerospace céggel közösen polgári repülőgépeken alkalmazott egységekre adtak korszerű szabályozási algoritmusokat és az ezek alapjául szolgáló matematikai modelleket. A modell bizonytalansági halmazából szisztematikus úton, "worst-case" analízis segítségével tudták meghatározni a legrosszabb

szabályozási stabilitás paraméterkombinációit, kiküszöbölve a Monte-Carlo szimulációs vizsgálatok bizonytalanságait.

- Hibatűrő szabályozási módszerek kutatásával segítik a polgári repülés jelenleg is magas biztonsági szintjének fenntartását a RECONFIGURE FP7 projekt keretében. Az Airbussal közösen módszereket dolgoztak ki, melyek a fedélzeti aktuátorok, vagy szenzorok meghibásodása ellenére is fenntartani képesek a repülőgép biztonságos üzemét, csökkentve a pilótára jutó munkaterhelést.
- Vezető nélküli légi járművekben (UAV) alkalmazható hibatűrő szabályozási algoritmusokat fejlesztettek ki, melyek egyszeres meghibásodási kritériumok esetén garantálni tudják a repülési feladat biztonságos folytatását és befejezését. Ezt támogatja az általuk kifejlesztett kamera alapú légi érzékelő és elkerülő rendszer: "látni és elkerülni". Az elkerülő repülőgép vizuális alapon detektálja a célgépet a fedélzeti többkamerás látó rendszere, a GPUs képfeldolgozó egysége és a navigációs berendezése segítségével. Megtörténtek az első kísérleti repülések a fenti célkitűzéseket teljesítő, a világon egyedülnek számító, kisméretű, redundáns, nagy megbízhatóságú avionikai rendszerrel. A kifejlesztett technológia megoldást nyújt az autonóm repülő eszközök biztonságos térbeli szeparációjára, és hozzájárul a GPS vezérelte kijelölt útvonalon haladás biztonságossá tételéhez. Az USA Haditengerészetének Kutatási Hivatala (ONR) által finanszírozott kutatás során korszerű útvonalbecslő és az ütközési valószínűséget meghatározó módszerek kutatása zajlott, szimulációs és valós méréseken alapuló adatok feldolgozása és elemzése alapján.
- A szárny flexibilitásból adódó rezonancia (flutter) jelenség kutatását a FLEXOP H2020-as projekt kapcsán végezték a repülőgépek aerodinamikai, strukturális és repülésdinamikai vizsgálatainak alapján, hatékony mérési és irányítási módszerek alkalmazásával. Ennek során több, különböző absztrakciós szintű modellt fejlesztettek ki, melyek az egyszerű, két szabadságfokú szárny rugalmas viselkedésétől kiindulva egészen a teljes repülőgép dinamikus viselkedéséig lefedik az alkalmazások igényeit.

Termelésinformatika és logisztika

A termelésinformatikai és logisztikai K+F+I tevékenység termelő, szolgáltató és logisztikai rendszerek tervezésére és modellezésére, valamint azok működésének irányítására, optimalizálásra, monitorozására és valós viszonyokhoz való adaptálására irányul, üzemi, vállalati és hálózati szinten egyaránt. A legfontosabb, 2015-ben elért eredmények a következők:

- A moduláris szerelőrendszerek számára kidolgozott termelés-tervező módszert robotizált, autópári szerelőcellák kombinált termelés- és kapacitás-tervezéséhez alkalmazták. Létrehozták a rendszer szimulációs modelljét, amely alkalmas a számított tervek kiértékelésére a sztochasztikus paraméterek és véletlenszerű zavarok figyelembevételével.
- Olyan statisztikai tanulási módszereket dolgoztak ki, amelyekkel az előrettekintő módban futtatott szimuláció tanulóalgoritmusok által becsült határértékek figyelembevételével végez elemzéseket. A módszer hatékonyságát ún. flow-shop teszt gyártó környezetben vizsgálták, ahol a gyártási rendelések átfutási idejének becslését a kifejlesztett tanulóalgoritmusok szolgáltatták.
- Diszkrét, eseményorientált szimulációs elemzések hatékony támogatására, SISO Core Manufacturing Simulation Data (SISO CMSD) szabványon alapuló adatstruktúrát fejlesztettek, amelyet különböző gyártási feladatokra és szimulációs eszközökre is alkalmaztak.

- Az Audi Hungária Motor Kft. részére fejlesztett termelés-tervező rendszer tesztelését és finomhangolását végezték egy gyártósoron, és implementálták a vizsgálatok során felmerült módosításokat, új igényeket.
- Kifejlesztettek és ipari felhasználónál telepítettek egy fejlett grafikus felülettel rendelkező, kis- és nagyszériás gyártásban egyaránt alkalmazható termelés-ütemező és döntéstámogató rendszert.
- Európai K+F projekt keretében kifejlesztett lézeres robotos távhegesztő cellák automatizált konfigurációját és offline programozását támogató rendszerüket alkalmazhatóvá tették az új technológia „elsőre helyes” bevezetésére és sorozatos autóiipari tesztek végrehajtására.
- Kiber-fizikai kísérleti gyártórendszer: Létrehoztak egy olyan integrált, korszerű szenzorhálózattal és beavatkozókval ellátott mintarendszert, amiben lehetőség van gyártási, logisztikai és robotikai problémák vizsgálatára, mind virtuális, mind fizikai térben, beleértve az elosztott vezérlés és az ember-robot együttműködés új lehetőségeit is.
- A Hitachi Manufacturing Technology Research Center-rel együttműködve olyan általános célú módszereket dolgoztak ki, amelyek segítségével egy összetett műszaki objektum jellegzetes komponensei és ezek topológiai kapcsolatai rekonstruálhatók az objektum síkbeli, jellemzően lineáris kapcsolatokat tartalmazó műszaki rajzának pixel alapú reprezentációjából.

A termelésinformatikai és logisztikai témakörökkel kapcsolatos alkalmazott kutatás-fejlesztés és ipari bevezetés jó része az intézetben 2010-óta működő Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és –informatika Projektközpont keretében folyt. Számos kis- és közepméretű vállalattal (KKV) folytatott együttműködés mellett fő nagyvállalati partnereik a Hitachi, Audi Motor Hungaria, GE Hungary, Jaguar LandRover, Opel, Volvo, Festo, BPW, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft, Aventics Hungary, Denso.

Energia és fenntartható fejlődés

A fenntartható fejlődés egyik alapvető feltétele az energiatermelő, -szállító, és -átalakító rendszerek adaptálása a változó igényekhez és lehetőségekhez. E rendszerek irányítása és felügyelete területén a megújulás egyik kulcsa az informatikai eszköztár megnövelt adatfeldolgozási, -tárolási és -továbbítási kapacitása, ami az automatizálás és a hatékonyság növelése terén is új lehetőségeket nyit, valamint új problémákat vet fel. Kiemelten foglalkoztak az alábbi témákkal:

- Energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete területén az intézet egyik legrégebbi múltra visszatekintő ipari tevékenysége az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel történő stratégiai együttműködésen alapul. Az erőmű üzemidő hosszabbítási projektjéhez kapcsolódóan továbbra is kiemelt szakértői feladatuk volt a meglévő irányítástechnikai rendszerek (pl. Atomerőmű Reaktorvédelmi Rendszerének, Szabályozó és Biztonságvédelmi rendszer) felújításában és az ilyen jellegű projektek előkészítésében. Az intézet folytatta az erőmű kapacitás-fenntartási munkáiban való együttműködést, valamint közreműködött a felépítendő új blokkok előkészítésével kapcsolatos irányítástechnikai szakértői feladataiban. A nemzetközi nukleáris szakmai élet szereplőjeként részt vettek a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) készülő új biztonsági útmutatójának írásában, melynek előzetes címe "Dependability Assessment of Software for Safety Instrumentation and Control Systems at NPPs".

- Közvilágítás: Továbbfejlesztették és a SZTAKI számítási felhőjében futó vezérléssel működtették az E+grid intelligens energia-pozitív közvilágítási rendszert. A folyamatosan gyűjtött adatok további sztochasztikus modellillesztési módszerek kidolgozására adtak lehetőséget.
- Energiagazdálkodás: Az EC Joint Research Centre (JRC) megbízásából fejlesztettek ki egy speciális, hatékony energiagazdálkodás célját szolgáló matematikai megoldó csomagot.

Biztonság és felügyelet

- Földmegfigyelés műholdról: A DUSIREF projekt (Dinamikus városmodellezés távérzékelt adatok fúziójával) az Airbus Defense & Space Magyarország közös vállalkozása az Európai Űrügynökség (ESA) finanszírozásával a PECS-HU pályázati keretprogramon belül. A projekt idén zárult szakaszának fő célja városi környezetek magas szintű automatikus analízise különböző típusú távérzékelt adatok (főleg optikai és TerraSAR műholdképek és Lidar mérések) felhasználásával. Új környezetelemző és rekonstrukciós eljárások kerültek kifejlesztésre az érzékelt adatok négydimenziós (három térbeli és egy időbeni dimenzió) reprezentációjának a figyelembevételével: városi objektumok felismerése, változás-felismerés, objektumpopulációk több szintű hierarchikus analízise, 3D épületek közelítése textúrázott poligonmodellekkel.
- Ad-hoc mobil kamerák hálózatán: A PROACTIVE FP7 projekt eredményei alapján kidolgozták a multispektrális szenzorfüziós és alakzat-lokalizációs eljárást, mely már nem igényli a sík talajfelszínt. Ennek további felhasználási területe a bel téren (pl. bankfiók) részleges takarásban levő alakzatok pontos térképes elhelyezése és követése. Az alkalmazott mintafelismerő algoritmus új módozatában a "deep learning" teória alkalmazásával jobb felismerési arányt értek el. Az optimalizált algoritmus-variáns akár 100 fps sebességre is képes, és akár rossz látási viszonyok között is hatékony.
- Automatikus táblafelismerő eljárásokat hoztak létre a Budapest Közút Zrt. számára, amely az utakon található különböző objektumokról geodatbázist készít földi MLS (Mobil Laser Scanner) LIDAR adatok és a kapcsolódó felvételek alapján. A kidolgozott algoritmust a Budapest Közút Zrt. Geodatbázis rendszerébe integrálták.

Hálózatok, hálózati rendszerek és szolgáltatások, a jövő internete

- Occopus alapú munkafolyam szervezés: új munkafolyam koncepciót dolgoztak ki infrastruktúra-tudatos munkafolyam (infrastructure-aware workflow) néven. Ezen új típusú munkafolyamok csomópontjai nemcsak számításokat és adatfeldolgozásokat definiálhatnak, hanem az ilyen típusú csomópontok számára szükséges infrastruktúrák definiálására is lehetőséget adnak. A koncepció megvalósítása forradalmasíthatja a munkafolyam alapú komplex megoldások hosszú távú hasznosíthatóságát.
- Mezőgazdasági adatkezelés: Kidolgoztak és megvalósítottak egy, a régióban egyedülálló és kivételesen nagyszabású kutatási infrastruktúrát a precíziós mezőgazdaság elterjedésének támogatására. A Big Data és felhő technológiai alapokra helyezett elemző, előrejelző és döntéstámogató keretrendszer mezőgazdasági célú adaptálásával az újonnan kialakított platform lehetővé teszi egy folyamatosan bővülő és egyre szélesebb körű tudásbázis létrehozását az agrárszféra számára. A rendszer támogatja a partnerek által a szántóföldi kultúrákhoz telepített nagyszámú komplex szenzoroszlopból származó strukturált idősoros, képi és más adatok megbízható és hatékony gyűjtését, valamint az

azokban rejlő információk mezőgazdasági szakember segítségével történő későbbi hatékony kiaknázását.

- Ipari adattudomány: Az Ericsson budapesti kutatóintézetével együttműködve mobil session vesztés előrejelzésére végeztek kutatást több rádióparaméter idősorának vizsgálatával. A módszer kiterjeszti a dinamikus programozás alapú ún. „time warping” módszert több idősorra, amelyek felett a Fisher információs mátrix által adott természetes távolságmetrikát használja. 2015-ben a már korábban elindult Ericsson és AEGON alkalmazott kutatási feladatok mellett két további ipari adattudományi projektet indítottak. Az OTP Bank számára új, gépi tanuláson alapuló előrejelző módszereket nyújtanak, többek között hitelkártya nemfizetési feladatokra. A Bosch részére pedig a gyártósori fizikai paraméterek idősorai alapján adnak előrejelzést a gyártási selejtek elkerülése céljából.
- Ajánló rendszerek: Az online felhasználók viselkedésének előrejelzésével kapcsolatos RecSys Challenge 2015 versenyén a részt vevő több mint 500 csapat között ötödik helyet értek el. Jelenlegi és korábbi sikereik alapján felkérték az MTA SZTAKI-t a 2016. évi verseny szakmai szervezésére, amely a Xing szakmai közösségi hálózat álláshirdetésekkkel kapcsolatos előrejelzéseit célozza meg.
- Ember-gép interfész: Gesztusfelismerésre képes kesztyűt fejlesztettek, mely szenzorhálózat segítségével a kéz ujjainak térbeli helyzetét és az egyedi ujjmozgások dinamikájának (kézgesztusok) felismerését valósítja meg. A kesztyű segítségével megvalósul ipari környezetben az ember-robot párbeszéd, lehetővé válik az egy térben történő munkavégzés és valós ember-robot kooperáció; a prototípust nemzetközi szinten mutatták be.

b) Tudomány és társadalom

MTMT (Magyar Tudományos Művek Tára): készítik az országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új digitális archívumi szoftverrendszerét. Az MTMT rendszer országos hatáskörű állami regiszter, mely speciális biztonsági és használati követelményeket támaszt.

Az intézet kommunikációs tevékenységét korszerű csatornák, transzparencia, társadalmi felelősségvállalás, illetve a kutatói és marketing szemlélet dinamikus összeegyeztetése jellemzi. 2015-ben körülbelül 50 kiadott sajtóközleménnyel és csaknem 200 média-megjelenéssel a korábbi éveket is sikerült felülmúlni külső kommunikációban: az MTA SZTAKI az online média mellett tovább erősítette televíziós és rádiós kapcsolatait. A partnerek hírfolyamai mellett számos eredményük jelent meg a legnagyobb szakmai portálokon, szakújságok hasábjain, de szakértőik több ízben nyilatkoztak a fontosabb médiákban is. Az intézet naponta frissülő tartalommal volt jelen a közösségi médiában (Facebook, LinkedIn), de a videómegosztókon is (YouTube, Videotorium) magas a látogatottsága.

Legfontosabb innovációikat a Magyar Tudomány Ünnepe, számos tudománynépszerűsítő rendezvényen, valamint a Kutatók Éjszakáján is bemutatták, ahol 5 részlegük, 6 helyszínen, 25 fős stábbal, 7 programmal 250 fős vendégseregnek tette láthatóvá a kulturális örökségvédelemmel, a vezető nélküli légi járművekkel, az okos gyárral, a 3D-technológiával, a digitális holografikus mikroszkóppal és a lézerszkennelvel kapcsolatos leglátványosabb érdekességeiket.

Kidolgozásra került az intézetet újrapozicionáló kommunikációs kampánytervezet is, melynek legfőbb célja a hatékonyságnövelés és az egységesség, így egyaránt kitér a szervezetfejlesztési és kommunikációs aspektusokra is. Megújították logójukat és teljes

offline, online arculati elemeiket, elkezdtek fejleszteni az új weblapukat és kidolgozták a használatukat szabályozó kézikönyvet.

Néhány jellemző, szélesebb közönségnek szánt 2015-ös eredmény és esemény:

- GUIDE@HAND nevű újgenerációs mobil alkalmazáscsalád széleskörű terjesztése. Az elmúlt időszak fejlesztéseinek eredményeként az intézet immáron több mint félszáz, az alkalmazásboltokból túlnyomórészt ingyen letölthető mobilalkalmazással rendelkezik, többek között a kulturális örökség védelme, a turizmus, a kulturális és tudományos rendezvények területén. Példaként a Magyar Hidrológiai Társaságot, az Esztergomi Vármúzeumot, a busójárást vagy a bolgár ikonográfiai gyűjteményt bemutató alkalmazások említhetők meg.
- A MOL Bubi adatelemző verseny az Európai Mobilitási Hét keretében, a BKK és az MTA SZTAKI Big Data – Lendület kutatócsoportja szervezésében jött létre. A verseny során matematikus, fizikus, informatikus, közgazdász hallgatókat vagy volt hallgatókat, érdeklődőket vontak be az adatok elemzésébe. A hatalmas érdeklődés mellett zajló versenyre több mint 60 csapat regisztrált és a három feladatra együttesen közel 30 csapattól érkezett megoldás.
- Kiállítóként és előadóként vettek részt a tokiói Science Agora rendezvényen, ahol a robotos lézerhegesztéshez kapcsolódó eredményeket mutatták be. A Science Agora évente megrendezett tudományos-ismeretterjesztő kiállítás, kb. 10.000 látogatóval.
- A Fény Éve jegyében Tokióban rendezett Akari Park kiállításon (kb. 100.000 látogató) került bemutatásra (a GE Hungary által képviselve) a közreműködésükkel fejlesztett E+grid intelligens energia-pozitív közvilágítási rendszer.
- A hatodik IEEE Nemzetközi CogInfoCom konferencia külön kiadványát az intézet szerkesztette a J. Multimodal User Interfaces folyóiratban Special Issue: multimodal biases in CogInfoCom networks címmel.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Nemzetközi és kiemelkedő országos rendezvények szervezése

Az intézet munkatársai aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (IEEE, CIRP, IFAC, IMEKO, IAPR) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, ill. műhelytalálkozóinak előkészítésében.

Az intézet ad otthont a World Wide Web Consortium (W3C) Magyar Irodájának. Az Iroda részt vesz a munkacsoportok tevékenységében, közvetlenül hozzájárul a web fejlesztéséhez és segíti a vonatkozó szabványok magyar elterjesztését.

A Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamarával (DUIHK) és több Fraunhofer társintézettel együttműködve nemzetközi műhelytalálkozót szerveztek a hazai ipar képviselői számára az Ipar 4.0 (Industrie 4.0) kihívásairól és lehetőségeiről.

Nemzetközi kapcsolatok

Folytatva sikeres szereplésüket az EU kutatási programjaiban – a VII. Keretprogramban 44 támogatást nyert projektben voltak résztvevők, 8 esetben konzorciumvezetői szerepet is elláttak – a Horizon 2020 program keretében eddig 9 elnyert projektről tudnak beszámolni, melyek közül kettőben konzorciumvezetők.

Az intézet jelentős gyakorlattal és projekttapasztalattal rendelkezik a kereskedelmi célú repülés és a gépjárműipart érintő kutatások és technológia fejlesztések területén. Az avionikai kutatások tekintetében a Minnesotai Egyetem repüléstechnikai tanszékével, az USA Haditengerészetének Kutatási Hivatalával (ONR), a Bordeaux-i Egyetem rendszerelméleti laboratóriumával, valamint a német (DLR) és európai űrügynökséggel (ESA) ápoltt kapcsolatok említendők.

Folytatódott a Hitachi Ltd., Manufacturing Technology Research Center-rel a többéves együttműködés, ami ebben az évben is közös publikációhoz, két nemzetközi szabadalom benyújtásához és egy Hitachi-Fraunhofer-SZTAKI közös kutatási projekt indításához vezetett.

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

A 2015. június 25-én, Budapesten szignált dokumentum alapján az MTA a felfedező kutatások eredményeivel járul hozzá a Győrben folyó, kiemelkedő színvonalú járműipari kutatásokhoz, jelenlétével egyidejűleg támogatva a régió műszaki és természettudományos kutatásait. Az együttműködés bázisaként az MTA új kutatóközpontot alapított Győrben. A Járműtechnológiai Kutatások Kiválósági Központja (J3K) a győri Széchenyi István Egyetemen jön létre, az MTA SZTAKI és a győri egyetem közreműködésével. Az új kutatóközpont működését az MTA, az Audi Hungaria, az egyetem és Győr városa együtt biztosítja. A győri és Győr környéki vállalatokkal folytatott együttműködés további elmélyítése céljából az Intézet 2015-ben győri telephelyet hozott létre.

Energetikai területen a meglévő blokkok hosszú távú biztonságos üzemeltetésének irányítástechnikai feladataiban az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel, míg a későbbi kapacitás-fenntartási feladatok irányítástechnikai vonatkozásaiban a MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt.-vel és az MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt.-vel működött együtt.

A termelésinformatika és logisztika témakörrel kapcsolatos alkalmazott K+F és ipari bevezetés jó része az Intézetben 2010-óta működő Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és -informatika Projektközpont keretében folyt. 2015-ben a következő jelentős nagyvállalatokkal tartottak fenn K+F kapcsolatot: Audi Motor Hungaria (termelésstervező rendszer fejlesztése, belső logisztika szimulációja), GE Hungary (intelligens közvilágítási rendszer, smart city), Jaguar LandRover és Comau (robotos lézeres távhegesztés), Opel (vizuális felismerés), Volvo (ember-robot szimbiózis a szerelésben), Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft (gyártórendszer konfiguráció), Aventics Hungary, Festo, Denso (digitális gyártás).

Az Intézet és a Fraunhofer Társaság – együttműködve a BME Gépészmérnöki, illetve Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karaival – egy 2015-ben indult Teaming EU projekt keretében folytatott a hosszú távú európai kooperáció intézményes alapjának megerősítése érdekében elsősorban tudományszervezési tevékenységet. A munka arra irányul, hogy a Fraunhofer-SZTAKI Projektközpont alapján az intézetben a kiber-fizikai rendszerek nemzetközileg elismert kiválósági központja jöjjön létre. Együttműködés keretében biztosítják a SIEMENS PLM szoftver Tecnomatix termékvonalaának egyik hazai kompetenciaközpontját.

Hazai kapcsolatok, részvétel a felsőoktatásban

Az egyetemi graduális és posztgraduális oktatást az intézet továbbra is a kutatási tevékenység fontos velejárójaként és a jövőépítés elengedhetetlen feltételeként kezeli. Rendszeres oktatási tevékenységet folytatnak a következő hazai felsőoktatási intézményekben: BME, ELTE, Corvinus, Pannon Egyetem, PTE, ME, PPKE, CEU. Átlagosan mintegy 20 PhD hallgató

végzi kutatómunkáját az intézetben, vezető kutatók témavezetése mellett. A hazai doktori iskolákban munkatársaik 25 esetben szerepelnek külső, és 5 ízben belső alapító tagként.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

FLEXOP Flutter Free FLight Envelope eXpansion for ecOnomical Performance improvement (EU H2020, 894750 €, 2015-2018)

Az intézet által koordinált konzorcium tagja az Airbus-on kívül a Német Űrkutatási Központ, egyetemek (Bristol, München, Delft, Aachen), valamint a repülőipar fontosabb beszállító cégei (FACC, INASCO). A projekt során elemzik a repülőgépszárnyak rugalmas viselkedését és kidolgozásra kerül az azt kezelni képes fedélzeti szabályozó rendszer.

EPIC Center of Excellence in Production Informatics and Control (EU H2020, 138750 €, 2015-2016)

A projekt célja az „Ipar 4.0 kutatási és innovációs kiválósági központ” középtávú üzleti tervének kidolgozása. A SZTAKI az NKFIH koordinációja mellett, több Fraunhofer Intézettel és a BME két karával közösen dolgozza ki a kiválósági központ terveit.

Streamline Improving Competitiveness of European Enterprises through Streamlined Analysis of Data at Rest and Data in Motion (EU H2020, 250063 €, 2016-2019)

A projekt célja az európai Big Data technológia megteremtése és az európai Data Science megerősítése. A SZTAKI kiemelt feladata az adatfolyamok, azaz a nagy sebességgel érkező és azonnali feldolgozást igénylő adatok feletti gépi tanulás megoldása.

EXCELL Actions for Excellence in Smart Cyber-Physical Systems applications through exploitation of Big Data in the context of Production Control and Logistics (EU H2020, 317875 €, 2016-2019)

A kiber-fizikai rendszerek, valamint termelési és logisztikai hálózatok területét kiszolgáló "big data" alkalmazások területén irányozza elő négy európai ország kutatói együttműködését.

COURAGE Understanding the Cultural Heritage of Dissent in the Former Socialist Countries (EU H2020, 198100 €, 2016-2019)

A projektben a volt szocialista országok ellenállási mozgalmainak nemzetközi archívumát teremtik meg. Az intézet a projekt alapját nyújtó információs infrastruktúrát fejleszti ki.

SEPPAC Részlegesen automatizált járműplatform biztonsági és gazdaságossági funkciókkal (VKSZ, 310260 eFt, 2015-2017)

Az MTA SZTAKI, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. és a MABI-BUS Kft. alkotta konzorcium olyan automatizált haszongépjármű-specifikus járműirányítási koncepciókat tervez kidolgozni.

SCOPIA Endoszkópos diagnosztikán alapuló, szoftverrel támogatott klinikai eszközök fejlesztése (VKSZ, 73382 eFt, 2015-2018)

A projekt célja új diagnosztikai eszközök és módszerek kidolgozása a gyógyászatban. A SZTAKI a hiperspektrális endoszkóp kidolgozása során a megvilágító és a képalkotó eszközöket tervezi meg, valamint kiértékeli a hiperspektrális képeket.

OTKA Nemlineáris dinamikus rendszerek fizika-inspirálta irányítása és diagnosztizálása (OTKA, 32232 eFt, 2015-2019)

A kutatás fő célja olyan hatékony kiber-fizikai módszerek kifejlesztése, melyek alkalmasak nemlineáris rendszerek dinamikus analízisére, szabályozóinak tervezésére és diagnosztikájára.

VISION Validation of Integrated safety-enhanced intelligent flight control (EU H2020 (EU-Japan), 250063 €, 2016-2018)

A projekt a légi közlekedés biztonságának javítását célozza, okosabb technológiákat használva a légi jármű Navigációs és Irányítási rendszerének támogatására beépített látásalapú rendszerekkel, fejlett előrejelzési és újrakonfigurálható irányítási módszerekkel.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Könyvek

1. Baranyi P, Csapó Á, Sallai Gy: Cognitive Infocommunications (CogInfoCom). Springer, 219 (2015) <http://real.mtak.hu/33478/>
2. Cygan M, Fomin F V, Kowalik L, Lokshtanov D, Marx D, Pilipczuk M, Pilipczuk M, Saurabh S: Parameterized Algorithms. Springer, 613 (2015)
3. Keviczky L, Bányász Cs: Two-degree-of-freedom control systems: The Youla parameterization approach. Elsevier Academic Press, 514 (2015)
4. Tapolcai J, Pin-Han Ho, Babarzi P, Rónyai L: Neighborhood Failure Localization in All-Optical Networks via Monitoring Trails. IEEE-ACM Transactions on Networking, 23 (6): 1719-1728. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8561/>

Folyóirat-publikációk

5. Becsi T, Aradi S, Gáspár P: Educational Frameworks for Vehicle Mechatronics. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 16 (6): 3534-3542. 9 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8502/>
6. Bozóki S, Lee T-L, Rónyai L: Seven mutually touching infinite cylinders. Computational Geometry-Theory and Applications, 48 (2): 87-93 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8156/>
7. Börcs A, Benedek Cs: Extraction of Vehicle Groups in Airborne Lidar Point Clouds with Two-Level Point Processes. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 53 (3): 1475-1489 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/7835/>
8. Csáji B Cs, Campi M, Weyer E: Sign-perturbed sums: A new system identification approach for constructing exact non-asymptotic confidence regions in linear regression models. IEEE Transactions on Signal Processing, 63 (1): 169-181 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8416/>
9. Csikós A, Varga I, Hangos K M: Modeling of the dispersion of motorway traffic emission for control purposes. Transportation Research Part C-Emerging Technologies, 58 (Part C): 598-616. (2015) <http://real.mtak.hu/33476/>
10. Erdős G, Nakano T, Horváth G, Nonaka Y, Váncza J: Recognition of complex engineering objects from large-scale point clouds. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 64 (1): 165-168. (2015) <http://real.mtak.hu/30243/>
11. Farkas K, Fehér G, Benczúr A, Sidló Cs: Crowdsensing Based Public Transport Information Service in Smart Cities. IEEE Communications Magazine, 53 (8): 158-165. 8 (2015) <http://real.mtak.hu/26081/>

12. Galambos P, Csapó Á, Zentay P, Fülöp IM, Haidegger T, Baranyi P, Rudas IJ: Design, programming and orchestration of heterogeneous manufacturing systems through VR-powered remote collaboration. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 33: 68-77. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8164/>
13. Györgyi P, Kis T: Approximability of scheduling problems with resource consuming jobs. *Annals of Operations Research*, 235: 319-336. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8421/>
14. Ilie-Zudor E, Ekárt A, Kemény Zs, Buckingham C D, Welch P G, Monostori L: Advanced predictive-analysis-based decision support for collaborative logistics networks. *Supply Chain Management-an International Journal*, 20 (4): 369-388. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8401/>
15. Kovács J, Marosi AC, Visegrádi Á, Farkas Z, Kacsuk P, Lovas R: Boosting gLite with cloud augmented volunteer computing. *Future Generation Computer Systems-the International Journal of Grid Comput*, 43-44: 12-23. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8107/>
16. Lipták G, Szederkényi G, Hangos KM: Computing zero deficiency realizations of kinetic systems. *Systems & Control Letters*, 81: 24-30. (2015) <http://real.mtak.hu/33477/>
17. Manno-Kovacs A, Sziranyi T: Orientation-selective building detection in aerial images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 108: 94-112 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8580/>
18. Marx D, Végh LA: Fixed-parameter algorithms for minimum-cost edge-connectivity augmentation. *ACM Transactions on Algorithms*, 11 (4): Paper a27. 24 (2015) <http://real.mtak.hu/31198/>
19. Monostori L, Valckenaers P, Dolgui A, Panetto H, Brdys M, Csáji B Cs: Cooperative control in production and logistics. *Annual Reviews in Control*, 39: 12-29. (2015) <http://real.mtak.hu/24088/>
20. Németh B, Varga B, Gáspár P: Hierarchical design of an electro-hydraulic actuator based on robust LPV methods. *International Journal of Control*, 88 (8): 1429-1440. (2015) <http://real.mtak.hu/27956/>
21. Orzó L: High speed phase retrieval of in-line holograms by the assistance of corresponding off-axis holograms. *Optics Express*, 23 (13): 16638-16649. (2015) <http://real.mtak.hu/24840/>
22. Péni T, Vanek B, Szabó Z, Bokor J: Supervisory fault tolerant control of the GTM UAV using LPV methods. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 25 (1): 117-131. (2015) <http://real.mtak.hu/24116/>
23. Tapolcai J, Pin-Han Ho, Babarczi P, Rónyai L: Neighborhood Failure Localization in All-Optical Networks via Monitoring Trails. *IEEE-ACM Transactions on Networking*, 23 (6): 1719-1728. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8561/>

**AZ MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET
FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	225	Ebből kutató ² :	123
PhD, kandidátus:	67	MTA doktora: 13	Rendes tag és levelező tag: 5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			4
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			48
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			221
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			218
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			63
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			63
Könyv, atlasz	magyarul: 1	idegen nyelven:	5
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	101,03	Összes független hivatkozás száma (2014):	2425
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			2850
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 3	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	4
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			140
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 69		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	39
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			32
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			48
Témavezetések száma: TDK munka: 9		Diplomamunka (BSc):	40
Diplomamunka (MSc): 31		PhD:	54
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		1277 479	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ : 13		Teljes saját bevétel: 1991 640	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			7
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	62 310 E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			8
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	540 977 E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			23
		A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	607 344 E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			3
		A tárgyévre vonatkozó bevétel:	29 111 E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		835 827	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1277 479	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	1991 640	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	62 310	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	540 977	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	54 818	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	552 526	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	29 111	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	376 913	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	402 359	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	56 555	E Ft

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286

telefon: (1) 382 6900

e-mail: pokol.gyorgy@ttk.mta.hu ; honlap: www.ttk.mta.hu

főigazgató (2015): Keserű György Miklós; főigazgató (2016.01.01-től): Pokol György

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2015-ben

2015-ben a kutatóközpont befejezte az új telephely birtokba vételét, lezárultak a költözéssel kapcsolatos utómunkálatok. Az intézmény jelentős infrastrukturális beruházást hajtott végre, 2015 áprilisában telepítésre került egy 3 Teslás MR berendezés.

2015 év második felére a kutatóközpont gazdasági helyzete megrendült, a likviditási probléma mellett jelentős fedezeti hiány tárult fel. Ez jelentősen megnehezítette a vállalt kutatási programok teljesítését. A kialakult kritikus helyzet miatt a kutatóközpont az év végére már az MTA anyagi segítségére szorult. November végére kidolgozásra került egy konszolidációs terv, amelynek végrehajtása már 2015 decemberében megkezdődött és a terveknek megfelelően 2016-ban folytatódni fog.

Az intézmény vezetésében is változás történt, 2015 tavaszán új gazdasági igazgató kezdte meg működését, s a főigazgatói munkakörben is új vezető lett kinevezve, aki a kutatóközpont vezetését 2016. január 1-től látja el.

MTA TTK AKI

Az intézet tevékenységi köre a korábbi anyagtudományi, anyagtechnológiai és a környezeti kémiai kutatások mellett biológiai anyagtudományi témákkal bővült, köszönhetően a Biológiai Nanokémia Kutatócsoport és a Spektroszkópiai Kutatócsoport 2014-ben történő csatlakozásának. 2015-ben a Biomolekuláris Önrendeződés Kutatócsoport megalakulásával a biológiai vonal még tovább erősödött a kutatóintézetben.

Kiemelt kutatási céljaik elérése érdekében tudományos ismereteiket és eszközparkjuk használatát fókuszálták, és négy programot indítottak el. A következő kutatási programok műveléséhez hoztak létre koncentrált kutatási potenciált: funkcionális és szerkezeti anyagok kifejlesztése, valamint kémiai folyamatok megismerése elsősorban a biomassza hasznosítás és környezeti kémia, tüzelőanyag-cella és energiatárolás, gyógyszer- és jelzőanyag hordozók és bioszenzor kutatás területén.

Az MTA TTK felépítése lehetővé teszi, hogy a megoldandó kutatási problémákat komplexen, multidiszciplináris módon tudják megközelíteni. Az intézet és az MTA TTK többi intézete között számos sikeres együttműködés alakult ki, amelyben érvényesül a komplementer tudásbázis.

MTA TTK EI

Az Intézetben számos tudományterületet átfogó, interdiszciplináris kutatások folynak, melyek során mind a biológia, mind fizika és a kémia tudománya által kínált lehetőségek alkalmazásra kerülnek. A kutatóhelyen részben szerkezeti biológiai alaputatások folynak, melyek lehetővé teszik a fizioiogiás és patofizioiogiás folyamatok sejt és molekula szintű értelmezését, másrészt a szerkezet biológia mellett folyamatosan bővül a kutatási tevékenység a komplex biológiai folyamatok megértését célzó rendszerbiológia irányába proteomika és

bioinformatika lehetőségeinek kihasználásával. Így többek között vizsgálja a sejtekben zajló jelátviteli utakat, a rendezetlen fehérjék működését, a komplementrendszer aktiválódási mechanizmusait molekuláris szerkezeti alapon, a daganatos és neurodegeneratív betegségek kialakulásához vezető egyes folyamatok, a transzmembrán fehérjék szerepét, valamint a DNS hibajavításban szerepet játszó enzimeket.

2015-ben az MTA TTK négy intézetének összefogásával az MTA infrastrukturális pályázatán elnyertek 100 millió Ft-ot egy szuperrezolúciós mikroszkóp (STED) beszerzésére. Ezzel a műszerrel a képalkotó eljárások új dimenziója nyílhat meg.

MTA TTK KPI

Az intézet kutatócsoportjai között már korábban is intenzív kutatási együttműködések alakultak ki, amelyeket 2015-ben tovább bővítettek a kutatóközpont más intézeteihez tartozó kutatócsoportokkal is.

A Pszichobiológiai Kutatócsoport tagjai a Kognitív Idegtudomány II. Kutatócsoport munkatársaival közösen pályáztak és nyertek el OTKA támogatást. A megkezdett közös munka intézetben belüli újdonsága, hogy összeköti a Pszichobiológiai Kutatócsoport humán viselkedéskutatással foglalkozó szellemi erőforrásait és labor infrastrukturáját, az idegrendszert az agyi elektromosság mérésével tanulmányozó Kognitív Idegtudomány II. Kutatócsoport szellemi és tárgyi erőforrásaival. Emellett a kutatócsoport a TTK-n belüli módszertani lehetőségek kihasználására együttműködést kezdeményezett az SZKI MS Metabolomika Kutatócsoporttal a kutyák neurohormonális változásainak perifériás mérése érdekében (kromatográfiás módszerrel) valamint az AKK Agyi Szerkezet és Dinamika Kutatócsoporttal a kutyák in vivo idegi aktivitásának feltérképezésére (fMRI segítségével).

A KPI és az EI közös, kutatóközpont-szintű vírusbizottságot állított fel, mely felügyeli a központ in vivo és in vitro körülmények között vírusok felhasználásával zajló kutatásait. Az EI területén megalakult in vitro víruslaboratórium által nyújtott szolgáltatásokat optogenetikai és egyéb célokra a TTK intézetei igénybe vehetik. Megkezdődött továbbá az in vivo víruslaboratórium fejlesztése. Az itt folyó, többségében optogenetikai tárgyú beavatkozások és kísérletek engedélyeztetése sikeresen lezajlott, az illetékes kormányhivatal a szükséges engedélyeket megadta. Ezen engedélyek, és a korábban megszerzett létesítmény engedélyek birtokában folytatódik az in vivo víruslaboratórium felszerelése, melyet a centrum intézetei igénybe vehetnek kutatási célokra.

MTA TTK SZKI

Az Intézet általános kutatási profilja, a szerves kémia, amely centrális kutatási terület, így lehetőséget nyújt széleskörű tudományos kooperációkra. A szintetikus kémiai laboratóriumok új modell vegyületeket állítanak elő anyagtudományi és biológiai vizsgálatok és mérések céljára, valamint az együttműködő intézet által javasolt szintéziseket végzik el, a műszeres szerkezetkutató egységek speciális szerkezet-meghatározási lehetőséget kínálnak az együttműködő partnerek számára. Az Elméleti Kémiai Kutatócsoport a TTK-ban egyedülálló módon foglalkozik kvantumkémiaiával és egyéb elméleti számításokkal, melyek szervesen egészítik ki a Központ kutatásait. A 2015. évtől az intézetben végzi munkáját a Molekuláris Farmakológiai Kutatócsoport, amely az eddigi gyógyszerkémiai és kémiai biológiai kutatások kiegészítéseként egy biológiai megközelítéssel szélesíti az SZKI kutatási profilját.

2015-ben a kutatóközpont számos területen kötött együttműködési megállapodást felsőoktatási intézményekkel és vállalati szereplőkkel.

Általános együttműködési megállapodások: Pannon Egyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Bionikai Innovációs Központ Nonprofit Kft., H-ION Kft., Testnevelési Egyetem

Projekthez kötött együttműködési megállapodások: BME, Eszterházy Főiskola, Pannon Egyetem, Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, Roche Magyarország Kft., Femtonics Kft., Vichem Chemie Kft., Óbudai Egészségügyi Centrum Kft. Paulinus Kft., Siemens Zrt.

Szakmai gyakorlatra kötött együttműködési megállapodások: SZTE, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, KLIK és Boronkay György Műszaki Szakközépiskola, Gimnázium és Kollégium

Doktori Iskolában történő közreműködés tárgyában kötött együttműködési megállapodást a TTK és a Pázmány Péter Katolikus Egyetem.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Agyi Képképző Központ

Az Agyi Képképző Központ (AKK) szakmai irányításával 2015 áprilisában az MTA TTK AKK-ban telepítésre került egy 3 Teslás MR berendezés (3T Siemens Magnetom Prisma). A beruházás a Nemzeti Agykutatási Program támogatásából és a Magyar Tudományos Akadémia infrastruktúra-fejlesztési forrásaiból valósult meg.

Telepítésre és validálásra kerültek a legkorszerűbb MRI adatgyűjtési szekvenciák. Beszerzésre és telepítésre kerültek az fMRI kutatásokhoz szükséges ingerprezentáló (vizuális, auditoros) és válaszregisztrációs készülékek. Az AKK három tagja sikeresen elvégezte a legmagasabb szintű Siemens MR készülék felhasználói és programozói kurzust. Az AKK-ban folyó kutatások célja az emberi kognitív képességek hátterét képező egészséges és kóros idegrendszeri folyamatok és agyi hálózatok vizsgálata, melynek szerves részét képezi az EEG és MRI módszerek, számítógépes viselkedési tesztek és tréning programok fejlesztése is.

Az AKK kiemelten fontos kutatási témái és az elért eredményei: Az agy spontán, intrinzik aktivitásának fMRI kutatása: A kutatások célja a spontán, intrinzik funkcionális kapcsolatok mérésére alkalmas fMRI módszerek fejlesztése, valamint ezek alkalmazása az emberi kognitív funkciók agyi hátterét képező neurális hálózatok azonosítására és plaszticitási folyamatainak jellemzésére.

Az agyi végrehajtó rendszer: Az agyi végrehajtó rendszer komplex, hazai és nemzetközi együttműködésben végzett idegtudományi vizsgálataiban kimutatták az atipikus fejlődést és az öregedés jellemző agyi válaszmintázatokat. Az agyi válaszok egyértelműen igazolták, hogy a figyelemhiányos/hiperaktivitás zavarral (ADHD) küzdő gyermekeknél az információfeldolgozás több szakaszában is gyengébb a tipikusan fejlődőkénél.

Az olvasás és az olvasási zavarok agyi háttere. Az AKK kutatói az olvasás egy egészen új kutatási területén, az összefüggő szövegek, természetes körülmények között történő olvasásának idegrendszeri hátterét képező agyi folyamatok vizsgálatában értek el nagyon ígéretes eredményeket. A vizsgálatok normális sebességgel olvasó, kontroll önkénteseken történtek kombinált szemmozgás-követési és EEG módszerek alkalmazásával. A szemmozgás és EEG adatok koregisztrációjával, valamint az egyéni belüli, single-trial szintű EEG mintázatok elemzésével sikerült jellemezniük az olvasás alatti vizuális információfeldolgozás

folyamatait, beleértve azokat a komponenseket, melyek szoros összefüggést mutatnak az olvasásban való jártassággal.

Agyi Képalpító Központ, Agyi Szerkezet és Dinamika Kutatócsoport

MRI szekvenciák és adatfeldolgozási módszerek kutatása/fejlesztése: Kidolgozásra és validálásra került egy új módszer az agyi intrinzik funkcionális kapcsolatok mérésére az fMRI adatok Dynamic Time Warping (DTW) analízisével (az elkészült közlemény bírálat alatt). A nyugalmi fMRI adatok elemzésének tradicionális funkcionális konnektivitás mérési módszerei azon a feltételezésen alapulnak, hogy az egyes agyterületek, voxelek kapcsolatai lineárisak és időben változatlanok. Mára azonban kiderült, hogy a nyugalmi funkcionális konnektivitás dinamikus, vagyis a funkcionális kapcsolatok erőssége az egyes agyi területek között folyamatosan változik. A kidolgozott DTW alapú konnektivitás-számítás figyelembe veszi az idősorok közti változó időeltolásokat és stabilabb eredményeket ad többszöri mérések esetén. Ebből következik, hogy az új eljárás különösen fontos eszköze lehet a követéses fMRI vizsgálatoknak, beleértve az fMRI biomarker kutatásokat.

Az agy spontán, intrinzik aktivitásának fMRI kutatása: A kutatások célja a spontán, intrinzik funkcionális kapcsolatok mérésére alkalmas fMRI módszerek fejlesztése, valamint ezek alkalmazása az emberi kognitív funkciók agyi hátterét képező neurális hálózatok azonosítására és plaszticitási folyamatainak jellemzésére. A kombinált viselkedéses, EEG és fMRI kutatások jelentős új ismereteket eredményeztek (Journal of Neuroscience, 2015) az agyi spontán aktivitás szerepéről az emberi látás, figyelem és jutalmazás/motiváció folyamataiban.

Magasabb szintű kognitív funkciók és zavarai, amblyopia: A 3D for All Kft.-vel együttműködésben tompalátó gyermekek látásjavítására kidolgozott tréningsoftver hatékonyságának validálása céljából az előző évben huszonhat tompalátó gyermek bevonásával folytatott vizsgálatot folytatták további 10 tréning alkalom és utánkövetés keretében. A tréning meghosszabbításával folyamatos javulás tapasztalható, az utánkövetés végén pedig nem találtak szignifikáns változást a huszadik alkalom és az egy hónapos vizsgálat között. Eredményeiket 2015 júniusában a Magyar Szemorvos Társaság Kongresszusán előadás formájában prezentálták. A gyermek tréning befejeztével előkészítették, és elkezdték a felnőtt tréninget, hogy elektrofiziológiai vizsgálatokat végezve képet kapjanak a javulás hatásmechanizmusáról. Kidolgoztak a felnőtt tréningcsoporton elvégzendő EEG vizsgálatok során használatos vizuális tranziens által kiváltott válaszokat vizsgáló EEG paradigmát. A szemészeti és EEG vizsgálatokat eddig tíz felnőtt tompalátó részvételével végezték el. A tesztelt verzió hatására bekövetkező látóélesség-javulás megfelel az eddig leghatékonyabbnak bizonyult labor körülmények között tesztelt kísérleti tréningnek, azonban a csoport által fejlesztett program a mérhető térlátással nem rendelkező gyermekeknél nagyobb sikerrel állította helyre a térlátást, és lényegesen nagyobb kontrasztérzékenység-javulást idézett elő. A javulások mindegyike megmaradt egy hónappal a tréning befejezését követően is.

Agyi Képalpító Központ, Neurokognitív Fejlődés Kutatócsoport

A hangsúlyfeldolgozás agyi háttere: A Kutatócsoport a hangsúlyészlelést fejlődési és nyelvközi szempontú, az eseményhez kötött agyi elektromos válaszok követésével végzett kutatásaiban kimutatta, hogy a magyar nyelv szabályaitól eltérően hangsúlyozott álszavak nem hoznak létre olyan emlékezeti nyomot, amelyhez a hangsúlymintázat absztrakt képviselője hozzámérhető. Eredményeik azt igazolják, hogy a szavak hangsúlymintázatát

hosszú távú, nyelv-specifikus reprezentációként tároljuk, s ennek mélyebb mechanizmusaira támaszkodva az idegennyelv-oktatás megújítható. Ugyancsak társadalmi relevanciával, ám más felhasználói kört érintő relevanciával bír a hangsúlyfeldolgozás fejlődésének agyi és viselkedéses módszerekkel elvégzett vizsgálata. A kutatók igazolták a szóhangsúly korai agyi reprezentációjának jelentős szerepét és fejlődési változását 6 és 10 hónapos csecsemőknél. Az ismerős és ismeretlen szóformákkal más eltérési válaszmintázatot hoztak létre a csecsemők esetén, s sikerült elsőként kimutatniuk, hogy a lexikális reprezentáció az eddig ismertnél korábban befolyásolja a hangsúly-feldolgozást. Míg az álszavak magyartól eltérő hangsúlyával csak az általános szabály sértését azonosítja az agy, ismert szavak esetében ez felülírásra kerül, azaz a korai lexikális reprezentáció hangsúlyfeldolgozást rugalmasabbá teszi. Az eredmények nemzetközi szinten is különös jelentőséggel bírnak a beszéd szegmentációs modelljeinek kialakításában, a lexikális és szupraszegmentális szintek kölcsönkapcsolatának megértésében.

Magasabb szintű kognitív funkciók és zavarai, az agyi végrehajtó rendszer: Az agyi végrehajtó rendszer komplex, hazai és nemzetközi együttműködésben végzett idegtudományi vizsgálataiban kimutatták az atipikus fejlődést és az öregedés jellemző agyi válaszmintázatot. Az agyi válaszok egyértelműen igazolták, hogy a figyelemhiányos/hiperaktivitás zavarral (ADHD) küzdő gyermekeknél az információfeldolgozás több szakaszában is gyengébb a tipikusan fejlődőkénel. Ennek kézenfekvő értelmezése, hogy a válaszgátlási probléma nem ADHD-specifikus. A kutatók által feltárt, a pszichiátria jelenlegi gyakorlatában általánosan elfogadott nézeteknek ellentmondó adatok (Developmental Neuropsychology, 2015) klinikai relevanciája jelentős. A kutatócsoport legújabb kutatásai azt is kimutatták, hogy a végrehajtó funkciók „felső”, atipikus tartományához tartozó működést kísérő agyi válaszok szerint a hideg végrehajtó funkciók magasabb szintje modulálja a bizonytalan döntési helyzetek feltárására kialakított kockázatvállalási paradigmában kapott teljesítményt (Psychophysiology, 2015). Ugyanezen helyzetben a vonásszorongás magasabb szintjét mutató vizsgálati személyek agyi válaszaiban is megjelenik a pesszimista elvárás torzítás (Neuroscience Letters, 2015).

A kutatócsoport további eredményei között említhető, hogy munkatársai 2015-ben sikeresen zárták azt a hazai együttműködésben (MTA SZTAKI és BME) megvalósított multidiszciplináris kutatást, amelyben egyedülállóan új virtuális téri neurokognitív kutatóműhelyt alakítottak ki a tájékozódás agyi folyamatainak feltárására. Eredményeikre és vizsgálati módszereikre építhetők a demenciában korán sérülő téri tájékozódás gyors diagnosztikai eljárásai.

Az MTA Szakmódszertani Pályázatán nyertes, az ének-zene tanítás megújítására irányuló interdiszciplináris pályázatban a Zeneművészeti Egyetem Kodály Intézetével együttműködve új mérési eljárásokat és mérőeszközöket alakítottak ki. Ezek segítségével a zenei fejlesztés kognitív hatása vizsgálható, amelyet alátámasztanak a zenei és nem-zenei kognitív képességeket vizsgáló tesztekkel első osztályos gyermekek nagyobb mintán történő mérések. Az új mérési eljárások alkalmasak arra, hogy egy átfogóbb agyi és viselkedéses vizsgálatban tárják fel a zenei képességek fejlődését és hatását az iskolai alapkészségekre.

Az atipikus fejlődés nagy populációját érintő komplex diagnosztika helyzetének jelentős változása várható attól a számítógépre fejlesztett, a Kutatócsoport korábbi kutatási eredményeire támaszkodó diszlexia-teszt (3DM-H), amely 2015-ben kereskedelmi forgalomba került. A hazai SNI (sajátos nevelési igény) ellátó rendszerében folyamatban van a teszt bevezetése.

Műszercentrum

A Műszercentrum 2015-ben is sikeresen működtette az itt levő nagyműszereket (6 db tömegspektrométer, 2 db NMR és 1 db egykristály röntgendiffraktométer). Fontos siker volt egy új, nagy teljesítőképességű Bruker Maxis típusú, nano.UHPLC-QTOF-MS/MS tömegspektrométer rendszer üzembe állítása, melyet az akadémiai infrastrukturális pályázat keretében nyert el. A Műszercentrum legfontosabb partnere a TTK EI és TTK SZKI kutatócsoportok. Munkatársai oldatfázisú NMR-vizsgálatok, és tömegspektrometriás mérések alkalmazásával biztosították a szerkezet-felderítési, szerkezetazonosítási kutatásokat a kutatóközpontban előállított heterociklusos vegyületek és polimerek körében.

N-glikozilációs mintázatok meghatározására egy új tömegspektrometriás módszert dolgoztak ki. Ezek az analitikai eredmények a hazai gyógyszeripar számára is jól felhasználhatók, növelik a versenyképességet.

A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kóbor A, Takács Á, Bryce D, Szűcs D, Honbolygó F, Nagy P, Csépe V: Children With ADHD Show Impairments in Multiple Stages of Information Processing in a Stroop Task: An ERP Study. *Developmental Neuropsychology*, 40: 329-347 (2015) <http://real.mtak.hu/29964/>
2. Kóbor A, Takács Á, Janacsek K, Németh D, Honbolygó F, Csépe V: Different strategies underlying uncertain decision making: Higher executive performance is associated with enhanced feedback-related negativity. *Psychophysiology*, 52: 367-377 (2015) <http://real.mtak.hu/21998/>
3. Takács Á, Kóbor A, Janacsek K, Honbolygó F, Csépe V, Németh D: High trait anxiety is associated with attenuated feedback-related negativity in risky decision making. *Neuroscience Letters*, 600:188-192 (2015) <http://real.mtak.hu/24969/>
4. Takács Á, Kóbor A, Honbolygó F, Csépe V: Does Rare Error Count in Impulsivity? Difference in Error-Negativity. *Journal of Psychophysiology*, 29: 64-72 (2015) <http://real.mtak.hu/23383/>
5. Hermann P, Bankó ÉM, Gál V, Vidnyánszky Z: Neural basis of identity information extraction from noisy face images. *JNeurosci*, 35.18: 7165-7173 (2015) <http://real.mtak.hu/29422/>
6. Knakker B, Weiss B, Vidnyánszky Z: Object-based attentional selection modulates anticipatory alpha oscillations. *Front Hum Neurosci*, 8: 1048 (2015) <http://real.mtak.hu/20943/>
7. Buza K, Nanopoulos A, Nagy G: Nearest neighbor regression in the presence of bad hubs. *Knowledge-Based Systems*, 86:250-260 (2015) <http://real.mtak.hu/26128/>
8. Tomasev N, Buza K: Hubness-aware knn classification of high-dimensional data in presence of label noise. *Neurocomputing*, 160:157-172 (2015) <http://real.mtak.hu/26129/>
9. Toth E, Hever H, Ozohanics O, Telekes A, Vekey K, Drahos L: Simple correction improving long-term reproducibility of HPLC-MS. *Journal of Mass Spectrometry*, 50(10): 1130-1135 (2015) <http://real.mtak.hu/32986/>

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

ANYAG- ÉS KÖRNYEZETKÉMIAI INTÉZET

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286

telefon: (1) 382 6500

e-mail: tomos.andras@ttk.mta.hu; honlap://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az intézet fő feladata 2015-ben magas színvonalú kémiai és interdiszciplináris kutatások végzése volt az anyagtudomány, az anyagtechnológia, a biológiai anyagtudomány és a környezeti kémia területein. Kutatásaikban a tisztán anyagtudományi témák mellett az anyagtudományi és a biológiai, valamint az anyagtudományi és a környezetkémiai vonatkozások együttesen jelentek meg. A feladatok összetettsége szükségessé tette, hogy a tudományos kérdéseket komplex módon, a kémia, a fizika és a biológia eszköztárát felhasználva, kísérleti és elméleti vizsgálati módszerek együttes alkalmazásával közelítsék meg. A kutatási témák kiválasztásakor kiemelt figyelmet fordítottak a tudományos újszerűség mellett a gyakorlati vonatkozásokra is.

Kiemelt kutatási céljaik elérése érdekében tudományos ismereteiket és eszközparkjuk használatát fókuszálták, és négy programot indítottak el, amelyekhez – a kutatócsoport-szerkezettől függetlenül – speciális szaktudásukkal járultak hozzá az intézet kutatói. A következő kutatási programok műveléséhez hoztak létre koncentrált kutatási potenciált: funkcionális és szerkezeti anyagok kifejlesztése valamint kémiai folyamatok megismerése elsősorban a biotermék hasznosítás és környezeti kémia, tüzelőanyag-cella és energiatárolás, gyógyszer- és jelzőanyag hordozók és bioszenzor kutatás területén.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kiemelkedő kutatási eredmények tárgyalásakor az elsősorban anyagtudományi témáktól haladnak az energetikai célú és környezeti kémiai témákon keresztül a biológiai rendszereken- és gyógyászati célból végzett kutatásokig.

Funkcionális és szerkezeti anyagok

Nanogyémántok szerkezetvizsgálata

Az intézet egyik kutatója – külföldi kollégáival együttműködve – egy komplex, a jól ismert „közönséges” gyémánt szerkezetén alapuló változatosságot fedezett fel nanogyémántok szerkezetének vizsgálata során. Megállapította, hogy a korábban különböző típusként azonosított gyémántpolimorfok (például h-, i-, m-, n-gyémánt) jellemzői valójában köbös gyémántokkal magyarázhatók. Az eredmény indokolja, hogy felül kell vizsgálni, hogy a kivételes tulajdonságok a polimorfoknak tulajdoníthatók-e, illetve a polimorfok aszteroida becsapódások jelzőjeként alkalmazhatók-e. A megfigyelt gyémántok nagy sűrűsége valószínűleg szignifikánsan befolyásolja a nanogyémántok mechanikai, elektronikai és optikai tulajdonságait, vagyis a felhasználásukat.

Szén nanofázisok felületmódosítása hidegplazmával

RF hidegplazmás módszerrel módosították különféle szén nanofázisok (grafén, grafén-oxid, HOPG) felületét. Az ionok behatolási mélységét a minta előfeszítésével néhány atomi rétegre

korlátozták. Részletes XPS vizsgálatokkal meghatározták az N₂ plazmából beépülő nitrogén különféle kötésviszonyait és azok arányának változását. Meghatározták különböző összetételű grafén-oxidok redukciójának és a felületi C-O kötések változásának mértékét. Brit és kínai kutatókkal együttműködve aktív-ernyős elrendezésű DC plazmában módosították grafénoxid rétegek felületét.

Mágneses nanorészecskék előállítása és vizsgálata

Módszereket dolgoztak ki különböző szerves karbonsav molekulákkal funkcionizált magnetit részecskék nanotechnológiai úton történő előállítására. Tanulmányozták a részecskék vizes közegű stabilizálásának lehetőségeit diszpergálószerkeket alkalmazva. Meghatározták a részecskék mágneses jellemzőit szilárd állapotban, illetve vizes közegű diszperziókban. Megállapították, hogy almasavval, mint alifás karbonsavval végzett felületmódosítás eredményeképpen olyan mágneses kolloid diszperziót lehet előállítani diszpergálószerke használata nélkül, amely állandóságát hosszú időn át megőrzi. Aromás szerves karbonsavak, szalicilsav, illetve mandulasav alkalmazásával a felületmódosított nanorészecskék kolloid stabilitását csak anionos diszpergálószerke alkalmazásával lehetett biztosítani. Az almasavval borított részecskék esetén anomális mágneses viselkedést azonosítottak: a külső tér növekedésével a mágneszettség maximum görbe szerint változott. Ez a nem várt jelenség a részecskék rendeződését befolyásoló dipol-dipol kölcsönhatással lehet összefüggésben. További vizsgálatokkal kívánják a jelenség pontos okát feltárni, majd ennek ismeretében alkalmazástechnikai kutatásokat végezni.

Fázisváltó hőtároló anyagok mikrokapszulázása

Sikerrel zárták a 2,5 éves TÁMOP projektet, melynek témája „Megújuló termikus energia hasznosítására alkalmas új hőtároló anyag kifejlesztése mikrokapszulázással”. A megvalósítás során 3 különböző módszerrel szerves- és szervetlen fázisváltó hőtároló anyagok (PCM) mikrokapszulázását fejlesztették ki. Emulziósoldószer elpárologtatásos, illetve csepegtetéses módszerrel paraffin PCM-eket mikrokapszuláltak, míg koacervációval szervetlen szférikus agglomerátumokat polimer védőréteggel láttak el. A paraffin PCM-ek csepegtetéses technikával, alginát hordozóval történő előállítására, illetve keresztkötéssel és hőkezeléssel való stabilizálására szabadalmi igényt jelentettek be, továbbá egy ipari partnerrel a hőtároló részecskék építő- és szigetelőanyagokba integrálására és annak ipari megvalósítására GINOP pályázatot nyújtottak be.

Jól definiált szerkezetű multifunkciós polimerek

Új szerkezetű (lineáris és hiperelágazós) multifunkciós polimereket állítottak elő, és funkcionizálták azokat. Új iniciátorrendszert fejlesztettek ki glicidol gyűrűfelnyílásos polimerizációjára, amellyel olyan hiperelágazós poliglicidol állítható elő, amely jól definiáltan csak egy funkciós csoportot tartalmaz. Ez a funkciós csoport szelektíven továbbalakítható más konjugációs reakciókban alkalmazható funkciós csoportokká, mint az amin-, karboxil-, aldehyd-, maleimid- és tiol-csoport. Közvetlen egy-üst (one-pot) módszert dolgoztak ki allil-telekelikus polisztirol előállítására ATRP és azt követő karbokationos allilálás kombinálásával környezetileg előnyös benzotrifluorid oldószer alkalmazásával, valamint ezen módszereket tiol-én klikk reakcióval kombinálva hidroxil-, karboxil-, amin-, valamint epoxid funkciós csoportokat alakítottak ki egy-üst reakcióban. Hőmérséklet-érzékeny tulajdonságokkal rendelkező poli(N-izopropil-akrilamid) és N,N-dietil-akrilamid alapú hibrid kopolimereket és géleket állítottak elő. Vizsgálták ezen anyagok szerkezetét, összetételét, tisztaságát és összetételtől függő termikus tulajdonságait. Vizes oldatokban különböző körülmények között tanulmányozták a hőmérséklet-érzékenységet és a

hatóanyag-leadásukat. Eredményeik azt mutatják, hogy ezek az újszerű hibrid gélek alkalmasak jól szabályozható hatóanyag-leadást biztosító anyagi rendszerek hordozóinak.

Különleges nanoszerkezetű amfifil kotérhálók

Tovább folytatták újfajta nanoszerkezetű amfifil polimer kotérhálókkal (kovalensen kötött hidrophil és hidrophób szegmensekből felépülő térhálók) kapcsolatos kutatásaikat. Ennek egyik irányát az ezeken a polimereken alapuló hibrid nanokompozitok előállítása és katalitikus aktivitásuk vizsgálata jelentette. Így előállítottak katalizátorként alkalmazható, arany nanorészecskéket tartalmazó poli(N,N-dimetil-akrilamid)-*l*-poliizobutilén és poli((N,N-dimetil-akrilamid)-*ko*-N-vinilpirrolidon)-*l*-poliizobutilén, valamint palládium nanorészecskéket tartalmazó poli(N-vinilimidazol)-*l*-politetrahidrofurán kotérhálókat. A kutatások másik irányát képezték a kölcsönösen folytonos morfológiájú kotérhálók mint vezetésre potenciálisan alkalmas anyagok elektrokémiai vizsgálatai. Ennek részeként tanulmányozták poli(poli(etilén-glikol)-metakrilát)-*l*-poliizobutilén alapú kotérhálók Li-ion vezetését, poli(N-vinilimidazol)-*l*-poliizobutilén kotérhálók protonvezetését, valamint polianilin tartalmú interpenetráló poli((poli(etilén-glikol)-metakrilát)-*ko*-(N,N-dimetil-akrilamid))-*l*-poliizobutilén kotérhálók elektronvezetését. Ezek eddigi eredményei alapján megállapítható, hogy a nanoszerkezetű polimer kotérhálók igen ígéretes anyagok lehetnek energetikai alkalmazásokban. Ezen túl harmadik fő irányként vizsgálták poli(metil-metakrilát)-*l*-poliizobutilén kotérhálóokban a termikus és duzzadási tulajdonságok összetételétől való függését, és feltárták az összetétel és ezen tulajdonságok közötti összefüggést.

Poliolefinék szerkezet-tulajdonság összefüggéseinek feltárása és tulajdonságainak módosítása

Különböző láncszabályossággal rendelkező izotaktikus polipropilén (iPP) vizsgálatának segítségével összefüggést állítottak fel a polimerek kristályos szerkezete és azok rugalmassági modulusa között. Modellt dolgoztak ki, amely kapcsolatot teremt a merevség és az iPP molekulaszervezeti paraméterei között, lehetőséget biztosítva a tulajdonságok tervezésére és azok előrejelzésére. A polimer kalorimetriás módon rögzített kristályosodási görbéjéből meghatározott gócsűrűsége és a polimer minták optikai tulajdonsága (homályossága) között szoros összefüggést találtak. Folytatták a természetes antioxidánsok stabilizáló hatékonyságának vizsgálatát polietilénben (PE). Megállapították, hogy a kurkumin természetes antioxidáns gátolja a polietilén oxidációját és a hosszúláncú elágazások kialakulását a feldolgozás során, ami annak köszönhető, hogy nemcsak hidrogén donorként viselkedik a stabilizálási reakciók során, hanem telítetlen lineáris láncrésze képes az alkilgyökök és az oxigén központú makrogyökök ártalmatlanítására is. A kurkuminhoz hasonlóan a lignin antioxidánsként való alkalmazhatóságát is vizsgálták. A lignin egy olyan természetes polifenol, ami a fa alkotórésze, a papírgyártás mellékterméke, ezért nagy mennyiségben, olcsón hozzáférhető. Ahhoz azonban, hogy a lignin hatékony stabilizátor legyen, javítani kell a diszpergálhatóságát polietilénben. Az elvégzett kísérletek során az alkalmazott lignoszulfonátot polietilén-glikol, cink-ionomer és maleinsav anhidriddel ojtott PE segítségével oszlatták el a polietilénben. Paszta, illetve mesterkeverék alkalmazásával sikerült homogén szerkezetet létrehozniuk. A kutatásokat külföldi és hazai műanyag alapanyaggyártókkal kooperációban végezték.

Levulinsav heterogén katalitikus átalakítása értékes vegyi anyagokká

A levulinsav (LA, 4-oxo-pentánsav) ígéretes platform molekula, gazdaságosan állítható elő növényi biomassza savkatalizált hidrolízisével. Napjainkban már megvalósult nagyüzemi előállítása („Biofine” technológia). Az LA katalitikus hidrokonzverzióval akár ipari léptékben

tovább alakítható értékesebb vegyi anyagokká, mint pl. γ -valerolaktonná (GVL), 2-metil-tetrahidrofuránna (2-MTHF) vagy pentánsavvá (PA).

Kutatási céljuk az LA szelektív, heterogén katalitikus átalakítása volt nagyobb hozzáadott értékű terméké, amihez előnyösen nemesfémeket nem tartalmazó, hordozós katalizátort alkalmaztak. Ráműtettek arra, hogy levulinsavból dehidratáló (sav) és hidrogénező (fém) tulajdonságú katalizátoron, két reakcióúton, kétféle átmeneti terméken keresztül képződhet GVL. Amennyiben a katalitikus konverzió első lépése az LA hidrogéneződés, 4-hidroxi-pentánsav átmeneti termék képződik, ami dehidratálódással GVL gyűrűvé záródik. Ha a katalizátor hidrogénező aktivitása nem túl nagy, de a dehidratálási reakcióban igen aktív, akkor az LA gyűrűs, pszeudosav változata telítetlen, α - és β -angelika-lakton átmeneti terméké dehidratálódik. Hidrogénező aktivitású katalizátoron az angelika-lakton GVL-lé hidrogéneződhet, és megtörténhet a GVL további hidrokonverziója egyéb termékeké. A reakció paramétereinek és katalizátor összetételének a változtatásával a GVL gyűrűnyitása irányítható 1,4-pentándiol, illetve PA képződése felé. Az 1,4-pentándiol dehidratálódásával 2-MTHF képződik. A telítetlen angelika-laktonok adott reakciókörülmények között polimerizálódhatnak, és a katalizátor felületén megkötődve csökkentik a katalizátor hidrogénező aktivitását, ezáltal gátolják a GVL továbbalakulását. Utóbbi folyamat előnyös lehet abban az esetben, ha a konszekutív hidrogéneződési-dehidratálódási lépésekből álló átalakulási folyamatot a GVL terméknel meg kívánják állítani. A katalitikus LA konverzió reakcióhálójának megértése hozzájárult ahhoz, hogy alkalmas aktivitású oxid-hordozós átmenetifém katalizátort tudjanak előállítani, aminek segítségével az LA szelektív átalakításával nagyobb hozzáadott értékű termékekhez juthatnak.

Energetikai célú kutatások

Katalitikus kutatások benzin-, illetve dízelolaj helyettesítők létrehozása céljából

A növényi eredetű biomassza kémiai és/vagy termikus átalakításával kapott bio olajok kalorikus értéke – magas oxigén heteroatom tartalmuk miatt – túl alacsony ahhoz, hogy további feldolgozás nélkül üzemanyagként lehessen őket használni. A kémiai és/vagy fermentációs eljárások előnye, hogy a biomasszából a fermentációs folyamatban alacsonyabb oxigéntartalmú, üzemanyag komponensnek alkalmas vegyületek keletkeznek, például etanol, vagy acetone/butanol/etanol (ABE) elegy. A benzin felhasználásra kialakított belsőégésű motorok üzemanyaga csak bizonyos feltételek mellett és többnyire csak kis részben, a dízel típusú üzemanyagok pedig egyáltalán nem helyettesíthetők etanollal. A biobutanol kedvezőbb benzinhelyettesítő, mint az etanol, de fermentációs előállítása kevésbé hatékony, mint az etanolé. A petrolkémiai ipar által előállított és hasznosított bioetanol mennyisége jelentős.

Kutatási célként az etanol és az ABE elegy átalakítását foglalmazták meg értékesebb butanollá, illetve 5-19 szénatomos alkánokká. Utóbbiak kedvező frakciói korlátlan mennyiségben lehetnek benzin-, illetve dízelolaj helyettesítők. Említett átalakítás legfontosabb lépése vízvesztés (oxigéntartalom csökkenés) mellett megvalósuló szén-szén kötés kialakulása, ahol az oxigéntartalom csökkenése hidrogén felhasználás nélkül megy végbe. (A reakció Guerbet-reakció néven ismert.) Szén-szén kötések kialakítására alkohol molekulák, illetve alkohol és keton között szakaszos, homogén katalitikus eljárásokat írtak le, melyekre csak bonyolult, gazdaságtalan technológiát lehetne alapozni. Az intézet laboratóriumában folyamatos, heterogén katalitikus eljárás tudományos alapjait sikerült lerakni. Heterogén katalizátort és eljárást fejlesztettek ki etanol butanollá konvertálására, illetve hosszú szénláncú ketonok előállítására kettő-négy szénatomos alkoholból és acetoneból. A hosszú szénláncú keton-víz termékelegy hosszú szénláncú szénhidrogéneké konvertálását katalitikus hidroxidoxigénezéssel valósították meg egy, a szén-szén kapcsolásra alkalmazott

katalizátortól különböző, heterogén katalizátoron. A két katalitikus lépést egyetlen reaktorrendszerbe integrálták, melynek cseppfolyós termékelegyében külön fázisként jelent meg a szénhidrogén és a víz.

TiWO_x-aktív szén kompozit hordozós Pt elektrokatalizátorok fejlesztése

Az új típusú Pt/Ti_{0,7}W_{0,3}O₂-C és a hagyományos Pt/C katalizátorok elektrokémiai stabilitásának összehasonlítására a mintákon 0,05-1,25 V közötti potenciáltartományban 5000 cikluson keresztül ciklikus polarizációt végeztek, valamint vizsgálták a minták tüzelőanyag-elem tesztberendezésben mutatott viselkedését. A ciklikus polarizációs vizsgálatok után az új típusú, kompozit hordozós katalizátoron az aktivitásveszteség csak kb. 30%, míg a hagyományos Pt/C-n több mint 70% volt. A tüzelőanyag-elem tesztberendezésben végzett mérések szerint a 100 ppm CO szennyezés az üzemanyagban a kompozit hordozós katalizátor esetében csak 140mV-os feszültségesést okozott 1 A/cm² áramsűrűségnél, míg a Pt/C katalizátor esetében ugyanez 360mV-os feszültségesést eredményezett, bizonyítva a kifejlesztett új kompozit típusú elektrokatalizátor hordozó előnyös tulajdonságait.

Etanol adszorpciója egykristály modell-katalizátor felületeken

Az alkohol-reformáló katalizátorok modelljeként szubmonorétegnyi mennyiségű nikkellel borított CeO₂ (111) felületet alakítottak ki. Fotoelektron-spektroszkópiai módszerekkel vizsgálták az etanol kölcsönhatásait és átalakulásait a modellfelületen. Az etanol kölcsönhat a felületre leválasztott Ni nanorészecskékkel, amit jelez, hogy a részben vagy akár teljesen oxidált Ni etanol jelenlétében 150°C körül fémes állapotig redukálódik. Szobahőmérsékleten az etanol etoxi csoportok formájában adszorbeálódik. Fémes nikkellel jelenlétében az adszorbeátumok már ezen az alacsony hőmérsékleten elkezdnek átalakulni, amit elektronszerkezetük jellegzetes megváltozása mutat; a köztitermék azonosítása jelenleg is a kutatómunka tárgya. Magasabb hőmérsékleten, vákuumban gyorsabb az átalakulás; 200°C körül a felületen már nem marad szerves szénvegyület, ugyanakkor viszonylag sok grafitos szén megjelenése jelzi, hogy a hidrogén- és oxigénvesztés mellett a felületi szénatomok kondenzációjára is sor került. A szén képződmények vákuumban 350°C-on tűnnek el, a hordozó erőteljes redukciója kíséretében. Oxigén jelenlétében 250°C-on teljesen eltávolíthatók, miközben a hordozó és a nikkellel is teljesen oxidálódik. Vízgőzben melegítve az etoxival borított felületet, a vákuumban tapasztaltnál hasonló viselkedés mutatkozik, noha a grafitos szén eltávolítása során a cérium-oxid sokkal kisebb mértékben redukálódik, és a nikkellel is fémes marad.

Szénszövet-alapú szuperkondenzátorok

Szénszövetből gombelem-formátumú szuperkondenzátorokat alakítottak ki, melyek rendkívül stabil konstrukciónak bizonyultak: hatásfokuk többhetes, folyamatos töltési-kisütési terhelés során sem változott, kapacitásuk több tízezer ciklus után sem csökkent az eredeti 90%-a alá. E hosszú távú stabilitási kísérleteket a csoportban erre a célra kialakított célberendezés segítségével végezték. A szénszöveteken fémgözléssel sikerült kialakítaniuk egy kis soros ellenállású elektromos kontaktust, mellyel a kondenzátor belső ellenállása jelentősen lecsökkent, ezzel alkalmazhatósága javult, hatásfoka és fajlagos kapacitása is kismértékben növekedett. Az elért eredményekről előadásokban számoltak be, azok részletes feldolgozása folyamatban van.

Biomassza anyagok termikus hasznosítását vizsgáló kutatások

Hazai mezőgazdasági biomassza melléktermékek alacsony hőmérsékletű pirolízisének (200-300°C), az ún. torrefactionnak a lehetőségeit és a hatását vizsgálták. Megfigyelték, hogy a lágyszárú növények magas alkáliion tartalma alacsony hőmérsékleten is jelentősen katalizálja mind a cellulóz, mind a lignin hőbomlását. A cellulóz hőbomlásának sebessége lényegesen gyorsabb a lágyszárú minták esetén. A biomassza ligninjében a leglabilisabb alifás láncvégi hidroximetil csoportok és az aromás metoxi funkciós csoportok leszakadását segíti elő a lágyszárú minták magasabb alkáliion tartalma.

Olajmentesített növényi biomassza melléktermék (jatropha maghéj) és olajmentesített alga pirolitikus és katalitikus-pirolitikus hasznosítási lehetőségeit vizsgálták magyar-indiai TET pályázat keretében. Vasat tartalmazó mezopórusos szilika katalizátorok (SBA-15 és FSM-16) hatását tanulmányozták az alga és a jatropha maghéj hőbomlására és a keletkező pirolízis olaj összetételére. Megállapították, hogy az Fe/SBA-15 katalizátor hatására jelentősen nő a keletkező gáztermékek aránya, és egyúttal csökken a visszamaradó szilárd anyag mennyisége. Mindkét vizsgált katalizátor elősegíti az alifás alkán- és alkén termékek keletkezését, ugyanakkor visszaszorítja a fenol és származékai mennyiségét a keletkező pirolízisolajban.

Környezeti kémiai kutatások

Polimerek környezetileg előnyös stabilizálása

Polimerek módosítása terén glicidol gyűrűfelnyílásos polimerizációjával különböző molekulatömegű hiperelágazásos poliglicidolt állítottak elő, melyből az általuk kidolgozott egyszerű egy lépéses eljárással teljesen új, az irodalomban eddig még le nem írt makromolekuláris stabilizátorokat hoztak létre. Vizsgálták a makromolekuláris stabilizátorok PVC termooxidatív degradációjára gyakorolt hatását, valamint kismolekulás stabilizátorokhoz viszonyított kioldódását. Megállapították, hogy az új típusú makromolekuláris stabilizátorok hatékony antioxidánsként viselkednek, és kioldódásuk igen nagymértékben gátolt, azaz környezeti szennyezésük jelentősen kisebb lehet, mint a hagyományos kismolekulájú stabilizátoroké.

Reakciókinetikai és fotokémiai kutatások

A 2-metil-tetrahidrofurán (2MTHF) és az 5-hidroximetil-furfural (5HMF) ígéretes bioüzemanyag és megújuló szerves vegyipari alapanyag. Gyakorlati felhasználásuk során óhatatlanul kikerülnek a környezetbe, így környezeti hatásuk vizsgálata alapvető fontosságú. A 2MTHF égésében és légköri lebomlásában legfontosabb az OH-gyökkel végbemenő reakció. Speciális reakciókinetikai mérésekkel megállapították, hogy a 2MTHF nagy sebességi együttthatóval reagál OH-gyökkel, így légköri felhalmozódásával nem kell számolni. A felszíni vizekbe kerülve végbemehet az 5HMF fotofizikai és fotokémiai átalakulása. Megállapították, hogy a molekula foszforeszkál, ami alkalmas lehet környezeti kimutatására.

A troposzféra halogénkémiaiájának jobb megismeréséhez járulhatnak hozzá a CH_2BrI molekulára végzett kvantumkémiai és kvantumdinamikai számítások. Megmutatták, hogy a semleges rezonáns elektronállapotok közti nem-adiabatikus átmenetek döntően befolyásolják a multifotonos ionizáció folyamatát, ami így az ionizáló lézerpulzus hosszának változtatásával szabályozható. A jelenséget egyúttal ultrarövid lézerpulzusok alkalmazásával több molekula esetén kísérletileg is igazolták.

Égés-kémiai fontos képződéshők

A termokémiai kinetika egy fontos ellentmondására adtak magyarázatot elméleti reakciódinamikai módszerekkel. Az alkilgyökök képződéshőjének meghatározására szolgáló egyik módszer lényege, hogy megméri egy, a kérdéses gyök részvételével lejátszódó reakció sebességi együtthatóját mind direkt, mind fordított irányban. Ezek hányadosa megadja a reakció egyensúlyi állandóját, aminek hőmérsékletfüggését ismerve a reakcióban résztvevő egyéb partnerek képződéshőinek segítségével kiszámítható a gyök képződési entalpiája. Alkilgyökök esetén a célra a gyök és HBr reakciója használatos, de évtizedek óta vitatott, hogy az ilyen reakciók aktiválási energiája pozitív vagy negatív-e. E reakciók prototípusának, a $\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Br}$ reakció igen pontos potenciálisenergia-felületének felhasználásával kváziklasszikus trajektóriaszámításokat végeztek, és megkapták a reakció sebességi együtthatóját, valamint, hogy azt milyen tényezők befolyásolják. Megállapították, hogy mind a metilgyök, mind a HBr molekula forgási gerjesztése esetén csökken a reakció sebességi együtthatója. Ennek az a következménye, hogy az aktiválási energia szobahőmérséklet környékén negatív: a mérhető reakciósebesség csökken a hőmérséklet növelésével. A csökkenés elsődleges oka, hogy a molekulák egyre nagyobb hányada kerül gerjesztett forgási állapotba, ezáltal a gerjesztés miatt lassúbb reakció egyre nagyobb súllyal járul az átlaghoz. Azzal, hogy elméleti úton bizonyították, hogy az aktiválási energia negatív, alátámasztották azokat a kísérleti eredményeket, amelyek alapján az alkilgyökökre kapott képződéshők jól illeszkednek egyéb vegyületek termokémiai adataihoz.

Biológiai és gyógyászati célú kutatások

Természetes és szintetikus polimerek és társított rendszerek

Tovább folytatták a biopolimerekből előállított társított rendszerekben a határfelületi kölcsönhatások tanulmányozását. A korábbi kutatások eredményei rávilágítottak, hogy politejsav (PLA) alapú rendszerek további fejlesztése nem lehetséges a kölcsönhatás erősségének hatékony szabályozása nélkül. A kölcsönhatás növeléséhez reaktív feldolgozási eljárással maleinsav-anhidrid funkciós csoportot tartalmazó PLA alapú kapcsolóanyagot állítottak elő. Az ojtási reakció hatékonysága a feldolgozás során alkalmazott iniciátor és anhidrid tartalomtól függött. Az irodalomban található kísérletekkel ellentétben az ojtási reakció hatékonyságát NMR módszerrel is igazolták. A szintetizált funkcionizált PLA hatékony kapcsolóanyagnak bizonyult PLA/falaszt kompozitok esetén, hatása azonban kicsi volt az eleve erős adhézió és a fa szemcsék nagy mérete miatt. Különböző politejsav alapú keverékeket és kompozitokat állítottak elő, és vizsgálták a PLA termikus átmeneteit. Megállapították, hogy a keverékkészítés módosítja a PLA molekuláris mobilitását, így üvegesedési hőmérsékletét és az entalpia-relaxáció mértékét is. A megnövekedett molekuláris mozgékonyosság következtében a PLA fizikai öregedése is számottevő mértékben gyorsul. Modellt állítottak fel a poli(hidroxi-butirát) hidrolitikus degradációjának leírására, ami a biopolimer szövetnövekedést elősegítő vázanyagként történő felhasználása esetén lehetővé teszi annak tervezhető lebomlását, és ezáltal az utólagos műtéti eltávolítás elkerülését. A kutatások egy jelentős része hazai vagy nemzetközi együttműködéshez, illetve pályázathoz kapcsolódik.

Biopolimerek létrehozása felületmódosítással

Polimetil-metakrilát (PMMA) felületét sikeresen módosították, ezáltal növelve annak biokompatibilitását. A gyógyászatban már eleve gyakran használt PMMA felületén alakítottak ki egy olyan réteget, mely a szervezetben a fehérjék és baktériumok megtapadását gátolhatja. A megvalósításhoz először atmoszférikus hidegplazmás kezeléssel aktiválták a

felületet, funkciós csoportokat, gyököket létrehozva, majd a kialakult aktív centrumokhoz olyan makromolekulákat (polivinil-pirrolidon, csersav) ojtottak, melyek elősegítik a hosszútávú gyógyászati alkalmazást. A hozzákapcsolt molekuláknak köszönhetően a felület hidrofilitása jelentősen megnövekedett, morfológiája is megváltozott, ami feltétele a további alkalmazásnak. A hidegplazmás felületmódosítás általában a felület legkülső részére, illetve annak néhány atomi rétegére korlátozódik, tehát a tömbi jellegű tulajdonságok rendszerint nem változnak, így a kiindulási polimer kedvező mechanikai, kémiai tulajdonságainak megtartása mellett a felületi tulajdonságokat optimalizálták. FTIR, XPS, AFM módszerekkel igazolták a kémiai és morfológiai változásokat.

Önszerveződő foszfolipid nanorendszerek előállítása, komplex jellemzése

Urszavát (UA) tartalmazó sztérikusan stabilizált liposzómát fejlesztettek ki. Megmutatták, hogy a szerkezeti elemként felhasznált UA kétféle hatással rendelkezik; egyrészt a liposzóma méretét és stabilitását biztosítja, másrészt, mint ismert tumorellenes gyógyszermolekula terápiás hatást fejt ki. Az „Eljárás szűk mérettartományú, UA tartalmú, foszfolipid alapú, gyógyszermolekulák irányított bevitelét szolgáló vezikulák előállítására” című szabadalom tervezetét az intézet szolgálati találmányként befogadta, és megindult a szabadalom bejelentésének folyamata. UA-val előállított liposzómák szerkezetvizsgálatával (kisszögű röntgenszórás, infravörös spektroszkópia, ab initio számítások, differenciális pásztázó kalorimetria, fagyasztatással kombinált transzmissziós elektron mikroszkópia) megállapították, hogy az UA, bár szerkezetileg hasonlít a koleszterinhez, nem ékelődik be a lipid szénláncok közé, hanem a vízben rosszul oldódó UA molekulák/aggregátumok a lipidek észter-csoportjainál, az acilláncokra merőlegesen helyezkednek le. Ezek a kónikus alakú „lipid-tutaj”-UA asszociátumok az önszerveződés során nem-kettősréteg (hexagonális, köbös) szerkezeteket, illetve kisméretű unilamelláris vezikulákat alakítanak ki.

Szacharóz foszfolipid kettősrétegekkel kialakított kölcsönhatása

Kimutatták a heparin antagonistá surfen molekula különleges kötődési módját szulfatált ciklodextrinhez, melyeket gyógyszeranalitikai- és formulálási célokra használnak. Spektroszkópiás adatokból megállapították, hogy a surfen a ciklodextrin külső felszínéhez hidrogénkötésekkel kapcsolódva egy királis szupramolekuláris réteget hoz létre. Elsőként vizsgálták a surfen glükózaminoglikánokkal való kölcsönhatásának molekuláris hátterét. Igazolták és jellemezték a surfen heparin és kondroitin-szulfát diszacharid egységekhez való egyformán erős, ám eltérő királis konformációban történő kötődését és ennek koncentrációfüggését. Rámutattak a molekula szerkezete által determinált konformációs mozgékonyosság jelentőségére a sztérikusan különböző kötőhelyekhez való illeszkedésben. Eredeti felismerésekre jutottak a surfen korábban ismeretlen DNS kötődésével kapcsolatban. Megállapították, hogy a molekula adott erősséggel képes beékelődni a bázispárok közé, ami felveti a DNS, mint farmakológiai célpont szerepét a surfen biológiai hatásainak vonatkozásában.

Spektroszkópiás eljárásokkal felderítették, hogy két DNS-re ható fontos protozoon-ellenes gyógyszer, a berenil és a pentamidin egyaránt képesek kötődni negatív töltésű glükózaminoglikánokhoz. Ezek az eredmények arra mutatnak, hogy az ilyen jellegű kölcsönhatások is hozzájárulhatnak a vegyületek farmakológiai aktivitásához.

Cirkuláris dikroizmus- és abszorpciós spektroszkópiás módszerekkel kimutatták a β -karbolinvázis harmin alkaloid szintetikusán módosított, tumorellenes hatású származékainak emberi α_1 -savas glikoprotein és szérum albumin kötődését. A mérési eredményekből meghatározták a kötődés módját és erősségét.

Enzimaktivitás követése elektrokémiai módszerekkel

Heterogén fázisú enzimreakciók vizsgálatára többcsatornás elektrokémiai szenzort fejlesztettek ki. A szenzorral turbid közegben is követhetővé válik optikai úton nehezen megfigyelhető folyamatok reakciófrontjának előrehaladása. Az elektrokémiai jelet a szenzor felületére kötött elektroaktív komponenssel módosított enzim-szubsztrát analógok biztosítják. Az enzim-szubsztrát reakció az áramerősség jel megváltozását eredményezi, ezáltal az oldódási folyamat megfigyelhetővé válik. A kísérleti munka során vérrögök oldását modellezték különféle szálvastagságú és pórusméretű gél szerkezetek segítségével. A változó enzimaktivitás-profilát áramlástanban modellekben leírt, porózus közegen keresztül történő folyadékáramlással hasonlították össze. A megvalósított módszerrel fiziológiás vérrögök oldódása is követhetővé válik. Az eredmények hozzájárulnak a jelenlegi terápiás célokra alkalmazott szerek hatékonyságát befolyásoló paraméterek azonosításához.

Biológiai eredetű vezikulák szerkezetvizsgálata

Vörösvértest membránból szintetikus lipid hozzáadásával különböző fehérje/lipid összetételű nanoeritroszómákat állítottak elő. IR spektroszkópiai mérésekkel egyrészt a szintetikus lipid beépülését követték a fehérje/lipid arány meghatározásával, másrészt szintetikus lipidekben gazdag domének kialakulását igazolták. A fehérje/lipid arány IR spektroszkópiai meghatározásával egy egyszerű, kis mintaignyú módszert dolgoztak ki különböző extracelluláris szubpopulációk (exoszómák, mikrovezikulák, apoptotikus testek) izolálásának gyors jellemzésére. Méretkizárásos kromatográfián alapuló eljárást dolgoztak ki extracelluláris vezikulák izolálására, és vizsgálták két különböző folyadékkromatográfiás gél vezikulák és más biológiai nanorészecskék elválasztására való alkalmazhatóságát.

Önszerveződéssel előállított nanorészecskék reverzibilis átalakulása szupramolekuláris micellává

Növekvő igény tapasztalható a mikrokörnyezet változására érzékeny nanorészecskék kifejlesztésére, melyek a hozzájuk kötött aktív komponens szabályozott felszabadulását tennék lehetővé. Francia kutatóintézetrel együttműködve eddig ismeretlen tulajdonságokkal rendelkező nanorészecskéket tudtak előállítani felületaktív ionos folyadékok és egy vízben jól oldódó, nem toxikus makrociklusos vegyület, a 4-szulfonáto-kalix[6]arén felhasználásával. A molekulák önszerveződésén alapuló nem-kovalens szintézis különösen előnyösnek bizonyult ilyen asszociátumok létrehozására, mert a komponensek elegyítésével egyszerűen, költséghatékonyan, melléktermékek keletkezése nélkül sikerült könnyen változtatható sajátságokkal rendelkező nanorészecskéket előállítani. Kimutatták, hogy ezek a részecskék bizonyos körülmények között hőmérséklet- vagy ionerősség változtatás hatására szabályozott módon és reverzibilisen átalakulnak szupramolekuláris micellává. Az újonnan felfedezett szupramolekuláris felületaktív anyagok hatékonyabban alkalmazhatók lehetnek, mert lényegesen kisebb kritikus micella koncentrációval rendelkeznek.

Kemoinformatika az anyagkémiai kutatások szolgálatában

Molekulák hasonlóságának megállapítása, statisztikai modellek rangsorolása

Sikerült megválaszolni a kemoinformatika kulcskérdését, hogy mely hasonlósági mértéket célszerű használni, azaz hogyan állapítható meg a molekulák hasonlósága. Nyolc hasonlósági mértéket hasonlítottak össze a rangszámkülönbségek abszolút értékének összege alapján, és megállapították, hogy mindegyikük jobban rangsorolta a molekulákat, mint a véletlen rangsorolás. Kimutatták, hogy a Cosine, Dice, Tanimoto és Soergel hasonlósági mértékek a legjobbak, és egymással egyenértékűek. Az euklideszi és Manhattan távolságok messze nem

optimálisak, ezek különböznek leginkább a többitől. Kétutas varianciaanalízis segítségével kimutatták, hogy a molekula mérete és a kiválasztási módszer egyedileg is és kölcsönhatásukban is szignifikáns hatású. Az euklideszi, Manhattan, al-szerkezet és szuperszerkezet szerint definiált hasonlóságok szignifikánsan függenek a molekula méretétől. A statisztikai modellek előrebecslési képességének megállapítása (a modellek validálása) mai napig nem megoldott probléma, különösen igaz ez a szerkezet - hatás összefüggések mennyiségi meghatározásánál. Nem optimális modellek esetén alul- vagy túlillesztés lép fel. Sikertelen rangsorolni a modellek jóságára jellemző paramétereket, és kimutatták, hogy a külső (egy új adatkészleten történő) validálásra jellemző paraméterek a véletlen rangsorolástól nem különböztethetők meg. A rangszám-különbségek abszolút értékének összege segítségével rangsorolni és csoportosítani lehetett a modelleket. Kimutatták, hogy ugyanazokat a modelleket választjuk ki legjobbaknak, mint amelyeket a jól ismert többkritériumos döntéshozatal választ ki. Konzisztens modelleket – azok jóságára jellemző paraméterek számítása nélkül – az előrebecsült értékek rangsorolása alapján lehet választani.

b) Tudomány és társadalom

Ismeretterjesztő folyóiratcikkekkel és a közszolgálati rádióban elhangzott rádióriporttal országos szinten, a társadalom széles rétegei számára tették elérhetővé tudományos eredményeiket. Rendezvényeikkel középiskolások tehetséggondozását és pályaválasztását segítették, valamint a legkisebbekben igyekeztek felkelteni az érdeklődést a természettudományok iránti. Saját kezdeményezésű programjaikon túl más intézmények rendezvényeihez is csatlakoztak előadásokkal, demonstrációkkal.

2015-ben a doktoranduszok országos szövetsége pályázatán keresztül az intézet egyik fiatal munkatársa publikálási lehetőséget kapott az Élet is Tudomány című folyóirat LXX. évfolyam 4. számában. A „Mire jó a kemometria?” címmel írt dolgozattal az volt a szerző célja, hogy a kémiában nem feltétlenül járatos embereknek bemutassa, hogy mennyi mindenre használható a kemometria. Gyakorlati példákon keresztül, részben saját kutatásokkal is alátámasztva írt a kemometria három fő irányáról, a mintázat-felismerésről, a regressziós modellekről és a rangsorolásokról. Az olvasók megtudhatták, hogy röntgenfluoreszcenciás vizsgálatok segítségével hogyan csoportosíthatók az Árpád-kori ezüst pénzérmék, hogyan különíthetők el a borok tájegységenként, végül bemutatott egy, a száraztészta tojástartalmának meghatározására létrehozott kalibrációs modellt.

Az Élet és Tudomány folyóirat 2015. évi 13. szám „a hét kutatója” rovatában az intézet egyik kutatójával készült interjú, melyben a szakember elmondta, hogy olyan kisméretű biológiai „csomagokkal”, azaz liposzómákkal foglalkozik, amelyek segítségével célzottan a rákos daganatokba lehet hatóanyagokat eljuttatni. Eredményeik hozzásegíthetnek olyan gyógyszerhordozók előállításához, amelyek segítségével az alkalmazott gyógyszerek hatékonyabbak, a kemoterápia mellékhatásai pedig jóval kisebbek lehetnek.

2015. február 19-én a Kossuth Rádió Trendidők című műsorában beszélgettek az intézet egyik kutatójával az étrend-kiegészítők hazai fogyasztásáról. A hallgatók a következő kérdésekre kaptak választ a riportban: a tudományos kutatások alapján szükséges-e az étrend-kiegészítők rendszeres fogyasztása; honnan tudja valaki, hogy vitamin- vagy ásványianyag-pótlásra szorul; általában milyen hiányállapotok fordulnak elő télen és mit, milyen mennyiségben ajánlott fogyasztani; van-e különbség a zöldségekkel, gyümölcsökkel bevitt és az étrend-kiegészítőkben előforduló tápanyagok kémiai összetétele, felszívódása és hasznosulása között.

2015-ben hetedik alkalommal szervezte meg az intézet az „AKI Kíváncsi Kémikus” egy hetes kutatótábort, melyen 24 kémia iránt érdeklődő tehetséges középiskolás vett részt. A diákok

tizenkét téma kutatásába kapcsolódhattak be, melyek közül hetet az intézet munkatársai irányítottak. Ezek a következők voltak: Érzékelők a bolt polcáról – Természetes szenzorok, Gépkecsikben használt hidrogén tüzelőanyag-cellák felépítése, Hogyan épül fel a sejtmembrán? Egyszerű modellek előállítás és vizsgálata, Hogyan hat az oldószer a különböző típusú festékek abszorpciós és emissziós színeire?, Liposzómás gyógyszerhordozó rendszerek, Polimerek – Az óriásmolekulák csodálatos világa és Szupramolekulák kölcsönhatásának vizsgálata fényel. A rendezvény megnyitóján az intézet egyik fiatal kutatója „Nanotechnológiai kaleidoszkóp” címen plenáris előadást tartott. A diákok pályaválasztását a korábbi kutatótáborok ma már egyetemista diákjai is segítették beszámolóikkal. A kutatótáborban készített munkájukról a diákok dolgozatokat készítettek, melyeket a korábbi évekhez hasonlóan ISBN számmal rendelkező kötetbe szerkesztettek, és kiadtak.

A Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola szaktechnikusi képzésének hallgatói öt alkalommal ismerkedhettek olyan analitikai műszerekkel és módszerekkel (ICP, HPLC, ICP-MS, GC-MS és Py-GC-MS), melyek a középiskolában nem állnak rendelkezésre.

Az „Útravaló Ösztöndíjprogram Út a Tudományhoz alprogram 2014/2015. tanév” pályázat keretében a Budapesti Ward Mária Általános Iskola és Gimnázium két diákját fogadták. Kutatási projektjük címe a következő volt: „Autóipari polimerkompozitok termikus tulajdonságainak vizsgálata újrahaznosítás céljából”.

Ugyancsak intézeti szervezésben Mikulás műsorral egybekötött játékos „KÉMIKULÁS” programot rendeztek a munkatársak gyermekei és unokái részére. A Jégvárzás címmel tartott foglalkozáson az óvodás és a kisiskolás korú gyerekek különböző módon állítottak elő kristályokat.

Külső helyszíneken, más intézmények programjain is tartottak ismeretterjesztő előadásokat. A Kozmetikai Szimpóziumon a polimer kémiához kapcsolódó tevékenységekről, az Eötvös Loránd Tudományegyetem „Alkímia ma” című előadásorozata keretében „A polimerkémia eszköztára, avagy hogyan állíthatók be egy óriásmolekula tulajdonságai?”, a „Science Meetup” rendezvényen „Funkcionális bevonatok mikrokapszulákkal”, a Csodák Palotája CsoPa Café programján „Mikrokapszulázott lehetőségek” címmel. További két iskolában, a Kürt Alapítványi Gimnáziumban és a székesfehérvári Teleki Blanka Gimnázium természettudományos szakkörén beszéltek az intézetben folyó kutatásaikról.

A „Kutatók éjszakája 2015” rendezvénysorozat Pannon Egyetemen rendezett „Informatikusok éjszakája” program keretében a „Zöld polimerbe burkolt konyhai alapanyagok alternatív felhasználása energiatárolásra” címmel tartottak bemutatót, a BME nyílt napján demonstrációval és laborlátogatással népszerűsítették a polimer kémiát és fizikát a BSc, illetve MSc képzésre jelentkező tanulók és hallgatók számára. Előadóként részt vettek a Marie-Sklodowska Curie egyéni ösztöndíj beadására felkészítő workshopokon.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Az intézet az MTA kutatóhálózatának intézeteivel és az egyetemekkel végez közös kutatásokat. Az együttműködésekhez speciális szakismereteikkel és színvonalas kutatást lehetővé tévő műszerparkjukkal járulnak hozzá. Kutatási eredményeik gyakorlati megvalósításában kis- és nagyvállalatokkal kialakított kapcsolatrendszerük segít.

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földtani és Geokémiai Intézetével közösen vizsgálják a hazai barlangokban folyó cseppkőképződést, illetve karbonátkiválásokat, valamint a karbonátok átalakulását.

Az MTA Wigner Kutatóközponttal három területen működnek együtt: egy közös OTKA pályázat témája biopolimerek hidegplazmás felületkezelése, egy másik munkában vas-komplexek ultragyors relaxációs folyamatait vizsgálták, a harmadikban pedig nanocső és fullerén minták összetételét határozták meg termogravimetria-tömegspektrometria technikával.

Az MTA - Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Fehérjemodellező Kutatócsoporttal és Szerkezeti Kémia és Biológia Laboratóriummal közös pályázat támogatásával fehérjék oldatbeli szerkezetét határozzák meg SAXS és NMR módszerekkel. A Fehérjetudományi Kiválósági Együtműködési Program keretében az ELTE Kémiai Intézet Határfelületi- és Nanoszerkezetek Laboratóriumával és az MTA Peptidkémiai Kutatócsoportjával dolgoztak együtt. Célzott tumorterápiában fontos receptor fehérjék és azok jelátviteli változásának vizsgálatát végzik az MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoporttal és a Semmelweis Egyetemmel (SOTE) közösen.

Sokrétű, kutatási és oktatási kapcsolatokat ápol az intézet a magyarországi egyetemekkel. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME), az ELTE, az Óbudai- és a Pannon Egyetem (PE) elméleti és gyakorlati kurzusait vezetik, az alapképzésen túl részt vesznek az egyetemek doktori képzésében, diploma- és PhD témákat vezetnek.

Az intézet Polimer Fizikai Kutatócsoportja a BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékével közösen fenntartott szervezeti egység, de ezen kívül további három tanszékkel működnek együtt az intézet kutatói. A BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékkel gyógyszer-makromolekulákkal töltött polimer szálakat vizsgálnak. A BME Áramlástan Tanszéke az ülepítőtartály méretezésével járult hozzá a „Kommunális hulladéklerakók csurgalékvizének helyszíni kezelése” című pályázatuk megvalósításához. A BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékével közösen gumihulladék fluid ágyas égetőberendezésben történő hasznosításának lehetőségeit vizsgálták. Ugyanennek a tanszéknek a munkatársaival γ -valerolakton üzemanyag-használatának motorikus vizsgálatait végezték.

Az ELTE Kémiai Intézetével együttműködésben üzemeltetik az ELTE Kémiai Épületében lévő Lézerspektroszkópiai Laboratóriumot. A SOTE kutatóival közös OTKA pályázat címe: Fibrinolízis a gyulladás és atherosclerosis határterületén.

A PE Műszaki Informatikai Karának Műszaki Kémiai Intézetével közös professzori laboratóriumot működtetnek, ezen kívül további két tanszékkel állnak kapcsolatban. A PE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszék kutatóinak kísérleti vizsgálataihoz elméleti kémiai módszerekkel, az átmenetifémek vízdoldható porfirinkomplexeinek fotofizikai és fotokémiai paramétereinek kiszámításával járulnak hozzá. A PE Szerves Kémia Tanszékén előállított palládiumkatalizátorok szerkezetének és hatásmechanizmusának meghatározását elméleti kémiai számításokkal segítik.

A Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kara által elnyert, „A műszaki polimerek hidegplazmás felületkezelése” című OTKA témában működnek közre az intézet munkatársai.

Az MTA intézetei és az egyetemek mellett fontosak a vállalkozói szférával kötött szerződések is. MOL Zrt. megbízásából petrokoksz granulátumok víz- és szervesoldószer-állóságát tanulmányozták. A Richter Gedeon NyRt-vel kötött kutatási szerződés keretében doxorubicin HCl tartalmú liposzómák jellemzését végezték el kisszögű röntgenszórással. A KwakLab Kutatóintézet Nonprofit Kft. részére részletesen vizsgálták a szennyezett levegő katalitikus tisztítása alkalmazott katalizátorokat.

A kutatás-fejlesztési és oktatási tevékenységük mellett az intézet kutatói nagy számban vesznek részt az MTA bizottságainak, munkabizottságainak és más tudományos testületeknek, valamint folyóiratok szerkesztőbizottságainak munkájában.

Nemzetközi kapcsolatok

Két jelentős érdeklődést kiváltó tudományos konferenciát szerveztek, mindkét konferenciának a kutatóközpont adott otthont. Az „International Symposium on Amphiphilic Polymers, Networks, Gels and Membranes (APNGM15)” című konferencián 17 nemzetközileg is elismert meghívott előadó volt jelen, továbbá 42 előadásba és 44 poszterbe nyerhettek betekintést a világ minden részéből érkezett résztvevők. A „Conferentia Chemometrica 2015” című rendezvény 19 magyar kutatónak tette lehetővé, hogy megismerjék a nemzetközi trendeket és a tudományterület vezető kutatóit. A konferencia előadásaiból mintegy 15 közlemény fog megjelenni a Journal of Chemometrics különszámában.

Természetes és mesterséges nanogyémántok szerkezete és tulajdonságai témában végeznek közös kutatást az Arizona State University tudósaival. Grafént állítottak elő rádiófrekvenciás termikus plazmában a Varsói Egyetem Kémiai Karával együttműködésben.

Két egymást követő FP7-es project keretében a Fraunhofer Intézettel és a Drezdai Műszaki Egyetemmel közösen vertikálisan rendezett szén nanocső alapú elektródok szuperkondenzátorként történő alkalmazásán, elektrokémiai tulajdonságainak vizsgálatán dolgoznak. A projekt másik részében szén nanocső szintézis minőségellenőrzésére gyorsan működő kapacitásmérőt fejlesztettek ki az intézetben.

Az University of Ulm tudósaival MÖB-DAAD együttműködésben az elektrokémiai kettősréteg átrendeződésének kinetikáját tanulmányozzák ionfolyadékokban.

Molekuláris vezetőképesség mérése a tárgya a Cseh Tudományos Akadémia Heyrovsky intézetet közösen TÉT projektnek, melynek keretében a magyar résztvevők mérés technikai szoftvereket fejlesztettek ki.

A QCM alkalmazási lehetőségét vizsgálták korróziós folyamatok tanulmányozására az Újvidéki Egyetem Természtudományi Karával közösen. A Bécsi Egyetem Analitikai Kémiai Intézetében működő Kémiai érzékelők és Optikai Molekuláris Spektroszkópia Tanszékkal QCM rezonátor bioszenzorként való alkalmazásán dolgoznak.

A Freiburgi Egyetem Materialforschungszentrum und Institut für Makromolekulare Chemie-vel közösen elnyert NKFIH pályázat keretében különböző molekulatömeggel rendelkező, jól definiált szerkezetű funkciós poliizobutilén makromolekulákat állítottak elő.

A Borealis Polyolefine GmbH megbízásából különböző, elsősorban szerves szálak alkalmazásával megfelelő tulajdonságú hibrid PP kompozitokat fejlesztettek ki.

A hollandiai SABIC Petrochemicals BV-vel együttműködésben polietilént stabilizáltak ligninnel, ezzel sikerült meggátolni a műanyag feldolgozása során lejátszódó kémiai reakciókat.

Az Európai Unió által finanszírozott regionális együttműködés keretében a potenzai Institute of Inorganic Methodologies and Plasmas intézménnyel közösen módszert fejlesztettek ki megfelelő méretű, homogén ezüst nanorészecskék előállítására.

Szervetlen sók és alkoholok reverzibilis reakcióit kutatják hőtárolás céljából. A lüneburgi Leuphana Universitát munkatársaival a kapcsolattartás költségeit a magyar-német TÉT együttműködési keret biztosítja.

Az AlvaCat, Sunnyvale, California cég megbízásából katalizátorok nagy-áteresztő vizsgálatát végezték alkánok dehidrogénezésében. Megállapították, hogy a nagy-áteresztő rendszer alkalmazható katalizátorok gyors elemzésére.

Reakciókinetikai és fotokémiai kísérleteket végeztek a HFC-161 (C_2H_5F) hűtőanyag légkörkémiájának megismerése céljából. A munkához a Kínai Népköztársaság Wuhan Egyetemének tudósai elméleti kutatással járultak hozzá.

COST együttműködés keretében a Karlsruhe Institute of Technology kutatóival OH gyök reakcióját tanulmányozzák gyűrűs észterekkel. Ugyancsak COST együttműködésben komplexképződéssel járó bimolekulás reakciókat vizsgáltak elméleti úton. Partnerintézmény a Perugiai Egyetem Kémia Tanszéke.

A Bécsi Egyetem Elméleti Kémia Intézetével és a New York-i Stony Brook Egyetem Fizika Tanszékével közösen különböző molekulák dinamikáját és ionizációját szabályozták erős ultrarövid lézerpulzusokkal. Az intézetben a kvantumkémiai és kvantumdinamikai számításokat végezték.

A dehraduni Indian Institute of Petroleummal közös magyar-indiai TÉT projekt célja értéknövelt energiahordozó előállítására biomassza és műanyag hulladék termikus és termokatalitikus átalakításával. Magyar-román TÉT együttműködés keretében mesterségesen öregített és történelmi bőr és pergamenmintákat vizsgáltak termoanalitikai módszerekkel. Partner intézmény a Craiovai Egyetem Természettudományi Kara.

A Bolgár Tudományos Akadémia Szerves Kémiai Intézet kutatóival közösen új típusú nanopórusos szilikátok alkalmazását kutatták gyógyszer hatóanyag hordozó rendszerként és katalitikus célokra. Az együttműködés költségeit az MTA kétoldalú keret fedezi.

Az aacheni Uniklinik RWTH-vel együttműködve radionukleozid-lipid konjugátum szervezetbe történő célzott bevitelére alkalmas liposzómás készítményt állítottak elő.

A portugáliai Aveiro Egyetemen hibrid PDMS-TEOS kerámiák pórusos nanoszerkezetét jellemezték kisszögű röntgenszórás módszerrel.

SAXS mérések készültek polimerbevonatú szuperparamágneses vas-oxid nanorészecskékről. Nagy pontossággal meghatározták a részecskék méreteloszlását. Együttműködő partnerintézmény: Southwest University of Science and Tehcnology, Mianyang, Szecsuan, Kína. A Taiwan Liposome Company Ltd. részére sztérikusan stabilizált liposzómák PEG-rétegvastagságát határozták meg ugyancsak SAXS módszerrel.

MTA-CNRS együttműködési projektben az East Paris Institute of Chemistry and Materials Science tudósaival molekulák önszerveződésével szabályozható nanorendszereket állítottak elő.

A Gismo Therapeutics Inc. (Lexington, USA) szerves kismolekulák glükózaminoglikán kötődésének CD és UV/VIS spektroszkópiás vizsgálatára adott megbízást az intézetnek.

MTA egyezményes kutatócsere programban a Poznani Műszaki Egyetemen közösen hibrid nanorendszereket jellemezték inverz gázkromatográfiás módszerrel és kemometriával.

A Belgrádi Egyetem fiatal kutatójával analitikai eljárásokat hasonlítanak össze kemometriai módszerekkel. Az együttműködés folytatását egy elnyert posztdoktori pályázat biztosítja.

Az Orléani Egyetem szerves Kémiai és Analitikai Intézetével közösen kromatográfiás mérésekkel igazolták a rangszám-különbségek összegén alapuló sorba rakás gyakorlati használhatóságát a fényvédő krémek eltérő szerkezetű vegyületeinek elúciós sorrendjét megváltoztatva.

Kalibrációs modellek torzításának és varianciájának egyidejű minimalizálását sikerült megoldani peremregresszió és a parciális legkisebb négyzetek módszere esetén. Együttműködő partnerintézmény: Department of Chemistry, Idaho State University, Pocatello, IH, USA

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az intézet témavezetésével 2015. január elsején indult el a munka a K 112094 és a K 112034 jelű OTKA pályázatok keretében. A „Nanoszerkezetű polimer kotérhálók és gélek mint nanoreaktorok újszerű nanohibridek előállítására” című K 112094 OTKA pályázat fő eredményei a következők: Sikeresen állítottak elő többféle olyan amfifil kotérhálót, amelyek nanoreaktorként képesek működni. Segítségükkel teljesen új, az irodalomban eddig le nem írt szerves-szerves nanohibridek hozhatók létre. Szisztematikus vizsgálatokkal felderítették ezen kotérhálók nanofázisú szerkezetét, valamint a szerkezettől függő duzzadási tulajdonságaikat, amely ismeretek elengedhetetlenül szükségesek a tervezett nanohibridek előállításához. Vizsgálataik során igen ígéretes eredményeket kaptak különféle fém nanorészecskéket tartalmazó nanohibridekkel.

A „Frekvenciafüggő kettősréteg-kapacitások” című K 112034 jelű OTKA pályázat keretében a grafit elektrokémiai viselkedését jellemezték az 1-butil-3-metil-imidazólium hexafluorofoszfát ionfolyadékban. A mért impedanciaspektrumok, valamint pásztázó alagútmikroszkópiás képek alapján most már értelmezni tudják az utóbbi években Au egykristályon ugyanebben az ionfolyadékban mért kettősréteg-kapacitásokat. Az eredmények a szerzőknek azt a hipotézisét támasztják alá, hogy az elektrokémiai kettősréteg átrendeződési folyamatai nem pillanatszerűek, azaz a kettősréteg nem tisztán elektrosztatikus eredetű.

2015 áprilisa óta dolgoznak a „Nano-kompartmentalizált polimeres ionos folyadékok, mint egy új anyagi platform rezponzív makromolekuláris rendszerek létrehozása” című, NKFIH által kiírt NN 116252 jelű pályázaton. A Freiburgi Egyetem kutatóival közös projekt keretében nagy mennyiségben állítottak elő különböző molekulatömeggel rendelkező, jól definiált szerkezetű funkciós poliizobutilén makromolekulákat, melyek a további kutatások kiindulási anyagaként szerepelnek. A polimerek láncvégi funkcionálására szintetikus eljárásokat dolgoztak ki, és valósítottak meg.

Az intézet fiatal kutatója vezeti a DeNO_x reakciók szintetikus kabazit (SSZ-13) katalizátorokon című PD 115898 OTKA pályázatot. A pályázat kezdete, 2015. szeptember óta kidolgozták a kabazit típusú katalizátorok előállításának optimális paramétereit a Si/Al arány és az előállított mennyiség változtatásával. A szakirodalom alapján tanulmányozták az SSZ-13 alkalmazását a DENO_x reakciókban, illetve a zeolitba beépített réz ionok szerkezeti tulajdonságait.

Az intézet résztvevője két OTKA pályázatnak, melyekben a munka 2015. január elsején vette kezdetét. A gödöllői Szent István Egyetem témavezetésével atmoszférikus hidegplazma eljárással kezelt polimer-felületek adhéziós és tribológiai tulajdonságainak vizsgálatát. A rétegszerkezetek hőáram korlátozó hatását tanulmányozták plazmaimmerziós ionimplantációval módosított polietilén-tereftalát és poliamid műszaki műanyag próbatestek felületén. A felületi változásokat XPS-sel és peremszög méréssel jellemezték. Azt találták, hogy a beépülő nitrogén közel 100 nm vastagságban jelentősen megváltoztatja a felület kémiai összetételét és morfológiáját. A nitrogéntartalom növekedett, míg az oxigén- és széntartalom lecsökkent. Mérésekkel és modellszámítással igazolták, hogy a kialakult rétegszerkezet az alapanyag tribológiai viselkedését is jelentősen befolyásolja.

A SOTE a témavezetője a „Fibrinolízis a gyulladás és atherosclerosis határterületén” c. OTKA pályázatnak, melynek keretében molekuláris szinten vizsgálják a trombózis kezelési módjait.

Az intézet témavezetésével 2016. január 1-én vette kezdetét a következő öt pályázat:

Az NKFIH K 115784 jelű pályázatban nanorészecskék hatását vizsgálják növények növekedésére, fémfelvételére és vas-anyagcserejére.

A Richter Gedeon Nyrt. által kiírt VSZ/28-2015-AKI pályázatban szabályozott interferon-béta hatóanyagleadású biokompatibilis és biológiailag lebontható kompozit részecskéket fejlesztenek ki szklerózis multiplex kezelésére.

MEDinPROT pályázat keretében fehérjék alakját és kompaktságát tanulmányozzák NMR-SAXS módszerekkel. Ugyancsak a MEDinPROT Fehérjetudományi Kiválósági Együttműködési Program számítógépes idő felhasználást biztosít.

A H2020 és az EURAMET pályázatok felkészülésére az MTA önrészt nyújt.

Az intézet résztvevője European Commission által kiírt, ugyancsak 2016-ban induló „Innovative technology for the detection of enzyme activity in milk” című pályázatnak. A pályázat kódja: H2020-MSCA-RISE-2015.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bertóti I, Mohai M, László K: Surface modification of graphene and graphite by nitrogen plasma: Determination of chemical state alterations and assignments by quantitative X-ray photoelectron spectroscopy. Carbon, 84: 185-196 (2015) <http://real.mtak.hu/20731/>
2. Klébert Sz, Balázs Cs, Balázs K, Bódis E, Fazekas P, Keszler A M et al. (8): Spark plasma sintering of graphene reinforced hydroxyapatite composites. Ceramics International, 41:(3 (Part A)) 3647-3652 (2015) <http://real.mtak.hu/19908/>
3. Németh B, S Németh Á, Tóth J, Fodor-Kardos A, Gyenis J, Feczkó T: Consolidated microcapsules with double alginate shell containing paraffin for latent heat storage. Solar Energy Materials and Solar Cells, 143: 397-405 (2015) <http://real.mtak.hu/26177/>
4. Bakos I, Paszternák A, Zitoune D: Pd/Ni Synergistic Activity for Hydrogen Oxidation Reaction in Alkaline Conditions. Electrochimica Acta, 176: 1074-1082 (2015) http://real.mtak.hu/25806
5. Szabo T, Telegdi J, Nyikos L: Linseed oil-filled microcapsules containing drier and corrosion inhibitor - Their effects on self-healing capability of paints. Progress in Organic Coatings, 84: 136-142 (2015) <http://real.mtak.hu/24926/>
6. Csikós Á, Faludi G, Domján A, Renner K, Móczó J, Pukánszky B: Modification of interfacial adhesion with a functionalized polymer in PLA/wood composites. European Polymer Journal, 68: 592-600 (2015) <http://real.mtak.hu/28168/>
7. Kasza Gy, Mosnácková K, Nádor A, Osváth Zs, Stumphauer T, Szarka Gy et al. (11): Synthesis of hyperbranched poly(ethyleneimine) based macromolecular antioxidants and investigation of their efficiency in stabilization of polyolefins. European Polymer Journal, 68: 609-617 (2015) <http://real.mtak.hu/25693/>
8. Szabó Á, Szarka Gy, Iván B: Synthesis of Poly(poly(ethylene glycol) methacrylate)-Polyisobutylene ABA Block Copolymers by the Combination of Quasiliving

- Carbocationic and Atom Transfer Radical Polymerizations. *Macromolecular Rapid Communications*, 36: 238-248 (2015) <http://real.mtak.hu/20832/>
9. Badari C A, Lónyi F, Drotár E, Kaszonyi A, Valyon J: A study of the hydrodenitrogenation of propylamine over supportednickel phosphide catalysts using amorphous and nanostructuredsilica supports. *Applied Catalysis B-Environmental*, 164: 48-60 (2015) <http://real.mtak.hu/23969/>
 10. Szabó P, Lendvay Gy: A Quasiclassical Trajectory Study of the Reaction of H Atoms with O₂(1Δg). *Journal Of Physical Chemistry A*, 119:7180-7189 (2015) <http://real.mtak.hu/31167/>
 11. Gubán D, Borbáth I, Pászti Z, Sajó I, Drotár E, Hegedűs M et al. (7): Preparation and characterization of novel Ti_{0.7}W_{0.3}O₂-C composite materials for Pt-based anode electrocatalysts with enhanced CO tolerance. *Applied Catalysis B-Environmental*, 174: 455-470 (2015) <http://real.mtak.hu/23467/>
 12. Czégény Zs, Jakab E, Bozi J, Blazsó M: Pyrolysis of wood-PVC mixtures. Formation of chloromethane from lignocellulosic materials in the presence of PVC. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 113: 123-132 (2015) <http://real.mtak.hu/26599/>
 13. Lorincz A, Mihály J, Németh C, Wacha A, Bóta A: Effects of ursolic acid on the structural and morphological behaviours of dipalmitoyl lecithin vesicles. *Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes*, 1848:(5) 1092-1098 (2015) <http://real.mtak.hu/24110/>
 14. Wacha A: Optimized pinhole geometry for small-angle scattering. *Journal of Applied Crystallography*, 48: 1843-1848 (2015) <http://real.mtak.hu/30426/>
 15. Wintgens V, Miskolczy Z, Guigner J-M, Amiel C, Harangozó JG, Biczók L: Reversible Nanoparticle-Micelle Transformation of Ionic Liquid-Sulfonatocalix[6]arene Aggregates. *Langmuir*, 31:(24) 6655-6662 (2015) <http://real.mtak.hu/27137/>
 16. Keszthelyi T, Hollo G, Nyitrai G, Kardos J, Heja L: Bilayer Charge Reversal and Modification of Lipid Organization by Dendrimers as Observed by Sum-Frequency Vibrational Spectroscopy. *Langmuir*, 31:(28) 7815-7825 (2015) <http://real.mtak.hu/32535/>

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ENZIMOLÓGIAI INTÉZET

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 382 6700
e-mail: buday.laszlo@ttk.mta.hu; honlap: <http://www.ttk.mta.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az Enzimológiai Intézetben számos tudományterületet átfogó, interdiszciplináris kutatások folynak, melyek során mind a biológia, mind fizika és a kémia tudománya által kínált lehetőségek alkalmazásra kerülnek. A kutatóhelyen részben szerkezeti biológiai alapkutatások folynak, melyek lehetővé teszik a fiziológiás és patofiziológiás folyamatok sejt és molekula szintű értelmezését, másrészt a szerkezet biológia mellett folyamatosan bővül a kutatási tevékenység a komplex biológiai folyamatok megértését célzó rendszerbiológia irányába proteomika és bioinformatika lehetőségeinek kihasználásával. Így többek között vizsgálja a sejtekben zajló jelátviteli utakat, a rendezetlen fehérjék működését, a komplementrendszer aktiválódási mechanizmusait molekulaszervezeti alapon, a daganatos és neurodegeneratív betegségek kialakulásához vezető egyes folyamatok, a transzmembrán fehérjék szerepét, valamint a DNS-hibajavításban szerepet játszó enzimeket.

Az intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik négy egyetemen tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Intézetük ezzel egy időben több, mint 60 doktorandusz hallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az intézet eredményeihez.

Az intézet alapkutatási eredményeinek hasznosítására együttműködések jöttek és jönnek létre különböző kis- és nagyvállalatokkal. 2015-ben az intézet aktív módon közreműködött a Richter Gedeon NyRt.-vel, valamint szoros kapcsolatot alakított ki számos kisvállalattal. Fontos feladatuknak tekintik a magyar tudomány eredményeinek nemzetközi szinten történő képviselését, amit nemzetközi pályázatok résztvevőiként és nemzetközi szervezetekben viselt tisztségek útján valósítanak meg.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A *Jelátviteli és Funkcionális Genomika Kutatócsoport* egyik része (jelátvitel) alapvetően két ún. állványfehérje családot vizsgál, ezek a Caskin és a Tks fehérjecsaládok. Rekombinációs technikával előállítottak számos SH3 domént, illetve az ezek foszforilációjára képes tirozin kinázt. Az *in vitro* foszforilációt követően vizsgálták a partner prolin-gazdag peptidok kötődését. Kimutatták, hogy a tirozinon foszforilált SH3 domének nem vagy rosszul képesek prolin-gazdag peptidokat kötni. Röntgen kristallográfiai vizsgálatok arra is rámutattak, hogy az Abl1 és Abl2 kinázok SH3 doménje foszforilált állapotban dimert képeznek.

Az embrionális fejlődés, sejt differenciáció, és proliferáció folyamataiban kulcsszerepet játszó Wnt fehérjék és receptoraik/antagonistaik közötti kötés szerkezeti feltételeinek tisztázása céljából a csoport másik fele (funkcionális genomika) vizsgálta a WIF-1 inhibitor fehérje WIF-doménje és a Wnt5a és Wnt7a C-terminális doménje között kölcsönhatást. Az WIF domén „arginine-scanning” mutagenézisével kimutatták, hogy a WIF domén a FZD doménhez hasonlóan két helyen köti a Wnt fehérjéket: a Wnt fehérjék N-terminális, lipid módosítást hordozó régiója a WIF domén alkil-kötőhelyéhez kötődik, a Wnt C-terminális doménje pedig a WIF-domén alkil-kötő régiójával szemben levő felszínnel lép

kölcsönhatásba. A munkacsoport elsősorban felfedező kutatásokat végez, így 2015-ben nem jelentett be szabadalmat.

A *Lizofoszfolipid Kutatócsoport* meghatározta a kalmodulin általuk azonosított endogén gátlószerének, a szfingozinnak a gátlási mechanizmusát az eNOS és MLCK kalmodulin-függő enzimekre *in vitro* és hazai együttműködésben (Semmelweis Egyetem, Klinikai Kísérleti Kutató- és Humán Élettani Intézet) *ex vivo*. Meghatározták a malária kórokozójának általuk előállított un. Pf-kalmodulinja, mint lehetséges maláriaellenes gyógyszer-célpont és a tipikus kalmodulin célpeptid mellittin komplexének kristályszerkezetét. Kvarckristály-mikromérleg, izotermális titrációs kalorimetria, mikroskálás termoforézis és fluoreszcens technikákkal jellemezték az EPAC1 DEP-domén, a gelsolin, Akt1, Grp1 és Nck1 PH-doménjeinek, a Caskin1, Abi2 és Grb2 SH3-domének, valamint az Nck1 SH2-domén lipidkötésének mechanizmusát.

A rendezetlen fehérjék – így pl. az α -szinuklein és a TPPP/p25 (tubulin polymerization promoting protein) – patológiás kölcsönhatásai gyakran kapcsolatosak neurodegeneratív betegségekkel. Ezek a „hallmark” fehérjék együtt dúsulnak fel a Parkinson-kórra és más szinukleinopátiákra jellemző agyi zárványtestekben.

A *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* célkitűzése szerint e fehérjék önmagukban nem tekinthetők ideális gyógyszer-célpontnak, hanem patológiás komplexük kötőfelszínének, mint potenciális gyógyszer-célpontnak az azonosítását tűzték ki célul. Korábban már beszámoltak a TPPP/p25 fiziológiás (tubulin) és patológiás (α -szinuklein) kölcsönhatásáért felelős kötőfelszín azonosításáról; most a szinuklein TPPP/p25-tel alkotott kötőfelszínét térképezték fel: rekombináns vad típusú és mutáns szinukleineket hoztak létre, majd CD és fluoreszcenciás spektroszkópiával valamint affinitás kromatográfiával megállapították, hogy a kölcsönhatásban a szinuklein C-terminálisa játszik kizárólagos szerepet, elsősorban a 126-140 aa szegmens. Ezt egy szintetikus peptid kompetíciós hatásának kimutatásával is sikerült igazolni. HeLa és CHO sejtes kísérletekben igazolták, hogy a két fehérje ko-lokalizál és intracelluláris aggregációt hoz létre. Ehhez is szükséges a szinuklein C-terminálisának megléte. Az aggregáció kifejezettebb az N- és C-terminális nélküli, mint a vad típusú TPPP/p25 esetén, aminek az oka, hogy a csonkolt fehérje nem tud asszociálni a mikrotubuláris hálózathoz (a C-terminális szegmens felelős a tubulin megkötéséért), s ez elősegíti a patológiás komplex kialakulását. Az eredmények innovatív jellegüknél fogva, hozzájárulhatnak olyan anti-Parkinson gyógyszerek kifejlesztéséhez, amelyek a TPPP/p25 szinukleinnel alkotott komplexének kialakulását gátolják/megszüntetik anélkül, hogy fiziológiás funkcióikat befolyásolnák. Eredményeik alapján meghívást kaptak a San Franciscóban 2015-ben megrendezett Neurological Disorder Summit (NDS-2015) konferenciára, melyeket „Progress in development of anti-Parkinson drugs with unique specificity” címmel mutattak be.

Korábban megmutatták, hogy a Zn^{2+} -kation specifikusan kötődik a TPPP/p25 „zinc-finger” szegmenséhez, ami elősegíti a TPPP/p25 dimerizációját, s ezáltal növeli a fehérje tubulint polimerizáló hatását, a mikrotubulusok képződését. 2015-ben megmutatták, hogy a hatás sejtekben (CHO10 és CG-4 sejtek) is megnyilvánul, megemelkedik a TPPP/p25-szintje és kiterjedten dekorálja a mikrotubulusokat. A jelenség azzal magyarázható, hogy a Zn hatására bekövetkező konformáció-változás megvédi az eredetileg rendezetlen TPPP/p25-nek a proteaszóma rendszer általi lebontását. A hatás Zn^{2+} -kationra specifikus. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a cink, mint specifikus divalens kation aktív részese a fiziológiás TPPP/p25 szint beállításának, ezzel gátolva akár a kifejeződésének hiányát (glióma) akár feldúsulását (Parkinson-kór).

Megállapították a Sirt2 hisztondeacetiláz és drogszerű inhibitorainak nagyfelbontású szerkezetét és a SirReal2 fantázianevű vegyület egyedi gátlómechanizmusát. Ennek hathatósága és példa nélküli szelektivitása az aktív hely ligandum-indukált szerkezeti átrendeződésén alapul, ami egy elfedett kötőzsebet tesz hozzáférhetővé. A leghatásosabb sirtuin-átrendező ligandum, a SirReal2 a tubulin hiperacetilációjához vezet HeLa-sejtekben és a BubR1 „checkpoint” fehérje destabilizációját indukálja, összhangban a Sirt2 *in vivo* gátlásával.

A *Fehérjeszerkezet Kutatócsoport* által korábban kidolgozott és publikált stabilizációs centrumoknak fehérje termodinamikai adatbázison történő vizsgálatával kimutatták, hogy az oldószer számára hozzáférhető stabilizációs centrumok száma valóban összefüggésbe hozható fehérjék hőmérsékleti stabilitásával.

Az 5HT6 receptor ismert gátlószereiből kiindulva 3D farmakofór modelleket építettek, majd a modelleket felhasználva milliós nagyságrendű molekulát tartalmazó könyvtárakat szűrtek meg. Az *in silico* szűrés eredményeképpen felállított rangsorban hatékonyan becsült találatok között új kemotípusú molekulákat azonosítottak. A molekulák gátló hatása kísérleti módszerekkel is igazolva lett. Az arylhydrocarbon receptoron (AHR), mint a multidrog rezisztencia háttérben álló széles ligandspecificitással rendelkező receptorok modelljén kollaborációban végzett *in silico* vizsgálatok alapján valószínűsítették, hogy a ligandspecificitásért nem csak a PAS-B domén tehető felelőssé. A ligand kötő zseb mellett az oda vezető csatorna is fontos szerepet játszik a testidegen molekulák felismerésében.

A nagyskálás genomi szekvenálásoknak köszönhetően az elmúlt években hatalmas mennyiségű adat vált hozzáférhető a rákos megbetegedésekben előforduló mutációkról, azonban a betegség kialakulása a fehérjék szintjén még nagyrészt ismeretlen. A rák kialakulásában érintett, úgynevezett driver gének és az érintett fehérje szakaszok azonosítására kifejlesztettek egy módszert, amely képes szisztematikusan azonosítani a humán proteomban ezen szakaszokat a mutációs adatbázisokban leírt genetikai változásokat figyelembe véve. A módszer alkalmazásával megmutatták, hogy az eddig ismert adatok alapján nagyjából 5-600 driver gén lehet a humán proteomban. Arra is rámutattak, hogy a rákban előforduló örökletes és szomatikus mutációk lényegében nagyrészt azonos gén szegmenseket perturbálnak, vagyis ha a pontos genetikai háttérük nem is, de a főbb fehérje szintű mechanizmusuk nagyon hasonló. (kézirat előkészületben) A munkában többek között két lendület kutatócsoport munkatársai vettek részt. Az egyik intézetünk Fehérje Kutatócsoportja. A Másik az ELTE-n működő lendület csoportvezetője, aki a munka első részében még csoportjuk tagja volt.

Írtak, egy reményeik szerint fontos összefoglaló könyvfejezetet rendezetlen fehérjék elemzéséről a rangos *Methods Mol. Biol.* Könyvsorozatban (megjelent a sorozat 1261. számú “StructuralProteomics” kötetében) A munkában többek között az ELTE-én működő lendület csoport vezetője is részt vett, aki a munka első részében még csoportjuk tagja volt.

A *Membrán Fehérje Lendület Kutatócsoport* a Lendület pályázatban meghatározott kutatási terv záró szakaszában vizsgálták a klinikai drogrezisztencia háttérben húzódó molekuláris mechanizmusokat. Az öt éves kutatási folyamat eredeti célkitűzéseinek megfelelően sikerült több, szerkezetileg diverz vezérmolekulát azonosítaniuk. A kiválasztott vezérmolekulákat kémiai-biológiai szempontból alaposan jellemezték és elindították a hatásos (toxikus és szelektív), metabolikusan stabil, gyógyszerű vegyületek szabadalmaztatását. Vizsgálták a humán organikus anion transzporterek működését, a csoport egyik vezető kutatója ebben a témában Lendület pályázatot nyújtott be. Vizsgálták az ABCG2 transzporter koleszterin-kölcsönhatásáért felelős régióit. Meghatározták az ABCB6 fehérje N-terminálisának szerepét. Felfedezték, hogy az ABCB6 kifejeződik a korai melanoszómákban, és szerepet játszik a

melanin képződés szabályozásában, felvetették az ABCB6 szerepét a melanóma terápia rezisztenciájában. Létrehoztak és jellemeztek egy *abcb6* KO egérmodellt. Rescue kísérletekkel kimutatták, hogy a humán ABCB6 fehérje a *S. pombe* HMT1 fehérje ortológja, és valószínűleg különböző toxikus anyagok vakuoláris szekvesztrációjáért felel.

A *Genomstabilitás Lendület Kutatócsoport* 2015-es kutatásainak fő témája a rosszindulatú daganatok genomjában található mutációk keletkezésének és következményeinek megértése volt. A genomikai kísérletek mellett a csoport munkája kiterjedt a sérült DNS replikációjának genetikai és biokémiai vizsgálatára.

Az újgenerációs DNS szekvenálási technológiák egyre elérhetőbb költséggel teszik lehetővé teljes genomszekvenciák meghatározását. Az év során kidolgoztak egy IsoMut nevű bioinformatikai módszert, amely sok szekvenált genom párhuzamos összehasonlításával a jelenleg elérhető módszereknél pontosabban és sokkal gyorsabban képes mutációkat azonosítani. A módszer segítségével két területen is fontos tudományos eredményeket értek el. Tenyésztett sejtek kezelésével meghatározták nyolc gyakran használt kemoterápiás szer mutagenikus hatását, és lényeges különbségeket találtak. Mutagenikus kezelések felgyorsíthatják a rezisztencia kialakulását, valamint másodlagos daganatokat is indukálhatnak, ezért a megszerzett információ fontos lesz a kezelések megválasztásában. Ezen felül megmutatták, hogy működő BRCA1 és a BRCA2 tumor szupresszor gének hiányában sokszorososan megnövekszik a genom bázisszubsztitúciós mutációk rátája, mely új magyarázatot szolgáltat a BRCA génhibáknak a daganatok kialakulásában betöltött szerepére.

A teljes genomszekvenálás egyszerre felfedi egy tumorminta összes genetikai hibáját, és a tumor mutációs mintázatai is fontos információt nyújtanak a daganat molekuláris típusának meghatározásához és a leghatékonyabb kezelés megválasztásához. Széleskörű együttműködésben folyó kutatásaik előkészítik a genomszekvenálás mint tumordiagnosztikai módszer kifejlesztését és hazai megismerését, mely hamarosan pontosabban kiválasztott és hatékonyabb kezelésekre vezethet.

A *Rendezetlen Fehérje Kutatócsoport* az ezredforduló óta a rendezetlen fehérjék kutatásával foglalkozik, eredményeik folyamatosan ehhez a tudományterülethez kötődnek.

Egy növényi rendezetlen chaperon fehérje, az ERD14 vizsgálatával sikerült bizonyítaniuk, hogy a fehérje funkcionális állapotában, a sejten belül is rendezetlen szerkezeti állapotban van jelen. Emellett igazolták, hogy a rendezetlenség nem vonja magával a fehérje gyors degradációját, így sikerült legalább egy fehérje esetében válaszolniuk egy fontos tudományos kérdésre, vagyis hogy fiziológiás környezetben is funkcionálhatnak rendezetlen állapotban a fehérjék. A rendezetlen chaperon fehérjék hatásmechanizmusának feltérképezésében is jelentős lépéseket tettek, mivel ki tudták mutatni, hogy védő hatásukat közvetlen fehérje-fehérje interakciók során fejtik ki, és nem pusztán hidratációs, illetve membrán védő hatásuk van. Eredményeiket a *Molecular Cell* című folyóirathoz nyújtották be publikációra.

A rendezetlen chaperonok további vizsgálatát egy *Deinococcus radiodurans* Nudix fehérjével (DR0550) folytatják, melynek N-terminális rendezetlen régiója feltételezésük szerint intramolekuláris chaperonként funkcionál. Előállították az enzim különböző mutáns formáit, melyek alapos szerkezeti és funkcionális vizsgálatával meg tudtuk állapítani, hogy a rendezetlen N-terminális valóban védi a hirtőlétet a hőstresszel szemben, és hogy ez a védő hatás annak köszönhető, hogy a rendezetlen rész képes stabilizáló kölcsönhatást kialakítani a rendezett domén felszínével. Az enzim kristályszerkezetének meghatározását elkezdték, ennek eredménye a 2016 év folyamán várható. Fontos új eredménynek számít az is, hogy felfedezték, a DR0550 fehérje képes RNS kötésre.

Bioinformatikai módszerekkel és molekulamodellezéssel leírták a rendezetlen fehérjeszakaszok jelentőségét a hiszton metiláció folyamatában. Mivel a hiszton metiláció nagy jelentőségű a sejtek megfelelő működése és a szabályozott génkifejeződés szempontjából, ez a felismerés igen fontos lehet számos betegség molekuláris hátterének megértése szempontjából.

Az eredmények hasznosíthatósága: Eredményeik nagy része alapkutatás jellegű, ezért közvetlen ipari hasznosításukra nincs kilátás. A mágneses nanorészecskék fejlesztésének területén elért eredményeik várhatóan 2016-ban fognak eljutni arra a pontra, hogy az ipari hasznosítás felmerüljön.

A kutatások társadalmi relevanciája: Kutatásaik a fehérjetudomány egy friss területére koncentrálnak, mivel a rendezetlen fehérjékkel az utóbbi 15 év folyamán kezdtek szélesebb körben foglalkozni.

Hozzájárulás a nemzeti kulturális örökséghez: Kutatócsoportjuk egy új tudományterület formálásában résztvevő, pionír munkát végző csoport. A csoport vezetője nemzetközileg is a tudományterület alapítói közé számít, így növelve Magyarország és a magyar kutatások jelentőségét a modern fehérjetudomány történetében.

Versenyképességet elősegítő kutatási eredmények: A megjelent publikációk igen magas összesített impakt faktora (81 a 2015-ös évben), és a területhez való jelentős hozzájárulása csoportjuk, intézetük és a kutatóközpont tudományos versenyképességéhez nagymértékben járul hozzá.

Az Aktív Transzport Fehérjék Kutatócsoport az előző évben in vivo kísérletekben megmutatta, hogy ABCC6 fehérje betegséget okozó mutánsaink a plazmamembránba történő „irányítása” fenilbutirát gyógyszer használatával allélspecifikus beavatkozásként szolgálhat a két, jelenleg gyógyíthatatlan ABCC6-tal kapcsolatos genetikai betegség, a pseudoxanthoma elasticum (PXE) és a generalized arterial calcification of infancy (GACI) esetében.

Ebben az évben a franciaországi Angers-ban működő Orvosegyetem Bőrgyógyászati Klinikája azzal a javaslattal állt elő, hogy fázis I/II típusú klinikai kipróbálást indítanak a fenilbutirát „repurposing” célú bevezetésére. Elvégezték az Angers-cohort genotípusainak analízisét, és kiválasztották azokat a misszensz mutációkat, amelyekre a klinikai kipróbálást kiterjed. Ezeket a mutációkat hordozó plazmidokat előállították, és a kódolt mutáns fehérjék in vivo tesztelését elkezdték.

Az előző évben résztvettek abban a nemzetközi kutatásban, amely a kalcifikációt szabályozó metabolit, a pirofoszfát (PPi) és az ABCC6 kapcsolatát bizonyította. Ebben az évben két különböző módszert vezettek be a PPi szintek mérésére, beleértve a plazmából történő meghatározásokat is. Ezekre a módszerekre alapulnak azok a kísérleteik, amelyekkel a plazma PPi biomarkerként való használatát kívánják megalapozni.

In vitro sejtes modell-rendszert dolgoztak ki annak vizsgálatára, hogy az ABCC6 fehérje transzportaktivitása hogyan befolyásolható farmakológiai szerekkel.

Csoportjuk az elmúlt évek során meghatározta, hogy mely transzkripciós faktorok szabályozzák az ABCC6 gén hepatocita-specifikus kifejeződését. Kimutatták továbbá, hogy különböző szignál transzdukciós kaszkádok aktiválódása gátolja a gén kifejeződését a HNF4 α gátlásán keresztül. 2015 során megmutatták, hogy a fehérje mely pozícióban történő foszforilációjának van funkcionális jelentősége az ERK1/2 útvonal aktiválódását követően.

2015-ös és korábbi eredményeik azt sugallták, hogy az ABCC6 kifejeződését a hepatociták metabolikus állapota is meghatározza. Így érdeklődésük ebbe az irányba fordult és kísérleteiket egér modellen kezdték végezni a továbbiakban. A 2015-ös év másik nagy előrelépése az volt, hogy a csak „target gén” megközelítéstől a teljes genomi változások

irányába tettek jelentős lépéseket. Ennek során beállították egér májából a kromatin immunoprecipitációt követő teljes genom szekvenálás (ChIP-seq) és methylome szekvenálást (RRBS). Mindkét módszer bioinformatikai analízise is munkacsoportjukban zajlik.

Csoportjuk szervezte 2015 szeptemberében Budapesten megrendezett *Budapest-ABCC6 Meeting* nemzetközi tudományos konferenciát.

A 2014- és a 2015-ban rendezett konferenciák elhangzott legfrissebb eredményeket bemutató review-cikk megírására kaptak felkérést a bőrgyógyászati tudományterület legrangosabb folyóiratától.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport*ban az elmúlt évben számos jelentős eredmény született, ezek közül többet már publikáltak, továbbiakat idén fognak közölni. Itt két eredményt emelnek ki: ezek a Nucleic Acids Research (U-DNS detektálási módszer), ill. az ACS Catalysis (dUTPáz mechanizmus) kiemelkedő presztízsű folyóiratokban jelentek meg.

U-DNS kimutatás: Az elmúlt években a DNS-beli uracil szerepéről számos olyan eredmény került közlésre, melyek új látókörbé helyezik ezt a DNS-beli nem szokványos bázist. Így felmerül az U-DNS szerepe fág-baktérium, ill. HIV vírus-humán sejt gazda-patogén kölcsönhatásokban, az Ig gének diverzifikációjában, fejlődésbiológiában, stb. Ezen úttörő kutatásokat nagyban hátráltatta, hogy nem volt olyan módszer, amely megfelelő hatékonysággal ki tudná mutatni a DNS-beli uracilt. A 2015-ös NAR cikkben egy ilyen módszer került közlésre – a közlést követően rögtön három kiemelkedő labor (Norvégia, Egyesült Királyság, India) kereste meg a kutatócsoportot a módszer közös alkalmazásának igényével. A kidolgozott módszer *in vitro* és *in situ* kimutatásra egyaránt alkalmas, érzékenysége kiemelkedő, nagy áteresztő képességű, gyors és könnyen adaptálható.

dUTPáz mechanizmus: A legtöbb enzim esetében a katalitikus reakciómechanizmus során egy vagy két proton transzfere szorosan kapcsolódik a kémiai reakciólépéssel. Egyedülálló módon sikerült azonban ezen lépések szétválasztása a dUTPáz egyes mutánsaiban. Ez a kísérletsorozat a szerkezeti biológia és a számítási kémia széles technikai repertoárját használva részletesen leírta az enzimreakció egyes lépéseit. Az így nyert tudás inhibitorok tervezésében felhasználható (a dUTPáz fontos fehérje célpont rákellenes terápiákban). Továbbá, egy új módszer is kidolgozásra került, mellyel a fémion koordináció kiválóan követhető a reakció során. Ez a módszer általánosan alkalmazható lesz egyéb fémion kofaktorral működő enzimekre is.

A *Szerkezeti Biofizika Kutatócsoport* 2015-ben négy fő kutatási témában ért el jelentős eredményeket: Tanulmányozták a komplementrendszer alternatív és lektin aktiválódási útjának kapcsolatát. Megállapították, hogy a lektin út proteázai (MASP-1, MASP-2, MASP-3) képesek aktiválni a zimogén formában keletkező D-faktor proteázt. A D-faktor az alternatív út indító enzime és sokáig az volt az elfogadott nézet, hogy képződése helyén, a zsírszövetben, aktiválódik. Időközben kiderült, hogy a zimogén D-faktor aktiválódása a vérben történik, azonban az aktivációért felelős proteáz nem volt ismert. Specifikus inhibitorok használatával a csoport kutatói kimutatták, hogy nyugalomban lévő vérplazmában kizárólag a MASP-3 enzim felelős a zimogén D-faktor hasításáért. Szérumban azonban, ahol a véralvadási proteázok is aktívak, a MASP-3 mellett a trombin és más proteázok is hozzájárulnak a D-faktor aktiválásához. Ennek a felfedezésnek rendkívül nagy alapvetési és gyógyászati jelentősége van; egyrészt fény derült az eddig ismeretlen funkciójú MASP-3 enzim fiziológiai szerepére, másrészt egy új célpontot azonosítottak patológusok komplement aktiválás visszataszítására.

Tanulmányozták fontos élettani és patológus szerepet betöltő kináz enzimek és ligandumaik közötti kölcsönhatásokat. Csonkolásos mutáns fehérjeváltozatok felhasználásának segítségével az Aurora A és Rassf1A fehérjék közötti foszforiláció

mechanizmusát, ehhez szerkezeti modellt javasoltak. A ROCK2 kináz és Alzheimer-kórban kitüntetett szerepű ligandumai közti fizikai kölcsönhatást igazolták és meghatározták a kötődési paramétereket.

Tovább kutatták a bakteriális flagellumok felépülésének mechanizmusát. A FliS „chaperone” a bakteriális flagellum fő komponenséhez a flagellinhez kötődik a citoplazmában, és fontos szerepet játszik annak szekréciónak. A FliS-nek számos egyéb kötőpartnerét és funkcióját is kimutatták. A legújabb eredményeink alátámasztják, hogy a FliS szerkezeti plaszticitása nagyban hozzájárul diverz funkcióinak betöltéséhez.

A bioinformatikai kutatások területén is értek el új eredményeket. Egy újfajta, hálózat alapú modellt hoztak létre, mely alkalmas dimer fehérjék kapcsolt felgombolyodásának és kötésének kinetikai leírására. A modell segítségével megmutatták, hogy ez a folyamat három fő mechanizmussal írható le, melyek részaránya a kezdeti feltételektől is függ és időben változhat, így eltérhet *in vivo* és *in vitro* rendszerekben. Kifejlesztettek egy hatékony és pontos, peptidekre és kisebb fehérjékre is alkalmazható eljárást konformációs entrópia számítására molekuladinamikai trajektóriákból. Modellt építettek a RASSF1A tumor szupresszor fehérjére és annak Aurora A kinázzal alkotott komplexére, mely ráirányította a figyelmet egy rendezetlen hurokrégió fontosságára; ennek kísérleti ellenőrzése jelenleg folyik.

2015-ben beértek a *Lendület Membránfehérje Bioinformatika Kutatócsoport* elmúlt két évben végzett kutatásai. A kutatócsoport tevékenysége révén 9 nemzetközi folyóiratba beküldött tudományos mű jelent meg, vagy fogadtak el, emellett számos hazai publikáció is megjelent. Ezek a publikációk jól mutatják a csoport által végzett széles tudományos spektrumot, kezdve a csoport alaptevékenységével összefüggő, transzmembrán fehérjék topológia és szerkezet becslésével, ilyen adatok összegyűjtésével és rendszerezésével kapcsolatos publikációktól (amelyeket igen magas impakt faktorú nemzetközi folyóiratokban jelentek meg: NAR, Biol. Direct, BBA Biomembranes, BMC Bioinformatics), a növényi vírus RNK-ék, illetve endogén miRNK-ék azonosításán és jellemzését leíró publikációkon át, a különböző ráktípusokra jellemző genetikai variációk detektálására alkalmas klinikai molekuláris diagnosztikai eljárás kidolgozását bemutató publikációkig.

Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport kutatási területe kiterjed a membránfehérjék és a Ca^{2+} szignalizáció vizsgálatára polarizált hámsejtekben (májsejtekben), őssejtekben és azokból nyert leánysejtekben, valamint a membránfehérjék vörösvérsejtekben történő elemzésére. A csoport tagjai tanulmányozták az őssejtekből nyert májsejtekben az ABC transzporterek és sejtkapcsoló fehérjék szerepét (Erdélyi-Belle et al. - PORE). Megmutatták, hogy az ABCG4 fehérje funkcionális dimert alkot az ABCG1 fehérjével, és az ABCG1-hez hasonlóan apoptózist indukál sejtekben (Hegyi et al. - kézirat beküldve). A kutatócsoport tagjai leírtak egy olyan módszert, amellyel szívprogenitor sejteket tudtak előállítani humán pluripotens őssejtekből (Szabényi et al. - Tissue Eng), amely alapját képezte egy szabadalmi beadványnak (P1500235), és nagy jelentőséggel bír mind a gyógyszerkutatási, mind a terápiás felhasználás szempontjából. Egy széleskörű hazai együttműködés keretében a kutatócsoport tagjai részt vettek egy Ca^{2+} -szenzort (GCaMP2) kifejező transzgenikus patkány létrehozásában és jellemzésében (szabadalmi beadvány: P1400500). A transzgenikus patkány szívizomsejtjein (Szabényi et al. - Sci.Rep.) és vese proximális tubulus sejtjein (Szabényi et al. - JASN) végzett Ca^{2+} szignalizációs vizsgálatok jelentősen hozzájárultak fiziológias és patológias működésük megértéséhez. Vizsgálták a transzgenikus patkány májsejtjeit *in vitro* tenyészetekben, és megmutatták, hogy ez a tesztrendszer alkalmas mind a celluláris, mind a szubcelluláris Ca^{2+} szignálok követésére polarizált májsejtekben. Együttműködések keretében kimutatták a D vitamin hatására végbemenő sejtérés során a Ca^{2+} pumpák regulációját (Ribiczei et al - BBRC); vizsgálták a prion fehérje család tagjainak kölcsönhatását (Nyeste et

al - JBC); valamint pluripotens őssejtek-eredetű ezenchimális őssejtek immunszuppresszív hatását vizsgálták a dendritikus sejtek érésében (Bácskai - Stem Cells Dev). Egy könyvfejezet megírásával a csoport tagjai hozzájárultak az ABC fehérjékkel kapcsolatos jelenlegi kutatási trendek széleskörű ismertetéséhez (ABC Transporters – 40 Years on); ismertették az ABCB11 epesó transzporterhez kapcsolódó legújabb eredményeket (Telbisz és Homolya – Expert Opin Ther Targets); valamint az ABC transzporterek kifejeződését és az őssejtekben betöltött funkcióját (Apáti et al. - Expert Opin Drug Metab Toxicol). A KTIA VKSZ_12 (NAP_A) pályázat keretében folytatták a pluripotens őssejtek idegsejt irányú differenciációjának és a létrehozott neurális progenitorok, valamint az érettebb idegi sejtek fenotipikus és funkcionális vizsgálatát (Vőfély et al. - kézirat előkészületben). Az így előállított neurális progenitor sejteket modellként felhasználva, az idegi regeneráció vizsgálatára alkalmas platform hoztak létre (High Content Screening alkalmazásával). Az SE Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinikával együttműködésben létrehozták az első hazai skizofrén betegségmodellt, amely a betegség kialakulásának és a lehetséges terápiájának vizsgálatát teszi lehetővé (Hathy et al. - kézirat előkészületben). A kutatócsoport tagjai áramlási citometriával vizsgálták az emberi vörösvérsejtek membránfehérjéinek kifejeződését és azok diagnosztikai célú felhasználását. Különböző betegségekben (diabetes, koszvény, Alzheimer kór) szenvedő egyének klinikai vérmintáin számos vörösvérsejt markert vizsgáltak, mint az ABCG2 multidrog transzportert, GLUT1 glükóz transzportert, az inzulin receptort (INSR), valamint a PMCA4, ABCA1, az urea (SLC) transzportereket. Alzheimeres betegek vörösvérsejtjeinek vizsgálata során szignifikáns különbséget mutattak ki egyes membránfehérjék mennyiségében a betegek és egészséges egyének mintái között (Várady et al. - Alzheimers Dement).

A *Biomembrán Kutatócsoport* egyik fő témája a humán ABC transzporter fehérjék szerkezeti és funkcionális vizsgálata. Az ABCG2 multidrog transzporter fehérje fontos szerepet játszik a gyógyszerhatásokban és a xenobiotikumok elleni védelemben, ezért részletesen vizsgálták az emberi pluripotens őssejtek differenciálódásában, valamint a daganatok multidrog rezisztenciájában betöltött szerepét. Gyógyszerhatások mérésére alkalmas új esszéket állítottak be, elemezték a gyógyszerek és a membrán-lipidek kölcsönhatásait az ABCG2 fehérje mutáns és polimorf változataival. Új témaként vizsgálták az ABCB11 (BSEP) fehérje szerkezetét és funkcióját. Ez a fehérje a máj eszenciális epesó transzportere és fontos faktora a drogok májtoxicitásnak. Új módszereket fejlesztettek a vörösvérsejt membránfehérjék vizsgálatára diagnosztikai célból. Aktívan részt vettek az emberi őssejt-differenciáció elemzésében.

A csoport folytatta a prion fehérjecsalád fiziológiás szerepének és a szivacsos agysorvadásban, illetve az Alzheimer-kórban betöltött szerepének vizsgálatát. Tanulmányozta a prion fehérje szerepét egyes átmeneti fémek által okozott toxicitás elleni védelemben, részletesen elemezte a prion fehérje családba tartozó Shadoo fehérje drog hiperszenzitivitást kiváltó, illetve a prion fehérjének a droghiperszenzitivitást csökkentő hatását. Új módszereket állítottak be a CRISP-R génedítáló rendszer alkalmazására emlős sejtekben.

A molekuláris genetikai kutatással foglalkozó részleg folytatta a DNS transzpozonok, illetve a miRNS-ek működésének megértésére irányuló vizsgálatait. A *Sleeping Beauty* transzpozonos rendszer segítségével létrehoztak több homozigóta patkányvonalat, amelyek kalcium szenzorfehérjék kifejezése kapcsán alkalmazhatónak bizonyultak élettani, farmakológiai és toxikológiai kutatásokban. Elkezdték jellemezni a humán *piggyBac* transzpozon eredetű géneket a sejtekben betöltött, „domesztikált” funkciójuk szempontjából. A miRNS útvonalak jellemzését követően speciális miRNS-eket, „mesterséges mirtronokat” terveztek és teszteltek, amelyekkel lehetőség lenne az ABCG2 transzporter mRNS szintű regulációjára. Intézeti együttműködésben szabadalmi beadványt készítettek: Generation of Cardiac cells from Cardiac Progenitors in Culture. 2015. May 15, P1500235)

A *Metabolikus Gyógyszerkölsönhatások Kutatócsoport* a *CYP2C9* gén expressziójának szabályzásával és a csökkent génkifejeződés lehetséges klinikai következményeit vizsgálták epilepsziás gyermekek bevonásával. A kutatók megállapították, hogy a valproát, az epilepszia kezelésében elsőként választott szer metabolizmusát gyermekekben a *CYP2C9* enzim katalizálja. A *CYP2C9* génben előforduló funkció-vesztő mutációk azonban csak részinformációt szolgáltatnak a beteg valproát-lebontó képességéről, a vérszint kialakulásában jelentős szerepe van a *CYP2C9* expressziójának. A kutatók a betegek *CYP2C9* státusa alapján javaslatot tettek az optimális vérszintet eredményező valproát adagolásra. A *CYP2C9* genotípus és a *CYP2C9* expresszió együttes értékelésével meghatározott valproát dozírozás jelentősen csökkentette a terápiás vérszinttől eltérő (magasabb vagy alacsonyabb) valproát koncentrációk kialakulását, a kóros alkalikus foszfatáz emelkedést, valamint a súlyos mellékhatás, a hiperammonémia gyakoriságát.

A *CYP3A*-státust meghatározó *CYP3A5* genotípus és *CYP3A4* expresszió befolyásolja a szervátültettek immunszuppresszív terápiáját. Májtranszplantáltaknál a donor máj *CYP3A*-státusa felelős a ciklosporin, illetve a takrolimus vérszint kialakításáért. Megállapították, hogy az alacsony, vagy magas *CYP3A4* expressziót mutató, illetve a *CYP3A5*1* allélt hordozó májgrafttal transzplantált betegeknél a kiindulási kalcineurin inhibitor dózis jelentős módosítására van szükség. A donor *CYP3A*-státusának meghatározása segítséget nyújt a recipiens műtét utáni CNI terápiájának ésszerű módosításához.

A *Fehérje Kölsönhatás Lendület Kutatócsoport* elmúlt évi eredményei alap kutatás természetűek voltak és ezeket nemzetközi folyóiratokban publikálták. Négy rangos nemzetközi folyóiratban megjelent cikk született (PNAS, Molecular Systems Biology, PLoS Biology és Journal of Biological Chemistry), ahol csoportjuk tagjai első és/vagy szenior szerzők voltak. Ezekben a cikkekben fényt derítettek fehérje kinázokból és partner fehérjéikből létrejövő jelátviteli komplexek térszerkezetére, működésére és a komplexek változatos funkcionális jelentőségére. Tanulmányaikkal megteremtették az alapjait annak, hogy a vizsgált jelátviteli komplexek aktivitását, melyek sok esetben vezetnek káros sejtnövekedéshez, illetve patológiás gyulladáshoz, gátolják. A „Jelátviteli komplexek: szerkezet, funkció és hatóanyag-tervezés” című Lendület pályázatuk kapcsán megteremtették az együttműködést a Kutatóközponton belüli vegyészek és biológusok között a sejtes jelátviteli folyamatok tanulmányozása terén.

Konkrét eredményük az volt az év során, hogy elsőként sikerült feltárniuk egy korábban szerkezetileg ismeretlen fehérje kináz család egyik tagjának három-dimenziós szerkezetét és aktivációs mechanizmusát. Ez a munkájuk a PLoS Biology 2015. májusi számában címlaptörténet lett (Gógl et al, PLoS Biology 13: e1002146, 2015). Egy új, szerkezeti információkat is alkalmazó bioinformatikai analízis segítségével sikerült feltérképezniük a humán proteómot lineáris MAP kináz kötő motívumok tekintetében. Ez a Molecular Systems Biology-ban megjelent munkájuk rávilágított arra, hogy rövid, fehérjék rendezetlen régióiban elhelyezkedő lineáris motívumok az evolúció során meglepően gyorsan változnak és lehetővé teszik az élesztőtől az emberig konzervált MAP kinázok számára, hogy fehérje-foszforiláció révén az egyes organizmusok életfolyamatait mindig az igényeknek megfelelően szabályozzák (Zeke et al, Mol. Syst. Biol 11:837, 2015).

Egy másik munkájukban a sejtnövekedésben fontos MAP kináz alapú, magasabb rendű jelátviteli komplexek szerkezetét vizsgálták. Az év során közölték azt a tanulmányukat, amiben az ERK2 MAP kináz és az RSK1 nevű szubsztrát kináz heterodimerjének szerkezetét tárták fel, illetve kísérleti eredményekkel is megerősített molekuladinamikai szimulációkkal bemutatták, hogy hogyan jön létre egy jelátviteli szempontból aktív heterodimerikus kináz komplex. Ez az első ilyen eredmény volt (Alexa et al, Proc Natl Acad Sci USA 112: 2711-6, 2015). Ezt a munkát az év során azzal egészítették ki, hogy vizsgálták a kalcium kötő S100B

fehérje hatását a jelátviteli szempontból aktív ERK2-RSK1 komplex összeállítására (Gógl et al, JBC 291(1):11-27, 2016). Ez a tanulmány az újságban a „Paper of the week” kategóriába került, ahova az újságban megjelent cikkek közül a szerkesztők által a legfontosabbnak tartott publikációk kerülnek (kb. az összes 1-2%-a).

A *Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport* 2014. július 1-jén alakult. A munkacsoport laboratóriumának felszerelése és beüzemelése folytatódott, és egy irodahelység is kialakításra került. A munkacsoport kollaborációs kutatásokat folytatott az MTA TTK munkacsoportjaival, a SE I. Sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetével, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézetével és a Kútvölgyi Klinikai Tömb Maternity Klinikájával, az ELTE Immunológiai Tanszékével és Proteomikai Munkacsoportjával, az MTA SZBK Genetikai Intézetével, a Wayne State University Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikájával (Detroit, MI, USA), a National Institutes of Health Perinatology Research Branch-ével (Detroit, MI, USA), a University of South California Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikájával (Los Angeles, CA, USA), a Zymo Research Corporation-nel (Irvine, CA, USA), a Ben Gurion University Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikájával (Beer Sheva, Israel), valamint a University of Basel Prenatális Laboratóriumával (Bázel, Svájc). A munkacsoport mintagyűjtési- és kutatási tevékenysége folytatódott a kollaborátor laboratóriumokban az Eötvös Loránd Tudományegyetemen és a Semmelweis Egyetemen. Ezen kollaborációkból 2015-ben egy szakmai könyvfejezet valamint öt tudományos közlemény került publikálásra, utóbbiak neves folyóiratokban (pl. Expert Review of Molecular Diagnostics, PLoS ONE). Az eddigi kutatások főleg a terhességek 5-8%-ban kialakuló praeclampsia kialakulásának lehetséges útvonalaira és biomarker molekuláira fókuszáltak, így jelentős társadalmi, népegészségügyi és gazdasági kihatásuk lehet, ezért ezen területeket illetően relevanciájuk kiemelt.

Az *Onkológiai Biomarker Lendület Kutatócsoport* munkája során létrehozott egy adatbázist az elérhető genom-szintű adatok integrálásával és kifejlesztettek egy olyan elemző rendszert, amellyel akármelyik kiválasztott gén, vagy gén-kombináció esetén meg tudják mondani, hogy milyen lesz ezen elváltozás hatása a betegek túlélésére. Mivel a túlélés a legfontosabb végpont az onkológiai betegek prognózisának előrejelzése során, ezért a kifejlesztett eszköz klinikai alkalmazhatósága magas. A rendszer leírását a Genome Medicine folyóiratban közzétették (Pongor és mtsai, Genome Med, 2015).

Kutatásaik során létrehoztak egy olyan osztályozó rendszert, amely minden egyes beteg esetén meghatározza a beteg tumora szempontjából legfontosabb géneket, majd megvizsgálja, hogy mi történt a beteghez hasonló genetikai elváltozásokat hordozó más betegekkel. Ezen algoritmus világelső abban a tekintetben, hogy a diagnózishoz nem használ meghatározott géneket, ezáltal minden beteget más markerekkel osztályoz. A rendszer leírását az International Journal of Cancer folyóiratban közzétették (Gyórfy és mtsai, Int J Cancer, 2015).

A colon tumorok létrejötte során a megváltozott jelátviteli utak között a RAS által aktivált RAF, PIK3CA és RAL utak a legfontosabbak között vannak. Ezek közül a RAL útvonalat eddig kevesen vizsgálták – ennek a génben levő viszonylag kevés mutáció lehet az oka. Azonban ezen útvonalat egy jól használható menekülési lehetőségként tudják a rákos sejtek kihasználni a RAF, illetve a PIK3CA útvonalak gátlása esetén. Sejtkultúrák vizsgálatokban azt tanulmányozták, hogy a RAL gén gátlása milyen funkcionális következményekkel jár. A kutatás során nem csak azt igazolták, hogy a RAL részt vesz a KRAS és BRAF mutáns sejtek genetikai átprogramozásában, de e gén prognosztikai szerepét is igazolták (Gyórfy és mtsai, Oncotarget, 2015).

b) Tudomány és társadalom

A *Jelátviteli és Funkcionális Genomika Kutatócsoport* vezetője a Lendület pályázat volt nyertese, így számos fórumon beszámolt kutatásairól, illetve népszerűsítette kutatási területét. A 2015. évi orvosi Nobel-díjjal a DNS javítás terén végzett felfedezéseket díjazták. Mint a terület egyik hazai szakértője, a *Genomstabilitás Kutatócsoport* vezetője televíziós, rádiós, valamint írott médiának adott nyilatkozatokkal segített értelmezni a felfedezések hátterét, és bemutatni azoknak hasznosíthatóságát a rákkezelésben. A kutatócsoport vezetője az év során további ismeretterjesztő előadásokat tartott Magyarországon tanuló külföldi diákoknak a Campus Hungary rendezésében, valamint a Kutatók Éjszakája és a Budapest Science Meetup keretében.

A 2015-évben a *Rendezetlen Fehérje Kutatócsoport* főként a tudományos kutatásokra fókuszált, bár tudományos rendezvények szervezésével foglalkotak, ezek azonban elsősorban a tudományos közösség és nem a laikusok számára szóltak.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport* megszervezte a Kutatók Éjszakáján belül laboratóriumuk bemutatását. A csoport vezetője számos rádió és TV interjút adott a 2015. évi Kémiai és Orvosi Nobel díjak kapcsán (néhány ezek közül elérhető a <http://www.biostruct.org/index.php/meediaa> honlapon).

A *Membránfehérje Bioinformatika Lendület Kutatócsoport* által végzett kutatások alapkutatások, ezért a társadalom számára nehezen érthetőek. A kapott eredmények és a már kidolgozott, illetve kidolgozandó eljárások azonban rendkívül fontosak a gyógyszerkutatás szempontjából, amit jól mutat, hogy a csoport által fejlesztett és fenntartott szerverek segítségével a világ kutatói évente több százezer becslést végeznek (lásd: <http://counter.enzim.hu>).

A *Molekuláris Sejtbiológia Kutatócsoport* kutatói több rádióinterjút adtak.

A *Biomembrán Kutatócsoport* tagjai számos hazai konferencián, rádióadásban és TV vitában vettek részt, laikusoknak szóló tudományos tájékoztatót tartottak középiskolás és általános iskolai tanulók számára. A tudományok éjszakáján több száz fős részvétellel szervezték meg az élenjáró kutatási eredmények bemutatását az érdeklődők számára. Az ERASMUS program keretében a csoport tagjai előadást, valamint laboratóriumi bemutatót tartottak magyar és külföldi középiskolás diákoknak.

A *Metabolikus Gyógyszerkölsönhatások Kutatócsoport* a Prima Medica Egészségmagazinjában megjelent cikkben tájékoztatták a betegeket a CYPtestTM alapú gyógyszer-lebontó képességéhez igazított terápia lehetőségeiről, amely biztosítja az ésszerű, kevesebb nem-kívánt mellékhatással és csökkent gyógyszer-fogyasztással járó terápia kialakítását. A pszichiátriai gondozók Regionális Egyesülete Közép-Magyarországi régiójának szakmai tanácskozásán pedig a CYP-státushoz igazított antipszichotikum terápia lehetőségeiről tájékoztatták az érdeklődőket.

A *Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport* tevékenységéről a Duna TV készített riportot, mely 2015. december 26-án került leadásra. Ebben a munkacsoport vezető a laikusok számára is érthető nyelven mutatta be a kutatási területét, ezzel is elősegítve a kutatással nem foglalkozók érdeklődésének felkeltését általában véve a tudományos munka és szorosabb értelemben véve a szakterület iránt.

Az *Onkológiai Biomarker Lendület Kutatócsoport* interjút adott az Index online magazinnak az onkológiai betegségek kialakulásáról és az onkológiai kutatások folyamatáról.

Az M1 csatorna „Minden tudás” műsorában a rosszindulatú daganatos betegségek kialakulásának hátterében levő genetikai elváltozásokról adtak interjút.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Nemzetközi kapcsolatok

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.

Együttműködő partnerintézmény: National Institutes of Health, Perinatology Research Branch (Detroit, MI, USA) és Wayne State University (Detroit, MI, USA)

Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat.

Eredmények: Ezen kollaborációból 2015-ben négy tudományos közlemény jelent meg, és két PhD hallgató védte meg téziseit.

Közös publikációk száma: 4

Téma címe: Selective Sirt2-inhibition by ligand induced rearrangement of the active site

Együttműködő partnerintézmény: Institute of Pharmaceutical Sciences, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Németország

Egyezmény neve: EU COST: Epigenetics Bench to Bedside (2011-2014); EU COST: Epigenetic Chemical Biology (EPICHEM) (2014-2018)

Eredmények: Az együttműködés több éve tart, COST pályázat keretében. Az előző pályázat lejártával egy újabb COST pályázatban folytatódik. Kísérletes munka, gyógyszerjelölt vegyületek biológiai vizsgálata. Három közös publikáció született, köztük Nat. Commun.-ben.

Közös publikációk száma: 3 (2015-ben 1, in press 2)

Téma Címe: Targeting the Achilles heel of cancer

Együttműködő partnerintézmény: CNRS-Université Lyon 1, Attilio DiPietro

Egyezmény neve: NIH-ANR pályázat

Eredmények: Átfogó review publikálása a Chemical Reviews c. folyóiratban

Közös publikációk száma: 3

Téma címe: Ösztrogén-receptor pozitív tumorok vizsgálata

Együttműködő partnerintézmény: John Hopkins Egyetem, Baltimore, MD, USA

Eredmények: A kutatás során azonosítottuk a HOXB7 gént, mint az ESR1 gén aktiváló kofaktorát. A HOXB7 által aktivált további gének között az ESR1 által is aktivált gének vannak. Az eredményeket a Cancer Discovery folyóiratban közzeltük.

Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Epigenetikai program vizsgálata

Együttműködő partnerintézmény: Imperial College, London, UK

Egyezmény neve: tudományos kutatás

Eredmények: A specifikus endokrin terápiára adott válaszként megváltozott epigenetikai válasz a koleszterin bioszintézis és a sejt-invázió befolyásolásán keresztül befolyásolja a betegek prognózisát. Az eredményeket a Nature Communications folyóiratban közzeltük.

Közös publikációk száma: 1

Téma címe: A kemoterápiás szerek mutagenikus hatása

Együttműködő partnerintézmény: UCL Cancer Institute, London

Eredmények: Elvégezték több kemoterápiás szer mutagenikus hatásának vizsgálatát sejtenyészetekben egész genom szekvenálással.

Közös publikációk száma: 1 (és 2 lektorálás alatt)

Téma címe: Biostruct-X

Együttműködő partnerintézmény (egyetem) neve: European Molecular Biology Laboratory (EMBL) Hamburg Outstation, Germany, Dr. Matthias Wilmanns

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): FP7 Infrastructure

Eredmények: Jellemezték a preventív DNS-javításban szerepet játszó enzimikus mechanizmusokat.

Téma címe: Modellrendszerek PXE-re

Együttműködő partnerintézmény: Thomas Jefferson University, Philadelphia, USA

Egyezmény neve: NIH együttműködési támogatás, R01 közös pályázat

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Új preklinikai állatmodellek az arteriális kalcifikációs betegségek vizsgálatára

Közös publikációk száma: 1

Hazai kapcsolatok

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.

Együttműködő partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, I.Sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézet.

Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat.

Eredmények: Ezen kollaborációból 2015-ben négy tudományos közlemény és egy könyvfejezet jelent meg, és két PhD hallgató védte meg téziseit.

Közös publikációk száma: 5

Téma címe: A DNS javító folyamatok hibái által okozott mutációs mintázatok azonosítása

Együttműködő partnerintézmény: ELTE Komplex Rendszerek Fizikája tanszék

Egyezmény neve: tudományos együttműködés

Eredmények: Prof. Csabai István kutatócsoportjával együttműködésben továbbfejlesztettük és céljainkhoz adaptáltuk a sejtklonok genomszekvenálásából származó nagymennyiségű adat feldolgozási módszereit. A módszeren alapuló találmányi eljárást indítottunk.

Közös publikációk száma: 2 (és 3 lektorálás alatt)

Téma címe: Vírus RNS diagnosztika növényekben újgenerációs szekvenálás segítségével

Együttműködő partnerintézmény: NAIK-Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet

Eredmények: a csoport az MBK Genomikai Főosztály Diagnosztikai Csoportjával együttműködve kidolgozott egy újfajta - újgenerációs szekvenáláson és bioinformatikai feldolgozásán alapuló – diagnosztikai módszert patogén vírusok azonosítására. Az ebből született eredményeket számos hazai és nemzetközi folyóiratban publikálták.

Közös publikációk száma: 5

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok:

Téma címe: Kutatási javaslat gyógyszer célpontok azonosítására és validálására, és azok bizonyítása

Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt., Budapest

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): RG-IPI-2011/TP5-001 szerződés

Eredmények: Meghatározták a TPPP/p25 fehérje és egyes fiziológiás és patológias kölcsönható partnereinek a kötésben résztvevő régióit, melyek potenciális gyógyszer-célpontok.

Közös publikációk száma: 5 (2015-ben 2)

Téma címe: Transzgenikus patkány előállítása

Együttműködő partnerintézmény: ToxiCoop Zrt. toxikológiai és biotechnológia vállalkozás

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: a közös fejlesztés eredményeképpen szabadalmi beadvány került benyújtásra, és közös nemzetközi közlemények születtek.

Közös publikációk száma: 2

Részvétel a tudományos közéletben

Az Enzimológiai Intézet Kutatócsoport vezetői aktívan részt vesznek a tudományos közéletben, valamint számos tudományos testület vezetőségi tagjai. Képviseltek magukat az Európai Komplement Hálózat bizottságában, valamint közülük került ki a FEBS Advanced Course Committee elnöke. Az EU-OPENSURE projekt, és egyben a Magyar Kémia Biológiai hálózat itthoni koordinátora is közülük kerül ki, valamint egyikük részt vett egy nagyáteresztő-képességű (HTS) hatóanyagszűrésre alkalmas európai szintű, akadémiai infrastruktúra kiépítésére és koordinálására létrejött nemzetközi konzorcium munkájában.

A kutatócsoport vezetők számos szakfolyóirat szerkesztőségi tagjai, mint pl. Plos One, FEBS Letters, Immunobiology, CPPS, J. Pathol. Translational Med., Journal of Bacteriology and Parasitology, Journal Physics, Biology Direct, The Open Applied Informatics Journal stb.

Felsőoktatási tevékenység

Az intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik öt egyetemen (ELTE, BME, Semmelweis Egyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Debreceni Egyetem) tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Intézetük ezzel egy időben több, mint 60 doktorandusz hallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az intézet eredményeihez.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A pályázat megnevezése (formája): OTKA NN

A pályázati téma megnevezése: Fehérje-fehérje kölcsönhatások a JNK jelátviteli útban: a sejtes funkciók mögött rejlő szerkezetek és molekuláris interakciók vizsgálata

A pályázat azonosítószáma: NN 114309

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 41,416 EFt; 10,354 EFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: Az év során a JNK három fontos partnerével való kölcsönhatásait vizsgálták: c-Jun, ATF2, DCX. Azonosították az interakcióért felelős fehérjeszakaszokat, melyeknek szerkezeti analízise NMR-rel, illetve a teljes fehérjéket tartalmazó komplexek SAXS-szal való vizsgálata elkezdődött.

A pályázat megnevezése (formája): OTKA Kutatási Pályázat

A pályázati téma megnevezése: ABC transzporter fehérje expresszió szabályozása emberi pluripotens őssejtekben és a differenciálódás során

A pályázat azonosítószáma: K-115375

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 81,096 MFt, 2015-ben 4,7 MFt

A pályázat megnevezése (formája): OTKA

A pályázati téma megnevezése: Kísérlet a fehérje szerkezetek szerveződésének egy egységes leírására

A pályázat azonosítószáma: K-115698

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 42,256 EFt (ebből 2015-re 0 Ft)

A pályázat megnevezése (formája): OTKA

A pályázati téma megnevezése: A dezoxinukleotid anyagcsere szerepe a genotoxikus stressztűrésben

A pályázat azonosítószáma: K-115993

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 43,928 MFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: 2016-ban indul

A pályázat megnevezése (formája): VKSz-14

A pályázati téma megnevezése: „Új kutatási, diagnosztikai és terápiás célpontok azonosítása és elemzése a hazai neurobiológia és sejtbiológia területein, szuperrezolúciós immun-jelöléses eljárásokkal” Konzorciumi pályázat)

A pályázat azonosítószáma VKSZ_14-1-2015-0155

A pályázati támogatás mértéke a kutatócsoport számára: 109,205 MFt

A pályázat megnevezése (formája): Magyar-Indiai Pályázat NKFIH

A pályázati téma megnevezése: Új tuberkulózis ellenes gyógyszerek fejlesztése

A pályázat azonosítószáma: TÉT 13 DST

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 39,622 MFt, 2015-ben 3 MFt

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Alexa A, Gogl G, Glatz G, Garai A, Zeke A, Varga J, Dudas E, Jeszenoi N, Bodor A, Hetenyi C, Remenyi A: Structural assembly of the signaling competent ERK2-RSK1 heterodimeric protein kinase complex. Proc Natl Acad Sci U S A, 112: 2711-2716 (2015) <http://real.mtak.hu/23504/>
2. Guharoy M, Pauwels K, Tompa P: SnapShot: Intrinsic Structural Disorder. Cell, 161: 1230-1230 (2015) <http://real.mtak.hu/25598/>
3. Zeke A, Bastys T, Alexa A, Garai Á, Mészáros B, Kirsch K, Dosztányi Z, Kalinina OV, Reményi A: Systematic discovery of linear binding motifs targeting an ancient protein interaction surface on MAP kinases. Mol Syst Biol, 11: 837 (2015) <http://real.mtak.hu/32642/>
4. Gógl G, Schneider KD, Yeh BJ, Alam N, Nguyen Ba AN, Moses AM, Hetényi C, Reményi A, Weiss EL: The Structure of an NDR/LATS Kinase-Mob Complex Reveals a Novel Kinase-Coactivator System and Substrate Docking Mechanism. PLoS Biol, 13: e1002146 (2015) <http://real.mtak.hu/25055/>
5. Szebényi K, Füredi A, Kolacsek O, Csohány R, Prókai Á, Kis-Petik K, Szabó A, Bősze Z, Bender B, Tóvári J, Enyedi Á, Orbán TI, Apáti Á, Sarkadi B: Visualization of Calcium Dynamics in Kidney Proximal Tubules. J Am Soc Nephrol, 26: 2731-40 (2015) <http://real.mtak.hu/26249/>
6. Dobson L, Reményi I, Tusnády GE: CCTOP: a Consensus Constrained TOPology prediction web server. Nucleic Acids Res, 43: W408-12 (2015) <http://real.mtak.hu/26004/>
7. Dobson L, Langó T, Reményi I, Tusnády GE: Expediting topology data gathering for the TOPDB database. Nucleic Acids Res, 43: D283-9 (2015) <http://real.mtak.hu/20534/>
8. Rumpf T, Schiedel M, Karaman B, Roessler C, North BJ, Lehotzky A, Oláh J, Ladwein KI, Schmidtkunz K, Gajer M, Pannek M, Steegborn C, Sinclair DA, Gerhardt S, Ovádi J, Schutkowski M, Sippl W, Einsle O, Jung M: Selective Sirt2 inhibition by ligand-induced rearrangement of the active site. Nat Commun, 6: 6263 (2015) <http://real.mtak.hu/23503/>
9. Lopata A, Jambrina PG, Sharma PK, Brooks BR, Toth J, Vertessy BG, Rosta E: Mutations Decouple Proton Transfer from Phosphate Cleavage in the dUTPase Catalytic Reaction ACS Catal, 5: 3225–3237 (2015) <http://real.mtak.hu/25245/>
10. Lehotzky A, Oláh J, Szunyogh S, Szabó A, Berki T, Ovádi J: Zinc-induced structural changes of the disordered tppp/p25 inhibits its degradation by the proteasome. Biochim Biophys Acta, 1852: 83-91 (2015) <http://real.mtak.hu/20158>

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYI ÉS PSZICHOLÓGIAI INTÉZET

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2. ,1519 Budapest, Pf. 286

telefon: (1) 382 6800

e-mail: ulbert.istvan@ttk.mta.hu; honlap: <http://www.ttk.mta.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A feladat, a beszélők hangjának hasonlósága, a beszélők száma és a beszéd prozódia hatásának vizsgálata több beszélő hangjának szétválasztására (Lendület). A hangsorok idői struktúrájának, a hangmagasság trendeknek és a hangforrások téri elkülönítésének detektálásáról újszülött csecsemőkön kapott eredmények publikálása. Az egyéni észlelési különbségek idegrendszeri hátterének felderítése.

Az automatikus változás-detekció vizsgálata a látás területén, kapcsolata inger-specifikus adaptációs folyamatokkal, és a parvocelluláris és magnocelluláris rendszer szerepe ezekben a működésekben. A Nemzetközi Úrállomáson végzett Neurospat kísérlet adatainak feldolgozása és az eredmények publikálása. A figyelem és az elterelődés egyensúlyában megmutatkozó életkori változások és a cselekvések észlelő rendszerre gyakorolt hatásának vizsgálata.

Az „egészséges öregedéssel” kapcsolatos kognitív folyamatok vizsgálatának folytatása, elsősorban elektrofiziológiai módszerekkel.

Neurobiológiai és neurotechnológiai kutatások. A hippocampális populációs aktivitás elektrofiziológiai és optikai vizsgálata. A humán epilepsziás és fiziológiás kérgi aktivitás összehasonlító elemzése in vivo és in vitro körülmények között. Az alvás-ébrenléti ciklusban bekövetkező szenzoros feldolgozás változásainak vizsgálata.

A csecsemő, gyermek- és serdülőkori viselkedés valamint az epigenetikai markerek összefüggéseinek feltárása, a serdülőkori problémák és zavarok kérdőíves felmérése egy nagyobb középiskolás populáción, valamint megkezdődik egy magas rizikójú, az adatfelvételkor javítóintézetben nevelkedő kamaszcsoport összehasonlító vizsgálata.

Azon narratív markerek azonosítása, amelyek a történelmi traumák feldolgozását jelzik. A kollektív áldozati szerep pszichológiai tartalmának és viselkedéses következményeit azonosító vizsgálatokat kiterjesztik más európai nemzetekre is. Úranalóg szimulációban, szélsőséges körülmények között élő kiscsoportok pszichodinamikájának többnyelvű tartalomelemzéses vizsgálata.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az agyi elektromos tevékenység vizsgálatára régóta alkalmaznak az agyszövetbe ültetett, mikroméretű érzékelőket. Ezek az érzékelők lehetővé teszik, hogy az idegsejtek elektromos tevékenységét közelről, akár szabadon mozgó állatban is vizsgálni lehessen. Ugyanakkor a legelterjedtebb ilyen eszközök merev hordozóanyagból készülnek, amely által könnyen kezelhetők, de nem tudják követni az agy mikromozgásait és pulzálását, ezért károsíthatják az agyszövetet. Erre a problémára megoldást jelenthetnek a rugalmas hordozóanyagú, például polimer alapú érzékelők. Ezek előnye, hogy kevésbé károsítják az agyszövetet, mint egy merev eszköz. Hátrányuk viszont, hogy a lágy agyszövetbe egy rugalmas eszközt nagyon nehéz beültetni. A kutatás során kidolgozott beültetési módszer, amelyet benyújtottak szabadalomként, erre a problémára kínál megoldást oly módon, hogy kihasználja az

elektromosan töltött felületek között fellépő elektrosztatikus vonzóerőt. Ez által lehetővé válhat a rugalmas agyszövetbe ültetett elektródok széleskörű alkalmazása, amely elősegítheti az agyszövet hosszú távú részletes vizsgálatát.

Mindennapi körülmények között egy időben több hangforrásból származó hangok érkezik a fülünkbe. Ahhoz, hogy valakivel kommunikálhassunk, elsőként szét kell választani a különböző forrásokból származó hangokat, hogy megállapíthassuk azok természetét (pl. beszéd vagy nem) és kiválaszthassuk azt a forrást, amelynek üzenetét alaposabban fel akarjuk dolgozni. Így tehát a hangokkal történő kommunikációnak szükséges előfeltétele a hangforrások szétválasztása. Mivel a hangforrások szétválasztása egy alulhatározott inverz probléma, a lehetséges megoldások közül valamilyen módon ki kell tudni választani a leginkább optimális megoldást. Elméleti keretünk e funkcióra feltételezi, hogy a lehetséges hangforrásokat, mint generatív modelleket reprezentáljuk, és aszerint választunk közöttük, hogy milyen mértékben tudják bejósolni az adott hangsorban beérkező hangokat. Ez a kutatás a Lendület pályázat feladatának egyik fontos lépése, melynek célja a párhuzamosan beszélők hangjának szétválasztásában az emberi agy által alkalmazott algoritmusok felderítése annak érdekében, hogy ezeket az algoritmusokat felhasználhatóvá tegye telekommunikációs és hallásjavító készülékekben.

Humán elektrofiziológiai kísérletekkel megállapították, hogy a nem-tudatosan működő vizuális emlékezeti mechanizmusra hatással van a beérkező információk ismerősége, azaz az előzetes, hosszabb tartamú emlékezeti hatások.

Kockázatvállalási helyzet elektrofiziológiai elemzésével megállapították, hogy fiatalok esetében a pozitív visszajelzések folyamatos kiértékelése megfelelően pontos, érzékeny és gyors, növelve, ezáltal a személy nyeresi esélyeit. Idősek esetén viszont ez a folyamat lassú és nem kellően érzékeny, mely egyrészt e kiértékelő folyamatok hatékonyságának csökkenésére utal, de szerepet játszhat benne a motiváció csökkenése is. Ezek a megfigyelések arra utalnak, hogy rossz hatásfokú az idős korosztálynak az a képessége, mely saját - ebben a vizsgált helyzetben anyagi – helyzetének megítélésére vonatkozik.

Kimutatták, hogy megfelelő kognitív tréninggel az idősek a fiatalokéhoz hasonló teljesítményt érhetnek el. Ez a javulás egy év múlva is mérhető volt a viselkedéses mutatókban és az N2, P3 komponensek amplitúdó változásában. A tréning pozitív hatással volt azokra a nem gyakorolt feladatokra is, melyek feltételezhetően hasonló pályarendszerek aktivitását igénylik.

Kiderült, hogy a kutyák jellegzetes „gyerekszerű” módon ismerik fel és értelmezik az ember közlésre vonatkozó szándékát. Az MTA-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoporttal közösen végzett kutatás során pedig bizonyítást nyert, hogy az oxytocin mint neurohormon kulcsszerepet játszik a kutyák társas helyzetekkel kapcsolatos döntési folyamataiban és hogy kognitív működésük egyes sajátosságait kísérletes körülmények között befolyásolni lehet az orrnyalkahártyán keresztül bejuttatott oxytocinnal.

Első- és másodszülött testvérekkel folytatott kutatásaik új eredménye, hogy a csecsemő szocio-emocionális fejlődése tekintetében előnytelen ún. atipikus anyai viselkedés nem csak a legkevésbé optimális dezorganizált-, hanem a bizonytalan-rezisztens kötődésű csecsemők anyáit is jellemzi. Megerősítést nyert, hogy az anyai viselkedés befolyást gyakorol a csecsemő kötődésének minőségére, valamint az anya viselkedését is befolyásolhatják a csecsemő jellemzői. Azonban az első- és másodszülöttek adatait összevetve kiderült, hogy az azonos életkorban, azonos módszerrel és helyzetben megfigyelt szülői bánásmód nem eléggé konzisztens, ugyanis az anyai viselkedés stabilitása összefüggést mutat a testvérpár érzelmi reaktivitásával.

Antarktisz áttelelő izolált kiscsoportok pszichodinamikájának kutatása során eredeti fejlesztésű, többnyelvű, autoimatizált tartomelemző eljárásokkal igazolták a harmadik negyedbeli érzelmi diszfória jelenségét, valamint reverzibilis, enyhe kognitív károsodás nyelvi jeleit mutatták ki kognícióval és idői tudatossággal kapcsolatos szavak arányának változása révén.

A magyar nemzeti identitás konstrukcióját vizsgálva megállapították, hogy a nemzettel a gloriifikáció mentén azonosuló személyekre az exkluzív áldozati szerep a jellemző. Politikai témájú közösségi médiában megjelenő szövegek elemzésével kimutatták, hogy a politikai választások után csökken a csoportok jelentősége a posztolók politikai véleményében.

A fiatal férfiak hiperversengőbbek, mint a fiatal nők és az idősek. Időskorban viszont nem volt nemi különbség a hiperversengésben. A nők (idősek és fiatalok egyaránt) versengés kerülőbbek, mint a férfiak és a nők között ebben a tekintetben nincs életkori különbség. A fiatalokat nagyobb kockázatkeresés és kisebb óvatosság jellemzi és a fiatal férfiak kockázatkeresőbbek, mint a fiatal nők, míg az időseknél nincs ilyen nemi különbség. A kockázatkeresés mind az idősebbek, mind a fiatalabbak között pozitív összefüggést mutatott versengéssel (mind a hiper- mind az önfejlesztő versengéssel), míg a versengés kerülés nagyobb kockázatkerüléssel is járt együtt.

Azt találták, hogy magyar, kínai és Magyarországon élő kínai diákok közül a kínaiakra jellemző adaptív erőfeszítés-felfogás fennmarad a kultúráváltást követően is, vagyis a Magyarországon élő kínaiak között is.

Kialakítottak egy training módszert (AdaptívR) amely a tehetséges fiatalok kiválogatását segítő szűrőmódszer. A szűrés nem egy teszttel, hanem a gyakorlás által elért eredmények alapján történik. A hosszabb training fejleszti az elvonatkoztatási képességet.

A Kádár-korszakban szocializálódott leszbikus nők oral history interjúinak elemzése feltárta, hogy az életutak legjellemzőbb vonásai az elfogadható azonosulási minták hiánya és a rejtőzködés. A magyarországi leszbikus társanyák (nem-biológiai anyák) a családon belül egyenrangú szerepet töltenek be a párkapcsolat és a gyermek viszonyában egyaránt, ugyanakkor a külvilág felé státuszuk jóval kevésbé látható és legitimált.

b) Tudomány és társadalom

Több rendezvényen is tartottak tudománynépszerűsítő interaktív bemutatókat. Ilyen alkalom volt az Agykutatás Hete az MTA KOKI-ban és a Föld Napja – V. Tudományfesztivál a Magyar Nemzeti Múzeum kertjében. Ezen kívül tartottak laborbemutatót és a PPKE ITK-n nyílt napot az érdeklődő középiskolásoknak, több alkalommal is az évben.

Viselkedésvizsgáló Játzóházat szerveztek a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetrel közösen az „Agykutatás Hete programsorozat” keretében.

Szintén az az Agykutatás Hete rendezvényein tudományos népszerűsítő előadásokat tartottak az önzés és önzetlenség biológiájáról, a hazai- és nemzetközi nagyközönség számára szervezett Kutyaetológia konferencián illetve webináriumon a kognitív viselkedéstudomány legújabb eredményeiről, amely összességében világszerte több tízezer, tudomány iránt érdeklődő laikus számára teremtett lehetőséget a viselkedéskutatás világába való bepillantásra.

Kutatási beszámolók jelentek meg a Mindennapi Pszichológiában, melyeket átvett az Index.hu, illetve az Origo.hu is, illetve számos nemzetközi ismeretterjesztő fórumon is megjelent az egyik kutatási összefoglaló, elérve 190.000 olvasót.

Az intézet több kutatója is szerepelt az Élet és Tudomány „A hét kutatója” című rovatában, ahol bemutatták aktuális eredményeiket is.

Az öregedés során bekövetkező pszichofiziológiai változásokról kb. 200 embernek tartottak előadást a Harmadik Kor Egyetemén, Zalaegerszegen.

Az Izolált kiscsoportok pszichodinamikájáról előadást tartottak a Pszinapszison (Budapesti Pszichológiai Napok), és a Magyar Csillagászati Egyesület rendezvényén is.

Egy 59 perces televízió műsor keretében (BABEL- Hesnával a világ, MTVA Duna TV) egy klasszikus szociálpszichológiai kísérletet ismételték meg és mutattak be a konformitásról.

A „Hatalom a társas kapcsolatokban” címmel hangzott el előadás a Magyar Tudományos Akadémia Nyelv- és Irodalomtudományok Osztályának, a Filozófiai és Történettudományok Osztályának és a Gazdaság- és Jogtudományok Osztályának együttes tudományos ülésén a Magyar Tudomány Ünnepehez kapcsolódóan.

A Knowledge Transfer Budapest programsorozatában (Svéd Nagykövetség Bárány Róbert Nobel-díjának 100. évfordulója alkalmából) a versengés és együttműködés szerepéről kerekasztal beszélgetésben vettek részt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Téma címe: Robotkéz vezérlése non-invazív agy-gép interfésszel

Együttműködő partnerintézmény neve: BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Irányítástechnikai és Informatikai Tanszék

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): Kísérleti környezet előkészítése közös kutatáshoz, publikációs céllal

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: A kutatáshoz szükséges hardveres fejlesztést (6 szabadsági fokú robotkéz, tapintásérzékelő, EEG rendszer integrációja) részben kiviteleztek. 2 BME-VIK hallgató önálló laboratóriumi munkát végzett jeles érdemjeggyel a kapcsolat keretében.

Téma címe: Idegszövetbe ültethető, ultravékony szenzorszálak

Együttműködő partnerintézmény: MTA TTK AKI

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): Kísérleti környezet előkészítése közös kutatáshoz, publikációs céllal

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Vékony (<10 um) szénszálakra sikerült szigetelőanyagot leválasztaniuk, azonban a megfelelő borítottság elérésén még dolgoznak.

Téma címe: A korai nyelvfejlődés neuro-kognitív előrejelzői

Együttműködő partnerintézmény: MTA Nyelvtudományi Intézet

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): NKFIA pályázat (K 115385)

Nemzetközi kapcsolatok

Téma címe: Automatikus vizuális változás-detekció

Együttműködő partnerintézmény: Royal Holloway University, London

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): The Royal Society, International Exchanges Scheme – 2014/R2

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Kísérletek a magnó- és parvocelluláris rendszer részvételéről a vizuális változásdetekcióban (Budapest); humán pszichofiziológiai laboratórium működtetésének kialakítása (London).

Téma címe: Cognitive Innovation

Együttműködő partnerintézmény: University of Plymouth, Anglia

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): EU H2020 projekt, FP7-PEOPLE-2013-ITN

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Áttekintették a hallási észlelés szerveződésének főbb elméleteit és modelljeit.

Közös publikációk száma: 3

Téma címe: Anyai szorongás hatása csecsemők hangfeldolgozási folyamataira

Együttműködő partnerintézmény: University of Tilburg, Hollandia

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): Közös PhD témavezetés

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Megállapították, hogy az anyai szorongás illetve törődés ellenkező hatással vannak arra, hogy csecsemők hogyan dolgoznak fel alacsony információ tartalommal rendelkező hangokat.

Közös publikációk száma: 2

Téma címe: „Az egyéni különbségek és helyzeti tényezők szerepe a készségtanulásban”

Együttműködő partnerintézmény: SZTE, BTK, Pszichológiai Intézet; SZTE, JGYPK Alk. Pedagógia es Pszichológia Tanszék; SZTE, BTK, Neveléstudományi Doktori Iskola; University of Rheims, Department of Psychology ; Université de Québec a Montréal

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): NKFI PD 106027 projekt

Közös publikációk száma: 4 in press nemzetközi, 5 megjelent nemzetközi cikk (össz IF:16), 1 nemzetközi könyvfejezet es 1 magyar cikk (7 további elbírálás alatti kézirat)

Téma címe: A szociálpszichológiai intervenciók az oktatásban a teljesítménnyel kapcsolatos vélekedések és a segítségnyújtás

Együttműködő partnerintézmény: ELTE PPK Pszichológiai Intézet; Stanford University, Psychology Departement; University of Massachusetts Amherst, Psychology Department; University Of Pennsylvania, Anneberg School for Communication; Tel Aviv University, Stress, Crisis and Trauma program

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): NKFI 116686 projekt

Téma címe: A szülői kompetencia és a kisgyermek temperamentuma

Együttműködő partnerintézmény neve: Nemzeti Család- és Szociálpolitikai Intézet, Budapest

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): Felek közti szerződés (ESZ/46-2015-KPI) a tudományos együttműködésre, tanácsadásra, valamint az NCSSZI TÁMOP-5.2.6-13/1-2014-0001 projektjében felvett adatbázis adatainak publikációs célú közös felhasználására.

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: A kutatócsoport tagjai oktatási tevékenységük mellett vezetett kutatások keretében kutatóműhelyként szolgálnak az ELTE PPK illetve ELTE TTK graduális és PhD hallgatói számára.

Téma címe: Learning English as Second Language for Special Learner

Együttműködő partnerintézmény: Lithuanian University of Educational Sciences, Vilnius, Litvánia

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): SupEFL Project

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: A projekt szakmai hátterének megalapozása

Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Learning English as Second Language for Special Learner

Együttműködő partnerintézmény: University of Coimbra, Portugalia

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): SupEFL Project

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: A különleges tanulók idegen nyelv oktatásában a technikai eszközök szerepének vizsgálatával felmérések során foglalkoztak.

Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Psycho-Politics. The Cross-Sections of Science and Ideology in the History of Psy-Sciences

Együttműködő partnerintézmény: Birkbeck College, London, Anglia

Egyezmény neve (vagy a kapcsolat formája): konferencia-részvétel, közös tanulmánykötet

Eredmények, ill. együttműködés értékelése: Department of Psychosocial Studies több munkatársának részvétele az általuk szervezett konferencián és az ennek nyomán általuk szerkesztett, 2016-ban megjelenésre kerülő kötetben.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A pályázat megnevezése (formája): NKFI K

A pályázati téma megnevezése: A korai nyelvfejlődés neuro-kognitív előrejelzői

A pályázat azonosítószáma: K 115385

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 71202 EFt, 0 EFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: 2016-ban indul

A pályázat megnevezése (formája): MTA Posztdoktori pályázat 2015

A pályázati téma megnevezése: A hallási jelenetelemzést megalapozó neurális oszcillációk funkcionális hálózatának vizsgálata

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 7200 EFt, 1200 EFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: A hallási alak-háttér megkülönböztetésére elvégzett kísérlet eredményeiből készített beszámoló publikálását jelenleg készítjük elő.

A pályázat megnevezése (formája): NKFI Posztdoktori pályázat

A pályázati téma megnevezése: Az intelligenciával és segítségnyújtással kapcsolatos vélekedések átalakítása célzott szociálpszichológiai intervenciókkal

A pályázat azonosítószáma: PD 116686

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 10972 EFt, 5486 EFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: Egy elő-teszt kísérlet, teljes körű kérdőíves felmérés azokról a tényezőkről, melyek az eredményeket befolyásolják, a Stanford Egyetemen és a Tel Aviv Egyetemen együttműködve a kutatási terv pontosítása, újabb elemek beépítése, ezek kérdőíves előtesztelése.

A pályázat megnevezése (formája): NKFI K

A pályázati téma megnevezése: Gátlási folyamatok változása időskorban: előnyök és hátrányok

A pályázat azonosítószáma: 115457

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 19,887 MFt

A pályázat megnevezése (formája): NESTLE Purina Sponsorship

A pályázati téma megnevezése: Korfüggő kognitív változások vizsgálata kutyán.

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 24.000 USD (2015-ben: 0)

A pályázat megnevezése (formája): MTA F fiatal Kutatói támogatás

A pályázati téma megnevezése: A szociális kategorizáció szerepe a társas tanulási folyamatokban.

A pályázat azonosítószáma: 2555-15 506 AT

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 6 MFt (2015-ben: 667 EFt)

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: Kísérleti paradigmák pilótázása, adatfelvétel megkezdése

A pályázat megnevezése (formája): MTA Posztdoktori Kutatói támogatás

A pályázati téma megnevezése: A kutya, mint az autizmus társas-kognitív sajátosságainak modellje.

A pályázat azonosítószáma: PD-041/2015

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 7,2 MFt (2015-ben: 750 EFt)

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: Alanyok gyűjtése, kísérleti paradigmák megtervezése.

A pályázat megnevezése (formája): NAP Infrastruktúra pályázat

A pályázati téma megnevezése: Biológiai erősítő rendszer gyermek és felnőtt kísérletekhez: 64 csatornás Electrical Geodesic (EGI) rendszer, ill. 128 csatornás aktív elektródás Brain Product rendszer beszerzése.

A pályázat azonosítószáma: PD-041/2015

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 54 MFt (2015-ben: 0 Ft)

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: a műszerek beszerzése folyamatban

A pályázat megnevezése (formája): MTA Nemzetközi konferenciaszervezési pályázat

A pályázati téma megnevezése: „Psycho-Politics. The Cross-Sections of Science and Ideology in the History of Psy-Sciences” c. nemzetközi konferencia szervezése

A pályázat azonosítószáma: NKSZ-020/2015

A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2015-ben): 1,370 EFt

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: Kétnapos nemzetközi konferencia szervezése, 25 előadással, 12 külföldi előadóval.

(Lásd: <http://www.imagoegyesulet.hu/tartalom.php?kategoria=4&azonosito=165>)

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Winkler I, Schröger E: Auditory perceptual objects as generative models: Setting the stage for communication by sound. *Brain and Language*, 148: 1-22 (2015)
<http://real.mtak.hu/25343/>
2. Horváth J: Action-related auditory ERP attenuation: Paradigms and hypotheses. *Brain Research*, 1626: 54-65 (2015) <http://real.mtak.hu/30218/>
3. Gaál Zs.A, Czigler I: Age-related processing strategies and go-nogo effects in task-switching: An ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9:177 (2015)
<http://real.mtak.hu/23577>
4. Kis A, Hernádi A, Kanizsár O, Gácsi M, Topál J: Oxytocin induces an ‘optimistic’ cognitive bias in dogs (*Canis familiaris*). *Horm. Behav.* 69: 1-7 (2015)
<http://real.mtak.hu/25983/>
5. Sulykos I, Kecskés-Kovács, Czigler I: Asymmetric effect of automatic deviant detection: The effect of familiarity in visual mismatch negativity. *Brain Research*, 1626: 108-117 (2015) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899315001353>

6. Hofer KT, Kandrac A, Ulbert I, Pal I, Szabo C, Heja L, Wittner L: The hippocampal CA3 region can generate two distinct types of sharp wave-ripple complexes, in vitro. *Hippocampus*, 25:(2) 169-186 (2015) <http://real.mtak.hu/18884>
7. Fülöp M, Orosz G: State of the art in competition research In: Robert Scott, Stephen Kosslyn (szerk.) *Emerging Trends in the Social and Behavioral Sciences*. Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 1-16 (2015) <http://real.mtak.hu/32560/>
8. Ehmann B, Balázs L: A sarkvidéktől a világúrig: a pszichológiai tartalomelemzés alkalmazása izolált kiscsoportok vizsgálatára. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 70:(4/2) 723-742 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/31724>

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
SZERVES KÉMIAI INTÉZET

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 3826 400
e-mail: soos.tibor@ttk.mta.hu; honlap: <http://www.ttk.mta.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A 2012-ben korábbi akadémiai kutatóintézetek csoportjaiból létrejött Szerves Kémiai Intézet célja a korábbi különböző kutatási irányok összehangolása és a kutatócsoportok közötti együttműködés hatékonyá tétele volt. A 2015-ös év tekinthető az intézet új kutatóépületbe történő átköltözése utáni első teljes értékű évnak. Jelenleg az intézet két fő kutatási irányban végzi munkáját elsősorban a szintetikus szerves kémia területén, amely a különböző csoportok céljai alapján a gyógyszerkémiahoz, az organokatalízishez, a kémiai biológiához és a szupramolekuláris kémiához kapcsolódik. Továbbá munkájában az előállított vegyületek jellemzésében és a kémiai reaktivitások értelmezésében nagy szerepet töltenek be a szerkezeti kémiával (NMR, MS, röntgen krisztallográfia) és elméleti kémiával foglalkozó csoportok. 2015. évtől az intézetben végzi munkáját a Molekuláris Farmakológiai Kutatócsoport, amely az eddigi gyógyszerkémiai és kémiai biológiai kutatások kiegészítéseként egy biológiai megközelítéssel vizsgálva a molekuláris folyamatokat szélesíti az eddigi kutatási profilt. Az alap és alkalmazott kutatás mellett az intézet munkatársai nagy hangsúlyt fektetnek az oktatói munkára is, aktívan részt vesznek a szomszéd egyetemeken zajló elméleti és gyakorlati oktatásokban, valamint a PhD-hallgatók témavezetésében.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A *Gyógyszerkémiai Kutatócsoport* 2015-ben a Nemzeti Agykutatási Program támogatásával jelentős felfedezést tett a skizofrénia gyógyításában ígéretes, új hatásmechanizmusú D-aminosav-oxidáz (DAAO) inhibitorok azonosításával. A vegyületek felfedezését gyógyszertervezési számítások segítették, amelyek alapján a tervezett vegyületek előállításra és biológiai vizsgálatokra kerültek. Ezek eredménye igazolta az előrejelzések helyességét. Az így kapott aktív vegyületek alapját képezhetik a vezérmolekula azonosításának. Kutatásaik során együttműködtek a Richter Gedeon Nyrt.-vel. Az EGIS gyógyszergyárral kooperálva generikus gyógyszerhatóanyagok fejlesztését végezték el sikeresen.

Az *Organokatalízis Lendület Kutatócsoport* kutatói egy új organokaszád reakciót írtak le, amely segítségével sztereoselektíven tudtak több kiralitáscentrumot tartalmazó gyűrűs, valamint nyílt láncú vegyületeket létrehozni. Az ebben a témában megjelent közleményben arra is felhívják a figyelmet, hogy ez a típusú nyílt láncú sztereokontroll egyedülálló az organokatalízis irodalmában. Az elért eredmények a *Journal of Organic Chemistry* hasábjain jelentek meg, a szerkesztők döntése alapján a kézirat Feauterd Article minősítést kapott.

A kutatócsoport másik kiemelt kutatási iránya, a frusztrált Lewis-párok (FLP-k) új kaput nyitottak meg a kismolekula-aktiválás területén. A katalitikus hidrogénezés az FLP-k reaktivitásának emblemikus példája lett, aminek gyakorlati jelentősége, hogy az FLP-k a jövőben kiválthatják a jelenleg hidrogénezés során használatos átmeneti fém katalizátorokat. A frusztrált Lewis-párok vízerzékenysége azonban komoly akadályt jelent az ipari alkalmazhatóság előtt. Új katalizátorok kifejlesztésével sikerült előállítaniuk az első olyan

FLP-t, ami nedvesség jelenlétét, és funkciós csoportok széles körét tolerálja. Az eredményeiket az ACS Catalysis folyóiratban publikálták, ahol a szerkesztőség az eredmény újdonsága és várható tudományos hatása miatt a cikket nyílt hozzáférésűvé választotta.

A katalitikus átalakítások vizsgálata és fejlesztése mellett a kutatócsoportban gyógyszerkémiailag szempontból érdekes vegyületek előállítása is cél. Egy ilyen érdekes, feszült gyűrűs vegyületcsalád, az azetidin-3-onok reaktivitását térképezték fel és eredményeiket az Organic Letters folyóiratban közölték.

A *Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport* sikerrel valósította meg egy új, kétpontos jelölést lehetővé tevő, kétszeresen tompított fluoreszcenciával jellemezhető fluorogén jelzővegyületcsalád szintézisét. Megállapították, hogy e jelzővegyületek alkalmasak lehetnek a jövőben alacsony háttérfluoreszcenciával jellemezhető jelölési eljárásokban. A kísérletek során sikerül azonosítani egy ideális, két ciklooxetin egységet tartalmazó peptidszekvenciát, mely a jövőben self-labeling peptide tag alapú jelölési eljárásokban alkalmazható.

Sikerrel valósították meg hidrophil *transz*-ciklooxetinnel (TCO) módosított Lys-származékok előállítását. Vizsgálták e bioortogonalizált lizinek genetikai bevitelének lehetőségét, megfigyelték, hogy az egyik TCO-Lys jó hatásfokkal építhető be ily módon fehérjékbe. Megállapították, hogy e hidrophil TCO-Lys származék sokkal könnyebben kimosható élő sejtekből, mint a korábbi, hidrophil TCO-val módosított Lys-származékok. Ennek jelentősége, hogy fluoreszcens jelölési eljárások során a rossz kimosódás miatti háttérfluoreszcencia minimálisra csökkenthető.

Együttműködés keretében vizsgálták genetikailag módosított baktériumok által expresszált amfifil fehérjék önszerveződő képességét. Megállapították, hogy a fehérjék a kifejeződésüket követően organellum-szerű kompartmentumokat alkotnak. Annak a lehetőségét, hogy e mesterséges organellumok vajon módosíthatók-e szelektíven, úgy vizsgálták, hogy az amfifil fehérjék poláris részét genetikailag azidtartalmú aminosavval módosították. Az így kifejeződött, majd önszerveződött fehérjéket ezt követően a kutatócsoport korábban kifejlesztett monobenzociklooxetinnel (COMBO) funkcionizált rodaminnal szelektíven jelölték, bizonyítva, hogy lehetséges e vezikulumok további, szelektív manipulációja. Eredményeiket a Nature Materials-ban publikálták.

A Servier Gyógyszerkutató Intézetben szintetizált új típusú harminszármazékok szubsztituensfüggő HSA- és AGP-kötődését vizsgálták affinitáskromatográfiás, CD-, UV- és fluoreszcencia spektroszkópiái valamint dokkolásos módszerekkel. Megállapították, hogy az alapváz 7-es és 9-es pozíciójának aromás csoportokkal való módosítása jóval erősebb szérumfehérje kötődést eredményez, amely a potenciális gyógyszerjelöltek farmakokinetikai sajátságait is jelentősen befolyásolhatja. A 7-es pozícióban piridin oldalláncot tartalmazó származék esetén az AGP kötődésben genetikai variáns szelektivitást mutattak ki és tisztázták ennek molekuláris hátterét. Az eredményekről készült közlemény az RSC Advances folyóiratban jelent meg.

Az *Elméleti Kémiai Kutatócsoport* munkatársai a Helsinki Egyetem kutatóival együttműködve egy olyan intramolekuláris amino-borán típusú Frustrált Lewis-párt fejlesztettek ki, melyben a Lewis savas centrumot a lehető legegyszerűbb boril csoport (a BH₂), míg a bázikus egységet egy sztérikusan zsúfolt amino csoport (TMP) reprezentálja. Megmutatták, hogy ez a vegyület rendkívül gyorsan bontja a molekuláris hidrogént, és a keletkezett ikerionos termék dinamikus egyensúlyban áll a reaktánsokkal. A kvantumkémiailag számítások rámutattak arra, hogy az egyensúlyi reakció iránya nagymértékben befolyásolható az alkalmazott oldószer polaritásával, és ez összhangban van a kísérleti tapasztalatokkal. A gyors kémiai egyensúly lehetőséget nyújtott pontos termodinamikai és kinetikai paraméterek

kísérleti meghatározásához is. A mért adatok nagyfokú egyezést mutatnak az előzetes számítások eredményeivel, mely megerősíti a H₂ hasításra korábban javasolt reakciómechanizmust. Eredményeik az *Angewandte Chemie* hasábjain jelentek meg.

Ugyanezen magyar- finn együttműködés keretében egy újonnan előállított binaftil vázzal összekötött királis amino-borán felhasználását vizsgálták katalitikus hidrogénezési reakciókban. Bebizonyosodott, hogy az új vegyület rendkívül hatékonyan alkalmazható énaminok enantioszelektív hidrogénezésére. DFT számítások segítségével feltárták a katalitikus ciklus elemi lépéseit, és értelmezték a nagyfokú sztereoselektivitást. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szubsztrátum és a katalizátor között fellépő vonzó jellegű másodlagos kölcsönhatások fontos szerepet játszanak a sztereoselektivitás kialakulásában. A közlemény a *Journal of American Chemical Society* folyóiratban „spotlight” kiemeléssel jelent meg.

Egy közös (ELTE) kísérleti-elméleti tanulmányban feltárták indol-származékok hatékony trifluor-etilezésének mechanizmusát. A reakcióhoz fluor-alkil jodóniumsó reagenst használtak bázis jelenlétében. A számítások alapján kidolgozott mechanizmus szerint a reakció kinetikai kontroll alatt megy végbe, és a szubsztrát sajátosságai alapján az alkalmazott bázis erőssége variálható. Az új eredmények felhasználhatók a gazdaságos szintézistervezéshez, amelyek a *Chemical Communications* folyóiratban kerültek közlésre.

A *Szupramolekuláris Kémiai Lendület Kutatócsoport* kutatói megmutatták, hogy az arany(I) ionokból és hidrogénhid-donort tartalmazó difoszfín ligandumokból felépített új, kétmagvú komplexek specifikus fizikai (hőmérséklet és mechanikai) és kémiai (oldószer-gözők) hatásra képesek megváltoztatni a lumineszcens tulajdonságaikat. Megmutatták továbbá, hogy a külső hatásokra adott lumineszcencia-válasz a difoszfín-alapú kationok és anionok közötti hidrogénkötések módosulásával járó molekuláris illeszkedések megváltozásának tulajdonítható. Bizonyították, hogy a külső hatásokra érzékenyen reagáló hidrogénkötések fontos szerepet játszanak az intermolekuláris aurofil kölcsönhatásokat nem tartalmazó arany(I) komplexek külső fizikai és kémiai hatás által okozott lumineszcencia változásában. Mechanokémiai szintézissel előállítottak egymagvú arany-komplexet, mely semleges-ionos fázisátalakulás során színét (*mechanokrómizmus*) és lumineszcenciáját (*mechanokróm lumineszcencia*) is megváltoztatta. Értelmezték ezt az újfajta, a külső hatásra egyidejűleg többféle optikai tulajdonságukat megváltoztató anyagok „működésében” szerepet játszó mechanizmust. Bizonyították, hogy a mechanikai hatásra bekövetkező optikai és lumineszcens változás létejtében fontos szerepet játszik a semleges (egymagvú) és ionos (kétmagvú) formák közötti átmenet, melynek során nemcsak a hidrogénkötések és aurofil kölcsönhatások, hanem a datív kötések is módosulnak. A kutatócsoport által előállított külső hatásra lumineszcenciájukat módosító funkcionális arany(I) komplexek potenciális felhasználást nyerhetnek optikai adattárolók és memóriák, mechanikai és kémiai szenzorok, deformáció- és elmozdulás-mérési detektorok, optoelektronikai eszközök és kijelzők fejlesztésében valamint jövőbeli technológiai alkalmazásokban.

Az *MS Proteomika Kutatócsoport* tömegspektrometria alapú proteomikai, glikoproteomikai és foszfoproteomikai vizsgálati módszerek kidolgozásával, fejlesztésével és biokémiai, orvosi-biológiai alkalmazásával foglalkozik.

A Nemzeti Agykutatási Program keretében a szinaptikus fehérjék poszttranszlációs módosulásainak (glikoziláció, foszforiláció) vizsgálatára elválasztástechnika-tömegspektrometria csatolt technikát dolgozott ki, amellyel 945 glikozilációs és 561 foszforilációs helyet azonosítottak szinaptoszómában.

A kifejlesztett módszert alkalmazták alvásdepriváció közvetlen és tartósan megmaradó hatásának vizsgálatára a patkány agykérgi és thalamikus szinaptikus proteomjában. Ezen túlmenően a normális alvás-ébrenlét ciklus alatti agykérgi szinaptikus proteom változások mérésével alátámasztották az alvás szinaptikus homeosztázis elméletét, ahol a korábbiaknál sokkal kiterjedtebb változást találtak a szinaptikus protein hálózatok szintjén.

A kutatócsoport módszereket dolgozott ki a biomolekulák tömegspektrometriai energetikai jellemzéséhez. Vizsgálták szintetikus peptidek tandem tömegspektrumát 3 különböző analizátorú készülékekkel, majd ennek segítségével meghatározták a leucin-enkefalin aktivációs paramétereit. A Kutatócsoport széleskörű vizsgálatokat folytatott arra vonatkozóan, hogy egy adott készüléken felvett tömegspektrumot hogyan és milyen mértékben lehet reprodukálni egy másik készüléken. Kutatásaik alapján a vizsgált készülékek két fajtája között az ütközési energia megfelelő megválasztásával jó egyezés érhető el (spektrális hasonlóság > 0,99), míg ioncsapás készülék esetén csak korlátozott ütközési energia tartományban valósítható ez meg (alacsony ütközési energiákon, ahol a szülőion mennyisége > 50 %).

A kutatócsoport számos proteomikai és egyéb tömegspektrometriai témájú kutatásban is részt vesz különböző együttműködések keretein belül. Ezek közül kiemelkedőek az extracelluláris vezikulumok proteomjának megismerésére irányuló törekvések. Emellett számos módszerfejlesztési lépés is történt nyál és cerebrospinalis folyadék minták esetén biomarkerek kutatása céljából. A Kutatócsoport aktívan együttműködik az Enzimológiai Intézet több csoportjával is. Az együttműködések főleg a fehérje-fehérje komplexek és a foszforiláció vizsgálata és a funkcionális proteomika köré csoportosulnak.

Az *MS Metabolomika Kutatócsoport* munkatársai együttműködésben fejlesztettek ki új módszert a DNS metilációjának tanulmányozására, amit sikeresen alkalmaztak biológiai rendszereken. Verseny és Kiválósági Szerződések pályázat keretében módszert fejlesztettek ki fermentációs folyamatok során keletkező metabolitok mennyiségi meghatározására. A módszert sikeresen alkalmazták éles mintákon. A módszer eredményének köszönhetően egy igen költséges, korábban külföldön elvégezhető mérést sikerült kiváltani.

Ezen kívül transzportfolyamatokban részt vevő baicalin mennyiségi meghatározásakor egy igen ritka jelenséget figyeltek meg, majd tanulmányozták. A metodikai fejlesztés eredményeit alkalmazták éles minták esetén.

Az *NMR Kutatócsoport* kutatói NMR spektroszkópiai és biofizikai módszerek kombinációjával felderítették a ligandumot stabilizáló másodlagos kölcsönhatásokat a humán epesavkötő fehérjében és tovább finomították a komplexált fehérje szerkezeti modelljét. Eredményeiket a *The FEBS Journal* című folyóiratban fogadták el és megjelenés alatt van. Az ELTE TTK Biokémia Tanszék Motor Enzimológia és az MTA TTK AKI Spektroszkópia Kutatócsoportjával közösen ugyanebben a fehérjében meghatározták a ligandumok célbajuttatásában szerepet játszó fehérje letekeredés termodinamikai és kinetikai paramétereit, mely munkából két kézirat szerkesztés alatt áll. Együttműködésben a BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékével és a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszertechnológiai Intézetével polimer mátrixok és biológiailag aktív kismolekulák közötti kölcsönhatásokat írtak le és jellemeztek. Eredményeiket az *European Polymer Journal* című folyóiratban közzölték.

A *Kémiai Krisztallográfia Kutatócsoport* kutatói szerves vegyületek és komplexek konstitúciós és sztereokémiai jellemzésében nyújtanak elengedhetetlen segítséget. Az így nyert információkat felhasználják a kristály tervezési szabályok felállításában és helyességük ellenőrzésében. Ezen kívül hidroxipiridinkarbonsavak és 8-hidroxi-kinolinok réz(II) ionokkal képzett komplexeinek egykristály szerkezetét röntgendiffrakcióval és oldategyensúlyi szerkezeteit ESR spektroszkópiával tanulmányozták.

A *Funkcionális Farmakológiai Kutatócsoport* munkatársai kalcium-szenzor fehérjét expresszáló transzgenikus patkányt alkalmazva *in vivo* kimutatták az asztrogliá hálózatok szinkronizált, az alvás alatt megjelenő lassú hullámokhoz csatolt aktivációját. Leírták az asztrogliá és neuron hálózatok egymáshoz történő szinkronizációjának megjelenését *in vitro* epilepszia modellben, kimutatták, hogy az asztrogliá hálózatok szinkronizációjának gátlása önmagában is képes a rekurrens epileptiform kisülések megelőzésére, azonosították az e folyamatban szerepet játszó, potenciálisan gyógyszer-célpont fehérjét.

Kimutatták, hogy a poliamidoamin dendrimerek már szubtoxikus koncentrációban befolyásolják a hepatociták néhány olyan funkcióját, amelyek a kémiai védelmi rendszerben fontos szerepet játszanak. Kalcium-szenzor fehérjét expresszáló transzgenikus patkányból izolált hepatocita-Kupffer sejt kokultúrát alkalmazva igazolták, hogy a dendrimerek közvetlenül és a Kupffer sejtek közreműködésével egyaránt hatnak a hepatocitákban lejátszódó metabolikus és transzport folyamatokra. Igazolták, hogy a dendrimerek felületi töltése meghatározó toxicitásuk és a májfunkciókat befolyásoló hatásuk mértékében.

b) Tudomány és társadalom

Az intézet kutatói aktívan részt vettek az ELTE által szervezett tudománynépszerűsítő Alkímia Ma előadássorozatban előadóként. Az intézet több kutatója vett részt a kutatóközpont által hagyományosan megrendezésre kerülő AKI Kíváncsi Kémikus középiskolai tudománynépszerűsítő táborban.

A Kölcsey Ferenc Gimnázium és a Berzsenyi Dániel Gimnázium „Szakmai napja” programjában és ennek keretében látogatást szerveztek az érdeklődő tanulóknak valamint kerekasztal beszélgetésen vettek részt, amelynek keretében a diákok bepillanthattak a kutatói munka szépségeibe. Ezen kívül előadásokat tartottak a budapesti Piarista Gimnáziumban a végzős diákoknak a kutatói életpályáról és a tudományos kutatás érdekes társadalmi, gazdasági és intellektuális kihívásairól.

A proteomikai kutatásokkal kapcsolatos módszereket és eredményeket az együttműködő egyetemek hallgatói körében laboratóriumi gyakorlatokon népszerűsítették.

Az intézet kutatóinak ismeretterjesztő írása jelent meg a Magyar Tudomány folyóiratban. Több kutatócsoport vett részt A gyógyszerkutatás műszeres módszerei című hiánypótló könyv elkészítésében.

A kutatóintézetben működik a Cambridge Krisztallográfiai Adatbázis Magyar Nemzeti Központja.

Az intézet aktívan részt vesz a felsőoktatásban. Az intézet kutatói speciálkollégiumot tartanak, és laboratóriumi gyakorlatokat vezetnek mind az ELTE-n, a BME-n, illetve a SOTE-n. Részt vesznek a Doktori Iskolák munkájában is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Téma: α 2C receptor antagonisták kutatása

Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt., Budapest

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

α 2C receptoron hatásos antagonisták felfedezése

Közös publikációk száma: 1

Téma: QM/MM számítási módszer fejlesztése

Együttműködő partnerintézmény: BME Fizikai Kémia Tanszék, Budapest

Téma: Új heterociklusos vegyületek fejlesztése

Együttműködő partnerintézmény: Servier Gyógyszerkémiai Kutatóintézet Zrt., Budapest

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az együttműködés keretében új heterociklusos vegyületeket hoztak létre, amelyek az együttműködő partner gyógyszerkémiai kutatásaiba illeszkedtek.

Téma: Foldamer építőelem előállítás

Együttműködő partnerintézmény: Servier Gyógyszerkémiai Kutatóintézet Zrt., Budapest

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az együttműködés keretében foldamer építőelemet állítottak elő, amelyek az együttműködő partner gyógyszerkémiai kutatásaiba illeszkedtek.

Téma: Jelzővegyületek és bioortogonális reagensek alkalmazhatóságának elméleti modellezése

Együttműködő partnerintézmény: BME, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Elméleti kémiai számításokkal igazolták tetrazinok reakciókészségét, illetve meghatározták kettősen tompított fluoreszcenciájú biszazidok és peptidok konjugátumainak konformációját.

Közös publikációk száma: 1 revízióra visszakapva.

Téma: Olefin metatézis reakciókat elősegítő Mo és W katalizátorok fejlesztése

Együttműködő partnerintézmény: Ximo AG

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

A projekt keretében elméleti módszerek segítségével újonnan tervezett katalizátorok (Schrock-féle Mo és W komplexek) reaktivitását vizsgálják.

Téma: Arany nanoklaszterek

Együttműködő partnerintézmény: MTA-SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az együttműködés fő területe a biológiai anyagok arany nanoklasztereinek a fotofizikai vizsgálata. Közös publikációk készítése folyamatban van.

Téma: Terápiában alkalmazott fehérjék glikozilációs mintázatának meghatározása

Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt., Budapest

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Közös VKSZ pályázat keretében monoklonális antitestek glikozilációjának vizsgálatára fejlesztünk és alkalmazunk nanoUHPLC-MS/MS mérési módszert.

Téma: Fermentáció során keletkező metabolitok azonosítása és mennyiségi meghatározása

Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt., Budapest

Egyezmény neve (kapcsolat formája): VKSZ12

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Módszert dolgoztak ki az aminosavak mennyiségének fermentlevekből történő meghatározására. A módszer sikerrel váltotta ki a gyár korábban Svájcban elvégezhető méréseit.

Téma: A humán epesavkötő fehérje szállító és célba-juttató funkciójának felderítése integrált biofizikai megközelítéssel

Együttműködő partnerintézmény: ELTE TTK Biokémia Tanszék Motor Enzimológia Kutatócsoport és MTA TTK AKI Spektroszkópia Kutatócsoport

Egyezmény neve (kapcsolat formája): MEDinPROT

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

NMR spektroszkópiái és fluoreszcenciás vizsgálatokkal jellemezték az epesavak metabolikus célba juttatásában szerepet játszó fehérje letekeredés termodinamikai és kinetikai sajátosságait a humán epesavkötő fehérjében. Megállapították, hogy a letekeredés köztes állapoton keresztül valósul meg. Az NMR mérésekkel nyert aminosav-specifikus információ ugyanakkor a szekvencia mentén nem egységes hőmérséklet választ jelez, amely a fehérje hidrofób magja és a perifériális N-terminális szegmens eltérő viselkedésére utal.

Közös publikációk száma: 2 előkészület alatt

Téma: Szabályozott hatóanyag-leadású rendszerek vizsgálata és tervezése

Együttműködő partnerintézmény: BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék; Szegedi Tudományegyetem, Gyógyszertechnológiai Intézet

Egyezmény neve (kapcsolat formája): tudományos együttműködés, NKFI K101861

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Polimer mátrix és kismolekulás hatóanyagok közti kölcsönhatásokat erősségét vizsgálták, amelyek alapvetően befolyásolják a hatóanyag leadást és a hatóanyag morfológiáját.

Közös publikációk száma: 3 (1 közlésre elfogadva)

Téma: η^1 -silolil-FeCp(CO)₂ komplexek. Út a szila-ferrocének felé?

Együttműködő partnerintézmény: BME, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

η^1 -silolil-FeCp(CO)₂ komplexek szintézise és kristályszerkezetének bizonyítása a szila-ferrocének előállításánál irányában

Közös publikációk száma: 1

Téma: Új oxazolin származékok szintézise réz katalizált karboarilációs gyűrűzárással és bifunkcionális négyzetamid organokatalizátor Michael reakcióban

Együttműködő partnerintézmény: ELTE, Kémiai Intézet

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Réz katalizált karboarilációs gyűrűzárással előállított új oxazolin származékok szerkezetvizsgálata, valamint aszimmetrikus és sztereoselektív és retro-Michael reakció bifunkcionális négyzetamid organokatalizátorral.

Közös publikációk száma: 2

Téma: Királis vegyületek rezolválása és szerkezet igazolása

Együttműködő partnerintézmény: BME Szerves és Technológiai Kémiai Tanszék

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Dietilcink enantioszelektív addíciója aldehidekre és diasztereomer sóképzéssel végzett rezolváció.

Közös publikációk száma: 3

Téma: Rákellenes hatású tioszemikarbazon vegyületek oldategyensúlyi és szerkezetvizsgálata

Együttműködő partnerintézmény: Szegedi Tudományegyetem, Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék; University of Vienna, Institute of Inorganic Chemistry, Ausztria

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:
Cu(II)- és VO(IV)-tioszemikarbazon komplexek oldategyensúlyi és szerkezetvizsgálatát végeztük el ESR spektroszkópiai módszerrel.

Közös publikációk száma: 2

Téma: Szilikagélen kötött Mn(II)aminosav komplexek szerkezetvizsgálata

Együttműködő partnerintézmény: Szegedi Tudományegyetem, Szerves Kémia Tanszék

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Szilikagélen kötött Mn(II)aminosav komplexek ESR spektroszkópiai vizsgálatát végeztük el

Közös publikációk száma: 1

Téma: Új heterotrop Ar-BIAN ligandum

Együttműködő partnerintézmény: Pannon Egyetem

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Új heterotrop Ar-BIAN ligandum függő foszfor donor funkciók csoporttal.

Közös publikációk száma: 1

Téma: Kalcium-szenzitív fehérjét expresszáló új patkány állatmodell létrehozása és felhasználása

Együttműködő partnerintézmény: KTT Kft.; MTA TKI; Toxicop Zrt.; Immunogenes Kft.,

MTA KOKI, Femtonics Kft., Semmelweis Egyetem, ELTE (valamennyi Budapest)

Egyezmény neve (kapcsolat formája): Konzorciális KTIA, illetve tudományos kooperáció

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Kalcium-szenzitív fehérjét expresszáló új patkány állatmodellt hoztak létre és karakterizáltak. Kimutatták a gliasejt hálózatok szinkronizált, az alvás alatt megjelenő lassú hullámokhoz csatolt aktivációját in vivo.

Közös publikációk száma: 1 elfogadott, 2 előkészületben

Téma: Különböző fajokból primer hepatocita izolálás és tenyésztés

Együttműködő partnerintézmény: Solvo Biotechnológiai Zrt

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Transzport folyamatok tesztelése hepatocita 3D kultúrában

Téma: Májregenerációs vizsgálatok portális véna lekötés után patkány modellben

Együttműködő partnerintézmény: I. sz. Sebészeti Klinika, Semmelweis Egyetem

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

A patkány máj 2/3 részének portális keringését lekötvén a nem lekött 1/3 rész 7 nap alatt átveszi a teljes máj szerepét, méretben és működésben egyaránt. Az epeszekréció mértéke ez idő alatt nem csökken, de az epe összetétele a transzporterek expressziója és aktivitása változik. A lekötés utáni 7. napra a lekött lebenyek mérete és aktivitása jelentősen csökken.

Közös publikációk száma: 1 előkészületben

Téma: Növényvédőszer toxicitásának vizsgálata

Együttműködő partnerintézmény: Pannon Egyetem, Georgikon Szak, Növényvédelmi Intézet

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Forgalomban lévő növényvédelmi szerek citotoxicitásának vizsgálata primer hepatocita kultúrában

Közös publikációk száma: 1 előkészületben, 1 elbírálás alatt

Nemzetközi kapcsolatok

Téma: DNS és RNS többszörös jelölése NIR fluorofórokkal (bio)ortogonális módon

Együttműködő partnerintézmény: Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Németország

Egyezmény neve (kapcsolat formája): ERA-Chemistry (OTKA-NN)

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az intézetben kifejlesztett bioortogonális reagenseket az együttműködő partner oligonukleotidokban teszteli.

Közös publikációk száma: 1 megjelent.

Téma: Mesterséges sejtszervecskék létrehozása és jelölése

Együttműködő partnerintézmény: Freiburg University, Freiburg, Németország

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése: Az intézetben kifejlesztett fluoreszcens bioortogonális reagenseket az együttműködő partner mesterséges sejtszervecskék jelölésére használta fel.

Közös publikációk száma: 1 megjelent.

Téma: Genetikailag kódolható mesterséges aminosavak fejlesztése, illetve új fluorogén festékek fejlesztése genetikailag módosított fehérjék szuperfelbontású mikroszkópiával történő vizsgálatához

Együttműködő partnerintézmény: European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg, Németország

Egyezmény neve (kapcsolat formája): kutatási együttműködés OTKA-NN

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az előállított vegyületeket a partner modellfehérjék genetikai módosítására használja fel, valamint teszteli a magyar laboratóriumban előállított jelzővegyületeket.

Téma: Hasznos tulajdonságú szupramolekuláris arany komplexek

Együttműködő partnerintézmény: New York University Abu Dhabi (Egyesült Arab Emírségek)

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az együttműködés eredményes, fő területe az előállított új szupramolekuláris arany komplexek korszerű szerkezet- és anyagvizsgálata, valamint a szerkezet és tulajdonságok közötti összefüggések együttes feltárása.

Téma: Gyógyszer hatóanyagok aktivitás modulációjának vizsgálata tömegspektrometriai módszerek és számítógépes modellezés alkalmazásával

Együttműködő partnerintézmény: B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukrajna

Egyezmény neve (kapcsolat formája): MTA és Ukrán Tudományos Akadémia kétoldalú együttműködés

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Artemisin típusú malária ellenes gyógyszermolekuláknak és gyulladáscsökkentőknek (pl. aspirin) együttes alkalmazásakor fellépő kölcsönhatásokat vizsgálták electrospray ionizációs tömegspektrometriai módszerekkel. Eredményként az egyszerre alkalmazott kétféle gyógyszer kölcsönösen módosíthatja egymás kölcsönhatását a sejtmembránnal, ezáltal a sejtmembránon való áthatolási képességét és a gyógyszerek aktivitását is.

Közös publikációk száma: 1

Téma: Az intermolekuláris kölcsönhatások finomhangolása, izostrukturalitás, polomorfia

Együttműködő partnerintézmény: Institute of Organic Chemistry, Technical University Bergakademy Freiberg, Freiberg, Germany

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Sztérikus és elektrosztatikus kölcsönhatások feltérképezésének segítségével a másodlagos kölcsönhatások finomhangolása valósult meg.

Téma: Réz(II) ionok szerepének vizsgálata fehérjék aggregációjában

Együttműködő partnerintézmény: Indian Institute of Technology, Department of Chemistry, Kharagpur, India: Swagata Dasgupta

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Tojásfehérje lizozimhoz koordinálódott Cu(II)ionok ESR spektrumainak szimulációját és értelmezését végeztük el

Közös publikációk száma: 2

Téma: Bioligandumok és funkcionális fémkomplexeinek szerkezetmeghatározása szilird és oldat fázisban

Együttműködő partnerintézmény: University of Vienna, Faculty of Chemistry, Institute of Inorganic Chemistry; University of Padova, Department of Chemical Sciences, Padova, Italy

Egyezmény neve (kapcsolat formája): OTKA pályázat (K115762)

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Az együttműködő partnerek által szintetizált új bioaktív vegyületek és fémkomplexeik szerkezetvizsgálatát végezzük SXR és ESR spektroszkóiai módszerekkel.

Téma: Izostrukturalitás, morfofotrópia, polimorfia

Együttműködő partnerintézmény: Cape Peninsula University of Technology, Fokváros, Dél-Afrika

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

Piedfort egységek szimmetria kontrollált átrendeződése 2,4,6-triariloxi-1,3,5-triazin származékok kristályaiban

Közös publikációk száma: 1

Téma: GABA transzporter altípus specifikus vegyületek fejlesztése

Együttműködő partnerintézmény: University of Leuven, Belgium

Egyezmény neve (kapcsolat formája): ERA-Chemistry

Eredmények, ill. az együttműködés értékelése:

A neuroprotektív Glu/GABA mechanizmus gyógyászati célú kiaknázásának céljával 33 új spirobicyclusos származékot ill. prekuzort állítottak elő és teszteltek, amelyek közül 4 altípus szelektívnek bizonyult.

Közös publikációk száma: 1 elfogadott

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Pályázat: FragNet H2020 MSC ITN

Pályázati téma: FRAGments training NETwork

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 140 MFt, 2015-ben: 0 Ft

Projekt kezdete: 2016.03.01

Pályázat: OTKA K (K 116904)

Pályázati téma: JAK inhibitorok kutatása

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 40 MFt, 2015-ben: 4 MFt

Projekt kezdete: 2016.03.01

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei: JAK inhibitorok azonosítására szolgáló ligandum- és szerkezet-alapú módszerek kidolgozása

Pályázat: OTKA K (K 116150)

Pályázati téma: Új aktiválási elvek fejlesztése a katalízisben

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 27,6 MFt

Projekt kezdete: 2015.09.01

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei:

Az oxianion elv alapján tervezett katalizátor jelöltek és az előállítani kívánt sztérikusan zsúfolt boránok kiválasztása és szintézisük tervezése.

Pályázat: OTKA N6265N (NN 115660)

Pályázati téma: Új fluorogén festékek fejlesztése genetikailag módosított fehérjék szuperfelbontású mikroszkópiával történő vizsgálatához

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 30 MFt

Projekt kezdete: 2015.09.01

Pályázat: OTKA K (K 115660)

Pályázati téma: Frusztrált Lewis párok reakcióinak elméleti vizsgálata

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 29,7 MFt

Projekt kezdete: 2015.09.01

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei:

Kezdeti eredmények aszimmetrikus hidrogénezési reakciók vizsgálatában

Pályázat: OTKA K (K 116034)

Pályázati téma: Katalitikus reaktivitás QMMM szimulációkból

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 35,3 MFt

Projekt kezdete: 2016.01.01

Pályázat: OTKA K (K 115939)

Pályázati téma: Intermolekuláris kölcsönhatások vizsgálata szabályozott hatóanyag-leadású rendszerekben

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 26,9 MFt

Projekt kezdete: 2016.02.01

Pályázat: OTKA K (K 115762)

Pályázati téma: Bioligandumok és funkcionális fémkomplexeinek szerkezet-meghatározása szilárd és oldat fázisban

A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 21,8 MFt 2015-ben: 7,3 MFt

Projekt kezdete: 2015.09.01

A pályázat keretében 2015-ben végzett munka fontosabb eredményei:

Különböző helyzetben szubsztituált hidroxipridinkarbonsav, valamint 8-hidroxi-kinolin származékok és rézkomplexeiknek kristályosítását és egykristály röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálatát végezték, valamint réz(II)komplexnek az oldategyensúlyi és szerkezetvizsgálatát is elvégezték ESR spektroszkópiával.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kelemen AA, Ferenczy GG, Keserű GM: A desirability function-based scoring scheme for selecting fragment-like class A aminergic GPCR ligands. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, 29: 59-66 (2015) <http://real.mtak.hu/25050/>
2. Ferenczy GG, Keserű GM: The impact of binding thermodynamics on medicinal chemistry optimizations. *Future Medicinal Chemistry*, 7: 1285-1303 (2015) <http://real.mtak.hu/32982/>
3. Tarcsay Á., Keserű, GM: Is there a link between selectivity and binding thermodynamics profiles? *Drug Discovery Today*, 20: 86-94 (2015) <http://real.mtak.hu/25966/>
4. Dobi Z, Holczbauer T, Soós T: Strain-Driven Direct Cross-Aldol and -Ketol Reactions of Four-Membered Heterocyclic Ketones. *Organic Letters*, 17: 2634-2637 (2015) <http://real.mtak.hu/33034/>

5. Gyömöre Á, Bakos M, Földes T, Pápai I, Domján A, Soós T: Moisture-Tolerant Frustrated Lewis Pair Catalyst for Hydrogenation of Aldehydes and Ketones. *ACS Catalysis*, 5: 5366-5372 (2015) <http://real.mtak.hu/25969/>
6. Varga Sz, Jakab G, Csámpai A, Soós T: Iterative Coupling of Two Different Enones by Nitromethane Using Bifunctional Thiourea Organocatalysts. Stereocontrolled Assembly of Cyclic and Acyclic Structures. *Journal of Organic Chemistry*, 80: 8990-8996 (2015) <http://real.mtak.hu/27351/>
7. Domonkos C, Zsila F, Fitos I, Visy J, Kassai R, Bálint B, Kotschy A: Synthesis and serum protein binding of novel ring-substituted harmine derivatives. *RSC Advances*, 5:53809-53818 (2015) <http://real.mtak.hu/30885/>
8. Huber MC, Schreiber A, von Olshausen P, Varga BR, Kretz O, Joch B, Barnert S, Schubert R, Eimer S, Kele P, Schiller SM: Designer amphiphilic proteins as building blocks for the intracellular formation of organelle-like compartments. *Nature Materials* 14: 125-132 (2015) <http://real.mtak.hu/20474/>
9. Chernichenko K, Kótai B, Pápai I, Zhivonitko V, Nieger M, Leskelä M, Repo T: Intramolecular Frustrated Lewis Pair with the Smallest Boryl Site: Reversible H₂ Addition and Kinetic Analysis. *Angewandte Chemie International Edition*, 54: 1749-1753 (2015) <http://real.mtak.hu/25959/>
10. Lindqvist M, Borre K, Axenov K, Kótai B, Nieger M, Leskelä M, Pápai I, Repo T: Chiral Molecular Tweezers: Synthesis and Reactivity in Asymmetric Hydrogenation. *Journal American Chemical Society*, 137: 4038-4041 (2015) <http://real.mtak.hu/25961/>
11. Tolnai GL, Székely A, Makó Z, Gáti T, Daru J, Bihari T, Stirling A, Novák Z: Efficient direct 2,2,2-trifluoroethylation of indoles via C–H functionalization. *Chemical Communications*, 51: 4488-4491 (2015) http://real.mtak.hu/26751
12. Deák A, Jobbágy C, Marsi G, Molnár M, Szakács Z, Baranyai P: Anion-, Solvent-, Temperature-, and Mechano-Responsive Photoluminescence in Gold(I) Diphosphine-Based Dimers. *Chemistry-A European Journal*, 21: 11495-11508 (2015) <http://real.mtak.hu/25650/>
13. Baranyai P, Marsi G, Jobbagy C, Domjan A, Olah L, Deak A: Mechano-induced reversible colour and luminescence switching of a gold(I)-diphosphine complex. *Dalton Transactions*, 44: 13455-13459 (2015) <http://real.mtak.hu/25648/>
14. Tóth E, Hevér H, Ozohánics O, Telekes A, Vékey K, Drahos L: Simple correction improving long-term reproducibility of HPLC-MS. *Journal Mass Spectrometry* 50: 1130-1135 (2015) <http://real.mtak.hu/32986/>
15. Marton L, Nagy GN, Ozohánics O, Labas A, Kramos B, Olah J, et al (2): Molecular Mechanism for the Thermo-Sensitive Phenotype of CHO-MT58 Cell Line Harboring a Mutant CTP:Phosphocholine Cytidylyltransferase. *Plos One*, 10:(6) e0129632. (2015) <http://real.mtak.hu/24974/>
16. Magda B, Márta Z, Imre T, Kalapos-Kovács B, Klebovich I, Fekete J, Szabó PT: Unexpected retention behavior of baicalin: Hydrophilic interaction like properties of a reversed-phase column. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 111: 119-125 (2015) <http://real.mtak.hu/33033/>
17. Manek E, Domján A, Madarasz J, Laszlo K: Interactions in aromatic probe molecule loaded poly (N-isopropylacrylamide) hydrogels and implications for drug delivery. *European Polymer Journal*, 68: 654-664 (2015) http://real.mtak.hu/28169

18. Resnati G, Boldyreva E, Bombicz P, Kawano M: Supramolecular interactions in the solid state. *IUCrJ* 2: 675-690 (2015) <http://dx.doi.org/10.1107/S2052252515014608>
19. Bacher F, Dömötör O, Chugunova A, Nagy NV, Filipović L, Radulović S, Enyedy ÉA, Arion VB: Strong effect of copper(II) coordination on antiproliferative activity of thiosemicarbazone–piperazine and thiosemicarbazone–morpholine hybrids, *Dalton Transaction*, 44: 9071-990 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/c5dt01076d>
20. Kékesi O, Ioja E, Szabó Zs, Kardos J, Héja L: Recurrent seizure-like events are associated with coupled astroglial synchronization. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 9: 215 (2015) <http://real.mtak.hu/30434/>
21. Pál I, Kardos J, Dobolyi Á, Héja L: Appearance of fast astrocytic component in voltage-sensitive dye imaging of neural activity. *Molecular Brain*, 8: 1-20 (2015) <http://real.mtak.hu/30433/>
22. Jemnitz K, Szabó M, Bátai-Konczos A, Szabó P, Magda B, Veres Z: A modified procedure for estimating the impact of the uptake on the overall biliary clearance in sandwich culture of rat hepatocytes. *Drug Metabolism Letters*, 9: 17-27 (2015) <http://real.mtak.hu/32531/>
23. Szebényi K, Füredi A, Kolacsek O, Pergel E, Bösze Zs, Bender B, Vajdovich P, Tóvári J, Homolya L, Szakács G, Héja L, Enyedi Á, Sarkadi B, Apáti Á, Orbán TI: Generation of a homozygous transgenic rat strain stably expressing a calcium sensor protein for direct examination of calcium signaling. *Scientific Reports*, 5: 12645 (2015) <http://real.mtak.hu/26204/>

**AZ MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS
PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	495	Ebből kutató ² :	352
PhD, kandidátus:	180	MTA doktora:	33
		Rendes tag és levelező tag:	6
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			6
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			170
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			416
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			403
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			29
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			323
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			301
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	1181,81	Összes független hivatkozás száma (2014):	17407
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			20529
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 36	MTA doktora:	2
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	3	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	5
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			179
		poszterek száma:	216
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	36	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	66
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			57
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			104
Témavezetések száma: TDK munka:	65	Diplomamunka (BSc):	149
Diplomamunka (MSc):	97	PhD:	159
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		2542 053	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ :	44	Teljes saját bevétel:	2451 193 E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:			E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			89
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	440 969	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			61
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	753 486	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			14
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	313 811	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			4
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	26 215	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		916 712	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2542 053	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	2451 193	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	440 969	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	753 486	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	313 811	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	26 215	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	325 297	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	9937	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	412 128	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	169 350	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: TTK központ vezetése alá tartozó csoportok

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	94	Ebből kutató ² :	26
PhD, kandidátus:	13	MTA doktora:	4
		Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			12

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	19,614	Összes független hivatkozás száma (2014):	16
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			21

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	1	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			12
		posztterek száma:	27
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			15
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	47
Diplomamunka (MSc):	10	PhD:	12

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	127	Ebből kutató ² :	104
PhD, kandidátus:	64	MTA doktora:	10
		Rendes tag és levelező tag:	3
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporton kívüli állományban levő kutatók száma ⁴ :			38

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud. okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	170	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	166	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	16	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	6	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	127	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	120	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	378,746	Összes független hivatkozás száma (2014):	4786
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			5539

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	4	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	2	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	3
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	63		
	posztterek száma:	50	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	13	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	16
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			23
Témavezetések száma: TDK munka:	20	Diplomamunka (BSc):	19
Diplomamunka (MSc):	36	PhD:	30

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: TTK Enzimológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	140	Ebből kutató ² :	121
PhD, kandidátus:	57	MTA doktora:	8
		Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			64

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	103	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	102	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	1	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	0	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	93	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	85	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	446,04	Összes független hivatkozás száma (2014):	3719
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			4361

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	19	MTA doktora:	1
---	------	----	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	41		
	posztterek száma:	78	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	9	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	22
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			44

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	28		
Témavezetések száma: TDK munka:	25	Diplomamunka (BSc):	24
Diplomamunka (MSc):	18	PhD:	63

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám ¹ :	60	Ebből kutató ² :	42
PhD, kandidátus:	13	MTA doktora: 6	Rendes tag és levelező tag:
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma ⁴ :			24

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			66
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			62
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			10
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			36
mindezekből recenzió, kritika	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Megjelent könyv/monográfia, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyv szerkesztése ⁷	magyarul: 1	idegen nyelven:	0
Folyóirat, vagy sorozatszerkesztés	magyarul: 4	idegen nyelven:	4

3. IDÉZETTSÉGI MUTATÓK (2014)

Összes hivatkozás száma ⁸ :	3772	Összes független hivatkozások száma:	3057
--	------	--------------------------------------	------

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 6	MTA doktora:	1
---	--------	--------------	---

5. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Tud. előadások száma nemzetközi rendezvényen ¹⁰ :	48	hazai:	27
Nyilvános esemény megrendezése:	9	kulturális rendezvények:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹¹ :			6
Nemzetközi tudományos bizottsági tagság:	6	hazai:	15
Nemzetközi folyóirat szerkesztőségi tagság:	12	hazai:	4

6. A HAZAI FELSOROKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹² :			19
Témavezetések száma: TDK munka:	8	Diplomamunka (BSc):	46
Diplomamunka (MSc):	21	PhD:	32

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: TTK Szerves Kémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	74	Ebből kutató ² :	59
PhD, kandidátus:	33	MTA doktora:	5
		Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			32

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	87	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	84	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	1	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	0	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	80	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	75	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	305,679	Összes független hivatkozás száma (2014):	2245
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			2675

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	6	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	2
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	15		
	posztterek száma:	29	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	13
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	19		
Témavezetések száma: TDK munka:	10	Diplomamunka (BSc):	13
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	22

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT

1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29-33., 1525 Budapest Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598,
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2015-ban

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) fő kutatási szervezeti egységei a Részecske- és Magfizikai Intézet (RMI) és a Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet (SZFI), mely intézetek tudományos beszámolóit a következő oldalakon megtalálhatók. A kutatóközpontban folyó kutatási tevékenységhez logisztikai és kiegészítő támogatást alapvetően a Titkarság, a Gazdasági Osztály (GO), a Műszaki vezetés és a Műhely, valamint a Könyvtár, a Számítástechnikai Hálózati Központ (SZHK) és a Wigner Adatközpont nyújt. Az év végére 6 Telephelyet hoztak létre a konvergencia régiókban (Piszkéstető, Nagycenk, Miskolc, Pécs, Székesfehérvár és Zalaegerszeg), amelyekről az új Alapító Okirat rendelkezett. A Telephelyek alapítása egyrészt K+F projektekben való meglévő együttműködéseiket volt hivatott támogatni, másrészt lehetőséget biztosított, hogy partnereikkel konzorciumot alakítva pályázatot nyújthassanak be az NKFIH kutatás-fejlesztést támogató pályázataira.

A két intézetben a tudományos kutatás és a kutatás-fejlesztési feladatok jól meghatározott tematikájú kutatócsoportokban folynak, amelyek vezetői felelősek a tudományos munka minőségéért, a nemzetközi színvonal biztosításáért. A kutatóosztályok a hasonló tematikájú kutatócsoportokat fogják össze. Az év során 3 MTA Lendület Kutatócsoport kiváló minősítés mellett véglegesítésre került a 8 csoportból. Párhuzamosan megkezdte működését egy új kutatócsoport is, amely a Nemzeti Agy Program (NAP) kiemelt támogatásában részesül. 2015 februárjától megtörtént a kiemelt anyagi elismerésben és helyi támogatásban részesülő Wigner Kutatócsoportok kiválasztása is. Összesen 7 ilyen csoport indult, így 2015 közepén a két intézet 11 kutatóosztályból és 40 kutatócsoportból állt, amelyek között 16 rendelkezett kiemelt támogatással. A kutatócsoportok több hazai és nemzetközi workshopot és konferenciát rendeztek, ezek a tematikus események az intézetek beszámolóiban kerültek felsorolásra.

Titkarság: 2015-re a Titkarság összetétele véglegesítődött. A kutatók és a vezetőség aktuális, napi problémáit 3 kolléganő segít megoldani. A tudományos titkár gondoskodik a szakmai jelentések és beszámolók véglegesítéséről, a belső szakmai pályázatok kiírásáról és elbírálásáról, az MTA pályázatok és a kutatási EU pályázatok előkészítéséről és benyújtásáról. Az innovációs titkár feladata az NKFIH által kiírt pályázatok nyomon követése, a pályázatok benyújtásának támogatása, a K+F pályázatoknál szükséges ipari kapcsolatok megalapozása és nyomon követése, az intézményen belüli szellemi tulajdon kezelés, az intézeti szabadalmak benyújtásának előkészítése és gondozása, az innováció és a technológia transzfer területén létrehozott hazai és H2020 pályázatok benyújtása és nyomon követése. 2015 végére megkezdődtek az első, szolgálati szabadalomra javasolt kutatói ötletek meghallgatása és elbírálása. A Wigner FK több szabadalmi javaslatot befogadott és elkezdte a szabadalommal nyilvánítás folyamatát. Mindkét titkár tevékenységét segíti a CONVEX programcsomag, amelyben nyilvántartják a benyújtott pályázatokat és követik azok későbbi sorsát. 2015-re a Wigner FK 40 db H2020 pályázatot nyújtott be és közülük 6 nyert támogatást (a 15 %-os támogatási ráta elérése kiemelkedő eredménynek tekinthető). A kutatók sokat tesznek a saját kutatási eredményeik és a Wigner FK láthatóságának növelése érdekében. A Wigneres eredmények és azok alkotói sokszor szerepeltek a sajtóban, a médiában, az MTA és MTI honlapokon. Ehhez jelentősen hozzájárul az előző évben felvett

kommunikációs titkár, aki 2015-re rutinszerűen kezelte a kollégák által kitalált és benyújtott kommunikációs ötleteket. Az egész évi tevékenységből kiemelkedett a Sokszínű Fizika Busz aktivitása, annak logisztikai és tudomány módszertani támogatása. Az év során a busz, illetve a felkért önként vállalkozó kollégák több mint 40 helyen folytattak ismeretterjesztő tevékenységet, előadást tartottak és bemutatták legújabb kutatási eredményeiket. Az ország több részén folytatták ezt a tevékenységet, sőt még Szerbiába, Zentára is eljutottak, ahol nagy sikerük volt az előadóknak a magyar nyelvű hallgatóság előtt. Az év során számos hazai és nemzetközi delegáció és érdeklődő csoport járt a Wigner FK-ban, számukra is érdekes előadásokat és laborlátogatásokat szerveztek a Titkárság munkatársai, s mindezen tevékenységek összehangolásával magas színvonalon támogatták a kutatók tudásátadó, ismeretterjesztő tevékenységét.

Gazdasági Osztály (GO): 2015-ben a GO munkatársai már nagy gyakorlattal kezelték a munkájukat megkönnyítő szoftvereket, így a központosított, illetve a belső fejlesztésű program-rendszereket. A 2013-ban bevezetett Központosított Illetmény-számfejtési Rendszer (KIR) alapvetően probléma mentesen működött az év során, azonban az év végével bevezetett KIRA-rendszer már sok problémát okozott, amelyek kijavítása jelentős energiákat kötött le. Ezzel párhuzamosan az elszámolási rendszerük (ECOSTAT) új elemekkel bővült. A fő törekvés az volt, hogy a kutatási tevékenység pénzügyi háttérének nyomon követése, elemzése kutatócsoporti szintig megtörténhessen. A korábban bevezetett anyagrendelési és szabadság-nyilvántartó rendszer kiegészült a kiküldetések papírmentes kezelésével. Minden fejlesztésnél fontos szempont volt, hogy a kialakított informatikai rendszerek képesek legyenek a kutatási feladatok nemzetközi színvonalon történő támogatására, az EU-szabályok szerinti elszámolási módszerek integrálására. Az év során megtörtént az Állami Számvevőszék ellenőrzése, amely nem talált rendellenességet a GO működésében.

Műszaki vezetés és a Műhely: A műszaki vezető kolléga sikeresen folytatta a Wigner FK épületeink megújítását, amelyeket az MTA-tól 2014 során megpályázott és elnyert pénzügyi támogatások tettek lehetővé. Az épületek szobáiban és folyosóin befejeződött a világítás korszerűsítése, aminek eredményeként megnövelt fényerősség mellett is felére csökkent az áramfogyasztás. Ezek a fejlesztések azonban rámutattak, hogy nagy szükség lenne a Wigner FK által használt, nagymértékben elöregedett épületegyüttes műszaki állapotának komplex fejlesztésére. Erre folyamatos előkészületeket végeznek. A Műhely által használt helyiségek felújítása is megtörtént, amely jelentősen javította a munkakörülményeket. Időközben folyik a Műhely tevékenységének monitorozása, amely a belső elszámolási rendszer átalakítását alapozza meg.

Könyvtár: A KFKI Telephelyet kiszolgáló Könyvtár szervezetileg a Wigner FK kezelésébe tartozik. 2015-ben sikerült újabb könyvbeszerzésekkel gazdagítani a könyvvállományt. Ezek egy része már „e-book” formátumú volt, igazodva a legújabb, elektronikus alapú könyvtári szolgáltatások terjedéséhez. A Könyvtár élén személyi változás történt és sikerült új kollégákat is felvenni. A Könyvtár személyi állományának megújítása során továbbra is fontos szempont a 21. század kihívásaihoz igazodó könyvtár-informatikai fejlesztések bevezetése és üzemeltetése.

Számítógépes Hálózati Központ (SZHK): Az SZHK feladata a KFKI Telephely összes kutató és fejlesztő intézményének számítástechnikai hálózattal és kapcsolattal való ellátása, a helyi hálózat működtetése, fejlesztése, a hálózati és adat-biztonságot növelő eljárások és eszközök bevezetése. Az SZHK látja el a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program regionális központi feladatait is. Az SZHK ezeknek a feladatoknak csak akkor tud eleget

tenni, ha a berendezéseket megfelelően magas színvonalon üzemelteti és képes folyamatosan fejleszteni a rendelkezésre álló technikát. A 2014-ben befejezett fejlesztések eredményeként, a hidegfolyosós rendszernek köszönhetően, az egyre melegebb időjárás közepette sem történt műszaki leállás vagy egyéb meghibásodás. Az SZHK az egész év során magas szintű szolgáltatást nyújtott a mintegy 60 kW-nyi IT-teljesítményű, nagy érzékenységgű számítástechnikai eszköz kiszolgálása során. Párhuzamosan tovább folytatódott a kutatóközpont területén a központi Wi-Fi rendszer kiépítése, beüzemelése.

Wigner Adatközpont: A 2013-ban megnyitott Wigner Adatközpontban tovább folyt a CERN@WIGNER projekt teljesítése. A CERN közel 300 rack-szekrényi területen 2 MW IT-teljesítményt kötött le az itt elhelyezett számítógépeivel. A közel 3 MW-nyi teljesítmény teljes kihasználására várhatóan 2016-ban kerül sor. 2015 nyarán megtörtént a korábbi 3 éves szerződés meghosszabbítása, amely egyértelműen az Adatközpont működésének magas színvonalát bizonyítja. A CERN projekttel párhuzamosan, 2015 őszén elindult a Wigner Felhő kísérleti üzemeltetése. Az 1000 magból és 0,5 PB adattárolóból álló egység nagyszerűen működött, s a kutatóközpont kollégái 2016-tól már rutinszerűen használhatják a Felhő szolgáltatást. Hazánkban itt, az Adatközpontban működött először sikeresen az openstack-alapú felhőszolgáltatás. 2015-ben döntés született az MTA vezetésében, hogy hasonló alapon, a Wigner FK és a SZTAKI együttműködésével létrejöjjön az Akadémiai Felhő, amely a teljes akadémiai hálózatnak nyújtja szolgáltatásait. Ennek az egységnek a közbeszerzése folyt ősszel, az indulása 2016 közepére várható. Az Adatközpont szolgáltatási központként és egyúttal tudásbázisként is működik. 2015-ben is megrendezésre került a GPU Nap, a Big Data Day, és több szakmai rendezvény is. Az Adatközpont nyitott, ezért rendszeresen látogatják iskolás és egyetemi csoportok, valamint a nyílt napokon az érdeklődők. 2015. szeptemberben ismét sikeresen megrendezésre került a CERN-OPENDAYS nevű 2 napos nyílt hétvége, amely során 600 látogató tekintette meg az Adatközpontot és a kutatók CERN-kiállítását.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Kutatóközponti szintű kutatási projektek és az azokhoz tartozó nyitott infrastruktúrák: A kutatóközpontban a kutatócsoportok alapvetően az intézetek alá tartoznak, önálló kutatási programmal, amelyért a kutatócsoport vezetője a felelős. Azonban vannak olyan kutatási feladatok, amelyek túlmutatnak az egyes kutatócsoportok lehetőségein, kompetenciáján, és (esetenként a Wigner FK különböző intézeteiben, vagy külső intézetekben található) kutatócsoportok együttműködését igénylik. Ezek a nagy volumenű kutatási projektek már kutatóközponti szintű koordinációval, a kutatóközpont vezetésének figyelme és támogatása mellett kerülnek megvalósításra, természetesen a résztvevő kutatócsoportok saját kutatási tervének figyelembe vételével. Ide tartozik az *ELI Laboratórium* (ELI: Extrem Light Infrastructure, Szeged), a *Budapest Neutron Központ* (BNC: Budapest Neutron Center), a *Magyar EURATOM Fúziós Szövetség* (MEFSZ), a *Magyar Ionnyaláb-fizikai Platform* (HIPP: Hungarian Ion-beam Physics Platform), és a *GPU Laboratórium*. Ezen egységekre jellemző a külső partnerek irányába való nyitottság és átláthatóság, ami összekapcsolódik a rendelkezésükre álló infrastruktúra, kutatási berendezések kívülről való elérhetőségével (Open Laboratories).

ELI Laboratórium: a lézerfizikai kutatásokra és alkalmazásokra szakosodott kutatási egység szorosan kapcsolódik a Szegeden épülő és várhatóan 2018-ban már üzemelő Extreme Light

Infrastructure (ELI-ALPS) nagyteljesítményű lézerberendezéshez, az ott végezhető kutatómunka összehangolásához. Célja az „ELI Wigner User Group” tevékenységének kialakítása, amely igazodik a helyi kutatói és kutatási potenciálhoz. A Wigner FK szakértő munkatársai 2015 során részt vettek az ELI-ALPS szakember gárdájának a kiképzésében. Folytatódott a Helios-I program, tovább erősödött az atto-szekundumos lézerimpulzusok alkalmazását végző ELI Wigner User Group kutatási tevékenysége. Folytatódott a belső együttműködés a molekuláris folyamatok extrém rövid lézerimpulzusokkal történő vizsgálatában is (ezt a kutatást az ERC is támogatja). Rutinszerűvé váltak az ultrahomogén rubídium-plazma létrehozását célzó kísérletek, felszerelésre kerültek azok a diagnosztikai elemek, amelyekkel sikeresen vizsgálható a lézeres gerjesztés hatékonysága. Az elvégzett kutatás fontosságának elismerésként az Európában folyó lézeres plazmagyorsító kísérleteket összefogó AWAKE együttműködés 2015 végén társult tagként („Associate member”) felvette a Wigner FK-t is.

Budapest Neutron Központ ([BNC, http://www.bnc.hu/](http://www.bnc.hu/)): Ez a legnagyobb hazai, nemzetközileg is nyitott, szolgáltatói kutatási infrastruktúra. A 10 MW teljesítményű Budapesti Kutatóreaktor az EU által támogatott 8 európai neutronforrás központ-hálózat tagja. A BNC az MTA EK és az MTA Wigner FK konzorciuma. Az MTA EK hét, míg az MTA Wigner FK nyolc kísérleti állomást üzemeltet a reaktor mellett. A BNC egyrészt a hazai neutronkutatói közösséget szolgálja ki, másrészt a nemzetközi felhasználók rendelkezésére is áll. Évente mintegy 150 kísérletet végeznek el – igen széles multidiszciplináris körben, szilárdtestfizikai problémáktól anyagtudományi feladatokon át biológiai kutatásokig. A neutronnyaláb felhasználás a nemzetközi szelekciós panel véleményezése alapján történik. A BNC nemcsak a hazai neutronkutató közösség fő bázisa, hanem a nemzetközi csúcserendezésekhez való hozzáférés kiinduló pontja is. 2015-ben felgyorsult az Európai Spallációs Forrás (ESS: European Spallation Source) projekt megépítése. Magyarország aláírta a dokumentumokat és elkezdődtek a nagyon jelentős in-kind beszállítások (közel 300 Mft értékben évente). Az európai infrastruktúra fejlesztéshez való in-kind hozzájárulás egy új módja az együttműködésnek, az ESS kapcsán várhatóan kialakulnak azok a protokollok, amelyek alapján más esetekben is működőképpé válhat ez a modell. A beszállítások pontos teljesítéséhez szükséges az ERIC státusz következményeinek tisztázása, így az ÁFA-mentesség és a speciális közbeszerzési eljárás tisztázása. Ezeket a tevékenységeket a 2015-ben megalakult Magyar ESS Bizottság hangolja össze.

Magyar EURATOM Fúziós Szövetség (MEFSZ, <http://www.magfuzio.hu/>): A Fúziós Szövetség célja az európai nukleáris kutatási szervezet (EURATOM) társult tagjaként a szabályozott magfúziós kutatásokban való részvétel. A 2000-ben több magyarországi kutatóintézet illetve egyetem részvételével megalakult Szövetség irányítója és legjelentősebb résztvevője a Wigner FK: erőforrásainak, költségvetésének és tudományos eredményeinek mintegy 85 százalékát a Kutatóközpont adja. 2015-ben elindult a F4E (Fusion for Energy) H2020 projekt, amely jelentős mértékben biztosítani tudja a fúziós kutatások hazai anyagi háttérét. A 2015-ös év legjelentősebb eseménye, hogy közel 9 évnyi építés és 1 év előkészület után a németországi Greifswaldban elindult a Wendelstein 7-X (W7-X), a világ legnagyobb sztellarátor típusú fúziós kísérleti berendezése. Az Európai Unió fúziós kutatási program egyik alappilléreinek számító berendezés első plazmájának előállításánál és megfigyelésénél a Wigner FK RMI Plazmafizika osztályának munkatársai is kulcsszerepet játszottak. A magyar csoport egy saját fejlesztésű, 10 kamerás intelligens video megfigyelőrendszerrel járult hozzá az első kísérletek sikeréhez. Ennyi kamerával már nagyon jól meg lehet figyelni a plazmát és az egész berendezés belsejét, és monitorozni tudják a kulcsfontosságú komponenseket.

Magyar Ionnyaláb-fizikai Platform (HIPP, <http://hipp.atomki.hu/index.html>): Az ionnyaláb-fizikai kutatásokkal foglalkozó platform a Wigner FK és az ATOMKI saját gyorsítóit, ionnyaláb-fizikai laboratóriumait és néhány további, ezekhez kapcsolódó eszközt foglalja közös keretbe. 2015-ben befejeződött az EG-2R gyorsító analitikai mérő- és adatgyűjtő-rendszerének felújítása, valamint a gyorsító kihozott nyalábjánál egy nagy pontosságú (mindhárom irányban 2,5 mikrométeres), háromtengelyű pozicionálást lehetővé tevő, számítógép-vezérelt asztal beüzemelése. Ez a fejlesztés jelentős mértékben hozzájárult az IPERION H2020 projekt sikeres elindításához. Debrecenben átadásra került a HIPP Platform új gyorsítója, amelynél kialakításra került egy olyan kísérleti elrendezés („Wigner-nyaláb”), ahol a Wigner FK kutatói ionimplantációs és más magfizikai kísérleteket végezhetnek majd el.

GPU Laboratórium (<http://gpu.wigner.mta.hu/>): A Wigner FK több kutatócsoportja is alkalmazza, vagy alkalmazni kívánja a nagysebességű grafikus kártyákat. Ide tartoznak az elméleti és kísérleti részecske- és szilárdtestfizika, a gravitációkutatás és a komplex-rendszerek viselkedésének szimulációs kutatásainak különböző területei, valamint a nagy tömegű adatok analízisével foglalkozó csoportok. A GPU Laboratórium szoftver-támogatást nyújt ezeknek a csoportoknak, egyúttal hardware-oldalról összefogja és integrálja a kutatók fejlesztési elképzeléseit. 2015-ben immár 6. alkalommal kerültek megrendezésre (most már angol nyelven) a GPU Napok, amely rendezvény a témakör egyik hazai seregszemléjévé vált. A nyitott GPU Laboratórium erőforrásait folyamatosan használják a külsős kollégák, így folytatódott az aktív együttműködés az MTA CSFK és az ELTE Csillagászat Tanszék munkatársaival. Az AMD grafikus kártya és processzorgyártó céggel tárgyalások kezdődtek egy szorosabb K+F együttműködés kialakítása céljából.

A HORIZON2020 pályázatokon való sikeres szereplés céljából olyan kutatási platformokat szerveztek, amelyek igazodnak a HORIZON2020 által támogatott kutatási irányokhoz, egyúttal tükrözik a magyar oldalról kiemelt „Smart Specialization” témákat. Jelenleg 4 ilyen platform működik: Fizika és Élettudomány („Physics & Life Science), Nanotechnológiai Alkalmazások („Nanotechnology applications”), Környezetvédelem („Environment”) és az Informatikai Alkalmazások a Tudományos Kutatásban („IT-applications in Scientific Research”). 2015-ben folytatták a platformok tematikája mentén történő konzorcium-szervezéseket és pályázásokat. A pályázatok sikerességére rövidesen fény derül. Két évvel ezelőtt elnyerték az MTA támogatását ahhoz, hogy egy további, ipari alkalmazásokat létrehozó fókusztema („lézerek és plazmák”) művelése során a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) és a Miskolci Egyetem (ME) oktatóival és kutatóival együttműködve közös kutatásokat és K+F tevékenységet folytassanak a lézeres gyorsítók megvalósítása területén. Az első eredmények után, amelyek a szuperhomogén rubídium-plazma előállításához és az abban fellépő sűrűség-fluktuációk diagnosztizálásához kapcsolódtak, az MTA megítélte a projekt folytatását.

A Wigner FK-ban található kutatóberendezések és mérőműszerek esetében nagy előrelépés volt, hogy 2014 végén a NEKIFUT Regiszter létrehozásakor 8 berendezés Stratégiai Kutatási Infrastruktúra (SKI) státuszt, 13 pedig a Regionális Kutatási Infrastruktúra (RKI) besorolást kapott. 2015 során megkezdtek az ily módon kiemelt helyi infrastruktúrák tevékenységének, műszerezettségének modernizálását. A fő cél, hogy jól működő Nyitott Laboratóriumokká váljanak mind az SKI, mind az RKI státuszú berendezések, s hatékonyan illeszkedjenek bele a magyar infrastruktúra hálózatba.

**MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
RÉSZECSKE ÉS MAGFIZIKAI INTÉZET**

1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29-33., 1525 Budapest Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: <http://wigner.mta.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet alapító okiratában rögzített feladatainak, valamint az MTA közfeladatainak ellátásából ráháruló teendőknek megfelelően eredményes kísérleti és elméleti felfedező kutatást végzett a részecskefizika, a magfizika, az általános relativitáselmélet és gravitáció, a fúziós plazmafizika, az űrfizika, a nukleáris anyagtudomány és a fizika biológiai alkalmazásai területén. Fejlesztési tevékenységének területei: lézerfizika, nukleáris analitika, fúziós plazmadiagnosztika, űrtechnika, nagy sebességű adatfeldolgozás, spektroszkópia, speciális igényeket kiszolgáló elektronikai, mechanikai és információ-technológiai eszközök előállítása, különböző operációs rendszerek alatt futó szoftverek létrehozása.

**II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport

Perlmutter és Schmidt csoportjainak a 2011-es Nobel-díjjal jutalmazott asztrofizikai megfigyelései nyomán mára általánosan elfogadott, hogy az Univerzum *gyorsulva* tágul. Ennek legegyszerűbb elméleti magyarázata az, hogy az általános relativitáselmélet Einstein-féle téregyenleteiben jelen van egy pozitív kozmológiai állandó. Bár ennek értéke rendkívül kicsi, az Univerzum nagy skálájú viselkedését lényegesen módosítja az eddigi várakozásokhoz képest. Kutatójuk és oxfordi munkatársa a kozmológiai állandó pozitívitasának egy következményét, nevezetesen az Univerzum aszimptotikus végállapotát vizsgálta. Megmutatták, hogy a gravitációs kötési energia negativitása ellenére az anyag+gravitáció rendszer teljes energiája nem-negatív; továbbá akkor és csakis akkor nulla, ha a téridő épp az aszimptotikus végállapotot leíró de Sitter téridő.

Gravitációfizikai Kutatócsoport

Az einsteini gravitációelméletben fontos új eredményük, hogy megfelelően választott geometriai változók segítségével az energiát leíró függvény és az impulzus-kényszerek egy parabolikus és egy elsőrendű szimmetrikus hiperbolikus egyenletrendszer segítségével írhatók le. Új megoldási módszerük alapján a fekete lyukakra vonatkozó kezdeti értékek adhatók meg a numerikus vizsgálatok során. Excentrikus pályán mozgó kettős rendszerek esetén megadták a kisugárzott gravitációs hullámok frekvenciaterületi viselkedését. A fejlesztés alatt álló gravitációshullám-obszervatóriumok várhatóan képesek lesznek ezek megfigyelésére. A gravitációs hullámformákat leíró analitikus eredményeiket az égi mechanikában használt Hansen-sorfejtés segítségével adták meg, így az eredmények egészen egyszerű szerkezetűek, ami nagyban megkönnyíti használatukat az adatkiértékelés során. 2015 szeptemberében újraindult a gravitációshullám-megfigyelések adatkiértékelése. A csoport tagjai elsajátították a LIGO-Virgo kollaboráció PyCBC programcsomagjának használatát és aktívan részt vettek

azokban a nemzetközi erőfeszítésekben, amelyek során a mérési adatokból az összeolvadó feketelyuk-kettősökre vonatkozó jelet keresnek és paraméterbecslést folytatnak.

MTA Lendület Holografikus Kvantumtérelmélet Kutatócsoport

Nagyratörő kutatási programot sikerült elindítaniuk, melynek eredményeként egzaktul tervezik meghatározni a legegyszerűbb 3 tér + 1 idő dimenziós mértékelmélet három-pont csatolásait. Ezen elmélet maximális szuper- és konform szimmetriával rendelkezik és az összes mértékelmélet "hidrogénatomjának" tekinthető, beleértve az erős és gyenge kölcsönhatás elméletét is. Az általuk meghatározandó három-pont függvények a keresett konform térelmélet utolsó hiányzó jellemzői, hiszen a már korábban meghatározott skáladimenziókkal egyetemben az elmélet belőlük egyértelműen rekonstruálható. Programjuk alapját az adja, hogy a három-pont függvények duális mennyiségeit jelentő húr kölcsönhatási amplitúdókra egzakt függvényegyenleteket származtattak.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport

Az erősen kölcsönható anyag vizsgálatának legáltalánosabb módja a nagyenergiás nehézionütközések, valamint extrém égi objektumok vizsgálata. Előbbi a forró, termalizált, színes anyaga kvark-gluon plazma, míg utóbbi a hideg, erősen kölcsönható, erősen korrelált nukleáris rendszerek tulajdonságait vizsgálja. A kutatócsoport elméleti vizsgálatokat végzett, a plazma állapot transzportegyenleteit és a folyást leíró egyenletek stabilitását vizsgálva ért el új eredményeket. Kiderült, hogy minél kevésbé a kvázi-részecskeszerű, hosszú élettartamú gerjesztések uralják a spektrumot, az anyag annál folyékonyabb. A fékezési sugárzás motiválta modell felhasználásával leírták a v_2 aszimmetria-faktort. Folytatták a CERN Nagy Hadronütköztető ALICE kísérletében az adatelemzést. A szoft és hard folyamatokat együttesen tárgyaló, nem-extenzív statisztikai modellben megállapították, hogy a két leírás közötti átmenet határa a 3-5 GeV/c transzverzális impulzusú tartományban van, emellett a két komponens kvantitatív jellemzését is megadták a Tsallis-féle paraméterek segítségével. Előtanulmányokat folytattak a szegedi Extreme Light Infrastructure (ELI) berendezésnél vizsgálható párkeltési folyamatokhoz. Időfüggő homogén elektromos terekben megmutatták, hogy a részecskeszám és a spektrum jelentősen eltérhet az általában használt homogén modellek jóslataitól. A mágneses teret is figyelembe vevő modellekben, amelyek a Királis Mágneses Effektus-hoz (CME) is kapcsolhatóak, a kezdeti eredmények szerint a mágneses tér is növeli a részecskeszámot. Neutroncsillagok és kvarkcsillagok belső szerkezetét vizsgálták a NewCompStar COST action 1304 program keretében. Az erősen kölcsönható hideg maganyag és kvarkanyag extrém állapotainak vizsgálata a kompakt csillagokban együttesen lehetséges. Mérhető paramétereikből (a csillag tömege, sugara) megszorításokat kaptak a csillag magjában lévő erősen kölcsönható anyag tulajdonságaira. Eredményként olyan új QCD-állapotegyenletet készítettek, amelyet sikeresen alkalmaztak a németországi GSI/FAIR nagyberendezéshez készülő kísérleti berendezések (pl. CBM, PANDA) tervezéséhez szükséges szimulációkban.

Femtoszkópiai Kutatócsoport

Az erős kölcsönhatások elméletének az egyik fontos és korábban nem megfigyelt jóslata az Odderon létezése. Ezt a jóslatot a csoport kísérleti adatelemzése előtt korábban még nem sikerült igazolni. A Phillips-Barger modellt kiterjesztve extrapolálták az energiafüggést, áthidalva a különböző mérési energiák közötti ismeretlen tartományokat, ezáltal a proton-antiproton amplitúdókat kiterjesztve az LHC energiáira a TOTEM kísérlet adatainak felhasználásával meghatározták az Odderon hozamát mind az impulzustranszfer, mind a tömegközépponti energia függvényében. A C-páratlan Odderon járulékot, valamint ennek a

C-páros, domináns Pomeron járulékhhoz mért arányát mind az impulzustranszfer, mind az ütközési energia függvényében meghatározták. Eredményeik egységnyi intercept paraméterű Odderonnak felelnek meg, összhangban a QCD elméleti jóslataival.

Elméleti Idegtudomány és Komplex Rendszerek Kutatócsoport

Új, az egyedi idegsejteken folyó áramok meghatározására alkalmas mikro-elektromos matematikai képkötő eljárást dolgoztak ki, amely figyelembe veszi az idegsejtek utólagosan megismert komplex morfológiáját. Szimulált, realiztikus idegsejt-modellek segítségével megmutatták, hogy ez a kiegészítés javítja az áramok meghatározásának pontosságát, sok esetben lehetőséget adva arra is, hogy az aktivált dendritágakat azonosítsák. E módszer hozzájárul az egyedi idegsejtek által végzett mikro-számítások, bemenet-kimenet transzformációk jobb megértéséhez. Megmutatták, hogy a nem-szövetspecifikus alkalikus foszfátáz (TNAP) alapvető szerepet játszik a központi idegrendszer fejlődésében és működésében. Optimális modell-illesztésen alapuló adatelemzési eljárások alkalmazásával elemezték a retina belső plexiform rétegében a TNAP festődés rétegezett eloszlását és megállapították, hogy a TNAP festődés elemzése által több szinaptikus réteg azonosítható (11), mint amennyi korábban ismert volt (9). A TNAP aktivitás mintázata specifikus változásokat mutat Alzheimer kórban, illetve diabéteszben. Elemzési módszerük alkalmazásával a retina fotoreceptor sejtjeinek végtalpain elhelyezkedő szinapszisok között 3 populációt azonosítottak. Kiderült, hogy a TNAP sok pálya csomópontjában van és hogy a jeltranszdukciós rendszer kulcsfontosságú szereplője.

MTA Lendület Komputációs Rendszerszintű Idegtudományi Kutatócsoport

A csoport tagjai a memóriafolyamatok normatív modelljét dolgozták ki. A természetes, vagy azzal összemérhető komplexitású környezetekben való tanulás során az idegrendszernek (vagy mesterséges tanuló ágensnek) meg kell küzdenie egy, a komplexitással bővülő, adott esetben végtelen számosságú modell térben való, és az erőforrások korlátozottsága miatt szükségszerűen iteratív modellszelekció problémájával. Ez a probléma meghatározó az emberi hosszútávú memória dinamikájának szempontjából és ennek megértése egyrészt hozzásegíthet a tanulás és a felejtés normatív értelmezéséhez, másrészt pedig hatékonyabb mesterséges tanuló algoritmusok tervezéséhez. A kérdést a gépi tanulás egy egyszerű modelljén vizsgálták, melynek előnye hogy bár rendelkezik a szükséges komplexitással igényel (a modell struktúráját a tanulás során kell elsajátítani), egyszerű esetekben analitikusan is kezelhető. Kidolgoztak egy gépi tanulásos eszközt, melynek segítségével az iteratív modellszelekció az inherens statisztikai korlátok ellenére megoldhatóvá válik, s az alkalmazott megoldásról belátták, hogy a normatív elmélet felépítése tükrözi azt, ahogy az emberi szemantikus memória és az epizodikus memória kölcsönhat. A komputációsán könnyen kezelhető esetekre igazolták a hipotézisüket, mely szerint a tanító adathalmaz egy kis alkalmazásának szelektív eltárolásával, azaz egy epizodikus memória bevezetésével, lehetővé válik a modelltanulás. A hipotézis általánosíthatóságának érdekében levezettek egy szekvenciális Monte Carlo közelítést, amelynek segítségével jelentősen fel tudták skálázni a megoldást olyan adathalmazokra is, ahol az analitikus kezelés már komputációs korlátok miatt végrehajthatatlan.

Nemzeti Agykutatási Program (NAP) Neurális Aktivitás-Mintázat Elemző Kutatócsoport

A csoport 2015 márciusában kezdte meg működését, szoros együttműködésben a két másik idegtudományi kutatócsoporttal. A csoport fontos együttműködő partnere az MTA KOKI. A kutatócsoportnak sikerült aktívan bekapcsolódnia különböző szakmai programokba és a diákok képzésébe. A csoport tagjainak irányításával több szakdolgozat, diákkutatás

témavezetése folyik, illetve zárult le. A nemzetközi szinten egyre nagyobb szerepet kapó, ám Magyarországon még alulreprezentált statisztikus populáció-analízis metódusok tudományos közösséggel való megismertetése érdekében egy hiánypótló kurzust szerveztek a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetben. A csoport bekapcsolódott az MTA Rényi Intézet "Bioinformatika az agy kutatásban" szemináriumának munkájába. Az év végén sikerült a teszt-fázisban lévő Wigner Számítási Felhőn az első biológiai adatsorok numerikus adatelemzését elvégezniük, s így megkezdhették úttörő jellegű elemzési programjuk végrehajtását.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport

Vezető szerepet játszottak a 13 TeV-es energiájú rugalmatlan proton-proton ütközésben keltett töltött részecskék szögeloszlásának mérésében. Bár több modell jól leírja a nyalábra merőleges irányban kirepülő részecskék számát, a teljes érzékelt szögtartományban a mért adatok leginkább az EPOS LHC eseménygenerátor jóslataival egyeznek meg. A kapott hozamok tömegközépponti energiától való függése megfelel a kisebb energiák adatain alapuló várakozásoknak. A kapcsolódó publikáció az LHC első rekordenergiás cikke. Megvizsgálták a Z bozonok keltését 5,02 TeV-es energiájú proton-ólom ütközésekben, azok elektron-positron párra való bomlásán keresztül. A rapiditás függvényében mért differenciális hatáskeresztmetszet és az előre-hátra arány értékei magyarázhatók maganyagbeli hatásokkal. A W bozonokra, töltött részecskékre és jetekre vonatkozó mérési adataik jól felhasználhatók az ütköző atommagok partonjainak módosult eloszlásfüggvényeinek pontosabb meghatározására.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

A kutatási projekt tevékenysége két részre tagolható: infrastrukturális, illetve detektorfizikai kutatómunka. Az Innovatív Gáztöltésű Detektorfejlesztő Laboratórium a NEKIFUT regiszterben, egyediségénél fogva Stratégiai Kutatási Infrastruktúra státuszt kapott. A „Leopárd” névre keresztelt, nagy felbontású egyfotonos szkener az AIDA-2020 pályázaton belül a 13.4.4 jelű önálló feladatot vállalta el, a projekt pedig H2020 támogatást nyert 45.000 EUR értékben. A kozmikus részecskék detektálását célzó kutatási irányuk az elmúlt évben komoly eredményeket ért el. Az eredmények publikálása mellett összesen 30.000 EUR (számlás) bevétele volt az intézetnek új típusú detektorok fejlesztése kapcsán. A kutatócsoport részt vesz az ALICE TPC újjáépítésében, ami fontos magyar in-kind hozzájárulás az LHC fejlesztési (upgrade) programjához.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport

A csoport megtervezte és legyártotta a CMS kollaborációban 2017-ben beüzemelésre kerülő Phase I Pixel Detector vezérlő és kiolvasó elektronikájának prototípusát. Megszervezte az együttműködés éves konferenciáját 2015-ben Visegrádon, amelyen 7 ország mintegy 70 kutatója vett részt. Vezető szerepet vállalt a CMS nyomkövető detektorokkal történő adatgyűjtés beindításában és optimalizálásában. Tanulmányozta szuperszimmetrikus folyamatok felfedezési lehetőségeit. Az ATLAS tagok ellenőrizték a detektor szimulációs és rekonstrukciós programcsomagjainak továbbfejlesztéseit, valamint az ún. topoclusterek tulajdonságainak változását. Részt vettek a LAr (folyékony Argon) kaloriméter továbbfejlesztését célzó szimulációs analízisben. Az antiproton tömegének meghatározásában korábban már kétfotonos lézerspektroszkópiával elért pontosságot egyfotonos módszerrel is sikerült elérni. A nem-relativisztikus kvantumgravitáció Schrödinger-Newton egyenlete, amelyet korábban a csoport egy kutatója javasolt, 2015-ben is

fokozott érdeklődést vonzott. A vele összefüggő spontán dekoherencia elmélet mielőbbi konkluzív tesztjéhez új kísérleti javaslattal járult hozzá. A CMS és ALICE grid számítástechnikai infrastruktúrája továbbfejlesztésre került.

Anyagtudomány kísérleti magfizikai módszerekkel

MTA Lendület Femtoszekundumos spektroszkópia és Röntgenspektroszkópia Kutatócsoport

Egy kapcsolható mágneses állapotú molekula, a $[\text{Fe}(\text{terpy})_2]^{2+}$ nagyspinű állapotában a 3d pályák különböző betöltése is megvalósulhat; a fényimpulzussal kiváltott átkapcsolás mechanizmusának megértéséhez fontos meghatározni, hogy ezek közül melyik populálódik ténylegesen. Időfeloldásos röntgenszórási és röntgen-spektroszkópiai módszerekkel valamint kvantumkémiai számításokkal megmutatták, hogy az ^5E állapot valósul meg a fényvel való gerjesztést követően. Egy molekuláris fényhasznosító modellrendszerben tanulmányozták az elektrontranszfer lépéseit a fotoaktív Ru- és a katalitikus Co-centrumok között. A probléma az optikai tartományban nem vizsgálható az első néhány száz femtoszekundum után, ezért a SACLA szabadelektron-röntgenlézernél végeztek pikoszekundum alatti időfelbontással kísérletet, röntgenemissziós spektroszkópiát és diffúz röntgenszórást alkalmazva szondaként. A kísérletből mérhető eredményekként megállapították, hogy míg a Co-centrum töltésállapota 1 ps-nál rövidebb idő alatt már megváltozik, a spinállapot-változással járó elektronszerkezeti ill. molekula-szerkezeti változások lassúbb, 2 ps, ill. 3 ps-os időállandókkal jellemezhetők, és a molekula 12 ps-os időállandóval termalizálódik. Leírták a vegyérték-röntgenemissziós spektroszkópia időfeloldásos kísérletekben szondaként való alkalmazásának feltételeit, és egy vasvegyület fotoionizációjának vizsgálatával ténylegesen meg is valósították az első ilyen kísérletet.

Funkcionális Nanostruktúrák Kutatócsoport

Együttműködésben a Kínai Tudományos Akadémia Kémiai Fizikai Intézetével (Dalian Institute of Chemical Physics), nagy pontosságú, a 77 K – 300 K hőmérséklettartományban elvégzett Mössbauer-spektroszkópiai mérésekkel, illetve azoknak röntgendiffrakciós, valamint fotoelektron-spektroszkópiai vizsgálatával egyidejűleg történt kiértékelésével meghatározták pórusos szerkezetű, ellenőrzött morfológiájú $\text{Mn}_x\text{Fe}_{1.8-x}\text{Co}_{1.2}\text{O}_4$ spinell nanokockákban a különböző töltésállapotú kationok eloszlását a tetraédes és az oktaédes koordinációjú alrácokban. Azt találták, hogy az oktaédes helyeken található három- és négyértékű Mn-ionok koncentrációaránya közvetlen összefüggésben áll a spinell nanokockák katalitikus aktivitásával, ami utat nyithat nagyobb hatékonyságú katalizátorok fejlesztéséhez.

In-situ rezonáns röntgenszórásos kísérletekkel megmutatták, hogy milyen módon alakul ki a mágnesesség és milyen mágneses szerkezetet jön létre egy nanoméretű gömbökből álló sablonra párologtatott ultravékony vas filmben. A méréseket a vasréteg olyan vastagság tartományában folytatták, ahol annak nem mágneses – mágneses átmenete van. Az eredmények azt mutatták, hogy a vasréteg vastagságának aránya a hordozóként szolgáló nanogömbökhöz képest erősen befolyásolja a kialakult mágneses szerkezetet: folytonos eloszlású, egymástól elszigetelt mágneses tartományok, esetleg mágneses örvények vagy számos gömböt magába foglaló mágneses szerkezetek is kialakulhatnak. Ez a mágneses sokféleség lehetővé teszi, hogy az ilyen rendszereket mágneses szempontból az elvárásokhoz hangolhassák.

Ionnyaláb-fizikai Kutatócsoport

Sík optikai hullámvezetőket készítettek $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ kristályokban gyors, középnehéz ionokkal történő, kis fluenciájú besugárzással. A besugárzások 25 MeV C^{3+} és 30 MeV F^{5+} ionokkal

történtek 60° -os beesési szögben $2 \cdot 10^{14} - 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ fluenciatartományban. A minták spektroszkópiai ellipszometria vizsgálata megerősítette, hogy az elektronikus fékeződés maximuma körül egy erősen amorfizált réteg alakult ki. Az implantátatlan és az amorfizált kristály törésmutatója között jelentős különbség volt (kb. 4 % 633 nm-en), ami arra enged következtetni, hogy ezek az optikai hullámvezetők a látható és a közeli infravörös tartományban használhatók. Korinthusból származó középkori bizánci nagy mázas kerámiagyűjteményt analizáltak több kísérleti technika alkalmazásával (SEM/EDS PGAA, μ PIXE és Raman-spektroszkópia), a vizsgálatok az előállítási technológia megismerésére irányultak. Ez a kutatási projekt volt az első olyan nagyszabású fizikai-kémiai elemzése a görög-bizánci mázas kerámia leleteknek, amelyben vizsgálták a középkori kerámiák minden főbb tipológiai típusának összetételét és előállítási technológiáját. A vizsgálatok megmutatták, hogy a fehérkerámiák azonos technológiával készültek és többségüknél az alapanyag is azonos volt, bár a lelőhelyet még nem sikerült azonosítani. A magas ólomtartalmú máz előállítása egy ólomvegyület kiégetés előtti felvitelével történt. Az adatok statisztikai elemzése feltárta a Bizánci birodalom utolsó évszázadaiban működő fejlett gyártási és forgalmazási hálózatot.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport

Felhasználva a Magyar Tudományos Akadémiától az EXMET Kiválósági programon belül kapott támogatást, megépítettek egy kísérleti berendezést, amellyel térben kiterjedt méretű, oszlop alakú homogén lézer-plazmát állítottak elő rubídium gőz ionizációjával. A homogén plazma létrehozásával kapcsolatos kísérletek fontos tulajdonsága, hogy a koherens kontroll új módszereit alkalmazzák a lézer plazma előállításához szükséges küszöbintenzitás drasztikus csökkentésére, például a gőzben lévő atomok ionizáció előtti gerjesztésével. Ezekkel a módszerekkel egy nagyságrenddel csökkenthető a plazmagerjesztéshez szükséges küszöbintenzitás, így a kiterjedt térfogatú, ultrahomogén plazma létrehozásának feltételei sokkal könnyebben teljesíthetőek lesznek. Ezek a vizsgálatok szorosan kapcsolódnak a CERN AWAKE projektjéhez, aminek keretében jelenleg egy kompakt részecskegyorsító megépítése folyik. Az intenzív femto-szekundumos lézer impulzusokkal előállított, térben kiterjedt méretű plazma viselkedését valós időben figyelték a megépült kísérleti berendezés segítségével, a plazmán transzverzális irányban átbocsájtott próba lézernyaláb transzmissziós tulajdonságainak a megméréseivel. Ezeknek a vizsgálatoknak egyik fontos eredménye, hogy az előállított plazma oszcillációinak a megfigyelése alapján a plazmafrequencia mérésére egy új módszert fejlesztettek ki.

Lézerplazma Kutatócsoport

Áttörést sikerült elérniük a rövid impulzusú KrF lézer kontrasztjának javításában. A plazmatükör módszerrel sikerült 70% hatásfokot elérni a 248 nm hullámhosszon. Ez 11 nagyságrend időbeli kontrasztot jelent, így a lézerplazma kölcsönhatások tiszta körülmények között lesznek vizsgálhatók 10^{18} W/cm^2 intenzitásnál is. Megmutatták, hogy a klasztereken keltett harmonikusok a klaszterek méretének meghatározására is alkalmasak a klaszter-nanoplazmák által okozott spektrális eltolódásból, amely eredmények összhangban vannak a Rayleigh szórásból kapottakkal. A garchingi Max-Planck-Institut für Quantenoptikban végzett kollaborációs kísérletek során először sikerült 5 fs-nál rövidebb lézerimpulzusokkal relativisztikus harmonikusokat keltetni kontrollált körülmények között, amellyel izolált attoszekundumos impulzusok keltésére kaphatunk bizonyítékot.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja

Az ITER teljes kisugárzott teljesítményének eloszlását mérő bolométer kamerák kifejlesztését célzó projektben a csoport fő eredménye a keretszerződés következő ütemének indításához szükséges technikai specifikációk sikeres előkészítése volt, melyben a csoport feladatai közé tartozott az interfészek előzetes meghatározása, a vonatkozó dokumentumok átfogó rendszerszintű elemzése, a követelmények legmagasabb szintű definiálása, beleértve a terhelési adatokat, a környezeti korlátokat, működési feltételeket, a biztonsági és a nukleáris biztonsági előírásokat. Az ITER diagnosztikai rendszereinek kiszolgálását végző elektromos-elektronikus infrastruktúra kifejlesztéséért felelős projektben a csoport fontos mérföldkövet ért el a különböző diagnosztikai alrendszerek és szolgáltatások interfész meghatározásában: a vonatkozó dokumentumok átfogó rendszerszintű elemzésével sikerült az elektromos vákuumátvezető tendereztetési dokumentációjának összeállítása. A W7X sztellarátor megfigyelő kameráinak végső átadása és beszerelése is ebben az évben történt meg, mely nagyban hozzájárult a W7X év végi sikeres indításához.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport

Ha a fúziós energiatermelés megvalósul, képes lesz hosszú távon energiát szolgáltatni az emberiségnek üvegházgáz és hosszú távon kezelendő radioaktív hulladék termelése nélkül. A jelenlegi berendezéseken a fizikai folyamatok megértése és a technológia tesztelése zajlik. Ehhez minél pontosabb nagyfelbontású és nagysebességű mérések szükségesek a plazma különböző paramétereiről. A kutatócsoport jelentős energiát fókuszált a távol keleti (Korea, Kína) fúziós programokban való részvételre. A 2014-ben indult kínai NyES kísérlet a 2015-ös évben szolgáltatva az első tudományos eredményeket. A diagnosztika fő célja a nagysebességű szélplazma sűrűség-eloszlás mérése, de emellett a szélplazma turbulenciáról is értékes és egyedi betekintést nyújt. A 2015-ös koreai KSTAR tokamak mérési kampányában végig részt vettek a magyar építésű diagnosztikák üzemeltetésével. Így a saját tudományos programjuk mellett a mérési eredményeik jelentős értéket képviselnek a többi program részvevői számára is. A távol-keleti együttműködések sorát gyarapíthatja a Japánban, jelentős európai részvétellel épülő JT60SA tokamakra tervezett diagnosztika. Ebben az évben megvalósíthatósági tanulmányok és koncepciók tervek készültek a különböző diagnosztikai lehetőségekre. A korábbi évekhez hasonlóan természetesen az európai fúziós programban is aktívan részt vett a csoport. Határréteg plazma vizsgálatokat végeztek az angliai JET és a németországi ASDEX Upgrade berendezéseken. A csehországi Compass tokamakon épített berendezésüket felújították, ennek révén jelentősen javult a mért adatok minősége.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport

Egy több mint 20 éve indult, 1 Mrd EUR költségvetésű kutatási projekt előkészítő munkálatai fejeződtek be 2015 végén, amikor Németországban elindult a Wendelstein 7-X nevű, sztellarátor típusú magfúziós kísérleti berendezés. A csoport tagjai saját fejlesztésű intelligens gyorskamerák segítségével rögzítették a – jelenleg – kb. 50 ezredmásodpercig tartó folyamatot, amikor a berendezésbe eresztett kismennyiségű héliumgázt 25-30 millió fokra hevítették. A kamerák vezérlését, valamint a képadatok elemzését is saját fejlesztésű szoftverekkel valósították meg. Az EDICAM kamerarendszerrel készült képek bejárták a világsajtót. Technikai bravúr, hogy mind a fúziós kísérleti berendezés, mind a diagnosztikák, élükön a magyar kamerákkal, elsőre működtek. Ez a siker várhatóan nagy lökést ad a szakterület fejlődésének.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport

Az ESA Rosetta űrszondája a világon elsőként állt pályára egy üstökös körül és hajtott végre leszállást egy üstökös magjára. A keringő egység az elmúlt évben folyamatosan vizsgálta az üstökös-mag körüli térrészt és mérte az ott található indukált magnetoszféra tulajdonságait. Kialakulásától végigkövette az aktivitás változását annak maximumáig, és mérte a kóma anyagának és a mágneses térnek a tulajdonságait. Ennek köszönhetően az üstökösökről szóló tudásunk sokszorosára nőtt. Kutatóik elsősorban az üstökös körül keringő por eredetével kapcsolatos kutatásokkal, a születő magnetoszféra tulajdonságainak vizsgálatával, a diamágneses üreg és az ion-gyorsítási folyamatok elemzésével járultak hozzá az ismeretek bővítéséhez. Szintén részt vettek egy jelentős kutatásban, amely a Cassini űrszonda por méréseit használta a Szaturnusz Enceladus nevű jeges holdjának óceáni aljzatán - és az alatt - uralkodó körülmények felderítésére. Többek között egy Nature és egy Science cikkben számoltak be az eredményekről.

Űrtechnikai Kutatócsoport

A 2014-ben a 67P/Csurjumov-Geraszimenkó üstökösön leszállt Philae mintegy 6 hónapos hibernálás után 2015. április végén ébredt fel először a hibernált állapotból. Ekkor a fedélzeti számítógépe (CDMS) automatikusan belépett a hosszú idejű tudományos mérési (LTS) fázisba, amihez az energiát a napelemek és az újratölthető akkumulátor szolgáltatta. A csoport által kifejlesztett CDMS tízéves naprendszerbeli utazás és egy üstökösre történő leszállás után az extrém körülmények között végig működőképes volt. Az Obstanovka kísérlet fedélzeti adatgyűjtő számítógépe a Nemzetközi Űrállomás Orosz szegmensében a 2013. április 12-i üzembe helyezésétől 2015. február 28-ig - amikor a világűrben működő rendszer tápellátásában feltehetőleg a Nap tevékenysége miatt hiba lépett fel - folyamatosan működött a világűrben.

Számítógép-hálózati Központ

A Rehabilitáció-Technológiai Csoportban vakok részére telepítettek 15 db. "MOST" nevű készüléket (Mobil Segítőtárs), ez Nexus 5 mobiltelefonon Android 4.4 operációs rendszeren teszi lehetővé vakoknak - és egy speciális rezgő változatban siketvakoknak is - a telefon használatát. Kifejlesztettek egy öntanító rendszert siketvakoknak, amivel könnyebben elsajátíthatják a kombinált morze-braille működési módú programot, ez világelső. A "MOST"-hoz 3D nyomtatású maszkot terveztek és készítettek Nexus 5-re vakok számára. Android táblagépre elkészült egy beszédpótló mobilalkalmazás, amit kb. hetven felhasználónak telepítettek. Elkészült egy új beszédpótló, "TalkNote" nevű alkalmazás autistáknak. A kutatócsoport vezetője volt a tudományos főszervezője és elnöke a nemzetközi Mozgás-Szabályozási Konferenciának, "Progress in Motor Control X." címmel, amelyen 31 országból 175-en vettek részt. Az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézettel együttműködve végtag-bénult emberek számára biztosították a funkcionális elektromos ingerléssel segített aktív lábmozgást (kerékpározást szobakerékpáron). Ezt 2015-ben 6 új pácienssel végezték, a korábbi 20 után. Felsővégtaggal végzett kerékpározó mozgás kinematikai- és izomelektromos (EMG) jellemzőit is mérték ép-testű személyeknél. A végtag-mozgások idegi szabályozására modellezéssel következtettek.

b) Tudomány és társadalom

Kutatók társadalmi tevékenysége

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport

Az általános relativitáselmélet a modern fizika egyik legizgatóbb területe a laikus közvélemény számára is. Ez a tudományág 2015-ben ünnepelte 100. születésnapját. Ez alkalomból jelent meg Szabados László *Száz éves az általános relativitáselmélet* című ismeretterjesztő cikke a Magyar Tudomány 176. kötetének 6. számában, 660-673 oldal, 2015.

Gravitációfizikai Kutatócsoport

A gravitációshullám-detektorok 2015 szeptemberi újraindulásával, az előzetes várakozásoknak megfelelően, az új, nagy pontosságú adatok segítségével közvetlenül is sikerült igazolni a gravitációs hullámok létezését. A kutatási területet valamint a detektorok fejlesztési terveit népszerűsítő előadásokon és sajtótájékoztatón mutatták be.

<http://nol.hu/tud-tech/einstein-teleszkop-epulhet-hazankban-1560477>.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport

A Nehézionfizika Wigner Kutatócsoport elméleti munkája közvetett módon kapcsolódik a társadalmi hasznosításokhoz. A kidolgozott matematikai eljárások lehetővé teszik a nem egyensúlyi, véges rendszerek pontosabb fizikai jellemzését. A nehézionfizikai kérdéskör tárgyalása során publikált nem-extendív termodinamikai és statisztikai módszerek több olyan jelfeldolgozási és hálózatelméleti kérdéskör megoldásához nyújthatnak segítséget, amely elősegítheti többek közt jobb felbontású egészségügyi-diagnosztikai szoftverek vagy gyorsabb információ-technológia hálózatok építését. A kutatócsoportban folyó munkához a CERN LHC ALICE és a GSI/FAIR PANDA kísérleti berendezésekhez kapcsolódó K+F tevékenységek is tartoznak. Az Innovatív Gázdetektorok Lendület kutatócsoporttal együttműködve az ALICE TPC fejlesztése során újfajta töltött részecske-detektorok fejlesztése zajlik, míg az ALICE és PANDA detektorok nagy sebességű adatgyűjtő és adatfeldolgozó (DAQ) rendszerében születő megoldások a jövő gyors távközlési rendszereiben jelenhetnek meg.

Femtoszkópiái Kutatócsoport

Megszervezték a [Berze Gimnázium Természettudományi Önképzőkörének 8. nyári táborát](#) (Visznek, 2015. július 6-10), ahol 31 tudományos és ismeretterjesztő előadás hangzott el, közülük 3-at a csoport tagjai tartottak. Megszervezték az [1. Magyar Femtoszkópiái Műhelyt](#) (KRF, Gyöngyös) és a [15. Zimányi Nehézionfizikai Téli Iskolát](#) (Wigner+ELTE, Budapest). Részt vettek a 2015-ös CERN@Wigner Nyílt Nap szervezésében és a Kutatók Éjszakáján Gyöngyösön. Népszerű tudományos ismeretterjesztő előadásokat tartottak Bostonban, Zágrábban, Barcelonában, Sandomierz-ben, valamint Budapesten, Csongrádon, Gyöngyösön, Szentendrén és Viszneken, összesen 10 alkalommal.

Elméleti Idegtudomány és Komplex Rendszerek Kutatócsoport

A csoport sokoldalú szakértelme a Gazdasági Operatív Program GOP-1.1.1 pályázatában piacképes minőségű megoldások fejlesztéséhez járult hozzá.

MTA Lendület Komputációs Rendszerszintű Idegtudományi Kutatócsoport

A csoport tagjai a felfedező kutatás által teremtett lehetőségeket és kihívásokat széles közönséggel megismertető számos előadást tartottak. Ezek között szerepelt egy

nagyszabású médiarendezvényen, a "Brain Bar Budapest"-en megszervezett panelbeszélgetésen történt előadás, a Magyar Tudomány Ünnepeén tartott előadás és több egyetemistáknak és középiskolásoknak tartott előadás.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai részt vettek a következő rendezvények szervezésében vagy lebonyolításában: Részecskefizikai Diákműhely, CERN@Wigner Nyílt Napok, Sokszínű fizika busz.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

A kutatócsoport kiemelt célja a fejlesztési eredmények társadalmi hasznosítása, melynek legjelentősebb formája a kozmikus müon detektálás. Az ERI együttműködés a vulkanikus tevékenység monitorozását, esetleges előrejelzését lehetővé tevő rendszert készül megvalósítani. A csoport kutatóképzési munkájának eredményeképpen 2015-ben 4 szakdolgozat védeése sikerült, illetve 4 TDK dolgozat került bemutatásra. Utóbbiak közül kiemelendő egy OTDK I. díj.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport

A csoport részt vett számos, a részecskefizikát népszerűsítő esemény szervezésében és lebonyolításában: a „Sokszínű Fizika busz” interaktív kiállításban, a CERN Részecskefizikai Műhelyben, a CERN@Wigner nyílt napokon, és gimnáziumi fizika tanárok továbbképzésében.

Anyagtudomány kísérleti magfizikai módszerekkel

Ionnyaláb-fizikai Kutatócsoport

Az Ionnyaláb-fizikai csoport munkatársai régészekkel együttműködve megvizsgálták az anyagszerkezetét annak az ozorai kastélyból származó csillártöredéknek, amely 2015 augusztusában a "Hónap műtárgya"-ként került kiállításra a szekszárdi Wosinsky Mór Megyei Múzeumban. A vizsgálathoz kihozott nyalábos PIXE módszert használtak, amely a részecskék keltette karakterisztikus röntgensugárzás detektálásán alapul. Az elemösszetétel meghatározásával sikerült alátámasztani az Ozorán talált csillártöredékek összetartozását, továbbá feltételezhető, hogy ugyanazon műhelyben készültek.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport

A csoportot, és ezzel a Wigner Fizikai Kutatóközpontot meghívták a CERN AWAKE Együttműködés Társult Tagjának.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport

A kutatócsoport által kifejlesztett speciális kerámia szilárdtest ionforrás technológia 2015-ben ipari hasznosításra került. Az Adimtech Kft, az MTA hasznosító vállalkozása számos európai és távol keleti országba exportált lítium ionokat emittáló forrásokat. A kutatócsoport tagjai kiveszik a részüket a fúziós kutatások hazai népszerűsítéséből is, számos személyes előadás mellett több TV- és rádióinterjú is készült fúziós témában.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja

A világméretű együttműködésben épülő ITER fúziós reaktor megvalósulásához számos pályázaton keresztül kapcsolódik a csoport. Ezen pályázatok révén közvetlen hozzáférése van

a csoportnak ahhoz a high-tech tudásbázishoz, ami a reaktor megépítéséhez nélkülözhetetlen. Munkatársaik és diákjaik segítségével olyan modern mérnöki kultúra honosodik meg Magyarországon, ami alapja a későbbi fejlesztéseknek és az ipari hasznosulásnak. A pályázati források tízes nagyságrendű mérnöki csoport foglalkoztatását teszik lehetővé, ilyen módon a kutatócsoport tevékenysége a foglalkoztatottsági mutatók javításához is hozzájárul.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport

A magfúzió földi megvalósítása és egy erőmű létrehozása olyan kutatási téma, amely önmagában érdekli a közvéleményt. A csoport ismeretterjesztő tevékenységgel is igyekszik bemutatni a társadalom számára a fúziós energiatermelésről alkotott elképzeléseket, ismereteket, pl. különböző nagy zenei fesztiválok (Sziget, VOLT, EFOTT) civil szervezetek számára fenntartott részein lehetőséget biztosít az érdeklők számára, hogy a témáról kutatókkal beszélgethessenek. Továbbá az intézetben kifejlesztett technológiák (kamerák, detektorok) már számos külföldi kutatóintézethez eljutottak, és az ottani eredmények szélesebb körben is ismertté, elismertté teszik a magyar kutatókat.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport

A Rosetta eredményeit nagy figyelemmel követte a hazai tudományos és laikus társadalom. Ezek a látványos eredmények segítenek abban, hogy a fiatalok érdeklődését felkeltsük a tudomány, a kutatómunka iránt. Kutatóik a sajtóban és ismeretterjesztő előadásokban is beszámoltak az érdeklődőknek.

Űrtechnikai Kutatócsoport

A Philae kísérlettel bizonyították, hogy képesek igen nagy megbízhatóságú hibatoleráns számítógépek és hardverelemek fejlesztésére. A leküldött adatok nagymértékben hozzájárulnak az üstökösök és a Naprendszer keletkezésének kutatásához. Az Obstanovka kísérlet célja az űridőjárás megfigyelése, az extrém nagy űrjárművek ionoszférával történő kölcsönhatásának a vizsgálata, továbbá geofizikai és hullámterjedési mérések elvégzése.

Számítógép-hálózati Központ

A Progress in Motor Control X. konferencia Budapesten való megrendezése segítette, hogy a magyar hallgatóság is megismerje azt a multidiszciplináris kutatási területet, amit "emberi mozgás szabályozás"-nak neveznek. Ennek óriási társadalmi jelentősége az, hogy a mozgási funkcióikat részben elvesztett embertársaink számára az elvesztett funkciók pótlására, rehabilitációjára a legújabb lehetőségeket mutatták meg Magyarországon. Korábban ilyen konferenciát csak az amerikai kontinensen és Franciaországban rendeztek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézete (RMI) tevékenységi profiljának fontos része a nemzetközi együttműködésekben való részvétel. Legjelentősebbek a nemzetközi szervezetekhez Magyarország tagságán keresztül kapcsolódó, azt kutatói munka és technológia beszállítási tartalommal kitöltő lehetőségek. Elsősorban a CERN (Nukleáris Kutatások Európai Centruma, Svájcban), az EUROFUSION (Európai Fúziós Energia Kutató együttműködés) és a 2015-ös belépéssel az ESA (Európai Űrügynökség) azok a szervezetek, amelyek nagy léptékű kutatások keretében szolgálnak.

Emellett kisebb léptékű, részfeladatokat jelentő kísérleti projekteken is részt vesznek, az ország hivatalos tagságának garanciája nélkül. Ilyenek a GSI FAIR (Nehéziongyorsító Társaság Antiproton és Ion Kutató Üzeme), valamint más kisebb berendezésekhez, pl. a grenoble-i ESRF szinkrotronhoz kapcsolódó kutatások. Mindezen túlmenően kisebb kutatócsoportok és egyének rendszeresen publikálnak külföldi intézmények, egyetemek társszerzőivel, többnyire alkalmi, néhány éves, Tét jellegű és az NKFIH/OTKA által finanszírozott néhány millió Ft-os kisebb projektek keretében.

Az RMI Nagyenergiás Fizika Osztály (NFO) kutatói 2015-ben részesei voltak az alábbi nemzetközi kísérleti együttműködéseknek: CERN – ALICE, CMS, ATLAS, TOTEM, NA61/SHINE; GSI/FAIR – FOPI; egyelőre csak elméleti kutatókkal: CBM, Helmholtz International Centre. A Regard Detektorfejlesztő csoport (MTA Lendület program támogatással) földmélyi üregek távészlelésére alkalmas müon-detektort fejlesztett ki; ennek japán együttműködésben történő szabadalmi hasznosítását az intézetben újonnan megalkotott Szabadalmi Szabályzat és egy külön bizottság segíti.

A Plazmafizikai Osztály (PFO) munkatársai a fúziós energia hasznosításának kutatása terén, különösen a plazmadiagnosztika élenjáró technológiai megoldásaiban vesznek részt. Együttműködnek a Franciaországban épülő ITER, a koreai KSTAR, a kínai EAST, a német W7-X és ASDEX, valamint a brit JET körül folyó kísérleti munkában a mágneses bezárású plazmák lézeres illetve szupergyorskamerás diagnosztikája terén.

Az Űrfizikai és Űrkutatási Osztály (UUO) kutatói és mérnökei fontos nemzetközi űrmisszók több évtizedes előkészítési munkáiban és kiértékelésében is részt vesznek. A legnagyobb médiafigyelmet 2015-ben ezek közül az ESA összeurópai ROSETTA küldetése kapta, amelynek során egy automatikus szonda leszállt egy üstökös felszínére. Fontos kutatásokban vesznek részt ezen túlmenően bolygók és holdak mágneses terének tanulmányozásában (ami az élıhetőség egy fontos feltétele) az euro-amerikai Venus Express, a Bepi Colombo és a JUICE missziók keretében, valamint az űridőjárás és Nap-Föld kölcsönhatás megfigyelésében és modellezésében az ISEE szatellitok, a SOHO LION projektje, valamint az orosz OBSTANOVKA és ROY együttműködések tagjaként. Adatkiértékelésben különösen szoros az együttműködés a Londoni Imperial College és az ír St Patrick's College kutatóival.

A Nukleáris Anyagtudományi Osztály (NAO) csoportjai, megfelelő mérési technikáik kapcsán különböző nemzetközi együttműködésekben vesznek részt. Az USA-ban található stanfordi LINAC (lineáris gyorsító) koherens fényforrása az egyik legerősebb szabad elektron lézer a világon, ezen tanulmányozták munkatársaik molekulakomplexek töltés és spinváltásait, ami a kifejlődő nanotechnológia szempontjából igen fontos. Az ionnyaláb spektroszkópia, amellyel hogy nyílt laboratórium s ezért külföldi csoportokat is fogad mérésekre, az európai HERITAGE (kulturális örökség) programban is részt vesz. Mössbauer típusú mérések terén erős az együttműködés a francia (grenoble-i) ESRF és ILL intézményekkel, a német (garchingi illetve stuttgarti) IJCNS és MPI für Festkörperforschunggal, valamint a dubnai (orosz) JINR-rel.

További, alkalmi és kisebb volumenű nemzetközi kapcsolatok alakulnak az elméleti és kísérleti kutatások terén is. Rendezvényeik számos külföldi vendéget vonzanak, pl. az évente megrendezett Zimányi Iskola, vagy a 2015-ben először teljes évre kiterjesztett Wigner Kollokvium sorozat neves külföldi előadókkal. Rendszeres és tartós együttműködésük alakult ki a hazai egyetemek közül az ELTE, a BME, a PTE, az SZTE és a DE különböző

tanszékeivel és doktori iskoláival. Külön együttműködési szerződést kötöttek 2015-ben a kolozsvári Babes-Bolyai Egyetem magyar karával.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hazai pályázatok

2015-ben a Wigner FK a Gazdasági Osztály kimutatása szerint 858 MFt értékben nyert el új támogatást hazai forrásból. Az RMI csoportjai ebből 415 MFt-ot, valamint a közös RMI-SZFI pályázatok 242 MFt-ot. A támogatások legnagyobb összege az MTA pályázati rendszeréből fakad; tagdíjfizetés, infrastrukturális fejlesztések (Wigner FK: 394 MFt), illetve a Lendület program (Wigner FK: 207 MFt). Az NKFIH Tét 93 MFt-ot adott, az OTKA tematikus támogatása 2015-ös kezdettel négy kutatócsoportot érintett az RMI-ben, megítélt támogatásaik összege 58 MFt.

Legnagyobb volumenű az MTA Lendület program támogatása, tematikusan a holografikus térelmélet, az ultragyors spektroszkópia és a gáztöltésű részecske-detektorok fejlesztése terén. Ezek tudományos háttéréről ezen beszámoló II. fejezetéből tájékozódhatnak. Az OTKA tematikus támogatások szintén az ebben a fejezetben felsorolt tevékenységeket támogatják: agykutatás, gravitációs hullám detektálás, hőtranszport, illetve matematikai módszerek fejlesztése.

Nemzetközi pályázatok

A H2020 keretében az RMI kutatói két nagy infrastrukturális pályázatot nyertek el 2015-ben.

Egyik az AIDA 2020 (No. 654168), mely a CERN koordinálásával 19 ország 38 szervezete részvételével valósul meg. A Wigner FK költségvetése a projektben a teljes 4 éves időszakra mintegy 15,6 MFt (49.500 euró). A projekt célja az európai detektor technológiát szolgáló kutatások feltételeinek megteremtése és összehangolása, a részecskefizika kutatásokhoz szükséges transznacionális hozzáférés biztosítása. Wigner FK a programba berendezések és detektorok fejlesztésével kapcsolódik be.

A másik ugyancsak jelentős infrastrukturális pályázat az EPN2020-RI (No. 654208), mely projekt nyílt hozzáférést biztosít a modern űrkutatás területén felmerülő kulcsfontosságú tudományos és technológiai kérdések tanulmányozásához szükséges legfrissebb kutatási eredményekhez, modellekhez, létesítményekhez és adatbázisokhoz. A Wigner FK költségvetése a projektben a teljes 4 éves időszakra közel 61,4 MFt (195.000 euró). A projektben 18 ország 34 intézménye vesz részt.

Továbbá a detektorfejlesztési kutatócsoport csatlakozott és az SZFI-vel közösen vesz részt a BrightnESS projektben a neutron intenzitás fokozására kialakítandó neutronoptikai berendezések és detektorok fejlesztésével.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hsu H-W, Postberg F, Sekine Y, Shibuya T, Kempf S, Horányi M, Juhász A, Altobelli N, Suzuki K, Masaki Y, Kuwatani T, Tachibana S, Sirono S-I, Moragas-Klostermeyer G, Srama R: Ongoing hydrothermal activities within Enceladus. *Nature*, 519:(7542) 207-210 (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/nature14262>
2. Canton S E, Kjær K S, G Vankó, van Driel T B, Adachi S, Bordage A, Bressler C, Chabera P, Christensen M, Dohn A O, Galler A, Gawelda W, Gosztola D, Haldrup K, Harlang T, Liu Y, Møller K B, Németh Z, Nozawa S, Pápai M, Sato T, Sato T, Suarez-Alcantara K, Togashi T, Tono K, Uhlig J, Vithanage D A, Wärnmark K, Yabashi M, Zhang J, Sundström V, Nielsen M M: Visualizing the Nonequilibrium Dynamics of Photoinduced Intramolecular Electron Transfer with Femtosecond X-ray Pulses. *Nature Communications*, 6: Paper 6359. 9 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7359>
3. PHENIX Collaboration (Adare A, ... Csörgő T, ... Novák T, Vértesi R, Ster A, Sziklai J, et al.): Measurements of elliptic and triangular flow in high-multiplicity $^3\text{He}+\text{Au}$ collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}}=200$ GeV. *Phys.Rev.Lett.* 115: 14, 142301. 9 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.142301>
4. Diósi L: Testing spontaneous wave-function collapse models on classical mechanical oscillators. *Phys.Rev.Lett.* 114: 050403. 5 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.114.050403>
5. Merkel DG, Bessas D, Zolnai Z, Ruffer R, Chumakov AI, Paddubrouskaya H, Van Haesendonck C, Nagy N, Tóth AL, Deák A: Evolution of magnetism on a curved nano-surface. *Nanoscale*, 7:(30) 12878-12887 (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.114.050403>
6. Bajnok Z, Janik RA: String field theory vertex from integrability. *JHEP*, 1504: 042. 50 p. (2015) [http://dx.doi.org/10.1007/JHEP04\(2015\)042](http://dx.doi.org/10.1007/JHEP04(2015)042)
7. Aasi J, Rácz I, Vasúth M, et al.: Searches for Continuous Gravitational Waves from Nine Young Supernova Remnants. *Astrophysical Journal*, 813:(1) Paper 39. (2015) <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/813/1/39>
8. Szabados LB, Tod P: A positive Bondi-type mass in asymptotically de Sitter spacetimes. *Class. Quantum Grav.* 32: 205011. 52 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1088/0264-9381/32/20/205011> (
9. László A, Dénes E, Fodor Z, Kiss T, Kleinfelder S, Soós C, Tefelski D, Tölyhi T, Vesztergombi G, Wyzynsky O: Design and performance of the data acquisition system for the NA61/SHINE experiment at CERN. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A798: 1-11 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2015.07.011>
10. Balázs A, Baksa A, Bitterlich H, Hernyes I, Küchemann O, Páros Z, Rustenbach J, Schmidt W, Spányi P, Sulyán J, Szalai S, Várhalmi L: The Central on-Board Computer on the Philae Lander in the Context of the Rosetta Space Mission. *Lecture Notes in Computer Science*, 9111: 18-30 (2015) http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19584-1_2

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
SZILÁRDTEST-FIZIKAI ÉS OPTIKAI INTÉZET

1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2212; fax: (1) 392 2215
e-mail: szfi@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu/

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Felfedező kutatások végzése a kondenzált anyagok fizikája, az elméleti és matematikai fizika, a hűtött atomok fizikája, a komplex rendszerek, valamint a lágy anyagok fizikája, a nanoszerkezetek, a vékonyrétegek és felületek fizikája, a neutronfizika, a fémfizika, az optikai kristályok fizikája, a kvantumoptika, lézerfizika és a környezetfizika egyes területein.

Alkalmazott kutatások végzése a felfedező kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve új anyagok előállítását, minősítését és vizsgálatát, új anyagvizsgálati módszerek fejlesztését, új optikai kristályok, új vékonyréteg eszközök és új lézerek előállítását és alkalmazását.

Fejlesztési tevékenység végzése a felfedező és alkalmazott kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve a nanotechnológia, a lézertechnika, a spektroszkópia, a kristályfizika területét, speciális elektronikus és mechanikus eszközök fejlesztését, a kristálynövesztési technológiák fejlesztését, a szoftverfejlesztést, valamint új optikai mérés-technikai módszerek és eszközök fejlesztését.

Működtetési tevékenység végzése a területén található és felügyeletére bízott nagyberendezéseknél, amelybe beletartoznak ultravákuum-berendezések, neutronnyaláb-kutatási eszközök, lézerek, számítógépek, számítógép hálózatok, valamint a hélium cseppfolyósító.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Elméleti szilárdtestfizikai kutatások

Erősen Korrelált Rendszerek (Lendület kutatócsoport)

A kvantuminformáció elmélet számos koncepciójára alapozva kifejlesztették a sűrűségmátrixos renormálási csoport (DMRG) algoritmus hatékony héjfizikai verzióját és a korábban a Ni atom alapállapotára publikált 400 KeV-os eltérést kijavították, illetve a világon elsőként alkalmazták az új módszert $pf+g9/2$ rendszerek vizsgálatára, mint például a Ge atom. Eredményeik jó egyezésben vannak a Monte Carlo héjmódszer jóslataival. További fejlesztések után módszerük forradalmian új eljárást jelenthet a jövőben az atomfizika területén, hasonló módon, mint az általuk fejlesztett nem relativisztikus és relativisztikus kvantumkémiai DMRG módszerek az elméleti kémiában. A kvantuminformáció-elmélet számos koncepciójára építve olyan új algoritmusokat (tenzor hálózat állapot) dolgoztak ki, melyek molekuláris rendszerekben az egymással kölcsönhatásban álló távoli szomszédok ún. összefonódott állapotait hatékonyabban kezelik, és ezzel a jövőben jóval nagyobb rendszerek vizsgálatát teszik lehetővé. Meghatározták továbbá a kémiai kötések kvantuminformációs megközelítését is. A kvantuminformáció elmélet keretei között pedig a több-részrendszer összefonódott állapotainak osztályozási hierarchiáját és ezek mennyiségi jellemzését adták meg egy egzakt matematikai keretrendszerben. Szilárdtestekben a mozgékony és lokalizált elektronok kölcsönhatását vizsgálták és számos új egzotikus kvantum fázis létét mutatták

ki. Az ultrahideg atomi kísérletekben tanulmányozható többkomponensű rendszer viselkedésére tettek jóslatokat, melyek kísérleti ellenőrzésére remélhetőleg a jövőben sor kerül.

Komplex rendszerek

Fontos eredményt értek el a hosszú-hatótávolságú járványterjedés véletlen közegben mutatott kritikus viselkedésének megértésében. Ezen rendszerek vizsgálatát többek között az motiválja, hogy az emberi kórokozók hosszútávolságú repülőjáratokon is szállítódnak és a növények betegségeit a levegőben szálló spórák is terjesztik. A vizsgált modellben nemegyensúlyi fázisátalakulás található, mely az egészséges és a fertőzött fázisokat választja el. A fázisátalakulás tulajdonságait az erős rendezetlenségi renormálási csoport egy változatával és Monte Carlo típusú szimulációval vizsgálták egy- és kétdimenziós esetekben. Egydimenzióban több feltehetően egzakt eredményt találtak, melyek a korrelációs hossz exponenciális divergenciáját és a rendparaméter logaritmikus növekedését mutatták az átalakulási pontban. Az átalakulási pont alatt, az egészséges fázisban Griffiths-típusú szingularitások létrejöttét mutatták ki, ahol a z dinamikai exponens a kontroll paraméter folytonos függvénye.

Hosszú távú rend kondenzált rendszerekben

Ab-initio számításokra alapozva mind elméletileg mind kísérletileg vizsgálták bizonyos nagyentrópiás ötvözetek szerkezetét és keménységét a valencia elektron koncentráció (VEC) és az atomi méret függvényében. Azt találták, hogy a VEC 7,8 és 9,5 közötti értékei esetén a szerkezet FCC, míg 4,33 és 7,55 közötti értékek BCC szerkezetet eredményeznek. Nagy szilárdságú ötvözetet kaptak a VEC 6,8 körüli és az atomi méret különbség $d \sim 6\%$ értékénél. Ezen tapasztalati összefüggések alapján a kívánalmaknak megfelelő ötvözetet tudnak tervezni és előállítani.

Az irodalomban elsőként jóslták meg a termális Hall effektust egy kvantumozott mágnésben. A $\text{Sr}_2\text{Cu}(\text{BO}_3)_2$ -ban a topologikusan nemtriviális spin gerjesztések hőt szállítanak a mintára merőlegesen és ez a fémekben létrejövő Hall effektus analogonjának tekinthető.

Félvezető Nanoszerkezetek (Lendület kutatócsoport)

Nanoskálájú anyagokat terveznek nagy pontosságú szimulációval, amelyek a bioszenzorikában, kvantuminformációs technológiában és fenntartható energiatermelésben megkívánt tulajdonságokkal rendelkeznek. Emellett szilícium-karbid alapú nanorészecskéket fejlesztenek és állítanak elő in-vivo fluoreszcences biológiai képalkotás céljából. Demonstrálni tudták, hogy a molekulaméretű nanorészecskéket külön tudják választani a nagyobb méretű frakcióktól és jellemezni tudták azok optikai tulajdonságait, ezzel magyarázva az irodalomban található ellentmondó eredményeket. A kvantumoptika területén kidolgoztak egy eljárást a fényel vezérelt dinamikus optikai magspin polarizáció teljes leírására, amely nagy jelentőségű a jövőbeli fMRI és ahhoz kapcsolódó alkalmazásokban. A skálázható kvantuminformációs hálózatot illetően pedig lényegesen hozzájárultak a szilícium-karbidból készült egyfoton kibocsátó dióda megértéséhez és szabályozásához.

Kísérleti szilárdtestfizikai kutatások

Nem-egyensúlyi ötvözetek kutatása

Új eredményeket értek el egy, az irodalomban sokat vizsgált rendszer, a Fe-Al multirétegek határfelületi tulajdonságainak vizsgálatában. A minden lehetséges kristálytani irányra kiterjesztett molekuladinamikai számítások azt mutatták, hogy a tck-Fe rétegre növesztett Al

réteg atomi skálán éles határfelülettel rendelkezik, míg a lck-Al szubsztráton növesztett Fe réteg 2-3 nm vastag ötvözetréteget alkot a réteghatáron. Az „alsó” és „felső” Fe határrétegek ilyen mértékű különbözőségét Al/Fe/Al rétegszerkezetben konverziós elektron Mössbauer spektroszkópiai mérésekkel igazolták kísérletileg. A mágneses entrópia változásának (ΔE) a fázisátalakulás hőmérsékletétől távol érvényes elméleti ténnyévesítését használták fel arra, hogy egy lck $\text{La}(\text{Fe},\text{Si})_{13}$ és tck $\alpha\text{-Fe}(\text{Si})$ fázisokból álló kompozit anyag ΔE -jének ténnyévesítését elemezzék. Az analízis során nem kölcsönható fázisokat tételeztek fel és az eredmények (pl. a fáziskoncentrációk) jó egyezésben vannak röntgendiffrakcióból és Mössbauer-spektroszkópiából kapott mikroszerkezeti adatokkal. Megbecsülték a közelítés érvényességi tartományát. A kapott eredmények felhasználhatók szennyezők magnetokalorikus járulékanak elkülönítésére kompozitokban.

Szerkezetkutató laboratórium

Három területen érték el jelentős eredményeket:

(1) Fémorganikus hálózatok vizsgálata: Hat új cinktartalmú fémorganikus hálózatot állítottak elő, változatos topológiával. A kristályszerkezetek meghatározása egykristály-röntgendiffrakcióval történt, a pontos összetétel és a stabilitás vizsgálatát pedig egy együttműködés keretében vizsgálták termogravimetria-tömegspektroszkópiával. A változatos szerkezetű új anyagok között vannak egymásba ágyazódó makromolekulákból, szipolimerekből felépülő vázszerkezetek, illetve nagy felületű pórusrendszerek is.

(2) Nagy rácsállandójú szupravezető fulleridsók szerkezeti és spektroszkópiai vizsgálata: Legfontosabb eredményeik egy komplex, teljes anyagcsaládot lefedő szerkezeti és spektroszkópiai vizsgálattal kapcsolatosak, melynek során kimutatták, hogy a nagy rácsállandójú szupravezető fulleridsókban a Mott-átalakulás és az ehhez kapcsolódó Jahn-Teller effektus a fém-félvezető átalakulás hajtóereje, és azonosítottak egy új fázist, az ún. Jahn-Teller fémet. Megmutatták, hogy a Jahn-Teller fémek lehűtésével különleges szupravezető állapot keletkezik, melynek átmeneti hőmérséklete a legmagasabb a fulleridsók családjában.

(3) Fázisátmenetek modellezése: Komplex rendszerekben fellépő fázisátmeneteket vizsgáltak kontinuum modellek keretében. Meghatározták a háromkomponensű eutektikus dendritek képződési és skálázási tulajdonságait. Megállapították, hogy azonos körülmények között többféle (céltáblaszerű, ill. egy- vagy többkarú spirálozó) eutektikus mintázat jöhet létre, melyek közül a fluktuációk választanak. A korábbi munkák kritikus áttekintése után, fizikailag konzisztens multi-fázismező elméletet fejlesztettek ki a polikristályos rendszerekben megfigyelhető szemcsedurulás leírására, mely javította a kísérleti és elméleti szemcseméret határeloszlások közti hasonlóságot. Hasonló megközelítést alkalmaztak a hidrodinamikával csatolt többkomponensű Cahn-Hilliard modell esetében. A kritikus vastagságot, ill. a részecske-indukált heterogén kristálycsíra képződést a molekuláris skálán működő fázismező elmélet (az ún. phase-field crystal model) keretében vizsgálták. Kísérleti eredmények és fázismező szimulációk összevetésével megmutatták, hogy a fehérje-nanocső szferolitok növekedési alakját a megszilárdulás hajtóerejének nedvességen keresztül történő változtatásával lehet hangolni.

Rádiófrekvenciás spektroszkópia

A fehérjék és környezetük funkcionális kölcsönhatásának megértésében kritikus a fehérjék molekuláris „felszínén” kötött vízmolekulák gátolt forgási gátjainak kísérleti jellemzése és azok energetikai heterogenitásának feltérképezése. E célból új széles jelű NMR eljárást dolgoztak ki. Ez kiemeli a globuláris és a rendezetlen fehérjék közötti különbségeket,

segítségével leírhatóak az oldószer fehérjeszerkezetre kifejtett hatásai, valamint megkülönböztethetők a pontmutánsok, a monomer és oligomer állapotok, továbbá a különféle sejtfolyamatokban résztvevő molekuláris kölcsönhatások is jellemezhetők általa.

Komplex folyadékok kutatása

Részben rendezett rendszerek

A kutatócsoport a lágy anyagok folyási, optikai, mágneses és dielektromos tulajdonságainak vizsgálatára koncentrált. Számszerűsítették az elnyújtott alakú részecskékből álló szemcsés anyagban fellépő másodlagos áramlás alapvető tulajdonságait az ún. hengeres osztott aljú nyíró cellában. Azobenzolt tartalmazó, hajlott-törzsű molekulákból álló folyadékkristályok új sorozatát szintetizálták 3-hidroxibenzol savból. Polarizációs optikai mikroszkópiával, differenciál pásztázó kalorimetriával, kisszőgű röntgenszórással és elektro-optikai módszerekkel meghatározták a mezomorfi tulajdonságaikat. Meghatározták a gömbszerű mágneses nanorészecskék adalékolásának hatását a hajlott-törzsű és kalamitikus folyadékkristály elegyek tulajdonságaira. Megállapították, hogy az adalékolás a mágneses Fréedericksz átmenet küszöbértékét több mint a felére csökkenti. Ezen felül, először igazolták kísérletileg az izotróp-nematikus fázisátmeneti hőmérséklet mágneses térrel indukált csökkenésének elméleti jóslatát. Háromféle elektrokonvekciós mintázatot és feszültséggel hangolható hullámhosszú flexodoméneket hoztak létre két hajlott törzsű nematikus folyadékkristályban. Meghatározták hajlott és egyenes törzsű nematikusok bináris elegyeinek termikus stabilitását.

Elektrolitikus nanoszerkezetek

Alkoholos oldatokból történő elektrokémiai nikkelt leválasztás során vizsgálták az egyes alkoholok szerepét. Nagy apoláros láncot tartalmazó, vagy többértékű és nagy viszkozitású alkoholok oldataiból nem lehet tartós elektrolízissel nikkelt leválasztani, de metanolos oldatból a vizes közegből leválasztható nikkellel összemérhető minőségű bevonathoz lehet jutni. Az elektrokémiai adatokból levont következtetéseket szerkezeti és mágneses vizsgálatokkal támasztották alá. Nanopórusos alumínium-oxid membránok készítéséhez szükséges munkaállomást létesítettek, optimalizálták a membránkészítés körülményeit és megteremtették a membránokban zajló transzportfolyamatok vizsgálatához szükséges kísérleti hátteret.

Folyadékszerkezet

Könnyű és nehézvíz (H_2O és D_2O) öt keverékén végeztek izotóphelyettesítéses neutrondiffrakciós (NDIS) méréseket polarizációs analízis mellett, a szórási változó igen széles tartományán. E megközelítés lehetővé teszi a szerkezeti szempontból releváns információ leválasztását még nagy 1H koncentráció mellett is. A koherens, teljes szórásból származó szerkezeti függvényekből a parciális radiális eloszlásfüggvények (PRDF) egy újszerű szettjét határozták meg. A $Ge_{20}Ga_{10}Se_{70}$ és $Ge_{20}Ga_5Se_{75}$ összetételű kovalens üvegekben fellelhető rövidtávú rendezettséget vizsgálták neutrondiffrakcióval és röntgenabszorpciós spektroszkópiával (EXAFS). Nagyméretű szerkezeti modelleket állítottak elő fordított Monte Carlo (RMC) szimulációs eljárással. Mind a Ge, mind pedig a Ga atomok dominánsan 4-es koordináltságúak; a Ga-ról ezen felül megállapították, hogy komplex módon befolyásolja a Ge-Se mátrix szerkezetét. A $Cu_{47.5}Zr_{47.5}Al_5$ összetételű fémüveget tanulmányozták EXAFS, elektron- és röntgendiffrakciós, továbbá NDIS mérésekkel. Szerkezeti modelleket állítottak fel az RMC eljárás segítségével, a hét kísérleti adatsor egyidejű illesztésével; ezáltal az összes PRDF megbízhatóan előállítható volt. A modellek

segítségével megmutatták az erős Zr-Al kötések jelenlétét, amelyek a folyadékfázis viszkozitásának növelésével elősegíthetik az üvegeképződést.

Elektromos gázkisülések

Kidolgoztak egy rádiófrekvenciás gerjesztésű oxigén gázkisüléseket leíró modellt és kifejlesztették a kapcsolódó szimulációs kódot, mellyel megmutatták a plazma jellemzőinek viselkedését különböző gerjesztő hullámformák esetén. Kísérletileg és numerikus módszerek segítségével meghatározták a periodikusan nyírt, erősen csatolt sokrészecske rendszer komplex viszkozitását, hullámdiszperziós tulajdonságait, szerkezeti változását és az energiadisszipációhoz hozzájáruló folyamatokat.

Neutronspektroszkópia

Nanoszerkezet kutatás neutronszórásal

A csoport több tagjának aktív közreműködésével elindult az Európai Unió Horizont 2020-as keretprogramjának kulturális örökség vizsgálatára irányuló, 23 tagintézményt számláló nemzetközi projektje, az IPERION CH (Integrated Platform for European Research Infrastructure on Cultural Heritage), amelynek első pályázati fordulója sikeresen lezajlott 2015-ben. Az elmúlt évben sor került 26 különféle, nagyaktivitású radioaktív hulladéktárolásra alkalmas boroszilikát üveg előállítására, szerkezetvizsgálatára és optimalizálására. Ugyancsak kiemelkedő eredményként értékelhető az Arabidopsis thylakoid - a molekuláris biológia általánosan használt modellnövénye - ATP szintézisben és a növények növekedési folyamatában betöltött szerepének tisztázása. A csoport jelentős lépéseket tett a szol-gél szintézissel előállított szubsztituált szilikagélek orvosi és biotechnológiai felhasználásra való alkalmasságának vizsgálatában.

Neutronoptika

Üzembe helyezték a Budapest Neutron Központban telepített és működtetett fókuszáló kisszögű neutron szórási spektrométert (FSANS). A berendezésnek kettős célja van: kiterjeszteni az erősen igénybevett BNC YS SANS berendezés szórási vektor tartományát és sokoldalú tesztelési lehetőséget biztosítani a jövőbeli neutron optikai berendezésekhez. Kadmiummal szennyezett ón egykristály hologramját rögzítették és értékelték ki. Ez a mérés volt az első, ahol a szennyező atom körüli atomok háromdimenziós elmozdulás vektorát holográfia segítségével sikerült megmérni. A kutatócsoport tagjai aktív módon vettek részt az ESS BrightnESS projekt keretében történő detektor és moderátor fejlesztési kísérletekben. Ezen eredmények hozzájárultak a magyar ESS in kind beszállítási projekt megfelelő megtervezéséhez.

Alkalmazott és nemlineáris optika

Lézeralkalmazások és optikai mérés technika

Kifejlesztettek egy új, Raman spektroszkópián alapuló módszert az aeroszolok légúti kiülepedésének vizsgálatára realiztikus tudómodellekben. Lézeres Doppler sebességmérésen alapuló technikával kísérletileg validálták a légúti áramlások és a részecskék légúti kiülepedésének vizsgálatára kifejlesztett CFD alapú, számítógépes szimulációs modellt. Terepi mérések eredményeit felhasználva bemutatták, hogy az általuk korábban kifejlesztett kéthullámhosszú aeroszol spektrométer által alkalmazott módszer alkalmas a légköri aeroszolok komplex törésmutatójának és méretének egyidejű meghatározására, és

meghatározhatók az egyes frakciók koncentrációi az abszorpciós tulajdonságaik függvényében.

Az EXMET projekt keretében kifejlesztettek egy Michelson típusú interferométert vibrációk vizsgálatára. Kifejlesztettek egy új módszert, mely ötvözi az interferometrikus felület diagnosztikát az aeroszol tudománnyal: impaktor lemezeken kiülepedett aeroszol részecskék mennyiségét határozták meg fehérfényű interferometrikus felület analízáló berendezéssel. (Szabadalom benyújtása folyamatban).

Femtosekundumos lézerek a nemlineáris mikroszkópiában

A kutatócsoport által kifejlesztett, kézben tartható, 3D nemlineáris mikroszkóp rendszert (FiberScope) új, a korábban alkalmazottnál jobban és biztonságosabban alkalmazható impulzusüzemű fényforrással látták el. A *FemtoFiber* fényforrást ipari partnerükkel, az R&D Ultrafast Lasers Kft-vel úgy fejlesztették tovább, hogy az Yb optikai szállézeres erősítő rendszer ismétlési frekvenciája az 1 - 36 MHz tartományban tetszőlegesen megválasztható, aminek következtében az optikai szálás átviteli rendszerben fellépő nemlineáris folyamatok programozottan szabályozhatóak, így az optikai szálon átvitt lézerimpulzusok spektruma megfelelően szabályozható ahhoz, hogy a nemlineáris mikroszkóp jel-zaj viszonya jobb legyen akár a hagyományosan alkalmazott Ti-zafír lézerek esetében mértekhez is. A nemrégiben a Semmelweis Egyetem kutatóval közösen elvégzett biztonságtechnikai méréseik alapján kijelenthetjük, hogy a teljes, szállézeres fényforrást is magában foglaló *FiberScope* orvosi diagnosztikai rendszer biztonságosan használható többek között a bőr daganatos elváltozásainak (pl. basalioma), nanomedicinák vagy kozmetikumok bőrön keresztül történő felszívódásának in vivo nyomon követésére.

Saját fejlesztésű CARS mikroszkópiás mérőrendszerükkel (ld. előző évek MTA beszámolóí) nagyszámú in vivo mérést, kísérletet végeztek el a bőrgyógyászat és az idegtudományok területén (pl. az elhízás hatása a bőr szerkezetére vagy sclerosis multiplex állatmodellek vizsgálata) tudományos partnereikkel, a Semmelweis Egyetem Bőrklínikájával, valamint a Szegedi Egyetem Neurológia Tanszékével közösen. A neurológia területén első lépésként megmutatták, hogy CARS 3D mikroszkópiás mérőrendszerük alkalmas idegrendszer fluoreszcens jelölésektől mentes vizsgálatára. Például a CARS mérőrendszert a mielin hüvelyt alkotó zsírok CH_2 kötések rezgési állapotára hangolva jó minőségű 3D CARS képeket tudtak készíteni az axonokat borító mielin hüvelyekről. Miután a mielinhüvely sérülése, degradációja több neurológiai betegség patológiai jellemzője, a bemutatott CARS technika remélhetőleg újabb esélyt jelent az említett neurológiai betegségek mögött rejlő biokémiai és/vagy immunológiai és/vagy genetikai és/vagy infektológiai folyamatok nyomon követésére, megértésére.

Ultragyors és Attosekundumos Fizika (részben Lendület kutatócsoport)

Kísérleti kutatások: Az elektromos tér nanoskálán történő erősítésének segítségével minden korábbinál alacsonyabb fényintenzitás ($<1\text{GW}/\text{cm}^2$) mellett tudtak ún. erős-tér fény-anyag-kölcsönhatási folyamatot demonstrálni. Az eredmények közelebb vihetnek pl. alacsony intenzitású fényvel, nagy ismétlési frekvenciával keltett attosekundumos források létrehozásához. Továbbá olyan nanoméretű ultragyors elektronforrást is demonstráltak, amely miniatürizált, ultragyors elektronmikroszkópok építéskor nyerhet alkalmazást.

Elméleti kutatások: Új elméleti kvantumoptikai módszert dolgoztak ki elektromágneses sugárzások (például magasrendű felharmonikusok) fázisának pontonként konvergens rekonstrukciójára. A ritka plazmákban történő lézeres elektrongyorsítás egy olyan effektív elméleti modelljét dolgozták ki, amely kiválthatja a nagy teljesítményű számítógépeket igénylő PIC-szimulációs eljárásokat.

Kristályfizika

Számítógép vezérlésű húzó- és forgató egységet szereltek fel 4 kristálynövesztő berendezésre. UV abszorpciós és hőmérsékletfüggő dielektromos mérésekkel feltárták a Ti^{4+} és Ta^{5+} adalékok hatását a kálium-lítium-niobát kristályosodására. Modellt állítottak fel $LiNbO_3$ kristályban a lézersérülést gátló adalékok beépülésének leírására, és SIESTA kvantumkémiai szoftverrel megmutatták, hogy a szomszédos rácshelyekre beépülő kisméretű hibaszerkezetek energetikailag kedvezőek. Szaturációs spektroszkópiával meghatározták az Er^{3+} adalékionok egyes átmeneteinek populáció-relaxációs kinetikáját kongruens és sztöchiometrikus lítium-niobátban, és kimérték a spektrális lyuk mágneses térben való felhasadását $LiNbO_3:Er$, $LiNbO_3:Yb$, és $Li_6Y(BO_3)_3:Yb$ -ban. Meghatározták az Er^{3+} adalék spin-Hamilton operátorának tenzor-paramétereit LYB kristályokban EPR spektrumok kiértékelésével. Az egyértelmű karakterizációjához a mágneses tér 4 különböző krisztallográfiai síkban forgatott orientációi mellett felvett spektrumokra volt szükség. Módszereket dolgoztak ki polikristályos itrium-oxi-ortoszilikát szcintillátor anyagok Li- és Na- adaléktartalmának szilárdminta grafítkemencés atomabszorpciós spektrometriás (HR-CS-GFAAS) meghatározására. Konvektív-diffúziós gáz-transzport modelleket egyesítettek a GFAAS érzékenységének számítására és 18 elemre történő tesztelésére. SiC – napjaink egyik legígéretesebb in vivo humán gyógyászati nanoanyaga – és a bovine serum albumin közti kapcsolódási mechanizmust vizsgálva domináns statikus kioltási komponenst találtak, hidrogén kötés és hidrofób kölcsönhatás várható jelenléte mellett.

Nanoszerkezetek és alkalmazott spektroszkópia

Mikrohullámú kémiai gőzfázisú leválasztás segítségével létrehoztak egy eddig még nem dokumentált, nikkelt és szilíciumot tartalmazó komplex optikai centrumot nanogyémánt szemcsékben, melynek emissziója a közeli infravörös (865 nm) tartományba esik, félértékszélessége pedig a viszonylag gyenge elektron-fonon csatolás eredményeképpen 2 nm (3 meV). Ez a szobahőmérsékleten is intenzíven emittáló színcentrum különösen az orvosi és biológiai alkalmazások számára kiemelt fontosságú, ugyanis mind a gerjesztés, mind pedig az emisszió az élő szövetekben a legnagyobb átlátszósággal rendelkező hullámhosszak tartományába esik.

A csoport új eljárást dolgozott ki biológiai anyagok és molekulák nagy érzékenységgel detektálására, melynek lényege, hogy a felületerősített Raman-szórásban használt arany, vagy más fémfelületet szelektíven funkcionálizálva csak bizonyos célanyagokra teszik érzékennyé, és különböző funkcionálizálásokkal egy több anyagra érzékeny mátrixot hoznak létre a felületen. Az eljárás megvalósításához megkezdték a megfelelő felületek és funkcionálizálási eljárások kidolgozását.

Kvantumoptika és kvantuminformatika (Lendület kutatócsoport)

Kívülről hajtott, veszteséges kvantummechanikai rendszerben kritikus viselkedés jelenik meg, amikor az állandósult állapotban nem analitikus, szimmetriaértő változás következik be hirtelen, a rendszer egy hangolható paraméterének kritikus értékénél. A külső koherens meghajtás és veszteségi folyamatok az alapállapottól, illetve a termikus egyensúlyi állapottól nagyon különböző állandósult állapotot eredményezhetnek. Megoldatlan alapvető probléma ezeknek a nemegyensúlyi fázisátalakulásoknak az osztályozása. Az elmúlt évben megmutatták, hogy a kritikus exponenseket hajtott-veszteséges nyílt rendszerben a hőtartály spektrális sűrűségfüggvénye határozza meg. A Dicke-féle szuperradiáns fázisátalakulás nyílt rendszerre történő kiterjesztését vizsgálták, és megmutatták, hogy az exponens folytonosan a

szokásos értéke (1) alá csökkenhet, amennyiben a kölcsönhatásban résztvevő kollektív spin rendszer szub-ohmikus rezervoárhoz csatolódik.

b) Tudomány és társadalom

Kvantumrendszerek numerikus szimulációja jelenlegi klasszikus számítógépeken nagyon nehéz feladat, mivel a szükséges erőforrások exponenciálisan növekednek a vizsgált rendszer méretével. Ezen felül az egyes fizikai folyamatok figyelembe vétele és minél pontosabb leírása szintén egyre nagyobb számítási kapacitások felhasználását igénylik. A kvantuminformáció elmélet számos koncepciójára alapozva az Erősen Korrelált Rendszerek Lendület csoport kutatói saját fejlesztésű programjaikkal olyan nagy rendszereket vizsgáltak, melyek számítása a standard módszerekkel nem lehetséges.

A következő ipari forradalom hajtóereje a kvantuminformációs eljárásokat kihasználó nanotechnológia lesz. A Félvezető Nanoszerkezetek Lendület csoport kutatásainak nagy jelentősége van az új generációs nanoszenzorok kifejlesztése terén, mint pl. a mágneses és hőérzékelők használata a fejlett technológiájú iparban és a biológiában. Eredményeik megkönnyítik a társadalom kommunikációját és egészségét elősegítő technológiák megvalósítását.

Több kutatócsoport munkája kapcsolódik a környezetvédelem és az egészségügy különböző területéhez, azzal a törekvéssel, hogy kutatásaik megalapozzák az innovációt, és ezen keresztül hozzájárulnak az életminőség javításához.

A Kristályfizika csoport által előállított kristályokat számos magyar egyetemen és nemzetközi kutatóintézetben is felhasználták. Analitikai módszerüket szennyeződést/feketedést okozó atmoszférikus aeroszolok kimutatására négy különböző fűtési és légkeringetési rendszerű belga "kulturális örökségi" épületben alkalmazták, csökkent lerakódást tapasztalva más, kontrollálatlan belterü környezetekhez képest.

A Rádiófrekvenciás Spektroszkópia csoport a Markusovszky Egyetemi Oktatókórház személyeivel együttműködésben különböző összetételű hidrofób és hidrofil műlencsék összehasonlító vizsgálatát végezték el NMR-spektroszkópiával. A műlencséket anyaguk dinamikai jellemzőinek szempontjából tanulmányozták. A mini- és mikroincíziós műtéti seben át operáló szemész számára fontos információ, hogy az injektoron történő átpréselés hatására megváltozik-e egyes műlencsék struktúrája, mivel ez befolyásolhatja a beültetett lencsék optikai tulajdonságait is, és így határt szabhat az implantációhoz szükséges sebméret további minimalizálásának.

Az Alkalmazott és Nemlineáris Optikai osztály szinte minden kutatócsoportja végez valamilyen egészségüggyel kapcsolatos kutatást. Az in vivo nemlineáris mikroszkópián és mikroendoszkópián alapuló orvosi diagnosztikai módszerek segíthetnek különböző betegségek, mint pl. a bőr daganatos elváltozásai, vagy a cukorbetegség korai diagnosztizálásában, kezelésében valamint megfelelő gyógyszerkészítmények kifejlesztésében, tesztelésében, a társadalom egészségének megőrzése, védelme érdekében.

Másik kutatócsoportjukban az aeroszolok kiülepedését vizsgálták gyakori légúti megbetegedések esetén. A projekt egyik jelentős eredménye, hogy az ideális légzési mód megállapításával a légúti megbetegedésben szenvedők kezelésére használt aeroszol gyógyszerek hatékonyságát növelni, mellékhatásait pedig csökkenteni tudják.

Az új színcentrumot tartalmazó nanogyémánt szemcsék és a felületerősített Raman-szóráson alapuló új detektálási eljárás újfajta orvosi és biológiai diagnosztikai eszközök kifejlesztését teszik lehetővé.

Ipari szerződések keretében méréseket végeztek optikai és spektroszkópai módszerekkel (HOYA Co. H-ION Ltd.). A Wigner FK és a H-ION kft. együttműködése eredményeként elkészült egy 1,2 m hosszú hasított csőkályha, ahol lehetőség nyílt megfigyelni az átalakulás hőprofilját a hőkezelési paraméterek optimalizálása céljából. A Progen cég 1600-as relatív permeabilitású lineáris mágnesezéssel jellemezhető vasmagokat fog nagy tételben előállítani árammérőszondák számára. A termelékenység fokozása céljából az 1,2 m-es csőkályhát 6 m-esre cserélik le és ezáltal a szalag áthúzási sebessége közel 6 szorosára, 1,2 m/s -ra növelhető.

Befejeződött az elektrokémiai leválasztással kialakítható alaprétegek fejlesztése neutronfizikai vizsgáloberendezésekhez (együttműködő partner: Mirrotron Kft.). Lezárult az acéllemezek ipari pácolásának laboratóriumi modellezésével kapcsolatos kísérlet-sorozat, mely bizonyította a laboratóriumi skálájú szimulátor berendezés létjogosultságát az ipari folyamat részleteinek megértésében (ipari háttér: DUNAFERR). A KÖFÉM-ALCOA megrendelésére különféle alumínium lemez termékek mélységi komponens-eloszlási vizsgálatát koordinálták.

A Folyadékszerkezet kutatócsoport három tagja előrelépést ért el egy csaknem nyolcvan éve vizsgált területen, ahol a tudósok minél pontosabban próbálják leírni az egyik leghétköznapibb folyadék, a szén-tetraklorid (CCl_4) szerkezetét.

A Neutron Optikai csoport tagjai, előadóként és gyakorlatvezetőként részt vettek a 9-ik Közép Európai Neutron Iskola (CETS2015) és a Design and Engineering of Neutron Instruments Meeting (DENIM 2015) szervezésében. A CETS2015 betekintést nyújtott a neutron szórás technikák elméletébe és gyakorlatába, amely az anyagok szerkezetét és dinamikáját tanulmányozza. A csoport tagjai, aktívan részt vettek a Mirrotron Budapest Kft mérnökeinek szakmai továbbképzésében, valamint együttműködtek a NAÜ-vel Indonéziai és Kínai szakértői kiküldetésekből.

A 2015-ös évben sor került a kilencedik Európai Neutronszórás Iskolára (CETS2015), amely betekintést nyújtott a neutron szórás és képalkotás technikák elméletébe és gyakorlatába egyetemi hallgatók, kutatók, ipari szakemberek számára. A csoport tagjai egész év folyamán készséggel álltak a csoportos, illetve egyéni érdeklődők rendelkezésére laborlátogatások vezetésével illetve ismeretterjesztő beszélgetések, előadások tartásával.

A saját és mások vezető kutatási eredményeinek bemutatására, azok társadalomra gyakorolt hatásainak ismertetésére jó alkalmat biztosított a 2015-ös Fény Éve programsorozat, melyben az Ultragyors és Attoszekundumos Fizika kutatócsoport 4 tagja számos különböző felsőoktatási, középiskolai és egyéb előadás, pódiumbeszélgetés stb. során folytatott aktív párbeszédet a fotonikai tudományok társadalmi szerepéről.

A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából a Wigner Nyílt Napon, a Lányok Napja és a budapesti Bolyai Kollégium rendezvényeinek keretén belül az intézet főként fiatal kutatói számos tudomány népszerűsítő előadást tartottak, és fél tucat laborban fogadtak látogató csoportokat. A középiskolás diákoknak szóló Sokszínű Fizika Roadshow a tavalyi évben kiemelt program volt, a Fény Éve Nemzetközi program-sorozathoz csatlakozva 40 iskolába jutott el. Szintén továbbtanulás előtt álló középiskolásokat célozott meg a BME-n megrendezett a Fizika Mindenkié program, ahol kutatóik a Sokszínű Fizika Buszon tartottak kisebb bemutatókat.

Több magyar nyelvű ismeretterjesztő, publikáció jelent meg a Magyar Tudomány és a Természet Világa hasábjain. A bostoni Magyar Tudósklub keretein belül az intézet vendégkutatója részt vett 10 tudományos ismeretterjesztő előadás megszervezésében a Bostoni Magyar Egyesülettel közösen a magyar nyelv ápolása és a helyi tudósok egymással és a szélesebb közönséggel való megismertetése céljából. Az előadás sorozat ez évtől kezdve megtekinthető a <https://www.youtube.com/channel/UC-m9PT4QIPKhkLKWOO3doOg> YouTube csatornán is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok

Együttműködések

Az intézet kutatásai során széleskörű hazai és nemzetközi együttműködésekre támaszkodik.

Ipari kapcsolatok

Az utóbbi évek fejleményei következtében egyre fontosabb szerephez jutnak a vállalati szférával kialakítandó közös kutatási együttműködések. Ez nem kis kihívást jelent egy főként alapkutatásokkal foglalkozó intézet számára. A nagy számban megfogalmazódó társadalmi igényekre adandó válaszok és a kutatóhálózat pénzügyi szorításai egyre inkább kikényszerítik a technológia transzferét és közelebb hozzák egymáshoz az ipari és az akadémiai szereplőket. Az intézet is tovább bővítette szerződéses kapcsolatait zömében kis- és középvállalatokkal, és sikerült néhány nagy céget is bevonni a megrendelők közé. 2015-ben ez kb. 30 M Ft bevételt hozott az intézetnek.

Akadémiai kapcsolatok

Történelmi előzmények, tematikai hasonlóságok és a közös infrastruktúra használata folytán korábban is léteztek formális és informális kapcsolatok a KFKI campus akadémiai intézetei között. A campuson működő két kutatóközpont közül továbbra is az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Atomenergia Kutató Intézete (AEKI és MFA) fontos együttműködő partnere az intézetnek, mellyel a Budapesti Neutron Központ keretében folynak közös kutatások a kísérleti atomreaktor hasznosítása érdekében. Az MTA intézményhálózatán belül közös kutatások folynak még az SZBK, a KOKI és TTK Enzimológiai Intézettel valamint a Pécsi Tudományegyetemhez kapcsolódó Szentágothai János Kutatóközponttal.

Felsőoktatás

Az intézet munkatársai több egyetemen vesznek részt a graduális és posztgraduális képzésben a szilárdtest-fizika, az anyagtudomány és az optika tárgykörében. 2015-ben az intézet 44 kutatója vett részt az egyetemi oktatásban rendes és speciális előadások tartásával, illetve laboratóriumi gyakorlatok vezetésével. Az intézet kutatói 42 elméleti és 15 kísérleti kurzust tartottak doktoranduszok részére. 27 kutató tagja különböző egyetemek doktori iskoláinak, közülük 16-an törzstagok. A már eredményes együttműködések mellett az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE TTK), a BME TTK Fizikai Intézetén és a vidéki egyetemek közül a Szegedi Egyetem és a Pécsi Egyetem fizikai intézetein kívül új kapcsolatok jelentek meg a Semmelweis Egyetemmel, az Óbudai Egyetemmel, a Debreceni, a Pázmány Péter Katolikus Egyetemmel és a Dunaújvárosi Főiskolával közösen kutatott témák kapcsán. Pályázati támogatás segítségével erősödött meg az együttműködés a Kecskeméti Főiskolával, ahol konzorciumban képeznek szakembereket a Szegeden épülő ELI-ALPS nagy európai infrastruktúrához.

2015-ben az előző évhez képest tovább nőtt az intézetben diplomamunkát, illetve PhD értekezést készítő diákok száma: 22 hallgató dolgozott diplomamunkájára, ebből 9 MSc és 13 BSc, 48 pedig PhD dolgozata összeállításán. A növekedés főleg a PhD-sek számának emelkedésének volt köszönhető. E hallgatók nagy része olyan kísérleti berendezéseken végezhetette kísérleti munkáját, melyek másutt nem állnak rendelkezésre az országban.

Az év folyamán az intézet hét fiatal kutatója szerezte meg a PhD címet és egy kolléga habilitált a Pécsi Tudományegyetemen.

Nemzetközi kapcsolatok

Az intézet munkatársai szoros együttműködést ápolnak a legtöbb európai ország kutatóival. A nemzetközi kapcsolatok alapját főleg az EU keretprogramjai adják, de emellett jelentősek még más nemzetközi projektek (ESA, IAEA, COST), kétoldalú akadémiai és TÉT egyezmények, továbbá intézetek közötti kétoldalú megállapodások. Az Európán kívüli partnerek száma tovább növekedett immár 13-ra, kiegészülve olyan országokkal is, mint Törökország, Pakisztán a már egyre bővülő japán, indiai, orosz és kínai kapcsolatok mellett. Száz vendégkutató töltött el félévénél rövidebb időt az intézetben köztük ománi és iráni kutatók is. Félévénél hosszabb időt töltött az intézetben négy kutató, akik Csehországból, Amerikából és Kínából érkeztek.

Ennek eredményeképpen 2015-ben az intézet több mint 200 publikációjában szerepel külföldi társszerző. Az intézet nyitott a külföldről érkező munkavállalók felé. Öt nem magyar állampolgár, aki részben EU-s, részben más országból érkezett (ukrán, olasz, tajvani, osztrák) vett részt az intézetnek ma már nemzetközinek mondható kutatócsoportjaiban.

A nemzetközi kapcsolatok építése szempontjából nagyon fontos kutatóik külföldi munkavállalása és ösztöndíjai is. Az év folyamán 46 kutató dolgozott külföldi egyetemen vagy kutatóintézetben és egy külföldi vállalatnál.

A félévénél hosszabb ideig az intézetben dolgozó külföldi vendégkutatók száma a 2015. év során megkettőződött, ezzel négyre emelkedett. Három kutatócsoport igen aktívan vesz részt nyári iskolák, nemzetközi oktatási programok szervezésében. A kormányközi tudományos és technológiai megállapodások (TÉT) keretében 3 együttműködés kezdődött 2015-ben.

Nemzetközi konferencia szervezés

Kutatóik 2015-ben aktívak voltak a hazai és nemzetközi rendezvények szervezésében, és részt vettek külföldi szervezőbizottságokban. Több kutató szervezett nemzetközi konferenciát Magyarországon: Az egyik a 11th International Workshop on Electrodeposited Nanostructures (EDNANO-11 - Balatonfüred) 2015. szeptember 10-12 között, melyre 14 ország 34 kutatóhelyéről 52 résztvevő érkezett. Ezzel Magyarország újra otthont adhatott egy hazai alapítású és hiánypótló jellegű, az elektrokémiai nanotechnológia minden ágát felölelő nemzetközi rendezvénynek. A workshop során 34 szóbeli előadás hangzott el, amit poszter szekció egészített ki 20 db poszterrel.

Másik jelentős hazai rendezvény volt a Közép Európai Statisztikus Fizikai MECO40 Konferencia Esztergomban 2015. március 22-25 között, melyet 1974 óra negyvenedszer rendeztek meg, ezúttal az MTA Wigner FK, a Debreceni Egyetem, a Springer, a Mathematical and Theoretical Journal of Physics, a Morgen Stanley és a Suzuki támogatásával. A konferencia 19 országból 100 főt vonzott, melynek szervezésében az intézet 3 munkatársa vett részt.

Az intézet két munkatársának szervezésében szeptember 3-4-én Budapesten 70 résztvevővel került megrendezésre az "Integrating devices and materials: a challenge for new instrumentation" című COST IC1208 program 6. workshopja, melynek témája "modern eszközök fejlesztése új anyagokból" volt. A konferencián 29 előadás hangzott el, a résztvevők 20 európai országot képviseltek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2015-ös év a hazai pályázatok tekintetében egy további szűkös esztendő volt. Szinte alig volt a hazai felfedező kutatások támogatására kiírt pályázat, ezért továbbra is nagy jelentőségűek az OTKA pályázatok. Ezek, ha szerényebb ütemben is, mint az előző évben, de tovább növekedtek. Az elnyert OTKA-támogatások terhére az intézet kutatói 5 új projektet indítottak 117 M Ft támogatással, melyből a 2015-ös évre arányosan közel 11,5 M Ft jutott. Az új projektek közül 2 elméleti és 3 kísérleti jellegű, melyek valamilyen újszerű anyag vagy eljárás vizsgálatára irányulnak: K112811 - Mágneses multirétegek módosítása amorf ötvözetekkel; K115504 - Szerkezet meghatározás biológiai részecskékben röntgen-szabadelektronlézerrel; K115624 - Nyílt rendszerek kvantumdinamikája az ultraerős csatolás tartományában; K115805 - Komplex plazmák akcióiban. A K115632 - Mágnesség és szupra-vezetés fémes nanokompozitokban témájú konzorciális pályázat, melyben az intézet elméleti osztályának kutatói a BME kutatóival vesznek részt egy négyéves együttműködés keretében.

2015-ben összesen három új Tét pályázat indulhatott, egy kétéves mexikói partnerekkel történő együttműködés a folyadékszerkezet-vizsgálat területén, egy ugyancsak kétéves szlovák Anizotróp kompozit nanorendszerek mágneses tulajdonságai címmel és egy várva várt, a hideg neutronforrások piaci alkalmazását segítő technológia transzfert szolgáló hároméves együttműködés indiai partnerrel.

A Magyar Ösztöndíj Bizottság és a Német Akadémia (MÖB-DAAD) kutatócsere programjában három nyertes pályázat született az elmúlt év folyamán, melyek keretében kutatóik a szupra-vezető heteroszerkezetek kvázirészecske spektrumát, a szuszpenziók és szemcsés anyagok folyási tulajdonságait, valamint a tömbi egykristálytól a néhány száz nanométeres mérettartományba eső ritkaföldfém ionokkal adalékolt LiNbO₃ kristályokban végbemenő nemlineáris optikai és szórási folyamatokat vizsgálták.

2015-ben, a H2020 második évében, az előző évihez képest kevesebb kiírás jelent meg és jelentősen megnőtt a verseny, ami következtében a nyerési esély továbbra is nagyon alacsony maradt. Ezért még nagyobb a jelentősége az intézet számára az év folyamán elnyert két H2020-as kutatási infrastruktúra pályázatnak. Egyik a BrightnESS (No. 676548), mely a svédországi Lund-ban megépülő Európai Spallációs Neutronforrás (ESS) beruházáshoz kapcsolódik, ebben a projektben az intézet már az előkészületek óta részt vesz. A Wigner FK költségvetése a projektben a teljes 3 éves időszakra mintegy 464,8 MFt (1.478.687 euró). A BrightnESS projekt keretében 11 ország 18 szervezete dolgozik azon, hogy egyrészt innovatív megoldásokkal biztosítsák az ESS legmagasabb szintű műszaki beruházási kivitelezését, másrészt szervezeti és kommunikációs megoldások kidolgozásával segítsék a működési fázisba való átmenetet. A Wigner FK e feladatokba kapcsolódik be pl. a neutron intenzitás fokozására kialakítandó neutronoptikai berendezések és detektorok fejlesztésével, ill. a minél szélesebb akadémiai és ipari felhasználói kör kialakításának szervezésével.

A másik ugyancsak jelentős infrastrukturális pályázat az IPERION-CH (No. 65402) Integrated Platform for European Research Infrastructure on Cultural Heritage). A Wigner FK költségvetése a projektben a teljes 4 éves időszakra közel 116,6 MFt (370.000 euró). A projektben 13 ország 24 intézménye, köztük neves múzeumok és kutatóhelyek vesznek részt. A Wigner FK két kutatócsoportja műtárgyak neutron nyalábokkal, ill. proton-nyalábbal történő roncsolásmentes vizsgálatában működik együtt az európai partnerekkel ebben az igen érdekes interdiszciplináris projektben.

Mindkét pályázat a már a korábbi 7. keretprogramban elnyert pályázati projekteken (ESS, European Spallációs Neutronforrás és a kulturális örökség megőrzését szolgáló Charisma) végzett sikeres együttműködés következménye, és egyben a hosszú távú eredményességük bizonyítéka.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Pothoczki Sz, Temleitner L, Pusztai L: Structure of neat liquids consisting of (perfect and nearly) tetrahedral molecules. *Chemical Reviews*, 115, 24: 13308–13361 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00308>
2. Widmann M, Lee S-Y, Rendler T, Son NT, Fedder H, Paik SY, Yang L-P, Zhao N, Yang S, Booker I, Denisenko A, Jamali M, Momenzadeh SA, Gerhardt I, Ohshima T, Gali A, Janzén E, Wrachtrup J: Coherent control of single spins in silicon carbide at room temperature. *Nature Materials*, 14: 164-168 (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/nmat4145>
3. Vogelsang J, Robin J, Nagy BJ, Dombi P, Rosenkranz D, Schiek M, Gross P, Lienau C: Ultrafast electron emission from a sharp metal nanotaper driven by adiabatic nanofocusing of surface plasmons. *Nano Lett.* 15: 4685-4691 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b01513>
4. Lohrmann A, Iwamoto N, Bodrog Z, Castelletto S, Ohshima T, Karle TJ, Gali A, Praver S, McCallum JC, Johnson BC: Single-photon emitting diode in silicon carbide. *Nature Communications* 6, 7783: 10 (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms8783>
5. Romhányi J, Penc K, Ganesh R: Hall effect of triplons in a dimerized quantum magnet. *Nat. Comm.* 6, 6805: 6 (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7805>
6. Falk AL, Klimov PV, Ivány V, Szász K, Christle DJ, Gali A, Awschalom DD: Optical polarization of nuclear spins in silicon carbide. *Phys. Rev. Letters*, 114: 247603. 6 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.114.247603>
7. Nagy D, Domokos P: Nonequilibrium quantum criticality and non-markovian environment: critical exponent of a quantum phase transition. *Phys. Rev. Lett.* 115, 043601. 5 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.043601>
8. Beke D, Szekrényes Zs, Czigany Zs, Kamarás K, Gali A: Dominant luminescence is not due to quantum confinement in molecular-sized silicon carbide nanocrystals. *Nanoscale*, 7: 10982-10988 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/C5NR01204J>
9. Hendler N, Mentovich E, Korbuly B, Pusztai T, Gránásy L, Richter S: Controlling the growth forms of peptide-nanotube spherulitic films: experiments and simulations. *Nano Res.* 8: 3630-3638 (2015). <http://dx.doi.org/10.1007/s12274-015-0863-2>
10. Karlsson PM, Herdean A, Adolfsson L, Beebo A, Nziengui H, Irigoyen S, Unnep R, Zsiros O, Nagy G, Garab G, Aronsson H, Versaw WK, Spetea C: The Arabidopsis thylakoid transporter PHT4; 1 influences phosphate availability for ATP synthesis and plant growth. *Plant Journal*, 84: 99-110 (2015) <http://dx.doi.org/10.1111/tpj.12962>
11. Kovács IA, Mizsei R, Csermely P: A unified data representation theory for network visualization, ordering and coarse-graining. *Scientific Reports*, 5: 13786. 10 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/srep13786>
12. Teichmann SM, Rácz P, Ciappina MF, Perez-Hernández JA, Thai A, Fekete J, Elezabi AY, Veisz L, Biegert J, Dombi P: Strong-field plasmonic photoemission in the mid-IR at $<1 \text{ GW/cm}^2$ intensity. *Sci. Rep.* 5: 7584. 5 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1038/srep07584>
13. Murg V, Verstraete F, Schneider R, Nagy PR, Legeza Ö: Tree tensor network state study of the ionic-neutral curve crossing of LiF. *J. Chem. Theory Comp.* 11: 1027-1036 <http://dx.doi.org/10.1021/ct501187j> (2015)

14. Kaban I, Jóvári P, Escher B, Tran DT, Svensson G, Webb MA, Regier T, Kokotin V, Beuneu B, Gemming T, Eckert J: Atomic structure and formation of CuZr-Al bulk metallic glasses and composites. *Acta Materialia*, 100: 369-376 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2015.08.060>
15. Gubanova NN, Baranchikov AYe, Kopitsa GP, Almásy L, Angelov B, Yapryntsev AD, Rosta L, Ivanov VK: Combined SANS and SAXS study of the action of ultrasound on the structure of amorphous zirconia gels. *Ultrasonics Sonochemistry*, 24: 230-237 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.11.012>
16. Wortel G, Börzsönyi T, Somfai E, Wegner S, Szabó B, Stannarius R, van Hecke M: Heaping, secondary flows and broken symmetry of elongated granular particles. *Soft Matter*, 11: 2570-2576 (2015) <http://dx.doi.org/10.1039/c4sm02534b>
17. Edge JM, Asbóth JK: Localization, delocalization, and topological transitions in disordered two-dimensional quantum walks. *Phys. Rev. B*, 91: 104202. 8 p. (2015)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.91.104202>
18. Hagymási I, Sólyom J, Legeza Ö: Competition between Hund's coupling and Kondo effect in a one-dimensional extended periodic Anderson model. *Phys. Rev. B*, 92, 035108. 8 p. (2015). <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.92.035108>
19. Legeza Ö, Veis L, Poves A, Dukelsky J: Advanced density matrix renormalization group method for nuclear structure calculations. *Phys. Rev. C. Rap. Comm.* 92: 051303. 5 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevC.92.051303>
20. Csire G, Ujfalussy B, Cserti J, Gyorffy B: Multiple scattering theory for superconducting heterostructures. *Phys Rev B* 91: 165142. 11 p. (2015)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.91.165142>
21. Temleitner L, Stunault A, Cuello G, Pusztai L: Neutron diffraction of hydrogenous materials: Measuring incoherent and coherent intensities separately. *Phys. Rev. B*, 92: 014201. 6 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.92.014201>
22. Tian Q, Takács E, Krakovský I, Horváth Z E, Rosta L, Almásy L: Study on the microstructure of polyester polyurethane irradiated in air and water. *Polymers*, 7: 1755-1766 (2015) <http://dx.doi.org/10.3390/polym7091481>
23. Dyatko N, Donkó Z: Bistable solutions for the electron energy distribution function in electron swarms in xenon: a comparison between the results of first-principles particle simulations and conventional Boltzmann equation analysis. *Plasma Sources Sci. Technol.* 24: 045002. 9 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1088/0963-0252/24/4/045002>
24. Schulze J, Donkó Z, Derzsi A, Korolov I, Schuengel E: The effect of ambipolar electric fields on the electron heating in capacitive RF plasmas. *Plasma Sources Sci. Technol.* 24: 015019. 13 p. (2015) <http://dx.doi.org/10.1088/0963-0252/24/1/015019>
25. Xu M-Y, Zhou M-J, Xiang Y, Salamon P, Éber N, Buka Á: Domain structures as optical gratings controlled by electric field in a bent-core nematic. *Optics Express*, 23: 15224-15234 (2015) <http://dx.doi.org/10.1364/OE.23.015224>

**AZ MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI
ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	357	Ebből kutató ² :	217
PhD, kandidátus:	117	MTA doktora:	39
		Rendes tag és levelező tag:	4
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			5
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			78

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	979	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	958	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	3	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	5	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	761	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	730	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	2749,59	Összes független hivatkozás száma (2014):	17359
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			25698

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	14	MTA doktora:	0
---	------	----	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	230		
posztterek száma:	209		
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	91	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	26
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			213

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	83		
Témavezetések száma: TDK munka:	30	Diplomamunka (BSc):	35
Diplomamunka (MSc):	29	PhD:	52

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :	2501 815	E Ft		
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz. ¹⁶ :	29	Teljes saját bevétel:	2574 460	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:			3370	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			50	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:			164 550	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			22	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:			123 414	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			15	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :			513 384	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			6	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:			902 862	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :			866 880	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2501 815	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	2574 460	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	3370	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	164 550	E Ft
Innovációs Alapból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	123 414	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	513 384	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	902 862	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	57 699	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	407 772	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	101 707	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	299 702	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Részecske- és Magfizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	167	Ebből kutató ² :	104
PhD, kandidátus:	61	MTA doktora:	19
		Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporton kívüli állományban levő kutatók száma ⁴ :			32

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	729	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	722	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	1	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	2	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	553	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	534	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	2071,713	Összes független hivatkozás száma (2014):	11595
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			18295

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	7	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	142		
	posztterek száma:	97	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	56	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	13
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			57

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	39		
Témavezetések száma: TDK munka:	23	Diplomamunka (BSc):	22
Diplomamunka (MSc):	20	PhD:	4

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	145	Ebből kutató ² :	114
PhD, kandidátus:	56	MTA doktora:	21
		Rendes tag és levelező tag:	3
A kutatócsoportokhoz kötődő akadémikusok száma ³ :			5
35 év alatti, kutatócsoportban levő kutatók száma ⁴ :			47

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	234	
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	220	
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	2	
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	3	
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	198	
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	186	
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	647,941	Összes független hivatkozás száma (2014):	5729
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			7298

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	7	MTA doktora:	0
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	88		
	posztterek száma:	112	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	35	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	13
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			156

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	44		
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	13
Diplomamunka (MSc):	9	PhD:	48

**MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT
KUTATÓCSOPORTOK**

MTA–BME GÉPEK ÉS JÁRMŰVEK DINAMIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Stépán Gábor, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5.
telefon: (1) 463 1369; fax: (1) 463 3471
e-mail: stepan@mm.bme.hu; honlap: www.mm.bme.hu/~gjd
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012.01.01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoportban végzett munka az öt éves kutatási tervben vázolt feladatokkal folytatódott a beszámolási évben. A *közlekedés biztonságának növelése* témakörben a kerék-talaj kapcsolat vizsgálatához előirányzott kísérleteket készítették elő a kutatók. Gumikerék modelleken végzett szimulációk segítségével meghatározták azon paramétertartományokat, melyekben kísérletek végezhetőek a kontakt tartományban lezajló csúszások vizsgálatára. A kutatási tervből forráshiány miatt kimaradt témák művelése helyett egy gyakorlatiasabb téma, a két forgórészes rezgéskeltő kifejlesztése kezdődött el 2012-ben. A 2015-ben végzett kutatómunka három fő feladata a berendezés kísérleti stabilitásvizsgálatának elvégzése és a szabályozó algoritmus továbbfejlesztése, valamint az aszinkron mozgások analitikus stabilitásvizsgálata volt. Az elért eredmények ígéretesek, úgy elméleti, mint kísérleti vonalon. A száraz súrlódású oszcillátorral kapcsolatos fő feladat a nem sima bifurkációk analízise volt. A kutatási cél megvalósult, sikerült kimutatni, hogy milyen bifurkáció vezet aszimmetrikus megoldásokhoz. A *robotok és számítógéppel szabályozott gépek dinamikája* témakörben fontos feladat volt a sok szabadsági fokú, úgynevezett többtest-dinamikai rendszerek hatékony szimulációs és szabályozási módszereinek feltárása, fejlesztése és alkalmazása. Számos olyan eredmény született, melyeket az alulaktuált robotok és az emberi járás és futás témakörében sikerült alkalmazni. Megvalósult az a korábban megfogalmazott cél az alulaktuált robotok mozgásszabályozásával kapcsolatban, hogy a robot dinamikáját minél jobban ki lehessen használni. A digitális szabályozási problémák kapcsán egy digitális szabályozású fékberendezés modellezése szintén a munkatervvel összhangban valósult meg. Emellett a kutatócsoport két tagja is sikeresen megvédte PhD dolgozatát.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A *közlekedés biztonságának növelése* témakörben a gumikerék érintkezési tartományában lejátszódó csúszások hatékony számításával kapcsolatban ígéretes eredményeket értek el a kutatók. A csúszás szokványos módon való számítása általános esetben ellehetetleníti a kontakt tartomány ún. memóriahatásának figyelembevételét. Ebben az esetben ugyanis a deformációkat leíró matematikai formulák nem egyszerűsíthetők. A kutatók a végzett szimulációs eredményeket megvizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy a gyakorlat számára érdekes paraméterek esetén az érintkezési tartomány elején és végén jön létre csúszási zóna. Ezen zónák csúszásának vizsgálatára egyszerűbb megoldást állítottak elő, így sikerült leírniuk a csúszási jelenséget a memóriahatás figyelembevételével, amivel gyors és hatékony szimulációs kódot tudtak kifejleszteni. A vontatmányok kanyarodás közbeni stabilitását is tovább vizsgálták. Stabilitási térképek és bifurkációs diagramok segítségével kimutatták, hogy található egy kritikus arány a kerék felfüggesztés hossz- és keresztirányú merevsége között. Ezen kritikus arány mellett válik a kerék a legérzékenyebbé a külső zavarásokkal szemben. A kritikus merevségi arány ismerete jól hasznosítható a vontatott kerekek (pl. akár babakocsik önbeálló kerekeinek) tervezésekor.

A gerjesztett száraz súrlódású oszcillátor vizsgálatára kifejlesztett kísérleti berendezés elkészült, a hozzá tartozó meghajtó motor beszerzése folyamatban van. A vizsgált rendszer sajátossága, hogy bizonyos szimmetrikus megoldások stabilitásvesztése után aszimmetrikus

megoldások jelennek meg egyes paramétereknél. A megtalált megoldás típusok közötti nem sima átmenet miatt tisztázásra várt, hogy hogyan keletkeznek az aszimmetrikus megoldások. A beszámolási évben a lehetséges megoldás szakaszok megfelelő osztályozásával ún. követő algoritmust sikerült alkalmazni, amivel a kutatók kimutatták, hogy az aszimmetrikus megoldások ún. crossing-sliding bifurkáció során keletkeznek, majd egy nyereg-csomó bifurkáció után válnak stabillá – ez magyarázza a váltást a két megoldás típus között.

A két forgórészes rezgéskeltővel kapcsolatosan több irányban is folytak kutatások 2015-ben. A korábbi analitikus és numerikus eredmények igazolására végzett kísérleti stabilitásvizsgálat egyrészt alátámasztotta az eddigi eredményeket, másrészt felvetett újabb izgalmas kérdéseket is. Eddig ugyanis azok a mozgások voltak a stabilitásvizsgálat előterében, amikor a két forgórész mozgása szinkronizálódott. A mérések viszont felvetették a nem szinkronizálódott mozgások kapcsán is, hogy bizonyos körülmények között stabilak lehetnek. Kiderült, hogy van egy olyan paraméter tartomány, ahol mindkét féle mozgás előfordulhat. A kísérletek arra is rámutattak, hogy a kifejlesztett szabályozó teljesítményét szükséges javítani. Ez az alkalmazott controller cseréjével és a szabályozó algoritmus fejlesztésével valósult meg. Ez utóbbi cél érdekében numerikus vizsgálatokat végeztek a kutatók a Kálmán-szűrő alkalmazhatóságáról és kifejlesztettek egy egyszerű modellt, amivel a szabályozás során a rendszer állapota becsülhető. Elkezdődött a térbeli mozgások vizsgálata is. A cél annak kimutatása, hogy a térbeli mozgások közben bonyolult szinkronizációs jelenségek játszódhatnak le az eszköz rögzítésétől és tehetetlenségi paramétereitől függően.

A *robotok és számítógéppel szabályozott gépek dinamikája* témakörben folytatódott az alulaktuált robotok vizsgálata. Ezek a rendszerek általában kis súlyúak és a mozgás során nagy sebesség elérésére képesek. Az ilyen robotalkalmazások elterjedése egyre szélesebb körű, azonban az ipari alkalmazásukban nem történt még áttörés. Ahhoz, hogy ez az áttörés megtörténjen és ezek a robotok az iparban is biztonságosan használhatóak legyenek, elkerülhetetlen megfelelő szabályozási stratégiák kidolgozása. A kitűzött kutatási tervnek megfelelően, a kutatócsoport továbbfejlesztette a korábban kidolgozott periodikus szervó kényszerek módszerét. A módszer kiterjesztésre került arra az esetre is, amikor a rendszer valamely beavatkozója már nem képes előállítani a megfelelő bemenetet, azaz szaturáció lép fel. Az elméleti módszerek kísérleti ellenőrzése is megkezdődött. A kutatási terven felül kidolgozásra került egy új eljárás is, mellyel a rendszer akkor is szabályozható marad, ha az úgynevezett belső dinamikája instabil tulajdonságokkal rendelkezik.

Az emberi járás és futás biomechanikai elemzése fontos a mozgásszabályozó szervek működésének megértése szempontjából. Emellett a teljesítmény és az energiahatékonyság javítását elősegítő eredmények hasznosíthatóak a sportolók számára. Továbbá a sérülések kockázatának csökkentése miatt is fontos a járás és futás biomechanikájának pontos megértése. A kutatócsoport kutatásainak eredményeképpen a szakirodalomban található, az emberi járás és futás vizsgálatára szolgáló egyszerűsített biomechanikai modellek felülvizsgálata és kiegészítése történt meg. A továbbfejlesztett modell sokkal jobban illeszkedik a valóságban tapasztalható jelenségekhez. Kidolgozásra került egy módszer, amely alkalmazható a modell kísérleti validációjára. Ennek kapcsán egyszerűsített biomechanikai modellek mérésrel történő validációja is elkezdődött. Nagyszámú kísérlet elvégzése történt meg a lehető legszélesebb paramétertartományon. A mérési eredmények jó egyezést mutattak a biomechanikai modellek által megjósolt eredményekkel. Az eredmények a passzív lépegető robotoknál szerzett tapasztalatokkal is egyeznek, így általános következtetések vonhatók le az emberi és a kétlábú robotokkal megvalósított helyváltoztatással kapcsolatban.

A digitális szabályozások kis amplitúdójú kaotikus rezgésekhez vezethetnek. A beszámolási évben a terveknek megfelelően elkészült az ilyen rendszerek vizsgálatát megkönnyítő, ún. általánosított cella-leképezést megvalósító program. Összevetve a korábban alkalmazott egyszerű cella-leképezéssel, elmondható, hogy az új algoritmussal olyan struktúrák is megtalálhatók a fázistérben, amik korábban rejtve maradtak. A kialakuló kaotikus rezgések amplitúdójának és a szabályozási hibának a kapcsolatát is megvizsgálták a kutatók. Részletes

numerikus és analitikus vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a szabályozási hibára egyszerű becslés adható, a korábban gondoltnál szélesebb paraméter tartományban. A kutatás egyik legfontosabb eredménye, hogy összefüggés mutatható ki a fázistérbeli struktúrák jellege és bizonyos mátrixok sajátértékei között, ami megkönnyíti a módszer általánosítását több dimenziós esetekre. Az elméleti eredményeket egy egyszerű fékmodell vizsgálatára is sikerült alkalmazni, ahol periodikus pályára szuperpernalódó kaotikus rezgések alakultak ki.

b) Tudomány és társadalom

A mérnöki tudományok iránti érdeklődés felkeltése érdekében a kutatócsoport vezetőjével készített interjúban látványosan megjelentek a kutatócsoport kerékdinamikai eredményei a közszolgálati adó *Minden tudás* című műsorában. A kutatócsoport tagjai aktívan részt vesznek a BME-n szervezett nyílt napokon is. A kutatási témák közül leginkább a két forgórészes rezgéskeltő eszköz alkalmas látványos mechanikai jelenségek bemutatására. Emellett a járás és futás tanulmányozása tarthat számot széles körű érdeklődésre, mert szükség van arra, hogy tudományosan alátámasztott instrukciók segítsék az embereket a sérülések és káros hatások nélküli sportolásban.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

- *Új felsőoktatási kapcsolat:* Southeasth University Nanjing, Semmelweis Egyetem
- *Nemzetközi konferenciák szervezése:* 2015-ben folytatódott az ENOC 2017 (European Nonlinear Dynamics Conference) konferencia szervezése.
- *Új ipari kapcsolatok:* Siemens Zrt.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport korábban elnyert pályázatainak futamideje még nem járt le 2015-ben.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Habib G, Miklos A, Enikov ET, Stepan G, Rega G: Nonlinear model-based parameter estimation and stability analysis of an aero-pendulum subject to digital delayed control. *International Journal of Dynamics and Control*, 1-15. (2015)
<http://dx.doi.org/10.1007/s40435-015-0203-0>
2. Miklós Á, Szabó Zs: Simulation and experimental validation of the dynamical model of a dual-rotor vibrotactor. *Journal of Sound and Vibration*, 334: 98-107 (2015)
<http://real.mtak.hu/21019>
3. Kuti J, Galambos P, Miklós Á: Output Feedback Control of a Dual-Excenter Vibration Actuator via qLPV Model and TP Model Transformation. *Asian Journal of Control*, 17/4 1-11 (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8015>
4. Bencsik L, Zelei A: A study on the effect of human running cadence based on the bouncing ball model, In: Ian Awrejcewicz (szerk.) *Dynamical Systems Mechatronics and Life Sciences*. Lodz, Poland, Lengyelország, 2015.12.09-2015.12.12. 47-55.
http://www.mm.bme.hu/~zelei/zelei_pub/bencsik_2015_DSTA_LIF99.pdf
5. Beregi S, Takacs D, Stepan G, Barton D: Stability analysis of the car-trailer system with a time-delayed tyre model. In: *IAVSD Proceedings of the 24th International Symposium on Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks*. Graz, Ausztria, 2015.08.17-2015.08.21. Graz: Paper 46.5. <http://real.mtak.hu/26896/>

MTA-BME INFORMATIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Telek Miklós, az MTA doktora
1117 Budapest, Magyar Tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 2084; fax: (1) 463 3263; e-mail: telek@hit.bme.hu
honlap: <http://webspn.hit.bme.hu/~telek/kutcsop/>
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az ötéves kutatási terv rövid összefoglalása

Hálózati forgalmak sztochasztikus modellezése és sorbanállási rendszerek viselkedésének vizsgálata.

Megfelelő technikák kidolgozása hálózatoknak és elemeinek tervezésére, analízisére, optimalizálására, és méretezésére különböző típusú forgalmak együttes jelenléte esetén. A forgalom sztochasztikus jellemzőinek kutatása. Hatékony közelítő eljárások kidolgozása.

Kommunikációs stratégiák elméleti és gyakorlati vizsgálata. Az internet topológiájának vizsgálata, hatékony útvonalválasztási módszerek kidolgozása. Az útvonalválasztáshoz kapcsolódó adatstruktúrák tervezése, vizsgálata és alkalmazása.

Nagy-hatótávolságú kvantum kommunikáció vizsgálata. A jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban rejlő lehetőségek feltérképezése a zajos kvantumcsatornák kapacitás visszaállíthatóságán keresztül.

Korábbi eredmények tömören

Diszkrét és folytonos Markovi forgalommodelleket fejlesztettek kiszolgáló hálózatokhoz, a modelleket hatékonyan elemezték, az elméleti eszköztárat bővítették és gyakorlati alkalmazásokat is adtak. Nagyméretű számítógépes rendszerek viselkedését vizsgálták.

Komplex hálózatokban hatékony útvonalválasztás kialakítását vizsgálták helyben tárolt információk alapján, különös tekintettel a helyi memóriakorlátokra, a sebességre és a hibakezelésre. Az eredményeket alkalmazták a jövő internet hálózatára.

Kvantum-kommunikáció. Vizsgálták kvantum titkosító rendszerek biztonsági kérdéseit, meghatározták különböző típusú kvantum csatornák kapacitását. Egy új kvantumcsatorna típust tártak fel és meghatározták annak kapacitásformuláit.

Számítógépes rendszerek védelmét vizsgálták, WSN (Wireless Sensor Network) protokollokra automatizált biztonsági ellenőrző eljárást adtak.

2015-ös feladatok

Erőforrás-hatékony útvonal-választási technológiák kidolgozása komplex hálózatokban. Többutas TCP (Transmission Control Protocol) alapú információterjesztés mérési és modellezési kérdéseinek vizsgálata. SDN (Software Defined Network) architektúrák vizsgálata játékelméleti megfontolások alapján, hibakeresés megvalósítása.

Diszkrét és folytonos sorbanállási rendszerek vizsgálata. Folytonos sorbanállási rendszerek munkahátralék folyamaton illetve dekompozíció alapuló vizsgálata. Különböző markovi modellek és struktúrák kanonikus alakjának meghatározása. Illesztési eljárások keresése, általános rendszereket jól közelítő markovi struktúrák keresése. Nagyméretű peer-to-peer hálózatok vizsgálata.

Kvantum-információ. CVQKD (continuous-variable quantum key distribution) kvantumkriptográfiai protokollok vizsgálata, hatékony elméleti módszerek kifejlesztése és alkalmazása. Kvantum-gravitáció számításokban rejlő lehetőségek feltárása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Eljárásokat adtak az Internet forgalmának irányítására hatékonyabb erőforrás-kihasználás, sávszélesség-javítás, gyorsabb csomagkezelés mellett. A megoldás része egy hatékony adattömörítő eljárás is. Az SDN területen, azaz szoftver által automatikusan tervezett hálózatokon innovatív csomagtovábbítási és hibakeresési megoldásokat adtak. Ezen felül a komplex hálózatok útválasztási stratégiáinak tanulmányozásával sikeres hálózatmodelleket állítottak fel.

Korrelált bemenő forgalommal rendelkező prioritásos sorokra a teljesítményjellemzők kiszámítására hatékony, numerikusan stabil eljárást adtak. Polling rendszerek analíziséhez vakációs sormodellek vizsgálata; folytonos sorok megoldására adtak a korábbiaknál általánosabb eljárást. Megvizsgáltak olyan vakációs sort is, melyben a kiszolgálási idők korreláltak lehetnek és az érkezési és a kiszolgálási folyamat egymástól is függhet. Markovi forgalommodellekhez kapcsolódó eloszlásosztályokat és folyamatosztályokat azonosítottak kanonikus alak révén. Elvégezték egy biztonsági kulcs kiosztó protokoll (Host-Identity Protocol) analízisét, ami alapján optimális protokoll hierarchiát adtak.

Kvantum-kommunikációs rendszerek információelméleti jellemzőinek vizsgálata. Megvizsgálták kvantum-titkosító (CVQKD) rendszerek nyitott biztonsági kérdéseit, valamint zajos kvantumcsatornák információtovábbító képességét. Elemezték a kvantum-kommunikációs hálózatok információátviteli képességét.

b) Tudomány és társadalom

A játékelméleti megközelítésen történő hálózatelemzésről szóló eredmény (12. sorszámú cikk a listában) komoly visszhangot váltott ki, nemcsak szakmai körökben. (Hivatkozás: http://index.hu/tudomany/2015/07/06/bme_vik_nature_halozatok_nash_equilibrium/)

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A következő nemzetközi konferenciák köthetőek a kutatócsoport tagjaihoz:

- a 2015-ös ASMTA és VALUETOOLS konferenciákon is a programbizottság tagja volt a kutatócsoport vezetője, valamint egy további tagja.
- a 2015-ös QEST, EPEW konferenciákon a programbizottság tagja volt a kutatócsoport-vezető

A csoport vezetője vendégelőadóként tartott kurzust a University of Trento-n.

A kutatócsoport több tagja töltött el egyes időszakokat vendégkutatóként külföldön.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport 2015-ben nem nyert el jelentős pályázatot.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szabó D, Gulyás A, F H P Fitzek, D E Lucani: Towards the Tactile Internet: Decreasing Communication Latency with Network Coding and Software Defined Networking. In: IEEE (szerk.) European Wireless 2015: 21th European Wireless Conference. Berlin; Offenbach: VDE, Paper SD1. 6 (2015)
2. Horváth G: Efficient analysis of the MMAP[K]/PH[K]/1 priority queue. European Journal of Operational Research, 246 (1): 128-139 (2015)
3. Gulyás A, Bíró J, Kőrösi A, Rétvári G, D Krioukov: Navigable Networks as Nash Equilibria of Navigation Games. Nature Communications, 6: Paper 7651. 10 (2015)
4. Gyöngyösi L, Imre S: Entropy Transfer of Quantum Gravity Information Processing and Computation. Bulletin of the American Physical Society, 60 (7): 12-13. Paper 11. (2015)
5. Horváth G, Telek M: Exhaustive fluid vacation model with positive fluid rate during service. Performance Evaluation, 91: 286-302 (2015)
6. Pelle I, Lévai T, Németh F, Gulyás A: One tool to rule them all: a modular troubleshooting framework for SDN (and other) networks. In: Jennifer Rexford, Amin Vahdat (szerk.) Proceedings of the 1st ACM SIGCOMM Symposium on Software Defined Networking Research: SOSR 2015. New York: ACM Press, Paper 24. 7 (2015)
7. Toka L, Biczók G: On Pricing Online Data Backup. In: anon (szerk.) Proceedings of IEEE Infocom: New York: IEEE, 564-569. 6 (2015)
8. Faigl Z, Telek M: Modeling the signaling overhead in Host-Identity Protocol-based secure mobile architectures. Journal of Industrial and Management Optimization, 11 (3): 887-920. Paper JIMO0746. (2015)

MTA-BME IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Vajk István, az MTA doktora
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2. Q/B206
telefon: (1) 463 2870; fax: (1) 463 2871; e-mail: vajk@aut.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatási terv röviden az alábbi témaköröket tartalmazza: Új tudományos eredmények elérése a komplex, többváltozós lineáris, nemlineáris és hibrid dinamikus rendszerek optimális modellezése és irányítása terén. Alkalmazásokat előkészítő innovatív kutatások végzése energetikai rendszerekben, valamint autonóm járművek és robotok optimális irányításában. Etológiai viselkedési modell alapján működő robot informatikai és szabályozási kérdéseinek vizsgálata.

Az eddig elért főbb eredmények: Két szabadságfokú szabályozási rendszerek parametrizálására és irányítására új eredmények születtek, amelyek egységes szemléletmódot tesznek lehetővé a különböző szabályozási algoritmusokra. Új módszereket dolgoztak ki nagyméretű zajos adathalmazból történő rendszeridentifikációra. Nemlineáris rendszerek lineáris paraméterfüggő (LPV) modelljeire hatásos irányítási algoritmusokat dolgoztak ki. A közúti járművek integrált irányítására többszintű irányítási struktúrát adtak meg. Új módszert fejlesztettek ki a formációban haladó légi járművek ütközésmentes pályatervezésére. Etológiai viselkedés beépítésére alkalmas mobil robotokat építettek meg.

A beszámolóév (2015) fő feladatai: Az identifikációnál kevés minta esetén annak vizsgálata, milyen megoldások adhatók egzakt pontosságú konfidencia intervallumok konstruálására. Robusztus irányítási rendszerek tervezése. Az elektronikus kapcsolókkal működtetett irányítási rendszerekben a kaotikus állapotok vizsgálata és kezelése. Alkalmazási területek lehetnek a járműirányításban, a teljesítményelektronikai eszközök és energetikai rendszerek irányításában. Új irányítási algoritmusok kidolgozása LPV rendszerekre és ezek alkalmazása közúti és légi járművek irányítására. Az eto-robot továbbfejlesztése.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények **a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

Új eredmények születtek az erősen zajos adathalmazból történő identifikációra. Kevés minta esetén az aszimptotikus tulajdonságok nem teljesülnek. Erre az esetre általános módszert dolgoztak ki egzakt pontosságú konfidencia intervallumok konstruálására.

Vizsgálták különböző Youla parametrizáláson alapuló szabályozási struktúráknál az érzékenységi és robusztussági mérőszámok alakulását. Új robusztus lineáris és nemlineáris szabályozókat dolgoztak ki, amelyek Wiener és Hammerstein modellekre, illetve nagy modellezési hiba esetén is jól alkalmazhatók.

Függetlenül irányított rendszerek csatolt rendszerekké válhatnak. Két résztvevővel történő országúti előzési szituációt elemeztek. A szimulációk CarSim validált jármű szimulációs környezetben kerültek futtatásra. A jármű modellek szolgáltatták a szükséges gáz-és fékpedál bemeneteket. Meghatározták azokat a feltételeket, amelyek mellett az előzési manőver sikeresen végrehajtható. Négy független elektromos kerékagymotorral és elektromosan vezérelt kormányrendszerrel szerelt jármű hibátűrő és rekonfiguráló irányítását dolgozták ki. Jármű sebesség profilját tervezték meg, mellyel a jármű interakciók során fellépő biztonságkritikus konfliktusok elkerülhetők. Továbbfejlesztették az LPV technikákon alapuló laterális járműdinamikai szabályozásokat. A jármű modellezése során a gumiabroncs

karakterisztikájának polinomiális modelljét is figyelembe vették. Előretékintő sebességszabályozással olyan sebességet terveztek a jármű számára, mellyel a hosszirányú szabályozási energia minimalizálható az utazási idő tartása mellett az út topológia és a sebességkorlátozások figyelembe vételével. A stabilizáló szenzorok halmazának egy Youla típusú jellemzését adták meg adott rendszer és fix szabályozó esetén. Ha egyik érzékelő sem biztosítja az elvárt viselkedést, újra kell konfigurálni a szenzorokat. Az eredmények az érzékelők rekonfigurálásával kapott rendszerek analízisére és szintézisére alkalmazhatók.

A jármű kormány és fék beavatkozói integrálásának halmaz-alapú analízisével foglalkoztak a laterális járműirányítás során alkalmazott rekonfigurálási stratégia továbbfejlesztésére. Légi, földi és vízi járművek irányítása és modellezése témakörében az Appell-módszeren alapuló új formalizmust dolgoztak ki a struktúrájú több-test rendszerek dinamikus modellezésére és irányítására. A módszer hatékonyságát 16 szabadságfokú földi járművek felfüggesztés, kormányzás és sebesség szabályozása keretében szimulációval igazolták.

Elektronikus kapcsolókkal működtetett rendszereknél a nemlineáris dinamika és káoszelmélet segítségével vizsgálták a labilis viselkedés kezelését az irányításban. Vizsgálták az összekapcsolt teljesítményelektronikai konverterek kölcsönhatásából eredő instabilitási, bifurkációs jelenségeket és azok kezelését. Alkalmazási területek: megújuló energiák hasznosítása, mozgásszabályozás szerszámgekben, robotokban, radar rendszerekben, hajtásszabályozások járművekben. Elemezték a szénergiát hasznosító villamos erőművek nemlineáris tulajdonságait. Nagyfordulatszámú indukciós gépes hajtások öngerjesztését tanulmányozták.

Elkészült az ember-kutya és ember-robot vizsgálatokra alkalmas etorobotikai mozgáskövető labor. Az IEEE Human-Robot Interaction 2015 Konferencián Portlandban több mint 100 nevező közül a legjobb poszter díját nyerték el. A poszter arról szólt, hogy a kutyák szavak nélkül milyen viselkedéssel tudják az embert rávenni arra, hogy kövesse őket. Az új tudományos eredmény a kutyák e viselkedésének algoritmizálása és az algoritmus alkalmazása robotokban.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport három tagja az MTA rendes tagja, a kutatócsoport-vezető az elnöke az MTA Automatizálási Tudományos Bizottságának. A kutatócsoport tagjai részt vesznek a BME-n, a Pannon Egyetemen és a Széchenyi István Egyetemen az irányítástechnika oktatásában és a doktori képzésben. A BME Automatizálási és Alkalmazott Informatika Tanszéken PhD konferenciát rendeztek (AACS'2015). A kutatócsoport tagjai részt vettek a felsőoktatás szempontjából kiemelt fontosságú Képzési Kimeneti Követelmények (KKK) kidolgozásában. A kutatócsoport tagjai által kidolgozott MOGI Ethon robot megjelent az Európai Robotikai Héten (ERW), valamint a BME nyílt napján, ahol több száz középiskolás tanuló találkozhatott az eredményekkel. Az MKB Professzori Klub vitaestet rendezett a kutatócsoport egy tagjának vezetésével az Eto-robotikáról, a mindennapi életben megjelenő robotok lehetséges társadalmi hatásáról. Az eto-robotikai eredményekről népszerűsítő formában a Galaktika folyóirat novemberi száma számolt be. Készül egy interneten hozzáférhető anyag (sysbook) a mindenütt jelenlévő rendszerekről és szabályozásokról több szinten, mindenki számára, a nem műszaki háttérű szakembereknek is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport tagjai részt vesznek az IEEE és az IFAC több műszaki bizottságának munkájában, többen vezető tisztséget töltenek be. A kutatócsoport egy tagja az etorobotikai

részterület kidolgozásával részt vett az IFAC Task Force: Systems & Control Research Agenda elkészítésében. A kutatócsoport tagjai részt vettek a Cognitive and Etho-Robotics in iSpace elnevezésű nemzetközi workshop szervezésében, amelyre 2015. március 9-11 között budapesti és debreceni helyszíneken került sor.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Japán-Magyar TÉT pályázat etorobotikai területen kutatók kölcsönös cseréjére.
Együttműködés a Vrije Universiteit Brussel egyetemmel PhD kutatásban.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kolumbán S, Vajk I, Schoukens J: Perturbed dataset methods for hypothesis testing and structure of corresponding confidence sets. *Automatica*, 51: 326-331 (2015)
2. Keveczky L, Bányász Cs: Reducing the modeling error by observer based PID regulators for a class of factorable nonlinear plants, 1st IFAC Conf. on Modeling, Identification and Control of Nonlinear Systems, MICNON 2015, Saint Petersburg, Russia, (IFAC-PapersOnLine 48-11: 662-667) (2015)
3. Keveczky L, Bányász Cs: How the sensitivity measures can be computed for different Youla regulators, 7th IEEE Int. Conf. on Cybernetics and Intelligent Systems and Robotics, Automation and Mechatronics CIS-RAM15, Angkor Wat, Cambodia, 193-198 (2015)
4. Gáspár P, Németh B: Design of look-ahead cruise control using road and traffic, American Control Conference ACC2015, Chicago, USA, 3447-3452. (ISBN:978-1-4799-8686-6) (2015)
5. Szabó Z, Bokor J: Sensor parametrization and the sensor group, 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation MED2015, Torremolinos, ES, 434-439 (2015)
6. Szabó Z, Balas G, Gáspár P, Bokor J: Sensor parametrisation and blending: a group theoretic approach, 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS 2015, Paris, FR, 913-918 (2015)
7. Gáspár P, Németh B: Set-based actuator reconfiguration analysis for the integrated control of lateral vehicle dynamics, 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS2015, Paris, FR, 368-373 (2015)
8. Szabó Z, Bokor J, Schipp F: Blending for H-inf performance: a group theoretic approach, 8th IFAC Symp. on Robust Control Design ROCOND'15, Bratislava, SK, 186-190 (2015)
9. Mihály A, Gáspár P: Reconfigurable fault-tolerant control of in-wheel electric vehicles with steering system failure, 1st IFAC Workshop on Linear Parameter Varying Systems LPVS 2015, Grenoble, FR, (IFAC-PapersOnLine 48 (26), 49-54), (ISBN:978-1-4799-5338-7) (2015)
10. Németh B, Gáspár P, Bokor J: Improvement of the LPV-based vehicle control design considering the polynomial invariant set analysis, American Control Conference. ACC2015, Chicago, USA, 1513-1518. (ISBN:978-1-4799-8686-6) (2015)
11. Stumpf P, Nagy I, Vajk I: Control of Power Flow Between the Wind Generator and Network. *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol.51, no.6, 4699-4708 (2015)
12. Tajti F, Szayer G, Kovács B, Korondi P: Industrial robotics for ERP controlled smart factories, *Recent Innovations in Mechatronics 2*: (1-2) Paper 2437/208324, 9p. (2015)

MTA–BME KOMPOZITTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Czigány Tibor, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 2003; fax: (1) 463 1527; e-mail: czigany@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 2015. évi fő feladata a hibridkompozitok, nanokompozitok és biokompozitok kutatási témáiban megkezdett kutatómunka tovább folytatása, melynek köszönhetően további anyagfejlesztésen, anyagtulajdonság feltérképezésen és azok kapcsolatán, ill. gyártástechnológia optimalizáláson dolgoznak tovább. A hangsúlyt az eredmények közzétételére (nemzetközi fórumokon való megmértetésére) és ipari alkalmazhatóságra kívánták helyezni. A hibridkompozitok területén fő feladatuk a már megkezdett hibrid erősítőszállal (üveg-, szén- és bazaltszállal) erősített hőre lágyuló mátrixú kompozitok fejlesztése; a térhálós mátrix gumiörleménnyel történő szívósítása; az ismétlődő igénybevétel kompozitokra gyakorolt hatásának elemzése; a fémhabok anyagfáradási jellemzőinek és mechanikai (rezgés) csillapító képességeinek kimérése. A nanokompozitok kutatási témára vonatkozóan célul tűzték ki a kifejlesztett hibrid kompozitok kisciklusú fárasztóvizsgálatának elvégzését; a nanoszálak előállítására szolgáló elektro-szálképző fej továbbfejlesztését; a nanoszálak hibridkompozitok impregnálhatóságának vizsgálatát, a nanoadalékolású gumik szerkezeti jellemzői és törésmechanikai, valamint kopási tulajdonságai közötti esetleges összefüggések feltárását; valamint az epoxigyanták grafénnal való módosításának hatását. A biokompozitok esetén feladatként a politejsav hőállóságának növelését; a hosszú bazaltszállal erősített fröccönthető biokompozitok hosszútávú (kúszás) vizsgálatának elvégzését; a fogászati implantátum felületkezelő berendezés tesztelését; ill. a kerámia kompozit fogászati implantátumok mechanikai vizsgálatát tűzték ki. Az 5 éves kutatási tervükben a fő hangsúlyt a megkezdett kutatások továbbfolytatására, eredményeik publikálására és ipari területekre történő adaptálásra helyezték. Feladataikkal az ütemtervben közölteknek megfelelően, a hibridkompozitok témában a tönkremeneteli folyamatok elemzésén, és a fémhabok fejlesztésén; a nanokompozitok területén a nanoszálak előállításán és nanokompozitok fejlesztésén és vizsgálatán; míg a biokompozitok területén mind a koszorúrsztent és implantátumanyagok, mind a lebomló kompozitok fejlesztésén keresztül, ütemezetten és intenzíven haladnak.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport a hibridkompozitok területén kifejlesztett különböző erősítőanyag-tartalmú üveg-, szén- és bazaltszállal erősített, poliamid mátrixú mono- és hibridkompozitokat, melyek tulajdonságainak részletes elemzése alapján kijelenthető, hogy azok felhasználhatóak akár járműipari célokra is. Kifejlesztésre került olyan újrahasznosított gumiörleménnyel módosított térhálós mátrixanyag, mely jobban ellenáll a dinamikus igénybevételnek, mint a töltőanyagot nem tartalmazó. Elemzésre került a térhálós mátrixú üveg-, bazalt- és szénszövettel erősített mono- és hibridkompozitok ciklikus igénybevétellel szembeni viselkedése is, mely során megállapítást nyert, hogy a szénszövet üveg-, valamint bazaltszövettel történő hibridizációja csökkenti a szerkezet ridegségét és árát. Vizsgálatsorozatot folytattak több irányban erősített szívós hibrid kompozitokon is. Sikerült a korábban csak egy irányban elért szívós viselkedést több irányban is biztosítani. A kifejlesztett új, biztonságosabb tönkremenetelű kvázi izotróp tulajdonságú anyag szélesebb körben alkalmazható és könnyebben kiválthat hagyományos kompozit anyagokat, mint a korábbi, egy irányban erősített változat. A fém- és kerámia

gömbhéjak estén meghatározásra kerültek a fém gömbhéjakkal, ill. fém- és kerámia gömbhéjakkal (változó arányban) erősített szintaktikus fémhabok nyomóvizsgálati jellemzői és tönkremeneteli módjai kvázistatikus körülmények között. Ugyancsak kimérésre kerültek az Al_{99,35} és AlSi₁₂ gömbhéjakkal erősített szintaktikus fémhabok nyomóvizsgálati jellemzői nagy alakváltozási sebességgel (930 s⁻¹ és 2600 s⁻¹) történő igénybevétel esetén. Elkészültek a szintaktikus fémhabok rugalmassági tulajdonságainak (elsősorban szerkezeti merevség) becslésére szolgáló algoritmusok módosításai. A fémkompozitok laboratóriumában, saját tervezésben és kivitelezésben, megépítettek egy plazmanitridáló berendezést, amelyen már megindult a kutatómunka két ipari partnerrel való együttműködés keretében.

A nanokompozitok területén különböző szén allotrópokot (korom, pirolitikus korom, szén nanocső és grafén) alkalmaztak – felületkezeléssel és a nélkül – gumik módosítására. E gumik törésmechanikai jellemzőjeként alkalmazható tépési modulus meghatározására olyan optikai módszert fejlesztettek ki, mely lehetőséget ad a kritikus tépési modulus pontosabb meghatározására. Gumik abrazív kopását tanulmányozták a koptatófelület érdessége függvényében. A nanoadalékok vizes hordozóközegben való bevitelét a polimer egyidejű feltárása/lágyítása mellett bebizonyították termoplasztikus keményítő példáján. Megállapították, hogy grafén adalékolásával az epoxigyanta gázzáró képessége milyen mértékben javítható. Irodalmi áttekintést készítettek hierarchikus felépítésű erősítőanyagok kialakításáról és kompozitokban való alkalmazásáról. A 2014-ben előállított poliamid 6/szénszál/szén nanocső hibrid kompozitok kisciklusú fárasztó vizsgálatát elvégezték, mely során bebizonyosodott, hogy ez az anyagkombináció kedvezőbb fáradási szempontokból, mint a korábban előállított és vizsgált poliamid 6/ bazaltszál / grafén kombináció. Kimutatták, hogy a hibrid rendszerekben jelen lévő nanorészecskék tönkremeneteli ciklusszám növelő hatásán kívül, kifejezetten hatékonyak a ciklikus kúszás csökkentésében, valamint nagyobb arányú szívós töretfelületet figyeltek meg. Mindez gépészeti alkalmazások során nagyobb üzembiztonságot, és hosszabb élettartamot jelenthet. A nanoszálképzés esetén a korábbi munkaszakaszban kifejlesztett, nanoszálak előállítására alkalmas eljárás optimalizálásában jelentős eredmények születtek, végeselemes analízis segítségével optimalták a szálképző fej geometriáját és várható működését. Az eljárással előállított nanoszálak felhasználásával hibridkompozitokat hoztak létre és vizsgálták azok tönkremenetelét. Eredményként azt kapták, hogy az üveg, ill. szénszálak kompozitok szívóssága, a hibridizáció segítségével jelentős mértékben növelhető, míg az egyéb vizsgált mechanikai tulajdonságok nem változtak számottevően. Megállapították, hogy a nanoszálak a két nagyságrenddel vastagabb szénszálak közé behatolnak, ami a rétegek közötti tulajdonságok és impregnálhatóság szempontjából kedvező.

A biokompozitok területén sikeresen megvalósították az FP7-es projekt során kitűzött célokat: elkészült a fogászati implantátum felületkezelő berendezés, ill. a különböző felületkezelések (kémiai maratás, elektropolírozás, anodizálás) különböző geometriájú titán mintákon. Az elkészült mintákat mechanikai és biológiai vizsgálatoknak vetették alá. Az eredmények összefoglaló kiértékelése jelenleg is zajlik. A sztentek felületkezelése során egy speciális általuk szabadalmaztatott (lajstromszám: 229 952) befogót alkalmaznak, amelynek döntő szerepe van a végtermék felületét illetően. Az anódos oxidációval előállított nanorétegre vonatkozóan nemzetközi szabadalmi bejelentést (PCT/IB2015/054458) nyújtottak be. Megkezdtek a kerámia kompozit fogászati implantátumok mechanikai vizsgálatát és a lézersugaras felületmódosítással kezelt titánfelületek topológiai és biokompatibilitási vizsgálatait. A megújuló erőforrás alapú biokompozitok esetén a szakirodalomban elsőként demonstrálták, hogy gyors prototípusgyártási (PolyJet) eljárással előállított, epoxi bázisú polimer szerszám kiválóan alkalmazható politejsav, mint biopolimer és abból készül biokompozitok kis sorozatú fröccsöntésére. Igazolást nyert továbbá, hogy az epoxi bázisú polimer szerszám, konvencionális acél szerszámokhoz képesti kis hővezetése (0,28 W/mK) és ezáltal lassú hőelvonása hozzájárul a PLA feldolgozás közbeni kristályosíthatóságához és így hőalak tartásának jelentős mértékben, 55°C-ról 120°C-ra történő növeléséhez.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2015 decemberében is aktívan részt vettek „Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga” című középiskolásoknak és nem szakmai közönségnek szóló, több mint 300 fős, a Magyar Tudományos Akadémián megrendezett konferencia szervezésében és lebonyolításában. A rendezvény célja közérthetően bemutatni a polimerek és kompozitok alkalmazásának előnyeit. A kutatócsoport részt vett az MTA Szál és Kompozittechnológiai Tudományos Bizottság üléseinek szerzésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport 2015-ben is számos új együttműködést alakított ki. Az „Epoxygánta szívósításának további lehetőségei” témában együttműködést alakítottak ki a drezdai Leibniz-Institut für Polymerforschung, Institut Polymerwerkstoffe, Verbundwerkstoffe részleggel (Németország). Az „Egy irányban erősített hibrid kompozitok tönkremenetelének elemzése, a hibrid hatás pontos meghatározása” témában együttműködést alakítottak ki az University of Leuven Department of Materials-al (Belgium). A fogászati implantátumfejlesztés területén a Max Bergmann Center of Biomaterials Dresden (Németország) alakítottak ki szoros együttműködést. A „Bioanyagok lézersugaras jelölése” témában a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetemmel (Románia) alakítottak ki együttműködést. A „Szintaktikus fémhabok nagy alakváltozási sebességű vizsgálatának” tárgyában együttműködést alakítottak ki a Youngstown State University-vel (USA).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport 2015-ben számos pályázatot nyert el, amelyek a következők: *Nemzetközi pályázatok:* „Nano- és makroméretű részecskék ultrahangos eloszlásának fejlesztése” című Magyar-Japán TÉT pályázat, 4.474.000 Ft elnyert támogatás. A projektjük során vizsgálni kívánunk egy újszerű keverési eljárást, az ultrahangos eloszlás hatását mikro és nanoméretű részecskékre. „Mikro- és nanocellulóz vizes szuszpenzióinak alkalmazása erősített polimerek előállítására és az így készült nanokompozitok vizsgálata” című Magyar-Japán TÉT pályázat, 4.262.000 Ft elnyert támogatás. Céljuk cellulóz alapú nanokompozitok előállítása és minősítése.

OTKA pályázatok: „Nagy teljesítményű szívós hibrid kompozitok kifejlesztése” című OTKA pályázat (OTKA K 116070), 69.933.000 Ft elnyert támogatás. Céljuk a lehető legjobb minőségű kompozit anyagok tönkremeneteli tulajdonságainak javítása. „Humán anyagok in vitro vizsgálata és azon alapuló anyagmodellek definiálása” című OTKA pályázat (OTKA K 116189), 36.651.000 Ft elnyert támogatás. Céljuk a humán és állati anyagok viszkoelasztikus viselkedésének kísérleti úton történő meghatározása.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Karger-Kocsis J, Mahmood H, Pegoretti A: Recent advances in fiber/matrix interphase engineering for polymer composites. Progress in Materials Science, 73:1-43 (2015) <http://real.mtak.hu/30924/>
2. Szlancsik A, Katona B, Májlinger K, Orbulov IN: Compressive behavior and microstructural characteristics of iron hollow sphere filled aluminum matrix syntactic foams. Materials, 8:7926-7937 (2015) <http://real.mtak.hu/30927/>
3. Karger-Kocsis J, Kmetty A, Lendvai L, Drakopoulos SX, Barany T: Water-assisted production of thermoplastic nanocomposites: A Review. Materials, 8:72-95 (2015) <http://real.mtak.hu/23441/>

MTA–BME KONDENZÁLT ANYAGOK FIZIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mihály György, az MTA rendes tagja

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3.

telefon: (1) 463 2312; fax: (1) 463 4180; e-mail: mihaly.gyorgy@mail.bme.hu

a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási tervben megfogalmazott feladatok között kitüntetett szerepet játszik a nanométer mérettartományú szerkezetekben megvalósuló elektromos vezetési tulajdonságok vizsgálata: a nanotechnológiai eljárásokkal épített szerkezetek spin-polarizált elektrontranszportja, az atomi önszerveződés folyamatát is kihasználó molekuláris elektronika, valamint a grafén-alapú elektronika.

A kutatócsoport a 2012-2015 időszakban jelentős eszközfejlesztést végzett az alacsony hőmérsékletű és nagy mágneses terű elektromos transzport mérések, valamint az elektron-spin rezonancia és a magneto-optikai spektroszkópiai módszerek területén, és új pásztázó technikát dolgozott ki nanoméretű heteroátmenetek vizsgálatára. A kutatócsoporti támogatás lehetőséget biztosított a saját nevelésű doktorjelöltek alkalmazására, a kutatási területen kialakított elméleti és kísérleti tudományos iskola fiatalokkal való erősítésére.

2015-ben az Ag_2S alapú memrisztorok készítése egy új nanolitografálási eljárással bővült, a ballisztikus elektrontranszport kutatásában pedig egyedülálló lehetőségeket biztosított a felfüggesztett grafén minták előállítására. A technikai fejlesztések mellett célkitűzés volt a kvantum pöttyök spin-polarizált elektrontranszportjának vizsgálata, memrisztorok kapcsolási jelenségeinek és relaxációs tulajdonságainak kutatása, a ballisztikus transzport megvalósítása grafén áramkörökben, valamint komplex mágneses szerkezetek elméleti és kísérleti kutatása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport folytatta az ezüstsulfid alapú memrisztorok kísérleti vizsgálatát. Ezek a néhány nanométer átmérőjű memóriaelemek GHz-es működési sebességre is alkalmasak. A csoport kutatásai rámutattak, hogy a kapcsolat sebessége szokatlanul erősen függ az alkalmazott feszültséglépcső nagyságától, és erősen nem-exponenciális időfüggést mutat. Ez lehetővé teszi a néhány voltos feszültségszinten történő, nagy-sebességű írás/olvasást, és az átkapcsolt állapotot jellemző, stabil ellenállás értékének 10 mV-os szinten történő kiolvasását. A feszültséggel szabályozható nem-exponenciális relaxációs folyamat révén ez a két-terminálos analóg memóriaelem a mesterséges intelligencia ideális építőelemévé válhat [1]. A kapcsolási dinamika hőmérsékletfüggésének vizsgálata alapján a csoport tagjai a memrisztor működését az Ag_2S szilárd elektrolitban kialakuló fémes vezetési csatornák keresztmetszetének változásával értelmezték, amit a szuperionos fázisátalakulás határán fellépő tér-indukált ion diffúzió kontrollál [2].

A kutatócsoport a Bázeli és Regensburgi Egyetemen közösen vizsgálta a nagy tisztaságú felfüggesztett grafén minták elektromos tulajdonságait. Nagy kihívást jelent mesterséges atomok létrehozása, mivel a tiltott sáv hiányában nehéz az elektronokat bezáró potenciált létrehozni. Felfüggesztett grafén nanoszalagokon végzett mérések alapján a csoport munkatársai egy új módszert javasoltak a bezáró potenciál létrehozására, kihasználva, hogy

mágneses térben a Landau-szintek között tiltott sáv jelenik meg. Nagy tisztaságú grafén áramkörök készítésének másik technikája, ha a grafént frissen hasított szigetelő hBN rétegek közé helyezzük. A hBN és grafén között ébredő van der Waals erők kiszorítják a szennyezőket és tökéletes határfelület tud létrejönni. A kutatócsoport a Bázeli Egyetemen közösen új kontaktálási módszert dolgozott ki ilyen rétegszerkezetekre. A hBN rétegen előzetesen fókuszált ion nyalábbal lyukat ejtve a grafént egy pontban ($\approx 50\text{nm}$ átmérőjű) érintkező kontaktussal lehet ellátni, ami elektronoptikai kísérletek pontforrásaként szolgálhat [3].

Bizonyos kétdimenziós anyagokban az elektronok spinjük mellett egy *völgy szabadsági fokkal* vagy *völgy-indexszel* is rendelkeznek: például egy grafénbeli elektron hullámszáma általában két jól meghatározott érték valamelyikének közelében van, így egy elektron völgy-indexe két különböző értéket vehet fel, azaz egy bit információt kódolhat. Napjainkban jelentős erőfeszítés irányul annak megértésére, hogy milyen fizikai mechanizmusok segíthetik vagy akadályozhatják a völgy-index információhordozóként való felhasználását. Ez motiválta a kutatócsoport elméleti munkáját, amiben azt vizsgálták, hogy egy grafén mintában fellépő szórási folyamatok milyen módon és milyen időskálán vezetnek a völgy-indexben kódolt információ elvesztéséhez. A csoport tagjai modellt alkottak az elektronok szennyezőkön való szórására, és a modell keretében megadták az információvesztési időskálának a minta paramétereitől való függését (elektronsűrűség, szennyezők sűrűsége és elhelyezkedése) [4].

A kutatócsoport munkatársai jelentős megfigyelést tettek az alacsony dimenziós mágneses rendszerek kísérleti vizsgálata során. Megmutatták, hogy a $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu[N(CN)}_2\text{]Cl}$ réteges molekulakristályban az egymástól összesen egy atomnyi távolságban lévő rétegekben a mágneses rend egymástól lényegében függetlenül alakul ki, azaz ez az anyag gyakorlatilag tökéletes modellrendszere egy kétdimenziós Heisenberg-mágnesnek [5].

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport olyan fizikai jelenségeket tanulmányoz, amelyek az alap kutatási jelentőségük mellett az alkalmazások lehetőségét is magukban hordozzák. A különleges dinamikával rendelkező, nanométer méretű analóg memóriaelemek (memrisztorok) a mesterséges intelligencia készítésének potenciális építőelemei, míg a grafén-spintronika a kvantum számítógépek megvalósításának egyik útját jelenheti. Mindkét terület az interdiszciplináris nemzetközi kutatások központjába tartozik.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Tovább folytatódott a kutatócsoport együttműködése a Bázeli Egyetemen, ahol a csoportban dolgozó több diák is megfordult 2015-ben (5-6 hónap). Kísérleti eredmények értelmezésében szoros együttműködés valósult meg a Regensburgi és Madridi Autonoma Egyetemen.

Grafénhez kapcsolódó kutatásokat a jövőben egy új EUs nemzetközi együttműködés fogja segíteni, amit a magyar résztvevő irányít. A Flag ERA iSpinText 3 évig fut, 100MFt/éves költségvetéssel, amiből 14,3MFt/év jut a magyar félnek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Flag ERA iSpinText: Induced Spin Textures in van der Waals Heterostructures, Futamidő: 2015-2019; 100 Mft/év ebből 14,3 Mft/év magyar félnek.

OTKA K115575: Magnetism and superconductivity in intermetallic nanocomposites, Futamidő 2015-2019; 8,3 Mft/év

IV. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gubicza A, Csontos M, Halbritter A, Mihály G: Non-exponential resistive switching in Ag_2S memristors: a key to nanometer-scale non-volatile memory devices. *Nanoscale*, 7 (10): 4394-4399 (2015) <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/nr/c5nr00399g>
2. Gubicza A, Csontos M, Halbritter A, Mihály G: Resistive switching in metallic Ag_2S memristors due to a local overheating induced phase transition. *Nanoscale*, 7 (26): 11248-11254 (2015) <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/nr/c5nr02536b>
3. Handschin C, Fülöp B, Makk P, Blanter S, Weiss M, Watanabe K, Taniguchi T, Csonka S, Schönenberger C: Point contacts in encapsulated graphene. *Applied Physics Letters*, 107 (22): 183108-183111 (2015) <http://arxiv.org/abs/1509.04137>
4. Boross P, Pályi A: Valley relaxation in graphene due to charged impurities. *Physical Review B*, 92 (3): 035420-035432 (2015) http://dept.phy.bme.hu/MTA_kutcsop/prb_92_035420.pdf
5. Antal A, Fehér T, Forró L, Jánossy A: Two-dimensional Magnetism in $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu[N(CN)}_2\text{]Cl}$, a Spin-1/2 Heisenberg Antiferromagnet with Dzyaloshinskii–Moriya Interaction. *Journal of the Physical Society Japan*, 84 (12): 124704-124709 (2015) <http://arxiv.org/abs/1210.5381>

MTA-BME MŰSZAKI ANALITIKAI KÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Horvai György, az MTA rendes tagja

1111 Budapest, Szent Gellért tér 4.

telefon: (1) 463 4056; fax: (1) 463 3408; e-mail: george.horvai@mail.bme.hu

a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az öt éves kutatási terv összefoglalása: szelektív, szupramolekuláris kölcsönhatásokra képes receptorokat nanoszerkezetekkel kombinálva új elveken alapuló mérési eljárások és költség-hatékony analitikai mérőeszközök létrehozása, számítógépes modellezéssel alátámasztva. A részfeladatok megnevezései alatt a 2015 év kezdetéig megvalósult eredmények láthatóak.

Szintetikus receptorok

Két szívinfarktus marker fehérjére és két vírusra állítottak elő DNS aptamereket, valamint egy baktérium DNS és egy fehérje mikroRNS detektálására peptidnukleinsavakat. Fehérjékre szelektív MIP-eket és fotokapcsolható MIP mikroszemcséket állítottak elő. Új ion-szelektív receptor molekulákat szintetizáltak nanopórusokban történő méréshez. Nanostruktúrákat vontak be TiO₂-dal atomi réteg leválasztással gázérzékeléshez.

Érzékelés és elválasztás funkcionális nanoszerkezetekkel

Megoldották vírusok számlálását kvarc nanopipettákkal. Fehérjék és nukleinsavak meghatározására szilárdtest nanopórus membránokat állítottak elő, ezeket a fent említett bioreceptorokkal, módosították, majd mikrofluidikai rendszerbe integrálták. Elkészítették az integrált nanopórus platform prototípusát, mely 6 különböző biomarkert képes mérni teljes vérből.

Számítógépes modellezés

Fluid határfelületi rendszerek felületi molekuláinak azonosítására korábban kidolgozott módszerükkel és a H-hidak perkolációs viselkedésével értelmezték a víz felületi feszültségének hőmérsékleti anomáliáját. Aceton-víz és aceton-metanol rendszerek korlátlan elegyedését leíró modelleket találtak, amelyek a 2015 évi kutatáshoz is szükségesek voltak (ld. alább). Lipid membránokban vizsgálták különféle anesztetikumok tulajdonságait, valamint acetaldehid és aromás szénhidrogének jégen, víznek malonsav aeroszolokon való adszorpcióját. A 2015 év feladata a fenti témák további kutatása volt.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Szintetikus receptorok

Originális aptamerek

A szívizom specifikus troponin I fehérje N terminálisára előállított spiegelmerrel kifejlesztettek egy AlphaScreen-en alapuló mérési eljárást. A módszer alkalmas mind a troponin I, mind a troponin I-T-C komplex vérszérumban történő detektálására. A troponin I fehérje C terminálisán elhelyezkedő peptid motívumra is szelektáltak spiegelmereket. A humán légúti óriássejtes vírusra (RSV) szelektált aptamerek felhasználásával kifejlesztettek egy nitrocellulóz filterkötésen és egy AlphaScreen-en alapuló RSV detektálási eljárást. Mindkét módszer alkalmas a vírus kimutatására, akár garatkenet mintából, érzékenysége pedig összevethető a jelenleg általánosan alkalmazott valós idejű PCR-ével.

Molekuláris lenyomatú polimerek (MIP-ek)

Nagyátersztőképességű módszert fejlesztettek ki fehérjeszelektív MIP-ek szintézisére és fehérjekötő képességük karakterizálására. Arany felületre különböző összetételű

monomerelegyeket vittek fel mikroceppentéssel, majd ezekből pár nanométer vastag MIP filmeket hoztak létre elektropolimerizációval. A fehérje bekötődését szimultán vizsgálták a különböző polimereken képalkotó felületi plazmon rezonancia mérésel.

Önrendeződő monomolekuláris rétegből és MIP-ből álló hibrid, acetilkolin-észteráz koncentrációt mérő elektrokémiai szenzort fejlesztettek ki. Az arany elektród felületén kialakított propidium molekulák rétege az enzimet irányítottan köti a felülethez, majd az elektrokémiaileg leválasztott ultravékony polimer réteg (~ 5 nm) alakítja ki a szelektív felismerésre képes molekuláris lenyomatú felületet.

Megállapították, hogy a kis molekulákra készített MIP-ek tényleges kötőkapacitása lényegesen nagyobb, mint a szokásos izoterma extrapolációval kapott érték.

Új ionofórok és szelektív komplexképzők

Részt vettek új nátrium- és kálium-ion szelektív komplex képzők kifejlesztésében és tesztelésében. Arany nanorészecskékhez kötve a szelektív komplexképző molekulákat, majd az így kapott módosított felületű részecskéket lágyított PVC membránban diszpergálva, Na⁺ illetve K⁺ koncentráció mérésére alkalmas ionszelektív elektródot alakítottak ki. A receptor molekulák diffúziója a részecskékhez kötéssel lecsökkent, lassult kioldódásuk a membránból, így az elektród élettartama megnövekedett.

Nanotechnológiai eljárásokkal előállított szelektív felismerésre alkalmas nanoszerkezetek, nanokompozitok

Elektromosan vezető réz tartalmú epoxi-polimer kompozitokat állítottak elő és jellemeztek. Felderítették az ammónium-tetratiovolframát fázisátalakulásait és termikus bomlását, a bomlás végterméke levegőben WO₃, inert atmoszférában WS₂, mindkettő anyagot gázérzékelésre lehet használni.

Érzékelés és elválasztás funkcionális nanoszerkezetekkel

Felületérzékenyített Raman spektroszkópiát kémiai térképezésre használtak (SER-CI) és kemometriai módszerekkel tanulmányozták modell tablettákon a hatóanyag eloszlását. Ehhez Na-citrát redukálószerrel előállított ezüst nanorészecskéket alkalmaztak. A Raman térképezéshez képest (R-CI) az általuk fejlesztett módszerrel jelentősen csökkent a kimutatási határ, és nagyságrendekkel csökkent a méréshez szükséges idő.

Számítógépes modellezés

Fluid határfelületek vizsgálata: A kutatócsoportban korábban kifejlesztett ITIM módszert alkalmazták tiszta aceton, illetve aceton-víz és aceton-metanol elegyek határfelületének vizsgálatára. Aceton-víz elegyekben az aceton molekulák több molekuláris rétegre kiterjedő adszorpcióját tapasztalták, míg aceton-metanol elegyekben a felület alatti molekuláris rétegek összetétele a tömbfázisbelivel egyezőnek bizonyult. Vizsgálták ötféle ionos ill. nemionos tenzid felületi rétegének tulajdonságait is. Telítetlen rétegek és ionos fejcsoportok esetén az ellenionok átlagosan néhány tized nm-rel a fejcsoporti rétegnél beljebb helyezkedtek el a folyadékfázisban, míg telített rétegek esetén a két ionos réteg egybeesett. Kidolgoztak egy módszert a felületi rétegek termodinamikai tulajdonságainak rétegenkénti, illetve profilon keresztüli jellemzésére.

Szilárd határfelületek vizsgálata: Leírták metilén fluorid és metilén klorid jégen történő adszorpcióját, illetve víz adszorpcióját ecetsav illetve propionsav aggregátumok felületén troposzférára jellemző körülmények közt.

Tömbfázisú folyadékok vizsgálata: Megállapították, hogy víz-DMSO elegyekben a két tiszta folyadéknak a másik komponenssel való hígítása más-más mechanizmus szerint zajlik

Anesztetikumot tartalmazó lipid membránok vizsgálata: Kísérletileg ismert tény, hogy az anesztetikumok hatása nagy nyomáson megszűnik. Modellszámításai szerint a

membránoknak egyetlen tulajdonsága, a membrán felületi sűrűsége mutat hasonló nyomásfüggést, alátámasztva ezzel a 60 éves „kritikus térfogat hipotézis”-t.

Analitikai mérési módszerek szelektivitásának vizsgálata: Kimutatták az analitikában használatos szelektivitás fogalmak ellentmondásait és javaslatokat tettek ezek kiküszöbölésére.

b) Tudomány és társadalom

1 fő az Elsevier kiadó MethodsX című folyóiratánál 2015-től Editor in Chief pozíciót tölt be. 1 fő tudományos ismeretterjesztő előadást tartott a Pro Scientia Aranyérmesek Társaságának 2015 évi közgyűlésén „Tudomány az elméleten és kísérleten túl, avagy a szimulációk szerepe a kémiai kutatásokban” címmel. 2015-ben „Mestertanár Aranyérmet” és Pro Progressio Alapítvány témavezetői díjat nyert.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Új tudományos együttműködések: magyar-osztrák kétoldalú együttműködés (OMAA), együttműködés Prof. A. Hall kutatócsoportjával (Medway School of Pharmacy, UK)

Vendégkutatás külföldön: kettő PhD hallgató Ilie Murgulescu Institute of Physical Chemistry, Romanian Academy of Sciences, 1-1 hét, 1 fő Medway School of Pharmacy, 4 hét;

Vendégkutatók: Belgrádi Egyetem, 2-2 hét; Novi Sad-i Egyetem 2 hónap;

Hazai és nemzetközi konferenciák szervezése:

COST konferencia MP1206 Electrospun Nano- and Microfibers for Biomedical Applications (aug. 31- szept. 3, Eger)

European Molecular Liquids Group éves konferenciája (szept. 6-10, Rostock)

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok: Szerződéses K+F munkákat végeztek KKV-knak és az Axon, Bosch, Lighttec, Nestlé, TEVA cégeknek.

Oktatás egyetemeken: A csoport minden tagja aktívan oktat a BME-n, két tagjuk az ELTE-n, az SE-n, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karán és az Eszterházy Károly Főiskolán, többen ezen egyetemek doktori iskoláiban is.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Bolyai János Kutatási Ösztöndíj („Fotokatalitikus és gázérzékelő félvezető-oxid nanofilmek és nanokompozitok”)

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Abrankó-Rideg N, Horvai G, Jedlovsky P: Structure of the adsorption layer of various ionic and non-ionic surfactants at the free water surface, as seen from computer simulation and ITIM analysis. J. Mol. Liq. 205: 9 (2015)
2. Bosserd M, Erdőssy J, Lautner G, Witt J, Köhler K, Gajovich-Eichelmann N et al (4): Microelectrospotting as a new method for electrosynthesis of surface-imprinted polymer microarrays for protein recognition. Biosens. Bioelectronics, 73: 123 (2015)
3. Jetzschmann KJ, Jágerszki Gy, Dechtrirat D, Yarman A, Gajovic-Eichelmann N, Gilsing HD et al (3): Vectorially Imprinted Hybrid Nanofilm for Acetylcholinesterase Recognition. Adv. Funct. Mat. 25: 5178 (2015)

MTA-BME SZERVES KÉMIAI TECHNOLÓGIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Faigl Ferenc, az MTA doktora
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 3652; fax: (1) 463 3648; e-mail: ffaigl@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási célkitűzés rövid összefoglalása:

Az „Elemorganikus vegyületek regio- és sztereoszelektív reakciói, környezetkímélő szintézis módszerek” témakörben a csoport célja gyógyszer- és finomkémiai jelentőségű szintézisekben nélkülözhetetlen, döntően királis intermedierek új, hatékony előállítási lehetőségeinek feltárása és a tudományos felismerések ipari megvalósításra alkalmas új eljárásokban történő alkalmazása. A fókusz-területek a következők: A) Poláris fémorganikus vegyületek regio- és sztereoszelektív reakcióinak és a foszfororganikus vegyületek újszerű előállítási lehetőségeinek a vizsgálata. B) Speciális környezetbarát szintézismódszerek – nagy szelektivitású heterogén katalitikus reakciók és mikrohullámú aktiválás – alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. C) Új organokatalizátorok előállítása és enantioszelektív reakciókban végzett tesztelése, valamint az enantiomer keverékek tulajdonságainak, racémátok hatékony rezolválási lehetőségeinek vizsgálata.

A 2012-2014 időszakban elért legfontosabb eredmények:

Regioszelektív fémorganikus reakciók és rezolválás kombinálásával új 1-fenilpirrol alapvázú bifunkciós atropizomer vegyületeket szintetizáltak és alkalmaztak enantioszelektív katalitikus reakciókban. Új pirrolo- és azeto-tetrahidroizokinolin származékokat készítettek szuperbázisokkal kinetikusan kontrollált diasztereoszelektív reakciókban. Foszfororganikus vegyületek – közöttük a csontritkulás kezelésében fontos dronátok – újszerű, környezetbarát előállítását valósították meg, például mikrohullámú aktiválás segítségével. Új heterogén katalitikus eljárásokat fejlesztettek katalizátor dezaktiváló csoportokat tartalmazó vegyületek hatékony előállítására. Felismerték, hogy a rezolválások hatásfokát a racém (vagy a rezolválószer) eutektikus összetétele határozza meg. Az eredményeket a 2012-2014 időszakban 50 tudományos cikkben, 26 konferencia közleményben, 3 könyvfejezetben, 3 szabadalomban és 2 megvédett PhD értekezésben tették közzé.

A kutatócsoport főbb kutatási feladatai 2015-ben az alábbiak voltak:

A) Di- és trihalogénezett 1-arilpirrol-származékok átalakítási reakcióinak vizsgálata és alkalmazása konjugált kettőskötés rendszert tartalmazó, napelemekben használható, új szenzibilizátorok előállításához. B) A környezetbarát mikrohullámú aktiválás kiterjesztése foszfororganikus vegyületeknek az eddig ismerteknél hatékonyabb szintéziséhez. C) Gyógyszeripari fontosságú vegyületek új rezolválási eljárásainak kidolgozása. D) A jellemzően N- és P-tartalmú szerves vegyületek szelektív hidrogénezési módszereinek fejlesztése. E) A kutatócsoport tagok feladata volt a befogadó tanszék oktatómunkájában való részvétel.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az MTA-CNR együttműködés keretében új szintézist dolgoztak ki 1-fenilpirrol alapvázú, napelemekben szenzibilizátorként használható vegyületek előállítására a kulcsintermedierek C-C és C-N kapcsolási reakcióival, valamint új típusú, konjugált kettőskötés rendszerű 5-ilidénpirrol-2(5*H*)-onok szintézisére. Két új szenzibilizátort tesztelésre 2015 decemberében juttattak el az együttműködésben résztvevő olaszországi CNR laboratóriumhoz.

Sztereokonzervatív módszert dolgoztak ki újabb 1-fenilpirrol alapvázú atropizomer katalizátor ligandumok és organokatalizátorok kulcsintermedierjeinek előállítására is. Vizsgálták a 2-((benziltio)metil)oxirán- és a 2-((benzilszulfonil)metil)oxirán-származékok reakcióit szuperbázisokkal. Megállapították, hogy a metallálás az oxirán és a kénatom közötti szénatomon játszódik le és a képződő fémorganikus vegyület továbbalakul, így allil-alkohol származékokat lehet újszerű módon előállítani.

Hatékonyan hajtották végre primer aminok, paraformaldehid és szekunder foszfin-oxidok egyszeres, illetve kétszeres Kabachnik–Fields-reakcióját katalizátor hozzáadása nélkül, mikrohullámú körülmények között. A bisz(aminofoszfin-oxidokat) deoxigénezés után gyűrűs platina-komplexek szintézisében hasznosították. A komplexek katalitikus aktivitását sztirol hidroformilezésében tesztelték, mely során a legtöbbször csaknem teljes konverziót, magas kemoszelektivitást és a megszokottól eltérő regioselektivitást értek el. Hatékony módszert dolgoztak ki aminometilén-biszfoszfonátok és biszfoszfin-oxidok előállítására primer vagy szekunder aminok, trialkil-ortoformiát és különféle >P(O)H reagensek mikrohullámú besugárzás hatására, katalizátor és oldószer nélkül végbemenő kondenzációjával.

Megfigyelték, hogy a racém mandulasav amfoter karakterű rezolválóágensekkel végzett rezolválásaiban a kapott diasztereomerek összetétele az őket alkotó molekulák kötéshosszkülönbségének növelésével javítható. A rezolválások területén nemzetközi szinten is elismert eredményeknek köszönhetően, 2015-ben a Richter NyRt megbízására egy új hatóanyag kutatásához szükséges intermedier tiszta enantiomerjeinek elválasztására dolgoztak ki eljárást, a cseh Zentiva gyógyszergyár megbízására pedig két új, találmányi bejelentéssel is védett rezolválási eljárást dolgoztak ki generikus hatóanyagok ipari előállítására.

Hatékony eljárást dolgoztak ki nagy tisztaságú (*S*)-(+)-2-(*N*-benzilamino)butanol előállítására palládiumkatalizált hidrogénezéssel. Az értékes ipari rezolválószer például a rovarirtó hatású permetrin intermedierjének rezolválásában alkalmazható. Cukoralapú koronaéter típusú fázistranszfer-katalizátorokkal jelentős aszimmetrikus indukciót értek el (max. 97% ee) α -szubsztituált dietil-malonátok és *transz*-kalkon Michael-addíciós reakciójában. Kidolgozták a citosztatikus hatással rendelkező (\pm)-*transz*-dihidronarciklazin és analogonjainak sztereoselektív totálszintézisét, melynek során ciklusos, telített nitrovegyületek hidrogénezését is hatékonyan megvalósították. Az USA-ban 2015-ben forgalombahozatali engedélyt elnyert új, originális magyar skizofrériaellenes hatású gyógyszerhatóanyag (cariprazine, Richter Nyrt) egyik kulcsintermedierjének előállítására a csoportban kidolgozott katalitikus hidrogénezési lépést tartalmazó eljárás újabb szabadalmi oltalmakat kapott 2 külföldi országban. A kutatási eredményekből 2015-ben összesen 22 cikk, 4 többoldalas proceeding, 2 találmányi bejelentés, 2 megadott szabadalom, 22 külföldi és hazai konferencia előadás készült. A csoport egyik fiatal kutatója 2015-ben védte meg sikerrel PhD értekezését.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2015-ben is aktívan tevékenykedtek az egyetemi TDK konferencián díjat nyert tudományos diákköri munkát végző hallgatók témavezetésében. A csoportvezető rektori megbízottként felügyelte a BME Tehetségsegítő Tanács munkáját, amely 2015-ben két pályázatot is elnyert a tehetséggondozáshoz. Emellett a kar dékánjaként koordinálta a középiskolásoknak szervezett 2015. évi BME Nyílt Napon a rendezvényhez kapcsolódó, középiskolai tanárokkal folytatott konzultációt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Az alapkutatások műszeres analitikai támogatásában 2015-ben elsősorban a Servier Gyógyszerkutató Intézettel és a Bálint Analitika Kft-vel működtek együtt. A beszámolási

időszakban a Richter Gedeon NyRt-vel és a cseh Zentiva gyógyszergyárral kötött szerződéses kutatómunkában vettek részt. A CNR-MTA kutatási együttműködés keretében egy magyar kutató olaszországi és egy olasz kutató budapesti tanulmányútja valósult meg. A kutatócsoport tagjai 3 nemzetközi és 19 hazai konferencián mutattak be előadásokat.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai 2015-ben 4 OTKA pályázat teljesítésében vettek részt és sikeresen oldottak meg 3 ipari K+F szerződéshez kapcsolódó feladatot. Ezek eredményeként 2015-ben két külföldi szabadalmi bejelentés született, két országban pedig megadásra került egy korábbi szabadalmi bejelentés. A CNR firenzei intézetével fennálló tudományos együttműködés keretében a III. pontban említett tanulmányutak valósultak meg és az együttműködés folytatására az olasz partnerekkel közös pályázatot nyújtottak be.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Faigl F, Deák Sz, Erdélyi Zs, Holzbauer T, Czugler M, Nyerges M, Mátravölgyi B: New Atropisomeric Amino Alcohol Ligands for Enantioselective Addition of Diethylzinc to Aldehydes. *Chirality*, 27:216-222 (2015) DOI 10.1002/chir.22415
2. Thurner A, Vas-Feldhoffer B, Bottka É, Holczbauer T, Nyerges M, Faigl F: Synthesis of new, optically active 1-(substituted aryl)pyrrole derivatives via atropisomerism directed diastereoselective metalation. *Arkivoc*, (iv) 80-96 (2015)
DOI: 10.3998/ark.5550190.p009.023
3. Deák Sz, Mátravölgyi B, Feczku Gy, Erdélyi Zs, Nyerges M, Faigl F: Steric and electronic tuning of atropisomeric amino alcohol type ligands with a 1-arylpyrrole backbone. *Tetrahedron: Asymmetry*, 26:593–599 (2015) DOI: 10.1016/j.tetasy.2015.04.002
4. Molnár K, Takács L, Kádár M, Kardos Zs, Faigl F: A Practical Route for the Preparation of Bis(2,2,2-trifluoroethyl) 2-Oxoalkylphosphonates. *Synthesis (Thieme)*, 47:1085-1090 (2015) DOI: 10.1055/s-0034-1380162
5. Faigl F, Erdélyi Zs, Nyerges M, Mátravölgyi B: Racemization-free synthesis of atropisomeric 1-phenylpyrrole based diamines using diphenylphosphoryl azide. *Tetrahedron: Asymmetry*, 26:738–745 (2015) DOI: 10.1016/j.tetasy.2015.06.004
6. Szeleczy Zs, Bagi P, Földi B, Semsey S, Pálovics E, Faigl F, Fogassy E: Non-linear effects in the enantiomeric separation of mandelic acid using the mixtures of amphoteric resolving agents. *Tetrahedron: Asymmetry*, 26:721-731 (2015)
DOI: 10.1016/j.tetasy.2015.05.010
7. Hegedűs L, Miskolczi S, Bánsághi Gy, Székely E, Faigl F: Synthesis of (S)-(+)-2-(N-benzylamino)butan-1-ol from its Schiff base by catalytic hydrogenation over palladium. *Current Green Chemistry*, 2(3):312-318 (2015)
DOI: 10.2174/2213346102666150211001310
8. Bálint E, Takács J, Bálint M, Keglevich G: The catalyst-free addition of dialkyl phosphites on the triple bond of alkyl phenylpropiolates under microwave conditions. *Current Catalysis*, 4:57-64 (2015) DOI: 10.2174/2211544704666150303232225
9. Bakó P, Rapi Zs, Nemcsok T, Hegedűs L, Keglevich Gy: Asymmetric Michael addition of malonates to enones catalyzed by an α -D-glucopyranoside-based crown ether. *Synlett*, 26:1847–1851 (2015) DOI: 10.1055/s-0034-1378723

MTA-BME SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tóth Bálint, az MTA doktora
1111 Budapest, Egry József u. 1.
telefon: (1) 463 1101; fax: (1) 463-1677; e-mail: balint@math.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A beszámolási időszak a kutatócsoport tevékenységének tizenhetedik éve, egyben a negyedik pályázati ciklus negyedik éve. Az előző évben megkezdett program folytatásaként 2015-ben a PhD-vel rendelkező, a tudományos pályán komoly eredményeket elért, nemzetközileg is ismert kutatók mellett ígéretes fiatalok kaptak lehetőséget, hogy a csoport munkájába bekapcsolódjanak.

A csoport pályázatában megfogalmazott, 2012-től 2016-ig szóló kutatási tervek három fő területre vonatkoztak: „Sztochasztikus folyamatok”, „Ergodelmélet és dinamikai rendszerek”, valamint „Matematikai statisztika és információelmélet”. Ezen belül a sztochasztikus folyamatok körében voltak legszerteágazóbbak a kitűzött célok. Itt az eddigi eredmények a felsorolt 10 témakör közül 6/7-et érintenek, leginkább a perkolációval és a kölcsönható részecskerendszerekkel kapcsolatosakat (nem minden eredmény sorolható be egyértelműen), és további 1-2 témakörben vannak publikációk előkészületben. Az ergodelmélet és dinamikai rendszerek területén felsorolt 3 témakör közül 1-ben jelent meg eddig cikk, a másik kettőben részben preprintek, részben félkész kéziratok vannak. A harmadik, statisztika és információelmélet területen megfogalmazott célok közel kétharmada valósult meg eddig. Emellett – ahogy az a matematikában természetes – számos olyan eredmény született, ami a tervezett témákhoz lazán kapcsolódik.

A 2014. évi beszámoló kapcsán 2015-re megfogalmazott konkrét célok kölcsönható részecskerendszerek áramfluktuációira, a Kardar-Parisi-Zhang egyenlet megoldásainak fluktuációikra, perkolációs fázisátmenet bizonyítására, valamint síkbeli szóró biliárdok korreláció-lecsengésére vonatkoztak. Ezek mindegyike meg is valósult, részben megjelent publikáció, részben preprint formájában.

A beszámolóban – az elmúlt évek gyakorlatának megfelelően – kizárólag a kutatócsoport alkalmazottainak a témához közvetlenül kapcsolódó munkáiról adnak számot.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Kölcsönható részecskerendszerek

Új fajta folytonos sztochasztikus folyamatokat vezettek be, mint egymást elkerülő Bessel-négyzet folyamatok kritikus határfolyamatait, bizonyos kézenfekvő kényszerfeltételek mellett. Az új folyamatoknak pontos jellemzését adták az egy- és többdimenziós korrelációs magok explicit kiszámolásával. [6]

Az egydimenziós, teljesen aszimmetrikus egyszerű kizárási folyamat (TASEP) általánosításait, az ún. "q-TASEP-et, illetve a "q-Hahn TASEP"-et vizsgálták. Ezekben a modellekben, a részecskék a TASEP-hez hasonlóan mindig jobbra ugranak, de a következő

részecskéig lévő szabad helytől függő módon. Amennyiben a kezdeti állapot lépcsőfüggvénnyel van megadva, megadták az áramfluktuációk nagyságrendjét és azonosították a határeloszlást, mint egy (GUE) Tracy-Widom eloszlást. Ennek segítségével a modellekre ellenőrizték a Kardar-Parisi-Zhang skálaelmélet érvényességét. [7,8]
Perkolációs modellek:

Új, rövid és elemi bizonyítást adtak a perkolációs fázisátmenet létezésére a "random interlacement" modellben, három és több dimenzióban. Ez a modell mindkét irányban végtelen trajektóriák egy felhője által elkerült pontok halmazának perkolációjáról szól, a paraméter a felhő sűrűsége. A módszer a kritikus paraméter alsó és felső becslését is lehetővé teszi. [5]

Információelmélet és matematikai statisztika

Új univerzális kódolási/dekódolási sémát dolgoztak ki ütközés-detektálással két küldő esetére. Ennek segítségével közös forrás-csatorna hibaexponensek elérhetőségét bizonyították többszörös hozzáférésű csatornákra és független forrásokra. Ha a küldők között megengedett a nulla rátájú kommunikáció, egy jobb exponens elérhetőségét is bizonyították, Csizsár Imre egy küldőre vonatkozó eredményéhez kapcsolódóan. [3]

Javított exponenciális hibakorlátokat bizonyítottak memória nélküli többszörös horraférésű csatornákra két küldő esetén, aszinkron esetben. Egy konkrét példa elemzésével megmutatták, hogy ha az adók szabadon választott késéssel adhatnak, akkor a szinkron eset legjobb exponense meghaladható. [4]

b) Tudomány és társadalom

2015-ben nem volt a csoportnak kifejezetten ilyen célú rendezvénye.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A 2015-ös év során a korábbi aktív hazai és nemzetközi kapcsolatok mellett intenzív együttműködés alakult ki a Université Libre de Bruxelles Fizika tanszékével, valamint az ELTE Analízis tanszékével

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben a csoport egy tagja másodszor is elnyerte az MTA Posztdoktori Kutatói Program pályázatát, ami a pályázati ciklus végéig biztosítja részvételét a csoport munkájában. Ugyanez a munkatárs Bolyai ösztöndíjat nyert el. A csoport két tagja vesz részt az Osztrák-Magyar Akció Alapítvány 2015-ös pályázatán nyertes projektben, ami 2016 januárjában indult.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kiss G, Laczkovich M: Linear functional equations, differential operators and spectral synthesis. Aequat. Math. 89 (2): 301-328 (2015)

2. Kiss G, Varga A, Vincze Cs: Algebraic methods for the solution of linear functional equations. *Acta Math. Hungar.* 146 (1): 128-141 (2015)
3. Farkas L, Kóti T: Random Access and Source-Channel Coding Error Exponents for Multiple Access Channels. *IEEE Transactions on Information Theory*, 61: 3029-3040 (2015)
4. Farkas L, Kóti T: Controlled Asynchronism Improves Error Exponent. *Int. Symp. Inform. Theory Proc. (ISIT)* 23: 2638–2642 (2015)
5. Ráth B: A short proof of the phase transition for the vacant set of random interlacements. *Electron. Commun. Probab.* 20 (3): 1–11 (2015)
6. Delvaux S, Vető B: The hard edge tacnode process and the hard edge Pearcey process with non-intersecting squared Bessel paths. *Random Matrices: Theory and Applications*, 4 (2): Paper 1550008. (2015)
7. Vető B: Tracy-Widom limit of q-Hahn TASEP. *Electronic Journal of Probability*, 20: Paper 102. (2015)
8. Ferrari PL, Vető B: Tracy-Widom asymptotics for q-TASEP. *Ann. Inst. Henri Poincaré Probab. Stat.* 51 (4): 1465-1485 (2015)

MTA–BME VÍZGAZDÁLKODÁSI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Józsa János, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1164; fax: (1) 463 1879; e-mail: jozsa@epito.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport tevékenysége, röviden vázolván (1) az 5 éves kutatási tervet; (2) az eddig teljesítetteket és, hogy (3) mi volt a beszámoló év fő feladata:

Vízfolyásokban

(a) folyami áramlások kaotikus jellege és örvénydinamikája: (1) Labor- és terepi vizsgálatok folyószakaszokra. Elméleti és numerikus modellek fejlesztése az elkeveredés Lagrange-féle leírására, felhasználása térbeli modell igazolására. (2) Labor- és terepi vizsgálatok alapján az elméleti és Lagrange-féle numerikus modellek kifejlesztésre kerültek. Kidolgoztak egy újszerű, drón-alapú terepi méréseket megalapozó módszertant. Az eddigi vizsgálatokból rangos folyóirattal megjelentetése, további vizsgálati módszerek feltárása. (3) A hidrodinamikai elkeveredést irányító nyereghalmaz szerkezeti vizsgálata labormérésekkel.

(b) folyók hidromorfológiája: (1) Duna- és Tisza-szakaszokon a térbeli áramlások mederfejlődésre gyakorolt hatásának vizsgálata, hordalékhozam-összefüggések felállítása. A mederfejlődés lokálisan finomított rácshálóval való modellezése. A morfológiai elemzés bővítése a folyók hordalékhozamával, nem-meanderező vízfolyástípusok esés- és vízhozam-függésével. (2) Jelentős Duna- és Tisza-szakaszokon adatgyűjtés, elemzés, kereszt-összefüggések felállítása. A lokális hálóbontású modellezés sikeres implementálása. Morfológiai megalapozás. Üledékvizsgálatok vízminőségi hatásokra való kiterjesztése. Kanyarfejlődés-esés-vízhozam összefüggés pontosítása. PhD értekezés megvédése. (3) Hajók keltette hullámok folyóparti hatásának mérése és számítógépes modellezése.

(c) a fitoplankton dinamikája folyóvízben: (1) A finom részecskék kiülepedésének vizsgálata pl. a Rábán, mesterséges árhullám-viszonyok között. Hosszmenti fitoplankton-eloszlások felvétele. fitoplankton-növekedés modellezése közepes méretű folyókon (pl. Zala, Szamos). A tartózkodási idők hidrodinamikai meghatározása a kaotikus advekción és örvénydinamikai eredmények felhasználásával. (2) A Szamos vízgyűjtő- ill. fitoplankton modelljének felállítása, vízgyűjtőgazdálkodási tervek elemzése és módosítások megfogalmazása. (3) A befejeződött Szamos-projekt eredményeinek megjelentetése folyóirattal.

Sekély tavakban

(d) dinamikus kölcsönhatás jellegzőnők határfelületein: (1) A tó nádasának átmeneti zónáiban a kölcsönhatás fő jellemzőinek detektálása helyszíni mérésekkel, adatelemzéssel. A kölcsönhatás-mechanizmus matematikai leírása és modellekbe illesztése. A nádasok evapotranszpirációjának örvénykovariancia-elvű meghatározása. (2) A mérőrendszer felállítása, mérési-elemzési módszertan kidolgozása, első két év méréseinek végrehajtása. Harmadik év méréseinek végrehajtása. Átfogó elemzés, energia-mérleg felállítása, párolgási és áramlási következtetések. PhD értekezés írása. Hozzájárulás az új Fertő Stratégiához. (3) Kiegészítő mérések végrehajtása. Energia-mérleg pontosítása, párolgási és áramlási következtetések véglegesítése. PhD értekezés megvédése.

(e) fitoplankton ökológiai kutatás a Balatonon: (1) Automatikus adatgyűjtés és feldolgozás. Transzport-hatás modellezése a lokális koncentrációváltozásokra. A fitoplankton fotoszintetikus paramétereinek változása a fényviszonyok és a függély menti keveredés hatására. Kísérletek algák tenyésztéssel, fluoreszcens nyomjelzővel. (2) Az adatsorok szisztematikus bővítése, az elemzési eljárások továbbfejlesztése. A hőmérsékleti rétegződés hatása a felkeveredésre, fénybehatolásra, ezáltal a fitoplankton fejlődésére. (3) A hőmérsékleti rétegződés és hullámozás együttes hatása a felkeveredésre, gázcsere és tavi anyagforgalomra.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Folyami áramlások kaotikus jellege és örvénydinamikája témakörében a kutatócsoport egy tagja a korábban feltárt stabil sokasághoz tartozó nyereghalmaz részletesebb struktúrájának megismerésével foglalkozott. A nyereghalmaz kaotikus dinamika elméletéből ismert szerkezetének laboratóriumi mérések segítségével történő rekonstruálása újszerű a témában készülő, házi védés előtt álló PhD értekezés egyik hasznos eredménye, alátámasztva a folyóvízben lezajló elkeveredésekben a káoszelméleten alapuló módszerek használatának szükségességét. A kutatócsoport egy másik tagja munkájaként a sekélyfolyadék-egyenlet örvénytranszport-alakja új formában került felírásra, így a mélység-gradiens fokozottabb hatása mutatkozott meg a rotáció egyensúlyban. Az egyenlet általános alakjának, illetve külön a lineáris és nemlineáris részeinek csoportelméleti vizsgálatára került sor. Ennek során az egyenletek szimmetriáit jelentő, vagyis a megoldásokat őrző Lie-féle transzformáció-csoportok kiszámítása és rendszerezése került végrehajtásra. Ezekből ún. csoport-invariáns, analitikus megoldások születtek. Az eredmények publikálása alkalmazott matematikai szakfolyóiratba folyamatban van, „*Shallow lake vorticity equilibrium, focusing on the bathymetry and some group-invariant solutions*” címen. Az eredmények hidraulikai vonásainak elemzése TDK-zó hallgató bevonásával, víztudományi szakfolyóiratba célzott publikáció elkészítésével szintén elkezdődött.

Folyók hidromorfológiája témakörben a Pannon-medence folyóinak kanyarfejltség-esés-vízhozam értékeire illesztett modell folytatólagos pontosítására került sor. Az illeszkedés további folyóparaméterek figyelembe vételével tovább pontosodott. A kutatással egy csoporttag foglalkozott, egy közreműködő külső ELTE geofizikus segítségével. Jelentős lépést tettek továbbá a hajók keltette hullámok folyópartra kifejtett hatásának vizsgálatában.

A fitoplankton folyóvízi dinamikája témakörben a Magyarország-Románia CBC Program finanszírozta EASATI projekt eredményeiből 1 nemzetközi, impakt faktoros tudományos közlemény jelent meg, melyben 1 csoporttag működött közre egyedüli szerzőként.

A sekély tavak témakörében a csoport tud. segédmunkatársa megvédte PhD értekezését “Jellegzőnák fizikai kölcsönhatásának vizsgálata sekély tavakban” címmel. Az értekezés a csoport ez irányú több éves kutatási tevékenységének összegzése. Az eredmények ez évben jelentősen hasznosultak a Balaton kutatásában is. A kutatási eredményekre épült a Fertő tó új vízgazdálkodási stratégiája osztrák-magyar együttműködésben készített vízmérleg-fejezete.

A fitoplankton ökológiai kutatása keretében a Keszthelyi-medencében meglévő automatikus mérőállomást 2015-ben is üzemeltették, a globális és európai limnológiai mérőhálózatok részeként. A 2015-ös szezonban szonár és ADCP mérések is folytak. A folyamatos adatgyűjtés és a nagy időbeli felbontású mérés lehetővé teszi a tavak anyagcseréjének részletes vizsgálatát, az egyes fizikai illetve ökológiai folyamatok szerepének pontosabb megértését. Az újabb fizikai mérések (vízsebesség, vízszint, hullámozás, buborékok gyakorisága és helyzete) hozzájárulnak az oxigénháztartást befolyásoló hőrétegződés és légköri gázcsere nagyságának pontosabb becsléséhez. A korábbi adatok elemzése kimutatta, hogy ezen fizikai tényezők hibás becslése alapvetően befolyásolja a becsült ökológiai anyagforgalom előjelét és nagyságát. Az adatelemzésből 2 Inland Waters cikk született, melyből egy elbírálás alatt van, egyet pedig elfogadtak. A témával a kutatócsoport két tagja foglalkozott, külső terepi segédszemélyzet igénybevételével.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport több tagja tartott előadást különféle akadémiai, minisztériumi és kutatóintézeti konferenciákon. Ezekon felül 2015-ben a kutatócsoport tagjai több további tudományos, ismeretterjesztő és vitaelőadást tartottak különféle szakmai rendezvényeken (pl. NETLAKE WG2 Workshop Oslo: 1 előadás, LRI-ECO18 Dübendorf: 2 előadás).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A 2015. évi *folyami hidromorfológiai kutatások* témakörében továbbra is fontos szerepet kapott, hogy a kutatócsoport Norvég Műszaki és Tudományegyetem (NTNU) Vízépítési és Környezetmérnöki Tanszékével meglévő kapcsolatát továbbfejlesztették közös kutatási témák elindításával, melyek közül kiemelt szerepet kap a folyók mederpáncélozódási folyamatainak és a hajók keltette hullámozás parti hatásának vizsgálatai. Futó és jövőbeli közös projekteket gondoznak a Bécsi Agrártudományi Egyetem (BOKU) rokontanszékével, folyók hordalékszállításának vizsgálata témakörben. Folytatódott az Iowa-i egyetemmel való együttműködés, mind a terepi mérések tudományos igényességű feldolgozási módszertanára, mind részlet-gazdag numerikus modellezésére vonatkozóan. Beadásra került a hosszú ideje előkészített, Duna Transznacionális Együttműködési Pályázatra szánt „A Duna hordalékegyensúlya” projekt-pályázat, tanszéki vezetéssel, kutatócsoporti részvétellel.

A kutatócsoport továbbra is két taggal képviselteti magát a Global Lake Ecology Observatory Network (GLEON) világszervezetben. A csoport részt vesz az ES1201 NETLAKE projektben, amelyet az Európai Unió COST programja támogat, és amelynek központi szervező elve a tavak nagy gyakoriságú, automatikus monitorozása. Magyarországot két tag, ill. két póttag képviseli az irányító testületben. Tevékenységük a 2. és 4. munkacsomagra terjed ki. A csoportvezető tagja az Országos Vízgazdálkodási Tanácsnak, az Országos Környezetvédelmi Tanácsnak, elnöke a Bolyai Ösztöndíjbizottságnak. Tagja lett az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottságának, felkérték a Víz és környezet albizottság elnökének. Egy csoporttag a Nemzetközi Limnológiai Társaság (SIL) magyar képviselője és egy nemzetközi (Inland Waters) és egy hazai folyóirat (Hidrológiai Közlöny) szerkesztője.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben befejeződött a Duna hordalékvizsgálatával foglalkozó (SEDimentforschung und –management an der DONau; SEDDON) AT-HU CBC keretben elnyert projekt, jelentős osztrák-magyar eredményekkel mind hazai felső-dunai, mind osztrák Duna-szakaszokra. 2015-ben indult a szerves mikroszennyezők perzisztenciáját vizsgáló PIdent (Überprüfung der Verwendbarkeit einfacher Laborsimulationsstudien zur Identifizierung persistenter Chemikalien in Oberflächengewässern) projekt, melyet a Német Szövetségi Környezetvédelmi Ügynökség (UBA) finanszíroz.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kiss M, Józsa J: Wind profile and shear stress at reed-open water interface: recent research achievements in Lake Fertő. *Pollack Periodica: An International Journal for Engineering and Information Sciences* 10:(2) 107-122 (2015)
2. Cuxart J, Tatrai D, Weidinger T, Kircsi A, Józsa J, Kiss M: Infrasound as a Detector of Local and Remote Turbulence. *Boundary-Layer Meteorology*, First online 28 October 2015, 8p (2015)
3. Honti M, Fenner K Deriving Persistence Indicators from Regulatory Water-Sediment Studies – Opportunities and Limitations in OECD 308 Data. *Environmental Science & Technology* 49(10): 5879-5886; doi: 10.1021/acs.est.5b00788 (2015)
4. Honti M: Controlling river eutrophication under conflicts of interests – A GIS modeling approach. *Water* 7(9): 5078-5090; doi:10.3390/w7095078 (2015)

MTA-DE EGYENLETEK, FÜGGVÉNYEK, GÖRBÉK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pintér Ákos, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

telefon: (30) 525 9685; fax: (52) 512 728; e-mail: apinter@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport tagjai különböző matematikai diszciplínákkal foglalkoznak. Így fő feladatuk, hogy kutatásokat végezzenek számelméleti és differenciálgeometriai témákban, azokat lehetőség szerint ismertessék magas színvonalú hazai rendezésű illetve nemzetközi konferenciákon. Készüljenek fel következő tudományos fokozatuk megszerzésére. Vegyenek részt aktívan a Debreceni Egyetem, ezen belül a DE Matematikai Intézetének oktatómunkájában. A csoport kiemelt feladata, hogy biztosítsa az Intézetnek a kutatói utánpótlást. A csoport az 5 éves kutatási tervben is ezeket a célokat tűzte ki, amelyek megvalósulását a minőségi publikációk és az intenzív konferencia-részvétel is mutatja. A kutatóhely tagjai intenzív oktatómunkát folytatnak a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetében, 4 fiatal kutató elkészítette illetve megvédte PhD disszertációját.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport tagjai elméleti matematikai kutatásokat folytattak differenciálgeometriai és számelméleti, azon belül is diofantikus egyenletekkel foglalkozó területeken. A geometriai tomográfia központi kérdése, hogy hogyan lehet egy halmazt rekonstruálni, ha csak néhány iránnyal párhuzamosan vett röntgenfüggvényei adottak. A szakirodalomban fellelhető rekonstrukciós eljárások többségében konvex és/vagy diszkrét pontthalmazokkal foglalkoznak. Ezek közül kiemelkedő R. Gardner és M. Kiderlen 2007-ben megjelent munkája, amely síkbeli konvex halmazok visszaállítását teszi lehetővé négy megfelelően választott irányú röntgenfüggvényeik segítségével. Az is megmutatható, hogy az eljárás eredményeként kapott halmzsorozat akkor is majdnem biztosan konvergál a rekonstruálni kívánt halmazhoz, ha a röntgenfüggvények mérési adatai véletlen hibával terheltek. Ezt az eredményt sikerült kiterjeszteni síkbeli hv-konvex (horizontálisan és vertikálisan konvex) halmazok családjára az általánosított kúpszeletek elméletének segítségével. Korábbi eredményük szerint ugyanis két tetszőleges kompakt halmazhoz tartozó általánosított kúpszeletfüggvények pontosan akkor esnek egybe, ha a megfelelő koordináta-röntgenfüggvények majdnem mindenütt megegyeznek. Ez azért hasznos, mert amíg a röntgenfüggvényeknek akár végtelen sok szakadási helye lehet, addig az általánosított kúpszeletfüggvények a teljes téren értelmezett konvex, és így folytonos függvények. Ezt felhasználva sikerült igazolni, hogy ha a sík egy korlátos tartományába eső összefüggő, kompakt, hv-konvex halmazok (L_n) sorozatához tartozó ált. kúpszeletfüggvények konvergálnak egy ugyanilyen tulajdonságú K halmaz kúpszeletfüggvényéhez, akkor az (L_n) halmzsorozat konvergál egy olyan K' halmazhoz, amelynek ugyanazok a koordináta-röntgenfüggvényei, mint a K halmaznak. Ezen lokalizációs tétel felhasználásával egy rekonstrukciós eljárás adható síkbeli, összefüggő, kompakt, hv-konvex halmazok visszaállítására a koordináta-röntgenfüggvényeik alapján, amely visszavezethető egy egészértékű lineáris programozási feladat megoldására. Ezt a rekonstrukciós eljárást továbbfejlesztették és bebizonyították, hogy abban az esetben, ha a koordináta-röntgenfüggvényeknek mérési adatai véletlen hibával terheltek, akkor nulla annak a valószínűsége, hogy az eljárás eredményeként kapott halmzsorozat határértékének a

rekonstruálni kívánt halmaztól mért Hausdorff-távolsága nagyobb bármely előre rögzített pozitív értéknél (sztochasztikus konvergencia). Szintén differenciálgeometriai vizsgálatok tárgyai voltak az olyan párhuzamosításokkal és lefedő párhuzamosításokkal ellátott Finsler-sokaságok, ahol ez a két struktúra (a Finsler-függvény és a párhuzamosítás) természetes módon összekapcsolódik. Konjugált lefedő párhuzamosítások segítségével sikerült elégséges feltételt adni arra, hogy a Finsler-sokaság speciálisan Berwald-sokaság legyen. Ezt az eredményt általánosítva megmutatták, hogy ha a Finsler-függvény kompatibilis két, egymással konform-konjugált lefedő párhuzamosítással, akkor pedig (a Berwald-sokaságoknál általánosabb) Wagner-sokaságok osztályához jutunk. Fontosak a csoport tagjainak a diofantikus egyenletek elméletében elért eredményei is. Tovább vizsgálták a piramidális számok egyenlő értékei, és egy japán kolléga tanácsára a Jesmanowicz sejtéssel kezdtek el foglalkozni, ami Fermat klasszikus sejtésének egy általánosítása. Vizsgálták továbbá rekurzív sorozatok hatványösszeg értékeivel kapcsolatos problémákat. Általánosították Mordell egy klasszikus, kombinatorikus háttérű problémáját és végességi állításokat nyertek a megoldásokra. A Baker módszer és a szimultán Baker módszer újszerű kombinálásával nagyon éles felső korlátot adtak bizonyos szimultán Pell egyenletek megoldásszámára. Megoldottak végtelen Thue-egyenletcsaládokat, megkeresve azok összes egész megoldásait. Végességi eredményt nyertek az $S_{a,b}^k(x) = g(y)$, $T_{a,b}^{k+}(x) = g(y)$ és $T_{a,b}^{k-}(x) = g(y)$ diofantikus egyenletekre, ahol $S_{a,b}^k(x)$ illetve $T_{a,b}^{k+}(x)$ és $T_{a,b}^{k-}(x)$ a b , $a+b$, $2a+b$, ..., $(n-1)a+b$ számtani sorozat elemei k -adik hatványösszegének illetve alternáló hatványösszegének a polinomkiterjesztései. Eredményeik több korábbi eredmény kiterjesztése. A bizonyításokban többek között a Bilu-Tichy módszert kombinálták a Bernoulli- és Euler polinomok tulajdonságaival illetve az érintett polinomok felbonthatósági tulajdonságaival. Megmutatták, hogy az $S_{a,b}^k(x)$ polinom együtthatói kifejezhetők az elsőfajú Stirling-számok, valamint másodfajú r -Whitney-számok segítségével. Továbbá szükséges és elégséges feltételt igazoltak az együtthatók egész voltára.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai rendszeresen részt vesznek a tudománynpszerűsítő előadások szervezésében és tartásában. Ilyen események voltak a Kutatók Éjszakája, illetve a középiskolás matematikatanároknak tartott ankétok. A kutatócsoport vezetője egyetemi vezetőként rendszeresen támaszkodik a tudománynpszerűsítésben a csoport tagjaira.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

2015-ben Debrecenben rendezték a számelmélet legnagyobb és legismertebb konferenciáját, a 29. Journées Arithmétiques-t. A kutatóhely tagjai rendkívül komoly részt vállaltak a szervezésben. A JA után rendezték közvetlenül a Györy75 tisztelgő konferenciát, amely szintén nagyon sikeres volt. A csoport helyzetéből adódóan rendkívül szoros kapcsolatban van a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetével, a PhD hallgatók szemeszterenként 2-4, a többiek 8-9 órát tartanak az alap- illetve mesterképzésben. Több hallgatónak szakdolgozat illetve diplomamunka témavezetői. A kutatócsoport vezetője a Matematikai és Számítástudományi Doktori Iskola törzstagja, egyik alprogramjának és három PhD hallgatónak a témavezetője.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport egy tagja 2015-ben megkapta a Patai Alapítvány Díját. 2013 februárjától kutatócsoport vezetője és egy további tagja résztvevőként elnyerte az OTKA támogatását

(OTKA NK104208, Számelméleti kutatások, 26712 eFt/4 év). A kutatócsoport-vezető két további OTKA pályázatban volt résztvevő.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Vincze Cs, Nagy Á: Generalized conic functions of hv-convex planar sets: continuity properties and relations to X-rays: *Aequationes Mathematicae*, 89 (4): 1015-1030 (2015)
2. Vincze Cs, Nagy Á: An algorithm for the reconstruction of hv-convex planar bodies finitely many and noisy measurements of their coordinate X-rays. *Fundamenta Informaticae* 141 (2-3): 169-189 (2015)
3. Barczy M, Nagy Á, Noszály Cs, Vincze Cs: A Robbins-Monro-type algorithm for computing global minimizer of generalized conic functions. *Optimization*, 64 (9): 1999-2020 (2015)
4. Aradi B: Left invariant Finsler manifolds are generalized Berwald. *European Journal of Pure and Applied Mathematics* 8 (1): 118-125 (2015)
5. Bennett M, Pintér Á: Intersections of recurrence sequences. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 143: 2347-2353 (2015)
6. Bo He, Pintér Á, Togbé A: On simultaneous Pell equation and related Thue equations. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 143: 4685-4693 (2015)
7. Bo He, Pintér Á, Togbé A, Varga N: A generalization of a problem of Mordell. *Glasnik Matematicki*, 50 (70): 35-41 (2015)
8. Bazsó A, Mező I: On the coefficients of power sums of arithmetic progressions. *Journal of Number Theory* 153: 117-123 (2015)
9. Bazsó A: Polynomial values of (alternating) power sums. *Acta Mathematica Hungarica* 146: 202-219 (2015)
10. Tengely Sz, Varga N: Rational Function Variant of a Problem of Erdős and Graham. *Glasnik Matematicki*, 50: 65-76 (2015)

MTA-DE HOMOGEN KATALÍZIS ÉS REAKCIÓMECHANIZMUSOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Joó Ferenc, az MTA rendes tagja
4002 Debrecen, Pf. 400
telefon: (52) 512 900; e-mail: joo.ferenc@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási célkitűzés fő koncepcionális eleme a koordinációs és fémorganikus komplex katalizátorok alkalmazása volt vizes oldatokban és kétfázisú rendszerekben, szoros egységben a katalizált folyamatok mechanizmusának vizsgálatával. Az új ligandumok és katalizátorok előállítása jelentős szintetikus és szerkezetazonosítási munkát igényel. 2011-2014 során a kutatócsoport lényeges előrehaladást tett mind új katalizátorok szintézise, mind azok szerves kémiai folyamatokban történő alkalmazása terén (ez időszakban 32 tudományos dolgozat jelent meg). A 2015. évre kijelölt főbb kutatási területek a következők voltak:

- Új, katalitikusan várhatóan aktív fémkomplexek szintézise, jellemzése és alkalmazása hidrogénezési, hidrogénátviteli és C-C kapcsolási reakciókban.
- Szén-dioxid hidrogénezése; hidrogén reverzibilis tárolása és fejlesztése.
- Vizes közegű fémorganikus katalízis mágnesesen hiperpolarizált molekulák előállítására *para*-hidrogén-indukált polarizáció (PHIP) révén.
- Környezetszennyező anyagok redukív és oxidatív lebontása.
- Heterogén katalízis és heterogén fotokatalízis.
- Elméleti kémiai számítások.

2015-ben a szintézisek terén fő feladat volt a vízóldható iridium(I)-N-heterociklusos karbén, valamint a vízóldható félszendvics-típusú fémkomplexek (elsősorban Ru(II)-származékok) előállítása és katalitikus sajátágaik vizsgálata. A katalitikus folyamatok közül elsősorban a vizes közegben lejátszódó hidrogénezés, redoxi izomerizáció és szén-szén kapcsolások vizsgálatát tűzték célul, ezen belül külön kiemelkedő jelentőséggel a hidrogén reverzibilis tárolására alkalmas rendszerek fejlesztését. Számos folyamat vizsgálatára alkalmaztak számításon alapuló kémiai módszereket. Célul tűzték ki aminosavak, valamint egyéb biológiailag jelentős kismolekulák és gyógyszerhatóanyagok hipoklórossavval végzett oxidációjának mechanizmus-vizsgálatát. A heterogén katalízis és heterogén fotokatalízis terén szilícium-dioxid alapú aerogélek pórusos szerkezetét és adszorptív tulajdonságait vizsgálták, valamint egy új konstrukciójú fotoreaktor építésével tűzték célul a heterogén fotokémiai reakciók tanulmányozását.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Szalicilaldehyd és különféle diaminok kondenzációs reakciójával, majd a képződő termék hidrogénezésével nyert hidrolitikusan stabilis Pd(II)-szalán komplexeket alkalmaztak a szén-szén kötés kialakítására széles körben alkalmazott ún. Suzuki-Miyaura kapcsolás katalízisére vizes-szerves kétfázisú rendszerekben. Kihhasználva azt, hogy a termékek nagy része nem vízóldható és így a vizes reakcióelegyből kivált, az eddigieknél környezetkímélőbb (zöldebb) szintetikus eljárást dolgoztak ki. Az eredményeket nemzetközi konferencián bemutatták és felkérést kaptak a Green Chemistry c. folyóirattól az ott történő publikálásra.

Korábban (2014) kiváló hozamú katalitikus módszert dolgoztak ki nitrilek szelektíven amidokká történő hidratálására vízdoldható ruténium-komplex katalizátorokkal. E módszert 2015-ben eredményesen alkalmazták glükózil cianidok hidratálására C-glükózil formamidokká. Az eredményeket közölték (*Tetrahedron Letters*).

Számos új vízdoldható irídium-komplexet állítottak elő, melyek egyaránt tartalmaznak N-heterociklusos karbén (NHC) és szulfonált foszfin ligandumot. Ezek a komplexek kiemelkedő aktivitást mutattak hidrogén-karbonát ion hidrogénezésében és hidrogén gáznak vizes formiát oldatból történő előállításában. E kapcsolt folyamatokra alapozva, új típusú hidrogéntároló rendszert (hidrogén akkumulátort) valósítottak meg. Az eredményeket közölték (*ChemSusChem*) és nemzetközi konferenciákon is bemutatták.

Felismerték, hogy a víz-2-propanol oldószer használata igen jelentősen meggyorsítja a vízdoldható ruténium- és ródium-alapú katalizátorokkal végzett transzfer-hidrogénezési folyamatokat (például aldehidek redukcióját), amennyiben nátrium-formiátot használtak hidrogénforrásként. Ezáltal a reakciók a korábbi módszereknél gyorsabban és alacsonyabb hőmérsékleten valósíthatók meg. Az eredményeket közölték (*Catalysis Today, Chimia*).

A számítási kémia alkalmazásával több vizsgálathoz járultak hozzá nehezen detektálható köztitermékek szerkezetének és a reakciók lehetséges útjainak elméleti vizsgálatával. Az eredményeket jelentős folyóiratokban (*Inorganic Chemistry, J. Mass Spectrometry, RSC Advances, J. Photochemistry and Photobiology*) közölték.

Különböző hexapeptidek és patkány amiloin fragmensek réz(II), nikkel(II)- és cink(II)-komplexeinek egyensúlyi viszonyait vizsgálták potenciometriás és spektroszkópiai módszerekkel és megállapították a peptidek specifikus fémkötő helyeit. Az eredmények az ún. amiloid plakkok kialakulásának jobb megértését teszik lehetővé. Az eredményeket közölték (*Dalton Transactions, Inorganica Chimica Acta*).

Időfüggő spektrofotometriás és NMR mérések segítségével részletesen tanulmányozták glicin és alanin oxidációját hipoklórossavval. Szerkezetvizsgáló módszerek (NMR és MS) segítségével azonosították a reakciók köztitermékeit és kidolgozták a reakciók részletes kinetikai modelljét. Tanulmányozták az etánbutol és az etionamid gyógyszer-hatóanyagok hipoklórossavval történő oxidációjának kinetikáját és mechanizmusát.

NMR diffúziometria, krioporozimetria és relaxációs mérések segítségével vizsgálták mezopórusos (10-50 nm pórusátmérő) szilícium-dioxid alapú aerogélek pórushálózatának felépítését és átjárhatóságát. Részletesen tanulmányozták ezen aerogélek adszorpciós tulajdonságait és az adszorpciós folyamatok kinetikáját. Az eredményeket közölték (*Applied Surface Science, RSC Advances*).

Moduláris szerkezetű, univerzális fotoreaktort építettek. Az új készülék lehetővé teszi fotoreakciók kinetikájának nagy időfelbontással történő követését. A reaktor segítségével metilénkék és 2,4,6-triklór-fenol, mint modellvegyületek fotokémiai reakciójának mechanizmusát vizsgálták. Előzetes eredményeiket közölték (*Magyar Kémikusok Lapja*), illetve közlésre elfogadták (*Dyes and Pigments*).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport kutatásai jelentős mértékben a környezettel összefüggő problémák megoldására (szerves oldószerek használatának kiküszöbölése, oxidációs és redukációs módszerek kidolgozása szennyező anyagok lebontására), fémkomplexek biológiai hatásának, a komplexek képződésének és lebomlásának vizsgálatára, továbbá hidrogén reverzibilis tárolása/fejlesztése megoldására irányulnak, melyek mind lényeges társadalmi kérdések. A hidrogén tárolásának kérdéseiről (általában az energiatárolás lehetőségeiről) a kutatócsoport vezetőjével interjú jelent meg (*Élet és Tudomány*), illetve rádióinterjú hangzott el.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Nemzetközi együttműködésben végeztek kutatásokat a kétfázisú katalízis terén az Almeriai Egyetem (Spanyolország) kutatóival. E munkákból közös közlemény jelent meg (*J. Molecular Catalysis A: Chemical*).

A kutatócsoport munkatársai 2015-ben is részt vettek a Debreceni Egyetem Fizikai Kémiai Tanszékének, valamint Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének oktatómunkájában, laboratóriumi gyakorlatok és szemináriumok vezetésével (átlagosan 4 óra/fő/hét).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hiperpolarizáció vizsgálata vizes közegben *para*-hidrogénnel, NKFIH (OTKA) PD 115535 pályázat; 2015-2018; 9.045 EFt.

Functionalized and composite aerogels for the removal of environmental pollutants, Kutatóegyetemi Belső Pályázat – Debreceni Egyetem; 2015-2016; 6.575 EFt.

Fenti pályázatokon és a kutatócsoport támogatáson túl a kutatások anyagi hátterét a korábban elnyert pályázatok biztosították (Organometallic catalysis in aqueous media; Környezeti kémiai jelentőségű redoxireakciók: kinetika és mechanizmus). 2015. májusában zárult le a 2013-ban induló Célzott kémiai és biológiai alapkutatások környezeti szennyezők felszámolására (ENVIKUT) TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0043 pályázat, melynek szakmai vezetője a kutatócsoport vezetője volt.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Horváth H, Papp G, Szabolcsi R, Kathó Á, Joó F: Water-soluble Iridium-NHC-Phosphine Complexes as Catalysts for Chemical Hydrogen Batteries Based on Formate. *ChemSusChem: Chemistry and Sustainability, Energy and Materials*, 8(18): 3036-3038 (2015) <http://real.mtak.hu/33190/>
2. Misra AK, Bokor É, Kun S, Bolyog-Nagy E, Kathó Á, Joó F et al. (1): Chemoselective hydration of glycosyl cyanides to C-glycosyl formamides using ruthenium complexes in aqueous media. *Tetrahedron Letters*, 56(44): 5995-5998 (2015) <http://real.mtak.hu/33187/>
3. Dávid Á, Kállay Cs, Sanna D, Lihi N, Sóvágó I, Várnagy K: Potentiometric and spectroscopic studies on the copper(II) complexes of rat amylin fragments. The anchoring ability of specific non-coordinating side chains. *Dalton Transactions*, 44(39): 17091-17099 (2015) <http://real.mtak.hu/33193/>
4. Galajda M, Fodor T, Purgel M, Fábíán I: The kinetics and mechanism of the oxidation of pyruvate ion by hypochlorous acid. *RSC Advances*, 5(14): 10512-10520 (2015) <http://real.mtak.hu/33195/>

MTA–DE RÉSZECSEFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Trócsányi Zoltán, az MTA rendes tagja
4026 Debrecen, Bem tér 18/A.

telefon: (52) 509 201; fax: (52) 509 258; e-mail: zoltan.trocsanyi@mta.atomki.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport elméleti részecskefizika, fenomenológia és kvantumtérelméleti kutatási feladatok megoldása céljából alakult. A fő célkitűzések a következők: (i) sugárzási korrekciók számítása hadronzáró hatáskeresztmetszetekhez és az általános elmélet alkalmazása legalább egy folyamatra; (ii) t-kvarkpárt és más ismert részecskéket tartalmazó események szimulációja a Nagy Hadronütköztető ütközési energiáin a következő végállapotokat tartalmazó ütközések esetén: $t \text{ anti-}t + b \text{ anti-}b$, $t \text{ anti-}t + H$, $t \text{ anti-}t + Z$, $t \text{ anti-}t + \gamma$, $t \text{ anti-}t + \gamma \gamma$, $t \text{ anti-}t + 2 \text{ hadron}$; (iii) térelméleti modellek tanulmányozása a renormálási-csoport módszerrel, különös tekintettel a két-dimenziós sine-Gordon modellre; (iv) kvantumszindinamika tanulmányozása rácsérelmélettel, különös tekintettel az Anderson lokalizáció megjelenésének ellenőrzésére SU(3) dinamika esetén. 2014 végéig az (i–iii) területeken új eredményeket értek el. A (iv) kutatási területet tanulmányozó kutató 2012-ben önálló Lendület támogatást nyert saját kutatócsoportja felépítéséhez, ezért ezzel a területtel a továbbiakban nem foglalkoztak.

Az (i) kutatási témában 2015 folyamán közzétették a Higgs részecske $b \text{ anti-}b$ kvarkpárra történő bomlásának nagy pontosságú elméleti leírását, továbbá kiszámították az elektron-positron szétsugárzásban a három hadronzáró végállapotok keletkezésének hatáskeresztmetszetét (mindkét esetben meghatározták a második sugárzási korrekciót). A második számolás eredményeit 2016 első felében fogják közzéadni (a szakcikkek írása a beszámoló idején folyamatban van).

A (ii) témában a felsorolt végállapotok közül az utolsó kivételével mindegyikhez sikerült az eseménygenerálást végrehajtani. Az összes folyamattal kapcsolatos elméleti eredmények nagy impaktú nemzetközi szaklapokban jelentek meg. A felsorolás utolsó folyamatát időközben más kutatócsoport sikeresen szimulálta, ezért ezeknek az eseményeknek a generálásáról letekenttek, és helyette két másik folyamat végállapotát szimulálták: $t \text{ anti-}t + W$ (megjelent 2012-ben) és $W^+W^- + b \text{ anti-}b$ (megjelent 2014-ben). 2015 második felében felkérésre részt vettek a CERN Higgs hatáskeresztmetszet munkacsoport munkájában, amelynek eredményeiről az összefoglaló tanulmány 2016-ban fog megjelenni.

A (iii) területhez kapcsolódóan a sine-Gordon kvantumtérelméleti modell vizsgálatával sikerült a szakirodalomban első alkalommal meghatározniuk a Zamolodchikov által bevezetett c-függvény értékét a funkcionális renormálási csoport módszer keretében nem-trivialis esetben. Vizsgálták a spontán szimmetria sértés megjelenésének függését a funkcionális renormálási csoport módszerben szokásos levágásoktól. Levezetést adtak az O(N) szimmetriával bíró kvantum-térelméletekben az eltűnő béta-függvények helyének meghatározására, amivel a fix-pontok helyét a fázissíkon fel lehet tárni.

Az eredeti terveken felül további két közleményt jelentettek meg a kéthurok pentabox (kapcsolódó ötszög és négyszög hurkokat tartalmazó) Feynman-integrálok analitikus kiszámításáról.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Eseményeket generáltak a Nagy Hadrongyorsítóban (LHC) végbemenő ütközések során nagy energiájú részecskékkel együtt keletkező t anti- t kvarkpárt tartalmazó végállapotokhoz. A nyilvános honlapjukon (<http://grid.kfki.hu/twiki/bin/view/DbTheory/>) szabadon hozzáférhető több millió esemény a következő végállapotokhoz: t anti- t + b anti- b , t anti- t + H , t anti- t + Z , t anti- t + W , t anti- t + γ , t anti- t + $\gamma\gamma$, t anti- t $\rightarrow W^+ W^-$ + b anti- b . Az eseményekkel hadronszintű fenomenológiai analíziseket végeztek. Az erről szóló közlemények elkészültek, és nagy impaktú folyóiratban jelentek meg. 2015 folyamán a [10.1007/JHEP03\(2015\)083](https://arxiv.org/abs/10.1007/JHEP03(2015)083) cikket, valamint a végállapotban fotonokat tartalmazó szimulációk eredményeit közölték ([10.1007/JHEP05\(2015\)090](https://arxiv.org/abs/10.1007/JHEP05(2015)090) és [10.1016/j.nuclphysb.2015.05.032](https://arxiv.org/abs/10.1016/j.nuclphysb.2015.05.032)). Az LHC kísérletei használják ezeket az eseményeket adataik kiértékelése során.

Alkalmazták a hadronzapor hatáskeresztmetszetek számításának általuk javasolt új elméletét az elektron-pozitron szétsugárzásban keletkező három hadronzapor keletkezési valószínűségének, valamint a Higgs-részecske b -kvarkpárba történő bomlási valószínűségének minden korábbinál pontosabb meghatározására ([10.1007/JHEP04\(2015\)036](https://arxiv.org/abs/10.1007/JHEP04(2015)036) és [10.5506/APhysPolB.46.2097](https://arxiv.org/abs/10.5506/APhysPolB.46.2097) közlemények). Elsőként sikerült nem-triviális esetben meghatározniuk a Zamolodchikov által bevezetett c -függvény értékét a funkcionális renormálási csoport módszer keretében ([10.1016/j.nuclphysb.2015.11.001](https://arxiv.org/abs/10.1016/j.nuclphysb.2015.11.001)). A spontán szimmetria sértés megjelenésének levágásfüggésére vonatkozó vizsgálataik eredményeit a [10.1007/JHEP05\(2015\)141](https://arxiv.org/abs/10.1007/JHEP05(2015)141) szakcikkekben közölték. A [10.1103/PhysRevD.91.125038](https://arxiv.org/abs/10.1103/PhysRevD.91.125038) közlemény az $O(N)$ szimmetriával bíró kvantum-térelméletekben az eltűnő béta-függvények helyének meghatározását mutatta be.

Az eredmények alapkutatási jellegűek, az általános emberi műveltség gyarapítását szolgálják.

b) Tudomány és társadalom

Előadásokat tartottak a CERN Nemzetközi Diákműhely Debrecenben megrendezett eseményén, valamint a magyar fizikatanárok CERN-beli látogatásán. Öt népszerű tudományos előadást tartottak a mai részecskefizikai kutatásokról és a CERN-ről a Debreceni Egyetem Professzori Klubjában, az Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencián (nyitóelőadás), a debreceni Mechwart András Gépipari és Informatikai Szakközépiskolában, a Debreceni Egyetemen és az MTA Atommagkutató Intézetben (a 2015. évi Fizikai Nobel-díjról). Tematikus interjút adtak a debreceni Campus Rádióban a mai részecskefizikai kutatásokról.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport vezetője tagja volt a Bécsben megrendezett EPSHEP 2015 konferencia nemzetközi szervező bizottságának. Rendszeresen szerveztek kutatói szemináriumokat Magyarországról, valamint öt nemzetközi hírű külföldről hívott előadóval (<http://www.phys.unideb.hu/mta-deparg/node/9>). Három hónapon keresztül vendégük volt az MTA meghívására Dr. Papadopoulos vendégprofesszor. A csoport tagjai rendszeresen oktatnak a Debreceni Egyetem Fizikai Intézetében minden szinten (BSc, MSc, PhD), közreműködnek diákköri munka, három diplomamunka és három doktori munka vezetésében. Együttműködésben vettek részt a Budapest Műszaki Egyetem, a Nápolyi Egyetem, a CERN (Genf), INFN (frascati) és SISSA (Trieszt) kutatóival kölcsönös kutatói látogatásokon keresztül.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport egyik tagja 2 éves MTA posztdoktori pályázatot nyert, illetve megkapta az MTA Akadémiai Ifjúsági Díját.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Garzelli MV, Kardos A, Trócsányi Z: Hadroproduction of t-tbar b-bbar final states at LHC: predictions at NLO accuracy matched with Parton Shower. Journal of High Energy Physics, 1503: 083 (2015) DOI: [10.1007/JHEP03\(2015\)083](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2015)083)
2. Kardos A, Trócsányi Z: Hadroproduction of t-anti-t pair with two isolated photons with PowHel. Nuclear Physics B, 897: 717-731 (2015) DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2015.05.032](https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2015.05.032)
3. Del Duca V, Duhr C, Somogyi G, Tramontano F, Trócsányi Z: Higgs boson decay into b-quarks at NNLO accuracy. Journal of High Energy Physics, 1504: 036 (2015) DOI: [10.1007/JHEP04\(2015\)036](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2015)036)
4. Bacsó V, Defenu N, Trombettoni A, Nándori I: c-function and central charge of the sine-Gordon model from the non-perturbative renormalization group flow. Nuclear Physics B, 901: 444-460 (2015) DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2015.11.001)
5. Defenu N, Mati P, Márián IG, Nándori I, Trombettoni A: Truncation Effects in the Functional Renormalization Group Study of Spontaneous Symmetry Breaking. Journal of High Energy Physics, 1505: 141 (2015) DOI: [10.1007/JHEP05\(2015\)141](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2015)141)

MTA-ELTE EGERVÁRY JENŐ KOMBINATORIKUS OPTIMALIZÁLÁSI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Frank András, az MTA doktora
ELTE TTK Operációkutatási Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500/8132; fax: (1) 381 2158; e-mail: frank@cs.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az Egerváry Kutatócsoport fő tevékenysége az elméleti strukturális és algoritmikus kérdések vizsgálata a kombinatorikus optimalizálás területén. Az 5 éves kutatási terv 6 részterületen vázolt megoldandó feladatokat, ezek közül kiemelt fontosságúak voltak a következők: utak és fenyők pakolása, gráfok és szerkezetek merevsége, matroidok és szubmoduláris függvények, stabil párosítások és házasítás probléma, és a hálózati optimalizálás.

Az alapkutatási témák mellett a kutatócsoport fontos feladata hatékony optimalizálási algoritmusok kidolgozása ipari és tudományos partnerek által meghatározott feladatokra. Az év során a csoport részt vett az IBM intelligens útvonal-tervezési projektjében, mely kutatási és szoftverfejlesztési feladatokat egyaránt magába foglalt.

A csoport kiemelt feladatának tekinti a felsőoktatási képzésben való részvételt, tagjai 2015-ben az ELTE matematikus BSc és MSc képzésében oktattak. Év elején a kutatócsoport Mátraházán szervezett egy kutató workshopot hallgatók és fiatal kutatók részvételével.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A csoport által a kutatási eredmények publikálására létrehozott EGRES Technical Report sorozatban 2015-ben 17 új publikáció jelent meg. A csoport eredményei több nemzetközi konferencián kerültek bemutatásra: Haussdorff Trimester Program (Bonn), Japán-Magyar Szimpózium (Fukuoka, Japán). Az alábbiakban a csoport 2015-ös kutatási eredményei szerepelnek, területekre lebontva.

Diszjunkt utak: A diszjunkt utakra vonatkozó híres Berge-sejtést vizsgálva egy új írásban sikerült kidolgozni egy újfajta megközelítést, melyből tetszetős módon kipottyann a korábban ismert esetek mindegyike.

Merev szerkezetek: a gráfok merevségével kapcsolatban a csoportban egy olyan cikk született melyben a gráfok merevségének és a gráfok növelésének kapcsolatát vizsgálják, és egy speciális esetben hatékony, polinomiális algoritmust adnak egy $(k,1)$ -szoros gráf $(k,1)$ -redundánssá való növelésére. A speciális eset arra vonatkozik, hogy feltételezzük, hogy még 1 legfeljebb $3k/2$ is teljesül.

Matroidok: japán kutatókkal sikerült hatékony algoritmust adni egy eddig megoldatlan függvény-minimalizálási feladatra. A szubmoduláris függvények minimalizálása a kombinatorikus optimalizálás egyik alapvető eszköze, ezért fontos nyitott kérdés, hogy milyen hálók esetén oldható meg hatékonyan a háló-szubmoduláris minimalizálási feladat. Disztributív hálókra és ötszögekre ismert volt az algoritmus, ezt sikerült most kiterjeszteni a másik minimális nem-disztributív hálóra.

A matroidok témakörében két csoporttag egy japán társszerzővel a szupermoduláris függvények fedésével kapcsolatos algoritmikus vonatkozást tanulmányozták. Korábban egy közös általánosítást találtak a fenyőpakolási és a metsző halmazpárok fedési problémáknak – most viszont az ehhez kapcsolódó optimalizálási problémát is sikerült hatékonyan megoldani. Tágabb értelemben ide tartozik a változós mátrixok területe is, ahol a cél egy bizonyos mátrix változóit adott módon behelyettesíteni, vagy a mátrix egyes üresen hagyott mezőit kitölteni. Egy brit és egy japán társszerzővel egy új eredményt sikerült kimutatni, melyben egy részben kitöltött mátrixot kell kiegészíteni egy (adott) alacsony rangú pozitív szemidefinit mátrixszá, vagy alacsony rangú téglalap alakú mátrixszá.

Fenyők pakolása: Három cikket írt a témában a csoport 4 tagja, folytatva ezzel a korábbi évek munkáját. Az egyikben az optimális fenyők lefogására adnak egy hatékony megközelítést, melynek érdekessége, hogy jó karakterizációt a szokásos értelemben nem ad a megközelítés. A másik cikkben az optimális k-fenyők lefogásával foglalkoznak, általánosítva a k-fenyők lefogását, és látják be, hogy rögzített k esetén a probléma hatékonyan megoldható. Nyitott kérdésként megmaradt a nem rögzített k esete, mely további kutatási eredményekhez vezethet. Egy igencsak meglepő eredmény is született a végtelen gráfok körében: sikerült kimutatni egy szükséges és elégséges feltételt, hogy mikor létezik megszámlálhatóan végtelen sok, adott gyökérhalmazokkal rendelkező fenyvesek, egy bizonyos végességi feltételezés mellett.

Hálózati optimalizálás: A csoport 4 tagja írt 3 cikket a témában. Az egyik munkában a fokkorlátos feszítőfa keresést vizsgálják, mely általános esetben NP-nehéz, de egy kográffal meghatározott speciális esetben polinomiális algoritmus is adható. A népszerű chip-firing problémával kapcsolatban 2 új cikk is született. A hálózati kódolás elméletéhez is hozzájárult a csoport egyik tagja, kimutatva egy korlátot a szükséges algebrai test méretére, melyben garantálható egy előírt robusztusság - olyan korlátot, mely független a gráf méretétől (eddig csak olyan volt).

Stabil párosítások: a kutatócsoport tagjai közül többen is publikáltak a témában. Az egyik cikkben a stabil házassági probléma egyes rokon változatairól mutatják ki, hogy NP-nehéz esetre vezetnek.

b) Tudomány és társadalom

A csoport részt vett az ELTE Matematikai Intézet 2015 nyarán tartott nyári iskolájának a szervezésében, ahol a csoport tagjai előadásokat is tartottak. A nyári iskolán a magyarokon kívül az Egyesült Államoktól Japánig számos ország diákjai vettek részt. A csoport aktívan részt vett az ELTE TTK-n zajló tudományos diákköri munkában is.

Az IBM-mel való együttműködés keretében több, a társadalomban később hasznosítható projekt is indult, ezek közül kiemelendő az intelligens útvonal-tervezési projekt, mely matematikai eszközökkel keres hatékonyabb és flexibilisebb algoritmusokat a közlekedés különböző területein fellépő útvonal-tervezési problémákra.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport 5 tagja 1-3 hónapot töltött vendégkutatóként a Bonnban megrendezett Hausdorff Trimester programjának őszi, Kombinatorikus Optimalizálás műhelyében, ahol több előadást is tartottak. Az együttműködésből több közös cikk is beküldésre került.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport egy tagja Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat nyert három évre, 2015. szeptembertől kezdődően az „Utazóügynök probléma – approximáció, poliéderek, és randomizáció” témakörében.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Király Z, Kovács E R: Randomized and deterministic algorithms for network coding problems in wireless networks. (Apr 2015), Information Processing Letters
2. Bernáth A, Király Z: On the tractability of some natural packing, covering and partitioning problems. Discrete Applied Mathematics, 180: 25–35 (2015)
3. Jordán T, Kaszánitzky V E: Sparse hypergraphs with applications in combinatorial rigidity. Discrete Applied Mathematics, 185: 93–101 (2015)
4. Király T, Pap J: An extension of Lehman’s theorem and ideal set functions. Discrete Applied Mathematics, (2015)
5. Biró P, Fleiner T: Fractional solutions for capacitated NTU-games, with applications to stable matchings. Discrete Optimization, (2015)
6. Bérczi K, Bernáth A, Vizer M: Regular graphs are antimagic. The electronic journal of combinatorics 22(3) (2015)
7. Fekete Zs, Jordán T, Kaszánitzky V E: Rigid Two-Dimensional Frameworks with Two Coincident Points. Graphs and Combinatorics, 31: 585–599 (2015)
8. Cechlárová K, Fleiner T, Manlove D F, McBride I, Potpinková E: Modelling practical placement of trainee teachers to schools (2015)
9. Fleiner T, Wiener G: Coloring signed graphs using DFS. Optimization Letters, (2015)
10. Pasic A, Tapolcai J, Babarczi P, Bérczi-Kovács E R, Király Z, Rónyai L: Survivable Routing Meets Diversity Coding. IFIP Networking, (2015)
11. Tapolcai J, Rétvári G, Babarczi P, Bérczi-Kovács E R, Kristóf P, Enyedi G: Scalable and Efficient Multipath Routing: Complexity and Algorithms, (2015)

MTA–ELTE ELMÉLETI FIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tél Tamás, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1. A
telefon: (1) 372 2546; fax: (1) 372 2509; e-mail: tel@general.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A csoport kutatásai a 2012-től érvényes terv szerint a térelmélet, a részecskefizika, valamint a statisztikus fizika és a környezetfizika területén folytak. A ötéves kutatási terv nem tartalmazott éves bontást, és két fő irányt, a Kvantumtérelméletet (I.pont) és a Statisztikus fizikát (II.pont), jelölt meg. Amint a terv alcímei és az azóta készült beszámolóí tükrözik, a kutatás az eredetileg meghatározott irányban halad. A II. ponthoz tartozó "Zajok és fluktuációk klimatológiai folyamatokban" és az "Extrém statisztikák" témakörben azonban a statisztikus fizikán belül történt nemzetközi fejlődés, valamint egy kutató kísérleti témájának posztdoktori ösztöndíjasként való csatlakozása természetessé tette, hogy az utóbbi években új, III. pontként jelöljék meg a "Környezet- és klímamotivált" fizika témáját. A csoport személyi összetételét illetően is történtek változások. Büszkék arra, hogy még 2012-ben két tagjuk is Lendület-pályázatot nyert, és önálló kutatást kezdett. A csoportból való kiválásuk miatt az I. ponthoz tartozó altémáikban (húrelmélet, integrálható kvantumtérelméletek) aktivitásuk kissé csökkent, de az új helyzet lehetőséget adott a csoport lényegi fiatalítására, s részben ennek köszönhetően a fent említett új irány megerősítésére.

A csoport alapkutatással foglalkozik, melynek társadalmi hasznossága a világ, ezen belül a fizikai rendszerek viselkedésének jobb megértése révén jelenik meg, gazdasági hasznossága részben csak közvetetten, részben pedig csak viszonylag hosszú idő múlva nyilvánul meg.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport tagjai 2015-ben 12 publikációban, melyek könyvekben és elismert, referált nemzetközi folyóiratokban jelentek meg, tették közre eredményeiket a következő témákban: Kísérletek által motivált elméleti részecskefizika, húrelmélet, kvantumtérelméletek

Fenomenológia: Az elemi részecskék kölcsönhatásainak elmélete, a Standard Modell, nagyon sikeresen írja le a Földön a nagyenergiás részecskefizikai kísérleteket. Ugyanakkor a Standard Modell nem végső fundamentális, hanem csak véges energiáig érvényes effektív elmélet. Ezekben az általában nemrenormálható elméletekben természetesen jelenik meg érvényességi határként egy fizikai levágás. A csoport tagjai tisztán négydimenziós mértékelméletekben szimmetriaörző levágást alkalmazó regularizációs eljárást dolgoztak ki. A szokásos levágás hibáit mértékinvariancia és további konzisztencia-feltételek megkövetelésével javították meg. A véges eredmények összhangban vannak a dimenziós regularizációs számolásokkal és más külföldi csoportok hasonló munkáival. Az eljárást alkalmazták a mértéktérelméleti anomáliák meghatározására és alkalmazható a gravitáció mértékelméletében is.

Húrelmélet: Erős gravitációs terek jelenlétében kvantumelméleti leírás szükséges, amelyre a legígéretesebb jelölt a húrelmélet. A húrelmélet szerint az elemi részecskék kis skálán többé nem pontszerűek, hanem egydimenziós elemi objektumokkal, húrokkal írhatók le. A mai húrelmélet az AdS/CFT sejtés köré szerveződik, mely kimondja, hogy a húrelmélet a tér egy adott tartományában leírható a tartomány határán létező duális térelmélettel. Kutatásaik a húrelmélet matematikai struktúrájára irányulnak: a topologikus húrelméletet olyan Calabi–Yau-sokaságokon vizsgálják, ahol az kétdimenziós $U(N)$ Yang–Mills-térelméletre redukálódik. Munkájuk során kidolgozzák ezen két dimenziós térelméletek deformációját, nagy N szerinti sorfejtését, valamint a Wilson-hurkok hozzáadását és fizikai jelentőségét.

Mikro- és nanomintázatok, komplexitás, rendezetlen rendszerek

Nemegyensúlyi jelenségek: Jól meghatározott méretű nano- és mikrorészecskék szintézise igen fontos a nanostrukturált anyagok tervezhetőségében és megvalósításában. Megmutatták, hogy közel monodiszperz részecskék szintézise megvalósítható az általuk sokat vizsgált Liesegang-jelenség keretei között is. A mozgó reakciózónák mögött végbemenő nukleációs és részecskenyelődési folyamatok ugyanis megfelelő körülmények között jól elválasztott tartományokat (Liesegang-sávokat) eredményeznek, s ezekben a sávokban a részecskék mérete közel azonos, magas fokú a monodiszperzitás. Azt is megmutatták, hogy a részecskék mérete sávról sávra meghatározott módon, az elméleti számolásaikból következő egyszerű szabály szerint változik, s ez kísérletileg is ellenőrizhető volt.

Összefonódottság: Soktestrendszerek tiszta állapotaiban a kétrésű összefonódás rutinszerűen vizsgálható. A helyzet azonban jóval bonyolultabbá válik kevert állapotok esetén, ahol az összefonódás mérésére az ún. logaritmikus negativitás használható, amely a sűrűségmátrix parciális transzponáltján keresztül van definiálva. A legegyszerűbb eset a bozonikus Gauss-állapotok osztálya, ahol a negativitás közvetlenül számolható a kovarianciamátrixon keresztül. Az analóg fermionikus Gauss-állapotok esetén a helyzet bonyolultabb, mert a parciális transzpozíció kiviszi az állapotot ebből az osztályból. Sikerült azonban megmutatniuk, hogy egy alkalmas bázisban az eredmény felírható két Gauss-állapot lineáris kombinációjaként. Ennek köszönhetően egy egyszerűen számolható alsó korlátot tudnak adni a negativitásra, és a parciálisan transzponált sűrűségmátrix momentumai is zárt alakban előállnak.

Kaotikus fluktuációk: Összefoglaló cikkben kimutatták, hogy mik a tranziens káosz kérdéskörének tudományos szempontból legvonzóbb vonásai. Kiterjesztették az energiavesztéssel járó tranziens káosz fogalmát az energianyereséggel járó folyamatokra, melyekre a legjobb példa a lézerek dinamikája.

Spinüveg vizsgálatok: Megvizsgálták a replikaszimmetrikus spinüveg-térelmélet viselkedését akkor, amikor a külső mágneses tér négyzetével arányos perturbációk sértik meg a kritikus fixpont szimmetriáját. Nemlineáris skálaterek bevezetésével olyan fizikai mennyiségek aszimptotikus alakját származtatták a felső kritikus dimenzió alatt, mint a rendparaméter, a longitudinális és replikon tömeg. Ezen skálafüggvény zérushelye perturbatív módszerekkel meghatározható, ezzel az Almeida–Thouless-instabilitás általánosabban vizsgálható.

Környezet- és klímamotivált fizika

Szennyezések terjedése: Az előző években kifejlesztett RePLaT modellel több mérőszám példáján is bemutatták, hogy a légköri szennyezőanyagok terjedését valós méretű és sűrűségű egyedi részecskék alkalmazásával érdemes kezelni annak érdekében, hogy a szennyeződésterjedés jellemzői a kaotikus rendszerek szemléletében jól vizsgálhatók legyenek. A RePLaT modell szimulációit a fukushimai atomerőmű 2011-es balesetekor kikerülő radioaktív anyagok terjedésének példáján vetették össze pontbeli mérési adatokkal. Egy másik kutatási irányvonalon forgó gömbfelszíni közegben vizsgálták a legegyszerűbb örvények, ún. pontörvények alkotta párok dinamikáját. Ebben a modellben kimutatták, hogy kvalitatív eltérés van a teljes gömbi dinamika és a béta-sík-közelítés dinamikája között. A véges méretű örvénypárok sebességterében kialakuló sodródási mintázatok is lényegesen eltérnek béta-sík-közelítésben a teljes gömbi leírásmód mintázataitól. Folytatták továbbá a véges méretű szennyező részecskék mozgásában szerepet játszó memóriaerő hatásának vizsgálatát. Ezúttal az óceáni ülepedésben fontos "tengeri hó", vagyis a vízéhez nagyon közeli sűrűségű részecskék ülepedését tanulmányozták numerikusan, turbulens áramlásban.

Klímadinamika: Kimutatták, hogy az ún. snapshot attraktorok és ezek természetes valószínűségi eloszlásai jelentik az egyetlen eszközt, amelynek a segítségével matematikailag értelmes állítások tehetők átlagokról, varianciákról és más statisztikákról egy adott időpillanatban, ha a klíma változik. A snapshots megközelítésnek, amely egy sokaság használatán alapul, az egyik alapvető előnye, hogy a természetes eloszlás és így bármilyen ezen alapuló statisztika független a konkrét sokaságtól, amivel a természetes eloszlást

reprezentáljuk. Ezen fogalmakat egy alacsonyrendű modellben illusztrálták, amelyben azt is kimutatták, hogy a snapshots megközelítésből kapott statisztikák erősen eltérnek a hagyományos statisztikáktól, amelyeket egyedi realizációk mentén, azok 30 évnyi időfejlődése során értékelnek ki. Azt állítják továbbá, hogy a klíma belső változékonyságát a természetes eloszlással jellemezhetjük, hiszen ez reprezentálja az attraktoron végbemenő kaotikus mozgást, a belső változékonyság forrását. A snapshot attraktoron alapuló számításokat bármilyen nagyskálájú klímamodellben célszerű lehet elvégezni, s ezt a közepes komplexitású klímamodell, a Planet Simulator példáján is alátámasztották. Laboratóriumi kísérletsorozatban tanulmányozták egy globális felmelegedésnek megfelelő peremfeltétel-változás hatásait a mérsékelt-égövi légköri konvekció dinamikai minimálmodelljében: egy forgatott, differenciálisan fűtött hengeres víztartályban. A kísérlet többszöri megismétlése során kinyert vízhőmérséklet-idősorokból alkotott sokaság vizsgálata a numerikus klímamodellekkel végzett kutatásokkal összhangban megmutatta, hogy egy ilyen folyamatosan növekvő átlaghőmérsékletű rendszerben az egyes kísérleti realizációk időbeli mozgó átlagai és szórásai jelentősen eltérhetnek az egész sokaságra vett hasonló statisztikai paraméterektől, s a dinamika helyes leírása csakis az sokaság átlagok segítségével lehetséges.

b) Tudomány és társadalom

A csoport tagjai évek óta előadásokat tartanak az ELTE Fizikai Intézetének népszerűsítő rendezvényein, egyikük tagja a MAB Felülvizsgálati Bizottságnak és a Bolyai Kuratóriumban dolgozott, másik pedig az MTA Rézecskefizikai Bizottság titkára. A csoport vezetője a Fizika tanítása doktori programot is vezeti az ELTE Fizika Doktori Iskolájában. A csoport tagjai részt vettek a Magyarországon hosszú idő után először angol nyelven rendezett tanári konferencia, a "Teaching Physics Innovatively" megrendezésében (Budapest, 2015. aug. 17-19.), melyen kutatójuk meghívott előadó volt. A kutatócsoport <http://elmfiz.elte.hu/Kutcsop/> honlapjáról letölthető híreik és tagjaik utóbbi időben született ismertterjesztő írásai.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport tagjai együttműködnek egy sor hazai kutatóhellyel (pl. BME Nukleáris Intézet, TTK Elméleti Fizikai Tanszék). Az ELTE-n folyó oktatásban is mindenki részt vesz különböző elméleti fizikai tantárgyak oktatásával. A csoport tagjai széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek (pl. Ben-Gurion University of the Negev, Izrael, az Aix-Marseille Egyetem, a University College, London, a CERN és a Genfi Egyetem, a Freie Univ. Berlin, az Oldenburgi, Cottbusi és Hamburgi Egyetemek, és a drezdai Max Planck Intézet).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Egy kutatójuk Széchenyi-díjban részesült. Egy másik EuHIT pályázatot nyert, és elnyerte az MTA Környezetvédelmi Tudományos Ifjúsági Pályadíját. Egy oldenburgi kutató MTA vendégkutatói pályázatot nyert a Kutatócsoporttal történő 3 hónapos együttműködésre. Volt, aki Lise Meitner posztdoktori ösztöndíjat kapott. A csoport vezetője OTKA témavezető, ezen túl résztvevőként sok tagjuk szerepel különböző OTKA pályázatokban.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Drótos G, Bódai T, Tél T: Probabilistic concepts in a changing climate: A snapshot attractor picture. *Journal of Climate*, 28: 3275-3288 (2015)
2. Eisler V, Chung M-C, Peschel I: Entanglement in composite free-fermion systems. *J.Stat.Mech.* P07011 (2015) <http://arxiv.org/abs/1503.09116>;

MTA-ELTE FEHÉRJEMODELLEZŐ KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Perczel András, az MTA levelező tagja
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

telefon: (1) 372 2500; fax: (1) 372 2592; e-mail: perczel@chem.elte.hu; honlap: prot.chem.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport célkitűzése fehérjék és polipeptidek szerkezetének, belső dinamikájának és kölcsönhatásainak atomi szintű vizsgálata, korszerű nagyműszeres, valamint elméleti módszerekkel. A vizsgálatokhoz kapcsolódó módszerfejlesztést is végeznek. Számos figyelemreméltó eredményük született egyes nagy biológiai jelentőséggel bíró fehérjék szerkezetvizsgálata során: 1) Az exendin-4 (II. típusú cukorbetegség) és belőle származtatott minifehérjék (például Tc5b) fel- és letekeredésének tanulmányozása, a közti termékek és állapotok jellemezése. 2) Az amiloidképződés megértésére alkalmas modellrendszer kidolgozása, egyes lépések jellemezése. 3) α - és β -aminosavak β -redő képző hajlamának tanulmányozása, β -peptid foldamerek tervezése és szintézise. 4) Az immunválaszban és a fehérjelebontásban szerepet játszó szerin-proteázok (MASP; oligopeptidázok), és egyes sejtmagi fehérjék (dUTPáz, diszkerin) vizsgálata. 5) Rendezetlen fehérjék (penetratin, ERD14, TPPP/p25) dinamikájának NMR jellemzése, és kapcsolódó módszerfejlesztések. 2015-ben tovább folytatták a kutatócsoport 3 fő irányába eső kutatásokat: a fehérje térszerkezet; a belső dinamika és kölcsönhatások vizsgálatát. Megvalósították fehérje építőkövek szintézisét és konformációs preferenciájuk jellemzését.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Fehérje és peptid építőkövek szintézise és térszerkezet-vizsgálata: kidolgozták cukormolekulákból származtatott ciklikus β -aminosavak gazdaságos szintézisét, hogy ezeket a biokompatibilis építőelemeket α -peptid struktúrákba foglalva, szerkezetileg stabil és a proteolízisnek jobban ellenálló peptid gyógyszereket állítsanak elő. Ezen építőelemek szerkezeti preferenciáinak vizsgálatát sűrűségfucionál számításokkal végezték el. Öttagú gyűrűs β -aminosav monomerekre és hexamerekre B3LYP számításokat végeztek, és kimutatták, hogy e nem-klasszikus aminosavak másodlagos-szerkezeti elemekbe való rendeződési hajlama a monomerek szerkezeti preferenciái alapján jósolható. α -hélix és β -redő képződést preferáló cukoraminosavakat is azonosítottak, amelyek a gerinckonformációjuk alapján kiválóan illeszkednek majd az α -peptidek megfelelő szerkezeti elemeihez. Hattagú cukor-aminosavak szintézise során derült fény arra, hogy a peptid-kémiában használatos *Fmoc védőcsoport* cukormolekulákhoz kötve azok reaktivitását befolyásolja. NMR, krisztallográfiai és reológiai mérésekkel, valamint *in silico* módszerekkel igazolták, hogy az Fmoc csoport intra- és intermolekulás CH- π kölcsönhatások kialakításával szerkezetrendező, illetve árnyékoló hatást fejt ki. Az egyensúlyi körülmények közt konformer-keverék formájában előforduló rendszert sikerült komponenseire szétválasztani, és az Fmoc csoport relatív helyzetétől függő, eltérő gél- és kristályképző hatását igazolni. Vizsgálták *ion-aromás rendszerek kölcsönhatási energiáit* $X^+ / M^+ + C_6H_6 / C_6F_6$ rendszereken ($X = H, F, Cl$; $M = H, Li, Na$) az aromás rendszerekben megfigyelhető négy alapvető kölcsönhatásban: aromás-anion (AA), kation- π (CP), anion- π (AP), és kation-aromás (CA). Az egyensúlyi szerkezetek mellett egyes esetekben az első- és másodrendű átmeneti állapotokat sikerült azonosítani „befagyasztott héjak” (FC) közelítést alkalmazva sűrűség illesztett (DF)-MP2/aug-cc-pVDZ elméleti szinten. AA és CA kölcsönhatásoknál kétféle sík elrendeződést találtak, míg AP és

CP esetben az ion az aromás gyűrű felett helyezkedett el. Poliatomos ionok (például NH_4^+ , CH_3NH_3^+ , HCOO^- , CH_3COO^-) vizsgálata során azt kapták, hogy a kölcsönhatások erőssége CP, CA, AP, AA sorrendben csökken.

Fehérje szerkezet-dinamika és kölcsönhatások vizsgálata: NMR-rel vizsgálták gyógyszervegyületek sejtbe juttatásában szerepet játszó NGR (Asn-Gly-Arg részletet tartalmazó) ciklopeptidek stabilitását. Az Asn-Gly tartalmú peptidek vizes oldatban spontán dezamidálódnak, így gyógyszerek irányított célba juttatásában játszott szerepük megváltozik. Kimutatták, hogy a reaktáns csoportok távolsága korrelál a peptidek stabilitásával. Az Asn oldallánc térállása és H-hídban történő megkötése csökkenti a konformációs szabadságot, így növelve a peptid kémiai stabilitását. Az Asn és Asp (Asx) tartalmú peptidekben lejátszódó addíciós-eliminációs reakciók révén izopeptid kötések alakulnak ki. Védett és nem védett Asx-Gly részletet tartalmazó tetrapeptidek kémhatás- és hőmérsékletfüggő NMR stabilitásvizsgálatával bizonyították, hogy a magasabb pH és a magasabb hőmérséklet kedvez az átalakulásnak. A pozitív töltést tartalmazó peptidek kevésbé kemostabilak, a negatív töltés ezzel szemben jelentősen lassítja a folyamatot. A keletkező termékek aránya az átalakulás köztitermékének sztérikus és elektronikus jellemzőitől függ. A fehérje szerkezeti adatbázis (PDB) elemzése alapján kimutatták, hogy az Asx ψ és χ_1 torziós szögeinek értéke befolyásolja döntően a reagáló csoportok távolságát. Az izopeptid keletkezését kimutatták és a terméket, NMR spektroszkópiával jellemezték a Tc5b feltekeredett minifehérje Asn-Gly tartalmú pontmutánsa esetén is. A kémiai módosítás vezérelte aggregációt vizsgálták a Tc5b és foszforilált variánsai körében NMR, CD, FT-IR módszerekkel és molekuladinamikai szimulációk alkalmazásával. Kimutatták, hogy a foszforiláció a szekvencia bizonyos pontjain letekeredést, majd amiloid-képződést és végül aggregációt eredményez. Egy kitüntetett pozícióban azonban a foszfát csoport megjelenése egy alternatív aggregálódási mechanizmust eredményez: kollagén-típusú hármas hélix szerkezet alakul ki. Tehát a foszforiláció mértéke és helye „konformációs-kapcsolóként” funkcionálhat egyes fehérje esetében. Elvégezték a fehérje térszerkezeti adatbázisban (PDB) található foszforilált szerint tartalmazó fehérjék vizsgálatát. Az azonos szekvenciával bíró és azonos pozícióban szerint/foszforilált szerint tartalmazó fehérjeláncok szerkezet-elemzésével megállapították, hogy míg a foszforilálatlan szerin követi a természetes aminosavak eloszlási gyakoriságát a Ramchandran-felszínen, a foszforilált szerin a hélix régióban a gerinckonformáció $-80^\circ < \phi < -60^\circ$, $-20^\circ < \psi < -40^\circ$ tartományba tolódott. A szteroid rezisztens nefrózis egyik okozója a podocitákban kifejeződő podocin fehérje pontmutációiban keresendő. Különböző podocin fragmentumokat állítottak elő *E. coli* expressziós rendszerben szerkezetvizsgálati célokra (krisztallográfia, NMR, ECD). A kristályosítási kísérletek jelenleg is zajlanak, az ECD vizsgálatok eredményeiből azonban már kimutathatóak a letális és nem letális mutánsok hatásai. A G-fehérje kapcsolt receptorok családjában tartozó GLP-1 receptor expressziója során mutatkozó refolding problémát 2015-ben oldották meg, különböző fúziós partnerek (GST, MBP, SUMO), és diszulfidhíd izomerázok alkalmazásával. Az oligopeptidázok szerkezetvizsgálata során egy kovalens inhibitor segítségével igazolták, hogy az *A. pernix* acilaminoacil-peptidáz (AAP) szubsztrát-méret szelektivitása, valóban a két doménes enzimnek egy katalitikusan inaktív nyitott és egy aktív csukott állapotán keresztül valósul meg. Krisztallográfiai és molekuladinamikai vizsgálatokkal igazolták, hogy kis ligandumok bejuthatnak a csukott formába is, nagyobb szubsztrátok (oligopeptidek) bejutása viszont a nyitott formán keresztül valószínű. Emlős AAP szerkezetvizsgálatában először sikerült olyan kristályt előállítaniuk, aminek röntgendiffrakciós mérésével lehetővé vált a szerkezet megoldása. Jelenleg a szerkezetfinomítást végzik. Krisztallográfiával vizsgálták két fajból (ember és a malária kórokozója: *Plasmodium falciparum*) származó univerzális kalcium-szenzor fehérjének, a kalmodulinnak ugyanazzal a célpeptiddel alkotott komplexét és jellegzetes különbségeket találtak a kölcsönhatás-mintázatban, a peptidkonformációban és horgonyzó oldalláncaiban is.

Módszerfejlesztés: kidolgoztak egy gyors és pontos ECD alapú módszert enantiomer többlet meghatározására. Az ECD mérések feldolgozásához használt, a kutatócsoportban fejlesztett CCA+ programot kiegészítették a spektrum adatfájlok könnyebb kicserélését lehetővé tevő JCAMP-DX formátumot használó import/export modullal.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport vezetője 8 tudományt népszerűsítő előadást tartott, köztük az Alkímia Ma előadássorozat 100. előadását. A kutatócsoport vezetője a fehérjék vizsgálati módszereit és esettanulmányokat összefoglaló átfogó, tankönyvként is használható fehérjetudományi szakkönyv írásában szerkesztőként, a tagok pedig több fejezet megírásával vesznek részt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Belföldi és külföldi tudományos együttműködések közül kiemelendő: a kutatócsoport vezetőjének tanulmányútja az Osakai Egyetemen (vendégprofesszor); és együttműködések az ELTE Biológiai (MASP, aggregáció) és Kémiai Intézetei (NGR, királis felismerés); MTA TTK (kalmodulin, MASP, AAP); MTA-ELTE Peptidkémiai (NGR, MASP) és Neuroimmunológiai (aggregáció) Kutatócsoportok; SZTE (aggregáció, ion-aromás rendszerek); SE (Tc5b, NGR, podocin, királis felismerés) kutatóival; és röntgendiffrakciós mérések a DESY (Hamburg) sugárforrásnál (a szinkrotron-hozzáférés elősegítésére magyarországi konzorcium koordinálása). Részt vesznek az ELTE biológia és kémia BSc, MSc, és PhD képzésben. Vezetésükkel 10 diákkörös és 10 PhD hallgató dolgozik, és 2015-ben 4 BSc és 3 MSc szakdolgozat készült.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Pályázati forrásaik: OTKA NK100769 (komplement), NK101072 (fehérje szerkezet és dinamika), K116305 (diszkerin) és Sanofi (aggregáció vizsgálatok). Az MTA MedInProt programjának szinergia és gépidő pályázatai. Két, 2015-től induló EU pályázat: Horizon 2020 program iNEXT pályázata és a magyarországi konzorciális Biostruct-X BAG pályázat.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Enyedi KN, Czajlik A, Knapp K, Láng A, Majer Z, Lajkó E et al. (3, Perczel A): Development of Cyclic NGR Peptides with Thioether Linkage: Structure and Dynamics Determining Deamidation and Bioactivity. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58:1806-1817 (2015)
2. Kardos J, Kiss B, Micsonai A, Rovo P, Menyhárd DK, Kovacs J et al. (3, Perczel A): Phosphorylation as Conformational Switch from the Native to Amyloid State - Trp-Cage as Protein Aggregation Model. *Journal of Physical Chemistry B*, 119(7):2946-2955 (2015)
3. Menyhárd DK, Orgován Z, Szeltner Z, Szamosi I, Harmat V: Catalytically distinct states captured in a crystal lattice: the substrate-bound and scavenger states of acylaminoacyl peptidase and their implications for functionality. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 71:461-472 (2015)
4. Nemes A, Csóka T, Béni Sz, Farkas V, Rabai J, Szabó D: Chiral recognition studies of alpha-(nonafluoro-tert-butoxy)carboxylic acids by NMR spectroscopy. *Journal of Organic Chemistry*, 80:6267-6274 (2015)

MTA–ELTE GEOLÓGIAI, GEOFIZIKAI ÉS ŰRTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Haas János, a földtudomány doktora
1117 Budapest, Pázmány sétány 1/C
telefon: (1) 381 2127; fax (1) 381 2128; e-mail: haas@caesar.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoportnak az 5 éves kutatási tervben megjelölt alapvető feladata a Pannon-medence és az azt körülvevő hegységvonulatok szerkezetfejlődésének és egyes geológiai egységeinek rétegtani és szedimentológiai volt. Kiemelt részfeladatként átfogóan vizsgálták a Dunántúli-középhegységi dolomit kőzetfajták képződési viszonyait. A tárgyévbe lezárult projekt eredményeit nemzetközi folyóiratokban megjelent számos tanulmányban tették közzé. A geofizikai eszközfejlesztés területén kiemelkedő eredményeket értek el a müon-tomográf fejlesztésében. A geokockázati tényezők vizsgálata földfelszíni, globális mérőhálózaton és plazmaszférában műholdon rögzített e.m. hullámjelenségek folytatólagos elemzésével történt.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport több tagja részt vett Magyarország Nemzeti Atlaszának a MTA CSFK Földrajztudományi Intézet által koordinált szerkesztésében. A „Földtan” c. fejezet szöveges részének szerkesztője és jelentős részének szerzője a kutatócsoport vezetője volt. Az év folyamán a fejezet szöveges része elkészült. Szerkesztői voltak a magyarországi medencealjzat geológiáját bemutató térkép és az alpi-kárpáti-dinári-pannon régió szerkezetföldtani egységeit ábrázoló térképnek, melyek szerkesztését ugyancsak befejezték.

A „Dunántúli-középhegységi felső-perm és triász dolomitok összehasonlító vizsgálata és genetikai értelmezésük” című OTKA projekt (K 81296) munkálatai az év közepén zárultak le. Tárgyév folyamán 4 cikk jelent meg elismert nemzetközi folyóiratokban, egy tanulmányt hazai szakfolyóiratban publikáltak. Nemzetközi konferenciákon e témakört illetően 1 előadást és 2 poszttert mutattak be. Az egyes tématerületekkel foglalkozó tanulmányok legfontosabb eredményeit egy összegző tanulmányban foglalták össze, amelyet az International Journal of Earth Sciences nemzetközi folyóirathoz nyújtottak be.

Új OTKA-kutatást (K 113013) kezdték meg, melynek célja, hogy korrelálják több magyarországi szerkezeti egység rétegsorát dinári és alpi megfelelőikkel, elemezzék az egyes egységek forgását, meghatározzák az egységek deformációjának jellegét, a fázisok korát és azt korrelálják a dinári és alpi hasonló egységekével. E munka keretében tanulmányutat tettek az Alpokban, illetve Észak-Horvátországban. A Dunántúli-középhegységben több területen szerkezeti elemzéseket végeztek, elkészült két szakdolgozat és több előadás. A Bükkben és a rudabányai területen szerb kutatókkal együttműködve összehasonlító elemzéseket végeztek. A recki mélyfúrások feldolgozását tovább folytatták, korábban készült csiszolatok elemzésével és újonnan mintázott fúrómagok vizsgálatával. 2 terepbejárás során szerbiai területen végeztek szerkezeti elemzéseket, az adatok elemzését megkezdték. DAAD ösztöndíj segítségével berlini tanulmányút alatt elkészítették az első lemeztektonikai rekonstrukciós modelleket az utolsó 20 millió év mozgásaira.

A jura üledékekkel kapcsolatban álló riolitok kormeghatározásáról és geokémiai jellegeiről publikációt készítettek, amit 2016 elején nyújtanak be. Folytatták a Bükk és egy doktori munka keretében a Rudabányai–Aggteleki-hegység triász korú lejtő- és pelágikus medence fáciesű képződményeinek kutatását (1 megjelent cikk, 2 előadás). Az MTA pályázatán poszt-doktori támogatást nyertek. A francia kutató szeptembertől kapcsolódott a csoport kutatásaihoz, geokronológiai célú vizsgálatokhoz mintákat vett és megkezdte előkészítésüket.

A 2014-ben befejezett OTKA projekt (81530) eredményeiről előadóülést tartottak és publikációkat készítettek a bükkaljai vulkanitok koráról és a Kőszeg környéki miocén-kvarter

szerkezetekről. A pannóniai üledékek elemzését tovább folytatták, egyetemi (ELTE PTE) és szlovák kutatókkal, TÉT pályázat keretében. A deformációs szalagok vizsgálatát is tovább folytatták a Darnó-zóna és a Nógrádi-medence területén, elkészült egy publikáció.

Részt vettek a Pannon-medence átfogó, nemzetközi interdiszciplináris geodinamikai vizsgálatában. Publikálták az Ad-3 fúrás termokronológiai adatait, és azok hőtörténeti következményeit. Tovább elemezték a Pannon-medence és peremei kainozoos üledékeinek paleomágneses adatait a kőzetek forgásos deformációjának szempontjából. Publikációt készítettek a paleomágneses és szerkezeti adatok új együttes elemzési módszeréről. Lengyelországi kutatókkal terepi szerkezeti méréseket végeztek az Árvai-medencében. Szlovéniai adatok alapján elemezték a Pannon-medence délnyugati peremének szerkezetét, amelyből előadásokat tartottak. 2 előadással és 2 poszterrel részt vettek a Central European Tectonic Studies Group (CETEG) csehországi tudományos konferenciáján.

Neotektonikai-morfotektonikai témakörben folytatták a Dunántúli-középhegység északi részében a travertinók geomorfológiai és szerkezeti vizsgálatát, elkészült egy tanulmány kézírata. A Duna terasz-mintáinak kozmogén izotópos méréseit és az azokból következtetett terasz-korokat, kiemelkedési rátákat publikálták. Egy egyetemi OTKA kutatás támogatásával újabb mintákat vettek dunai teraszanyagokból további kozmogén izotópos kormeghatározásra. Elkezdték az eddig meglévő radiometrikus adatok összegzését. A Radiometriai Laboratóriumban az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézetében, valamint az ELTE Geofizikai Tanszékén futó OTKA programokhoz szükséges urán-soros kormérések történtek. Az ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékén zajló kutatásokhoz kapcsolódva koradatok meghatározása történt a Budai Termálkarszt barlangjaiból vett mintákon. Részt vettek az MTA Energiatudományi Kutatóközpont projektjében, melyben sikerrel alkalmazták a geológiai mintákra kifejlesztett korhatározási módszereket urán fűtőelemek gyártási idejének meghatározására.

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközponttal kötött kutatási együttműködési megállapodás alapján, a közösen kifejlesztett müon-tomográfia - több más hazai helyszínen mellett - méréseket végeztek a Hármashatár-hegyben lévő Királylaki-táróban. Geoelektromos és topográfiai méréseket is integrálva előkészítették az adatokat a táró feletti kőzettest inverziós sűrűségmodelljének elkészítéséhez. Az előzetes számítások alapján – világviszonylatban is úttörő módon – sikerült kozmikus sugárzásra alapozott geofizikai méréssel ismeretlen üregek helyzetét és kiterjedését meghatározni.

Az ELTE Geofizikai Tanszékének két nyári terepgyakorlathoz kapcsolódóan üregkutatási, üledékképződési valamint szerzetföldtani kutatásokhoz szükséges geoelektromos és szeizmikus terepi méréseket végeztek a Gerecse és a Budai-hegység területén.

A recens kéregmozgásokkal összefüggésbe hozható e.m. jelenségkör, vagy őr-időjárási hatások mint geo-kockázati tényezők vizsgálatára plazmában terjedő villamos jelek folytatólagos elemzését végezték. A vizsgált jelszerkezetek megalapozottabb értelmezésének, nagyobb megbízhatóságú leírásának céljából a kutatási feladatban vállalt módszerfejlesztést kezdték meg, ami a földi ionizált felsőlégkör aktuális állapotának korábbiaknál pontosabb modelljét célozza. Ehhez az ELTE koordinálásban működő globális AWDANet földi hálózat és az RBSP/VAP műholdak egyidejű regisztrátumait, összetartozó hullámjelenségek együttes, komplex elemzését végezték el sikerrel. Folytatták az orosz-ukrán-magyar Chibis-M és Relek mikroműholdakon és a Nemzetközi Űrállomás Obstanovka-1 űrkísérletében üzemelt magyar SAS3 mérőeszköz (BLE-Space, ELTE fejlesztés) adatainak részletező elemzését. A műholdas távérzékelési és geo-hazard monitoring témákat az ELTE Űrkutató Csoportjával szoros szakmai együttműködésben művelték.

b) Tudomány és társadalom

A müon-tomográfia kapcsolatos témával részt vettek Japánban, a tokiói főpályaudvarnál rendezett ismeretterjesztő kiállításon, mely helyzeténél fogva igen nagyszámú érdeklődővel

ismertette meg a módszer alapjait, és felhasználási lehetőségeit. Ugyanerről a témáról a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretein belül ismeretterjesztő előadást tartottak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatás, az oktatás és a továbbképzés területén sokoldalú együttműködés folyt a MOL Nyrt-vel. Szoros volt a munkakapcsolat a Magyar Földtani és Geofizikai Intézettel, a regionális geológiai kutatásokat, valamint az obszervatóriumi méréseket illetően, és az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Kutatóintézetével, az izotópgeokémiai vizsgálatok területén. A müon-tomográfiás fejlesztések felgyorsítására érdekében kutatási együttműködési kötetek a Wigner Kutatóközponttal. Kutatási együttműködést alakítottak ki a tokiói egyetem geofizikusaival a müon-tomográf vulkanológiai felhasználásának vizsgálatára. A múholdas, hullámterjedési vizsgálatok terén szoros együttműködésben voltak a következő kutatóhelyekkel: IKI, Izmiran (Oroszország). Tovább folytatták az akadémiai együttműködést lengyel, szlovén és szerb kutatókkal: kölcsönös terepbejárásokat és elemzéseket végeztek. CEEPUS ösztöndíjjal horvátországi tanulmányutat tettek, az egyetemen előadás sorozatot tartottak.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoporthoz csatlakozott 2015 szeptemberében Audrey Bertrand, aki az MTA posztdoktori pályázatának nyertese. Két éves kutatása alatt az észak-magyarországi takarós szerkezeti egységeket és azok alpi és dinári kapcsolatait vizsgálja alacsony-hőmérsékletű termokronológiai módszerekkel.

Egy hónapos DAAD kutatói ösztöndíj segítségével berlini tanulmányút alatt elkészítették az első lemeztektonikai rekonstrukciós modelleket a Pannon-medence északi részének pre-neogén aljzatát adó Alcapa nagyszerkezeti egység utolsó 20 millió éves mozgásaira.

Novemberben 2 éves együttműködési projektet nyertek az Innsbrucki Egyetem pályázati rendszerének pénzügyi támogatásával. A projekt célja vetőbreccsák, kataklázitok és takaróhatár menti tektonikus rauhwackék vizsgálata mágneses anizotrópia módszerrel.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Danisík M, Fodor L, Dunkl I, Gerdes A, Csizmeg J, Hámor-Vidó M, Evans NJ: A multi-system geochronology in the Ad-3 borehole, Pannonian Basin (Hungary) with implications for dating volcanic rocks by low-temperature thermochronology and for interpretation of (U–Th)/He data. *Terra Nova*, 4: 258–269 (2015) <http://real.mtak.hu/33061/>
2. Haas J, Lukoczki, Budai T, Demény A: Genesis of Late Triassic peritidal dolomites in the Transdanubian Range, Hungary. *Facies* 61:8 (2015), <http://real.mtak.hu/32632/>
3. Hips K, Haas J, Poros Zs, Kele S, Budai T: Dolomitization of Triassic microbial mat deposits (Hungary): Origin of microcrystalline dolomite. *Sedimentary Geology*, 318: 113–129 (2015), <http://real.mtak.hu/21304/>
4. Hips K, Haas J, Györi O: Hydrothermal dolomitization of basinal deposits controlled by a synsedimentary fault system in Triassic extensional setting, Hungary. *Int. J. Earth Sci.* (2015) <http://real.mtak.hu/26036/>
5. Lukács R, Harangi Sz, Bachmann O, Guillong M, Danišík M, von Quadt A, Dunkl I, Fodor L, Sliwinski J, Soós I, Szepesi J: Zircon geochronology and geochemistry to constrain the youngest eruption events and magma evolution of the Mid-Miocene ignimbrite flare-up in the Pannonian basin Basin, eastern-central Europe. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 170, 52: 26 (2015), <http://real.mtak.hu/32293/>

MTA-ELTE GEOMETRIAI ÉS ALGEBRAI KOMBINATORIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szőnyi Tamás, az MTA doktora
ELTE TTK Számítógéptudományi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2202; fax: (1) 381 2174; e-mail: szonyi@cs.elte.hu
honlap: <http://www.cs.elte.hu/gac>
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport elsődleges feladata a geometriai és algebrai kombinatorika – különösen a véges geometriából származó, annak eszköztárával, ill. más algebrai módszerekkel támadható problémák – területén végzett alapkutatás, kiemelve az extrémális kombinatorikai/gráfelméleti és stabilitási kérdéseket, q -analógokat, színezéseket, az irányproblémát, véges síkok kombinatorikusan definiált struktúráit (pl. lefogó ponthalmazok), a polinommodszert és a nem feltétlenül desarguesi síkokat. Az eddigiekben a kizártrészposzet-probléma, keresési problémák, projektív és affin lefogó ponthalmazok, affin síkok egész automorfizmusai, csoporttal koordinázható síkba ágyazott 3-hálózatok, valamint pszeudovéletlen sorozatok és bizonyos gráfszínezési kérdések területén értünk el eredményeket (a beszámolóév fő eredményeit a II. pontban tárgyaljuk). A beszámolóévben projektív és affin lefogó ponthalmazok, extrémális kombinatorikai struktúrák (speciálisan a metsző halmazrendszerek) és $PG(2, q)$ speciális ponthalmazainak stabilitása, a klasszikus irányprobléma és természetes általánosítása, nagy Rédei típusú lefogó ponthalmazok kettőszelői, szemioválisok, 1-metsző gráfok, Ramsey-típusú problémák, projektív síkok incidenciagráfjának domináló halmazai, algebrai-geometriai hibajavító kódok, véges Bol-féle kvázicsoportok vizsgálata volt a célkitűzésünk.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A $GF(q)$ véges test feletti affin térben két pont távolsága „egész”, ha a koordinátakülönbségeik négyzetösszege négyzetelem vagy nulla (az euklidészi távolság analógiájára). Kössünk össze két pontot, ha távolságuk egész. A kutatócsoport munkatársai társszerzőkkel az ily módon kapott gráf automorfizmusairól igazolták, hogy leírhatók lineáris leképezésként, ha a dimenzió legalább 3. A bizonyítás csoportelméleti módszerek mellett June Lester kúpokat megtartó leképezésekről szóló fontos eredményére épül. A kétdimenziós eset már korábban ismert volt, szintén részben a kutatócsoport közreműködésével. A kutatócsoport munkatársai továbbá társszerzőkkel osztályozták a pq rendű Bol-féle kvázicsoportokat, valamint egyszerűségi feltételeket adtak olyan Bol-féle kvázicsoportokra, amelyek konstrukciója a csoportok egzakt faktorizációját használja. Osztályozták azokat a síkba ágyazott duális multihálózatokat, melyek véges csoporttal paraméterezhetők. Megoldottak egy Károlyi Gyula által felvetett problémát az alternáló csoport élesen 2-tranzitív részhalmazaival kapcsolatosan, ami a következő sejtéshez vezetett: ha a q prímszám h hármadik maradékosztályban van, akkor a $GL(n, q)$ lineáris csoport nem tartalmaz élesen tranzitív halmazt. Egy kódelmélettel kapcsolatos eredmény a következő. A $PG(n, q^2)$, $q = p^h$ tér egy ponthalmaza kvázi Hermite-varietás, ha pontosan annyi pontja van, mint egy klasszikus Hermite-varietásnak, és a hipersíkokkal vett metszési számai megegyeznek az Hermite-varietáséval. Blokhuis, Brouwer és Wilbrink korábban megmutatta, hogy ha $n = 2$, akkor egy kvázi Hermite-varietás (unitál) pontosan akkor klasszikus, ha benne van a sík egyenesei által meghatározott $GF(p)$ feletti lineáris kódban. Key megmutatta, hogy $n > 2$ esetén is a klasszikus Hermite-varietások kódszavak. Egy munkatárs társszerzőivel a fenti

síkbeli eredményt általánosította $n = 3$ és $q > 5$, illetve $n = 4$ és $h = 1, 2$ esetén, azaz megmutatták, hogy ezekben az esetekben egy kvázi Hermite-varietás pontosan akkor klasszikus, ha benne van a $PG(n, q^2)$ hipersíkjai által generált $GF(p)$ feletti lineáris kódban. A kutatócsoport egy munkatársa szerzőtársával pszeudovéletlen sorozatokkal kapcsolatban is folytatott vizsgálatokat. Az egyik legfontosabb, véletlen vagy ún. pszeudovéletlen sorozatokra épülő titkosítási eljárásnál előfordulhat, hogy egyszerre sok sorozatra is szükség van, azonban pillanatnyilag csak egy áll rendelkezésünkre. Sikertült egy egyszerű, hatékony és gyors algoritmust adni, amellyel egyetlen sorozatból számtalan további, erős pszeudovéletlen tulajdonságokkal rendelkező sorozatot lehet generálni. Megbecsülték továbbá az így kapott családnak az úgynevezett családbonyolultság mértékét is, és történetesen ezen mérték értéke optimális. Vizsgálták továbbá $GF(p)$ reducibilis és primitív részhalmazait. Egy A halmaz reducibilis, ha felírható $A = B + C$ alakban, ahol a $|B|$ és $|C|$ legalább 2. Egy A halmaz primitív, ha nem létezik ilyen felbontása. Munkájukban három különböző, egyszerű kritériumot adtak egy halmaz primitívtségére, továbbá eredményeket értek el abban a kérdésben, hogy egy adott halmaznak mekkora lehet a „távolsága” a legközelebbi primitív halmaztól. A kutatócsoport tovább folytatta a t -szeresen domináló független halmazok (t -DIS-ek) számának vizsgálatát az n csúcsú gráfok körében. Megjavították a korábbi, t -DIS-ek maximális számára vonatkozó, n -ben exponenciális felső becslést, valamint $t > 3$ esetén az alsó korlátot is. A véges síkok incidenciagráfjának domináló halmazainak méretére a kutatócsoport egy stabilitási típusú eredményt bizonyított, mellyel korábbi sejtésüknél erősebb állítást nyertek. Nevezetesen kiderült, hogy tetszőleges, elegendően nagy q rendű projektív síkon egy domináló halmaz mérete $2q$, $2q+2$ vagy legalább $2q+q^{1/2}+1$, egyéb természetes feltételek mellett pedig legalább $2q+2[q^{1/2}]+2$; $PG(2, q)$ -ban pedig még erősebb állításokat nyertek. A becslések mögött a lefogó halmazokkal való kapcsolat áll. A kutatócsoport munkatársai és külföldi társszerzőik korábban konstruáltak nagyságrendileg $4q/3$ pontot tartalmazó lefogó ponthalmazt egy q -adrendű nem desarguesi affin síkon tetszőleges prímszámú négyzetszám q esetére. Új kutatásaikban megmutatták, hogy a konstrukció szoros kapcsolatban áll $GF(q)$ feletti speciális polinomokkal, és ennek segítségével pontosan meghatározták eme polinomok értékészletének méretét. Továbbá a konstrukciós módszert a nemnégyzet rendű síkok esetére is vizsgálták, ahol számítógéppel találtak kicsi affin lefogó ponthalmazokat q^3 rendű síkokon egészen $q = 32$ -ig. R. F. Bailey vetette föl, hogy érdemes volna blokkrendszerek, speciálisan véges síkok illeszkedési gráfjának metrikus dimenzióját vizsgálni. Projektív síkokra már korábban sikerült eredményt elérni; munkatársaink és társszerzőik most megválasztották a kérdést affin síkok esetére. A kutatócsoport kombinatorikai kereséseméleti kérdésekkel is foglalkozott. Az egyik vizsgált problémában egy gráf valamely csúcsát kell megtalálni minél kevesebb olyan kérdéssel, amely a keresett csúcs egy általunk kiválasztott csúcstól való távolságáról mondja meg, hogy egy előre lerögzített értéknél kisebb-e vagy sem. A probléma nem-adaptív verziója gráf-felismerési kódok (identifying codes) néven régóta kutatott terület. A kutatócsoport munkatársai és társszerzőik több gráfosztályra (hiperkockák, véletlen gráfok, korlátos fokszámú gráfok) vizsgálták a kérdést; az egyik felső becslést adó konstrukció projektív geometriák illeszkedési mátrixát használja. A másik idetartozó vizsgált témakör a többségi elem keresése. Itt adott n elem egy általunk nem ismert színezés, és célunk minél gyorsabban találni egy olyan elemet (akár a teljes színezés megismerése nélkül), amelyiknek színesztálya tartalmazza az elemek több mint felét (majority), vagy amely a legnagyobb színesztályhoz tartozik (plurality). Ha nincs ilyen színesztály, akkor pedig ezt kell tudni bizonyítani. Az eredeti modellben egy kérdés arra kérdez rá, hogy két elem azonos színű-e. A munkatársak által vizsgált új modellben egy kérdés az elemek egy kis részhalmaza, s a válasz egy, a részhalmazon belüli többségi elem. Az első hallásra mesterkéltnek tűnő modell ekvivalens speciális mediánkeresési problémákkal. A feladat több változatára is sikerült nagyságrendileg optimális

algoritmust találniuk, ha a színek száma kettő. A kutatócsoport munkatársai igazolták, hogy minden maximális 1-metszően síkbarajzolt (1-plane) n csúcsú gráfnak legalább $20n/9$ éle van, továbbá, hogy ez absztrakt maximális 1-metsző (1-planar) gráfokra is igaz. A lerajzolt esetben ez közelít a legjobb ismert felső korláthoz, ami $7n/3-3$. Az utak Ramsey-számára vonatkozó tételről megmutatták, hogy aszimptotikusan erősíthető és igaz marad gyengébb feltétellel is; pontosabban, ha G olyan $3n-1$ pontú gráf, melyben Ore-típusú fokszámfeltétel teljesül, és ha az éleket két színnel színezzük, akkor lesz legalább $2n$ hosszú egyszínű út.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport munkatársai a Kutatók Éjszakáján Modern titkosírások és a matematika – az Enigma feltörése címmel tartottak előadást, szerkesztői munkát végeznek a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapokban, valamint szerepet vállaltak az EGMO'15 – Európai Lány Matematika Olimpia magyar csapatának felkészítésében, ahol a versenyzők egy arany, két ezüst és egy bronz érmet szereztek. Egy kutató tagja az Matematika OKTV Bizottságának. Részt vettek az MTA Rényi Intézet nyílt napjának megszervezésében a Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat részeként.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport tagjai az ELTE, SZTE és a koperi egyetemeken a 2015-ös évben 29 elméleti és 17 gyakorlati kurzust tartottak, és 26 témavezetést vállaltak. Egy kollégánk oktatott a McDaniel College-ban, több munkatársunk oktat doktori iskolában. Többek között Aart Blokhuis (Eindhoven), Jan De Beule (Ghent) és Leo Storme (Ghent) tartott előadást a kutatócsoport heti szemináriumán, mely MSc és PhD hallgatók számára is elérhető. A kutatócsoport három vendégkutatót fogadott rövidebb időre, továbbá három munkatárs dolgozott külföldön hosszabb ideig (Németország, Szlovénia, illetve Olaszország).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolóévben a kutatócsoport nem nyert új pályázatot.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Nagy Z L, Patkós B: On the number of maximal intersecting k -uniform families and further applications of Tuza's set pair method. Electronic Journal of Combinatorics, 22 (1): Paper P1.83. (2015)
2. Patkós B: Supersaturation and stability for forbidden subposet problems. Journal of Combinatorial Theory Series A, 136: 220-237 (2015)
3. Boga N, Korchmaros G, Nagy GP: Classification of k -nets. European Journal of Combinatorics, 48: 177-185. 9 (2015)
4. Gyarmati K, Mauduit C, Sárközy A: Generation of further pseudorandom binary sequences, I: Blowing up a single sequence. Uniform Distribution Theory, 10 (1): 35-61 (2015)
5. Csajbók B, Héger T, Kiss Gy: Semi-arcs with a long secant in $PG(2,q)$. Innovations in Incidence Geometry, 14: 1-26. 26 (2015)

MTA-ELTE KOMPLEX KÉMIAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Császár Attila, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon: (1) 372 2929; fax: (1) 372 2592; e-mail: csaszar@chem.elte.hu
honlap: <http://kkrk.chem.elte.hu/kkrk/>
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport (KKRK) ötéves kutatási terve meghatározza, hogy a kutatócsoport az elméleti és számítógépes kémia (kiemelten a kvantumkémia), a (nagyfelbontású) molekulaszpektroszkópia, a termokémia, valamint a reakciókinetika területén, egyes határterületekre (matematikai statisztika, informatika és információtechnológia) történő átnyúlással, illetve az ismeretek új szinten történő összekapcsolásával új, a szélesebb természeti környezet megismerését (például csillagképződés, exobolygó-kutatás, égések), valamint az életminőség védelmét (például földi üvegházhatás tudományos megértése, környezet- és klímavédelmi kutatás és fejlesztés) és javítását szolgáló, a gyakorlatban általánosan felhasználható módszereket, a hozzájuk kapcsolódó számítógépes programokat, valamint modern, aktív adatbázisokat fejleszt és tesz elérhetővé a szélesebb közönség (kutatók és mérnökök) számára.

A kutatócsoportban 2015-ben végzett tevékenység olyan fontos alap- és alkalmazott kutatási eredményeket hozott magával, melyek hazai, EU-s és világméretű értékeket teremtettek. A legfontosabb alapkutatási eredményeket kilenc angol nyelvű tudományos közlemény tartalmazza (a nem alapkutatási közleményeket, valamint a konferencia *Proceedings* kiadványokat ide nem számolják be). Ezek a közlemények a kutatócsoport minden egyes vállalt kutatási területén fontos eredményekről számolnak be (lásd alább). A kutatások nem valósulhattak volna meg a hazai PhD hallgatók kimagasló tevékenysége nélkül, a hallgatók képzése a kutatócsoport egyik fő feladata. Amint a <http://kkrk.chem.elte.hu/kkrk/> honlapon is megtalálható, a kutatócsoport már több mint 30 tudományos közleményt jegyez, melyekre jelentős számban érkeztek független hivatkozások. Megtörtént a ReSpecTh információs rendszer (Re = *reaction kinetics*, Spec = *spectroscopy*, valamint Th = *thermochemistry*) és a csatlakozó dedikált weboldal (www.respecth.hu) kiépítése.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kémia vezető folyóiratában (*J. Am. Chem. Soc.*) megjelent cikkükben egy új, általuk felfedezett kémiai reakció, a dominó alagúthatás (*domino tunneling*) kapcsán közöltek kísérleti és elméleti eredményeket. A több éves kutatás eredményeit összefoglaló cikk fontos része a mátrixizolációs spektroszkópiai eredmények értelmezésére vonatkozó kinetikai egyenletrendszer teljes analízisére tett javaslatuk, mely remélhetően széles körben el fog terjedni. Fontos eredménye az elmúlt évnek az NH₃ molekulára vonatkozó nagyfelbontású spektroszkópiai eredmények teljes körű feldolgozása a kutatócsoportban kifejlesztett MARVEL eljárás segítségével. Ez a szintén több éves tevékenység eredményeit összefoglaló közlemény a folytatása egy, a víz spektroszkópiájával foglalkozó IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) Task Group (TG) munkájának. Az így előálló adatok részét képezik a kutatócsoport által kifejlesztett ReSpecTh információs rendszernek.

Új eljárást javasoltak az elemi kémiai reakciók hőmérsékletfüggő bizonytalansági paramétereinek, $f(T)$, a javasolt Arrhenius kifejezéssel konzisztens számítására, amely lehetővé teszi az összes mérési és elméleti számítási eredmény egyidejű figyelembe vételét. A

transzformált Arrhenius paraméterek ($\ln A$, n , E/R) bizonytalansági tere konvex és centrálisan szimmetrikus az átlagos paraméter készlet körül. Az $f(T)$ függvény könnyen tárolható a transzformált Arrhenius paraméterek kovariancia mátrixának segítségével. Algoritmusokat adtak meg normál vagy egyenletes eloszlású transzformált Arrhenius paraméterek mintavételezésére. Kifejlesztették a megfelelő számítógépes programokat is.

A H_2 és a nedves CO égésére vonatkozó 22 fontos elemi kémiai reakció esetére elvégezték a kísérleti, elméleti és összefoglaló adatok gyűjtését és feldolgozását. Minden elemi reakcióra több T -n meghatározták a k_{\min} és k_{\max} határokat. Ezeket a határokat alkalmazták a konzisztens $f(T)$ bizonytalansági függvények és a vonatkozó kovariancia mátrix meghatározására.

A Keromnes *et al.* (2013) által a H_2 égésére vonatkozó reakciómechanizmust optimálták nagyszámú indirekt kísérleti adat felhasználásával. Számításaik során felhasználtak „shock tube” gyűjtési méréseket (566 adatpont 43 adatsorból), RCM (*rapid compression machine*) (219/19), valamint lángsebességi méréseket (364/59), melyek széles hőmérséklet (800–2300 K) és nyomás tartományt (0.1–65 bar) és ekvivalencia hányadost ($\phi = 0.2$ –5.0) fednek le. A végrehajtott érzékenységi analízis eredményeként 11 elemi reakció 30 Arrhenius paraméterét tudták optimalni. A mechanizmusoptimalás egy új, minden eddiginél pontosabb H_2 égési mechanizmust eredményezett.

A kutatócsoportban folyamatos fejlesztés alatt álló, magmozgások fekete-doboz (*black box*) jellegű számítására alkalmas GENIUSH programrendszer bővítése lehetővé tette, hogy a szerkezet nélküli (*astructural*) H_5^+ molekulaion kapcsán további fontos számításokat végezzenek. A *Mol. Phys.* folyóiratban megjelent közleményükben a számítási eredmények közzlése mellett azok kvalitatív értelmezését is leírták, olyan új modelleket dolgoztak ki, melyek általánosan alkalmasak lehetnek hasonló, szerkezet nélküli molekulák vizsgálatakor.

A kutatócsoport megmutatta, hogy a nem-kötő állapotok figyelembe nem vétele milyen súlyos hibát okozhat magasabb hőmérsékleten a termokémiai állapotfüggvény értékeiben. Új, általános eljárást dolgoztak ki a nem-kötő állapotok hatásának figyelembe vételére és alkalmazták azt az asztrokémiai fontosságú MgH molekulák (^{24}MgH , ^{25}MgH , ^{26}MgH) $Q(T)$ függvényeinek számítására.

b) Tudomány és társadalom

A ReSpecTh információs rendszer kifejlesztése reményeik szerint jelentős segítséget jelent a modellezési szakembereknek, különös tekintettel a földi üvegházhatásra, a földi légkörben lejátszódó kémiai folyamatokra, valamint az égési folyamatok részleteinek megértésére.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A 2015-ös évben indult meg a kutatási tevékenység egy COST pályázat (MOLIM: Molecules in Motion, <http://cost-molim.eu>) keretein belül, melyet a kutatócsoport vezetője koordinál chair-ként és 28 ország kutatóit fogja össze komplex kémiai rendszerek molekulamozgásainak vizsgálata kapcsán.

A kutatócsoport tagjainak hosszabb ideje meglévő nemzetközi kapcsolatai (elsősorban Nagy-Britannia, Japán, USA, Németország és Franciaország vezető kutatóhelyeivel) is jelentős szerepet játszottak abban, hogy az elmúlt évben 9 tudományos közlemény került ki a KKRK-ból (lásd a cikkek szerzőinek listáját).

A KKRK egyik korábbi munkatársa folytatta kutatásait Tokióban a Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) nagy presztízsű, 2014-2016 közötti posztdoktori ösztöndíjának támogatásával.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben nem került sor nagyobb volumenű hazai, illetve nemzetközi pályázat elnyerésére. Megkezdődött a 2014-ben elnyert, de 2015-ben indult MOLIM: Molecules in Motion „COST action” témavezetése, melynek jelentős szervezési munka eredményeként már 25 EU-s és 3 EU-n kívüli (Nearest Neighbor) országból több mint 120 kutató a tagja.

A kutatócsoport-vezető OTKA-ja 2016-ban jár le, így annak felhasználása is folytatódott 2015-ben az átfedő kutatások finanszírozására.

A KKRK kutatócsoport tagjai által kezdeményezett IUPAC TG is 2015-ben kezdte meg érdemi tevékenységét.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Schreiner PR, Wagner JP, Reisenauer HP, Gerbig D, Ley D, Sarka J et al. (3, Császár AG): Domino Tunneling. *J. Am. Chem. Soc.*, 137:7828-7834 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/jacs.5b03322>
2. Sarka J, Fábri C, Szidarovszky T, Császár AG, Lin Z, McCoy AB: Modeling Rotations, Vibrations, and Rovibrational Couplings in Astructural Molecules - A Case Study Based on the H_5^+ Molecular Ion. *Mol. Phys.* (Nicholas C. Handy Special Issue), 113:1873-1883 (2015) <http://dx.doi.org/10.1080/00268976.2015.1020074>
3. Al Derzi AR, Furtenbacher T, Tennyson J, Yurchenko SN, Császár AG: MARVEL Analysis of the Measured High-Resolution Spectra of $^{14}NH_3$. *J. Quant. Spectrosc. Rad. Transfer*, 116:117-130 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2015.03.034>
4. Császár AG, Demaison J, Rudolph HD: Equilibrium Structures of Three-, Four-, Five-, Six-, and Seven-Membered Unsaturated N-containing Heterocycles. *J. Phys. Chem. A* (Special Issue on the 25th Austin Symposium on Molecular Structure and Dynamics), 119:1731-1746 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/jp5084168>
5. Szidarovszky T, Császár AG: Toward Accurate Thermochemistry of the ^{24}MgH , ^{25}MgH , and ^{26}MgH Molecules at Elevated Temperatures: Corrections Due to Unbound States. *J. Chem. Phys.*, 142:014103 (2015) <http://dx.doi.org/10.1063/1.4904858>
6. Varga T, Nagy T, Olm C, Zsély I Gy, Pálvölgyi R, Valkó É et al. (4): Optimization of a Hydrogen Combustion Mechanism Using Both Direct and Indirect Measurements. *Proc. Combust. Inst.*, 35:589-596 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.proci.2014.06.071>
7. Olm C, Zsély I Gy, Varga T, Curran HJ, Turányi T: Comparison of the Performance of Several Recent Syngas Combustion Mechanisms. *Comb. Flame*, 162:1793-1812 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.combustflame.2014.12.001>
8. Nagy T, Valkó É, Sedyó I, Zsély I Gy, Pilling MJ, Turányi T: Uncertainty of the Rate Parameters of Several Important Elementary Reactions of the H_2 and Syngas Combustion Systems. *Comb. Flame*, 162:2059-2076 (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.combustflame.2015.01.005>
9. Császár AG, Furtenbacher T: Zero-Cost Estimation of Zero-Point Energies. *J. Phys. Chem. A*, 119:10229-10240 (2015) <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpca.5b07156>

MTA-ELTE NUMERIKUS ANALÍZIS ÉS NAGY HÁLÓZATOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Faragó István, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.
telefon: (1) 372 2500; fax: (1) 381 2158; e-mail: faragois@cs.elte.hu
honlap: http://www.cs.elte.hu/applanal/numnet/numnet_hu.html
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport *5 éves kutatási terve* tömören. Transzport típusú modelleket leíró parciális differenciálegyenletek (PDE-k) és -rendszerek numerikus megoldása: operátorszeletelési módszerek vizsgálata; hatékony operátor-prekondicionálási módszerek alkalmazása végeselem-módszerrel kombinálva; kvalitatívan megbízható módszerek megadása; a numerikus eljárások alapvető tulajdonságainak (konzisztencia, stabilitás, konvergencia, hibanagyság) elemzése. E módszerek alkalmazása valós feladatokra, elsősorban környezeti modellekben. Komplex hálózaton zajló folyamatok differenciálegyenletekkel történő modellezése kapcsán a hálózat struktúrája és a differenciálegyenlet közötti kapcsolat felderítése. Kombinatorika és funkcionálanalízis: az operátorfélcsoport-elmélet és ergodélmélet bizonyos részterületei kapcsolatának megértése, feltérképezése.

Az eddigi eredmények tömören: Környezeti nagyskálájú modellek hatékony kezelésének áttekintése, numerikus módszerek konstrukciója légszennyezés-terjedési modellt tartalmazó feladatosztályra. Operátorszeletelési eljárások leírása, funkcionálanalitikus kezelése. Diszkrét maximum-elvek kidolgozása elliptikus PDE-kre. Komplex hálózatok: betegségterjedési modellek új összefüggéseinek felderítése és PDE-vel való közelítés vizsgálata. Véletlen modell alapján szerveződő, fa típusú hálózat lokális struktúrájának jellemzése.

A beszámolóév feladatai a következők voltak: PDE-k numerikus vizsgálata. A Magnus-módszer további analízise. A numerikus eljárások analízise során az N-stabilitás elemzése félcsoportelmélet segítségével. A sekélyfolyadék-egyenletek adatasszimilációjának matematikai megalapozása. Komplex hálózatok differenciálegyenleteinek témájában adaptív hálózatok, valamint hálózati folyamatok irányításának vizsgálata. Elliptikus feladatok esetén: az iterációban használt konjugált gradiens-módszer (KGM) alkalmas prekondicionálása; a végeselem-módszer további alkalmazása szubdiffúziós modellekre. A kvalitatív tulajdonságok, diszkrét maximum-elv általános feltételei elliptikus és időfüggő (parabolikus) esetben.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Szerkesztői voltak a Springer Lecture Notes in Computer Science 9045. kötetének, amely a véges differencia-módszert és alkalmazásait tekinti át [1]. A stabilitás vizsgálatát folytatták időfüggő folyamatok előrejelzésénél fellépő parabolikus nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszerek numerikus módszereire. Ezeket először egy Banach-téren vett absztrakt nemlineáris Cauchy-problémára alkalmazták, így azok konvergenciáját és stabilitását a funkcionálanalízis keretein belül, a lineáris és nemlineáris félcsoportelmélet segítségével írták le. Megmutatták [2], hogy amennyiben a Cauchy-feladatban szereplő operátor disszipatív és képterére alkalmas feltétel teljesül, akkor a nemlineáris racionális approximáció ill. ugyanezen módszer térben diszkrétizált változata is a megfelelő szorzattéren N-stabil numerikus módszert eredményez. A sekélyfolyadék-egyenletek és bonyolultabb modellek alkalmazása során szükséges adatasszimilációs eljárásoknak meteorológiai modellekben használható matematikai megalapozását dolgozták ki és eredményeiket numerikus kísérletekkel tesztelték. Richardson-extrapolációt sikeresen alkalmaztak reakció-diffúzió-egyenletekre.

A (numerikus tesztekben jól szereplő) Magnus-módszer konvergenciájának az áramlás paramétereitől való függését elemezték.

Hálózati folyamatok differenciálegyenletes modellezésénél gráfokon történő járványterjedés matematikai leírásával foglalkoznak. A 2015-ben folytatott kutatások a hagyományos, statikus gráfon történő járványterjedéshez képest egyrészt adaptív hálózatok, másrészt hálózati folyamatok irányítása felé indultak. A vizsgálat során a hálózati folyamatot leíró differenciálegyenletekre lehet az irányításelmélet eszközeit alkalmazni. A Kolmogorov-féle közelítő egyenletek témakörében háromállapotú SIR járványterjedésre igazolták a struktúra esetén, hogy egy egzakt kisméretű egyenletrendszerrel írható le a járványterjedési folyamat. A [3] cikk az irányíthatóságot vizsgálja egy négydimenziós, ún. átlagolt differenciálegyenlet esetében: állítsuk meg a járvány terjedését oly módon, hogy közben a közösség kapcsolati struktúrája ne változzon meg gyökeresen. Az adaptív hálózatokkal kapcsolatban olyan járványterjedési folyamatokat tanulmányoztak, amelyeknél az élek létrehozása és megszüntetése a csúcsok állapotától függ. A [4] dolgozatban ötdimenziós SIS típusú járványterjedési modellt jellemeztek és hasonlítottak össze a szimulációkkal. Nagy KDE-rendszerek PDE-kkel való közelíthetőségét tárgyalja az [5] cikk.

A diszkrét matematikai kutatások körében gráfok optimális kövezési számára adtak alsó és felső becsléseket, fő eredményeik a végtelen négyzetrácsra adott korlátok.

Elliptikus (stacionárius) feladatok osztályán belül Helmholtz-egyenletek prekondicionált iterációs megoldására Magoulessel kezdtek közös kutatást, ill. elliptikus nyeregpon-t-feladatok numerikus kezelésére regularizáláson keresztül dolgoztak ki prekondicionálási módszereket a konjugált gradiens-módszer (KGM) alkalmazása során. Demonstrálták a módszer hatékonyságát a porózus közegben történő Darcy-típusú áramlás modellezésekor fellépő stacionárius feladatra, valamint advekción transzportfeladat vegyes alakú megoldására. Szintén együttműködésben dolgoztak ki monoton mátrixszal való prekondicionálási módszereket.

A kvalitatív megbízhatóságot jellemző diszkrét maximum-elv feltételeit vizsgálták nemlineáris elliptikus feladatok végeeselemes megoldása esetén. A [6] cikk ennek könnyen ellenőrizhető általános feltételeit foglalja össze, és szemlélteti az elvet együttthatójukban szingularitással is rendelkező stacionárius nemlineáris modellekre. E témakör folytatásaként felületi végeeselem-módszerre dolgoztak ki a diszkrét maximum-elvet, időfüggő (parabolikus) esetre pedig a folytonos modell (PDE) általános kvalitatív tulajdonságait jellemezték. Elliptikus feladatok a posteriori hibabecslései témakörében az átlagolt nemfolytonos Galjorkin-módszer energianorma-becslési eljárását kiterjesztették egyről több dimenzióra [7]. Szubdiffúziós modellek által motivált törtrendű feladatok esetén Neumann-feladatra konstruáltak véges differenciás közelítő módszert.

b) Tudomány és társadalom

A környezeti modellekben felmerülő differenciálegyenletek numerikus megoldó módszereinek vizsgálata továbbra is a csoport egyik kiemelt kutatási területe. Az előző évben a csoport által az ECMI-vel közösen szervezett konferencia kötetének megjelenése folyamatban van. További fontos kutatási területük a komplex hálózatokon zajló folyamatok vizsgálata volt. Celluláris neurális hálózatokban napjainkban kísérletileg, illetve szimulációkban sokan vizsgálnak metastabil oszcillációkat, ezek matematikai eszközökkel történő kifinomult vizsgálata nagy jelentőségű az alkalmazások szempontjából. A járványterjedésekkel kapcsolatos újabb irányítási eredményeik segítenek azok részbeni befolyásolásában. A sekélyfolyadék-egyenletekkel kapcsolatos kutatások relevanciáját és a gazdasági szférával való együttműködési lehetőséget a különféle szakterületeken megjelenő folyamatok minél gyorsabb és pontosabb előrejelezhetősége iránti igény adja (időjárás-előrejelzés, árvízvédelem, szennyezőanyagok légköri és vízi terjedésének előrejelzése stb.).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A nemzetközileg elismert lipcei kutató vendégprofesszori alkalmazása a kutatócsoportban 7 hónapra (2015. 03. 31-ig) az MTA e célból kiírt pályázata elnyerésével. A kutatócsoportnál

tölti „sabbathical” évét az Otago University-ről érkező (Új-Zéland) sztochasztikus PDE-k kiemelkedő kutatója. A csoport egy tagjának folytatódott 2 éves kutatócsoporti posztdoktori pályázata. A Leopold-Franzens-Universität Innsbruck (Ausztria) egy neves kutatója látogatást tett Erasmus oktatói mobilitás keretében (2015. március 9-13.).

Second Basque-Hungarian Workshop on Numerical Methods for PDEs (2015. január 12-13) workshopot szerveztek a csoport vezető kutatóinak részvételével:

www.bcmath.org/documentos_public/archivos/actividades_cientificas/Poster2BHW.pdf

Folytatták rendszeres szemináriumait: www.cs.elte.hu/applanal/numnet/numnet_hu.html

A csoport PhD-hallgató tagjai közül az egyik kutató az Univeristät Tübingen (négy benyújtott cikk), míg egy másik hallgató a szaúd-arábiai KAUST egyetemen volt vendégkutató. Mindketten ebben az évben védték meg emellett summa cum laude minősítéssel PhD értekezésüket.

Doktori órákat tartottak az ELTE Matematika doktori iskola keretében: Numerikus modellezés, Nemlineáris és numerikus funkcionálanalízis, Dinamikai rendszerek. A Magnus-módszer sekély-folyadékokra való alkalmazásáról témavezetésükkel II. helyezést elért OTDK-dolgozat született.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai elnyerték az OTKA K 115926 kutatói pályázatát, melyben komplex hálózatok irányíthatósági kérdéseivel, kvantummechanikai sajátérték-feladatokkal és nemlokális függést tartalmazó differenciálegyenletekkel foglalkoznak. Résztvevőként szerepelnek az extrémális kombinatorika újszerű módszereire elnyert OTKA K116769 pályázatban.

A csoport egy tagja doktori kutatói ösztöndíjon (2015. júl-dec.) vett részt (Univ. Tübingen).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Dimov I, Faragó I, Vulkov L: Finite difference methods, theory and applications: 6th international conference, Lecture Notes in Computer Science, 9045: (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/30870>
2. Csomós P, Faragó I, Fekete I: Numerical stability for nonlinear evolution equations. Comp Math Appl, 70: 2752-2761 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/29429>
3. Sélley F, Besenyei Á, Kiss I Z, Simon P L: Dynamic control of modern, network-based epidemic models, SIAM J. Appl. Dyn. Syst., 14(1): 168–187 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32667>
4. Szabó-Solticzky A, Berthouze L, Kiss I Z, Simon P L: Oscillating epidemics in a dynamic network model: stochastic and mean-field analysis, J. Math. Biol. (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32666>
5. Bátkaí A, Havasi Á, Horváth R, Kunszenti-Kovács D, Simon L P: PDE approximation of large systems of differential equations, Operators and Matrices 9:(1) 147-163. (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/29427>
6. Karátson J, Korotov S: Some discrete maximum principles arising for nonlinear elliptic finite element problems, Comp Math Appl 70. 2732-2741 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32194>
7. Izsák F: Energy norm error estimates for averaged discontinuous Galerkin methods, Comp Math Appl 70:(4) 705-725 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/29393>

MTA-ELTE PEPTIDKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Hudecz Ferenc, az MTA levelező tagja
1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/A; 1518 Budapest, Pf. 32.
telefon: (1) 372 2828; fax: (1) 372 2620
e-mail: fhudecz@ludens.elte.hu; honlap: <http://peptid.chem.elte.hu>
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Biológiailag aktív peptidek, peptid-kimérák és peptid konjugátumok tervezése, szintézise, új szerkezet-funkció/hatás összefüggések törvényszerűségeinek feltárása, terápiás alkalmazás és diagnosztikumok kifejlesztése céljából. Szintetikus peptid-antigének, illetve gyógyszerhatóanyagok kutatása sokakat érintő betegségek (például tumor, TBC, autoimmun betegségek) korai diagnózisa és/vagy gyógyítása céljából. A kutatási tevékenységre három témakör jellemző:

Immunkémiai kutatások: A fenti betegségekhez kapcsolódó fehérjékből az ellenanyag válasz kiváltásáért felelős szakaszok (B-sejt epitópok), illetve a sejtes immunválaszért felelős régiók (T-sejt epitópok) azonosítása, a fehérjék antigénszerkezetének feltérképezése autoimmun betegségekben (például filaggrin, desmoglein), fertőzéssel szembeni (például *M. tuberculosis*), illetve tumorelleses (például mucin) immunválaszban szerepet játszó fehérjékben. Az epitópfunkció megjelenéséhez vezető szerkezeti tényezők tanulmányozása. Az epitóp peptidek szerkezetének módosítása „szuperantigének” szintézise diagnosztika és/vagy szintetikus vakcina céljából.

Kemoterápiai kutatások: Antimikrobiális vegyületek (például antituberkulotikumok) és Leishmania parazitafertőzés ellenes szerek, daganatgátlók konjugátumainak előállítása célbajuttató peptidek felhasználásával. A célsejteken (tumorsejtek, fertőzött sejtek), illetve azokon belül előforduló struktúrák és ligandumaik elemzése. Klinikai használatban levő (például vinkaalkaloidok, izoniazid), illetve új, részben általuk azonosított kemoterápiás vegyületek (például ferrocén származékok), enzim aktivátor/inhibitor peptidek és azok szelektivitását/sejtbejutását elősegítő célfelismerő struktúrák (például hormon, CPP) és biokonjugátumaik tervezése, szintézise. A konjugátumok *in vitro* és *in vivo* hatásának és hatásmechanizmusának feltérképezése.

Neuropeptidek kutatása: Opiát-, illetve nociceptin receptoron ható természetes peptid ligandok/analógjaik előállítása az opioid peptidek evolúciós változékonyságának vizsgálata céljából, valamint heteromer receptor-komplexen ható bivalens peptid ligandok és származékok szintézise és funkcionális jellemzése.

Részvétel a felsőoktatásban (BSc, MSc, PhD) előadóként, gyakorlatvezetőként és témavezetőként, a tehetséggondozásban (TDK), a természettudományos ismeretterjesztésben.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Olyan összefüggéseket tártak fel ciklikus NGR peptidek szerkezete és kémiai stabilitása (izomerizációja) között, amelyek hozzájárultak új, CD13 receptort specifikusan felismerő, valamint egyszerre két célpontot (CD13 és integrin receptor) felismerő ciklopeptidek racionális tervezéséhez. E vegyületek ígéretesek lehetnek – biokonjugátumok peptid (célbajuttató) komponenseként – a tumorterápiában.

Tetra (SXWS) és pentapeptid (WSXWS) kombinatorikus vegyülettárak segítségével tisztázták az X aminosav minemiségének szerepét J774 egér makrofág sejtek kemotaktikus, proliferációs és adhéziós tulajdonságaira. Megállapították, hogy az SXWS peptidek N-terminális hosszabbítása (WSXWS) jelentősen befolyásolja a sejtek fiziológiás választát.

Azonosítottak olyan kemoattraktáns peptideket, amelyek sejtspecifikus bioconjugátumok kialakítására lehetnek alkalmasak.

A *Pemphigus vulgaris* (PV), autoimmun hólyagos bőrbetegségben, az immunválasz kiváltásában szerepet játszó desmoglein 3 fehérje négy T-sejt epitóp régióját azonosították szintetikus peptidekkel. Megállapították, hogy a 342-358, valamint a 761-777 régió rövidített szakaszát tartalmazó oligopeptid alkalmas PBMC sejtek stimulálására: egyértelmű különbség tehető PV beteg és egészséges donor közt. Összefüggést írtak le a peptidek konformációja (a peptidgerinc flexibilitása) és a differenciáló *in vitro* T-sejt stimuláló hatás között.

Előállítottak olyan új biokonjugátumot, amelyben egy általuk azonosított piridopirimidin származék kapcsolódik palmitoil láncot tartalmazó oligopeptidhez kovalens kötéssel. Megállapították, hogy a lipopeptid hordozó jelentősen növeli a hatóanyag sejtbejutását, illetve *in vitro* antibakteriális aktivitását. Bizonyították, hogy a konjugátum kombinálása PLGA (tejsav/glikolsav kopolimer) nanorészecskével – *in vivo* kísérletben, orális kezelést követően fertőzött tengerimalacokon – hatékony kemoterápiás szer.

b) Tudomány és társadalom

Hatan vettek részt az országos VI. Szerves kémiai problémamegoldó verseny (ELTE) szervezésében, közöltek ismeretterjesztő cikket, interjút (Természet Világa, Élet és Tudomány), illetve adtak elő természettudományos táborban (Eötvös Collegium), nyílt napon (ELTE Kémiai Intézet). A csoportból heten vettek részt nemzetközi és hazai (például OTKA, MTA Lendület, Eötvös Collegium) tudományos/kutatási pályázatok, valamint nemzetközi folyóiratba (például RSC-SPR, Eur. J. Med. Chem., Biomaterials) beküldött kéziratok bírálatában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Közös publikációval, kutatási projekttel dokumentált hazai kapcsolatok: ELTE Szerves Kémiai Tsz., Szervetlen Kémiai Tsz., Analitikai Tsz., Fizikai Kémiai Tsz., Biokémia Tsz., Immunológiai Tsz.; SE, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Int., Biofizikai és Radiológiai Int., III. sz. Belgyógyászati Klinika, Bőr-, Nemikórtani és Bőronkológiai Klinika; BME Szerves kémiai és Technológiai Tsz.; Szent István Egyetem, Állatorvostudományi Kar; Debreceni Egyetem, PET Centrum, Biofarmácia Tsz.; Országos Onkológiai Int.; Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Int.; MTA TTK Enzimológiai Int., Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Int., Anyag- és Környezetkémiai Int.; MTA SZBK Biokémiai Int.; ORFI; Richter G. NyRT (kutatási tanács).

Közös publikációval, kutatási projekttel dokumentált nemzetközi kapcsolatok: Department of Chemistry, Konstanz University, Germany; Department of Chemistry University of Bielefeld, Germany; Department of Inorganic and Organic Chemistry, Charles University, Prague, The Czech Republic; Department of Organic Chemistry, University of Lodz, Poland; Ins. Biological Research „Siniša Stankovic”, University of Belgrade, Serbia; Department of Chemical and Physical Biology, CSIC, Madrid, Spain; Inst. of Biosciences and Bioresources, CNR, Napoli, Italy; Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Kyoto University, Japan; Inst. of Infectious Disease and Molecular Medicine, University of Cape Town, South Africa.

Tudományos célú utazások: konferencia kiutazások, valamint a kétoldalú közös kutatások folytatását célzó rövid tanulmányutak (5 nap - 1 hónap). A kutatócsoport négy tagja, valamint egy PhD hallgató összesen 5 alkalommal utazott külföldre (Franciaország, Németország, Olaszország). Vendégkutatóként a csoportban 6 kutatót (4-7 nap) és 2 PhD hallgatót (a H2020 program keretében 3 évre) fogadtak (Vrije Universiteit Brussel; Pompeu Fabra University, Barcelona; Ecole Normale Supérieure, Paris; Petru Poni Institut of Macromolecular Chemistry Iasi; Institute for Biological Research „Siniša Stankovic”, University of Belgrade). A csoport hét tagja és négy PhD hallgató mutatta be eredményeit tizenhárom nemzetközi

konferencián: 24th American Peptide Symposium, Orlando; 11th Australian Peptide Conference, Kingscliff; 23rd Polish Peptide Symposium, Spala; 14th International Congress on Amino Acids, Peptides and Proteins, Vienna; 13th Ferrocene Colloquium, Leipzig; SEE-DRUG Conference - Exploring Peptides & Proteins, Patras; 5th International CeBiTec Research Conference Drug Conjugates for Directed Therapy. Bielefeld; From Cell-Penetrating Peptides to Nanoparticles for Cellular Delivery, International Symposium, Paris; Modern Vaccines Adjuvants & Delivery Systems, Leiden; 22nd Young Research Fellows Meeting, Biology and Chemistry, Paris; COST meetings, Athens, Barcelona, Lisbon.

Oktatás: PhD témavezetés (9 fő), BSc/MSc diploma-témavezetés (10 fő), tudományos diákköri (TDK) témavezetés (4 fő). Fő- és speciális kollégiumok, gyakorlatvezetés, szakmai gyakorlat (biológia BSc, kémia BSc, környezettudomány BSc, vegyész MSc), PhD előadások, TDK/szakdolgozat/PhD dolgozat bírálata, szigorlat, vizsgáztatás.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Két külföldi hallgató felvételt nyert a „Horizon 2020” Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks (ITN-ETN) PhD program keretében (13 partner, 400 eEUR, 2015-2018). Az MTA MedInProt program támogatásával lehetőséget kaptak műszerhasználatra (2,5 M Ft). Folytatódott hat, a kutatócsoport tagjainak témavezetésével korábban elindult OTKA program – köztük kettő, illetve egy PD, illetve konzorciális – végrehajtása, valamint négy olyan további OTKA kutatás, amelyben a csoport tagjai közreműködőként vesznek részt. Nyert egy TÉT magyar-japán pályázat és folytatódott az MTA-CNR program (mindkettőben témavezető).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Baranyai Zs., Krátký M, Vinšová J, Szabó N, Senoner Zs, Horváti K et al. (2, Bősze Sz): Combating highly resistant emerging pathogen *M. abscessus* and *M. tuberculosis* with novel salicylanilide esters and carbamates. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 101:692-704 (2015)
2. Enyedi KN., Czajlik A, Knapp K, Láng A, Majer Zs, Lajkó E et al. (3, Mező G): Development of cyclic NGR peptides with thioether linkage: Structure and dynamics determining deamidation and bioactivity. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58:1806-1817 (2015)
3. Hegedűs R., Pauschert A, Orbán E., Szabó I., Andreu D, Marquardt A et al. (2, Mező G): Modification of daunorubicin-GnRH-III bioconjugates with oligoethylene glycol derivatives to improve solubility and bioavailability for targeted cancer chemotherapy. *Biopolymers*, 104:167-177 (2015)
4. Horváti K., Bacsa B, Szabó N, Fodor K, Balka Gy, Rusvai M et al. (6, Mező G., Hudecz F., Bősze Sz): Antimycobacterial activity of peptide conjugate of pyridopyrimidine derivative against *Mycobacterium tuberculosis* in a series of in vitro and in vivo models. *Tuberculosis (Edinb)*, 95:207-211 (2015)
5. Szabados H., Uray K., Majer Zs, Silló P, Kárpáti S, Hudecz F et al. (1, Bősze Sz): Characterization of desmoglein-3 epitope region peptides as synthetic antigens: Analysis of their in vitro T-cell stimulating efficacy, cytotoxicity, stability and their conformational features. *Journal of Peptide Science*, 21:731-742 (2015)
6. Szabó R., Láng O, Láng J, Illyés E, Kőhidai L, Hudecz F: Effect of SXWS/WSXWS peptides on chemotaxis and adhesion of the macrophage-like cell line J774. *Journal of Molecular Recognition*, 28:253-260 (2015)

MTA–ELTE STATISZTIKUS ÉS BIOLÓGIAI FIZIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Vicsek Tamás, az MTA rendes tagja
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon: (1) 372 2795; fax: (1) 372 2757; e-mail: vicsek@hal.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási terv rövid összefoglalása: A kutatócsoport fő profilja a nagy hálózatok kutatása. Ezen belül két eddig kevésbé vizsgált, azonban a komplex hálózatokra jellemző tulajdonság átfogó vizsgálatát tervezték kutatni. Ennek keretében a kutatás kiterjedt az i) hálózatok hierarchikus, valamint ii) címkézett alhálózatainak szerkezetét jellemző tulajdonságaira. További terveik a kollektív viselkedés különféle modellezési és kísérleti kutatására irányultak, például a kapcsolatrendszer dinamikájára patkány-kolóniákban és repülő robotok (drónok) csoportjában. Ezenkívül, a kutatócsoport térelmélettel foglalkozó része a Funkcionális Renormalizációs Csoport egyenleteinek megoldásai segítségével tett lépéseket az anyag legalapvetőbb formáit leíró tulajdonságainak feltárásában.

Mit teljesítettek eddig? – rövid összefoglalás: Az eddig teljesített főbb célkitűzéseket csak felsorolás-szerűen lehet itt ismertetni a terjedelmi korlátok miatt. A) Hálózatok, kísérletek: i) nagy komplex hálózatok hierarchikusságának jellemzésére bevezettek egy mértéket, ii) kidolgozták a címkézett hálózatok szerkezetének meghatározását, iii) beindítottak egy nagy adatbázishoz vezető, a patkánykolóniák belső szerveződésének megismerésére irányuló kísérletet, iv) létrehozták a világ első, lebegésre és csoportos, önszerveződő mozgásra is képes autonóm drónraját, v) meghatározták a folyóiratokban megjelent cikkek hivatkozási hálójából a folyóiratok hierarchiáját, stb. B) Részecskefizika: A részecskefizika terén az $O(N=4)$ szimmetrikus önkölcsönható skalártérelmélet véges hőmérsékletű fázisátalakulásának tanulmányozására alkalmazták a diszkrét Fourier transzformáción alapuló nagy pontosságú numerikus algoritmust

Mi volt a beszámolóév feladata? 2015 a kutatócsoporti pályázatban elnyert támogatási periódus utolsó teljes éve. Ennek megfelelően két fő globális iránya volt a tevékenységüknek. i) A korábbi időszakban elért eredmények rendszerezése, egyes, még folyamatban levő projektek lezárása, az eredményekre alapozott jelentősebb dokumentumok, változtatások megvalósítása. Ennek keretében született két beadott, már elbírálás alatt álló MTA doktori fokozat elnyerésére irányuló pályázat, és egy drónokkal kapcsolatos spinoff cég alapítása. Ezekon kívül, a 2015 évi feladatok közé tartozott, egyfelől a korábban megkezdett kutatások eredményeinek fontos nemzetközi folyóiratokban való publikálása, másfelől a további kutatások tervezése, előkészítése. A kutatócsoport tagjai aktív részt vállaltak az ELTE fizika szakoktatási tevékenységében, amelyet sikerrel teljesítettek.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Oxfordi kutatókkal együttműködve vizsgálták a galambcsapatok hazafelé repülése során korábban megfigyelt hierarchikus követési viszonyok kialakulását. Számos madárfajta repül csapatokban, néha csak a fészekrakó hely körül, más esetekben - így például a migráció során - akár több ezer kilométeren át is. De vajon a csapat melyik tagja kerül a vezető, azaz a repülési irányt meghatározó egyed pozíciójába, és ott hogy teljesít? Érdekes összefüggést

találtak (a cikk az igen rangos Current Biology címlap-„sztorija” lett). A gyorsabban szállni tudó madarak tipikusan a raj frontvonalában haladnak, és a többiek követési hajlama (hogy a csapat együtt maradjon) eredményeképpen, egyúttal vezető helyzetbe kerülnek. Ennek azonban az a következménye, hogy többnyire ezek a galambok hozzák meg a repülési irányra vonatkozó döntéseket. A legérdekesebb következtetés azonban az - és a kísérletsorozat elején és végén végzett egyedüli reptetések adatai ezt támasztották alá - hogy a pusztán gyorsaságuk miatt vezető helyzetbe került galambok megtanultak jobban tájékozódni, mint a csapat többi tagja. Tehát a csapat működése során egy, a tájékozódással össze nem függő tulajdonság - a repülési sebesség - kiváltotta egy másik, immár kognitív tulajdonság - a navigációs képesség - javulását. Az eredmény lehetőséget ad embercsoportok dinamikájának mélyebb megismerésére is.

Kifejlesztettek egy új hierarchiamértéket, mely a hálózaton zajló véletlen bolyongásokon alapszik. Ennek a megközelítésnek az a legnagyobb előnye, hogy (a korábbi módszerekkel ellentétben) képes különbséget tenni az aciklikus gráfok különböző fajtái között, és ennek révén a fa-szerű gráfok magasabb hierarchiaértékeket kapnak a csillagszerű vagy lánctopológiákhoz képest. Emellett a valós hálózatokon végzett tesztek meglehetősen intuitív eredményeket adtak, pl. egy tápláléklánc esetén a módszerük által adott trofikus szintek jó egyezést mutattak az ökológiából származó korábbi ismeretekkel.

Egy ritka, autoimmun betegség társbetegségeinek hálózatát készítették el, amely során a statisztikai adatok klinikai értelmezése, a klinikai gyakorlat statisztikai és hálózatos megfogalmazása jelentett kihívást. Ennek a betegségnek a kezelése a szerteágazó tünetek miatt máig nem megoldott. A hálózatokkal tudománymetriai kérdéseket is elemeztek. Együtthivatkozási hálózatokban vizsgálták a tudományos érdeklődés időbeli változását. Hálózatos eszközökkel kimutatták, hogy egyes publikációk azért is maradnak hosszú évekig vagy évtizedekig népszerű referenciák, mert mindig új kontextusban más-más értéket emelnek ki belőlük.

2015 a repülő robotok éve is volt a kutatócsoportban. Összesen 3 diák bevonásával többféle algoritmust fejlesztettek csoportosan repülő automata robotokhoz. Vizsgáltak önszerveződő sűrű légiforgalmi szituációkat, készítettek csoportos automata forgalmi modelleket, fejlesztettek tetszőleges alakzatokat önszerveződően megvalósító algoritmust és vizsgálták az üldözés-menekülés szituációját 2 és 3 dimenzióban, biológiai inspirációval. Kifejlesztettek egy evolúciós optimalizációs keretrendszert, amiben a realiztikus repülő robotos szimulációikat könnyen és gyorsan tudják tesztelni és optimalizálni. A csoportosan repülő, autonóm drónoknak számos gyakorlati felhasználási területe van, a precíziós agrártermeléstől kezdve a mentési feladatok teljesítésén keresztül az ember-gép kölcsönhatására alapozó mozgásművészeti alkalmazásokig.

A részecskefizikához kapcsolódó fontos területen értek el eredményeket: Az $O(N)$ szimmetriával rendelkező skalár modellben megvizsgálták, hogy a két-részecske irreducibilis effektív hatás két-hurok szintű csonkításával kapott korábbi eredményeik mennyire bizonyulnak stabilnak a hurokkifejtés rendjének növelésével. A korábban kidolgozott numerikus eljárás alkalmazásával megmutatták, hogy a λ^2 szintű közelítésben a modell iteratív módon meghatározott királis limeszbeli megoldása elérhetetlené válik egy adott hőmérséklet tartományban és emiatt a fázisátalakulás rendje nem meghatározható. A megoldás megszűnésének értelmezéséhez egy renormált lokális közelítést dolgozták ki, amelynek lényege, hogy az önkonzisztens propagátoregyenlet sajátenergiája nulla külső impulzusnál van kiértékelve.

b) Tudomány és társadalom

A csoport számos ismeretterjesztő, tudománynépszerűsítő programon is részt vett 2015-ben. A legrangosabb hazai meghívás a World Science Forum zárórendezvényéhez kapcsolódó, fontos magyar innovációkat bemutató kiállításon való részvételre vonatkozott. A Kutatók Éjszakáján bemutatásra került az autonóm módon repülő robotsapat, mind előadások, mind élő interaktív bemutató formájában. Több kutató is részt vett előadásával a neves ELTE Ortvay szemináriumsorozaton. A drónsapat továbbfejlesztése (több robot, stabilabb repülés) immár a felhasználhatóság közelébe hozta a projektet. Két irány is kezd kialakulni: i) „precision agriculture” (időben és térben lokalizált beavatkozás, pl. terjedésnek induló fertőzés megszüntetése), ii) érdekes módon igen nagy az érdeklődés a csoportos, koreografált drón-repültetés iránt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport szoros együttműködésben van több hazai és külföldi kutatóhellyel.

- *Hazai együttműködések:* Különböző kutatócsoportokkal, az alábbi intézményekből: MTA Wigner RMI, ELTE Biológiai Intézet
- *Nemzetközi együttműködések:* Univ. of California. San Francisco: enzim reakció-dinamika, Oxford University, Department of Zoology, University of Konstanz, Collective behaviour

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben nem nyertek el új pályázatot. Egyrészt vannak futó pályázataik, másrészt 2015-ben kivételesen kevés és nehezen elnyerhető pályázatokat hirdettek meg mind hazai, mind nemzetközi szinten.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Pettit B, Akos Zs, Vicsek T, Biro D: Speed Determines Leadership and Leadership Determines Learning during Pigeon Flocking. *Current Biology*, Cover 25(23): 3132-3137 (2015)
2. Czege D, Palla G: Random walk hierarchy measure: What is more hierarchical, a chain, a tree or a star? *Scientific Reports*, 5: Paper 17994 (2015)
3. Tibely G, Mones E, Pollner P, Palla G, Vicsek T: Hierarchical networks of scientific journals. *Palgrave Communications*, 1:(1) 15016 (2015)
4. Ferdinandy B, Mones E, Vicsek T, Muller V: HIV Competition Dynamics over Sexual Networks: First Comer Advantage Conserves Founder Effects. *PLoS Comput. Biol.* () 11(2): e1004093, (2015)
5. Mones E, Czirok A, Vicsek T: Anomalous segregation dynamics of self-propelled particles. *New J. Phys*, 17(): 063013 (2015)
6. Markó G, Reinoso U, Szép Zs: O(N) model within the Φ -derivable expansion to order λ^2 : On the existence and UV/IR sensitivity of the solutions to self-consistent equations. *Physical Review D*, 92:(12) Paper 125035. 27 p. (2015)

MTA–ELTE VULKANOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Harangi Szabolcs, az MTA doktora

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

telefon: (1) 372 2500 / 8355; fax: (1) 381 2108

e-mail: szabolcs.harangi@geology.elte.hu

a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

5 éves kutatási terv rövid összefoglalása: Az MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport elsődleges célja hogy magas szintű tudományos kutatásokat végezzen, kiemelten a Kárpát-Pannon térségben, hozzájáruljon a vulkáni működés jobb megismeréséhez a magmaképződéstől a vulkáni kitörés folyamatáig, elősegítse térségünk nemzetközi szinten is vulkanológiai kulcsterületté válását, segítse a vulkáni működés szakmai megalapozottságú ismertetését, a vulkáni természeti értékek feltárását, továbbá elemezze és közvetítse a vulkáni kitörések társadalomra gyakorolt hatását. Nyolc célterület került kijelölésre, amelyen a kutatócsoport tagjai tudományos munkát végeznek.

Eddigi teljesítés: Az elmúlt két és fél év alatt 19 szakfolyóirat tanulmányban publikálták tudományos eredményeinket, ezek közül több felkerült az mta.hu honlapjára és széles média érdeklődést kapott.

A beszámolóév feladata: A székelyföldi Csomád kutatása során a beszámolóévben kiemelt feladat volt további cirkon kormeghatározási vizsgálatok végzése, továbbá a legfiatalabb vulkáni kitörési fázis időszakának pontosítása, az eredmények publikálása. Az amfibolok nyomelem tartalma alapján a petrogenetikai folyamatokra igyekeztek további következtetéseket tenni. Feladatul tűzték ki a nagyobb vulkánkitörések távoli üledékeinek azonosítását. A bazalt vulkáni mezők kutatásában a Kissomlyó magmafejlődésének rekonstruálása ásványszöveti és geokémiai megfigyelések alapján. A bazaltos magmák keletkezésére új kvantitatív modellszámítás kialakítását végezték. További cirkon U-Pb kormérések végzése a Bükkalja szilíciumgazdag vulkáni működésének pontosítására, a legfiatalabb kitörési fázis korának meghatározása, következtetések a magmatározók fennmaradási idejére. A Ditrói-masszívum granioid és hornblendit kőzeteinek eredete részletes ásványkémiai elemzések alapján. 2015-ben volt a Tambora kitörésének 200. évfordulója, ami kiváló lehetőséget adott, hogy a kutatócsoport felhívja a figyelmet a nagy vulkánkitörések hatásaira.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport 2015-ben számos jelentős tudományos eredményt tett közzé, amelyek közül több széles média érdeklődést kapott. 2015 elején jelent meg a kutatócsoport geofizikai (magnetotellurikus) adatok és modellszámítások, valamint közettani megfigyelések alapján levont következtetése a Csomád alatt magmatározóra, miszerint a hosszan szunnyadó vulkán alatt lehet még kb. 10-15% olvadékot is tartalmazó magmás test. A csomádi dácitokban található cirkon kristályok (U-Th)/He koradatai alapján meghatározták a vulkán legfiatalabb kitörési fázisának időszakát. A vulkáni képződményekre kapott eredmények összhangban vannak a szénizotópos és termolumineszcens kormeghatározási eredményekkel, ami alátámasztja e koradatok hitelességét. Az 56-32 ezer évvel ezelőtti aktív szakaszban, a korábbiaktól eltérően, elsősorban robbanásos kitörések zajlottak. A vulkáni működés a jelen adatok szerint közel 40 ezer éves szunnyadási időszak után történt. A cirkon kristályok U-Th

koradatai alapján a magmatározó jóval hosszabb ideig létezett, mint maga az aktív vulkáni működés. A cirkon kristályosodás már 350 ezer éve elkezdődött, azaz jóval az első vulkánkitörések előtt. A dácitos magma kristálykása állapotban folyamatosan fennállt, az olvadéktartalmú anyagot időszakonként friss bazaltos magma hatékonyan reaktiválta, ami vulkánkitörésekhez vezetett. Ez nem következhetett volna be, ha a magmás test teljesen megszilárdul. Mindezek alapján a lehetőség megvan további vulkánkitörésekre a Csomádon, még akkor is, ha 32 ezer éve szunnyad a tűzhányó. A kutatócsoport két tanulmányában egy új kategória (PAMS vulkán=potenciálisan aktív magmakamrával rendelkező vulkán) bevezetését javasolja az olyan tűzhányókra, amelyek utolsó kitörése több mint 10 ezer éve volt, de van arra tudományos adat, hogy alattuk még van olvadéktartalmú magmás test, ami akár évek-évtizedek alatt reaktiválódhat. Ezek a megállapítások, jelentős visszhangot kaptak mind a hazai, mind a román médiában.

A monogenetikus bazalt vulkáni mezők, az egyedi bazalt tűzhányók működésének jobb megértéséhez fontos hozzájárulást jelentenek a Kissomlyó közeteiben előforduló ásványok nagy felbontású szöveti és geokémiai elemzése alapján közzé tett petrogenetikai következtetések. A kutatómunka eredményei rávilágítanak arra, hogy a bazaltos, teljes kémiai összetétele alapján egyszerűnek vélt magmafejlődés jóval bonyolultabb, mint korábban gondolták. A vulkánkitörések előtt a földkéreg és földköpeny határán kiterjedt bazaltos magmatározó alakulhat ki, amibe időszakonként újabb és újabb magmacsomagok érkeznek. A különböző fejlettségű bazaltos magmák keverednek egymással, homogenizálódnak, azonban az egyedi kristályok megőrzik a komplex, nyílt rendszerű eseményeket. A Kissomlyó egy fontos példát ad arra is, hogy a monogenetikusnak tekintett (azaz csupán egyszer működő) vulkánokon akár viszonylag hosszú nyugalmi idő után is lehet újra kitörés. Mindezt figyelembe kell venni e területek vulkáni veszély értékelése során.

Térségünk legnagyobb vulkánkitörései a miocén korban voltak, ennek időbeli lefolyásáról azonban nem voltak pontos adatok. A korábbi K-Ar kormeghatározási eredmények csak jelentős bizonytalansággal utaltak a kitörési korokra és ezek alapján nem lehetett elkülöníteni az egyedi vulkánkitörések idejét. A kutatócsoport cirkon U-Pb koradatai új megvilágításba helyezi e vulkáni esemény lefolyását. A kitörési korokat különböző módszerekkel (LA-ICP-MS, ID-TIMS U-Pb és (U-Th)/He) határozták meg, amelyekkel hibahatáron belül azonos eredmények jöttek ki. A legfiatalabb vulkáni működési fázis 14,1 - 15,9 millió évvel ezelőtti időszakban történt, amelyen belül legalább két jelentős nagyságú kitörés is volt. A cirkon kristályosodási korok alapján rámutattak arra, hogy a szilíciumgazdag magmatározók 300-700 ezer éven keresztül is fennmaradhattak. Az ehhez szükséges jelentős hőfluxus összhangban van azzal, hogy a vulkáni működés a Pannon-medence fő extenziós időszakában zajlott. A kapott koradatok pontosítják a szerkezeti feszültségváltozások és kőzetlemez forgások idejét.

A ditrói alkáli magmás komplexum, mint egyfajta fosszilis magmatározó, kialakulásának jobb megértését teszi lehetővé két új tudományos eredmény, ami a gránitok és az ultramafikus és mafikus képződmények kialakulását taglalja. Az amfibol gazdag kőzetek (hornblenditek) anyaga az időszakonként érkező friss mafikus magmák kristályosodása során különült el 1000°C feletti hőmérsékleten és 0,7 GPa nyomáson, azaz mintegy 26 km mélységben.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport már pályázati anyagában leszögezte, hogy kiemelkedő figyelmet szentel a szakmai hitelességű tudománynépszerűsítésre, az új tudományos eredmények minél szélesebb körben való megismertetésére. A kutatási eredmények társadalmi fontosságát jelzi, hogy ezek az mta.hu közlemények mellett számos hazai és külföldi média anyagába is bekerültek, a kutatócsoport tagjaival több riport (TV, rádió, internetes és nyomtatott hírlapok és

magazinok), tevékenységükről dokumentumfilm is készült. A kutatócsoport tagjai több ismeretterjesztő előadást tartottak, részt vettek jelentős ismeretterjesztő rendezvényeken, amely programok hatékonyan keltették fel az érdeklődést a tudományos munka iránt. Ezek naprakész listája megtalálható a kutatócsoport honlapján (<http://vulkanologia.elte.hu/>).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport igyekszik partnerségi kapcsolatokat kialakítani, ennek megfelelően 2015-ben az Aggteleki Nemzeti Parkkal és a székelyföldi Vinca Minor Egyesülettel írt alá együttműködési megállapodást közös kutatások végzésére, a tudományos eredmények kölcsönös megosztására. A Göttingeni egyetem geokémiai csoportjával új együttműködést kezdtek meg, amelynek keretében mikroszondás mérések zajlottak Göttingenben, John Hora pedig a kutatócsoport meghívására érkezett Budapestre, ahol közösen értékelték ki a kapott eredményeket és vitatták meg a további közös munkát.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015. január 1-én kezdte meg a kutatócsoport munkatársa 3 éves OKTA posztdoktori kutatását, amelyen belül a térség szilíciumgazdag vulkáni képződményeinek keletkezési idejét igyekszik pontosítani cirkon U-Pb koradatokkal. Továbbá, a koradat és az in-situ nyomelem összetétel adatok alapján következtet a magmatározók élettartamának jelenleg erősen vitatott hosszára. Szeptember 1-től sikeres pályázatnak köszönhetően az MTA CSFK GGI kutatóival konzorciumban egy nagy összegű OTKA kutatási programot indítottak el a Csomád vulkán vizsgálatára. A projektben számos hazai és nemzetközi szakember vesz részt, e kutatómunka célja pontosabban megérteni a hosszan szunnyadó, illetve látszólag inaktív vulkánok természetét, reaktiválódásuk folyamatát.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Harangi S, Novák A, Kiss B, Seghedi I, Lukács R, Szarka L, et al: Combined magnetotelluric and petrologic constrains for the nature of the magma storage system beneath the Late Pleistocene Ciomadul volcano (SE Carpathians). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 290: pp. 82-96. (2015) REAL link: 27688
2. Harangi S, Lukács R, Schmitt AK, Dunkl I, Molnár K, Kiss B, et al: Constraints on the timing of Quaternary volcanism and duration of magma residence at Ciomadul volcano, east-central Europe, from combined U-Th/He and U-Th zircon geochronology. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 301: pp. 66-80. (2015) REAL link: 27672
3. Jankovics MÉ, Harangi S, Németh K, Kiss B, Ntaflós T: A complex magmatic system beneath the Kissomlyó monogenetic volcano (western Pannonian Basin): evidence from mineral textures, zoning and chemistry. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 301: pp. 38-55. (2015) REAL link: 32414
4. Lukács R, Harangi S, Bachmann O, Guillong M, Danišik M, Buret Y, von Quadt A, Dunkl I, Fodor L, Sliwinski J, Soós I, Szepesi J: Zircon geochronology and geochemistry to constrain the youngest eruption events and magma evolution of the Mid-Miocene ignimbrite flare-up in the Pannonian Basin, eastern central Europe. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 170:(5-6) Paper 52. 26 p. (2015) REAL link: 32293
5. Pál-Molnár E, Batki A, Almási E, Kiss B, Upton BGJ, Markl G, Odling N, Harangi Sz: Origin of mafic and ultramafic cumulates from the Ditrău Alkaline Massif, Romania. *LITHOS* 239: pp. 1-18. (2015) REAL link: 32408

MTA–ME ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Roósz András, az MTA rendes tagja
3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet
telefon: (46) 565 111/1543; fax: (46) 565 201
e-mail: femroosz@uni-miskolc.hu; honlap: www.matsci.uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

5 éves kutatási terv: - Új, kedvezőbb mechanikai tulajdonságokkal rendelkező Zr-, Zr-Cu alapú tömbi amorf ötvözetek létrehozása öntéssel, ill. ugyanolyan alapú amorf porok készítése örléssel és utóbbiak feldolgozása porkohászati úton. - Ötvözetek átalakulásainak szimulációja sejtautomata módszerrel. A véletlen rácsú sejt automata alkalmazásának lehetőségének megvizsgálása, valamint a hosszútávú diffúziós folyamatok modellezése, szimulációja ötvözetlen acélokban. - Az ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams) termodinamikai alapegyenletekből levezetett egyensúlyi fázisdiagram számítási módszer fejlesztése.

Eredmények:

a) A pályázatban szereplő kutatások

Tömbi amorf anyagok fejlesztése

A kutatócsoport vállalta, hogy olyan új kompozitokat hoz létre öntéssel, melyekben az amorf mátrixban kristályos fázisok vannak jelen különböző térfogatszázalékban. Cu-Zr-Ag-Al tartalmú ötvözetekhez adtak Ni-t és Y-t különböző mennyiségben. Az öntött próbák elkészültek és a mechanikai vizsgálatok alapján megállapították, hogy a Young modulus és törési szilárdság csökken a kristályos fázisok mennyiségének növekedésével. A csoport folytatta a Ti:(NiCu) 60:40 at% arányú ötvözetek vizsgálatát, ahol a Ni és Cu mennyisége 5 at%-onként változik, és Hf adagolással kívánták növelni az alapötvözet amorf képző képességét. Ti és Cu alapú kristályos alapanyagból 12-14 óra alatt amorf port sikerült előállítaniuk nagy energiájú örléssel. Meleg sajtolással Cu por hozzáadásával amorf-kristályos tömbi kompozitokat hoztak létre a tervek alapján. A beszámolóév feladatait teljesítették.

Anyagtudományi szimulációk

Hosszútávú diffúziós folyamatok modellezése, szimulációja ötvözetlen acélokban.

Számítógépes szimulációkkal megvizsgáltuk, hogy ötvözetlen perlitese acél esetében a cementitlemezek töredezettségének milyen hatása van az ausztenitesedés, azon belül a csíranövekedés folyamatára. Az eredmények azt mutatják, hogy speciális esetben (a darab felületén) az átalakulás időszükséglete akár 66-75%-kal is lecsökkenhet, viszont valós körülmények között a hatás (kb. 7-10%-os csökkenés) nem jelentős.

Olvadék áramlás szimulációja

2016-ban kristályosodás szimulációk folytak forgó mágneses térrel kevert Al-Si ötvözet kristályosodási tulajdonságainak vizsgálatára. Kezdetben 2D tengelyszimmetrikus modell készült, majd összehasonlító céllal 3D modellt is futtattak, melynek számolása jelenleg is folyamatban van. A kapott háromdimenziós eredmények részletesebb betekintésre adnak lehetőséget a kialakuló dúsulások kialakulásának okaira, továbbá kiváló tesztüzemi környezetet nyújt későbbi haladó mágneses teres szimulációk futtatására.

Az ESTPHAD módszer alkalmazása és fejlesztése

Kidolgozták a rejtett maximummal kristályosodó ún. peritektikus ötvözetek likvidusz és szolidusz vonalainak szimulációját. A módszert több ötvözet esetében ellenőrizték, összevetve a kapott eredményeket a sokkal komplikáltabb CALPHAD módszerrel számított adatokkal.

b) A pályázaton kívüli munkák:

Anyagtudományi kutatások

(i) *Forrasztó szerszám anyagának fejlesztése:* Elkészítettek egy olyan fizikai szimulátort, amely különböző bevonatokkal ellátott minták nyugvó forraszolvadékokban történő oldódási folyamatainak vizsgálatára alkalmas. A berendezéssel elvégezték a bevonat nélküli C45 acél oldódási vizsgálatait. Eredményeik megegyeznek a nemzetközi szakirodalomban közölt eredményekkel, mely szerint Fe-Sn intermetallikus vegyületréteg képződik, illetve növekedik a vas-forraszolvadék határfelületen.

(ii) *TWIP acél fejlesztése:* A FeMnCr TWIP acélokban termomechanikus kezelés hatására kialakuló martenzitek vizsgálatait folytatták különböző mértékben alakított mintákon. A kialakuló textúrát a röntgendiffrakciós módszerrel valamint EBSD módszerrel meghatározták.

(iii) *Olvadék áramlás hatása a kristályosodott mikroszerkezetre*

Különböző alumínium- és óntötvözetek forgó (RMF), illetve haladó (TMF) mágneses térben történő kristályosítását és a kialakult mikroszerkezetek vizsgálatát végezték az áramlás hatásainak megállapítása céljából. A MICAST és a CETSOL programok úrkísérlet-sorozatainál előállított próbák hőmérséklet-idő adataiból saját fejlesztésű szoftver felhasználásával kiszámították a szilárd/olvadék határfelület (front) helyzetét, annak mozgási sebességét és a front előtti hőmérséklet gradienst a próbák teljes hossza mentén.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Mindennapi életünkben nélkülözhetetlenek az elektronikai eszközök, melyek élettartamát alapvetően meghatározza a forrasztás minősége. A kutatócsoportban a pályázaton kívüli munka keretében ólommentes forrasztanyagok, valamint a forrasztáshoz szükséges technológiai eszközök fejlesztésével foglalkoztak különös tekintettel a környezetvédelmi szempontokra. Ily módon ezek a kutatások közvetlenül befolyásolják hétköznapi életünket.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport részt vesz valamennyi kari, egyetemi rendezvényen, ahol bemutatja tevékenységét és közelebb hozza a hétköznapi embereket az elméleti kutatás szférájához. a) „Kutatók éjszakája” rendezvény sorozat, b) a Miskolci Egyetem nyílt napja, c) a különböző szakmai napok (Bányász-kohász Fazola napok az Őskohónál, Fémkohász Szakmai Nap), ahol a szakma jeles képviselőivel találkozhatnak az érdeklődők. A kutatócsoport tagjai a Miskolci Egyetemet segítve ellátogatnak középiskolákba az egyetem bemutatása céljából. Aktívan részt vesznek a Miskolci Akadémiai Bizottság munkájában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport a MICAST projektben 10 ország kutatóival dolgozik együtt. Ezzel párhuzamosan egy fő PhD hallgató vendégkutatóként a francia grenoble-i SIMaP/EPM Laboratóriumban tevékenykedik. Ehhez kapcsolódóan további három fő kutatócsoporti tag

látogatta meg a laboratóriumot, valamint két fő kutató látogatott el a kutatócsoporthoz a fent említett laboratóriumból. Továbbá a TU Freibergi Egyetemen együttműködési szerződés keretében közös kutatásban részt vevő egy fő vendégkutatót fogadtak.

Az Aluinvent Kft-vel kutatásfejlesztési megállapodás keretében különböző vizsgálatokat végeztek el.

A kutatócsoport tagjai változatlanul együttműködnek a Miskolci Egyetemen az oktatási (mind egyetemi, mind doktori képzés) és szakmai tevékenységekben. Részt vesznek gyakorlatok tartásában, tudományt és oktatást népszerűsítő rendezvényeken (Lányok napja, Nyílt nap).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport MICAST pályázatot nyert (ESA pályázat) 170.000 Euró összeggel 2015 és 2018 között különféle ötvözetek forgó, illetve haladó mágneses térben történő kristályosításakor kialakult mikroszerkezetek vizsgálatára az áramlás hatásainak megállapítása céljából.

Különböző intenzitású mágneses tér ternér Al-Si-Cu ötvözet kristályosodására kifejtett hatásának vizsgálatára nyertek pályázatot a Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés (Francia Nemzeti Kutatási Központ (CNRS) közreműködésével. A támogatott időszak: 2015. január 1 – 2015. december 31. A támogatási összeg: 800 000 Ft. Támogató: MTA, PICS projekt

Diszpergált oxidok, mint új típusú enteroszorbensek ígéretes komponensei, kolloidkémiai vizsgálata témában Magyar-Ukrán TÉT pályázat keretében 600 000 Ft pályázati összeget nyert a kutatócsoport. A támogatott időszak: 2015. január 1. – 2015. december 31. A partner intézmény: Ukrán TA Szorpció- és Endoökológia Problémái Intézete.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tomolya K, Janovszky D, Sycheva A, Sveda M, Ferenczi T, Roósz A: Peculiarities of ball-milling induced crystalline-amorphous transformation in Cu-Zr-Al-Ni-Ti alloys. *Intermetallics*, 65: 117-121 (2015) [REAL](#)
2. Janovszky D, Tomolya K, Sveda M, Sycheva A, Kaptay G: Effect of Y and Ni addition on liquid immiscibility in Cu-Zr-Ag ternary alloys. *Journal Of Alloys And Compounds*, 615: S616-S620 (2015) [REAL](#)
3. Nagy E, Gyenes A, Molnár A, Gácsi Z: Investigation of Intermetallic Phases Formed in Lead-Free Solders. *Materials Science Forum*, 812: 357-362 (2015)
4. Karacs G, Roósz A: Simulation of isothermal austenitization in banded pearlite steels by cellular automaton. *Materials Science Forum*, 812: 465-470 (2015)

MTA–ME MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szűcs Péter, az MTA doktora
3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet
telefon: (46) 565 111/1061; fax: (46) 365 072; e-mail: hgszucs@uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport elsődleges feladata az 5 éves támogatási időszak alatt olyan kutatási, feltérési módszerek fejlesztése, és a termeléshez kapcsolódó műszaki eljárások elméleti megalapozása, amelyek lehetővé teszik a felszín alatti fluidum jellegű természeti erőforrásokkal történő hatékony és környezetbarát gazdálkodást, ill. az ellátottság nemzetgazdaság szintű javítását. A kutatócsoport K+F tevékenységének súlypontját a következő tématerületek képezik: a) Hidrogeológiai modellezési eljárások fejlesztése a fenntartható hazai ivóvízellátás, az ásvány- és gyógyvíztermelés, továbbá a hévízhasznosítás biztosítása érdekében. b) Konvencionális és nem konvencionális szénhidrogének hatékony kitermelését biztosító eljárások fejlesztését megalapozó kutatások. c) Természeti erőforrások feltérását, rezevoargeológiai adatok pontosítását célzó geofizikai kutatások. d) Geotechnikai módszerek és integrált technológiák fejlesztése és környezeti hatásainak komplex értékelése.

A kutatómunka első két és féléves (2012. július 1. – 2014. december 31.) időszakában a hidrogeológiai modellezés területén kiemelkedő új eredmények születtek a több szinten szűrőzött kutak hidraulikai viszonyainak, a víznél nehezebb sűrűségű szennyező anyagok transzport folyamatainak modellezési szimulációja tekintetében, valamint a Tokaji-hegység területén végzett regionális léptékű átfogó hidrogeológia vizsgálatok során. A mélyfúrású geofizikai adatok hatékony inverziós feldolgozására az intervallum inverziós eljárás faktor analízissel történt kombinációja és a Fourier transzformációs eljárás robusztifikálása révén új módszerek kerültek bevezetésre. A szénhidrogének hatékony kitermelésére irányuló kutatások keretében az olaj- és gáztermelő kutak környezetében az áramlási profilok javítását és a szelektív fluidumkizárást biztosító, mikroemulziók és nanoanyagok alkalmazásán alapuló, új réteg- és kútkezelési eljárások laboratóriumi kidolgozása és a mezőbeli technológiák fejlesztése valósult meg. 2015-ben a kutatómunka súlypontja a porózus és repedezett felszín alatti vízádókban a fenntartható vízkitermelés megvalósításához, valamint a geotermikus energia felhasználás innovatív hasznosításához kötődött az Alföldön, a Tokaji-hegységben és a Bükkben. Emellett további jelentős laboratóriumi vizsgálatok is folytak olaj- és gáztermelő kutak vízhozamának csökkentése céljából.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A Tokaji-hegység regionális léptékű hidrogeológiai leírása után részletező jellegű lokális, vízhasznosítási célú vizsgálatokra került sor Szerencs, Sárospatak, Pányok, Gönc, Fony és Kéked térségében. Környezeti izotópos mérések adatai alapján pontosíthatóak voltak a felszín alatti áramlási rendszerek különböző rendű zónái jelentősen segítve ezzel a hévíz feltérás és a geotermikus energia hasznosítás lehetőségeinek körvonalazását. Nemzetközi érdeklődésre számot tartó kutatási eredményeket publikáltunk a repedezett kőzetekben kivitelezett, több szinten szűrőzött kutak próbaszivattyúzási vizsgálatok hidrodinamikai értékelésével, valamint a fenntartható víztermelés feltételrendszerének kialakításával kapcsolatban.

A mennyiségi monitoringként működő Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszert vízkémiai vizsgálatok által egy új kutatási iránnyal egészítették ki, amely segítséget nyújt a vízgyűjtő lehatárolás és a vízdomborzat térkép készítése során is. A javasolt új vízkészlet számítási módszer segítségével a mért vízszint adatok alapján tudják számítani a kőzetekben tárolt

pillanatnyi térfogati készleteket, ezzel segítve a Bükkből karsztvizet termelő vízmű vállalatok munkáját. A rendelkezésre álló hosszú mérési adatsorok lehetővé teszik a változó meteorológiai viszonyok hatásainak vizsgálatát a karsztvízszintekre. Szintén a hosszú távú mérési adatsorok előnyei használhatók ki a jelleggörbék előállításánál, amelyek a karszt kiürülésének folyamatát mutatják csapadékmentes időszakokban. A mérőhelyekre jellemző hidrográf görbéket a vízszintek előrejelzésére és az áramlási modellhez használhatják.

A felszínközeli édes- és termásvíz kutató fúrásokban végzett geofizikai mérések kiértékelésére új módszereket fejlesztettek. A fúrólukszelvények faktoranalízisével az agyagtartalom és a szivárgási tényező becslését valósították meg. E független eredmény tovább növeli a hidrogeológiai (tároló-) modellek megbízhatóságát. A tároló kőzetekben nyomásváltozás hatására a szeizmikus/akusztikus jellemzőkben bekövetkezett változás vizsgálatának keretén belül a nemzetközi vonatkozásban is érdeklődésre számot tartó akusztikus hiszterézis jelenségét leíró közetfizikai modell kifejlesztése valósult meg longitudinális hullámsebesség vonatkozásában. A Fourier transzformációs eljárás továbbfejlesztése és alkalmazása területén új eredmények születtek. Az eljárást mágneses adatok pólusra redukálásában alkalmazták és igazolták, hogy az új algoritmus igen jelentős zajelnyomó képességgel bír.

A „Gáztermelő kutak vízhozamának csökkentése mikroemulzióval” c. témában a kutatócsoport által kifejlesztett, extrém nagy viszkozitású gátképző rétegkezelési technológia sikeres üzemi kísérleteit követően a kutatás a technológia alkalmazhatóságának kiterjesztési lehetőségeinek irányában folytatódott. A nem-konvencionális szénhidrogének kitermeléséhez kapcsolódó, a hidraulikus rétegreperesztés műveletének optimalizálását célul kitűző módszertan kifejlesztése ígéretes, az ipar számára is érdeklődésre számot tartó iránynak bizonyult.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2015-ben is számos átfogó jellegű előadást tartottak, illetve összefoglaló anyagokat készítettek az ország víz és energiastratégiájával foglalkozó szakmai és ismeretterjesztő fórumai részére (MTA Földtani Tudományos Bizottság, MTA Energia Stratégiai Bizottság, MTA Hidrogeológiai Albizottság, MTA-DAB Hidrológiai Munkabizottság, MHT Hidrogeológiai Szakosztály, Energia Klub, MOL Szabadegyetem, MTA-MAB, stb.). A kutatás-fejlesztés akkumulált új eredményei szervesen beépülnek az ME Műszaki Földtudományi Karán folyó graduális és posztgraduális képzésbe, és hatékonyan támogatják a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola keretében folyó PhD képzést. A kutatócsoport tagjai tevékenyen részt vesznek a hazai Vízyűjtő Gazdálkodási Terv, a Nemzeti Vízstratégia, a Nemzeti Energiastratégia 2030 és az Erőműfejlesztési Cselekvési Terv által megfogalmazott feladatok megvalósításában. A kutatócsoport vezetője tagja az Országos Vizgazdálkodási Tanácsnak, illetve meghívott tagja az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsnak, továbbá 2015-ben részt vett a Kvassay Jenő Terv Szakmai Tanácsadó Testületének munkájában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Igen szoros az oktatási és kutatási együttműködés a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar valamennyi tanszékével. A kutatócsoport hidrogeológus tagjai tevékenyen vesznek részt az EFG (European Federation of Geologists) szervezet Hidrogeológiai Munkacsoportjának munkájában, amelynek egyik legfőbb célkitűzése az, hogy a vízföldtani kutatások legújabb eredményei gyorsan elérhetővé és használhatóvá váljanak vízellátási és vízgazdálkodási feladatok megoldásában. Bányászati szakmai kérdésekben több évtizedes kapcsolat alapján a Bányász Professzorok Társasága (Society of Mining Professors) ülésein, a Bányászati Világkongresszusok Szervező Bizottságában (WMC-IOC), a Leobeni Montanuniversität-en, a Kassai Műszaki Egyetemen és a Technical University of Freiberg bányászati egyetemen történtek szakmai konzultációk.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0017 pályázat. „Felszín alatti vízkészletek védelmével és hasznosításával kapcsolatos innovatív monitoring módszer együttes kidolgozása" (1) Kutatói Team munkájának megvalósítása. Futamidő: 2015. ápr. 1. - 2015. nov. 30. A kutatói team támogatási összege: 21 millió Ft.

OTKA pályázat (K 109441). A geofizikai mérési adatok inverziós feldolgozásának sorfejtéses diszkretizációra alapozott új módszerei. Futamidő: 2012. szept. 1- 2017. aug. 31. Támogatási összeg: 24.638 millió Ft

Ifjúsági OTKA pályázat (PD 109408). Fúrasi geofizikai módszerfejlesztés felszínközeli szerkezetek közetfizikai paramétereinek megbízhatóbb meghatározása érdekében. Futamidő: 2013. szept. 1- 2016. aug. 31. Támogatási összeg: 10.2 millió Ft.

KINDRA HORIZON 2020 Nemzetközi Konzorciumi Kutatási Pályázat. Knowledge Inventory for Hydrogeology Research. Projekt partner: Miskolci Egyetem. Futamidő: 2015. jan. 1. - 2017. dec. 31. Támogatási összeg: 80 000 Euro.

TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0030 pályázat. „A széndioxid geológiai formációkban történő elhelyezéseinek környezetbiztonságával kapcsolatos kutatások". Futamidő: 2015. máj. 1. - 2015. nov. 30. Támogatási összeg: 242 millió Ft.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szűcs P, Kompár L, Palcsu L, Deák J: Estimation of groundwater replenishment change at a Hungarian recharge area. *Carp J of Earth and Env Sci*, 10(4): 227-246 (2015) <http://193.6.1.94:9080/?docId=22607>
2. Szűcs P, Fejes Z, Zákányi B, Székely I, Madarász T, Kolencsikné Tóth A, et al. (1): Results of the WELLaHEAD Project connected to water and mining. Geothermal potential of the Tokaj-Mountains pilot test of passive acid mine drainage water management. *FOG - Freiberg Online Geology*, 40: 170-177 (2015) <http://193.6.1.94:9080/?docId=22600>
3. Székely F, Szűcs P, Zákányi B, Cserny T, Fejes Z: Comparative analysis of pumping tests conducted in layered rhyolitic volcanic formations. *J Hydrol*, 20: 180-185 (2015) <http://193.6.1.94:9080/?docId=22603>
4. Dobróka M, Szegedi H, Somogyi Molnár J, Szűcs P: On the Reduced Noise Sensitivity of a New Fourier Transformation Algorithm. *Math Geosci*, 47(6): 679-697 (2015) <http://link.springer.com/article/10.1007/s11004-014-9570-x>
5. Kovács A, Perrochet P, Darabos E, Szűcs P: Well hydrograph analysis for the characterisation of flow dynamics and conduit network geometry in a karst aquifer, Bükk Mountains, Hungary. *J Hydrol*, 530: 484-499 (2015) <http://193.6.1.94:9080/?docId=22606>
6. Szabó N P, Kiss A, Halmágyi A: Hydrogeophysical characterization of groundwater formations based on well logs: Case study on cenozoic clastic aquifers in East Hungary. *Geosciences and Engineering*, 4(6): 45-71 (2015) <http://midra.uni-miskolc.hu/?docId=22280>
7. Somogyi Molnár J, Kiss A, Dobróka M: Petrophysical models to describe the pressure dependence of acoustic wave propagation characteristics. *Acta Geod Geophys*, 50(3): 339-352 (2015) <http://193.6.1.94:9080/?docId=22737>

MTA–MTM–ELTE PALEONTOLOGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pálffy József, az MTA levelező tagja
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2129; fax: (1) 381 2130; e-mail: palfy@nhmus.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport a bioszféra múltbeli fejlődéstörténetének megismeréséhez járul hozzá nemzetközi hatású őslénytani kutatómunkával és publikációs tevékenységgel.

A folyó kutatások zöme az alábbi témákra irányul: 1) a középső triász adaptív radiáció jellemzése, 2) a triász végi és kora jura kihalási események kiváltó okainak feltárása, 3) a jura-kréta határ és a kora kréta biotikus és környezeti eseményei, 4) az eocén végi lehűlés hatása a Középső-Paratethys tengeri és a környező területek szárazföldi élővilágára, 5) a Pannon-tó késő miocén endemikus puhatestű faunájának vizsgálata az öskörnyezeti és ősföldrajzi fejlődéstörténet feltárása céljából, 6) a Villányi-hegység pleisztocén gerinces faunáinak vizsgálata, valamint a Kárpát-medencéből és tágabb környezetéből ismert emlősfaunák kapcsolata a jégkorszaki klímaváltozásokkal, és 7) késő pleisztocén és holocén éghajlatváltozások nyomozása a Kárpát-medencében, hegyvidéki és síkvidéki tavi üledékek pollenvizsgálata alapján. A kutatócsoport munkájának eleme posztdoktori ösztöndíj támogatásával egyes negyedidőszaki gerincesek Kárpát-medencebeli együtteseinek fejlődéstörténetének rekonstrukciója és a ma élő, természetvédelmi szempontból nagy jelentőségű fajok elterjedési mintázatainak kutatása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az elmúlt év folyamán munkatársaink tovább bővítették a törökországi Mersin mélangéban található Tavuscayiri blokk páratlan gazdagságú radiolaria faunájának ismeretét: 9 új genust és 27 új fajt írtak le két tudományos közleményben.

A triász/jura határon és a kora jurában történt kihalási eseményekhez köthetően kimutatták a spirális kartámasztóvázú brachiopodák szelektív érintettségét, valamint a kréta időszakban a zooxanthellata és az oxanthellata korallok környezeti preferenciájának szétválását.

A tengeri kihaláshoz vezető kora jura anoxikus esemény üledéksorának legjobb hazai lelőhelyén nagyfelbontású szénizotópos és más geokémiai elemzéseket végeztek. Kimutatták, hogy a szénkörforgás zavarát jelző negatív szénizotóp-anomália kezdete megelőzi a szervesanyagdús üledék lerakódását, és az esemény időtartama 192–262 ezer év közé esett.

Befejezték az egyik legfontosabb kainozoikumi paleoklimatológiai esemény, az eocén/oligocén határon kimutatható globális lehűlési folyamat hatásainak vizsgálatát a Paratethys magyarországi részmedencéiben. A Cserépváralja-1 és Kiscell-1 fúrások anyagában bentosz és plankton foraminiferák sokváltozós adatelemzéséből és a vázak stabilizotóp-geokémiai vizsgálatainak eredményeiből arra a megállapításra jutottak, hogy a globális lehűlési folyamat a részlegesen elszigetelt paratethysi területeken is egyértelműen kimutatható. Az anomálian alacsony stabilizotóp értékeket a regionális paleo-oceanográfiai és paleoklimatológiai folyamatok felerősödésével magyarázták.

Részben saját gyűjtésű anyag (MTM), részben szénhidrogén-kutató mélyfúrásokból származó puhatestű-maradványok (MFGI) vizsgálata alapján kiegészítették és pontosították a Pannon-tó endemikus puhatestű faunájára vonatkozó ismereteket. Folytatták a Cardiidae család

képviselőinek taxonómiai revízióját és a stabilizotópos vizsgálatok környezeti értelmezését, tanulmányt publikáltak a Cardiidae család szerepéről az ősföldrajzi rekonstrukciókban. Megkezdtek a puhatestű fauna és a szeizmikus fáciesek korrelációját. Szedimentológiai adatok felhasználásával azonosították az egykori környezeteket és azok térbeli és időbeli változásait, elsősorban a delták mozaikos kifejlődésű üledékképződési környezetek vonatkozásában (pl. Balaton-felvidék, Mecsek, Gerecse).

Elvégezték a negyedidőszaki klímaváltozások nyomon követésére jól felhasználható, klasszikusnak számító, főleg villányi-hegységi fosszilis gerinces faunák újraértékelését. Befejeződött a *Mimomys-Arvicola* evolúciós vonalhoz tartozó pocok morfológiai és taxonómiai feldolgozása a Somssich-hegy 2-es, a Villány 5-ös és Villány 8-as lelőhelyekről. Új módszert dolgoztak ki erre a csoportra, így el tudták különíteni az ontogenetikai és evolúciós változásokat. A módszert alkalmazták egyéb gyökeres fogú pocokfajokra is. Elkészült a Csarnóta 3-as lelőhely kisemlős faunájának taxonómiai és paleoökológiai vizsgálata és összehasonlítása a Csarnóta 2-es lelőhellyel. Az eredmények alapján a két lelőhely kora megegyezik. Az ESR mérések alapján a Somssich-hegy alsó és felső rétegei között körülbelül 200 ezer év korkülönbséget mutattak ki.

Megjelentettek egy, a Déli-Kárpátokra vonatkozó nyári középhőmérséklet rekonstrukciót, mely az elmúlt 11500 évről ad nagyfelbontású hőmérsékleti adatsort. A Déli-Kárpátok térségében a nyári középhőmérséklet holocén változása szorosán követte a nyári inszolációs görbe 45. szélességi fokra számítható görbét, ellentétben Európa atlanti és mediterrán területeivel, ahol a nyári középhőmérséklet nincs ilyen szoros összefüggésben az inszolációval.

Először közöltek adatokat a Retyezát-hegység elmúlt 11500 évének vertikális erdődinamikájáról. Kimutatták, hogy a hegységben körülbelül 8000 és 3000 évek között a mainál ~150-200 méterrel magasabban húzódott a fahatár. Ennek 3000 éve bekövetkezett csökkenése elsősorban klimatikus okokra vezethető vissza, és csak másodlagosan a legeltető állattartás fokozódására. A Központi- és Déli-Alpokkal összevetve a Déli-Kárpátok fahatár-fluktuációja a holocénben kisebb amplitúdójú volt, ami a hegység atlanti klímajellegével indokolható.

Az őslénytani és régészeti leletanyag együttes tanulmányozása alapján kimutatták, hogy az emlősközösségek holocénben lezajlott változásai során két markáns, „megafauna kihalás” jellegű eseményt lehet azonosítani a Kárpát-medencében. A rézkor és bronzkor átmenete körüli időszakban a füves élőhelyekhez köthető emlősfajok nagyarányú eltűnése, majd az i.sz. 16-18. században az erdőlakó nagyemlősök kipusztulása zajlott. A rendelkezésre álló ismeretek alapján ezen esemény hátterében nem klimatikus okok álltak, hanem az emberi tevékenység játszott meghatározó szerepet.

Elemezték a recens gerinctelen fajok kihalási kockázatát az ősmaradvány-rekordjukból megismert földrajzi elterjedésük változásainak tükrében. Az elemzett fajok együttes skálázott elterjedési idősorai a várt szimmetrikus képet mutatják, utalva arra, hogy sok mai gerinctelen már túl van a földtörténeti időben mutatott maximális földrajzi elterjedésén. Az elkészült kézirat új megközelítést adja a kihalási kockázat kérdésének, és javasolja a fosszilis adatok fegyelemben vételét az IUCN vörös listájának kritériumrendszerében.

b) Tudomány és társadalom

A tárgyévben az MTA Környezetvédelmi Tudományos Ifjúsági Pályadíjjal ismerte el azokat a kutatásokat, melyek egy veszélyeztetett emlősfaj, a földikutya természetvédelmi biológiájára

irányultak, melyeknek eredményei több sajtó- és média-megjelenés kapcsán is nyilvánosságot kaptak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport vezetőjén kívül több tag is részt vesz az ELTE-n folyó oktatásban BSc, MSc és PhD kurzusok tartásával, TDK, BSc, MSc és PhD témavezetéssel, továbbá szakdolgozatok és doktori disszertációk bírálatával. Ismét felélénkült a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetemmel való oktatási együttműködés. A hazai társintézmények közül aktív együttműködés folyt az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézetével.

A kutatómunka során nemzetközi együttműködés folyt amerikai, angol, francia, német, cseh, lengyel és romániai kutatókkal. Kiemelendő a Román Tudományos Akadémia kolozsvári Barlangkutató Intézetével, a frankfurti Biodiverzitás- és Klímakutató Központtal, a prágai Károly Egyetemmel, valamint az erlangeni Friedrich-Alexander Egyetemmel folytatott szoros munkakapcsolat.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA pályázatot nyertek „A pannóniai emelet rétegtana a Dél-Dunántúlon” címmel. A kutatási program elsődleges célja a fiatal pannóniai üledékes képződmények rétegtani (kronosztratigráfiai) tagolásának és korolásának megteremtése életrétegtani, szeizmikus rétegtani, mágnésrétegtani, és kísérleti stádiumban lévő Be-izotópos geokronológiai módszerekkel.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Csorba G, Krivek G, Sendula T, Homonnay ZG, Hegyeli Zs, Sugár Sz, Farkas J, Stojnić N, Németh A: How can scientific researches change conservation priorities? A review of decade-long research on blind mole-rats (Rodentia: Spalacinae) in the Carpathian Basin. *Therya*, 6 (1): 103–121. (2015) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=402336276007>
2. Kiessling W, Kocsis TÁ: Biodiversity dynamics and environmental occupancy of fossil azooxanthellate and zooxanthellate scleractinian corals. *Paleobiology*, 41 (3): 402–414. (2015) <http://real.mtak.hu/29646/>
3. Kocsis T Á, Ságghi K, Pálfy J: A Paleobiology Database szerepe a modern őslénytani kutatásban. *Földtani Közlöny*, 145 (1): 85–98. (2015) <http://real.mtak.hu/23296/>
4. Ozsvárt P, Moix P, †Kozur H W: New Carnian (Upper Triassic) radiolarians from the Sorgun Ophiolitic Mélange, southern Turkey. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 277 (3): 337–352. (2015) <http://real.mtak.hu/30036/>
5. Sztanó O, Sebe K, Csillag G, Magyar I: Turbidites as indicators of paleotopography, Upper Miocene Lake Pannon, Western Mecsek Mountains (Hungary). *Geologica Carpathica*, 66 (4): 331–344. (2015) <http://real.mtak.hu/26018/>
6. Tóth M, Magyari E K, Buczkó K, Braun M, Panagiotopoulos K, Heiri O: Chironomid-inferred Holocene temperature changes in the South Carpathians (Romania). *The Holocene*, 25 (4): 569–582. (2015) <http://real.mtak.hu/22236/>

MTA–PE LEVEGŐKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gelencsér András, az MTA doktora
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
telefon: (88) 626 055; e-mail: gelencs@almos.uni-pannon.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport kutatási tervének speciális mintavevő berendezést fejlesztettek ki a PM10 jelentős tömeghányadát kitevő reszuszpendált por vizsgálatára, meghatározták annak tulajdonságait és elsődleges forrásainak hozzájárulását. Meghatározták a PM10 szabványos mérésében a légköri víz által okozott rendszeres hibát. Számításokkal tanulmányozták a légnedvesség az aeroszol optikai tulajdonságaira gyakorolt hatását. A talaj mikroszkopikus gombaközösségét az aeroszolképző illékony vegyületek korábban soha le nem írt forrásként azonosították, mérésekkel megbecsülték a kibocsátás fluxusát. Légköri nukleációs események mechanizmusára állítottak fel elméletet hosszú idősor mérései alapján. Nemzetközileg elsőként bizonyították laboratóriumi kísérletekben a biomassza égetés során nagy számban keletkező speciális koromrészecske típus, a fényt elnyelő kátránygömbök keletkezési mechanizmusát és elnyelési tulajdonságait. Nemzetközileg először határozták meg a jellemző részecskefajták veszélyességére jellemző közvetlen és a környezetileg releváns ökotoxikológiai hatást. A kutatócsoport célja 2015-ben a PM10 tömegkoncentráció mérésére szolgáló módszerek víztartalom által okozott mérési hibájának meghatározása, kiküszöbölésére szolgáló mintavételi és mérőrendszer kialakítása volt. További kutatási célja a légköri nukleáció jellemzőinek meghatározása volt részecske spektrométerrel háttérlevegőben. Nyomjelző vegyületek meghatározásával kívánta vizsgálni a madarak ürülékéből származó részecskék hozzájárulását a városi aeroszol belélegezhető frakciójához. Célja a reszuszpendált városi aeroszol baktérium tartalmának új generációs szekvenálási (NGS) módszerrel történő vizsgálata volt a baktériumközösség fajösszetételének meghatározása céljából, valamint légköri aeroszol minták genotoxikológiai vizsgálata kansperma tesztprotokoll segítségével. A kutatócsoport légköri kátránygömbök abszorpciós és kémiai tulajdonságait kívánta jellemezni.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport tagjai az új részecske képződés gyakoriságát vizsgálták háttérlevegőben a 2008 és 2014 közötti időszakra vonatkozó adatok alapján. Megállapították, hogy a vizsgált napok mintegy 19%-ában volt nukleációs esemény, elsősorban a március-május és az augusztus-október hónapokban. Trajektória elemzésekkel kiegészítve kimutatták, hogy a keletkezések időszakában az uralkodó szélirány jellemzően dél-délkelet irányú, ami a kén-dioxidot tartalmazó csóvák légköri transzportjának a szerepét valószínűsíti.

2015-ben folytatták a jelenleg szabványos PM10 tömegkoncentráció mérésére szolgáló módszer, légköri víztartalom miatt fellépő mérési hibájának meghatározását. Terepi mérések során megállapították, hogy a műszerben alkalmazott üvegszálalás szűrő higroszkópos viselkedést mutat, a szűrő tömegváltozásában órás időbeli felbontás mellett napi ingadozás figyelhető meg. Ez nappali időszakban negatív, míg az éjszakai időszakban pozitív eltérést okozhat, olyan mértékben, hogy nappal akár negatív órás aeroszol tömegkoncentráció is mérhető! A kutatócsoport munkatársai a terepen megkezdték a víz zavaró hatását kiküszöbölő mérőrendszer kialakítását.

A Szegedi Tudományegyetem munkatársaival együttműködve a kutatócsoport tagjai az általuk korábban kifejlesztett ökotoxikológiai vizsgálati módszert alkalmazták városi PM₁₀ aeroszol minták, illetve különböző típusú, biodízel üzemanyaggal működő gépjárművek kibocsátásából származó aeroszol minták ökotoxicitásának vizsgálatára. A mintavételek során gyűjtött környezeti aeroszol mintákból különböző kémiai komponensek – pl. teljes szén, levoglukozán (LGS), vízdoldható szerves ionok és poliaromás szénhidrogének – koncentrációját mérték, illetve meghatározták minden aeroszol minta ökotoxikológiai hatását (EC₅₀). A gépjárművek kibocsátásából származó aeroszol minták ökotoxikológiai hatására vonatkozóan megállapították, hogy a biodízel üzemanyag hozzájárulásának növekedésével az ökotoxicitás is növekszik. A városi légköri aeroszol minták esetén pedig bizonyították, hogy a LGS – mint a fatüzelés nyomjelző vegyülete – és az aeroszol minták ökotoxicitása között jelentős összefüggés figyelhető meg.

A kutatócsoport az elemi- és fázis összetételre vonatkozó eredmények alapján meghatározta a városi reszuszpendálható PM₁₀ aeroszol forrásait, illetve kémiai forrásprofilját mintavételi hely és évszak szerinti bontásban. Receptor modellezés alkalmazásával megállapították, hogy a talaj (26–31%) mellett az építkezési munkálatok hozzájárulása a PM₁₀ tömegkoncentrációjához 33–41% közé tehető. A kutatócsoport munkatársai feltételezik, hogy a reszuszpendálható városi por egy része a madarak és emlősök kiszáradt ürülékéből származhat, ami komoly fertőzésveszélyt és egészségkárosító kockázatot jelent. A kutatócsoport tagjai új gázkromatográfia-tömegspektrometria módszert fejlesztettek ki szakirodalom alapján galambürülékből származó szerves markervegyületek meghatározására, amellyel szteránvázis vegyületeket és epesavakat azonosítottak, melyek jó nyomjelző vegyületei lehetnek az ürülékek légköri hozzájárulásának.

A kutatócsoport istállóban gyűjtött reszuszpendált aeroszol mintát is vizsgált, melynek célja a baktériumközösség általános jellemzése mellett annak megállapítása volt, mekkora a kockázata annak, hogy a reszuszpendált por olyan patogéneket is közvetít, amelyek kockázatot jelenthetnek az istállózott lovak egészségére. Ilyen jellegű vizsgálatokhoz az NGS alkalmazása újdonság. Megállapították, hogy legnagyobb részarányal a *Staphylococcus* genus fordul elő, ezek közül is a *S. succinus*. A *Staphylococcus* genusban patogén szerkezetet nem találtak.

A kutatócsoport vizsgálta dízel üzemű gépjárművek kibocsátásából származó aeroszol minták genotoxikus hatását finn kutatók által kifejlesztett flow citometriás kansperma teszttel. Enyhe fokú genotoxicitást észleltek, ami a megnövekedett oxidatív DNS károsodással hozható kapcsolatba. Bizonyították, hogy bizonyos sejt paraméterekre (mitokondriális membrán potenciál, DNS állapot) hatással vannak a vizsgált minták.

Különböző fajták száraz lepárlásával nyert kátrányból a korábbi évek tapasztalatait felhasználva laboratóriumi körülmények között kátránygömböket állítottak elő. A laboratóriumban előállított kátránygömbök fényabszorpciós tulajdonságait tanulmányozták az infravörös tartományban is. Megállapították, hogy 880 és 950 nm-es hullámhosszakon a kátránygömbök egységnyi tömegkoncentrációra jutó abszorpciója jelentős. Tekintve, hogy a kátránygömbök nem elhanyagolható mennyiségben keletkeznek a biomassza égetése során, ezek éghajlati hatásával számolni kell, valamint figyelembe kell venni, ha a korom mennyiségét az infravörös abszorpció mérésével határozzák meg.

b) Tudomány és társadalom

Középiskolások számára meteorológiai és levegőkémiai tárgyú ismeretterjesztő előadásokat tartottak középiskolákban, a Kutatók éjszakája valamint a Pannon Egyetem által rendezett Környezettudományi Diáktábor programjain. A kutatócsoport vezetője „Füstbe ment bolygó” címmel ismeretterjesztő könyvet jelentetett meg a Pannon Egyetemi Kiadó gondozásában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kátránygömbök kémiai összetételét a Szegedi Tudományegyetemmel együttműködésben vizsgálják. A kutatócsoport tagjai részt vettek a Kémiai környezetvizsgáló módszerek című tárgy oktatásában, BSc és MSC szakdolgozatok témavezetésében, a „Kémiai és Környezettudományok Doktori Iskola” munkájában, valamint az Országos Tudományos Diákköri konferencián pályamunka bírálójaként.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport 31 tagból álló nemzetközi konzorcium tagjaként támogatást nyert el az „Aerosols, Clouds, and Trace Gases Research Infrastructure (ACTRIS-2)” elnevezésű projektben, amelynek futamideje 48 hónap 2015.05.01-től kezdődően, az elnyert támogatás összege 40.000 euro.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gelencsér A: Füstbe ment bolygó, Pannon Egyetemi Kiadó, ISBN 978-963-396-069-1 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/23967>
2. Németh Z Pósfai M Nyirő-Kósa I Aalto P Kulmala M Salma I: Images and properties of individual nucleated particles. Atmospheric Environment (123). 166-170. ISSN 1352-2310 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/30255>
3. Hoffer A Tóth A Nyirő-Kósa I Pósfai M and Gelencsér A: Light absorption properties of laboratory-generated tar ball particles, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 15, 16215–16234, doi:10.5194/acpd-15-16215-201 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32981>
4. Krassován K Kertész Zs Imre K Gelencsér A: Indirect Evidence for the Presence of Secondary Phosphorus in Continental Fine Aerosol Arosol and Air Quality Research, 15:(1) 38-45. (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32934>
5. Yttri KE Schnelle-Kreis J Maenhaut W Abbaszade G Alves C Bjerke A et al. (28, Hoffer A, Kiss G): An intercomparison study of analytical methods used for quantification of levoglucosan in ambient aerosol filter samples, Atmos. Meas. Tech., 8, 125-147, doi:10.5194/amt-8-125-2015 (2015) <http://real.mtak.hu/id/eprint/32958>

MTA-PTE MOLEKULÁRIS KÖLCSÖNHATÁSOK AZ ELVÁLASZTÁS-TUDOMÁNYBAN KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Felinger Attila, az MTA doktora
7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

telefon: (72) 501 500/24582; fax: (72) 501 518; e-mail: felinger@ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az ötéves kutatási tervben célul tűzték ki a folyadékkromatográfias elválasztási folyamatok részleteinek feltárását, illetve elektroforézis esetén a kapillárisban lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok megértését, hiszen azok alapvetően befolyásolják a retenciót, a szelektivitást, illetve a csúcsok alakját és szélesedését, ennél fogva az elválasztás hatékonyságát. Kutatásuk célja, hogy a nemlineáris és a lineáris kromatográfia módszereivel is jellemezzék a molekuláris kölcsönhatásokat, apoláris és poláris állófázisok alkalmazásakor egyaránt. Ezen túlmenően a kapilláris elektroforézis módszereit is felhasználják a molekuláris kölcsönhatások jellemzésére.

A környezeti, biológiai, és egyéb eredetű analitikai minták rendkívül összetettek, nagyszámú komponenst tartalmaznak. Ezen minták analitikai vizsgálatai során olyan elválasztási rendszerekre van szükség, amelyek nagy hatékonyságot, nagy csúcskapacitást biztosítanak. A modern folyadékkromatográfia gyakorlatában számos fázisrendszer, számos állófázis érhető el.

2015-ben elsősorban azt tanulmányozták, hogy az elválasztás hatékonysága a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiában, illetve a szuperkritikus fluidkromatográfiában mennyiben hasonló, illetve különböző. Tanulmányozták makrociklusos vegyületek megkötődési mechanizmusát, illetve a héjszerkeztű állófázisok alkalmazhatóságát preparatív kromatográfiában.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az adatgyűjtés frekvenciájának hatása a digitalizált kromatogramokra

A modern ultrahatékonyságú elválasztások a folyadékkromatográfiában gyors adatgyűjtést igényelnek. Az adatgyűjtés frekvenciájának hatását gyakran félremagyarázzák. Kutatásaik alapján bebizonyították, hogy a digitalizálás során bekövetkező „alulmintavételezés” nem szélesíti a csúcsokat. A felhasználó sajnos gyakran nincs birtokában annak az információnak, hogy az analitikai műszerekkel szállított adatfeldolgozó software csomagok nem dokumentált számításokat is tartalmaznak.

Megállapították, hogy a modern műszerek detektorai általában alkalmatlanok annak bemutatására, hogy az elégtelen frekvenciával végzett digitalizálás milyen hatással van a csúcsok alakjára.

Kromatogramok feldolgozása kétdimenziós korrelációs elemzéssel

A kétdimenziós korrelációt eddig csak elvéve alkalmazták folyadékkromatográfiában. Ezzel szemben a spektroszkópiai alkalmazása jelentős. Rámutattak arra, hogy a különböző kromatogramokban megtalálható hasonlóság, különbözőség a kétdimenziós korrelációval jól

jellemezhető. Szinkron és aszinkron korrelációs térképek kiszámításával nyomon követhető az egyes mérések közötti jelváltozás. Megmutatták, hogy a kétdimenziós korreláció és a főkomponens elemzés alapján azonos vagy hasonló következtetésekre juthatnak.

Szuperkritikus fluid kromatográfia és nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia összehasonlítása

Alkilbenzolok retencióját tanulmányozták fordított fázisú folyadékkromatográfiában és szuperkritikus fluid kromatográfiában, ugyanazon oszlopot (állófázist) alkalmazva. Az eredményeik alapján megállapították, hogy szuperkritikus fluid kromatográfiában az anyagátadási sebesség sokkal szélesebb határok között változik, mivel a mozgófázis sűrűsége nagymértékben befolyásolja a retenciót. A minimális tányérmagasság, vagyis a maximális hatékonyság nem különbözik szuperkritikus fluid kromatográfiában és nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfiában.

Makrociklusos vegyületek retenciós mechanizmusa fordított fázisú folyadékkromatográfiában

Hasonló méretű makrociklikus vegyületek – rezorcinarén és kavítand – retenciójában hatalmas különbséget találtak. A molekulaszervezetek merevsége, illetve rugalmassága nagymértékben befolyásolja a kromatográfiás viselkedést. A retenció hőmérsékletfüggése alapján megállapították a megkötődés entalpiáját és entrópiáját.

Héjszerkezetű állófázisok alkalmazása és optimalizálása preparatív kromatográfiában

Héjszerkezetű (tömörmagvú) állófázisok alkalmazhatóságát tanulmányozták preparatív folyadékkromatográfiában. Az állófázis szemcseméretét, illetve a porózus héj és tömör mag méretének arányát optimalizálták. Megállapították, hogy abban az esetben, amikor az elválasztás valamennyi paramétere optimalizálható (oszlophossz, átmérő, szemcseméret, áramlási sebesség, stb.) a tömörmagvú töltetek nem mutatnak előnyös tulajdonságokat a teljesen porózus töltetekhez képest.

Az általános felhasználási céllal gyártott előre töltött preparatív oszlopok esetén azonban a tömörmagvú preparatív töltetek előnyösek lehetnek.

b) Tudomány és társadalom

Kutatómunkájuk jellegéről, az elválasztástudomány alapjairól a Pécsi Tudományegyetem és az UnivTV szervezésében folyó *Nyitott egyetem* sorozatban „Az elválasztás művészete” címmel tartott tudománynépszerűsítő előadást a kutatócsoport vezetője 2015. november 10-én.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A folyadékkromatográfiás állófázisok jellemzése témakörben szoros együttműködést folytattak a University of Ferrara Kémia Tanszékén dolgozó egyik professzorral. Az együttműködésből 2015-ben egy közös közlemény született, amely 2016-ban jelenik meg.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA 106044: A folyadékkromatográfia molekuláris kölcsönhatásainak vizsgálata, 2013-2016, 41 M Ft.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Felinger A, Kilár A, Boros B: The myth of data acquisition rate. *Analytica Chimica Acta*, 854: 178-182 (2015)
2. Simon J, Felinger A: Two-dimensional correlation analysis of the reproducibility of high-performance liquid chromatography columns. *Journal of Chromatography A*, 1384: 115-123 (2015)
3. Lambert N, Felinger A: Performance of the same column in supercritical fluid chromatography and in liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1409: 234-240 (2015)
4. Bartó E, Prauda I, Kilár F, Kiss I, Felinger A: Retention behavior of resorcinarene-based cavitands on C₈ and C₁₈ stationary phases. *Journal of Separation Science*, 38: 2975-2982 (2015)
5. Horváth K, Felinger A: Influence of particle size and shell thickness of core-shell packing materials on optimum experimental conditions in preparative chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1407: 100-105 (2015)
6. Horváth K, Sepsey A, Hajós P: Solvent minimization in two-dimensional liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1378: 32-36 (2015)

MTA–PTE NAGYINTENZITÁSÚ TERAHERTZES KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Hebling János, az MTA doktora
7623 Pécs, Ifjúság útja 6.

telefon: (72) 501 528; fax: (72) 501 571; e-mail: hebling@fizika.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási terv a következő témákat tartalmazza:

THz-es impulzusok előállítása hullámvezető struktúrában.

Extrém nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítása.

Terahertzes spektroszkópia alkalmazása kulturális örökségvédelemben, illetve biológiai anyagok vizsgálatában.

THz-es pumpa – próba vizsgálatok.

Nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítása és felhasználása attoszekundumos impulzusok hatékonyabb keltésére.

Töltött részecskék gyorsítása extrém nagy térerősségű THz-es impulzusokkal.

A terv szerint az első téma 2014-ben, a második és ötödik 2015-ben fejeződik be, a többi az ötödik évig tart. 2015-ben tehát az utolsó öt téma volt aktuális.

A kutatócsoport általános feladatának tekintette, hogy a nagyintenzitású THz-es impulzusok előállításában meglévő vezető szerepét megőrizze, azaz a nagyenergiájú THz-es impulzusforrásokat továbbfejlessze, és keresse az ilyen impulzusok alkalmazási lehetőségeit.

A kutatócsoport mindegyik tagja jelentős oktatási tevékenységet is végzett a PTE Fizikai- illetve Biofizikai Intézetében.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport legjelentősebb kísérleti eredménye 2015-ben az „Extrém nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítása” témakörében született. A korábbi években modellszámolásokkal, beszerzésekkel és technológiai fejlesztési megbízással előkészített téma keretében félvezető kontakt-rácsos elrendezést alkalmazva sikerült THz-es impulzusokat előállítani. A méréseket a Berni Egyetemen és a Bécsi Műszaki Egyetemen végezték el a kutatócsoport tagjai. Ez az új típusú THz-es forrás nagyon hatékonynak bizonyult: segítségével hatszor nagyobb hatásfokkal lehetett THz-es impulzusokat előállítani, mint korábban bármely félvezetővel, és százszor nagyobb hatásfokkal, mint ZnTe-al. Az elrendezés nagy előnye, hogy skálázható, nagyobb pumpáló energia esetén a megvilágított felület arányos növelésével az előállított THz-es impulzusok energiája tetszés szerint növelhető. Ezekről az eredményekről összefoglalót küldtek be a CLEO 2016, és az Ultrafast Phenomena 2016 konferenciákra, és egy kéziratot a nagy impakt faktorú Nature Photonics folyóiratba.

Egy THz pumpa-THz próba elrendezés építéséhez kapcsolódóan megvizsgálták a lítium-niobát THz forrás kimenetének térbeli tulajdonságait mind a közeli, mind a távoli zónában. Méréseik feltárták a THz nyaláb ellipticitásának és divergenciájának nem várt, számottevő torzulását nagyobb pumpáló intenzitások esetében. Numerikus számolásokkal megmutatták, hogy a megfigyelt nemlineáris nyalábtorzulás oka az intenzív THz-es tér visszahatása a pumpáló lézerpulzusokra és a THz keltés kölcsönhatási hosszának ebből eredő

intenzitásfüggése. A THz nyaláb paramétereinek pontos ismerete az alkalmazások szempontjából nagyon fontos. Intenzív THz-es impulzusokat előállító források és ezeket használó elrendezések általában tartalmaznak (véges apertúrájú) leképező vagy egyéb optikákat, illetve szükség lehet a pumpáló intenzitás változtatására is. A nyalábparaméterek nagymértékű, intenzitásfüggő megváltozása jelentősen befolyásolhatja pl. THz-es optikai rendszerek spektrális átvitelét is.

Fontos eredmény volt annak megmutatása, hogy a kutatócsoport 2014-es Phys. Rev. Lett. cikkében bemutatott elrendezés kis módosításával elvileg vivő-burkoló-fázis (VBF) stabil circularisan polarizált attoszekundumos XUV-VUV impulzusokat lehet előállítani (Optics Letters). A kísérleti körülmények reális ingadozását is figyelembe vevő intenzív numerikus szimulációk eredménye szerint a VBF ingadozása az előállított sugárzás hullámhosszának függvényében nem haladja meg a $15 \div 40$ mrad értéket (PRST-AB beküldve).

A „Töltött részecskék gyorsítása extrém nagy térerősségű THz-es impulzusokkal” témakörben végzett numerikus szimulációk szerint 1 MeV energiájú elektroncsomagokat lehet előállítani nagy térerősségű, és megfelelő időbeli lefutású THz-es impulzusokkal. E nagy jelentőségű megoldás szabadalmaztatásának ez előkészítését elkezdték.

A kutatócsoport a LiNbO_3 és TeO_2 mintákon (JIMMTHz), valamint biológiai és kémiai mintákon végzett lineáris terahertzes spektroszkópiai méréseket.

A kutatócsoport tagjai 2015-ben egy leképezést és kontakt-rács struktúrát egyaránt tartalmazó THz-es impulzusforrásra nyújtottak be szabadalmi kérvényt. Ez az elrendezés kiküszöböli, vagy jelentősen csökkenti a csak leképezést, illetve csak kontakt-rácsot tartalmazó elrendezések elvi, illetve technológiai hibáit és nehézségeit, és lehetővé teszi nagyobb energiájú és jobb nyalábminőséggel rendelkező THz-es impulzusok előállítását.

2015-ben a kutatócsoport tagjai által korábban beadott három magyar és egy US szabadalmat fogadtak el.

b) Tudomány és társadalom

Ebben az évben a kutatócsoport több tagja részt vett a kutatók éjszakája rendezvényen, illetve középiskolai szakmai napokon előadásokat tartott. A kutatócsoport több tagja szervezésével és részvételével valósultak meg a Fény Nemzetközi Éve Baranya megyei rendezvényei.

A kutatócsoport több tagja részt vett a Siófokon 2015. június 7-10. között megrendezett Optika Nyári Iskola szervezőbizottságában.

A kutatócsoport egyik tagja részt vett az OTKA Fizikai zsűrijének munkájában.

A dél-dunántúli régió médiumaiban többször jelent meg újságcikk, riport a kutatócsoport által elért eredményekről. Az Innotéka magazinban tájékoztatták törekvéseikről és eredményeikről a hazai innovációs élet szereplőit.

A kutatócsoport vezetője az egyciklusú nagy intenzitású terahertzes impulzusok előállítása és alkalmazása terén elért kimagasló eredményei, valamint a nemlineáris optikában és lézerfizikában végzett több évtizedes iskola- és műhelyteremtő tevékenysége elismeréseként Széchenyi-díjat kapott.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A Technische Universität Wien Institut für Photonik egyik csoportjával több közös kísérletet végeztek 1,7 μm hullámhosszú gerjesztésű ZnTe kontaktrácsos THz-es forrás megvalósítása érdekében.

Az Universität Bern Institut für Angewandte Physik egyik csoportjával közös kísérleteket végeztek félvezető alapú THz-es forrás megvalósítására.

A Scitech Precision céggel együttműködve fejlesztést hajtottak végre félvezető alapú nagyenergiájú kontaktrácsos THz –es forrás fejlesztése érdekében.

Az AmpLight KG osztrák vállalkozással közös kutatást végeztek THz-es elrendezések gerjesztésére szolgáló elrendezések fejlesztésére.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A PTE Fizikai Intézete - amelyen belül a kutatócsoport működik - megkötötte az ELI-ALPS Kft.-vel a korábban létrejött K+F megállapodásának második ütemére vonatkozó szerződését.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Lombosi Cs, Polónyi Gy, Mechler M, Ollmann Z, Hebling J, Fülöp JA: Nonlinear distortion of intense THz beams. New Journal of Physics, 17: 083041 (2015) MTMT: 2949127, REAL: 29212
2. Pálfalvi L Z, Fülöp JA, Hebling J: Absorption-reduced waveguide structure for efficient THz. Applied Physics Letters, 107: 233507 (2015) MTMT: 3017842, REAL: 33494
3. Tóth Gy, Tibai Z, Nagy-Csiha Z, Márton Zs, Almasi G, Hebling J: Circularly polarized carrier-envelope-phase stable attosecond pulse generation based on coherent undulator radiation. Optics Letters, 40: 7317-4320 (2015) MTMT: 2948564, REAL:33495
4. Unferdorben M, Szaller Z, Hajdara I, Hebling J, Pálfalvi L: Measurement of refractive index and absorption coefficient of congruent and stoichiometric lithium niobate in the terahertz range. Journal of Infrared Millimeter and Terahertz Waves, 36: 1203-1209 (2015) MTMT: 2901681, REAL:33496
5. Lengyel K, Péter Á, Kovács L, Corradi G, Pálfalvi L, Hebling J, et al. (11): Growth, defect structure, and THz application of stoichiometric lithium niobate. Applied Physics Reviews, 2: 040601 (2015) MTMT: 2968954, REAL: 33493

MTA-PTE SZELEKTÍV KÉMIAI SZINTÉZISEK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kollár László, az MTA doktora
7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

telefon: (72) 503 600/24153; fax: (72) 501 518; e-mail: kollar@gamma.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 2012 júliusában alakult meg. A benyújtott pályázatban a kutatócsoport tagjai legfontosabb feladatként olyan új típusú homogénkatalitikus reakciók kifejlesztését jelölték meg, amelyek elsősorban kismolekulák (CO, CO₂, H₂) aktiválásával járnak, továbbá alkalmasak arra, hogy többlépcsős, esetenként gyakorlati fontosságú kémiai szintézisek kulcsreakcióiként szolgáljanak. Hagyományos nagyszelektivitású és modern (homogénkatalitikus) reakciók egymást követő alkalmazásával a zöldkémia néhány fontos alaptételét is kielégítő szintézisek valósíthatók meg. A csoport munkájának célkeresztjében nem egy konkrét vegyületcsalád tagjainak szintézise áll, hanem olyan *nagy szelektivitású, széles körben alkalmazható, környezetbarát új reakciók kifejlesztése*, amelyek számos vegyületcsalád szintézisében juthatnak fontos szerephez. A katalitikus reakciók tanulmányozásának alapvető lépése a reakció mechanizmusának, az aktív katalizátor-intermedierek kialakulásának analitikai és számításhoz köthető kémia eszközeivel történő vizsgálata.

Az eddig eltelt időszakban elért legfontosabb eredmények: a) a szén-dioxid-nikkel-komplexek segítségével történő aktiválásának, kobalt-difoszfín (monofoszfín)₂ komplexek szerkezetének elméleti kémiai vizsgálata, b) *P*-, *N*- és *O*-donoratomokat egyaránt tartalmazó ligandumok Pt(II)-komplexeinek vizsgálata és katalitikus alkalmazása hidrofornilezési reakcióban, c) a Hammett-konstans-enantioszelektivitás/regioszelektivitás összefüggések feltárása sztirol-enantioszelektív hidrofornilezési reakciója során, 4-szubsztituált sztirol-platinakomplexeinek elektronszerkezeti vizsgálata a számításhoz köthető kémia eszközeivel, d) jódkének és jódaromások palládium(0) komplexek jelenlétében végzett aminokarbonilezése, e) modell-szubsztrátumok és gyakorlati fontosságú bonyolultabb alapvázak (szteroidok, kavitandok) új funkcionális csoportjainak kiépítése pikolilaminok, funkcionálított piperidinek (homoprolinok) és axiális kiralitás-elemet tartalmazó aminok, mint *N*-nukleofilek kitüntetés alkalmazásával.

A 2015-ös kutatási év fontosabb feladatai: a) platina- és ródiumpalatalizált hidrofornilezési számításhoz köthető kémiai módszerekkel történő vizsgálata, b) az aminokarbonilezési és kapcsolási reakciók szintetikus alkalmazása új nukleofilek és szubsztrátumok esetében.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A 4-szubsztituált jódbenzolok Pd(0) komplexekre történő oxidatív addíciójának mechanizmus-vizsgálata során megállapítást nyert, hogy a Pd koordinációs övezetében két foszfín ligandum van jelen, továbbá hogy a reakció szabadentalpiája lineáris korrelációt mutat a szubsztituens Hammett-konstansával. A kobalt-palatalizált hidrofornilezési aktív katalizátoraként közismert hidrido-trikarbonil-kobalt komplex szerkezetét új generációs DFT funkcionálok segítségével vizsgálva megállapítást nyert, hogy a C_s szimmetriájú szerkezet tekinthető globális minimumnak, ellentétben a korábban feltételezett síknégyszögletes geometriával.

A kutatócsoport összefoglaló közleményben számolt be a *számításos kémia alkalmazási* lehetőségeiről a hidroformilezés mechanizmusának feltárása területén.

A kutatócsoport a *szén-monoxid felhasználásával, egyszerű modellvegyületekkel* végzett homogénkatalitikus karbonilezési reakciók két típusát vizsgálta.

A *hidroformilezési reakciók* közül kiemelkedő fontosságú a nemszteroidális gyulladásgátló hatású szerek intermedierjének tekinthető 2-fenilpropanal származékok enantioszelektív hidroformilezési reakcióban történő szintézise. A platina-foszfín-ón(II)klorid katalizátorrendszer segítségével, optikailag aktív királis kétfogú ligandumokat alkalmazva a 2-aril-propanal származékok nagy enantioszelektivitással állíthatók elő. Nemcsak a centrális kiralitáselemeket tartalmazó BDPP-vel, hanem az axiális kiralitáselemet tartalmazó BINAP ligandummal is az enantioszelektivitás jelentős hőmérséklet-függést mutat. (A 2- és 4-szubsztituált sztirolok platina-BINAP rendszerrel történő hidroformilezése közlés előtt áll.)

Jódalkén és jódaromás *modell-szubsztrátumok aminokarbonilezési reakciójában* vizsgálták a csoport munkatársai a szerkezet-reaktivitás és szerkezet-szelektivitás összefüggéseket. 2-Acetil-ciklohexanomból előállított jódalkén modell szubsztrátummal megoldották az egyik funkciós csoport karbonsavamiddá alakítását. 2,2'-Diamino-1,1'-binaftil (BINAM) racém módosulatót, illetve enantiomerjeit használva enantiomerikusan tiszta jódalkénnel (jódbornén származékok) diasztereoszzelektív aminokarbonilezési reakciókat valósították meg. A homogénkatalitikus karbonilezési, valamint réz-katalizált azid-alkin 2+3 cikloaddációs reakciók *gyakorlati fontosságú szteránvázis vegyületek szintézisének* alapját képezik. Ily módon ferrocenil-csoportot hordozó, valamint – különböző akirális és királis diaminok jelenlétében két szteroid szerkezeti egységet tartalmazó dikarbonsavamid származékok állíthatók elő.

Nagy hozamú hagyományos (éterképzési, kondenzációs, benzil-halogénezési, stb), valamint a fenti nagy szelektivitású homogénkatalitikus reakciók kitűnő lehetőséget kínálnak nagy üreggel rendelkező, a felső peremen piridil-csoportot hordozó kavítandók jó hozammal történő szintézisére. A hasonló úton nyert további kavítand-származékok mind elektrokémiai, mind nemlineáris optikai (NLO) vizsgálatokban sikeresen alkalmazhatók.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által művelt terület szorosan kapcsolódik olyan, a társadalmat foglalkoztató kérdésekhez, mint például a környezetvédelem, új, biológiai fontosságú vegyületek előállítása. A szakterület népszerűsítéséhez a kutatócsoport tagjai a széles közvélemény számára is érthető előadások formájában járultak hozzá. Részben a magyar szaknyelv művelését, részben a más területeken dolgozó vegyészek és a kémia iránt érdeklődők igényét szem előtt tartva a kutatócsoport tagjai rendszeresen (3-5 évente) beszámolnak kutatásaikról a Magyar Kémiai Folyóiratban és a Magyar Kémikusok Lapjában, a PTE valamennyi kutatója számára nyilvános szemináriumokat tartanak a Szentágotthai János Kutatóközpontban.

A kutatócsoport tagjai aktívan részt vesznek a PTE TTK szakmai közéletében, valamint a kémia alapszakos (BSc) és vegyész mesterszakos (MSc) hallgatók tehetséggondozásában (tudományos diákköri munka vezetése), „diploma közeli” hallgatók munkájának irányításában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A beszámolási időszakban a MTA-PTE SZKSZ Kutatócsoport intenzív kutatási kapcsolatot tartott fenn a Pannon Egyetem kutatóival (szteroidok funkcionalizálása, ferrocenil-azidon

alapuló szintetikus eljárások), a Szegedi Tudományegyetem kutatóival (axiális kiralitásелеmet tartalmazó karbonsavamidok enantiomer-összetételének kromatográfiás meghatározása), a University of Coimbra kutatóival (aminokarbonilezési reakciók) és a University of Athens kutatóival (foszfán ligandumok átmenetifém-komplexei és azok alkalmazása karbonilezési (hidroformilezési, hidroalkoxikarbonilezési) reakciókban).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolási időszakban a kutatócsoport tagjai egy ez évben elnyert pályázat (TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0015) kutatási céljainak megvalósításában vettek részt.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kégl T: Computational aspects of hydroformylation. RSC Advances, 5: 4304-4327 (2015)
2. Farkas R, Petz A, Kollár L: Synthesis of 2-(1,4-dioxaspiro[4,5]decan-6yl)acrylamides from 2-Acetylcyclohexanone via Palladium-catalysed Aminocarbonylation. Monatshefte für Chemie, 146: 1665-1671 (2015)
3. Szánti-Pintér E, Wouters J, Gömörý Á, Sággy É, Szőke É, Helyes Z et al. (2, Kollár L): Synthesis of Novel 13 α -18-Norandrostane-ferrocene Conjugates via Homogeneous Catalytic Methods and their Investigation on TRPV1 Receptor Activation. Steroids, 104: 284-293 (2015)
4. Carrilho RMB, Almeida AR, Kiss M, Kollár L, Skoda-Földes R, Dabrowski JM et al. (2): One-step Synthesis of Dicarboxamides through Pd-Catalysed Aminocarbonylation with Diamines as N-Nucleophiles. European Journal of Organic Chemistry, 1840-1847 (2015)
5. Nagymihály Z, Kollár L: High-yielding Synthesis of Deepened Cavitands Bearing Picolyl Moieties on the Upper Rim. Tetrahedron, 71: 2555-2560 (2015)
6. Csók Z, Szuroczki P, Kollár L, Ngo HM, Ledoux-Rak I, Caturelles N, Albuquerque RQ: Intramolecular Cooperative effects in Multichromophoric Cavitands Exhibiting Nonlinear Optical Properties. Journal of Physical Chemistry C, 119: 12608-12615 (2015)
7. Filotás D, Nagy L, Kégl TR, Csók Z, Kollár L, Nagy G: Synthesis and Electrochemical Properties of the Tetraferrocenyl-Cavitand in Dimethyl Formamide solvent Using Platinum and Carbon Working Electrodes. Electroanalysis, 27: 799-807 (2015)

MTA-SZTE ANALÍZIS ÉS SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Totik Vilmos, az MTA rendes tagja
6725 Szeged, Aradi vértanúk tere 1.
telefon: (62) 544 089; fax: (62) 544 548; e-mail: totik@math.u-szeged.hu
honlap: www.math.u-szeged.hu/MTA
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport a 2012–2016. közötti időszakra alapkutatások végzését tűzte ki célul az alábbi területeken: klasszikus analízis, ortogonális polinomok elmélete, approximációelmélet, valószínűségelmélet, funkcionál-differenciálegyenletek és járványtani alkalmazásokkal bíró differenciálegyenletek. A csoport az elmúlt 4 évben 57 publikációt jelentetett meg. Kiemelkedő eredményeket ért el többek közt a többváltozós polinom-approximáció gyorsaságának jellemzésében, az ortogonális polinomok elméletében, új típusú polinom-egyenlőtlenségek igazolásában, Widom egy sejtésének tisztázásában és a vele kapcsolatos Csebisev-polinomok viselkedésének leírásában. A valószínűségelmélet területén a Breiman-féle önnormalizált összegek és az ahhoz kapcsolódó önnormalizált Lévy-folyamatok elméletében, valamint sztochasztikus geometria területén születtek fontos eredmények. Kidolgozásra került emellett egy olyan, a fertőző betegségek térbeli terjedését vizsgáló modelles család, ahol a kapcsolódó differenciálegyenlet-rendszer késleltetést tartalmazó függvénye egy másik rendszer megoldásaként van definiálva. Az eredetileg kitűzött célok megvalósultak, illetve a következő évben kerülnek megvalósításra.

A kutatóhely 2015. évi főbb kutatási célkitűzései a következők voltak. *Klasszikus analízis*: Ortogonális polinomok és Christoffel-függvények aszimptotikája "lyukakkal" rendelkező tartományokon, gyorsan csökkenő polinomok konstrukciója sarkokkal rendelkező halmazon, és Bernstein-típusú egyenlőtlenségek analitikus íveken. *Valószínűségszámítás*: Paraméterbecslések aszimptotikus vizsgálata kritikus és közel kritikus elágazó folyamatos modellek esetén. Annak vizsgálata, hogy szentpétervári összegek esetén a maximum nagyságának milyen hatása van a lehetséges határeloszlásokra. Az ún. Tóth Bálint-féle csökkenő folyamat tanulmányozása. *Differenciálegyenletek*: Egy sorbanállási modell vizsgálata. Egy adott funkcionál-differenciálegyenlet összekötő pályáinak geometriai leírása. Bizonyítás a hidrahatás létezésére késleltetett differenciálegyenletek esetén. Bifurkációanalízis járványterjedési modellben.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Valószínűségszámítás: Az [1] dolgozat folytonos idejű, kéttípusos elágazó folyamatokkal foglalkozik speciális kritikus, duplán szimmetrikus esetben. Diszkrét idejű megfigyelések alapján ad becslést a folyamat paramétereire, majd ezekre igazol határeloszlás-tételeket.

Klasszikus analízis:

- Egy közepeket tartalmazó függvényegyenlet-családot vizsgál a [2] dolgozat abból a szempontból, hogy mikor vannak az egyenleteknek nemkonstans megoldásai. A válasz az egyenletben levő függvények folytonossági és differenciálhatósági tulajdonságaitól függ.
- [3] témája egy új síkgeometriai tétel, miszerint két fordított körüljárású konvex sokszög megfelelő csúcsait összekötő szakaszoknak van közös transzverzálisa. A cikk forgásszámok segítségével igazolja az állítást.
- Cauchy-típusú integrálok vizsgálatával ad a [4] dolgozat becslést meromorf függvények holomorf komponensének normájára többszörösen összefüggő tartományokon.
- Az [5] dolgozat aszimptotikusan éles Bernstein-típusú egyenlőtlenséget bizonyít polinomokra analitikus Jordan-íveken.

- [6] aszimptotikusan éles Markov- és Schur-típusú egyenlőtlenséget bizonyít a számegeyesen olyan kompakt részhalmazain, amelyek egy intervallum-típusú feltételnek eleget tesznek.
- A [7] cikk az ún. Christoffel-függvények aszimptotikáját határozza meg elsőfajú szakadási helyekben. A jobb és baloldali limeszek igen érdekes módon jelennek meg az aszimptotikában. Speciális esetként adódik az aszimptotika folytonossági pontokban.
- Területmérték szerinti ortogonális polinomokat és kapcsolódó Christoffel-függvényeket vizsgál a [8] dolgozat egy G tartományon. Igazolja, hogy a Christoffel-függvény viselkedése és az ortogonális polinomok sok tulajdonsága ugyanaz marad, ha G -ből eltávolítunk egy K kompakt halmazt (azaz G "lyukat" tartalmaz). Ez a tartományrekonstrukció szempontjából elsődleges fontosságú: nem kell előre tudni, hogy G -ben vannak-e lyukak, vagy nincsenek.
- Lukashov egy Bernstein-típusú egyenlőtlenségét általánosítja [9] két új bizonyítással. Az egyik bizonyítás Achiezer fésű tartományait és a rajtuk lévő Levin-féle konform leképezést használja. A második, elemi megfontolás trigonometrikus polinomok inverz képein alapszik.
- A [10] dolgozat pontos eredményeket ad arra, hogy 1 főegyütthatójú polinomok normája mennyivel nagyobb a lehetséges legkisebb normánál egy K kompakt halmazon, ha a polinomoknak adott számú zérushelye van K határán.
- Egy 1969-es H. Widom sejtéssel kapcsolatban az ún. Csebishev-polinomok normájáról igazol a [11] dolgozat pontos eredményeket. Ha az alaphalmaz szimmetrikus a valós egyenesre, akkor a normára pontos aszimptotika adható. Ebből látszik, hogy Widom sejtése csak az általa igazolt esetben igaz, amikor is a halmaz véges sok intervallumból áll.
- Extremális tulajdonságaikban Csebishev-polinomokra emlékeztető polinomok felhasználásával konstruál [12] gyorsan csökkenő polinomokat görbék és ívek sarkai fölött. A dolgozat megadja a csökkenés lehetséges maximális sebességét.

b) Tudomány és társadalom

A matematikatudományt és a matematikusi életpályát népszerűsítendő, a tagok hét előadást tartottak egyetemi rendezvényeken, egy emlékkonferencián és egy szegedi középiskolában. Két ismeretterjesztő cikk is megjelent. Egyik a kutatócsoport-vezető *The mean value property* című dolgozata, amely bevezeti az olvasót a diszkrét és folytonos harmonikus függvények elméletébe. További információk: <http://www.math.u-szeged.hu/MTA/tudomanytars.html>

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport tagjai 3 konferenciát szerveztek (*SSPT10*, *10QTDE*, *Előadóülés Dr. Leindler László 80. születésnapja alkalmából*). A tagok 22-szer adtak elő szemináriumokon és konferenciákon. Az alábbi konferenciákon plenáris vagy meghívott előadást tartottak:

- *The real world is complex*, Koppenhága, Dánia (plenáris előadás)
- *Short Thematic Program on Delay Differential Equations: Differential equations with variable delay*, Fields Intézet, Torontó, Kanada (meghívott előadás)
- *ICDDEA 2015*, Amadora, Portugália (meghívott előadás)
- *Equafiff 2015*, Lyon, Franciaország (meghívott előadás)
- *ICDDEA Bialystok*, Lengyelország (plenáris előadás)
- *Pólya-Szegő Emlékkonferencia*, Békéscsaba (meghívott előadás)
- *Jahrestagung der DMV*, Hamburg, Németország (meghívott előadás)
- *10 QTDE*, Szeged (meghívott előadás)
- *Határeloszlás-tételek és alkalmazásaik*, MTA, Budapest (meghívott előadás)

Az előadások teljes listája itt található: <http://www.math.u-szeged.hu/MTA/eloadasok.html>

A kutatócsoport-vezető helyettes az OTKA Műszaki és Természettudományi Kollégium elnöke. A kutatócsoport vezetője, illetőleg helyettese a 2015. évi Bolyai János Nemzetközi Matematikai Díj bizottságának titkára, ill. tagja volt.

A kutatócsoport-vezető helyettes Szent-Györgyi Albert-díjat és Pro Universitate-díjat vett át. A kutatócsoport egy másik tagja Grünwald Géza Emlékérmét és Pro Laudanda Promotione

díjat kapott, valamint a *Problems and Recent Methods in Operator Theory Workshop* poszterdíját is elnyerte. A kutatócsoport-vezetőt az Amerikai Matematikai Társaság "fellow"-vá választotta. A kutatócsoport egy másik tagja két éves ösztöndíjat nyert el 2015. január 1-től az MTA Posztdoktori Kutatói Programjának keretében.

Az év során a csoport tagjai 5 külföldi kutatót láttak vendégül (<http://www.math.u-szeged.hu/MTA/nemzetkozikapcs.html>).

A csoport tagjai a Bolyai Intézettel való együttműködés keretében 17 elméleti és 20 gyakorlati kurzust tartottak. Vezetésükkel két BSc, illetve egy MSc diplomamunka született. A tagok részt vettek a 2015-ös Schweitzer Emlékverseny lebonyolításában.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport nem pályázott más támogatásra. Kutatócsoporti tag társkutatóként vesz részt a 2015-ben indult OTKA K115383 pályázatban (a támogatás teljes összege: 11976eFt) és egy szintén 2015-ben indult MTA kétoldali mobilitási pályázatban (teljes összege: 2630eFt).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Barczy M, Körmendi K, Pap Gy: Statistical inference for 2-type doubly symmetric critical irreducible continuous state and continuous time branching processes with immigration, *J Multivariate Anal* 139: 92-123. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6114/>
2. Daróczy Z, Totik V: Remarks on a functional equation, *Acta Sci Math* 81:(3-4) 527-534. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5856/>
3. Hajnal P, Szabó L I, Totik V: Convex polygons and common transversals, *Am Math Mon* 122:(9) 836-844. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5033/>
4. Kalmykov S, Nagy B: On estimate of the norm of the holomorphic component of a meromorphic function in finitely connected domain, *Zap Nauchn Sem S.-Peterburg Otdel Mat Inst Steklov (POMI)* 440: 123-137. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6047/>
5. Kalmykov S, Nagy B: Polynomial and rational inequalities on analytic Jordan arcs and domains, *J Math Anal Appl* 430:(2) 874-894. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5277/>
6. S Kalmykov, Nagy B, Totik V: Asymptotically sharp Markov and Schur inequalities on general sets, *Complex Anal Oper Th* 9:(6) 1287-1302 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6046/>
7. Nevai P, Totik V: Christoffel functions for weights with jumps, *Constructive Approximation* 42:(2) 265-280 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/4411/>
8. E B Saff, H Stahl, N Stylianopoulos, Totik V: Orthogonal polynomials for area-type measures and image recovery, *Siam J Math Anal* 47:(3) 2442-2463 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5840/>
9. Totik V: Bernstein and Markov type inequalities for trigonometric polynomials on general sets, *Int Math Res Notices* 2015:(11) 2986-3020. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/3999/>
10. Totik V: Polynomials with zeros on systems of curves, *Acta Sci Math* 81:(1-2) 151-175 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5841/>
11. Totik V, Yuditskii P: On a conjecture of Widom, *J Approx Theory* 190: 50-61 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/4174/>
12. Totik V, Varga T: Chebyshev and fast decreasing polynomials, *B Lond Math Soc* 110:(5) 1057-1098 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5034/>

MTA-SZTE BIOSZERVETLEN KÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kiss Tamás, a kémiai tudomány doktora
6720 Szeged, Dóm tér 7.

telefon: (62) 544 337, fax: (62) 544 340; e-mail: tkiss@chem.u-szeged.hu

honlap: <http://www2.sci.u-szeged.hu/bioinorg>

a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatások célja, hogy a biológiai rendszerek metalloenzim alkotó fémionjai, illetve terápiás célból hasznos fémkomplexek biológiai nedvekben és szövetekben való átalakulásainak, kis és nagy biomolekulákkal (szérumalkotókkal, DNS, RNS, membrán-fehérjék) való kölcsönhatásainak vizsgálata révén tisztázzák azok transzport sajátosságait, biohosszúférhetőségüket, fiziológiailag aktív formájukat. A vizsgált hidrolázok szerkezeti és funkcionális modellezése végcélként lehetőséget teremthet mesterséges nukleázok előállítására is. A neurodegeneratív betegségekből, a rák kezelésében és a Duchenne-féle izomdisztrofiában potenciálisan felhasználható fémionokra alapozott terápiás szereket állítottak elő és azok kölcsönhatásait vizsgálták a biológiai rendszerekben, az aktuális előfordulásuk a szervezetben való lehetséges átalakulásuk és biológiai hatásuk megismerése céljából. Tervezett feladataik jó eredményességgel teljesültek.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Gyógyászati bioszervetlen kémia

A neurodegeneratív betegségekből potenciálisan felhasználható fémionokra alapozott terápiás szerek kifejlesztése

A felületükön módosított G4 és G5 polipropilén-imin dendrimer hatását vizsgálva kelátor molekula jelenlétében a Cu(II) és Zn(II)ion indukálta β -amiloid aggregálódásra megállapították, hogy a két fémion a dendrimer sztöchiometrikusnál kisebb jelenléte esetében (különösen a G4-nél) ellentétesen hat. Míg a Cu(II)ion mindkét dendrimernél az alkalmazott kelátorhoz hasonlóan aggregációt gátló hatást vált ki bármely alkalmazott koncentráció esetén, addig a Zn(II)ion a G4-rel az aggregációt segíti elő. Utóbbi hatás jelentősebb volt, ha a G4-et β -amiloid felesleg mellett alkalmazták. G5 esetében az aggregációt elősegítő hatás is jóval korlátozottabb, mint Cu(II)-vel.

Meghatározták emellett a β -amiloid oligomerizációját gátló kliokinol Cu(II) és Zn(II) komplexeinek látszólagos stabilitási állandóit is DMSO/víz 30-70 százalékos elegyében. A kapott értékek jó egyezést mutatnak egyéb oxim alapvázú ligandumok adataival.

Rákellenes hatású fémkomplexek

A $[\text{Rh(III)(C}_5\text{Me}_5)]^{2+}$ fémorganikus kation különböző donoratomokat tartalmazó ligandumokkal képezett komplexeinek vizes oldatbeli stabilitását, a Cl⁻/H₂O cserefolyamataikat részletesen vizsgálták különböző módszerek kombinációjával (NMR spektroszkópia, pH-potenciometria, UV-látható spektrofotometria). Megállapították, hogy a képződő mono-komplexek stabilitása és hidrolízis állandója jelentősen függ a koordinálódó donoratomok típusától. A különböző humán rákos sejtvonalakon mért citotoxicitási adatok nem mutattak összefüggést ezen stabilitási adatokkal, viszont a Cl⁻/H₂O csereállandókkal egyértelmű a viszony: kisebb kloridion affinitás szükséges a nagyobb biológiai aktivitás eléréséhez. Vizsgálták ezen komplexek kölcsönhatását a humán vérszérum legfontosabb szállítófehérjéjével, az albuminnal és annak modelljeivel. Megállapították, hogy az albuminnal való kölcsönhatás a ligandum kötőmódjától függ. Fluorimetriás mérések szerint a kötődés az albumin I. és II. kötőhelyén is megvalósul.

Oldategyensúlyi és citotoxicitási vizsgálatok történtek tioszemikarbazon-morfolin és piperazin konjugátumok rákellenes Cu(II) komplexei esetén. A vizsgált ligandumok proton disszociációs folyamatainak jellemzése során meghatározták a vizes oldatban jelenlévő cisz-transz izomerek arányának pH-függését. Az eredmények kiemelkedő stabilitású, elsősorban monokomplexek képződését mutatták. Ezen komplexekben a ligandumok négyfogú ($S^-, N, N_{pir}, N_{morf/pip}$) koordinációja valósul meg, mely jelentősen megnöveli a fémkötő sajátságát a klasszikus háromfogú tioszemikarbazonokhoz képest.

Klinikai fázis I/II vizsgálatokban lévő két Ga(III)-komplex (trisz-maltoláto és trisz-oxináto) kölcsönhatását vizsgálták humán szérum albuminnal és transzferrinnel. A transzferrinnél ligandumcsere történik, de az oxint jóval kevésbé képes kiszorítani, mint a maltolt. Az albumin a maltol komplexszel nem lép kölcsönhatásba, míg az oxin komplex eredeti kötőmódját megőrizve másodlagos kémiai kötések révén jelentős mértékben kötődik ezen fehérjéhez, mely transzferrin-független Ga(III) sejt felvételt valószínűsít az oxin komplex esetén.

Fémionok és fémkomplexek katalitikus hatásán alapuló gyógymód genetikai hibák korrekciója révén

A ColE7 nukleáz domén N-terminális pontmutánsainak tanulmányozásán keresztül egyértelműen sikerült kimutatni a 464-es helyen lévő triptofán kitüntetett szerepét, amit sikerül publikálni is. Megvizsgálták a cinkujj fehérjét is tartalmazó mesterséges nukleázok oldatszerkezetét, Zn^{2+} - és DNS kötését, valamint katalitikus aktivitását tesztcsőben és emlős sejtvonalakban kialakított tesztrendszerben is. Igazolták cink-ujj fehérjébe beépített szekvenciák Ni^{2+} ionok jelenlétében lejátszódó specifikus hasadását is, melynek révén új típusú mesterséges nukleázok hozhatók létre. Megkezdték kölcsönhatásuk tanulmányozását DNS-sel. A cinkujjat helyettesítő TALE fehérjék génjeinek beépítése a mesterséges nukleázokba is megkezdődött.

Metalloenzimek szerkezeti és funkcionális modellezése, mesterséges enzimek kifejlesztése

Biomimetikus enzim modellek kifejlesztése tripodális metallopeptidek révén

Befejezték L^1 és L^2 ligandumok Cu(II), Zn(II) és Co(II) komplexeinek vizsgálatát. Pirazolát-hidas oligomer komplexek csak réz(II) esetén képződnek $Cu_3H_xL_2$ ($x = 2-4$) összetétellel. L^1 esetén a pirazolát-anionok által tetraédesen koordinált Cu(II) kicserélhető Co(II)-re. Vizes oldatban egyik ligandum sem képes oldatban tartani a vas(III)-t, viszont szerves oldószerben (acetonitril, dmsó) bázis adagolására vörös színű vas(III) komplexeket képeznek, melyek vizsgálata folyamatban van. Újra előállításra került az L^3 ligandum és folyamatban van a Zn(II) komplexeinek vizsgálata. A tisztán kinyert L^4 ligandum (illetve annak His-NH₂ származéka) vizes oldatban lassú átalakulást szenved, már fémion távollétében is, így nem vizsgálták tovább. A védett di-BOC-származékokon keresztül előállítottak L^5 és L^6 ligandumokat, melyek L^1 és L^2 ligandumokhoz hasonlóan igen nagy stabilitással képesek a Cu(II) és Zn(II) ionok megkötésére, viszont oligomer komplexeket nem képeznek. E ligandumok vas(III) komplexei is csak szerves oldószerben állíthatóak elő. Minthogy a hasonló 4/5N-es ligandumok vaskomplexei az irodalmi adatok alapján kiváló oxidatív katalizátorok, részletes vizsgálatokat kezdtek ez irányban.

Fémionszabályzó fehérjék modellvegyületei, új kutatási irány

A CueR fémion-kötésének oligopeptid-fémion rendszerekkel történő modellezését lezárták, és az eredményeket publikálták. Gélmobilitási vizsgálatokkal sikerült igazolniuk a megtisztított CueR fehérje funkcionalitását, valamint reprodukálni a fehérjét kötő DNS-hez való affinitását (K_d). Kísérleteket kezdtek a CueR-dimer Hg(II) ionokat kötő állapotának kristályosítására, illetve a kristályosítás körülményeinek optimalizálására. Az eredmények arra utalnak, hogy – ellentétben a Cu(I) ionokkal – Hg(II) esetében a tiolcsoportokat tartalmazó redukálószer erős kompetitorai a fehérjének, azaz a kísérletekhez más típusú redukálószer alkalmazása

szükséges. Sikerült olyan, a CueR fehérje túltermelésére képes E.coli baktériumokat előállítani, melyekben a Cu(I)ionok CueR-hez való kötődése fluoreszcens EGFP fehérje jelentős mennyiségének termeléséhez vezet. Előállították a Wilson-betegség kezelésében potenciálisan alkalmazható két lineáris, valamint három ciklikus, három cisztein egységet tartalmazó peptidet. Újabb rövid láncú (6-8 tagú), CXXC fémion-kötőhelyet és terminális pozíciókban Trp és danzil egységeket tartalmazó oligopeptideket is szintetizáltak. Vizsgálták a vegyületek fluoreszcenciáját különböző toxikus fémionok (Cd(II), Hg(II), Pb(II) stb.) jelenlétében. Szükségesnek látszik a fémionok koordinációja által előidézett FRET hatással kapcsolatos, más szerzők publikációiban megjelent következtetések kritikai felülvizsgálata.

b) Tudomány és társadalom

Eredményeiket igyekeznek a társadalom, tudomány iránt érdeklődő rétegei számára is megismerhetővé tenni. Részt vállalnak a Vegyésztna középiskolás feladatmegoldó versenyben és a különböző beiskolázást elősegítő középiskolai programokban (például a Roadshow országos program, vagy a Vegyülj Velünk SZTE program) a kémia jó hírének terjesztésében. A Magyar Kémikusok Lapjában rendszeresen jelentkezik kémiát népszerűsítő cikkekkel. A kutatócsoport egyik tagja aktív és meghatározó szerepet vállalt az MKE Facebook honlapjának megalkotásában és annak működtetésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Továbbra is kiemelkedik a bécsi és a padovai Egyetemmel való kapcsolatuk. A kutatócsoportnak ez évben is több kétoldalú kutatási kapcsolata volt külföldi intézményekkel, így a Universitát Wien-nel, és a Lengyel Tudományos Akadémia Biofizikai és Biokémiai Intézetével. A kölcsönös kutatócsere (3-3 ki- és beutazó kutatóhónap) jelentősen hozzájárult a fentebb ismertetett kutatási eredményeik megvalósulásához.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A bécsi Egyetemmel az OMaÖA (Oszták-Magyar Ösztöndíj Alap), a varsói Biofizikai és Biokémiai Kutatóintézettel való együttműködést az MTA-PAN szerződés biztosította. A kutatásokat segíti és kiterjeszti az év folyamán megszervezett és elindult COST Akció program.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szunyogh D, Szokolai H, Thulstrup PW, Larsen FH, Gyurcsik B, Christensen NJ et al. (3): Specificity of the Metalloregulator CueR for Monovalent Metal Ions: Possible Functional Role of a Coordinated Thiol? *Angewandte Chemie International Edition*, 54(52):15756-15761 (2015)
2. Kandioller W, Enyedy ÉA, Mészáros JP, Dömötör O, Hackl CM, Roller A, Keppler BK: Comparative solution equilibrium studies on pentamethylcyclopentadienyl rhodium complexes of 2,2'-bipyridine and ethylenediamine and their interaction with human serum albumin. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 152:93-103 (2015) <http://real.mtak.hu/32405/>
3. Szunyogh D, Gyurcsik B, Larsen FH, Stachura M, Thulstrup PW, Hemmingsen L, Jancsó A: Zn^{II} and Hg^{II} binding to a designed peptide that accommodates different coordination geometries. *Dalton Transactions*, 44(28):12576-12588 (2015)
4. Bacher F, Dömötör O, Chugunova A, Nagy NV, Filipović L, Radulović S et al. (2): Strong Effect of Copper(II) Coordination on Antiproliferative Activity of Thiosemicarbazone-Piperazine and Thiosemicarbazone-Morpholine Hybrids. *Dalton Transactions*, 44:9071-9090 (2015)

MTA–SZTE FOTOAKUSZTIKUS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szabó Gábor, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Dóm tér 9.
telefon: (62) 544 273; fax: (62) 544 658
e-mail: gszabo@physx.u-szeged.hu; honlap: www.fotoakusztika.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervében a fotoakusztikus spektroszkópia felhasználásának alapvetően 3 részterületére koncentrál, melyek az aeroszolmérés, az atmoszféra/magasléggör vízgőz és teljes víztartalmának mérése és a kilégtett gázok vizsgálatán alapuló diagnosztika. A kutatócsoport a benyújtott ütemtervnek megfelelően halad.

A 2015-ös év fő feladatai az alábbiak voltak: (i) légköri aeroszol mérés témakörben új méréskiértékelési eljárások fejlesztése, melyek segítségével összefüggések mutathatók ki a mért fotoakusztikus jelből származtatott optikai tulajdonságok és az aeroszol fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai között; (ii) a lézeres ablációs aeroszol-keltési módszer vizsgálata; (iii) fotoakusztikus módszer orvosi alkalmazása témakörben a 3-kompartment modell kidolgozása; (iv) a repülőgépre telepíthető vízgőz és teljes víztartalom mérő műszerrel való mérés pontosságának növelése, elsősorban a kidolgozott állandó nyomáson történő mérések segítségével.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport tagjai három hónapos intenzív terepi aeroszol mérési kampányt folytattak télen az MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, az ELTE Meteorológia Tanszék és a Csongrád Megyei Kormányhivatal közreműködésével Szegeden, valamint Budapesten az OMSZ Marczell György Főobszervatóriumában. A valós idejű fotoakusztikus és kiegészítő mérések mellett filteres mintavételt végeztek 6 órás időfelbontással, melynek eredményeképpen egyedülállóan széleskörű adatbázis készült el az aeroszol optikai tulajdonság, méret, tömegkoncentráció, szerves/szervetlen szén arány, kémiai összetétel, toxicitás jellemzők, a gázkoncentráció és meteorológiai adatokból. A kampány során egy újonnan fejlesztett, egyszerűsített kivitelű, a korábbiaknál lényegesen jobban felhasználóbarát fotoakusztikus rendszer prototípusának tesztelése is megtörtént. Az aeroszol méreteloszlás és abszorpciós jellemzők számszerűsített összefüggését felhasználva kidolgoztak egy újszerű valósidejű, a fotoakusztikus méréseken alapuló forrásazonosító modellt, amely alkalmas a domináns antropogén aeroszol források (fatüzelés és közlekedés) szelektív azonosítására.

Olyan újszerű, lézeres gerjesztésen alapuló korom generátort fejlesztettek ki, amely jelenleg egyedülálló módon képes a fosszilis égetés kontrollált laboratóriumi modellezésére, eltérő fizikai-kémiai sajátosságokkal rendelkező korom aeroszol standardok előállítására. Igazolták, hogy a generátor a forrás specifikus fizikai-kémiai sajátosságok mellett a légköri kölcsönhatások modellezésére is hatékonyan alkalmazható.

A Közlekedéstudományi Intézet motor-tesztpadján végzett aeroszol-mérésekkel elsőként igazolták, hogy a dízel aeroszokok fotoakusztikus válasza az üzemanyag összetétel és a motor terhelés függvénye. Igazolták továbbá, hogy a fotoakusztikus válasz és a kibocsátott részecskék toxicitás értékei között van összefüggés. A feltárt összefüggések új megvilágításba helyezik a biodízel üzemanyagok környezeti terheléséről eddig kialakult képet.

Az endogén metán kilélegzett levegőbe jutásának vizsgálatához egy – az emberi szervezet három egységként tekintő – matematikai modellt (3-kompartment modell) készítettek, amely kvantitatívan írja le a bélrendszerben képződő metán kilélegzett levegőbe jutását. A modell segítségével következtetni lehet a non-invazív módon mért kilélegzett metánkoncentrációból a metanogén baktériumok által termelt metán mennyiségére, amelynek korrelációja különböző betegségekkel intenzíven kutatott téma. A modell lehetővé teszi az SZTE orvosi kutatócsoportjai által humán- és állatmodellekben végzett mérések eredményeinek pontosabb kiértékelését.

A kutatócsoport megkezdte allergén pollenek szilárdtest fotoakusztikus vizsgálatát.

A repülőgépre telepíthető vízgőz és teljes víztartalom mérő műszer fejlesztése során az elmúlt időszakban a hosszú távú megbízhatóság további javítása, önellenőrző funkciók kidolgozása és tesztelése volt a fő cél. Ennek érdekében a korábban kifejlesztett mérésvezérlő és adatgyűjtő rendszerben implementált rutinok finomhangolását végezték el a kutatócsoport tagjai, valamint néhány esetben a kapcsolódó illesztő áramköröket is áttervezték. A mérésvezérlő rendszer szoftverének optimalizálása során az FPGA chipen futó program méretét harmadára, integrált processzor terhelését negyedére csökkentették úgy, hogy a korábban elért stabilitási paraméterek is jelentős mértékben javultak: Az új fejlesztések eredményeként a mérőkamrák hőmérsékletét $0,005\text{ °C}$, míg a kamrában lévő gáz nyomását $0,12\text{ mbar}$ pontossággal lehet stabilizálni, ami jelentős mértékben növeli a mérések megbízhatóságát.

A kutatócsoport egyik professzora elnyerte az MTA-SZTNH 2015 évi szabadalmi díját. A kutatócsoportból többen tagjai annak a szerzői kollektívának, amely elnyerte az MTA-MOL Tudományos Díját 2015-ben. A kutatócsoport egyik tagja megnyerte a National Instruments Kft. Magyarországi Esettanulmány versenyét.

A kutatócsoport három tudományos segédmunkatársa benyújtotta doktori értekezését.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai folyamatosan dolgoztak a fotoakusztikus módszer társadalmi ismertségének növelésén. A kutatócsoport tagjai 2015-ben is részt vettek a *Fizika napja*, *Föld napja*, *Víz világnapja* tudománynépszerűsítő rendezvényeken.

A repülőgépes vízgőz és teljes víztartalom mérő műszer fejlesztésével kapcsolatban fontos megemlíteni, hogy Áder János Köztársasági Elnök Úr a Szegedi Tudományegyetemen tett látogatása során meglátogatta a fejlesztéseknek is helyet adó laboratóriumot, és ott érdeklődve tekintette meg a műszerről és annak klímakutatással kapcsolatos alkalmazási lehetőségeiről tartott bemutatót.

Főként a fény nemzetközi évéhez kapcsolódóan a kutatócsoport vezetője 12 alkalommal tartott tudománynépszerűsítő-ismeretterjesztő előadásokat, amelyek közönsége az országos fizikatanári ankéttól az Európai Tudományos Újságírói kongresszusig terjedt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport megrendezte a XII. Magyar Aeroszol Konferenciát, melynek 80 résztvevője volt, három nap alatt 35 tudományos előadás hangzott el (köztük angol nyelvűek, külföldi előadóktól) és 12 poszter került bemutatásra. A kivonatok ISBN számmal rendelkező kötetben kerültek kiadásra.

Az SZTE I. számú Belgyógyászati Klinika Colorectalis Munkacsoportjával együttműködést kezdett a kutatócsoport, amely során gasztrointesztinális megbetegedések és különböző kilégzett gázok korrelációját (pl. metán, illékony kénvegyületek) vizsgálják.

A Közlekedéstudományi Intézzel szorosan együttműködve indult meg a különböző üzemanyag-keverékek alkalmazása mellett keletkező dízel korom vizsgálata.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az SZTE konzorcium tagként sikeresen zárta a kutatócsoport eredményeire alapozott GOP pályázatot, melynek címe: *Új típusú levegőminőség mérő műszer fejlesztése szállópor veszélyességének valós idejű monitorozására*. A kutatócsoport tagjai négy új TÁMOP pályázatban is részt vettek 2015-ben. A kutatócsoport tagjai részt vesznek az SZTE Sebészeti Műtéttani Intézet által vezetett, 2015-ben nyertes *Nem invazív diagnosztikai eljárás gasztrointesztinális keringési zavarok korai felismerésére* című OTKA projektben.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Ajtai T, Utry N, Pintér M, Kiss-Albert G, Puskás R, Tápai Cs et al. (6, Smausz T, Bozóki Z, Szabó G): Microphysical properties of carbonaceous aerosol particles generated by laser ablation of a graphite target. *Atmos Meas Tech*, 8:(3) 1207-1215 (2015)
2. Ajtai T, Utry N, Pintér M, Major B, Bozóki Z, Szabó G: A method for segregating the optical absorption properties and the mass concentration of winter time urban aerosol. *Atmos Environ*, 122: 313-320 (2015)
3. Filep Á, Drinovec L, Palágyi A, Manczinger L, Vágvölgyi Cs, Bozóki Z et al. (2, Szabó G): Source Specific Cyto- and Genotoxicity of Atmospheric Aerosol Samples. *Aerosol Air Qual Res*, 15:(6) 2325-2331 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5974/>
4. Guba T, Filus Z, Simon KA, Szabó G, Bozóki Z: Comparison of the accuracy of curve-fitting methods for the determination of gas permeability parameters of sheet polymer samples. *Poly Test*, 46: 59-64 (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6060/>
5. Szabó A, Tarnai Z, Berkovits C, Novák P, Mohácsi Á, Braunitzer G et al (4, Szabó G): Volatile sulphur compound measurement with OralChroma(TM): a methodological improvement. *J Breath Res*, 9:(1) Paper N°016001. 18 p. (2015) <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5973/>
6. Szabó A, Ruzsányi V, Unterkofler K, Mohácsi Á, Tuboly E, Boros M et al. (3, Szabó G): Exhaled methane concentration profiles during exercise on an ergometer. *J Breath Res*, 9:(1) Paper 016009. (2015)
7. Meyer J, Rolf C, Schiller C, Rohs S, Spelten N, Afchine A et al. (11, Bozóki Z, Tátrai D): Two decades of water vapor measurements with the FISH fluorescence hygrometer: a review. *Atmos Chem Phys*, 15: 8521–8538 (2015)
8. Tátrai D, Bozóki Z, Smit H, Rolf C, Spelten N, Krämer M, et al. (4, Szabó G): Dual-channel photoacoustic hygrometer for airborne measurements: Background, calibration, laboratory and in-flight intercomparison tests. *Atmos Meas Tech*, 8:(1) 33-42 (2015)
9. Utry N, Ajtai T, Pintér M, Tombácz E, Illés E, Bozóki Z et al (1, Szabó G): Mass specific optical absorption coefficients and imaginary part of the complex refractive indices of mineral dust components measured by a multi wavelength photoacoustic spectrometer. *Atmos Meas Tech*, 8: 401-410 (2015)
10. Smausz T, Kecskeméti G, Kondász B, Papp G, Bengery Z, Kopniczky J et al. (1): Nanoparticle generation from nitinol target using pulsed laser ablation. *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, 10:(2) 171-174 (2015)

MTA-SZTE MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Csirik János, az MTA doktora
6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.
telefon: (62) 544 126; fax: (62) 546 737; e-mail: csirik@inf.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A csoport öt éves kutatási tervében a gépi tanulás elméleti problémáinak vizsgálatát, illetve a gépi tanulási algoritmusok különböző gyakorlati területeken való alkalmazhatóságának vizsgálatát tűzte ki célul. Ezen fő alkalmazási területeket a nyelv- és beszédtechnológia, a bioinformatika, az önszervező rendszerek és a szoftverfejlesztés képezik. A kutatási ciklus első három évében a csoport több mint 100 cikket publikált a fenti kutatási témakörökben, ami 2015-ben további 38 publikációval, valamint két benyújtott szabadalommal bővült. Az aktuális beszámolási évben a csoport új algoritmusok kifejlesztését és publikálását tűzte ki célul az alábbi területeken: magyar nyelvű morfológiai és szintaktikai elemzők, mély neuronhálós beszédfelismerés, online gépi tanulás, decentralizált adatfeldolgozás, szoftverminőség-metrikák.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Természetes nyelvi feldolgozás. 2015-ben a csoport kutatói a nem sztenderd szövegek automatikus nyelvi elemzése és feldolgozása terén célul tűzték ki a "magyarlanc" nyelvi elemző robusztusabbá tételét, másrészt pedig az eddigi információkinyerési technológiák továbbfejlesztését különböző gyakorlati jellegű problémákban. Ezen belül a kutatások egyfelől a magyar nyelvű elemzők továbbfejlesztését és nem sztenderd nyelvezetű szövegek feldolgozását célozták, másfelől különböző, valós életbeli alkalmazásokkal kapcsolatos problémákat oldottak meg, elsődlegesen az információkinyerés és többszavas kifejezések automatikus azonosítása terén. A magas szintű nyelvtechnológiai kutatásokhoz elengedhetetlen a magyar nyelvű szövegek morfológiai és szintaktikai elemzése. Míg a sztenderd szövegekre már rendelkezésre állnak kellően jó hatásfokú nyelvi elemzők, addig a nem sztenderd szövegek esetében ezek nem elég hatékonyak. Ennek érdekében a csoport átalakította a "magyarlanc" nyelvi elemző moduljait, melyek így robusztusabban teljesítményre képesek a webről származó szövegek esetében is. A többszavas kifejezések elemzése terén főként azzal a kérdéskörrel foglalkoztak a csoport kutatói, hogy a többszavas kifejezések miként viselkednek kérdő mondatokban, illetve gépi tanulási módszerekkel igazolták, hogy a kérdések nyelvi jellemzőire építve sikeresen lehet azonosítani az angol többszavas kifejezések több fajtáját is. A csoport kutatói emellett szerepet vállaltak a korai Alzheimer-kór felismerését célzó kutatásokban, annak nyelvtechnológiai hátterének kidolgozásával. A páciensek beszédátirataira, illetve az azokból kinyert morfológiai, szintaktikai és szemantikai jellemzőkre építve gépi tanulási módszereket adtak a páciens státuszának meghatározására.

Beszédfelismerés. A csoport 2015-ben a mély neuronhálók alapuló akusztikus modellek továbbfejlesztési lehetőségeit vizsgálta. A konvolúciós neuronhálók terén kifejlesztett ún. hierarchikus maxout modell – amellyel korábban új felismerési rekordot ért el a csoport a kis méretű TIMIT adatbázison – kiértékelése nagyobb feladatokon is megtörtént, kiemelkedő eredményeket adva például a híradófelvételek felismerése terén. A "Telemedicina" fantázia-nevű TÁMOP-4.2.2.A projekt 2015 első felében ért véget, ehhez kapcsolódóan a csoport új eredményeket ért el az Alzheimer-kór és a Parkinson-kór beszédjéből való automatikus felismerése terén. Utóbbihoz kapcsolódva a csoport kutatói megnyerték az Interspeech konferen-

cia Parkinson-kór felismerésére kiírt "Computational Paralinguistic Challenge" elnevezésű versenyét. A csoport dolgozói folytatták kutatásaikat a paralingvisztikai jelenségek automatikus felismerése terén is, új eredményeket publikáltak a konfliktusok, a nevetések és a kitöltött szünetek beszédben való felismerése, valamint a beszélőklaszterezés témakörében.

Mintafelismerés és gépi tanulás. A csoport kutatói 2015-ben folytatták az online tanulás témakörében megkezdett kutatásaikat. Ezen belül a rangsorok, illetve a legjobb elem páros kiértékelésen alapuló felderítésének a kérdését vizsgálták, az adott elemek erő-pontszámai által meghatározott Plackett-Luce eloszlást feltételezve. Ezen felül a klasszikus sokkarú rabló probléma egy olyan változatához fejlesztettek ki módszereket, melyben a jutalmak nem valós számok, hanem egy rendezett halmazból generálódnak. A különböző karok összehasonlíthatósága végett egy kvantilis alapú megközelítést dolgoztak ki mind a véges, mind a végtelen horizont esetére. Emellett az online predikció azon változatával is foglalkoztak, melynél a cél nem a találati arány, hanem az úgynevezett F-mérték maximalizálása, mely különösen természetes nyelvi feladatoknál preferált. A probléma megoldása során a kulcs a sztochasztikus approximálással való újszerű kapcsolat feltárása volt. A tudásbázisok elméleti megalapozásának egyik területe az ún. "belief revision", amely témakör karakterizációs eredményekre épül, melyek általában revíziós operátorok osztályait írják le posztulátumok segítségével. Az osztályok karakterizálhatatlanságának bizonyítására a csoport kutatói véges modelleméleti módszert adtak meg, melynek felhasználásával több természetes osztály karakterizálhatatlanságát igazolták. A hétköznapi gondolkodás ("common sense reasoning") területén végzett kutatásaikban e jelenleg elméleti és gyakorlati szempontból is intenzíven kutatott témakör egy új megközelítését fogalmazták meg. Ennek alapja egy ellentmondásokat és hiányos információt hatékonyan kezelő logikai formalizmus, a gépi tanulás és a nyelvfeldolgozás módszereinek szintézise. Új kutatási irány emellett a MapReduce számítási modell vizsgálata, ami a nagyméretű adathalmazok feldolgozásának igen népszerű eszköze. A csoport kutatói formálisan definiálták a MapReduce modellt, és eredményeik első lépéseket jelentenek az alapvető bonyolultsági osztályokkal való kapcsolatok megértése felé.

Önszervező rendszerek. A csoport kutatóinak 2015-ben kettős célkitűzése volt: decentralizált algoritmusok tervezése egyrészt a magánszféra védelmének céljára, másrészt adatfeldolgozási feladatok megoldására. A magánszféra-védelem területén a következő eredményeket érték el: a Cornell Egyetemmel közösen okos mérőórákkal felszerelt hálózatokban olyan rendszert terveztek, amely globális számításokat képes elvégezni biztonságosan, hibatűrően, és a magánjellegű adatok teljes védelme mellett. A szolgáltató részéről feltették, hogy üzemeltet egy központi szolgáltatást, amelynek feladata a mérőóra nyilvántartása, de ettől eltekintve az algoritmus decentralizált, és a szolgáltató szervere is csak aggregált formában fér hozzá információkhoz. A csoport kutatóinak további eredménye a területen egy batch gradiens módszer implementációja, amely az egyes batch gradiens lépéseket homomorf kriptográfiai módszerekkel számítja ki, decentralizáltan, ezzel védve a magánjellegű adatokat. Decentralizált algoritmusok terén kifejlesztettek továbbá egy elosztott gráfparticionáló algoritmust, amely versenyképes teljesítményt mutat a legjobb centralizált heurisztikus algoritmusokkal. Alkalmazási területei közé tartoznak a gráf-adatbázisok, ahol a hatékony elosztott feldolgozás érdekében a gráfot processzorokhoz rendelhetjük. Emellett kiterjesztették a feszítőfa és véletlen pletyka alapú algoritmusok összehasonlítására készült tanulmányukat is.

Mesterséges intelligencia a szoftvermérnökségben: A csoport kutatói 2015-ben a tesztelés minőségének kutatásával, ezen belül kiemelten a nagyméretű tesztrendszerek minőségi mutatóival foglalkoztak. Folytatták emellett a preprocessor-direktívákkal kapcsolatos, illetve a fejlesztői produktivitás mérésével és előrejelzésével kapcsolatos kutatásokat. Nagyméretű tesztrendszerek minőségének metrikákkal való jellemzésére megadtak egy általános módszert, melynek egy konkrét adaptációját sikeresen alkalmazták egy valós, nagyméretű rendszeren

(WebKit böngészőmotor). A módszer ötvözi a szokásos hibadetektálást célzó módszereket a célzottan hibalokalizációra megalkotott metrikákkal. A csoport kutatói emellett C/C++ pre-processor-direktívák visszatervezési információi alapján egy ipari együttműködés keretében termékvonalak konfigurációit vizsgálták. A BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszékével közösen refaktoring transzformációk megvalósíthatóságát és performanciáját kutatták hagyományos és modell-alapú, általános megvalósítások összevetésével.

b) Tudomány és társadalom

A csoport kutatói az Alzheimer-kór és a Parkinson-kór beszédjelből való automatikus felismerésére kifejlesztett módszerükkel megnyerték az Interspeech konferencia Parkinson-kór felismerésére kiírt versenyét. Az eredményhez kapcsolódó kutatásokról beszámolt az MTI, illetve számos megyei napilap, a HVG és a Kossuth Rádió is. A csoport egy munkatársa a Délmagyar című napilap 2016.02.04-i számának "Veszélyes vagy hasznos robotemberek" című cikkében népszerűsítette a mesterséges intelligenciát, valamint az MTA "Tudomány ünnepe" szegedi rendezvényén meghívott előadóként tartott népszerűsítő előadást.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport egy kutatója 2015. február 1. és április 15. között vendégkutatóként a Stanford Egyetemen a többszavas kifejezések és a kérdő mondatok összefüggéseit vizsgálta. A csoport kutatói szervezték a 2015-es Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferenciát. A csoport három kutatója vesz részt az SZTE TTIK Informatika Doktori Iskolájának tevékenységében témavezetőként illetve előadóként.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2015-ben kiírt nagy volumenű állami kutatási pályázatok terén döntés csak 2016-ban várható, így pályázatot a kutatócsoport 2015-ben nem nyert el.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Nyers L, Jelasy M: A comparative study of spanning tree and gossip protocols for aggregation. *Concurrency-Pract Ex*, 27 (16): 4091-4106 (2015)
<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5773/>
2. Szatlóczi G, Hoffmann I, Vincze V, Kálmán J, Pákáski M: Speaking in Alzheimer's disease, is that an early sign? Importance of changes in language abilities in Alzheimer's Disease. *Front Aging Neurosci*, 7: 1-7. Paper 195. (2015)
<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6298/>
3. Tóth L: Phone recognition with hierarchical convolutional deep maxout networks. *EURASIP J Audio Spee*, 2015 (1): Paper 25. 13 (2015)
<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5976/>
4. Vincze V: The Relationship of Dependency Relations and Parts of Speech in Hungarian. *J Quant Linguist*, 22 (1): 44-54. (2015)
<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6247/>
5. Ujhelyi Z, Szőke G, Horváth Á, Csiszár N, Vidács L, Varró D, Ferenc R: Performance comparison of query-based techniques for anti-pattern detection. *Inform Software Tech*, 65: 147-165. (2015)
<http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6227/>

MTA-SZTE REAKCIÓKINETIKAI ÉS FELÜLETKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kónya Zoltán, az MTA doktora

6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.

telefon: (62) 544 620; fax: (62) 544 619; e-mail: konya@chem.u-szeged.hu

a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport célja az alacsony dimenziójú (jellemzően 0D, 1D, 2D) anyagok tömbi tartományban nem tapasztalható tulajdonságainak a felderítése és kiaknázása. Tanulmányozzák olyan felületi folyamatok/reakciók elemi lépéseit, melyeknek a gyakorlatban alkalmazható nanotechnológiai eljárásokban, valamint az energetika és a környezetvédelem terén lehet jelentős szerepük. A 2015. év fő célja a különböző egyszerű és összetett nanoszerkezetek felületi tulajdonságainak tanulmányozása volt.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A fotokatalízissel foglalkozó egység tovább folytatta a hatékony fotokatalizátor kialakítását és több téma párhuzamos kutatását végezte az elmúlt évben. Ennek keretében megvizsgálták a hangyasav bomlását Mo_2C tartalmú főleg TiO_2 alapú katalizátorokon. Infravörös spektroszkópiai módszerrel kimutatták, hogy a molekulárisan adszorbeálódott hangyasav bomlásából képződő formiát a bevilágítás hatására elbomlik a felületen. A TiO_2 és a SiO_2 felületére felvitt Mo_2C megnövelte a hangyasav fotoindukált bomlását. Kálium hozzáadásának hatására jelentősen megnőtt a Mo_2C fotoaktivitása és a $\text{K}/\text{Mo}_2\text{C}$ bizonyult a legaktívabb mintának a HCOOH látható fénnel indukált bontásában. Legfontosabb eredmény, hogy a HCOOH fotokatalizált bontásában sikerült CO mentes hidrogént előállítani.

Vizsgálták az etán szárazreformálási reakciót hordozós aranykatalizátorokon. A különböző hordozókra felvitt arany katalizátorok csak mérsékelten növelték az etán dehidrogénezését, a tiszta hordozókhoz viszonyítva. Figyelembe véve az aktív és inaktív oxidokat, megállapítható, hogy az aktív-oxidok (TiO_2 , CeO_2 , ZnO) n-típusú félvezetők, míg az Al_2O_3 és MgO szigetelő anyagok. Mivel a TiO_2 és a ZnO hordozó hatása összehasonlítható, arra lehet következtetni, hogy a vizsgált reakcióban az oxidhordozók elektromos sajátságai sokkal fontosabbak, mint a hibahely szerkezetük.

A H_2+CO_2 reakció vizsgálata során az infravörös vizsgálatok megállapították, hogy az Au/TiO_2 felületén kis mértékben végbe megy a formiát formák képződése. A fő reakcióirány a CO képződés irányába tolódott 1 bar nyomáson. 9,5 bar nyomáson jelentősen sikerült növelni a képződő metán és metanol szelektivitását és képződési sebességét.

Megvalósították cérium és cérium dioxid kontrollált növesztését $\text{Cu}(111)$ egykristály felületen. Érzékeny felületvizsgáló spektroszkópiai módszerekkel bizonyították, hogy az orientált $\text{CeO}_2(111)$ ultravékony réteg folytonos. E felületre kobaltot párologtatva Co/CeO_2 modellkatalizátort hoztak létre, amely a bioetanolból történő hidrogén előállításban hatékony. Kimutatták, hogy kis mennyiségű kobalt felvitelekor a CeO_2 redukálódik, míg a kobalt oxidálódik. Magas hőmérsékleten a Co tovább oxidálódik és a cérium dioxid filmbe diffundál.

CeO_2 hordozóra felvitt Rh, Co és Rh-Co kétfémes nanorészecskék közötti kölcsönhatást vizsgálták XRD, HRTEM, XPS és LEIS módszerekkel. A kétfémes katalizátor kiváló

aktivitást és hidrogén szelektivitást mutatott az etanol-víz reakcióban. Erős Co beoldódást észleltek a céria hordozóba és kisebb krisztalitek keletkeztek a Co adalékolás hatására. A Rh jelenléte lényegesen megnövelte a Co és a céria redukálhatóságát.

A borazin adszorpcióját és disszociációját vizsgálták Rh(111) felületen AES, HREELS és TPD módszerekkel. 600-1100 K között fokozatos hidrogén veszteség során az AES spektrumok és optikai fonon veszteségek arra mutattak, hogy hexagonális BN réteg képződik a Rh(111) felületen.

AES, TPD és kilépési munka mérésekkel megvizsgálták Rh rétegek viselkedését oxidált, 0,15-20,0 monoréteg (MR) vastag Mo filmekben, melyeket TiO₂(110) egykristályon hoztak létre. A 0,15-2,7 monoréteges filmek oxidációja a titán-dioxiddal való reakció révén történt 1000 K-re felfűtés során. A 20 MR vastag Mo-filmek oxidációja O₂-vel 650 és 1000 K-en MoO₃, illetve MoO₂ felületi összetételt eredményezett. A Rh rétegről-rétegre épült fel a 0,15 MR Mo és titán-dioxid reakciójában keletkezett kevert titán-molibdén-oxidon, ami a ródium jelentős diszperzitás-növekedését jelenti a Mo-mentes felületen észlelthez képest. A molibdén-oxidokon hordozott Rh filmek reaktivitásának változását a rétegek előzetes felfűtési hőmérsékletének függvényében CO adszorpció- és deszorpció kísérletekkel állapították meg. A MoO₃-ra felvitt 0,4 MR vastag Rh-film CO-felvétele már 300 K-en jelentősen lecsökkent, ami a Rh kis felületi energiájú MoO_x speciesszel való beborítódását igazolja. A MoO₃ és MoO₂ hordozókra felvitt Rh részecskék CO adszorpció képessége egyaránt megszűnt 600 K-re felfűtés után, ami a fémrészecskék MoO_x-el való beborítódására utal. Ez a folyamat 600 K felett tovább folytatódott mindkét hordozón és 1000 K-en hasonló kilépési munka értékeket eredményezett, melyek a MoO₂-hez közeli felületi összetételre utalnak. Az AES mélységi analízissel kimutatták, hogy a 0,4 MR vastag Rh-filmek 1000 K-en is megőrizték szigetzerű struktúrájukat.

Cérium-foszfát szferulitok áramlásos rendszerben történő kialakulási mechanizmusát vizsgálták. Megállapították, hogy a prekursoroldatok adagolási rendjének változtatásával befolyásolni tudják, hogy a szferulitok a magképződés majd sugárirányú növekedés, vagy az ún. kristályhasadásos mechanizmus szerint nőjenek. A sajátos kialakulási mechanizmusok jelentős eltérést okoztak a terbiummal dópolt változatok fotolumineszcens intenzitásában is. Hexagonális és monoklin kristályszerkezetű cérium-foszfát nanoszálak páratartalom-függő vezetési tulajdonságait vizsgálták impedancia spektroszkópia és izotermális tranziens ionáram módszer alkalmazásával. A vezetési folyamatok megfelelő értelmezése érdekében összehasonlították a nanoszálak felületi kémiai, illetve szerkezeti sajátosságait. Egy, a kristályszerkezettől független alacsony hőmérsékletű protonvezetési mechanizmust mutattak ki cérium-foszfát nanoszálak esetében.

Jól ismert, hogy a CO alacsony hőmérsékleti oxidációjában az Au/TiO₂ katalizátorok a leghatékonyabbak közé tartoznak. Tekintettel e rendszer katalitikus fontosságára, pásztázó alagútmikroszkópiái (STM) vizsgálatokkal atomi méretekben követhető módon tanulmányozták a CO és az O₂ gázok kölcsönhatását Au/TiO_x-ultrathin-film/Rh(111) rendszeren, amelyről az előző években már részletes morfológiai ismeretekre tettek szert. Azt találták, hogy a CO gáz hatására 10⁻¹ Pa nyomás felett már 300 K-en a kétréteges és kétdimenziós Au nanorészecskék jelentős korróziót (diszpergálódást) szenvednek, amelyben főként a második Au réteg lépcsőhelyei aktívak. O₂ gáz hatására szintén történnek morfológiai változások hasonló nyomásokon, de nem az Au-Au lépcsők, hanem az Au-TiO_x 1D határátmenet mutat kiemelkedő aktivitást. Mindezek a megfigyelések összhangban vannak a kinetikai katalitikus mérések alapján feltételezett ún. Mars-van Krevelen mechanizmussal.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai részt vettek számos kari és egyetemi rendezvényen, ahol bemutatták a tevékenységüket, közelebb hozva azt az embereket érintő mindennapi problémákhoz.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport tagjai számos hazai és külföldi egyetemmel állnak szoros munkakapcsolatban, melyekből 2015-ben is közös publikációk születtek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai számos projektben vesznek részt, melyekben a Szegedi Tudományegyetem a fő pályázó (például TÁMOP pályázatok), erősítve ezzel betagozódásukat az egyetem oktatási és szakmai munkájába. A csoport tagjai OTKA-pályázatok témavezetői/résztvevői (NK106234, K83889, NN110676) és részt vesznek a CM1301, CM1104 és CA 15107 COST programokban.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szent I, Bugyi L, Kónya Z: Enhanced dispersion and the reactivity of atomically thin Rh layers supported by molybdenum oxide films. *Surface Science*, 641:60-67 (2015)
2. Berkó A, Gubó R, Óvári L, Kónya Z: Rh and Au deposited on ultrathin TiO₂ film formed on Rh(111) facets and the effects of CO exposure. *Surface Science*, 641: 300-304 (2015)
3. Farkas AP, Török P, Solymosi F, Kiss J, Kónya Z: Investigation of the adsorption properties of borazine and characterisation of boron nitride on Rh(111) by electron spectroscopic methods. *Applied Surface Science*, 354:(Part B) 367-372 (2015)
4. Pusztai P, Haspel H, Tóth IY, Tombácz E, László K, Kukovecz A, Kónya Z: Structure independent proton transport in cerium(III) phosphate nanowires. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7:(18) 9947-9956 (2015)
5. Pusztai P, Toth-Szeles E, Horváth D, Tóth A, Kukovecz A, Kónya Z: A simple method to control the formation mechanisms of cerium phosphate architectures. *CrystEngComm*, 17: 8477-8485 (2015)
6. Varga E, Pusztai P, Óvári L, Oszkó A, Erdőhelyi A, Papp C et al. (3, Kónya Z): Probing the interaction of Rh, Co and bimetallic Rh-Co nanoparticles with the CeO₂ support: catalytic materials for alternative energy generation. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17:(40) 27154-27166 (2015)
7. Vári G, Óvári L, Kiss J, Kónya Z: LEIS and XPS investigation into the growth of cerium and cerium dioxide on Cu(111). *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17:(7) 5124-5132 (2015)
8. Vári G, Óvári L, Papp Ch, Steinrück H-P, Kiss J, Kónya Z: The Interaction of Cobalt with CeO₂(111) Prepared on Cu(111). *Journal of Physical Chemistry C*, 119:(17) 9324-9333 (2015)

MTA-SZTE SZTEREOKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Fülöp Ferenc, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Eötvös u. 6.
telefon: (62) 545 564; fax: (62) 545 705; e-mail: fulop@pharm.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport öt évre megfogalmazott feladatai közé tartoznak: (i) változatosan szubsztituált ciklusos β -aminosav származékok sztereoszelektív szintézise, (ii) a módosított Mannich-reakció kiterjesztéseinek tanulmányozása, (iii) heterogén katalitikus enantioszelektív hidrogénezések, továbbá (iv) új szén–szén és szén–heteroatom kötések kialakítása organokatalitikus és átmenetifém-katalizált reakciók által folyamatos áramú berendezésekben. A jelentett évig megvalósított munka során új naftalinnal kondenzált heterociklusokat, ortogonálisan védett di- és triaminociklopentánkarboxilátokat, illetve 3-szubsztituált indol származékokat állítottak elő. Szelektív szintézismódszert dolgoztak ki mono- és difluor tartalmú ciszpentacin származékok és aciklusos $\beta^{2,3}$ -aminosav származékok szintézisére. Vizsgálták telítetlen karbonsavak és aktivált ketonok enantioszelektív hidrogénezését cinkona alkaloidokkal módosított átmenetifém katalizátorokon folyamatos és szakaszos üzemmódban. 2015-ben folytatták a tervezett aszimmetrikus szintézisek kidolgozását, a reakciók sztereokémiájának, szelektivitásának és mechanizmusának tanulmányozását, illetve az áramlásos kémiai módszerfejlesztést a kémiai paraméterter bővítésével.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A 2015-ös év során a kutatócsoport a klasszikus gyógyszerkémia, a heterogén katalízis és az áramlásos kémia területén ért el kiemelkedő eredményeket.

Kifejlesztettek egy robusztus szilárdhordozós dipeptid organokatalizátort aldehidek azodikarboxilát észterekkel történő α -helyzetű aszimmetrikus aminálásához. Megmutatták, hogy folyamatos áramú üzemmód esetén a precíz tartózkodási idő kontroll az enantiomer felesleg finomhangolásának egyszerű és hatékony lehetőségét jelenti. Az áramlásos módszer alkalmazásával 90–99%-os enantiomer felesleg mellett nyertek szintetikus szempontból értékes α -hidrazinoalkohol termékeket, ami jóval magasabb, mint a lombikos reakciók során elért eredmények. Új kémia paraméter terek alkalmazásával áramlásos módszert dolgoztak ki azobenzol származékok kemoselektív szintézisére. A munka során megfigyelték, hogy bizonyos túlfűtött oldószerek alkalmazása gyakorlatilag új reakcióablakot nyit anilin származékok aromás azovegyületeket eredményező réz-katalizált oxidatív homokapcsolása során. Kifejlesztettek egy újfajta réteges kettős hidroxid alapú heterogén réz katalizátort, és alkalmazási lehetőségeit sikeresen demonstrálták 1,2,3-triazolok regioszelektív előállítására során áramlásos reaktorban. Dideuterokalkonok kemoselektív szintézisét hajtották végre áramlásos hidrogénező reaktorban. A reakciók során a melléktermékek képződését a reakciókörülmények precíz kontrolljával küszöbölték ki.

Új szintetikus módszert dolgoztak ki aminociklopentán- és aminociklohexánkarboxilátok szelektív fluorozására. Az átalakítások kulcslépései a ciklusos β -aminosav származékban található C=C kötés sztereoszelektív aziridinálása, majd ezt követően az aziridin gyűrű fluorid ágenssel történő regioszelektív nyitása. A funkcionálizálási technika alkalmazásával magas hozamok mellett nyertek értékes mono- és biciklusos fluor tartalmú diaminosav származékokat. Norbornén és oxanorbornén vázas β -aminosav származékok gyűrűnyitó

metatézisével egylépéses módszert dolgoztak ki divinil-szubsztituált ciszpentacin származékok sztereokontrollált előállítására etilén jelenlétében. A módszert kiterjesztették 3,4-diszubsztituált azetidín-2-onok és $\beta^{2,3}$ -aminosav származékok előállítására is. Új sztereokontrollált módszert dolgoztak ki tasiromine és epitasiromine alkaloidok szintézisére ciklooktán vázas β -aminosavakból kiindulva.

Részletesen tanulmányoztak egy korábban leírt aszimmetrikus heterogén katalitikus kaszkád reakciót 3-hidroxitetrahidrokinolonok előállítására hordozós platina katalizátoron cinkona alkaloidok jelenlétében. Az oldószer ecetsav tartalmának, a katalizátorhordozó természetének, a reakcióidő, a hidrogén nyomás, a felület királis módosítására használt alkaloid koncentrációjának és a 2-nitrofenilpiroszölősav észter kiindulási anyag koncentrációjának hatásaiból következtetéseket vontak le a reakció mechanizmusára vonatkozóan. Kimutatták, hogy a kaszkád reakció mindhárom lépése a fém felületén játszódik le, bizonyítva a reakció heterogén katalitikus jellegét. Folyamatos rendszerben állóágvas reaktor használatával végzett kísérletek is hozzájárultak a mechanizmus megértéséhez. Ezek a vizsgálatok kimutatták, hogy az enantioszelektív hidrogénezéssel és az azt rögtön követő nitro csoport redukcióval keletkező amino alkohol származék távozik a fémfelületről, míg e két kezdeti lépés teljesen végbe megy. Az átmeneti termék ezt követően újra a felületre kötődve alakul át a végső királis terméké, vagyis a megfelelő 3-hidroxihidrokinolon gyógyszeripari köztitermékké. Az is láthatóvá vált folyamatos rendszerben, hogy nagyobb átalakulásoknál az átmeneti termék kialakulását spontán gyűrűzárás követheti. A kimutatott reakció utak új, hasonló elven alapuló heterogén katalitikus enantioszelektív kaszkád reakciók tervezését tehetik lehetővé.

Összefoglaló tanulmányokat közöltek aciklusos diszubsztituált $\beta^{2,3}$ -aminosav származékok és triazolok, mint értékes heterociklusok hagyományos lombikos és folyamatos áramú szintézis módszereivel kapcsolatban. Továbbá, összeállítottak egy átfogó ismertetőt a tartózkodási idő kontroll alkalmazási lehetőségeiről áramlásos kémiai szintézisek során, valamint egy alapos összefoglaló tanulmányban elemezték az aszimmetrikus aldol reakció során alkalmazott organokatalizátorok heterogenizálásának módszereit és e katalizátorok alkalmazhatóságát.

b) Tudomány és társadalom

Az előállított új vegyületek a szintetikus szerves vegyiparban fontos multifunkciós királis anyagok előállításában játszhatnak szerepet, továbbá a kidolgozott áramlásos és klasszikus szintetikus módszerek a gyógyszeripar érdeklődését is felkelthetik.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Sikeres együttműködés folyik a tajvani Kaohsiung Orvosi Egyetem, a spanyol Valenciái Egyetem, illetve a finn Turku Egyetem egy-egy kutatócsoportjával. A közös munkából idén egy publikáció született, és egy további közlés alatt áll. A kutatócsoport egyik tudományos munkatársa az év november-decemberében három hét szakmai munkát töltött az említett tajvani kutatóhelyen. A kutatócsoport aktívan részt vett az SZTE Gyógyszerkémiai és a Szerves Kémiai Tanszékeken folyó oktató munkában, projektmunkák irányításában, valamint a doktori képzésben.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport-vezető (akadémikus, egyetemi tanár) OTKA pályázatot (K 115731), az egyik tudományos munkatárs MTA Posztdoktori Ösztöndíjat és Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat nyert. Egy másik tudományos munkatárs OTKA PD pályázatot nyert. A csoport kutatásait az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta (K 109278).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Georgiádes Á, Ötvös SB, Fülöp F: Exploring New Parameter Spaces for the Oxidative Homocoupling of Aniline Derivatives: Sustainable Synthesis of Azobenzenes in a Flow System. *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 3: 3388-3397 (2015)
2. Ötvös SB, Szloszár A, Mándity IM, Fülöp F: Heterogeneous Dipeptide-Catalyzed α -Amination of Aldehydes in a Continuous-Flow Reactor: Effect of Residence Time on Enantioselectivity. *Adv. Synth. Catal.*, 357: 3671-3680 (2015)
3. Ötvös SB, Fülöp F: Flow chemistry as a versatile tool for the synthesis of triazoles. *Catal. Sci. Technol.*, 5: 4926-4941 (2015) /inside cover/
4. Ötvös SB, Georgiádes Á, Ádok-Sipiczki M, Mészáros R, Pálinkó I, Sipos P, Fülöp F: A layered double hydroxide, a synthetically useful heterogeneous catalyst for azide-alkyne cycloadditions in a continuous-flow reactor. *Appl. Catal. A: Gen.*, 501: 63-73 (2015)
5. Mándity IM, Ötvös SB, Fülöp F: Strategic Application of Residence-Time Control in Continuous-Flow Reactors. *ChemistryOpen*, 4: 212-223 (2015)
6. Hsieh C-T, Ötvös SB, Wu Y-C, Mándity IM, Chang F-R, Fülöp F: Highly Selective Continuous-Flow Synthesis of Potentially Bioactive Deuterated Chalcone Derivatives. *ChemPlusChem*, 80: 859-864 (2015)
7. Kardos M, Kiss L, Fülöp F: Stereocontrolled Synthesis of Difunctionalized Azetidiones and $\beta^{2,3}$ -Amino Acid Derivatives from Cyclodienes by Ring-Opening and Cross-Metathesis Reactions. *Asian J. Org. Chem.*, 4: 1155-1159 (2015)
8. Kiss L, Forró E, Fülöp F: Novel stereocontrolled syntheses of tashiromine and epitashiromine. *Beilstein J. Org. Chem.*, 11: 596-603 (2015)
9. Nonn M, Kiss L, Haukka M, Fustero S, Fülöp F: A Novel and Selective Fluoride Opening of Aziridines by XtalFluor-E. Synthesis of Fluorinated Diamino Acid Derivatives. *Org. Lett.*, 17: 1074-1077 (2015)
10. Kiss L, Cherepanova M, Fülöp F: Recent advances in the stereoselective syntheses of acyclic disubstituted $\beta^{2,3}$ -amino acids. *Tetrahedron*, 71: 2049-2069 (2015)
11. Kiss L, Kardos M, Forró E, Fülöp F: Stereocontrolled One-Step Synthesis of Difunctionalised Cispentacin Derivatives through Ring-Opening Metathesis of Norbornene β -Amino Acids. *Eur. J. Org. Chem.*, 1283-1289 (2015)
12. Szóllósi Gy, Kovács L, Makra Zs: Three consecutive steps over chirally modified Pt surface: asymmetric catalytic cascade reaction of 2-nitrophenylpyruvates. *Catal. Sci. Technol.*, 5: 697-704 (2015)
13. Kovács L, Szóllósi Gy, Fülöp F: Pt-cinchonidine Catalysed Asymmetric Catalytic Cascade Reaction of 2-Nitrophenylpyruvates in Flow System. *J. Flow Chem.*, 5: 210-215 (2015)
14. Bartók M: Advances in Immobilized Organocatalysts for the Heterogeneous Asymmetric Direct Aldol Reaction. *Catal. Rev.: Sci. Eng.*, 57: 192-255 (2015)

MTA-SZTE SZUPRAMOLEKULÁRIS ÉS NANOSZERKEZETŰ ANYAGOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Dékány Imre, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Aradi vértanúk tere 1.
telefon: (62) 544 210 ; fax: (62) 544 042; e-mail: i.dekany@chem.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2012. 01. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervének legfőbb koncepciója az Alzheimer-kór kialakulásában feltehetően döntő szerepet játszó béta-amiloid 1-42 peptid konformáció változásának és aggregációjának tanulmányozása fizikai-kémia mérési módszerekkel. Fehérjék konformációjának és aggregációjának nyomon követése plazmonikus (Au, Ag) tulajdonságú nanorészecskék felhasználásával. Biológiai membránok modellezése (2D), a membrán proteinek gyógyszerhatóanyagokkal való kölcsönhatásának vizsgálata. Gyógyszerhatóanyagok nanokapszulázása.

Eddig sikeresen megvalósult: a β -amiloid (A β) peptid konfiguráció változásainak és az aggregáció összefüggésének vizsgálata. Proteom változások vizsgálata az Alzheimer-kór egyik egérmodelljén. Nanokompozitok előállítás, azok in vivo tesztelése modell BBB membránon. Több nanokompozit sikeres szintézise, a BSA/KYNA mag-héj kompozit munkából szabadalom bejegyzése. Plazmonikus és fluoreszcens nanohibrid rendszerek vizsgálata. Fehérje-ligand kölcsönhatások jellemzése 2D rendszerekben ultravékony filmekben.

A beszámolóév legfontosabb feladatai: Neuroprotektív hatással rendelkező peptapeptid in vitro tesztelése a β -amiloid toxikus hatásának kivédésére. Gyógyszer hatóanyagot tartalmazó nanokompozitok szintézise, jellemzése és a hatóanyag leadás in vitro és in vivo tesztelése.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Neuroprotektív peptidek és peptidomimetikumok hatásmechanizmus vizsgálata

A tisztán D-aminosavból álló, szabadalmilag védett neuroprotektív pentapeptid, az „apape” (D-Ala-D-Pro-D-Ala-D-Pro-D-Glu) in vitro tesztben (SH-SY5Y neuroblasztóma sejttenyészet) kétszeres és ötszörös mólfeleslegben kivédi a β -amiloid toxikus hatását a mitokondriumokra (MTT-teszt, laktát-dehidrogenáz (LDH) teszt). Az apape-pentapeptid az Alzheimer-kór transzgén modell egértörzsén (APPxPS1 egér) 4 mg/testtömeg-kg dózisban krónikus adagolásban kivédte a szinapszisok számának csökkenését (PSD-95 és szinaptofizin mérések ELISA-teszttel).

Amiloid- β 1-42 peptid monomer és dimer rendszerének számítógépes modellezése

A monomer szerkezet segítségével tisztázták a konformáció analízisben használni kívánt protokollt. A konformációs tér felderítéséhez az ún. „Replica Exchange Molecular Dynamics” (REMD) eljárást választották, melyhez a párhuzamosan futtatott dinamikák („szálak”) számát, valamint az egyes dinamika hosszát kellett meghatározni. Megállapították, hogy 48 szál alkalmazása tűnik a leoptimalisabbnak és legalább 250 ns hosszúnak kell lennie a dinamikáknak. A szimulációk a monomer rendszer esetében fejeződtek be, melynek kiértékelését saját kód alkalmazásával végezték el. A dimer rendszerek szimulációja folyamatban van.

Önszerveződő rendszerek elméleti vizsgálata

Önszerveződő rendszerek vizsgálatára vonatkozóan egy speciális másodrendű kölcsönhatás, a halogén híd szerepét vizsgálták meg. Elméleti kémiai módszerek alkalmazásával holland kutatók korábban kimutatták, hogy a halogén kötés kialakításában az elektrosztatikus karakter mellett fontos szerepet játszik a kovalens jelleg is. Emiatt, hidrogénhidás rendszerekben tapasztalt extra stabilizáló hatás megjelenését keresték halogén kötést tartalmazó önszerveződő felszíni struktúrákban. A számítógépes modellezések azt mutatták, hogy bizonyos elrendeződés mellett a halogén kötést tartalmazó rendszerekben is megjelenhet az extra hatás. Ráadásul az extra hatás erőssége bizonyos esetekben meg is haladhatja az analóg hidrogén hidás rendszerekben számolt extra hatás erősségét.

Receptor-ligand, valamint fehérje-gyógyszer molekula kölcsönhatások kvantitatív, kinetikai és termodinamikai jellemzése kétdimenziós mérés technikák felhasználásával

Folytatták a 2014-ben megkezdett vizsgálatokat az AMPA receptor model peptidek és a kinurénsav közötti kölcsönhatás jellemzésére vonatkozóan. A korábban vizsgált GluR1₂₀₁₋₂₃₀ és GluR1₂₃₁₋₂₅₉ fragmensek mellett előállították szilárdfázisú peptidszintézissel a harmadik GluR1₂₇₀₋₃₀₀ peptidszakaszt is, és felületi plazmon rezonancia spektroszkópiát alkalmazva a kinurénsavval való kölcsönhatást tanulmányozták. Az egyes rendszerek kísérleti eredményeiből megállapítást nyert, hogy a 3. szakasz kevésbé köti a KYNA molekulákat, mint az első kettő, de ezt elméleti számolásokkal is igazolták. Mindezek mellett a BSA-ibuprofen, valamint a BSA-kinurénsav kölcsönhatás teljes körű feltérképezését is elvégezték a 2D felületi plazmon rezonancia (SPR) spektroszkópia alkalmazásával. A kölcsönhatás kvantitatív adatainak meghatározása mellett a kinetikai állandóra (kd) és termodinamikai állapotfüggvényekre (ΔH , ΔS , ΔG) is szolgáltatottak hasznos adatokat. A vizsgált rendszerek relevanciáját alátámasztja, hogy BSA-alapú ibuprofen, valamint kinurénsav tartalmú mag-héj nanokompozit sikeres szintézisét végezték el a fenn említett mérések alapján szabályozott hatóanyag leadás, valamint a hatóanyag vér-agy gáton történő átjuttatása céljából.

Fehérje-gyógyszermolekula kölcsönhatás termodinamikai paramétereinek meghatározása izoterm titrációs mikrokalorimetria alkalmazásával

Izoterm titrációs mikrokalorimétert (ITC) alkalmaztak BSA-ibuprofen, valamint a BSA-kinurénsav kölcsönhatás tanulmányozására. A mikrokalorimetriás hőeffektusok révén meghatározták a kötési entalpiát, kötési állandót, reakció sztöchiometriáját és a kötés kialakulásával járó entrópiaváltozást is. A számított reakcióentalpia értékeket (3D) összevetették az adszorpciós mérések során (2D) az izoterma egyenletekből SPR módszerrel meghatározott értékekkel, melyek jó egyezést mutattak.

Mag-héj szerkezetű, gyógyszer hatóanyagot tartalmazó nanokompozitok előállítása

Szabályozott és célzott gyógyszer hatóanyag leadás magvalósítása céljából a kutatócsoportban előállítottak szerves, illetve szervetlen alapú nanoméretű kompozitokat. A szintézisek kísérleti körülményeit célirányosan változtatva szobahőmérsékleten, pusztán elektrosztatikus kölcsönhatások kialakítása révén valósították meg a mag-héj kompozitok kialakulását. Biokompatibilis és biológiailag lebomló fehérjét, a BSA-t használták gyulladásgátló, valamint a központi idegrendszert érintő betegségek kezelésében gyakran használt kinurénsav (KYNA) kapszulázására. A hatóanyag vér-agy gáton történő átjuttatása jelenti a kutatás legnagyobb kihívását, amely számos paraméter együttes meglétével valósítható meg. Az általuk kifejlesztett módszer alapján egy olyan egyrétegű BSA-alapú, megfelelő koncentrációjú KYNA-t tartalmazó mag-héj kompozitot sikerült előállítani, amely az állatkísérletek szempontjából is pozitív eredményeket mutatott a jövőbeli alkalmazhatóság szempontjából, a

sikeres eredményekre alapozva a kutatómunkából nemcsak tudományos publikáció, hanem szabadalom is benyújtásra került.

Plazmonikus és fluoreszcens arany nanostruktúrák előállítása és vizsgálata

Lizozim fehérje alkalmazásával fiziológias körülmények mellett is stabil plazmonikus arany nanorészecskéket ($d > 2\text{nm}$), illetve fluoreszcens sajátsággal rendelkező fehérje/arany nanoklasztereket ($d < 2\text{nm}$) állítottak elő a prekursor tetrakloroaurát(III) közvetlen redukciójával. Az előállított fehérje/arany nanostruktúrák mérete és optikai tulajdonságai a fém/fehérje aránnyal szisztematikusan hangolhatóak. Az új típusú fluoreszcens jelzőanyagokként is emlegetett és az orvosi diagnosztikában fehérjék konformációjának követésére, másrészt toxikus fémionok és szerves anionok detektálására lehetségesen alkalmas arany nanoklaszterek intenzív fluoreszcenciája a klasztert felépítő atomok számával szabályozottan hangolható. A témában együttműködések indultak ^{197}Au Mössbauer (ELTE Kémiai Intézet), XRF vizsgálatok (ELTE Kémiai Intézet) és fluoreszcencia mérések (MTA TTK) vonatkozásában.

b) Tudomány és társadalom

„Nanomedicina” címmel egy szemeszteres előadást és az ahhoz kapcsolódó laboratóriumi gyakorlatot tartottak orvos, gyógyszerész és természettudományos hallgatóknak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport egyik munkatársa kétéves Marie Curie kutatási ösztöndíjat nyert a Free University of Amsterdam egyik kutatócsoportjába.

ELTE Kémia Intézet – arany Mössbauer és XRF vizsgálatok.

Semmelweis Egyetem, Orvosi Mikrobiológia Intézet – antitest-antigén kölcsönhatások vizsgálata SPR mérés technikával.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA K-116323 „Nanohibrid rendszerek szintézise, azok szerkezeti és termodinamikai jellemzése szilárd-folyadék határfelületeken” (2015-2018) 36.979 M Ft.

OTKA K-116362 „Optimalizált nanoplazmonika” (2015-2019) 34.040 M Ft.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Csapó E, Bogár F, Juhász Á, Sebők D, Szolomájer J, Majláth Zs et al. (3, Dékány I): Determination of binding capability and adsorption enthalpy between Human Glutamate Receptor (GluR1) peptide fragments and kynurenic acid by surface plasmon resonance experiments: Part 2, Interaction of GluR1270-300 with KYNA. Coll. Surf. B, 133:66-72 (2015)
2. Benkő M, Varga N, Sebők D, Bohus G, Juhász Á, Dékány I: Bovine serum albumin-sodium alkyl sulfates bioconjugates as drug delivery systems. Coll. Surf. B, 130:126-132 (2015)
3. Bogár F, Simon D, Bozso Zs, Janaky T, Veszélka Sz, Toth AE et al. (6): Opposite effect of $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ions on the aggregation of native and precursor-derived A β 1-42. Structural Chemistry, 26:1389-1403 (2015)

**A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT
KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Gépek és Járűvek Dinamikája Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	3,37	Ebből kutató ² :	3,37
PhD, kandidátus:	1,37	MTA doktora:	
		Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoportához kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			5
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			5
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	9,396	Összes független hivatkozás száma (2014):	72
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			91
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :		PhD: 2	MTA doktora: 0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			10
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	11
Diplomamunka (MSc):	16	PhD:	4
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 375	E Ft
Teljes saját bevétel:		10 809	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			3
<i>A tárgyévre vonatkozó bevétel:</i>		2809	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
<i>A tárgyévre vonatkozó bevétel:</i>		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			1
<i>A tárgyévre vonatkozó bevétel¹⁷:</i>		8000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
<i>A tárgyévre vonatkozó bevétel:</i>		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	7,75	Ebből kutató ² :	7,75
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			23
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			23
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			12
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			11
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	28,049	Összes független hivatkozás száma (2014):	25
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			36
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			7
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 4		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		22 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		3600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		3600	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Irányítástechnikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	2,55	Ebből kutató ² :	2,0
PhD, kandidátus:	2	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			3
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			35
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			35
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			2
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	4,776	Összes független hivatkozás száma (2014):	144
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			168
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			33
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 5		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc): 8		PhD:	9
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		19 139	E Ft
Teljes saját bevétel:		35 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		35 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	8,0	Ebből kutató ² :	8,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	2,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			38
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			38
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			12
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			13
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	57,073	Összes független hivatkozás száma (2014):	111
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			136
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	1
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			21
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	6
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka:	17	Diplomamunka (BSc):	48
Diplomamunka (MSc):	23	PhD:	11
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		30 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		119 749	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		7	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	90 932	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		7	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	28 817	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		3	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	7,31	Ebből kutató ² :	4,45
PhD, kandidátus:	2,19	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,34
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			24
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			24
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	101,733	Összes független hivatkozás száma (2014):	428
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			567
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	1
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			13
		posztterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	17
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		40 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		158 340	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	16 540	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		4	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	141 800	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,77	Ebből kutató ² :	5,77
PhD, kandidátus:	2,91	MTA doktora:	0,37
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2,15
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			21
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			21
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			20
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			20
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	88,728	Összes független hivatkozás száma (2014):	621
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			782
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			25
		posztterek száma:	8
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	7
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 8		Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc): 5		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		26 155	E Ft
Teljes saját bevétel:		24 194	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		16 101	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		5717	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		2376	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Szerves Kémiai Technológia Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	6,0	Ebből kutató ² :	6,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			16
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			17
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	25,248	Összes független hivatkozás száma (2014):	319
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			505
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	3
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			3
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			5
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			7
Témavezetések száma: TDK munka: 8		Diplomamunka (BSc):	11
Diplomamunka (MSc): 4		PhD:	8
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		23 469	E Ft
Teljes saját bevétel:		22 360	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		10 500	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		11 860	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Sztochasztika Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	6,08	Ebből kutató ² :	5,83
PhD, kandidátus:	5,5	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2,83
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	5,195	Összes független hivatkozás száma (2014):	92
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			106
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			9
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			8
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		24 619	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Vizgazdálkodási Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	5,0	Ebből kutató ² :	5,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			3
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	7,616	Összes független hivatkozás száma (2014):	54
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			79
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 4		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		30 795	E Ft
Teljes saját bevétel:		53 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		1000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		12 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		40 000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-DE Egyenletek, függvények, görbék Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,75	Ebből kutató ² :	4,75
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4,5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			9
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			9
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	5,621	Összes független hivatkozás száma (2014):	7
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			12
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			7
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			4
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		4000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-DE Homogén Katalízis Reakciómechanizmusok Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	7,31	Ebből kutató ² :	6,81
PhD, kandidátus:	5,25	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4,57
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			13
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			13
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	42,407	Összes független hivatkozás száma (2014):	284
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			350
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			9
		posztterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 8		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 4		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		27 150	E Ft
Teljes saját bevétel:		35 404	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		7550	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		27 854	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-DE Részecskefizikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	3,66	Ebből kutató ² :	3,66
PhD, kandidátus:	3,16	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,66
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			8
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	39,263	Összes független hivatkozás száma (2014):	69
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			110
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			9
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	4
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		25 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		4035	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4035	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	2,76	Ebből kutató ² :	2,76
PhD, kandidátus:	1,76	MTA doktora:	1,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			12
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			12
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			9
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	5,331	Összes független hivatkozás száma (2014):	103
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			121
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 2	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			13
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc): 5		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 042	E Ft
Teljes saját bevétel:		22 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		22 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	9,66	Ebből kutató ² :	6,66
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag: 1,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			9
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			9
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	28,711	Összes független hivatkozás száma (2014):	415
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			538
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			11
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	7
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		45 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		19 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		19 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	5,06	Ebből kutató ² :	4,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			4
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			4
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			4
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			4
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	16,15	Összes független hivatkozás száma (2014):	166
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			245
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		26 199	E Ft
Teljes saját bevétel:		47 761	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		22 238	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		25 523	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	7,0	Ebből kutató ² :	4,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	16,115	Összes független hivatkozás száma (2014):	219
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			297
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			13
		posztterek száma:	24
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc): 9		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		35 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		12 300	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			10
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		12 300	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Geometriai és Algebrai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,25	Ebből kutató ² :	5,25
PhD, kandidátus:	4,5	MTA doktora: 1,25	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			14
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			11
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	7,361	Összes független hivatkozás száma (2014):	4
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			4
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	1
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			11
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 3		Diplomamunka (BSc):	15
Diplomamunka (MSc): 5		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		28 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		3015	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		3015	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,75	Ebből kutató ² :	4,25
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	27,898	Összes független hivatkozás száma (2014):	12
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			44
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			8
		posztterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 6		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		31 280	E Ft
Teljes saját bevétel:		30 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		30 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	6,8	Ebből kutató ² :	6,8
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			18
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			11
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			10
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	11,562	Összes független hivatkozás száma (2014):	8
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			14
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			11
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	7
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	16
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		25 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	9,41	Ebből kutató ² :	8
PhD, kandidátus:	7,41	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,66
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			25
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			23
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			17
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			17
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	44,185	Összes független hivatkozás száma (2014):	296
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			434
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			21
		posztterek száma:	18
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 13		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			8
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	9
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	9
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		34 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		87 007	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		10	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		47 787	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		37 900	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		1320	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	8,07	Ebből kutató ² :	5,41
PhD, kandidátus:	4	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,41
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			12
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			12
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			9
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	31,593	Összes független hivatkozás száma (2014):	876
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			926
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		40 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	8,25	Ebből kutató ² :	7,25
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			21
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 1	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	18,39	Összes független hivatkozás száma (2014):	10
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			16
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 2	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			15
		posztterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		28 300	E Ft
Teljes saját bevétel:		10 540	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		10 054	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		486	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	10,0	Ebből kutató ² :	8,8
PhD, kandidátus:	4,2	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4,2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			10
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			5
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	9,108	Összes független hivatkozás száma (2014):	47
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			67
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			3
		posztterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			9
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 5		Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		38 500	E Ft
Teljes saját bevétel:		16 070	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		5931	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			4
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		9739	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		400	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,0	Ebből kutató ² :	4,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			29
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			29
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 1	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	10,697	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			13
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		33 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4500	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			2
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		28 500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	6,9	Ebből kutató ² :	5,9
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			12
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			4
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	6,221	Összes független hivatkozás száma (2014):	272
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			392
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			17
		posztterek száma:	21
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 4		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	6
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka: 3		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 6		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		22 335	E Ft
Teljes saját bevétel:		10 897	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		10 897	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	7,0	Ebből kutató ² :	5,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			4
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			4
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			3
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	8,304	Összes független hivatkozás száma (2014):	653
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			765
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			4
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		33 865	E Ft
Teljes saját bevétel:		52 400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4200	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		37 000	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		9700	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		1500	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-tudományban
Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	5,25	Ebből kutató ² :	5,25
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	26,954	Összes független hivatkozás száma (2014):	1
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			7
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			6
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	4
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		25 550	E Ft
Teljes saját bevétel:		10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		10 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,25	Ebből kutató ² :	5,25
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	19,476	Összes független hivatkozás száma (2014):	27
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			43
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	3	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	1
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			8
		posztterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	5
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		30 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		9400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	9400	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,25	Ebből kutató ² :	4,25
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			13
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			11
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	28,491	Összes független hivatkozás száma (2014):	11
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			19
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			1
		posztterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	4
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		23 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		6000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		6000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	5,4	Ebből kutató ² :	5,4
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,4
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			13
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			12
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	12,697	Összes független hivatkozás száma (2014):	53
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			72
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			15
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	10
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			3
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		21 725	E Ft
Teljes saját bevétel:		31 643	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		5328	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		26 315	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,5	Ebből kutató ² :	4,0
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	27,649	Összes független hivatkozás száma (2014):	291
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			397
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 2	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	7
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			2
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	5
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		19 305	E Ft
Teljes saját bevétel:		12 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		6007	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		6000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	8,5	Ebből kutató ² :	7,5
PhD, kandidátus:	3,5	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			19
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			19
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			19
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			18
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	43,747	Összes független hivatkozás száma (2014):	12
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			18
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			4
		posztterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			13
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			8
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	8
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		32 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		40 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		7000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		7	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		20 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		13 000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	8,1	Ebből kutató ² :	7,6
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			38
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			37
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 2	idegen nyelven:	2
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	8,297	Összes független hivatkozás száma (2014):	334
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			386
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			12
		posztterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 8		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		31 737	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémi Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	6,0	Ebből kutató ² :	5,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			1
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			32
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			31
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			31
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			30
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	103,443	Összes független hivatkozás száma (2014):	296
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			348
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			8
		posztterek száma:	13
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 4		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			39
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 8		Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc): 4		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		30 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		26 300	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4300	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		5	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		22 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Sztereokémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,7	Ebből kutató ² :	4,7
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			4
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			23
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			24
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	84,68	Összes független hivatkozás száma (2014):	415
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			610
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			7
		posztterek száma:	8
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			5
Témavezetések száma: TDK munka: 5		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		25 915	E Ft
Teljes saját bevétel:		13 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		13 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	4,7	Ebből kutató ² :	4,7
PhD, kandidátus:	2,1	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			2
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3,2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			11
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			12
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	37,281	Összes független hivatkozás száma (2014):	861
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			936
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 2	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	1	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			6
		posztterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	5
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		28 564	E Ft
Teljes saját bevétel:		7400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	7400	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

**MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYETEMI LENDÜLET
KUTATÓCSOPORTOK**

MTA–BME LENDÜLET EGZOTIKUS KVANTUMFÁZIS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Zaránd Gergely Attila, az MTA doktora
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 4107; fax: (1) 463 3567; e-mail: zarand@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2011

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport feladata az erősen korrelált kvantumrendszerekben lejátszódó dinamikai folyamatok leírása, illetve az ezekben a rendszerekben megvalósuló (nem egyensúlyi) állapotok mind pontosabb megértése. Ezen belül két, egymáshoz szorosan kapcsolódó területen folytatnak kutatásokat: (1) Nanoméretű struktúrák és ultrahideg atomi rendszerek nem egyensúlyi transzport és dinamikai tulajdonságait tanulmányozzák térelméleti módszerekkel. (2) Új, egzotikus korrelált fázisokat és állapotokat keresnek ilyen rendszerekben, és ezek tulajdonságait vizsgálják.

A 2011-2014 közötti időszakban amellet, hogy létrehozták a kutatócsoportot, 46 rangos közleményük jelent meg. Ezek közül hármat emelnek ki illusztrációképp: Megvizsgálták, hogyan nyerhető információ egy kölcsönható ultrahideg atomi rendszerről (Luttinger-folyadék) egy hozzá csatolt szupravezető kvantum bit segítségével [1]. Megmutatták, hogyan lehet periodikus modulációk segítségével dinamikus topológiai fázisokat létrehozni optikai úton [2]. Jólataikat utóbb kísérletileg is megfigyelték. Valamint tanulmányozták két, kapacitíven csatolt kvantum-pötty viselkedését alacsony hőmérsékleten a *Stanford* kutatóival közösen, és megmutatták egy ún. $SU(4)$ állapot kialakulását [3]

Az előző évekhez hasonlóan 2015-ben is az eredeti célkitűzéseknek megfelelően elsődleges kutatási céljuk a nanoszerkezetek (kvantum pöttyök, nanocső, grafén), illetve ultrahideg atomi rendszerek egzotikus kvantumállapotainak, dinamikai, nemegyensúlyi viselkedésének megértésére irányuló, korábban megkezdett vizsgálataik folytatása, kiterjesztése volt.

- [1] Dora B, Pollmann F, Fortagh J, Zarand G, Physical Review Letters 111: 046402 (2013)
[2] Dora B, Cayssol J, Simon F, Moessner R, Physical Review Letters 108: 056602. (2012)
[3] Keller AJ, Amasha S, Weymann I, Moca CP, Rau IG, Katine JA, Shtrikman H, Zarand G, Goldhaber-Gordon D, Nature Physics, 10 (2): 145-150. 6 (2014)

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az elmúlt projektévben egyik legfontosabb eredményüknek azt a Nature folyóiratban megjelent tanulmányukat tekintik, melyben David Goldhaber-Gordon (Stanford) kísérleti csoportjával együttműködve sikerült feltérképezniük egy kvantum-pötty rendszer kvantum kritikus pontjait. Meghatározták a paramétertérben a nem-Fermi-folyadék (kvantum kritikus) vonalakat, ahol a rendszer univerzális nem-Fermi-folyadék skálázást mutat. Ezeknek a közelében megmutatták mind elméleti számításaikkal mind pedig kísérleti úton, hogy a Fermi-folyadék skála kvadratikusan eltűnik. Ilyenkor a vezetőképesség egy univerzális nem-Fermi-folyadék – Fermi-folyadék átcsapást mutat, összhangban a konform térelméleti eredményekkel, ill. a korábbi számításokkal [Keller2015]. Az együttműködésben elért eredmény fontos mérföldkő lehet mind a kvantumkritikus rendszerek fizikájában, mind pedig a nanotechnológiai alkalmazásokban.

A topologikus szigetelők forradalmasíthatják a nanoelektronikát és a kvantum számítástechnikát a szorosan összefonódott spin és töltés szabadsági fokok miatt. Mivel topologikusan nem-triviális sáv szerkezet ritkán jelentkezik a természetben, azért több javaslat is született arra nézve, hogyan lehetne egy anyag topológiai tulajdonságait megváltoztatni. Korábbi munkájukban megmutattuk, hogy időfüggő perturbációk képesek megváltoztatni az anyag topologikus tulajdonságait a Floquet-sáv szerkezeten keresztül. A Physical Review Letters hasábjain megjelent publikációjukban megvizsgálták [Gulacsi2015], ezen időfüggő terek kvantumos megfelelői (pl. kvantált elektromágneses tér) is képesek-e megváltoztatni egy spin Hall-szigetelő állapotjának topológiáját. Eredményeik a fény-anyag kölcsönhatás fontosságát mutatják egzotikus fázisok létrehozásában.

b) Tudomány és társadalom

2015-ben is folytatták szemináriumsorozatukat, melyen számos hazai és külföldi vendégkutató tartott már előadást meghívásukra. Ezeket az előadásokat országos szakmai fórumokon is hirdetik, annak érdekében, hogy a szűkebb egyetemi szakmai közönségen túl is elérhetővé váljanak a kollégák számára.

2012-ben hozták létre csoportjuk honlapját (<http://exotic.phy.bme.hu/>), mely a csoport célkitűzéseinek bemutatása mellett annak tevékenységét, eredményeit hivatott nyomon követni. Ennek megfelelően a honlapról elérhető a csoporthoz köthető publikációk, szemináriumaik témája, rövid kivonata, vagy akár a teljes anyaga, és az oldalakat folyamatosan frissítik aktuális információkkal. Legjelentősebb kutatási eredményeik többször vezető hírként jelentek meg az Akadémia honlapján, a Műegyetem weblapján. Mindemellett a Lendület kutatócsoportoknak szervezett sajtónyilvános Lendület konferencián is rendszeresen bemutatják a csoport tevékenységét.

Emellett a csoport aktívan részt vesz a kutatóképzésben, munkájukba folyamatosan vonnak be hallgatókat minden képzési szinten.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport számos élő és formálódó hazai kapcsolattal rendelkezik (ELTE, Wigner FK). Idei szemináriumaikon 8 hazai kutató tartott előadást, és csoportjuk több tagját is felkérték, hogy az ELTE Nanofizika szemináriumán ill. a Wigner SZFI csoportszemináriumain mutassák be munkájukat.

A csoport szerteágazó nemzetközi kapcsolatrendszerrel bír. Ennek köszönhetően az elmúlt év során összesen 13 külföldi együttműködő partner látogatta meg csoportjukat az Egyesült Államokból, Németországból, Franciaországból, Spanyolországból, Ausztráliából, Lengyelországból és Japánból. A 2015-ben megjelent 17 tudományos közleményük közül 13 nemzetközi együttműködés keretében folyó munka eredménye. Az előző év során sikerült új kapcsolatot kialakítaniuk a Bilkent Egyetemen belül, valamint egy kutatóval a Louisiana State University-ről, akik mindketten egy-egy hónapot töltöttek Magyarországon. Tagjai lettek továbbá a most alakuló közép-európai ICAM csomópontba is.

Továbbra is aktívan együttműködnek a befogadó intézménnyel, jelenleg egy MSc és négy PhD hallgató vesz részt a csoport munkájában. Mindemellett a csoport vezetője a BME Fizika

Intézetének igazgatói posztját is betölti, fontos szerepet vállalva a kutatóképzés szervezésében, fejlesztésében.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Egy kutatójuk „Egzotikus mágneses rendeződések magas spinű ultrahideg atomi rendszerekben” című pályázatával Bolyai-ösztöndíjat nyert. Az ösztöndíj 3 évre szól, összesen 4 582 000 Ft-nyi támogatást biztosít.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Keller A J, Peeters L, Moca C P, Weymann I, Mahalu D, Umansky V, Zaránd G, Goldhaber-Gordon D: Universal Fermi liquid crossover and quantum criticality in a mesoscopic system. *Nature*, 526:(7572) 237-240 (2015)
2. Dóra B, Pollmann F: Absence of Orthogonality Catastrophe after a Spatially Inhomogeneous Interaction Quench in Luttinger Liquids. *Physical Review Letters*, 115: Paper 096403 (2015)
3. Gulácsi B, Dóra B: From Floquet to Dicke: Quantum Spin Hall Insulator Interacting with Quantum Light. *Physical Review Letters*, 115: Paper 160402 (2015)
4. Balram AC, Tóke C, Jain JK: Luttinger Theorem for the Strongly Correlated Fermi Liquid of Composite Fermions. *Physical Review Letters*, 115:(18) Paper 186805. 5 p. (2015)

MTA–BME LENDÜLET JÖVŐ INTERNET KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tapolcai János, az MTA doktora
1117 Budapest, Magyar tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 1498; fax: (1) 532 3107; e-mail: tapolcai@tmit.bme.hu
honlap: <http://lendulet.tmit.bme.hu/>
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport öt éves kutatási célja az internet megbízható működésének kutatása. Főként az internet világhálózat és a gerinchálózatok megbízható és hatékony működtetéséhez szükséges mechanizmusokat kutatják. Számukra új kutatási irányokba kezdtek bele, mint komplex hálózatok. Kutatási eredményeiket a rangos Nature Communications közölte [1]. Az elmúlt években jelentős kompetenciát sikerült kiépíteniük egy új hálózati technológia - a programozható hálózatok, Software Defined Networks (SDN) – területén. Az SDN a felhő alkalmazások és az ezeket kiszolgáló adatközpontok megjelenésével terjedt el, és alapjaiban változtatja meg a hálózat architektúráját. Ebben a technológiai forradalomban a kutatási és koncepció demók szintjén az MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport aktívan részt vesz, nemzetközi szinten is figyelem kíséri munkáit.

A csoportnak lehetősége nyílt a legkiválóbb amerikai egyetemek ismert kutatóival való együttműködésre (Princeton, Stanford). Rendszeresen szerepelnek a tématerület legrangosabb fórumain, mint IEEE Infocom [6], *IEEE ICNP* [2], és *IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN)* [3], *ACM SIGCOMM (demo)* [9]. A csoportból ketten is tagjai az *IEEE INFOCOM* programbizottságának, a belső kiértékelések alapján mindkettőjüket a konferencia legjobb 100 bírálójának ismerték el. Összehasonlítóképpen kínai egyetemekről 77 *IEEE INFOCOM* programbizottsági tag szerepel, közülük 7-en kapták meg ezt az elismerést, szemben a magyar 2-ből 2-vel. A csoport elismert a gyakorlati kombinatorikus problémák kutatásáról a hálózati útvonalválasztás és megbízhatóság témakörben.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A valós életben előforduló hálózatok többségében a navigáció (az információ hatékony továbbítása, transzport folyamatok gazdaságos támogatása) kulcsfontosságú funkció. Az internet magas szintű topológiájának elemzése kapcsán a kutatócsoport tanulmányozta a hálózat vázát. Játékelmélet és a komplex hálózatok geometriája alkalmazásával vizsgálták, hogy a hálózat fejlődése során hogyan törekszik minimális számú kapcsolat felhasználásával maximális navigálhatóságot biztosítani. Megmutatták, hogy ezek az idealisztikus vázak Nash egyensúlyként állnak elő olyan hálózat formációs játékokban, amelyekben a játékosok (csomópontok) önző célja minimális költséggel kiépíteni kapcsolatokat úgy, hogy a hatékony navigáció minden más csomópont irányába megvalósuljon [1].

Az Internet Protokollban a csomagokat a címük alapján továbbítják, ezért a felhasználó nem tudja befolyásolni a csomagok útját. A kutatócsoport egy frissen elfogadott ICNP cikkükben [2] olyan mechanizmust vizsgált, ahol a felhasználó egy bit megadásával dönthet két útvonal között. A témát sokat vizsgálták az elmúlt években, több nyitott kapcsolódó kérdésre sikerült a csoportnak megnyugtató választ találni.

A hálózati kódolás egy gyakorlati szempontból különösen fontos változatát vizsgálták, ahol a hálózati kódolást csak a be- és kilépési pontjaiban végezhetjük, ezzel növelve a kommunikáció hibatűrő képességét. A témában az IFIP Networking konferencián jelent meg [5] cikkük, ahol a minimális költségű útvonalak számítására adtak polinom idejű algoritmust. A [6] INFOCOM cikkben vizsgálták, hogyan érdemes adatközpontok topológiáját költséghatékonyan kialakítani optikai hullámosztásos rendszerben. Kutatták a hálózati csomagtovábbítók címfeldolgozó algoritmusait. Az ACM/IEEE ANCS [4] cikkükben a forgalomtovábbítási táblák veszteséges tömöríthetőségét vizsgálták. A veszteséges tömörítésnél nem engednek meg hibás választ, hanem lehetőség van „nem tudom” választ adni egyes pozíciókban. Vizsgálták továbbá, hogy a hálózati eszközökben alkalmazott hibajavító kódokban keletkező hibák hogyan kezelhetők. A témában született munkájuk elnyerte a HPSR konferencia legjobb cikknek járó díját [7].

Az elmúlt években jelentős kompetenciát sikerült kiépíteniük a programozható hálózatok területén. 2015-ben 3 demóval voltak kint az ACM SIGCOMM [9] és egy demóval az IEEE INFOCOM [10] konferenciákon.

Kutatásukat részben az Ericsson Magyarország kutatóival közösen végezték, 2015-ben egy közös szabadalom is benyújtásra került.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai rendszeresen tartanak szakmai és szeminárium előadásokat az ország különböző egyetemén, adnak ismeretterjesztő interjúkat hetilapoknak. Létrehozták a kutatócsoport saját honlapját is. Az új ipari trendek és kutatási eredményeik alapján kidolgoztak két új BSc és MSc szakirányt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, amely már elindult a 2014/2015-ös szemeszterben. A teljesen új tematikával szeretnék elérni, hogy a végzős mérnökhallgatók világszinten is a legkorszerűbb tudással rendelkezzenek.

A kutatói gondolkodás és életpálya népszerűsítésére elindították az MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport szemináriumát külföldi meghívott előadókkal.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Szélesítették a magyar és nemzetközi együttműködéseiket: több dolgozat született együttműködésből egy SZTAKI-s, valamint egy ELTÉ-s kutatóval közösen. Továbbá elkészült közel tíz új kézirat külföldi egyetemek kutatóival többek között a következő kutatóhelyekről: Princeton (USA), Huawei (USA), University of Waterloo (Kanada).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015-ben főként a korábbi évben nyert projektjeik lezárásán dolgoztak, amikben közel 20 MSc és Bsc hallgató vett részt. Egy nagy új projektet nyertek az Ericsson Magyarországgal közösen EU H2020-es 5G Exchange (5GEx). Nyertek még kisebb projekteket, mint RECODIS nevű COST akció.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gulyás J, Bíró J, Kőrösi A, Rétvári G, Krioukov D: Navigable networks as nash equilibria of navigation games, Nature Communications, 6: (2015)
2. Tapolcai J, Rétvári G, Babarczy P, Bérczi-Kovács E, Kristóf P, Enyedi G: “Scalable and efficient multipath routing: complexity and algorithms,” in IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP), San Francisco, CA, USA, (2015) 1-10, acceptance rate 18%.
3. Kozat U, Liang G, Kokten K, Tapolcai J: On Optimal Topology Verification and Failure Localization for Software Defined Networks. IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. PP, iss. 99, 1-1, (2015)
4. Rottenstreich O, Tapolcai J: "Lossy Compression of Packet Classifiers." Proc. ACM/IEEE Symposium on Architectures for networking and communications systems (ANCS) (2015)
5. Pasic A, Tapolcai J, Babarczy P, Bérczi-Kovács E, Király Z, Rónyai L: Survivable routing meets diversity coding, in IFIP Networking, Toulouse, France, 1-9. (2015) acceptance rate 24%
6. Csernai M., Ciucu F., Braun R-P., Gulyás A., “Towards 48-fold cabling complexity reduction in large flattened butterfly networks,” in IEEE Infocom, 2015.
7. Hosszu É, Fragouli C, Tapolcai J: “Combinatorial error detection in linear encoders,” in Proc. High Performance Switching and Routing (HPSR), Budapest, Hungary, 2015. Best Paper
8. Babarczy P, Pasic A, Tapolcai J, Németh F, Ladóczki B: “Instantaneous recovery of unicast connections in transport networks: routing versus coding,” Elsevier Computer Networks, special issue on robust and fault-tolerant communication networks, (2015)
9. Szabó D, Németh F, Sonkoly B, Gulyás A, Fitzek F H P: “Towards the 5g revolution: a software defined network architecture exploiting network coding as a service,” in Acm Sigcomm (demo), (2015)
10. Ladóczki B, Fernandez C, Moya O, Babarczy P, Tapolcai J, Guija D: “Robust network coding in transport networks,” in IEEE INFOCOM demo session, 1-2. (2015)

A cikkek a http://lendulet.tmit.bme.hu/lendulet_website/?page_id=21 oldalról letölthetők.

MTA-BME LENDÜLET KÉMIAI NANOÉRZÉKELŐK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gyurcsányi Ervin Róbert, PhD
1111 Budapest Szent Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 1592; fax (1) 463 3408; e-mail: robertgy@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A Lendület kutatócsoport orvosdiagnosztikai szempontból fontos vírusok, fehérjék, nukleinsavak, és ionok költséghatékony meghatározását lehetővé tevő új kémiai nanoérzékelők és érzékelési elvek fejlesztését valósítja meg. A projekt öt éves futamidejére tervezett kutatások négy pontba sorolhatóak: (i) szelektív számlálók fejlesztése vírusok kvantitatív meghatározására; (ii) mesterséges ioncsatornák előállítása, jellemzése és alkalmazása ionok elválasztására és érzékelésére; (iii) fehérjék és nukleinsavak meghatározása kémiailag módosított nanopórusokon és nanoüregeken alapuló érzékelőkkel; (iv) felületi lenyomatú polimerek fejlesztése fehérjék szelektív felismerésére. 2015 végéig gyakorlatilag minden feladat alapozása megtörtént a mérési elvek kifejlesztésével és bizonyításával.

A 2015 év konkrét feladatai röviden a következők voltak: (i) az RSV (Respiratory Syncytial Virus) és a rotavírusok méreteloszlásának meghatározása és szelektív számlálása; (ii) mikroRNS szálak kvantitatív detektálása nanopórusos érzékelőkkel; (iii) ionoforokkal módosított nanoszerkezetek szintézise és vizsgálata kálium- és nátriumionok szelektív meghatározására, illetve nanostrukturált szilárd belső elvezetésen alapuló ion-szelektív elektródok fejlesztése; (iv) elektrokémiai mikrocseppentési és fotopolimerizációs eljárások kidolgozása és vizsgálata felületi lenyomatú polimerek előállítására.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A németországi Fraunhofer IZI-BB intézettel együttműködésben áttörést értek el az acetilkolin-észteráz (az Alzheimer-kór egy potenciális biomarkere) szelektív mérésére alkalmas hibrid nanofilm szintézisével. A hibrid nanofilm egy biológiai inspirációjú, önszerveződő, monomolekuláris „horgony” réteg az enzim egy gyenge inhibitorának (propídium) származékából előállítva, amit egy kb. 5 nm vastag, az acetilkolin-észteráz, lenyomatát tartalmazó polimerfilm von be. Ez a felső réteg alakfelismerésen keresztül biztosítja, hogy csak az acetilkolin-észteráz kötődjön az alatta levő „horgony” réteghez. A hibrid nanofilm egy elektrokémiai érzékelő felületét vonja be, amely a bekötődött acetilkolin-észteráz mennyiségével arányos áramjelet mér az enzim szubsztrátumának jelenlétében. A hibrid felismerő anyag új előállítási elvének kidolgozásán túlmenően a kutatás rámutatott, hogy a fehérje lenyomatú polimerek egyik fontos alkalmazási területe lehet a fehérje monomerek, illetve azok oligomereinek, aggregátumainak vagy egyéb, alakváltozásával járó formáinak megkülönböztetése. Eredményeiket az anyagtudomány egyik legrangosabb folyóirata, az *Advanced Functional Materials* (IF:11,8), címlapon közölte.

A molekuláris lenyomatú polimereken alapuló „műanyag antitestek” nagy áteresztőképességű elektrokémiai szintézisére és vizsgálatára kifejlesztettek egy általuk „elektrokémiai mikrocseppentés”-nek nevezett módszert. Ez a módszer lehetővé tette molekuláris lenyomatú polimer chippek előállítását *in situ* elektropolimerizációval képzhető felületi plazmon-rezonanciás chip felületén. A megvalósításhoz egy ún. elektrokémiai cseppentő tüt készítettek, amelynek üreges része felszívja a polimerizálandó oldatot, majd egy pozicionáló

rendszer segítségével az aranybevonatú chip (munkaelektrod) felszínére helyezi. Ezt követően a munkaelektrodot megfelelő feszültséggel polarizálva pár nanométer vastagságú polimer filmet állítottak elő elektropolimerizációval a cseppentő tüvel érintkező felületen. Ezt az eljárást különböző helyeken, különböző monomer-fehérje elegyekkel elvégezve került kialakításra a molekuláris lenyomatú polimer chip. Az elektrokémiai mikrocseppentés és a képkötő felületi plazmon-rezonanciás detektálás általuk kifejlesztett kombinációja lehetőséget ad a fehérje lenyomatú polimerek nagy áteresztőképességű előállítására, optimalására és alkalmazására. Eredményeiket a szakterület egyik legrangosabb folyóiratában (*Biosensors & Bioelectronics*, IF: 6,409) közölték.

A szelektív vírus számlálás megalapozásának érdekében optikai és elektrokémiai módszereket fejlesztettek ki. Így a vírus koncentráció validálására kidolgoztak egy fényszóráson alapuló módszert, amely nem igényel vírusrészecske koncentráció sztenderdekét. A módszert a *MethodsX* folyóiratba közölték. A kalibráció-nélküli nanopórusos számlálási módszert sikeresen alkalmazták különböző mintaelőkészítési és membránszűrési folyamatoknak alávetett nanorészecskék méreteloszlásának nyomonkövetésére. A nagy méretfelbontásnak köszönhetően vizsgálható volt az aggregálódás folyamata, amely kereskedelmi optikai műszerekkel nem volt lehetséges (a közlemény az *Electroanalysis* folyóiratban jelent meg). A szelektív RSV vírus számláláshoz szükséges aptamerek szintézisét a Semmelweis Egyetem egyik csoportjával együttműködve elvégezték és a szelektált aptamerek RSV-kötő tulajdonságait meghatározták. Kiderítették, hogy a szelektált aptamerek nagy valószínűséggel az RSV felületi G-proteinjéhez kötődnek. Fluoreszcens jelölésű aptamerek alkalmazásával optikai nyomkövetésen alapuló nanorészecske analízissel sikerült az RSV szelektív számlálása. Az aptamereken alapuló vírus meghatározásokkal kapcsolatos tapasztalataikat a *TrAC Trends in Analytical Chemistry* folyóiratba közölték (IF: 6,47).

Peptid-nukleinsavval (PNS) módosított arany nanopórusokon alapuló potenciometriás érzékelőket fejlesztettek ki mikroRNS szálak meghatározására. Ezt a fejlesztést sokáig hátráltatta, hogy „klasszikus módszerekkel” PNS szálak 30-40 nm átmérőjű pórusokban való reprodukálható immobilizálása nem volt lehetséges. Ennek megoldására olyan immobilizációs módszert dolgoztak ki, amely előhibridizált PNS szálak önrendeződen keresztül megbízhatóan biztosítja az immobilizált PNS szálak optimális hibridizációs hatékonyságát. Eredményeiket az *Analytical Methods* folyóirat címlapon közölte. Kidolgozták a potenciometriás mikroRNS érzékelés elméleti hátterét a Nernst-Planck/Poisson egyenlet alkalmazásával, amely figyelembe veszi (i) a PNS réteg vastagságát, felületi sűrűségét és kiterjedését a nanopórusban, (ii) a bekötődő komplementer RNS szálak által okozott töltés- és rétegvastagság változást, valamint (iii) a PNS-RNS komplex disszociációs állandóját. A szimulációkkal sikerült leírni a kísérleti potenciálválaszokat a komplex nanokémiai környezetben és először meghatározni a PNS felületi sűrűségét a nanopórus környezetében. Fontos megállapítás volt, hogy az RNS szálak bekötődése döntően a kónikus nanopórus csúcsára korlátozódik. A közlemény jelenleg előkészületben van.

b) Tudomány és társadalom

A kutatásaik során elért eredmények különös tekintettel a környezetünket egyre inkább meghatározó szintetikus és biológiai eredetű nanorészecskék mérésére, illetve az életkörülményeket jelentősen javító gyors helyszíni diagnosztikai módszerek és eszközök kialakítására a Lendület-nap alkalmával a laikusok számára is érthető formában bemutatásra került. Az előadás videó felvétele nyilvánosan elérhető a [videotoriumban](#). További tudomány népszerűsítő előadásokra doktori szemináriumok során került sor.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Az RSV vírusok nanopórusos detektálásában a holland Radboud Egyetemen, a molekuláris lenyomatú polimerek előállításában a Potsdami Egyetemen, az ion-szelektív elektródok fejlesztésében pedig az Abo Akademi University kutatócsoportjával van együttműködésük. Alkalmazott kutatást folytatnak a Volkswagen AG konzernnel együttműködésben a Li ion akkumulátorok területén. Szerb állami támogatással Dr. Zorica Stojanovic 2,5 hónapot kutatott a csoportban. Legjelentősebb hazai együttműködő partnereik: MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet (MTA EK MFA), és a Semmelweis Egyetem, Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézete.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A K+F versenyképességi és kiválósági szerződések (VKSZ 14-1-2015-0004): Multiparaméteres Point of Care *in vitro* diagnosztikai rendszerek fejlesztése (83 500 000 Ft)

A pályázat célja költséghatékony mikroanalitikai rendszereken (lab-on-a-chip) alapuló gyors orvos diagnosztikai eszközök kifejlesztése, amely kiterjed új szelektív szintetikus reagensek, nanoszerkezetek, mikrofluidikai és kiolvasó rendszerek fejlesztésére és integrálására. A konzorcium további tagjai a 77 Elektronika Kft., MTA az EK MFA és a Semmelweis Egyetem.

ERA CHEMISTRY OTKA-DFG (NN117637): Artificial receptors based on surface imprinted electrosynthesized polymer nanostructures for protein sensing (34 355 000 Ft)

A Potsdami Egyetemen nemzetközi együttműködésben elnyert pályázat célja biomakromolekulák szelektív felismerésére alkalmas nanostrukturált molekuláris lenyomatú polimerek („műanyag antitestek”) kifejlesztése.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. van den Kieboom CH, van der Beek SL, Mészáros T, Gyurcsányi RE, Ferwerda G, de Jonge MI: Aptasensors for viral diagnostics. *Trac-Trends in Analytical Chemistry*, 74: 58-67 (2015) Link: [REAL](#)
2. Simon L, Lautner G, Gyurcsányi RE: Reliable microspotting methodology for peptide-nucleic acid layers with high hybridization efficiency on gold SPR imaging chips. *Analytical Methods*, 7:(15) 6077-6082 (2015) Link: [REAL](#)
3. Jetzschmann KJ, Jágorszki G, Dechtrirat D, Yarman A, Gajovic-Eichelmann N, Gilsing HD, Schulz B, Gyurcsányi RE, Scheller FW: Vectorially Imprinted Hybrid Nanofilm for Acetylcholinesterase Recognition. *Advanced Functional Materials*, 25:(32) 5178-5183 (2015) Link: [REAL](#)
4. Gyurcsányi RE, Pretsch E: Nanoscale potentiometry. in: Mirkin MV, Amemiya S, editors. *Nanoelectrochemistry*. Boca Raton: CRC Press Taylor&Francis Group; 789-834 (2015)
5. Bosserd M, Erdőssy J, Lautner G, Witt J, Kohler K, Gajovic-Eichelmann N, Yarman A, Wittstock G, Scheller FW, Gyurcsányi RE: Microelectrospotting as a new method for electrosynthesis of surface-imprinted polymer microarrays for protein recognition. *Biosensors & Bioelectronics*, 73: 123-129 (2015) Link: [REAL](#)

MTA-BME LENDÜLET KIBER-FIZIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Varró Dániel, az MTA doktora
1117 Budapest Magyar tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 3586; fax: (1) 463 2667
e-mail: varro@mit.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az *MTA-BME Kiber-fizikai rendszerek kutatócsoport* célja olyan modellezési, ellenőrzési és felderítési módszerek és algoritmusok kidolgozása, amelyek segítik a dinamikus, adaptív és nyílt kiber-fizikai rendszerek tervezését valamint hatékony és biztonságos működtetését.

A kutatócsoport hivatalosan 2015. augusztus 1-én alakult meg, első munkatársai szeptember 1-én csatlakoztak. A kutatási program első évében (2015-16) többek között gráflekérdezések technológiákon átnyúló összehasonlító elemzését, nézőponti modellek kétirányú szinkronizációját, jólformált gráfmodellek szintézisét, és komplexesemény-feldolgozási módszerek megalkotását tervezik.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Automatikus logikai következtető eszközökre építve kidolgozták a konzisztens gráf alapú modellek automatikus szintézisének egy iteratív módszerét, amely lényegesen jobban skálázódik a szakirodalomban ismert technikákhoz képest. Elkészült továbbá a változó modellek felett futtatott gráflekérdezések teljesítményének technológiafüggetlen összehasonlító elemzése 10 különböző technológia összevetésével. Ígéretesek az első eredményeik a komplexesemény-feldolgozási technikák monitorozási célú felhasználása területén is.

b) Tudomány és társadalom

A kritikus kiber-fizikai rendszerek népszerűsítésére az Ericsson Hungary Zrt. munkatársaival közösen egy modellvasút demonstrátort készítettek és mutattak be nagy sikerrel a Kutatók Éjszakája 2015 tudománynépszerűsítő rendezvényén. Hasonlóan látványos bemutatóval fogadták 2015. novemberben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem nyílt napjaira érkező középiskolai diákokat. A demonstrátorról további és állandóan frissülő információk találhatóak a <https://inf.mit.bme.hu/research/projects/modes3> és a <http://modes3.tumblr.com/> honlapokon.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport meghívott előadóként látta vendégül a TU München professzorát és a Fortiss (Németország) kutatási igazgatóhelyettesét, aki „Kiberfizikai rendszerek modellvezérelt tervezése” témájában tartott előadást az NJSZT Szoftvertudomány Fórumának keretében, az ELTE és a Neumann János Számítógéptudományi Társasággal közös rendezésben 2015. decemberben. Megkezdődött továbbá a Lendület kutatócsoport első eredményeinek alkalmazhatósági vizsgálata egy, az Ericssonnal közös kutatási együttműködés keretében.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Lendület program együttműködik a 2013-ban indult MONDO FP7 és CONCERTO ARTEMIS projektekkel. 2015-ben indult a MPM4CPS EU COST Action kiberfizikai rendszerek többparadigmájú modellezése témájában, amelybe a kutatócsoport vezetője közvetlenül bekapcsolódott Magyarország képviselőjeként. Az MPM4CPS projekthez kapcsolódóan a kutatócsoport egy hétre fogadta az Universidade Nova de Lisboa (Portugália) fiatal kutatóját.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A 2015. augusztus 1-én indult kutatócsoportnak nem volt 2015-ös évben megjelent publikációja. A 2016-os évre azonban természetesen már több elfogadott publikációjuk is van.

MTA–BME LENDÜLET KVANTUMKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kállay Mihály, az MTA doktora
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3-9.
telefon: (1) 463 1623; fax: (1) 463 3767; e-mail: kallay@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport ötéves kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők: olyan kvantumkémiai módszerek fejlesztése, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok és kémiai folyamatok paramétereinek pontos (~1 kcal/mol-os hiba kémiai kötésenként energiakülönbségekre) számítását nagy (több száz atomos) molekulákra; új típusú bázisfüggvények fejlesztése és tesztelése molekuláris tulajdonságok számítására; lokális explicit korrelációs módszerek fejlesztése; kvantumkémiai módszerek fejlesztése nyílthéjú rendszerek (reaktív intermedierek, különböző átmeneti állapotok) tulajdonságainak pontos számítására; új elméleti módszerek fejlesztése nagy molekulák gerjesztett állapotaira, amelyekkel pontosan számíthatjuk a gerjesztett állapotok tulajdonságait és átmeneti mennyiségeket; analitikus deriváltak implementálása a kidolgozott módszerekhez, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok (pl. dipólusmomentum, geometria) számítását nagy molekulákra a korábbiaknál nagyobb pontossággal; kvantumkémiai módszerek alkalmazása különböző problémák megoldására a szerves kémia, a polimertudomány, a biomolekuláris kémia és a kémia egyéb területein.

A kutatócsoport ötéves kutatási tervéből a fent említett első két célkitűzés lényegében megvalósult, illetve közel áll megvalósításhoz, emellett számos kémiai probléma megoldására alkalmaztak kvantumkémiai módszereket.

A kutatócsoport 2015-ös kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők voltak: lineárisan skálázódó MP2 és RPA módszerek fejlesztése, amelyek kielégítően leírják a hosszú távú korrelációt; a sűrűségillesztési (density fitting) módszerek esetében alkalmazott kiegészítő bázis méretének csökkentése, az új módszer alkalmazása a lokális korrelációs módszerek gyorsítására; teszt számítások új típusú bázisfüggvényekkel, kötésekre helyezett bázisfüggvények integráljainak implementálása; explicit korrelációs módszerek fejlesztése; derivált integrálok implementálása; fluorogén anyagok fejlesztése, a vegyületek reaktivitásának és fotofizikai tulajdonságainak vizsgálata; optikai spektrumok számítása; pontos termokémiai számítások.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Egy új ötlet alapján kidolgoztak egy módszert, melynek segítségével a sűrűségillesztési módszerek esetében alkalmazott kiegészítő bázis mérete és így a módszerek számításigénye jelentősen csökkenthető. A közelítés lényege, hogy a háromcentrumos kételektron integrálok szinguláris érték felbontásából kiindulva új kiegészítő függvényeket definiálnak, melyek az eredeti függvények lineáris kombinációi. Az új függvények, amelyeket természetes kiegészítő függvényeknek neveztek el (natural auxiliary function, NAF), a korrelációs módszerek költségeinek csökkentésére alkalmazott természetes pályák analógiái. A NAF bázis használata lehetővé teszi a kiegészítő bázis méretének szisztematikus csökkentését és ezáltal a sűrűségillesztési módszerek gyorsítását. Az új közelítés teljesítőképességét több kvantumkémiai módszer esetében tesztelték, és megmutatták, hogy olyan sűrűségillesztési módszerek esetében, amelyek számításigénye négyzetesen függ a kiegészítő bázis méretétől, akár egy nagyságrenddel is csökkenhet a számítás gépideje. Rámutattak, hogy a közelítés jelentősen gyorsíthatja a lokális korrelációs módszereket, mert ezek esetében a háromcentrumos Coulomb integrálok kezelése az egyik sebesség meghatározó lépés.

A korábban kifejlesztett lokális korrelációs kódot átírták, hogy képes legyen a NAF bázis meghatározására és kezelésére a doméneken belül. Emellett a hosszú távú korreláció pontos leírására új közelítéseket vezettek be. A doméneken kívüli pályapárok korrelációját sem hanyagolják el, hanem kiszámítják a párkorrelációs energiákat és hozzáadják a korrelációs energiához. Még az egészen távoli párokat sem hanyagolják el, kölcsönhatásukat multipólus

közelítéssel számítják. A szükséges integrálok kiszámítását is jelentősen gyorsították egy integrál-direkt integráltranszformációs algoritmus kidolgozásával. A fenti fejlesztések valamint a korábban implementált Laplace-transzformáció, illetve Cholesky felbontáson alapuló algoritmusok nemcsak nagymértékben növelik a számítások sebességét, de az eredmények pontosságát is jelentősen javítják.

Az új infrastruktúra segítségével első lépésben különböző lokális RPA (random phase approximation) és perturbációs módszereket implementáltak. A lokális módszerek számítás-, merevlemez- és memóriaigénye a rendszer méretével egyenesen arányos. Megmutatták, hogy a NAF technika használatával a domének kiegészítő bázisainak mérete egy nagyságrenddel csökken, ami egy nagyságrendes csökkenést von maga után a háromcentrumos Coulomb integrál lista méretében és számításidejében, illetve két nagyságrendnyi gyorsulást idéz elő a módszer egyenleteinek megoldásakor. Az új módszert kiterjedt tesztszámításokkal validálták energiákra és energiakülönbségekre. Az új program segítségével lehetővé vált az implementált módszerek rutinszerű alkalmazása néhány száz atomos rendszerekre, de az eddig elvégzett legnagyobb számításokban sikerrel tudtak kezelni egy több, mint 1300 atomos molekulát is egyetlen processzoron. Ez utóbbi molekula minden bizonnyal a legnagyobb, amelyre valaha számításokat végeztek egy közelítő CC (coupled-cluster) módszerrel parallelizálás nélkül, és egy nagyságrenddel nagyobb, mint azok a molekulák, melyekre korábban ilyen számítások lehetségesek voltak.

Folytatták a nem konvencionális bázisfüggvények vizsgálatát. Számos lehetőséget teszteltek az atomokon centrált elliptikus Gauss-függvények exponenciában fellépő mátrix előállítására. Az eredmények azt mutatták, hogy az elliptikus függvények használata minden esetben hatékonyabb, mint a hagyományos Gauss-függvényeké, azonban az eredmények koordinátarendszer függetlenségét nem sikerült ez ideig megnyugtatóan megoldani. Ezen elvi probléma kiküszöbölése érdekében vizsgálni kezdték az elliptikus Gauss-függvények kötésekön centrált bázisfüggvényekként való alkalmazhatóságát. Először a hagyományos Gauss-típusú kötésfüggvényekkel foglalkoztak. Ellentétben a korábbi próbálkozásokkal, nemcsak a kötésfüggvények exponenciáját, hanem a helyét is optimalizálták, valamint minden mellék-kvantumszámhoz tartozó függvény helyét külön változtatták. Javasoltak egy általános eljárást a kötésfüggvények számának és mellék-kvantumszámának megválasztására. Eredményeik azt mutatják, hogy az új bázisokkal jelentősen jobb eredményeket lehet kapni, mint a hagyományos atompálya bázisokkal, míg a bázisfüggvények száma kb. 10%-kal csökkenthető. Ez utóbbi csökkenés nem tűnik nagynak, azonban a függvények átlagos mellékkvantumszáma jelentősen alacsonyabb, és ezért a szükséges kételektron integrálok számítása sokkal gyorsabb. Második lépésben megvizsgálták, hogy mi történik, ha hagyományos Gauss-függvények helyett elliptikus függvényeket alkalmaznak kötésfüggvényként. Javasoltak egy egyszerű algoritmust elliptikus Gauss-függvények exponenciáinak előállítására, amelyben a gömbi Gauss-függvényektől való eltérést egy paraméter írja le. Az algoritmus garantálja az eredmények koordinátarendszer függetlenségét is. Teszt számításokat végeztek az új bázisokkal, és megállapították, hogy a hagyományos Gauss-típusú kötésfüggvényekhez képest további kb. 15%-kal nő az új bázisokkal számított energiák pontossága.

Kifejlesztettek egy új, kvázirészecskéken alapuló formalizmust, mely nagyban megkönnyíti multi-referencia módszerek kidolgozását. A kvázirészecskéket egy unitér transzformáció segítségével definiálják, amely lehetővé teszi, hogy egy multi-referencia bázis (pl. egy teljes aktív tér hullámfüggvény) elemeit determináns alakban fejezzük ki. A formalizmus nagy előnye, hogy a kvázirészecskék keltő és eltüntető operátorai kielégítik a Fermion antikommutációs szabályokat, így könnyen értelmezhető a normálrendezés fogalma az új operátorok között és a szokásos diagrammatikus technikák alkalmazhatók az elméletben. A formalizmus előnyeit a CC elmélet esetében bizonyították. Javasoltak egy új multi-referencia CC módszert, amely a korábbi hasonló közelítések számos hibáját kiküszöböli, és a módszer egyenletei – az új formalizmusnak köszönhetően – relatíve egyszerűek és formálisan megegyeznek a hagyományos egy determinánsra épülő CC módszerek egyenleteivel.

Nagy pontosságú termokémiai számításokat végeztek a legfontosabb oxigéntartalmú légköri specieszekre. Meghatároztuk a vegyületek szerkezetét, kiszámították a vegyületek pontos képződéshőjét és entrópiáját. Implementáltak egy termokémiai hálózatok kezelésére alkalmas módszert, és létrehoztak egy termokémiai hálózatot, amely tartalmazza a vizsgált oxigéntartalmú rendszerek összes reakcióját, amelyre pontos kísérleti, illetve számított adat

áll rendelkezésre. A hálózat megoldásával kapott eredmények alapján rámutattak, hogy az egyik legfontosabb légekőri intermedier, a HO₂ gyök korábban elfogadott képződéshője hibás, és új értéket javasoltak erre az alapvető termokémiai paraméterre.

Az implementált RPA módszerekkel teszt számításokat végeztek Diels-Alder reakciók reakcióenergiájának meghatározására. Megmutatták, hogy ezekkel az alacsony számításigényű módszerekkel jobb reakcióenergiák kaphatók, mint a hasonló skálázódású sűrűségfunkcionál módszerekkel.

Szerves kémikusokkal együttműködve részt vettek tetrazin alapú fluorogén anyagok fejlesztésében biomolekulák jelölésére. Vizsgálták a lehetséges vegyületek reaktivitását, felderítették a kapcsolódási Diels-Alder reakció mechanizmusát. Rámutattak, hogy a jelzőmolekulák reaktivitása nem követi a Diels-Alder reakciókra vonatkozó jól ismert szabályokat, hanem nagy szerepe van a szterikus gátlásnak, és ezt figyelembe kell venni jelzőanyagok tervezésénél. Kísérleti kollégákkal együttműködve meghatározták királis foszfolén oxidok abszolút konfigurációját. Kiszámították a vegyületek konformereinek cirkuláris dikroizmus (CD) spektrumát és a konformerek relatív energiáit. Mivel a különböző konformerek CD spektruma gyökeresen eltérő, a relatív energiákat nagy pontossággal kell kiszámítani ahhoz, hogy az átlagolt spektrum alkalmas legyen az abszolút konfiguráció meghatározására. Az implementált kvantumkémiai módszerekkel a relatív energiákat pontosan és költséghatékonyan tudták számítani.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által kifejlesztett kvantumkémiai programcsomag szabadon elérhető a területen dolgozó szakemberek számára. A szoftver a kémia számos területén alkalmazható, így pl. a szerves kémiában, a gyógyszerkutatásban, vagy az anyagtudományban. Segítségével pl. hatékonyabb gyógyszermolekulák, új típusú anyagok vagy költségkímélőbb vegyipari eljárások tervezhetők.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport munkatársai aktívan részt vettek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen folyó vegyész- és biomérnök, valamint fizikus képzésben. Két alapkurzust, egy speciális kollégiumot tartottak és több számítási gyakorlatot vezettek. A csoport kutatási témáihoz kapcsolódva egy szakdolgozat és egy TDK dolgozat készült. A csoport három tagja vesz részt szervezett doktori képzésben.

A kutatócsoport munkatársai négy nemzetközi konferencián vettek részt. Ezekben a rendezvényeken hat előadást és több poszterprezentációt tartottak.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport tagjai 2015-ben három OTKA pályázat vezetői, illetve résztvevői voltak, a kutatócsoport egyik tagja Bolyai ösztöndíjjal rendelkezik. 2015-ben a csoport nem adott be újabb kutatási pályázatot.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kállay M: Linear-scaling implementation of the direct random-phase approximation. *Journal of Chemical Physics*, 141: 204105 (2015)
2. Mester D, Csontos J, Kállay M: Unconventional bond functions for quantum chemical calculations. *Theoretical Chemistry Accounts*, 134: 74 (2015)
3. Mezei P D, Csonka G I, Ruzsinszky A, Kállay M: Construction and Application of a New Dual-Hybrid Random Phase Approximation. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 11: 4615 (2015)

MTA-BME LENDÜLET MAGNETO-OPTIKAI SPEKTROSKÓPIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kézsmárki István, PhD
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 3056; e-mail: kezsmark@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport fő célkitűzése intelligens anyagok vizsgálata fotonikai és optikai bioszenzor alkalmazásokhoz. A projekt első évében ehhez kapcsolódóan a következő területeken végeztek kutatásokat:

Korábbi kutatásaik azt mutatták, hogy a multiferro, azaz egyszerre ferromágneses és ferroelektromos rendeződést mutató anyagok különböző mértékben nyelhetik el az egymással ellentétes irányban terjedő fénynyalábokat. Ezen kutatásokat terjesztik ki a multiferro rendeződést mutató anyagok széles körére, szisztematikusan feltárva az optikai egyenirányítás jelenségéért felelős anyagi paramétereket.

A csoport által kifejlesztett magneto-optikai elven működő maláriadiagnosztikai eszközt készítik fel klinikai/terepi tesztelésre, mely 2016-ban fog megkezdődni Thaiföldön. Az eszközt a Mahidoli Egyetem kórházában (Field Campus Hospital of Mahidol University in Thailand) gyűjtött humán vérmintákon fogják minősíteni.

Bár a pályázat eredeti célkitűzései között nem szerepel, a mágneses skyrmionok vizsgálata az utóbbi egy évben a kutatócsoport egyik fő kutatási témájává forrta ki magát.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények **a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

Számos alacsony hőmérsékleten multiferro rendeződést mutató anyag esetén megmutatták, hogy a bennük ellentétes irányban terjedő fénynyalábok elnyelődésében fellépő különbség oly mértékű lehet, hogy ezen anyagok egyik irányból átlátszóak, míg az ellentétes irányból nézve átlátszatlanok és ezen optikai egyenirányító funkció mágneses tér segítségével kapcsolható. A jelenséget megvizsgálták a már szobahőmérsékleten multiferro rendeződéssel bíró BiFeO_3 kristályok esetén is. Azt találták, hogy alacsony hőmérsékleten ezen anyag is optikai egyenirányítóként viselkedik a gigahertz-terahertz frekvenciatartományban és a jelenség szobahőmérsékleten is jelen van. Az optikai tulajdonságok mellett vizsgálták a multiferro rendeződést kísérő mágneses és kristályszerkezeti változásokat és elméleti modelleket dolgoztak ki a dinamikus magnetoelektromos effektus leírására, mely a multiferro rendeződést mutató anyagok optikai egyenirányításáért felelős.

Megtörtént a maláriadiagnosztikai eszköz validálása parazita sejt kultúrákon és egérkísérletekben. Mindkét vizsgálat a módszer kiváló érzékenységét bizonyította, miszerint már a fiatal kórokozók kimutathatók a vérben alacsony fertőzöttségi szint, $>0.0008\%$ parazitémia, esetén is (accepted in Sci. Rep. (2016), <http://lanl.arxiv.org/abs/1505.07792>). Az egérkísérletek azt is megmutatták, hogy a hamis pozitív diagnosis mindössze a gyógyulást követő 3-5 napra korlátozott. A sejt kultúrákon végzett kísérletek azt is megmutatták, hogy a diagnosztikai alkalmazás mellett az eszköz kiválóan alkalmas maláriaellenes gyógyszerek tesztelésére is. A jövőben ez a téma a csoport egyik kiemelt kutatási vonala lesz.

Mezoszkopikus periodicitású mágneses vortexrács, ún. skyrmion kristály megjelenését figyelték meg a multiferro GaV_4S_8 kristályokban. Az anyag sajátja, hogy az általuk

megfigyelt, ún. Néel-típusú skyrmion kristály létezését eddig csak elméletileg jósolták meg, valós anyagokban nem tudták kimutatni. A mágneses szerkezet feltérképezésén túl megmutatták ezen anyagban a mágneses skyrmionok lokális elektromos polarizációját. A mágneses és elektromos rendeződés összekapcsolódása magnetoelektromos effektust eredményez, hasonlóan az általuk neutronszórással vizsgált, skyrmion fázisú Cu_2SeO_3 kristályokhoz.

Általánosan elfogadott, hogy réteges szerkezetű, közel 2-dimenziós kristályoknál a hosszútávú mágneses rendeződés kialakulásáért a 2-dimenziós rétegek közötti gyenge, de véges erősségű kölcsönhatás felelős. Szerves $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Cl}$ kristályoknál megmutatták, hogy a hosszútávú mágneses rendeződés fő hajtóereje lehet a mágneses kölcsönhatás réteges szerkezetből adódó anizotrópiája is.

Infrastrukturális fejlesztések

A csoport új optikai laboratóriumot kapott hélium visszatérő rendszerrel felszerelve. A magneto-optikai spektrométer rendszer bővítéséhez vásároltak egy nagyméretű optikai asztalt és egy infravörös bolométer detektort. Egy másik optikai asztal is elhelyezésre került az új laboratóriumban (intézményi átcsoportosítás).

Az új laboratóriumban üzembe helyeztek egy időfelbontásos terahertz spektrométert, mely által lefedett spektrális tartomány 0.1-5.5 THz. Folyamatban van a spektrométer összeépítése egy 9 Tesla mágneses terű szupravezető szolenoiddal. Ezen kombinált rendszer a projekt során kulcsfontosságú szereppel bír az optikai egyenirányítás vizsgálatában multiferro rendeződést mutató anyagok mágneses gerjesztéseinél.

Elkészítették és a portugál együttműködő félnél (Instituto de Medicina Molecular) üzembe helyezték a magneto-optikai maláriadiagnosztikai eszköz egy új példányát.

b) Tudomány és társadalom

Az optikai egyenirányító anyagok, a mágneses skyrmionok és a maláriakutatás terén elért eredményeik népszerűsítő formában megjelentek az MTA és a BME honlapján. Kutatásaikról a *Duna Televízió* (Novum az innováció, a tudomány és a technológia magazinműsora) számol be várhatóan február 21-ei adásában, továbbá két interjú jelenik meg az *Élet és tudományban*.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatás és a doktori képzés terén történő együttműködés kialakítása az Augsburgi Egyetem és a BME között. Ennek keretében került megrendezésre 2014. július 21-28. között az Augsburgi Egyetemen a 1st Grandmaster PhD workshop in Physics. <http://magnetooptics.phy.bme.hu/augsburg-budapest-phd-workshop-in-physics/>

E rendezvény folytatásaként rendezték meg a BME-n 2015. szeptember 6-11. között a 2nd Grandmaster PhD Workshop in Physics nemzetközi diákkonferenciát, melyen a résztvevő hallgatókon kívül neves kutatók tartottak plenáris előadásokat a skyrmionok fizikájáról. <http://magnetooptics.phy.bme.hu/2nd-grandmaster/>

Hosszútávú együttműködés kialakítása az École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Svájc; a Technische Universität Dresden, Németország; az Institute for Theoretical Solid State Physics, Dresden, Németország és az Oak Ridge National Laboratory, USA egy-egy csoportjával mágneses kristályok kutatásának területén.

Hosszútávú együttműködés kialakítása az University of Western Australia, Ausztrália egyik csoportjával maláriakutatás témában.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport egyik szenior kutatója OTKA PD posztdoktori ösztöndíjat nyert el és Junior Prima díjban részesült.

Egy munkatársuk posztdoktor kutatóként csatlakozott a csoporthoz, elnyerve az MTA posztdoktori program támogatását.

Egyik kollégájuk elnyerte a Pro Progressio doktorjelölti ösztöndíjat.

Az FWF-OTKA pályázati felhívásra a kutatócsoport a Vienna University of Technology egyik csoportjával közösen pályázatot nyújtott be „Electric control of the optical magnetoelectric effect” témában.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kézsmárki I et al.: Optical diode effect in the room-temperature multiferroic BiFeO₃. Physical Review Letters, 115: 127203 (2015)
2. Bordács S et al.: Unidirectional terahertz light absorption in the pyroelectric ferrimagnet CaBaCo₄O₇. Physical Review B, 92: 214441 (2015)
3. Fishman RS et al.: Spin-Induced Polarizations and Non-Reciprocal Directional Dichroism of Multiferroic BiFeO₃. Physical Review B, 92: 094422 (2015)
4. Kézsmárki I et al.: Néel-type Skyrmion Lattice with Confined Orientation in the Polar Magnetic Semiconductor GaV₄S₈. Nature Materials, 14: 1116 (2015)
5. Ruff E et al.: Multiferroicity and skyrmions carrying electric polarization in GaV₄S₈. Science Advances, 1: e1500916 (2015)
6. Wang Z et al.: Polar dynamics at the Jahn-Teller transition in ferroelectric GaV₄S₈. Physical Review Letters, 115: 207601 (2015)
7. Antal Á et al.: Two-dimensional magnetism in κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl, a spin-1/2 Heisenberg antiferromagnet with Dzyaloshinskii-Moriya interaction. Journal of the Physical Society of Japan, 84: 124704 (2015)
8. Butykai A et al.: Calibration of optical tweezers with non-spherical probes via high-resolution detection of Brownian motion. Computer Physics Communications, 196: 599 (2015)

MTA-BME LENDÜLET SPINTRONIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Simon Ferenc, az MTA doktora
1111 Műegyetem rkp. 3.
telefon: 463 1215; fax: 463 1480; e-mail: f.simon@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Mivel a beszámolási időszak a Lendület pályázat első két hónapjára vonatkozott mindössze ezért a főbb feladatok a kutatócsoport létrehozására, a tárgyi és személyi infrastruktúra felállítására koncentráltak.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Itt 3 cikkhez kapcsolódó munkát sorolnak fel. Ezek már a Lendület pályázat indulása előtt elkezdett munkákként lettek publikálva, azonban a Lendület pályázat hozzájárulása már azonosítható volt bennük. 1) Gyüre et al. Rev. Sci. Instrum. 2015: egy új módszert dolgoztak ki mikrohullámú üregek paramétereinek mérésére. 2) Márkus et al. PSSB 2015: alkáli atomokkal dópolt grafén elektronikus és mágneses tulajdonságait vizsgálták. 3) Dóra, Simon Sci. Rep. 2015: topológikus szigetelők spin dinamikai tulajdonságait vizsgálták.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Hazai kapcsolatok: egy cikken dolgoztak az MTA Wigner Kutatóközpont kutatójával, ill. nemzetközi kooperációban Prof. Andreas Hirsch csoportjával (University of Erlangen, DE), Prof. Thomas Pichler-rel (University of Vienna, AT) és Prof. Forró László csoportjával (EPFL, Lausanne).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Lendület pályázat odaítélésekor a vezető kutató egy beadott OTKA pályázatát visszavonta. Beadott egy ERC-PoC EU-s pályázatot (150.000 Eurós keretösszeg) ami a 2015 október 31-én lezárult ERC pályázat eredményeinek hasznosítására irányult. Ez a pályázat nem kapott támogatást. 2016 folyamán újra beadják, ill. beadnak kutatási OTKA pályázatot az NKFIH-hoz is.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Dóra B, Simon F: Unusual spin dynamics in topological insulators. Scientific Reports, 5: Paper 14844. 7 p. (2015)
2. Gyüre B, Márkus B G, Bernáth B, Murányi F, Simon F: A time domain based method for the accurate measurement of Q-factor and resonance frequency of microwave resonators. Review of Scientific Instruments, 86: Paper 094702. 5 p. (2015)
3. Márkus BG, Simon F, Chacon-Torres J, Reich S, Szirmai P, Nafradi B, Forro L, Pichler T, Vecera P, Hauke F: Transport, magnetic and vibrational properties of chemically exfoliated few-layer graphene. Physica Status Solidi B-Basic Research, Paper 10.1002/pssb.201552296. (2015)

MTA–BME LENDÜLET STATISZTIKUS TÉRELMÉLETI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Takács Gábor, az MTA doktora
BME Elméleti Fizika Tanszék, 1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 4110; fax: (1) 463 3567; e-mail: takacsg@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport a 2012-ben elnyert Lendület pályázat alapján jött létre, fő feladata elméleti fizikai kutatások folytatása a statisztikus térelmélet területén. Ezenkívül a csoport részt vesz az oktatásban, valamint MSc és PhD diákok témavezetésében.

Az ötéves kutatási tervben alacsony-dimenziós térelméleti megközelítések, valamint az integrálhatóságon alapuló módszerek fejlesztését, illetve alkalmazását irányozták elő a statisztikus fizika, illetve a kondenzált anyagok fizikája időszerű problémáira.

A 2015-re vonatkozó éves munkatervben megfogalmazott főbb célok és teljesülésük:

Kvantum kvencs folyamatok vizsgálata RG-TCSA módszerrel. *-Teljesült, első eredményeket tartalmazó kézirat előkészületben.*

Kvantum kvencs vizsgálata kölcsönható integrálható kvantumtérelméletben (sinh-Gordon modell) *-Teljesült, eredmények megjelentek (a folyóiratban 2016-ra tolódot át).*

Perturbált minimálmodellek form faktorai Zamolodchikov „roaming trajectory” megközelítéséből. *-Teljesült, eredmények megjelentek. A munkát továbbfejlesztették, további kézirat előkészületben.*

A TCSA renormálási csoport továbbfejlesztése, új eljárások implementálása. *-Teljesült, az eredményeket felhasználták különböző projektjeikben.*

Erősen korrelált elektronok effektív elmélete, bozonizáción alapuló perturbált WZNW modellként. *-Teljesült, az eredményeket publikálták.*

A Potts-model „barion” spektrumának vizsgálata, az irodalmi jóslatok ellenőrzése. *- Teljesült, az eredményeket publikálták.*

Szemiklasszikus módszerek alkalmazása kvantum kvencs utáni időfejlődés leírására. *- Teljesült, eredményeket tartalmazó cikk elbírálás alatt, a munka továbbvitele folyamatban.*

Áramot fenntartó nemegyensúlyi stacionárius állapotok egydimenziós kvantumrendszerekben. *- Folyamatban.*

Összefonódottsági entrópia vizsgálata egydimenziós kritikus rendszerek gerjesztett állapotaiban. *- Teljesült, kézirat előkészületben.*

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az angliai Durham University kutatóival együttműködve sikerült minimálmodellek (multikritikus Ising modellek) közti crossover folyamokra egzakt form faktorokat konstruálniuk [1]. Továbbfejlesztették a TCSA renormálási csoportot, ennek alkalmazásával az USA-beli Brookhaven National Laboratory kutatóival együttműködve megoldották erősen korrelált egydimenziós elektronok modelljét, több vezetési sáv jelenlétében spin-spin, spin-pálya és pálya-pálya csatolásokkal [2]. Ugyanezen módszert alkalmazva meghatározták a Potts-modell ún. mezon és barion spektrumait a bezáró fázisban [3]. A GGE-re vonatkozó kutatásaik további eredményeit [4]-ben publikálták. A csoport egyik tagja jelentős, általános érvényű eredményeket ért el a kvantum kvencs folyamatokban végzett munka statisztikájával

kapcsolatban [5]. Sikerült kiterjeszteni az integrálható modellekben a lokális operátorok egzakt véges térfogati gerjesztett állapotbeli várható értékeire vonatkozó eredményeiket [6]. SISSA-beli együttműködő partnerünkkel pedig először sikerült megkonstruálniuk egy kölcsönható integrálható kvantumtérelméletbe történő kvencs kiinduló állapotának reprezentációját a posztkvencs állapotokon, egyben számos általános eredményt, köztük bizonyításokat is adni ezen állapot tulajdonságaira vonatkozólag [7].

A csoport egyik tagja 2015-ben az ELTE-n megvédte PhD fokozatát, az értekezésnek a [3] cikk is részét képezte. A csoport egy másik tagja 2015-ben elnyerte a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat. Ezenfelül egy MSc hallgatójuk is végzett 2015-ben, aki november óta a trieszti SISSA intézetében folytat PhD tanulmányokat.

b) Tudomány és társadalom

Elméleti kutatás révén a fenti eredmények önmagukban nincsenek közvetlen társadalmi hatással. A csoportvezető ismeretterjesztő előadást tartott részecskefizikáról energetikai mérnök hallgatók számára, valamint az ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnáziumában tartott előadás a „Fény éve” kapcsán a polarizált fényről.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Kutatásaik során együttműködtek az MTA-BME „Lendület” Egzotikus Kvantumfázisok Kutatócsoporttal [4]. Nemzetközi téren aktív együttműködéseik: a pisai Scuola Normale Superiore, a trieszti SISSA [7], a Brookhaven National Laboratory [2], illetve a University of Durham kutatóival [1]. Zárójelben az adott kollaborációban már megjelent publikációk sorszáma szerepel, több más publikációt már benyújtottak folyóirathoz, illetve előkészületben van.

Meghívott nemzetközi előadások:

Joint ICTP/SISSA Seminar on Statistical Field Theory; 2015. január 30. , Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Trieste - G. Takács: *Form factor realocalisation and interpolating renormalisation group flows from the staircase model*

Dublin Area Theoretical Physics Colloquium; 2015. február 4., School of Mathematics, Trinity College Dublin - G. Takács: *Form factors in finite volume*

Workshop „Back to the Bootstrap 2015”; 2015. május 18-29, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel - G. Takács: *Truncated conformal space approach: Numerical and analytical RG techniques*

Intenzív doktori kurzus: 2015. június 29 - július 9, Università di Bologna, Bologna, Olaszország - G. Takács: *Quantum Quenches and the Generalized Gibbs Ensemble*

Workshop “Beyond integrability: The mathematics and physics of integrability and its breaking in low-dimensional strongly correlated quantum phenomena”; 2015. július 13-17, Centre de Recherches Mathématiques, Montreal, Canada - G. Takács: *Quenching the XXZ spin chain: quench action approach versus generalized Gibbs ensemble*, M. Kormos: *Quantum quenches in the sine-Gordon model: a semiclassical approach*

Meghívott szeminárium; november 26. Párizs/Saclay - B. Pozsgay: *Form Factor approach to finite size and finite temperature corrections in integrable QFT*

Workshop on “Integrable Approaches to 3pt functions in AdS5/CFT4”, 2015 június 15-19, Budapest - B. Pozsgay: *Finite volume matrix elements in integrable QFT: Some exact results*

Joint ICTP/SISSA Seminar on Statistical Field Theory; 2015. szeptember 15. , Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Trieste - M. Kormos: *Quantum quenches in the sine-Gordon model: a semiclassical approach*

A csoport tagjai számos további előadást tartottak az ELTE-n, a BME-n, a Wigner Fizikai Kutatóközpontban és az ATOMKI intézetében.

A csoportvezető intenzív doktori kurzust tartott a bolognai egyetemen a kvantum kvencsekről, főleg az integrálható rendszerekre fókuszálva. A BME-n „Elektrodinamika 1” címmel a tavaszi félévben heti 2 órás, valamint „Részecskefizika” címmel az őszi félévben heti 4 órás, illetve „Elektrodinamika 2” címmel heti 2 órás egyetemi kurzust tartott. Ezenfelül a tavaszi félévben “Relativisztikus kvantumtérelmélet” címmel tartott heti 2 órás szabadon választható előadást.

A csoport tagjai közül többen gyakorlatok tartásával vettek részt az egyetemi oktatásban. Az év folyamán a BME Doktori Iskola egy PhD hallgatója, valamint a BME és az ELTE egy-egy MSc diákja dolgozott témavezetésünk alatt. Ezenkívül egy PhD eljárás sikerrel lezárult, egy pedig folyamatban van.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport egy tagja MTA posztdoktori ösztöndíjat kap 2014-16 között. Ezen kívül 2013 óta fut egy Marie Curie IIF pályázat, amelynek összege 144 ezer euró, a projekt felelős kutatási vezetője a csoportvezető, valamint az MTA Mobilitási programjának keretében 2013-ban kétoldalú olasz-magyar MTA-CNR együttműködési pályázatot nyertek el, amelynek 2015-ös kerete 650 ezer Ft.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Dorey P, Siviour G, Takács G: Form factor relocation and interpolating renormalisation group flows from the staircase model. JHEP, 1503: Paper 54. (2015)
2. Konik RM, Pálmai T, Takács G, Tsvetik AM: Studying the perturbed Wess–Zumino–Novikov–Witten theory using the truncated conformal spectrum approach. Nucl. Phys. B, 899: 547-569 (2015)
3. Lencsés M, Takács G: Confinement in the q-state Potts model: an RG-TCSA study. JHEP, 1509: Paper 146. (2015)
4. Mestyán M, Pozsgay B, Takács G, Werner MA: Quenching the XXZ spin chain: quench action approach versus generalized Gibbs ensemble. J. Stat. Mech. Theor. Exp. 1504: Paper P04001.
5. Pálmai T: Edge exponents in work statistics out of equilibrium and dynamical phase transitions from scattering theory in one dimensional gapped systems. Phys. Rev. B, 92: Paper 235433. (2015)
6. Pozsgay B, Szécsényi I M, Takács G: Exact finite volume expectation values of local operators in excited states. JHEP, 1504: Paper 023 (2015)
7. Horvath D X, Sotiriadis S, Takács G: Initial states in integrable quantum field theory quenches from an integral equation hierarchy. Nucl. Phys. B, 902: 508-547 (2016)

MTA-DE LENDÜLET FUNKCIONÁLISANALÍZIS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Molnár Lajos, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.; 4010 Debrecen, Pf. 12
telefon: (52) 512 900; fax: (52) 512 728; e-mail: molnarl@science.unideb.hu
honlap: <http://mat.unideb.hu/nagy-gergo/kutatas/a.html>
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási terve a következőképpen foglalható össze. A központi terület matematikai objektumok egy adott kategóriájába tartozó struktúrák közötti, azok bizonyos jellemzőit megőrző transzformációkkal (ún. izomorfizmusokkal) kapcsolatos. A tervben többféle struktúra izomorfizmusainak vizsgálata szerepel, melyek között vannak operátorokból, illetve függvényekből állók és a kvantummechanika matematikai leírásában szereplő objektumok (ún. kvantumstruktúrák) is. A terv egy további része kvantumstruktúrákon adott műveletek algebrai szemszögből való tanulmányozása és karakterizációik. Említésre érdemes az a rész is, mely annak a kérdésnek a vizsgálatára vonatkozik, hogy a tekintett transzformációk milyen módon meghatározottak lokális hatásaik által.

A csoport működésének első két évében az utóbbi kérdéskörhöz tartozó fontos tételeket bizonyított, valamint összetett algebrai és geometriai jellemzőkkel bíró bizonyos általános struktúrák és kvantumstruktúrák izomorfizmusaival kapcsolatban ért el érdemi eredményeket. A beszámolóévben végzett kutatások során pedig főképpen a következő területeken születtek eredmények:

- invariancia transzformációk operátorokkal reprezentálható absztrakt struktúrákon
- távolságtartó leképezések jellemzése bizonyos távolságmértékekkel ellátott struktúrákon.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A beszámolási időszakban kapott eredmények közül az alábbiak kerülnek bemutatásra.

Egy, a 2×2 -es mátrixok bizonyos művelettartó leképezéseinek meghatározásával kapcsolatos korábbi probléma már régebb óta kívánt megoldása (lásd [3] fő eredménye, ami számos régebbi vizsgálatot tett teljessé) fontos következményeként meghatározásra került az ún. Einstein-gyrocsoport (a speciális relativitáselméletben alapvető szerepet játszó Einstein-féle sebességösszeadás műveletét leíró algebrai struktúra) folytonos automorfizmusainak csoportja. Az így kapott eredmény szerint az utóbbi struktúra egybeesik a klasszikus háromdimenziós euklideszi tér ortogonális csoportjával, azaz a tér origót helyben hagyó, távolságtartó leképezéseinek csoportjával [4].

Távolságtartó transzformációk meghatározásával kapcsolatos az [1] publikáció, amiben azon transzformációkat igen fontos geometriai struktúrákon, nevezetesen úgynevezett Hilbert-tér feletti Grassmann-sokaságokon vizsgálták, s megadták a teljes leírásukat. Kiderült, hogy lényegében ezek mindegyike az alapul vett Hilbert-tér valamely távolságtartó lineáris vagy konjugált-lineáris transzformációjából származik. Ezzel teljessé vált a csoport egy korábbi eredménye, amiben az állítást bizonyos dimenzióra vonatkozó feltétel teljesülése esetén és csak komplex terekre sikerült igazolni.

Közismert, hogy a pozitív számok halmaza és az összes valós szám halmaza között megadható olyan kölcsönösen egyértelmű függvénykapcsolat (pl. a logaritmus-függvény), mely a számok közötti rendezést (nagyságrendi viszonyt) mindkét irányban megőrzi. A [2] cikk tartalmazza azt a sejtést, hogy ez bizonyos absztrakt algebrai objektumok viszonylatában igen speciális jelenség (C^* -algebrák közül csak a kommutatívokban áll fenn) és azt az eredményt, hogy $n > 1$ esetén nem létesíthető ilyen jellegű kapcsolat az $n \times n$ -es „pozitív” (értsd pozitív definit) és „valós” (értsd önadjungált) mátrixok halmazai között a szokásos rendezésre nézve.

Hivatkozások

[1] Gehér Gy P, Šemrl P: Isometries of Grassmann spaces, J. Funct. Anal. 270: 1585-1601. (2016)

[2] Molnár L: On the nonexistence of order isomorphisms between the sets of all self-adjoint and all positive definite operators, Abstr. Appl. Anal. 2015 (2015), Article ID 705836, 6 pages.

[3] Molnár L, Virosztek D: Continuous Jordan triple endomorphisms of P_2 , J. Math. Anal. Appl., megjelenés alatt.

[4] Molnár L, Virosztek D: On algebraic endomorphisms of the Einstein gyrogroup, J. Math. Phys. 56 082302. (2015)

b) Tudomány és társadalom

A csoport kutatási eredményeinek társadalmi vonatkozásaival kapcsolatban a következő általános megállapítás tehető. Az új elméleti matematikai eredmények haszna, amennyiben azok nem elszigetelt vizsgálatokból származnak, főként a tudomány világán belül jelentkezik úgy, hogy azok az eredmények beépülnek az illető tudományterület ismeretei közé, ezzel további kutatásokat majd újabb eredményeket indukálva. Az ilyen módon gyarapodó ismeretek közül a fontosabbak bekerülhetnek az oktatás különböző területeire, ami már a társadalom számára közvetlen haszonnal bír.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A tagok kutatói mobilitását illetően kiemelendők az alábbiak. A kutatócsoport-vezető több hétig volt vendégkutató a Calabria-i, a Memphis-i, illetve a Niigata-i Egyetemen, melynek során ottani kollégáival, Roberto Beneducival, Fernanda Botelhoval, ill. Osamu Hatorival közös vizsgálatokat folytatott. A csoport egy-egy tagja a Ljubljana-i, ill. a Kaohsiungi Egyetemen helyi matematikusokkal együttműködve végzett kutatásokat. Az említett tevékenységek során elért eredmények négy cikk alapjául szolgáltak. Megjegyzendő, hogy az utóbbi négy vendégkutatói látogatás folyamán a kérdéses csoporttagok előadásokat is tartottak a fenti egyetemeken. A mobilitással kapcsolatban megemlíthető még az is, hogy a csoportvezető a beszámolási év során több nemzetközi konferencián volt meghívott előadó. Ezek között szerepelt az International Linear Algebra Society szervezet Szöulban (Koreai Köztársaság) megrendezett rangos találkozója, melyen a csoport egy másik tagja is részt vett.

A csoport beszámolási évben végzett felsőoktatási tevékenységével kapcsolatban megemlíthető, hogy annak vezetője egy BME-s hallgató szakdolgozati témavezetője volt, ami ezután PhD témavezetéssel folytatódott. Továbbá a prágai Károly Egyetemen szervezett téli iskolán, a Meknes-i Moulay Ismail Egyetemen, a Budapesti Műszaki és

Gazdaságtudományi Egyetemen és a Niigata-i Egyetemen is tartott kurzusokat (az utóbbin kettőt is).

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolási évben a kutatócsoport tagjai elnyertek egy, a Magyar Tudományos Akadémia által meghirdetett tajvani mobilitási pályázatot, aminek futamideje két év, a támogatás összege 2.600eFt. Ezen kívül egy nyertes MTA Posztdoktori Kutatói Program pályázatot is készítettek, az elnyert támogatás összege két évre 9.600eFt. Hármójuk is nyert el a Campus Hungary Program keretében meghirdetett pályázatot, ezek együttes összege 1.100eFt.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gehér Gy P: Maps on real Hilbert spaces preserving the area of parallelograms and a preserver problem on self-adjoint operators. J Math Anal Appl, 422 (2): 1402-1413 (2015) <http://arxiv.org/abs/1407.1868v1>
2. Molnár L: Jordan triple endomorphisms and isometries of spaces of positive definite matrices. Linear Multilinear Algebra, 63 (1): 12-33 (2015) <http://real.mtak.hu/9206>
3. Molnár L: General Mazur-Ulam type theorems and some applications. In: Arendt W, Chill R, Tomilov Y (szerk.): Operator Semigroups Meet Complex Analysis, Harmonic Analysis and Mathematical Physics. Basel: Birkhauser Science, 2015. pp. 311-342. (Operator Theory: Advances and Applications; 250.) (ISBN:978-3-319-18493-7) <http://real.mtak.hu/25048>
4. Molnár L, Szokol P: Transformations on positive definite matrices preserving generalized distance measures. Linear Algebra Appl, 466: 141-159 (2015) <http://real.mtak.hu/21793>
5. Molnár L, Virosztek D: On algebraic endomorphisms of the Einstein gyrogroup. J. Math. Phys., 56: Paper 082302. 5 p. (2015) <http://arxiv.org/abs/1506.06225v1>

MTA–ELTE LENDÜLET BIOFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Derényi Imre, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon: (1) 372 2766; fax: (1) 372 2757; e-mail: derenyi@elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2011

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási terv rövid összefoglalása

A kinezin nevű motorfehérje működésének megértése és modellezése kinetikai Monte Carlo szimulációk segítségével.

A fehérjék belső súrlódásának megértése.

Lipid membránoknak szilárd felületek közelében mutatott viselkedésének meghatározása.

Genetikai robusztusság okainak feltárása, valamint ősi élőlények genomjainak rekonstrukciója.

A beszámolóév feladata

A fehérjék belső súrlódásának további vizsgálata, a belső súrlódás okainak feltárása, valamint különböző fehérjék anomális diffúziójának karakterizálása molekuladinamikai szimulációk segítségével.

Liposzómák kitapadásának vizsgálata mikrostrukturált felületek mentén.

Ősi metabolikus hálózatok rekonstrukciója és hálózatelméleti módszerekkel való jóslása; valamint transzferált gének kihalt fajok mentén történő evolúciós pályáinak meghatározása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Korábban a tripszin nevű fehérjére végeztek molekuladinamikai szimulációkat. A szimulációkat most kiterjesztették más fehérjékre (pl. bakteriorodopszinra), ill. kisebb fehérjedoménekre, és megállapították, hogy mind az anomális diffúzió, mind pedig az azt jellemző Hurst exponens a fehérjék egy általános tulajdonsága.

Korábbi felfedezéseik és számos irodalmi adat is arra utal, hogy a szilárd felületre kitapadt liposzómákon a pórusképződés legnagyobb valószínűséggel a letapadási front mentén következik be. Megvizsgálták ezért a pórusképződés dinamikáját egy letapadt liposzóma különböző geometriájú pontjaiban, analitikusan meghatározták az aktivációs energiát ezekben a pontokban, és megállapították, hogy a letapadási front mentén valóban jelentősen kisebb energiagát áll a pórusképződés útjába. Legújabb vizsgálataik során azt is megértették, hogyan tapadnak ki a liposzómák mikrostrukturált (pontosabban mikroszkopikus bemélyedéseket tartalmazó) felületekre.

Annak ellenére, hogy a horizontális géntranszfer napjainkban számos vizsgálat tárgyát képezi, mind a mai napig nem készült átfogó elemzés, amely megvizsgálja, hogy a transzferek gyakorisága mennyiben függ a kiinduló- és végpontként szolgáló fajok rokonsági fokától.

Munkájuk során a géntörténetek adatait felhasználva megmérték ezt a gyakoriság eloszlást, majd statisztikai tesztek, valamint saját fejlesztésű szimulációk segítségével bizonyították, hogy a vizsgált fajok nagy részében felfedezhető a transzfer preferenciája a közelebbi rokon fajok iránt.

Tomasetti és Vogelstein (Science, 2015. jan. 2., p. 78) demonstrálta, hogy a rák kockázata a különböző szövetekben erősen korrelál az őssejtek osztódásának teljes számával, és arra a következtetésre jutott, hogy a daganatos megbetegedések többsége a „balszerencse” számlájára írható (vagyis nem megelőzhető). Megmutatták, hogy az általuk megfigyelt korreláció értelmezése alapvetően hibás, és ezerszeres variáció marad a rák kockázatában még azután is, hogy eliminálják az őssejtek osztódási számának hatását.

A rák kockázata és az őssejtek osztódási száma közötti lineárisnál is gyengébb összefüggés a „szövetek közötti Peto paradoxonként” értelmezhető. Ez a jelenség az eredeti Peto paradoxonnal együtt arra utal, hogy a hosszú élettartamú állatok legnagyobb szövetei nagyon jól védettek a rák kialakulásával szemben. Általános populációdinamikai modell segítségével megmutatták, hogy a rák elleni védekezés az evolúciós hajtóereje a szöveti megújulás hierarchikus szerveződésének (a szöveti őssejtekből kiindulva az egyre differenciáltabb sejteken keresztül a végső szöveti funkcionális sejtek kialakulásáig). Legjelentősebb eredményükként analitikusan bebizonyították, hogy egy élőlény teljes élettartama alatt N terminálisan differenciálódott sejt egyetlen őssejtből való előállítására egy jól szervezett hierarchikus szöveti struktúrában megtörténhet úgy, hogy semelyik sejtnek sem kell $\log_2(N)+2$ osztódásnál többet elszenvednie. Ennek azért nagy a jelentősége, mert a sejtosztódások mutációk megjelenésével járnak, így a hierarchikusan szerveződő, megújuló szövetek képesek lehetnek alacsony szinten tartani a mutációk felhalmozódásának ütemét (még hozzá majdnem olyan alacsonyan, mintha $\log_2(N)$ lépésben bináris fa mentén egyetlen hullámban keletkezne mind az N sejt).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Tudományos együttműködés membrándinamikai témákban:

Laboratory of Biosensors and Bioelectronics, ETH, Zürich;
Immunológiai Tsz., ELTE;
Fizikai Intézet, BME

Tudományos együttműködés evolúcióelméleti témákban:

Laboratoire de Biometrie et Biologie Evolutive in Lyon, France

Tudományos együttműködés fehérjedinamikai témákban:

Biokémiai Tsz., ELTE
MTA SZBK

IV. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A publikációk elérhetők az alábbi honlapokon:

<http://derenyi.web.elte.hu/publ.html>

<http://ssolo.web.elte.hu/publications.html>

1. Derényi I, Szöllősi GJ: A hierarchikus sejtdifferenciálódás szerepe a mutációk felhalmozódásának és a rák kockázatának minimalizálásában. *Magyar Tudomány*, 2016:(1) 80-83 (2016)
2. Derényi I, Szöllősi GJ: Effective temperature of mutations. *Physical Review Letters*, 114:(5) Paper 058101. 5 p. (2015)
3. Szöllősi GJ, Davin AA, Tannier E, Daubin V, Boussau B: Genome-scale phylogenetic analysis finds extensive gene transfer among fungi. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B-Biological Sciences*, 370:(1678) Paper 20140335. (2015)
4. Groussin M, Hobbs JK, Szöllősi GJ, Gribaldo S, Arcus VL, Gouy M: Towards more accurate ancestral protein genotype–phenotype reconstructions with the use of species tree-aware gene trees. *Molecular Biology and Evolution*, 32:(1) 13-22 (2015)
5. Szöllősi GJ, Tannier E, Daubin V, Boussau B: The inference of gene trees with species trees. *Systematic Biology*, 64:(1) 42-62 (2015)

MTA-ELTE LENDÜLET CMS RÉSZECSCKE- ÉS MAGFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pásztor Gabriella, PhD
ELTE TTK Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1A.
telefon: (1) 372 2760; e-mail: gpasztor@caesar.elte.hu
weblap: <http://gpasztor.web.cern.ch/gpasztor/MTAELTECMSWeb>
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A 2015 szeptemberében indult kutatócsoport a részecskefizika Standard Modellje mögött megbúvó alapvető elmélet felkutatását és az erős kölcsönhatás extrém körülmények közti tanulmányozását tűzte ki maga elé. Egyik fő céljuk a 2015-ös évre az LHC CMS kísérletéhez való hivatalos csatlakozás volt, amely októberben valósult meg. Terveiknek megfelelően több irányba is elindult a kutatás, felhasználva a 2015-ös 13 TeV tömegközépponti energiájú proton-proton ütközések adatait, melyek felvételében is részt vettek a CERN-ben:

- A $pp \rightarrow Z\gamma \rightarrow ee\gamma / \mu\mu\gamma$ két-bozon hatáskeresztmetszet mérése, amelynek nagy $m_{H\gamma}$ invariáns tömegű tartománya érzékeny az új fizika esetleges jelenlétére.
- Szuperszimmetrikus részecskék közvetlen keresése a 2012-ben felfedezett Higgs bosont, fotont és hiányzó energiát tartalmazó végállapotokban.
- Azonos részecskék között fellépő Bose-Einstein korrelációk vizsgálata proton – proton ütközésekben hadronikus végállapotokban.

Egyik résztvevőjük a CMS kis szögű és kis energiaátadású hadron folyamatokat vizsgáló fizika (FSQ) munkacsoportjának a vezetője. Felelős volt számos tudományos publikáció helyességének ellenőrzéséért, a csoport koordinálásáért, a speciális mérési időszakok felügyeletéért, illetve a nyalábidőre vonatkozó igények kidolgozásáért és megvédéséért.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Jelenleg több FSQ témájú eredményük is a kollaboráció belső ellenőrzése alatt áll.

b) Tudomány és társadalom

A csoportvezető tagjai oktatói munkát végeznek az ELTE TTK-n. A kutatási témához kapcsolódó és egyéb egyetemi előadásokon kívül TDK, BSc, MSc, PhD diákok munkáját is irányítják. Ismeretterjesztő előadásokkal, média szerepléssel is népszerűsítik a tudományt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A CMS kísérleten belül a technikai jellegű ZDC munkát a Kansasi Egyetem, a trigger feladatokat a német DESY és a kaliforniai UCSB, a Bose-Einstein analízist a brazil UNESP, míg a $Z\gamma$ mérést a taiwani MCU kutatóival együttműködve végzik.

MTA–ELTE LENDÜLET DINOSZAURUSZ KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Ósi Attila, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500 / 8722; fax: (1) 381 2130; e-mail: hungaros@gmail.com
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2011

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az 5 éves kutatási terv rövid összefoglalása

Az öt éves kutatás részeként tervezett az iharkúti dinoszaurusz lelőhelyről előkerült, de még fel nem dolgozott, és az újonnan előkerülő gerinces maradványok összehasonlító anatómiai, taxonómiai és funkcionális morfológiai vizsgálata, a csontleletek csontszöveti elemzése, és az iharkúti fauna paleobiogeográfiai vizsgálata.

Mit teljesítettek eddig? – rövid összefoglalás

Kutatócsoport 2011-től az eredeti terveknek megfelelően dokumentálta az iharkúti ősgerinces lelőhely faunájának anatómiai, csontszöveti és ősszállatföldrajzi aspektusait. Vizsgálatok során számos gerinces taxon részletes csonttani, csontszöveti és funkcionális morfológiai elemzése megtörtént. Kutatócsoport publikálta az egyes csoportok taxonómiájára, evolúciójára, és paleobiológiájára vonatkozó, alapvető őslénytani és módszertani ismereteket. Az egyes fajok dokumentálása során kutatócsoport elemezte annak ősföldrajzi vonatkozásait is.

Mi volt a beszámolóév (2014.07.01.-2015.06.30.) feladata?

1) Csontszöveti csiszolatok paleobiológiai kiértékelése, kvantitatív hisztológiai módszerek paramétereinek és analizésének kidolgozása; 2) Az iharkúti gerinces lelőhely szedimentológiai elemzése; 3) A páncélos dinoszauruszok fogkopás- és állkapocs-mechanizmus vizsgálatáról szóló munka eredményeinek publikálása; 4) Az Ajkai Köszén Formáció gerinces maradványainak publikálása; 5) Az európai Ceratopsia és Rhabdodontidae dinoszauruszok fogainak összehasonlító vizsgálata; 6) Az iharkútról előkerült koprolitok vizsgálata; 7) A iharkúti fauna ősszállatföldrajzi viszonyainak dokumentálása.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport legkülönbözőbb vizualizációs és analitikai technikák segítségével vizsgálta és azonosította az iharkúti tojásbély-töredékek diverz taxonómiai hovatartozását, ökológiai jelentőségét és egyedülállóságát az ismert fosszilis tojásbély-együttesek közt.

A kutatócsoport elvégezte az iharkúti késő-kréta gerinces lelőhely szedimentológiai vizsgálatát, melynek alapján elmondható, hogy a vizsgált terület egykoron egy alacsony térszínen elhelyezkedő szövedékes (anastomosing) folyó ártéri és meder kitöltéseit tartalmazza. A leggazdagabb csonttartalmú réteg felhalmozódási körülményeiről elmondható, hogy igen rövid idő (pl. esős évszak) alatt felhalmozódó villámárvizek eredményeként jött létre.

A kutatócsoport részletesen elemezte az európai késő-kréta gerincesek biogeográfia történetét és megállapította, hogy Európa szinte folyamatosan faunális kapcsolatban állt Afrikával a kréta során, szemben egy új keletű biogeográfiai modell feltételezésével.

A kutatócsoport megvizsgálta az iharkúti lelőhelyről előkerült koprolitokban megőrződött táplálékmaradványokat. E vizsgálatok többek között bizonyították, hogy a lelőhelyről ismert halak zsákmányállatok voltak az egykori ökoszisztémában.

A kutatócsoport a csonttartalmú rétegek iszapolása révén 40.000 különböző állat- és növénymaradványt válogatott ki. A korábban már ismert gerinces és gerinctelen taxonok mellett előkerültek a lelőhelyről eddig még nem ismert gerincesek maradványai is (pl. halak).

A kutatócsoport az iharkúti lelőhelyről előkerült kajmánhal-maradványokat az *Atractosteus* nemhez sorolta, mely a genus legidősebb előfordulását jelenti.

A kutatócsoport morfológiai méréseken alapuló matematikai statisztikai vizsgálatok segítségével kimutatta, hogy a korábban *Mochlodon*hoz sorolt iharkúti fogak alakilag egységesek ugyan, méretadataik alapján azonban jól elkülöníthetők a rokon *Zalmoxes* maradványaitól. Fogkopás minták alapján sikerült elkülöníteni az iharkúti lelőhelyről ismert *Mochlodon* és *Ajkaceratops* fogakat.

A kutatócsoport megvizsgálta az ismert páncélos dinoszauruszok (63 faj) fogazatát és koponyamorfológiáját és feltérképezte a csoport állkapocs-mechanizmusának evolúcióját. A páncélos dinoszauruszoknál komplex rágás a kora-kréta formáktól kezdve volt jellemző, de csak az európai és észak-amerikai fajoknál. Az ázsiai fajoknál ennek nem látják nyomát. Feltételezhető, hogy mindez összefüggésben van az adott területen élt növényekkel és a növényzet átalakulásával (nyitvatermők vs zárvatermők) a kréta időszak folyamán.

b) Tudomány és társadalom

Ismeretterjesztő előadások: Széna Téri Általános Iskola, Székesfehérvár; Raoul Wallenberg Szakközépiskola és Szakiskola, Budapest; Kislőd, Múzeumok éjszakája; Balatonfüred városi Könyvtár; Budapest ELTE Élő adás; Szegedi Tudományegyetem; Pécs Orvostudományi Egyetem; Kerta, Általános Iskola; Tihany Levendula Ház, Földtudományos Forgaszt, Bp.

Egyetemi előadások a kutatócsoport eredményeivel: Reptilia és Aves MSc, ELTE; Óslánytan Gyakorlat BSc, ELTE; Gyűjtés és preparálás BSc, ELTE; Fosszilis csontszövettan, MSc, Paleontology Course MSc Tübingen, Eberhard Karls Egyetem; Zürichi Egyetem;

Ismeretterjesztő cikk: Élet és Tudomány, Természet Világa

Médiamegjelenés: Ozone Network, phys.org; sci-news.com, mta.hu, Kossuth Rádió, Petőfi rádió, Tatabánya Rádió, HVG, Veszprémi Napló, Zöld Energia Magazin, Turista Magazin, Lánchíd Rádió, Klub Rádió, Iharkút – sajtótájékoztató: közel 20 sajtóforum

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

National Museum of Canada - Projekt: Fogkopás- és állkapocs-mechanizmus-evolúció páncélos dinoszauruszoknál.

Vrije Universiteit Brussel, Belgium - Iharkúti tojásbély-leletek vizsgálata; legkorábbi ismert dinoszaurusz-tojásbélyek vizsgálata.

Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Belgium, Paleontological Institute, Shenyang Normal University, China - Dinoszaurusz-madár átmeneti alakok csontszövetani vizsgálata.

University of Bucharest - A Hátszegi-medencéből ismert dinoszaurusz maradványok tafonómiai vizsgálata

Royal Tyrrel Museum, Drumheller, Alberta, Kanada - a lágyhéjú teknősök (*Trionychia*) eredete és korai evolúciója

University of Edinburgh, UK - Jura időszaki tengeri krokodilok testméret és testarány evolúciója

MTM - Az iharkúti koprolitok diatóma-maradványainak vizsgálata.

Muséum national d'Histoire naturelle, Párizs - Projekt: Fox Amphoux és La Bouchard mellől származó *Rhabdodon* fogak morfológiai vizsgálata.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA K 116665 pályázat (2016.01.01.-2019.12.31.): Mezozoikumi gerincesek kutatása Magyarországon; 38.805 eFt; A pályázat célja az iharkúti ősgerinces lelőhely mellett további lelőhelyek felfedezése és tudományos feldolgozása.

Magyar Dinoszaurusz Alapítvány 6200 eFt (A kutatócsoport által 2014-ben létrehozott Alapítvány 2014 őszén egy támogatási est keretében, nagy lelkű támogatók révén szerezte a listázott összeget, melyet az iharkúti kutatási terület megszerzésére és a kutathatóság hosszú távú fenntarthatóságának biztosítására fordított.)

BOF (Bijzonder Onderzoeksfonds) – Special Research Fund, Ghent University; grant nr. 01P12815; project title: "Functional signals in the bone microstructure of flying vertebrates and their importance in understanding the evolution of powered flight in feathered dinosaurs"; from 2016.01.01 to 2018.12.31.

Synthesis of systematic resources Grant: The global phylogeny and early evolution of sea turtles in light of key taxa from the Cretaceous-Paleogene of Belgium (8 napos gyűjtemény látogatás, Természettudományi Múzeum, Brüsszel)

Volkswagen Stiftung, Research in Museum Grant: Climatic Drivers of Ectotherm Diversity During the Global Warming Events of the Eocene (246.000 EUR)

Train to Move-Marie Curie posztdoktori ösztöndíj: Ecological diversity of marine ectothermic vertebrates across the end-Cretaceous mass extinction and the Palaeogene hyperthermal events, Torino, Olaszország (91.000 EUR).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Botfalvai G, Ősi A, Mindszenty A: Taphonomic and paleoecologic investigations of the Late Cretaceous (Santonian) Iharkút vertebrate assemblage (Bakony Mts, Northwestern Hungary). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 417: 379-405 (2015)
2. Csiki-Sava Z, Buffetaut E, Ősi A, Pereda-Suberbiola X, Brusatte S: Island life in the Cretaceous – faunal composition, biogeography, evolution, and extinction of land-living vertebrates on the Late Cretaceous European archipelago. *ZOOKEYS* 469: 1-161. (2015)
3. Dyke Gareth J, Vremir Mátyás, Brusatte Stephen, Bever Gabe, Buffetaut Eric, Chapman Sandra, Csiki-Sava Zoltán, Kellner Alexander, Martin-Silverstone Elizabeth, Naish Darren, Norell Mark, Osi Attila, Prondvai Edina, Rabi Márton, Taissa Rodrigues, Steel Lorna, Tong Haiyan, Villa-Nova Bruno, Witton Mark, Pinheiro Felipe: *Thalassodromeus sebesensis* - a new name for an old turtle. Comment on "Thalassodromeus sebesensis, an out of place and out of time Gondwanan tapejarid pterosaur", Grellet-Tinner and Codrea. *Gondwana Research* 27:(4) 1680-1682 (2015)
4. Osi A, Rabi M, Makadi L: An enigmatic crocodyliform tooth from the bauxites of western Hungary suggests hidden mesoeucrocodylian diversity in the Early Cretaceous European archipelago. *PEERJ* 3: Paper e1160. (2015)
5. Ősi A: The European ankylosaur record: a review. *HANTKENIANA* 10: 89-106 (2015)
6. Rabi M, Sebők N: A revised Eurogondwana model: Notosuchian crocodyliforms and other vertebrate taxa suggest the retention of episodic faunal links during the most of the Cretaceous. *Gondwana Research* 28: 1197-1211 (2015)
7. Prondvai E: Comparative bone histology of rhabdodontid dinosaurs. *Palaeovertebrata* 38: 31 (2015)

MTA–ELTE LENDÜLET EIRSA ASZTROFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Frei Zsolt, az MTA doktora
ELTE Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon: (1) 372 2767; fax: (1) 372 2753; e-mail: frei@alcyone.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A csoport fő célkitűzése hogy nemzetközi projektekhez kapcsolódva - mint a LIGO és Pan-STARS - alapkutatásokat végezzen az asztrofizika területén, az elméleti munkákkal pedig elősegítse a projektek sikerességét. Az elméleti kutatásokban együttműködnek a princetoni IAS és Columbia Egyetem munkatársaival. Fontos tevékenységük, hogy alap és emelt szinten tanítanak asztrofizikát az Eötvös Egyetemen, emellett doktoranduszokat készítenek fel a tudományos pályára. Rendszeresen szerveznek nyilvános előadásokat és sajtókonferenciákat, hogy bemutathassák kutatási eredményeiket.

A kutatócsoport számos területen vesz részt a LIGO Kollaboráció munkájában. A csoport aktív az adat analízisben (elsősorban a a LIGO “Burst” csoportjában), a hardver fejlesztésben (a LIGO “detector characterization” csoportján belül), valamint a mérő helyszíneken a környezeti hatások vizsgálatában. A Pan-STARRS-on belüli feladatok tartalmazzák a galaxisok struktúrájának kutatását, galaxistérképek készítését és fotometria vizsgálatokat.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Az elsőszámú projektjük a LIGO gravitációshullám-kísérletben való részvétel. Ennek keretében adatfeldolgozást és detektorépítést vállaltak a LIGO számára. Ezekből a munkákból néha kevésszerzős cikk is születik, de fontosabb, hogy ezekkel a munkákkal „érdemelik ki” a társszerzőséget a LIGO kollaboráció sokszerzős cikkein is. Ez utóbbi kategóriában 2015-ben 9 cikk született, ami nem csekély, ha figyelembe vesszük, hogy a LIGO az elmúlt két évben nem gyűjtött adatokat, átépítése folyt, és az új adatgyűjtő kampány csak 2015 szeptember közepén kezdődött. Mint közismert, az Advanced LIGO (aLIGO) 2015 szeptember 14-én észlelte az első gravitációshullám-jelet, ez erről szóló cikk, illetve az azt kísérő 10 db más részletes közlemény csak 2016 februárjában került beküldésre és széles körben ismertetésre.

2015-ben kettő kevésszerzős cikket is írtak a LIGO témájában (az egyik külön szerkesztői kiemelészt kapott a CQG internetes oldalán). Fontos az is, hogy a LIGO számára végzett munkát minden évben értékeli az együttműködés, és a LIGO számára 2015 nyarán írt beszámolójuk alapján azt, csakúgy mint a tavalyi évben, a kollaboráció kiválóan értékelte. Így továbbra is tagjai az együttműködésnek, amely alapján a közeljövőben várható fontos cikkeken is társszerzők lesznek. Ezzel a „Lendület” program támogatása alapvetően fontos nemzetközi együttműködésben való sikeres részvételük feltételeit teremti meg.

Fontos vállalásuk volt az excentrikus kettős kompakt rendszerek paramétereinek vizsgálata. Az utóbbi években az irodalomban többen rámutattak, hogy erősen excentrikus kettősök nagyon jelentős forrásai lehetnek a LIGO által észlelhető gravitációs hullámoknak. Az excentrikus kettősök egy speciális jelet bocsátanak ki („felvillanás-szerűen”, amikor a két kompakt objektum – fekete lyuk vagy neutroncsillag – egymáshoz legközelebb elhalad). Ezekre a jelekre érzékeny speciális keresési eljárás kifejlesztése fontos feladata a kollaborációnak. Mivel ez a keresési eljárás időigényes, ezért fontos azt úgy optimalizálni,

hogy a legsűrűbben előforduló paraméterekkel rendelkező kettős rendszerekre legyen az a legérzékenyebb. Ezeket, az excentrikus kettősöket jellemző paramétereket, azok statisztikus eloszlását számították ki 2015-ben.

A 2015-ben kezdett legfontosabb új kutatási irány abból az igényből adódik, hogy a mostantól már remélhetőleg több-kevesebb rendszerességgel észlelt gravitációs hullámok forrását EM tartományban hagyományos távcsövekkel is megfigyelhessük, ehhez pedig szükséges egy olyan galaxis-katalógus összeállítása, amely tartalmazza az összes, a LIGO érzékelési tartományán belül lévő galaxist. Ezek száma nagyságrendileg 5 millióra tehető. A valamekkora hibával lokalizált forrás körül, a hibahatáron belül lévő galaxisok koordinátáit kell a LIGO-nak az együttműködő csillagászok felé az észlelés után a lehető leghamarabb továbbítani, elősegítendő az EM megfigyeléseket. Ebben segít az előre elkészített, minél teljesebb galaxis-katalógus. A LIGO által eddig használt katalógus 50.000 galaxist tartalmazott, a Lendület kutatócsoport ezt a számot most 2.000.000-ra növelte. A katalógus készítése olyan gépi tanuló algoritmusok alkalmazását is megkövetelte, amelyek szakértője 2014-ben csatlakozott a csoporthoz MTA posztdoktori ösztöndíjasként. A csoport vezetője koordinálja a galaxiskatalógus elkészítését a világszerte több, ezzel a témával foglalkozó kutatócsoport és a LIGO-val együttműködő mintegy 60, EM megfigyeléseket végző kutatócsoport között.

2015-ben tovább folytatták a Pan-STARRS együttműködés keretében, a Pan-STARRS adatain alapuló galaxis-katalógusukban 2014-ben megtalált szuperlyuk (void) tanulmányozását, az előző évben beküldött cikkük 2015-ben került elfogadásra. A legfontosabb újításuk a cikk megjelent verziójában az, hogy figyelembe vették, hogy az átlagos galaxisszámot egy relatíve kis mintából kellett megállapítani.

Ugyancsak tovább folytatták a COIN kollaboráció szervezését, 5 cikket publikáltak az asztro-statisztika témakörében. Számos asztrofizikai és kozmológiai probléma megoldása az Általános Lineáris Modellek (Generalized Linear Models, GLM) körébe tartozik. A GLM modellek és kiterjesztéseik nagy figyelmet kaptak a statisztika szakirodalmában, amely a széles körben használt jelenlegi statisztikai módszerek és machine learning technikák alapját képezi. A csoport tagjai fontos szerepet töltek be az első olyan munkában, mely a GLM statisztikai módszer általánosan, asztrofizikai adatokon történő alkalmazására irányult.

Kiemelkedően fontos eredmény még a következő: Általánosan elfogadott feltételezés szerint az összeolvadó galaxisok közepén az ott található szupernehéz fekete lyukak is összeolvadnak, majd kilökődnek. 2015-ben a csoport tagjai egy olyan ötletet dolgoztak ki, mely szerint a kvazárok sebessége a kilökődéskor, valamint a galaxis közepén való áthaladáskor kell, hogy a legnagyobb legyen. A galaxis közepét körülvevő poros tórusz kifelé haladva azonban egyre ritkább, vagyis a kvazár fényét, a fekete lyuk távolodása során, a tórusz egyre kevésbé takarja ki. Mindebből annak kell következnie, hogy a kvazárok látóirányú kitakartsága és sebessége összefüggést kell, hogy mutasson. Ahhoz, hogy ezt az összefüggést megtalálják, kvazárszínképek sokaságát kell megvizsgálni. Ezeket is megvizsgálva, a 2015-ben közzétett cikkük eredményei mégis reményt adnak az összefüggés felfedezésére, és így egy rég feltételezett jelenség (ti. a gravitációs sugárzás okozta kilökődés) megfigyeléssel történő igazolására.

b) Tudomány és társadalom

A csoport tagjai számos ismeretterjesztő előadást tartottak az év során, többek között a Bolyai Konferencián, a Kárpát-medencei Magyar Nyári Egyetemen, és a "Balaton Summer School in Physics"-en. A csoport vezetője és tagjai – az ELTE oktatói – 12 különböző egyetemi előadás és laborgyakorlat keretében adták át tudásukat. Hazai rendezvényeken összesen 8, külföldi rendezvényeken 7 előadást tartottak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A kutatócsoport a LIGO-ban folytatott tevékenysége során szorosan együttműködik az MTA ATOMKI kutatóival, ahonnan hárman a LIGO együttműködés tagjai is az ELTE LIGO-csoportjának részeként. A debreceni ATOMKI a korábban kifejlesztett, legyártott, és a LIGO amerikai állomásain üzembe helyezett infrahang-mikrofonok fenntartásában vesz részt. A csoport tagjai 2015-ben együttműködést indítottak az MTA Wigner Kutatóközpontjának munkatársaival az excentrikus kettős kompakt rendszerek paramétereinek vizsgálata témájában. Az amerikai Columbia Egyetem és a Glasgowi Egyetem munkatársaival közösen folytatták a jövőbeli detektorhálózatok földrajzi elhelyezkedésének optimalizációját. A csoport vezetője tagja a LIGO irányító testületének (Council). A csoport tagjai a nemzetközi COIN kollaboráció szervezői, és ebben a minőségükben 2015-ben Angliában COST Meeting-et is szerveztek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport egyik tagja elnyerte a New yorki magyar tudományos társaság "Szent-Györgyi Albert" fiatal kutatói díját.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hu Y, Raffai P, Gondán L, Heng I S, Kelecsényi N, Hendry M, Márka Z, Márka S: Global Optimization for Future Gravitational Wave Detectors' Sites. *Classical and Quantum Gravity*, 32: 105010 (2015)
2. Raffai P, Haiman Z, Frei Z: A Statistical Method to Search for Recoiling Supermassive Black Holes in Active Galactic Nuclei. *MNRAS*, 455: 484 (2015)
3. Szapudi I, Kovács A, Granett B, Frei Z, Silk J, Burgett W, Cole S, Draper P, Farrow D, Kaiser N, Magnier E, Metcalfe N, Morgan J, Price P, Tonry J, Wainscoat R: Detection of a Supervoid Aligned with the Cold Spot of the Cosmic Microwave Background. *MNRAS*, 450: 288 (2015)
4. de Souza R S, Cameron E, Killedar M, Hilbe J, Vilalta R, Maio U, Biffi V, Ciardi B, Riggs J D, for the COIN collaboration: The overlooked potential of Generalized Linear Models in astronomy, I: Binomial regression. *Astronomy and Computing*, 12: 21-32 (2015) doi: 10.1016/j.ascom.2015.04.002
5. Aasi J, et al: Advanced LIGO. *Classical and Quantum Gravity*, Vol. 32, Issue 7, aid. 074001, (2015) (társszerzők között: Frei, Gondán, Raffai)

MTA-ELTE LENDÜLET KATALÍZIS ÉS SZERVES SZINTÉZISEK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Novák Zoltán, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2500 / 1610; fax: (1) 372 2592; e-mail: novakz@elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

5 éves kutatási terv: A kutatócsoport elsődleges feladata a szerves kémia területén végzett kutatások kivitelezése. A kutatócsoport munkája főleg az átmenetifém-katalizált átalakítások vizsgálatára irányul. Ezen a területen a keresztkapcsolási és oxidatív kapcsolási reakciók kifejlesztése, működésük és alkalmazhatóságuk vizsgálata az elsődleges cél. Az öt éves kutatási projekt keretein belül számos C-H aktiváláson alapuló eljárást és átmenetifém-katalizált eljárást kívánnak kidolgozni, valamint a reakciók megértéséhez mechanisztikus vizsgálatokat folytatni. Az átalakításokhoz hipervalens jódvegyületeket állítottak elő és használtak.

A kutatás fontos eleme, hogy gyógyszeripari igényeknek megfelelően a kutatócsoport olyan eszközöket fejlesszen, amelyek közvetlenül is felhasználhatóak gyógyszermolekulák szintézisében. Ennek megfelelően a gyógyszeripari megbízások és együttműködések stratégiai fontosságúak. A kutatócsoport sikeres együttműködést folytat a Servier gyógyszerkutató intézettel és a Richter Gedeon gyógyszergyárral. Egyetemi környezetben működő kutatócsoportként a másik jelentős feladat az oktatásban való részvétel, a kutatói utánpótlás biztosítása érdekében. A kutatócsoport munkájában ez a BSc, MSc alaplaborok és speciális laborok megtartásában, tudományos diákköri, szakdolgozati és doktori kutatómunkák irányításában nyilvánul meg. A 2015-ös évben 3 BSc védésre került sor a kutatócsoportban és 2 OTDK dolgozat készült, és az Országos Diákköri Konferencián I. és III. díjat nyertek a hallgatók.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Korábbi kutatásaik során megmutatták, hogy a hipervalens jódvegyületek kiválóan alkalmasak a C-H kötés funkcionalizálására átmenetifém-katalizátorok jelenlétében. A megismert stratégiára építve a kutatás harmadik évében kiterjesztették az általuk kidolgozott szintetikus elvet. Munkájuk során dihidrooxazol és iminobenzoxazin származékok változatos szintézisét valósították meg hipervalens jódvegyületek és acetilének vagy nitril származékok rézkatalizált reakciójában. A kidolgozott új átalakításban a rendkívül elektrofil karakterű Ar-Cu(III) katalizátor koordinálódik a szén-szén vagy szén-nitrogén hármas kötéshez, ezzel segítve a gyűrűzárás végbemenetelét. A gyűrűzárási reakción kívül karboarilezés is lejátszódik új szén-szén kötés kialakulást eredményezve. A kutatás jelentősége nem csak az új vegyületek előállíthatóságában nyilvánul meg, hanem a reakció megvalósításával egyúttal olyan új reaktivitási elvet is kidolgoztak, amelynek segítségével új és változatos molekulaszervezetek válnak elérhetővé olyan kiindulási anyagokból, amelyek hármas kötést és amid vagy más nukleofil karakterű csoportot tartalmaznak. A módszer általánosíthatóságára vonatkozóan további vizsgálatokat kezdtek meg. Az egyik esetben propargil amidokkal végezték el az átalakítást, és a vártak megfelelően exo kettőskötést tartalmazó dihidrooxazoloikat állítottak elő. A reakció különösen fontos információkat szolgáltatott az átalakulás mechanizmusát illetően. Az oxazolin gyűrű kialakulása során az

exo kettős kötés geometriája minden esetben szelektíven alakult ki. A jodóniumsóból származó aromás csoport minden esetben cisz állású volt a hetrociklusban helyet foglaló oxigénhez képest. Ezt egyrészt NMR mérések segítségével igazolták, másrészt röntgenkristallográfiás mérések segítségével határozták meg a kapott molekulák szerkezetét. Eredményeiket az Organic Letters c. folyóirat közlésre elfogadta.

További kutatásaik során a gyűrűzárási elv kiterjeszhetőségét vizsgálták. 2-aminobenzonitrilből kiindulva, N-acilezést követően számos diariljodónium-sóval reagáltatták az amid és nitril csoportokat tartalmazó kiindulási szubsztrátumokat és így benzoxazin származékokat tudtak előállítani változatos struktúrával. A reakció körülményeit optimalták és az optimális körülmények között (DCE, 10 mol% Cu(OTf)₂, 75°C, 2-16 óra) 25 különböző iminobenzoxazin-származékot állítottak elő. Ebben a reakcióban tehát megmutatták, hogy a hármas kötések aktiválásával, egy megfelelő orto helyzetű nukleofil karakterrel rendelkező csoport jelenlétében a gyűrűzárási reakció kiterjeszhető. Eredményeiket az Advanced Synthesis and Catalysis c. folyóiratban publikálták.

Ezen kívül pirazolszármazékok N-arilezésére dolgoztak ki egy új eljárást, amelyben diariljodóniumsók segítségével, alacsony hőmérsékleten, gyors reakcióban állíthatók elő a kíván arilezett heterociklusos vegyületek. A reakció szelektivitásának tanulmányozását követően a kapott eredményekre támaszkodva megvizsgálták az eljárás szintetikus alkalmazhatóságát a kidolgozott reakciókörülmények között. Különböző szimmetrikus és nemszimmetrikus jodóniumsók segítségével végezték el a különböző pirazolszármazékok N-arilezését. Az általuk kidolgozott módszer előnye, hogy a reakció átmenetifém nélkül, gyors reakcióban (20-360 perc), szobahőmérsékleten, jó termeléssel szolgáltatja a kívánt N-arilpirazolokat. Az átalakításban kifejezetten sztérikusan zsúfolt aromás csoportok beépítésére nyílik lehetőség, amelynek megvalósítása klasszikus átmenetifém-katalizált reakciókkal nehézségekbe ütközik. Az oxidatív arilezési eljárás további előnye, hogy lehetőséget kínál jód funkciós csoporttal ellátott pirazolok N-arilezésére is, amely szintén nem megoldható keresztkapcsolási reakciók segítségével. A pirazolok N-arilezésének vizsgálata során kapott eredményeket a Chemistry A European Journal c. folyóiratban publikálták.

Heterociklusos vegyületek hatékony funkcionálizálására alkalmas trifluoretilezőszert állítottak elő, amelynek segítségével indolvázias vegyületek trifluoretilezhetőek. Megállapították, hogy az indolszármazékok rendkívül gyorsan reagálnak a trifluoretilező jodóniumsóval, és enyhe körülmények között az indol nitrogénjének védeke nélkül is nagy hatékonysággal szolgáltatják a kívánt trifluoretilezett származékokat. A reakcióhoz adalékként 2,6-di-terc-butilpiridin (DTBPy) bázis alkalmazása szükséges. Az átalakítás kiterjeszhetőségét számos szubsztituált indolszármazékon vizsgálták, és szinte minden esetben sikeresen izolálták a megfelelő trifluoretilezett származékokat. Megállapították, hogy az elektronküldő csoportok jelenléte kedvezően befolyásolja a reakciót, míg elektronszívó csoportok esetében a reakció teljessé tételéhez hosszabb reakcióidő szükséges. A reakció mechanizmusára DFT számítások segítségével tettek javaslatot, valamint összehasonlították a különböző szubsztituensek hatását a trifluoretilezési reakció aktiválási energiájára. A különböző szubsztrátumok esetében kapott reaktivitási sorrendet kísérleti úton is igazolták. Eredményeiket a Chemical Communications c. folyóiratban publikálták.

Gyógyszergyári együttműködés keretein belül folytatták az áramlásos rendszerek alkalmazhatóságának vizsgálatát, amelynek segítségével bizonyos átalakítások, így a C-H aktiváláson keresztül lejátszódó reakciók is hatékonyabban és egyszerűbben valósíthatók meg. Elsőként olyan új, gyógyszereszerű heterociklusos molekulák szintézisét valósították meg áramlásos technikával, amelyek C-H kötései és funkciós csoportjai is továbbalakíthatóak. Eredményeiket a Journal of Flow Chemistry c. folyóiratban publikálták.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai aktívan részt vettek a 2015. évi „Kutatók éjszakája” című program lebonyolításában az ELTE TTK Kémiai Intézetében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok keretében a Servier Gyógyszerkutató Intézettel alakult ki kapcsolata a kutatócsoportnak. A kapcsolat eredményeként egy kutatási megbízást kötött a kutatócsoport vezetője és a Servier gyógyszerkutató (ennek részletei a IV. fejezetben kerül bemutatásra). A kapcsolat további eredménye, hogy 2 BSc hallgató töltötte 6 hetes nyári gyakorlatát az intézetben, valamint egy PhD hallgató kapcsolódott be a gyógyszerkutató munkájába.

A kutatócsoport az ELTE Kémiai Intézetében a következő oktatási tevékenységeket folytatja: A kutatócsoport vezetője a 2015. évben 24 kredit oktatási tevékenységet folytatott, amely 5 gyakorlati kurzust és 1 elméleti kurzust foglal magába. A kutatócsoport munkatársai (10 fő, tudományos segédmunkatársak és PhD hallgatók) szintén részt vettek a gyakorlati oktatásban. A 2015. évben 2 OTDK dolgozat, 3 BSc diplomamunka készült.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport a 2015. évben egy kutatási megbízást kapott a Servier Gyógyszerkutató Intézettől 40.000 EUR értékben. A megbízás keretén belül új biológiaiilag aktív molekulák szintézisét valósították meg.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Aradi K, Novák Z: Copper-catalyzed oxidative ring closure of ortho-cyanoanilides with hypervalent iodonium salts: Arylation-ring closure approach to iminobenzoxazines. *Advanced Synthesis & Catalysis*, 357:(2-3) 371-376 (2015)
<http://real.mtak.hu/cgi/users/home?screen=EPrint%3A%3AView& reprintid=33394>
2. Gonda Z, Novák Z: Transition-Metal-Free N-Arylation of Pyrazoles with Diaryliodonium Salts. *Chemistry - A European Journal*, 21:(47) 16801-16806 (2015)
<http://real.mtak.hu/cgi/users/home?screen=EPrint%3A%3AView& reprintid=33393>
3. Lövei K, Greiner I, Éles J, Szigetvári Á, Dékány M, Lévai S, Novák Z, Túrós Gy I: Multistep Continuous-Flow Synthesis of Condensed Benzothiazoles. *Journal of Flow Chemistry*, 5:(2) 8 (2015) <http://www.akademiai.com/doi/abs/10.1556/1846.2015.00004>
4. Sinai A, Vangel D, Gáti T, Bombicz P, Novák Z: Utilization of Copper-Catalyzed Carboarylation-Ring Closure for the Synthesis of New Oxazoline Derivatives. *Organic Letters*, 17:(17) 4136-4139 (2015)
<http://real.mtak.hu/cgi/users/home?screen=EPrint%3A%3AView& reprintid=33392>
5. Tolnai GL, Székely A, Makó Z, Gáti T, Daru J, Bihari T, Stirling A, Novák Z: Efficient direct 2,2,2-trifluoroethylation of indoles via C-H functionalization. *Chemical Communications*, 51:(21) 4488-4491 (2015)
<http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/cc/c5cc00519a>

MTA-ELTE LENDÜLET KÉMIAI SZERKEZET/REAKTIVITÁS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szilágyi Róbert Károly, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon/fax: (1) 372 2631
telefon: (1) 372 2500/1064 (537-es iroda) és 1626 (617-es labor)
e-mail: szilagyrk@chem.elte.hu; weboldal: www.elementologia.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 5 éves célkitűzése, hogy kémiai szerkezet és reaktivitás vizsgálatokkal hozzájáruljon a bioszervetlen kémiai folyamatok, homogén katalitikus rendszerek, és a felületeken lejátszódó folyamatok mélyebb és teljesebb megértéséhez. Nevezetesen, a galaktóz-oxidáz metalloenzim egyedi katalitikus központot tartalmaz, amelynek biológiai kialakulása posztranszlációs lépésben történik meg, és a katalitikus központ működése még nem tisztázottak. Ezen kutatások fontossága abban rejlik, hogy általuk hatékonyabb szelektív szerves kémiai oxidációs folyamatokat tervezhessünk, amelyek alkoholból indulnak ki és megállnak az aldehid szinten. Iparilag ezen tudományos ismeretek jelentősek lehetnek mezőgazdasági hulladékok, például lignin nyersanyagként történő felhasználásához, ami a galaktóz-oxidáz enzim biológiai funkciója. A homogén katalitikus fémorganikus rendszerek vizsgálata során irídium és palládium rendszerek, mint az egyik legfontosabb katalizátorok tanulmányozását célozzák egy új, röntgen abszorpciós mérési technikával. Ennek a kísérleti módszernek egyik nagy jelentősége, hogy ugyanabból a mérésből a katalizátor, a katalitikusan aktív fémorganikus komplex elektron- és molekulaszervezetéről nyerhetünk ismereteket. A felületkémiai vizsgálatokat vas-kén ásványokra, csapadékokra, és molekuláris klaszterekre terjesztik ki, ahol plazmakísérletekkel és kémiai módosításokkal a felület reaktivitását vizsgálják különös tekintettel kisméretű, inert molekulák aktiválásában.

A kutatócsoport 2015. augusztus 1-jén kezdte meg a működését. Az első pár hónapban, a laboratóriumi helység átadása előtt a korábbi években mért, a pályázat témájához kapcsolódó szinkrotron mérési eredmények feldolgozása és a kapcsolódó elméleti kémiai módszerek betanítása valósult meg. Október hónaptól megkezdődhetett a laborépítés, és felkészülés a december eleji első szinkrotron mérések elvégzésére a Stanford Synchrotron Radiation Lightsource laboratórium kísérleti állomásain. A vas-kén témában elkezdődött mind a preparatív munkához, mind a katalízis-, mind pedig a röntgenabszorpciós spektroszkópiai vizsgálatokhoz szükséges modellvegyületek szintézise az erre alkalmas laboratóriumi eszközök és technikák fel- és átállítását követően.

A kutatócsoport saját mintái mellett, együttműködést kezdett meg az MTA-ELTE Lendület (ligandum kontrollált palládium koordinációs kémia), a PTE TTK/MTA-PTE (palládium-klorid-foszfán komplexek), az SZTE (többmagvú Cu komplexek) és a Pannon Egyetem (Rupby-CN komplexes elektronszerkezet) kutatócsoportjaival (a zárójelben megadott témakörben). A várható tudományos eredmények mellett ezen együttműködések segítik a nevezett kutatócsoport kísérleti/elméleti munkájának megismerését és munkatársak toborzását. Külföldi partnerek között megemlítendő a Tokyo University of Technology és az Ibaraki University.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A kutatócsoport októberi, Spring-8 szinkrotron laborban végzett mérésekkel - amiben a pénzügyi korlátok miatt csak a kutatócsoport vezető vehetett részt - sikerült kísérletileg is bebizonyítani a Ni-tartalmú hőre sötétedő (termokróom) ablaküveg molekuláris működését. A mérésekkel kimutatták, hogy a hőmérséklet emelkedésével a Ni²⁺ ionok koordinációs környezete megváltozott, és Ni-halogenid kötések képződtek. Számos megfigyelés arra a következtetésre vezetett, hogy a jelenleg használt γ -butirolakton oldatfázis nem fogadható el modell rendszernek, mivel a hőmérsékletfüggő spektrális változások mások az oldatfázisban, mint az iparilag használt polimer filmekben. Ezen mérési eredményeket a Michigan államban működő Pleotint LLC munkatársaival együtt végezték (www.suntuitive.com), amely részben eszközökkel és mintákkal támogatta a méréseket.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A szinkrotron laborokban végzett munka nemzetközivé teszi a kutatócsoport tevékenységét. Az októberi, Japánban végzett mérések során a kutatócsoport vezetőnek lehetősége adódott, hogy dolgozhasson Prof. Kenji Hara-val (Tokyo University of Technology), aki a kapcsolatot biztosította a Spring-8 labor személyzete felé. Meghívott munkatársként a méréseknél jelen volt Mr. Takahide Yamaguchi, aki a 2016. februárra tervezett Ph.D. doktori védése után a tervek szerint a kutatócsoporthoz csatlakozik, mint tudományos munkatárs.

A decemberi Stanford Synchrotron Radiation Lightsource mérésekre már sikerült a kutatócsoport alkalmazásában lévő tudományos munkatársnak is kiutaznia, és az I. fejezet utolsó bekezdésében felsorol együttműködő partnerek mintáinak mérésével sikerült elsajátítania a foszfor, kén, klór K-küszöb és palládium L-küszöb röntgen abszorpciós spektroszkópia mérés technikai fogásait.

Szintén december folyamán, a kutatócsoport vezető egy három napos látogatást szervezett Prof. Brent Peyton, egyetemi tanár és hőbiológiai kutatócsoport igazgatója részére, aki a Montana Állami Egyetemről együttműködési kapcsolatokat keresve mind az oktatás és a kutatás területén a Pannon Egyetemre látogatott. A látogatás eredménye, hogy a 2016. áprilisra és májusra tervezett „sabbatical” útját Magyarországon kívánja eltölteni.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport szeptemberben pályázatot adott be az olaszországi ELETTRA Szinkrotron Labor használatára, amit sikeresen elnyert. 2016. május 18-23. között 120 órát kapott röntgen abszorpciós mérésekre.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A kutatócsoport vezető a korábbi években megkezdett együttműködések folytatva két közleményt jelentetett meg a MTA-ELTE „Lendület” támogatási keretből. Jelenleg három további közlemény áll bírálat alatt. Mivel a kutatócsoport lényegében december előtt nem rendelkezett saját, önálló eredménnyel a közvetlen publikációs tevékenység áttevődött a 2016-os év első félévére.

MTA–ELTE LENDÜLET RÁCSTÉRELMÉLETI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Katz Sándor, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2546; fax: (1) 372 2509; e-mail: katz@bodri.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Ötéves kutatási terv:

QCD átmeneti hőmérséklet meghatározása Wilson fermionokkal.
Statikus kvark-antikvark szabadenergia meghatározása.
Spektrálfüggvények meghatározása.
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata staggered fermionokkal.
Wilson termodinamika a fizikai pontban.
Állapotegyenlet
Megmaradó töltések fluktuációi.
Első vizsgálatok királis fermionokkal.
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata Wilson fermionokkal.
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata kontinuum limeszben.
Új módszerek.

Korábban elért eredmények:

T_c meghatározása Wilson fermionokkal.
Statikus szabadenergia meghatározása.
Spektrálfüggvények meghatározása izotróp rácson.
Fluktuációk meghatározása staggered fermionokkal.
Állapotegyenlet meghatározása
Izospin felhasadás vizsgálata.

A Lendület pályázatnak a 2015. évben négy fő célkitűzése volt:

Termodinamika királis fermionokkal
Fluktuációk magas hőmérsékleten
Fázisdiagram és állapotegyenlet véges kémiai potenciálnál
Komplex Langevin dinamika vizsgálata 2D $O(3)$ modellben és QCD-ben.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Királis fermionok használata. Az eredeti terv 3 íz QCD-ben a kritikus kvarktömeg meghatározása volt. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy kb. 300 MeV pszeudoskalár tömegig az átmenet crossover, nincs jele elsőrendű átmenetnek. Mivel ennél számottevően lejjebb menni a kvarktömegekkel költséges, az érdeklődés más irányba terelődött. A modern kozmológia egyik nagy kérdése a sötét anyag mibenléte. Egy lehetséges jelölt az axion, melynek (kis) tömegétől függ, hogy tud-e megfelelő mennyiségű sötét anyagot garantálni. Az axion keresésére és tömegének meghatározására irányuló kísérleteket nagyban könnyítené, ha lenne elméleti becslésük a tömegre. Az axion tömegére korlátokat adhatnak a QCD topologikus szuszceptibilitás hőmérsékletfüggésének meghatározásával. Már a jelen periódusban megkezdtek egy olyan kód kifejlesztését, melynek segítségével ez lehetséges lesz. Ehhez úgy módosítják az overlap Dirac-operátort, hogy lehetséges legyen a topologikus szektorok közti váltás. Ez a királis szimmetria kis sértésével jár, ez azonban a kontinuum

limeszben megszűnik. A kódba a legmodernebb, prekondicionált invertert építették be, kis rácson (8^4 , 12^4) már tesztelték és várakozásaiknak megfelelően tapasztalták a topológia váltást. A témában néhány hónapon belül várható az első publikáció.

Fluktuációk magas hőmérsékleten. A megmaradó töltések fluktuációi kísérletileg is mérhető mennyiségek, így komoly jelentőségük van az elmélet és a nehézion-kísérletek közti kapcsolat megerősítésében. A korábbi években a kísérletek által motivált kumulánsokat határozták meg. A mostani periódusban számos, negyedrendig terjedő (kémiai potenciálokban) diagonális és off-diagonális komponenst meghatároztak és összevetették alacsony hőmérsékleten a hadron rezonancia gáz, magas hőmérsékleten a perturbációs számítás jóslataival. Mindkét tartományban jó egyezést találtak. Az eredményeket a Phys.Rev. D. folyóiratban publikálták.

QCD fázisdiagram kis kémiai potenciálokra. A rács QCD egyik legnagyobb kihívása a QCD fázisdiagram meghatározása a kémiai potenciál-hőmérséklet síkon. Az előjel probléma miatt ez közvetlen módszerekkel nem lehetséges (l. 4. pontot is), de kis kémiai potenciálok elérésére több módszer létezik. Az egyik lehetőség imaginárius kémiai potenciál használata (ekkor nincs előjel probléma), majd az eredmények analitikus elfolytatása valós kémiai potenciálra. E módszer alkalmazásával első lépésben meghatározták a fázisdiagramot imaginárius kémiai potenciálokra. Az analitikus elfolytatást vezető rendben kvadrátikus függvénnyel végezve megkapták a fázisdiagram görbületét. Magasabb rendű ansatzok alkalmazásával megbecsülték a vezető rend érvényességi tartományát (kb. 300 MeV barionikus kémiai potenciál). Az eredményeket a Phys.Lett. B folyóiratban publikálták.

Komplex-Langevin dinamika. Bár az előző pontban leírtak szerint nem lehet közvetlenül nemnulla kémiai potenciálon Monte-Carlo szimulációkat végezni, egy lehetséges kiút a komplex-Langevin dinamika. A szokásos Langevin egyenleteket (melyek a sztochasztikus kvantálást valósítják meg) analitikusan elfolytatják komplex hatás esetére. Ehhez a mezőket (QCD-ben gluontereket) is komplexé kell tenni. A módszer helyessége általánosan nem bizonyított, az csak végtelen sok, numerikusan nem ellenőrizhető feltétel teljesülése esetén garantált. Korábbi, egyszerű numerikus modelleken végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy általában csak a gyenge csatolás tartományban ad helyes eredményt a komplex-Langevin módszer. Céljuk az volt, hogy egy olyan modellen teszteljék a módszert, ahol egyrészt tudnak egzakt módszerekkel referencia eredményeket kapni, másrészt a QCD-hez hasonlóan létezik kontinuum limesz, és ez a gyenge csupasz csatolás limeszben valósul meg (aszimptotikus szabadság). Ennek megfelelően a 2D nemlineáris $O(3)$ modellben vizsgálták a komplex-Langevin eljárás alkalmazhatóságát. Referenciaként az előjelproblémával nem rendelkező worm algoritmust implementálták és használták. Az első eredmények azt mutatják, hogy a módszer alkalmazhatóságát elsősorban a csatolás értéke határozza meg, így mivel ez a csatolás a kontinuum limeszben nullához tart, van rá esély, hogy a teljes hőmérséklet tartományban használható a komplex-Langevin módszer. Ennek a ténynek nagy jelentősége van a QCD-re nézve. Az eredmények publikációja a következő periódusban várható. Az $O(3)$ modell vizsgálatával párhuzamosan a QCD-t is vizsgálják durva rácson, összehasonlítva az átsúlyozással kapható eredményeket a Langevin-dinamika által adottal. 0,25 fm rácállandó mellett az alkalmazhatóság egyelőre a magas hőmérsékletű tartományra korlátozódik. Az eredményekről készülő publikáció előkészület alatt áll, beküldése hamarosan várható.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Claudia Ratti (Torinó), Rene Bellwied (Houston): Közös elnyert gépidő az USA DOE INCITE pályázatán (2015 január – 2015 december)

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2015 végén (2016. január 1-től indul) két éves gépidőt nyertek az USA DOE INCITE pályázatán (az első évre 100 millió core-óra) a kvark-gluon plazma transzport együtthatóinak meghatározására.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bellwied R. et. al: The QCD phase diagram from analytic continuation. *Physics Letters B*, 751: 559-564 (2015)
2. Bellwied R. et. al: Fluctuations and correlations in high temperature QCD. *Physical Review D*, 92:(11) Paper 114505 (2015)
3. Borsanyi S, Fodor Z, Katz S.D, Pasztor A, Szabo KK, Torok C: Static QQ pair free energy and screening masses from correlators of Polyakov loops: continuum extrapolated lattice results at the QCD physical point. *Journal of High Energy Physics*, 2015:(4) Paper 138. 19 p. (2015)
4. Borsanyi S. et. al: Ab initio calculation of the neutron-proton mass difference. *Science*, 347:(6229) 1452-1455 (2015)
5. Borsanyi S. et. al: QCD thermodynamics with continuum extrapolated Wilson fermions II. *Physical Review D*, 92: Paper 014505. 10 p. (2015).
6. Fodor Z, Katz S. D, Sexty D, Török C: Complex Langevin dynamics for dynamical QCD at nonzero chemical potential: A comparison with multiparameter reweighting. *Physical Review D*, 92:(9) Paper 094516 (2015)

MTA-PE LENDÜLET TRANSZLÁCIÓS GLIKOMIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Guttman András, az MTA külső tagja
8200 Veszprém, Egyetem u 10.

telefon: (88) 624 063; fax: (94) 999 695; e-mail: lendulet@lendulet.uni-pannon.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA-PE Transzlációs Glikomika kutatócsoport 5 éves kutatási célja új, integrált eszközök és módszerek kifejlesztése, illetve alkalmazása olyan speciális glikomikai kutatásokban, ahol a rendelkezésre álló minta csak nagyon limitált mennyiségben áll rendelkezésre, például keringő ráksejtek esetében. A csoport megalapítása óta a rákos folyamatban a sejtek felszíni kommunikációjában lényeges szerepet játszó glikoproteinek komplex cukorszerkezetének nagy érzékenységgű vizsgálatához fejlesztett ki mikrofluidikai módszereket és bioinformatikai eszközöket. A csoport a beszámolási időszakban világszinten is egyedülálló (döntött oldalfalú) mikrofluidikai sejtsapdát tervezett és gyártott. A befogott ritkasejtek glikomikai vizsgálatához jelentősen felgyorsított mintaelőkészítési protokollt dolgozott ki, valamint hiánypótló elméleti munkákat közölt a kapcsolódó elválasztási mechanizmusok eddigieknél részletesebb feltárásához. A tervezett feladatokon túl sor került még egy új bioinformatikai szoftver kidolgozására is, mely jelentősen megkönnyíti az eredmények feldolgozását és kiértékelését.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A projekt a munkatervnek megfelelően halad. A csoport kiemelkedő kutatási eredményei:

Az egyedi oxigén plazmás rendszerrel végzett felületkezeléssel történő antitest rögzítési lehetőségek tanulmányozása után EpCAM, CD44, valamint CD66e antitestek segítségével nagyhatékonyságú sejtbefogást sikerült elérni melanóma és vastagbélrák sejtekkel. Az optimalizált geometriájú áramlási viszonyok révén a sejtbefogás hatékonysága jelentősen nőtt.

A sejtfelszíni glikán struktúrák meghatározásához a daganatos sejtek feltárási körülményeinek optimalizására volt szükség. Fontos eredmény, hogy mind a sejtbefogás előtt, mind a sejtbefogást követően a sejtek formalin fixálásával biztosítható volt, hogy csak a sejtfelszínről történjen meg a glikán struktúrák kinyerése. Így, a fejlesztés iránya fokozatosan eltolódott egy integrált, azaz egy modulban történő mintaelőkészítés irányába, mely magában foglalja a mágneses mikrorészecskéken alapuló szelektív mintadúsítást fehérje és glikán szinten egyaránt.

Az év során a glikoproteinek folyadék fázisú emésztése mellett immobilizált enzimek alkalmazására is sor került. Glutation funkciós csoporttal ellátott mágneses mikrorészecskékre, valamint agaróz gyöngyökre GST (glutation-S-transzferáz) tag-et tartalmazó és N-glikánokra specifikus PNGase F enzim került immobilizálásra. Mindkét esetben nagy hatékonyságú és a konvencionális technikákhoz képest (16 óra) kevesebb, mint 15 percig tartó emésztési lépést sikerült kidolgozni. A folyamat kompatibilis és integrálható a sejtbefogási és sejtfeltárási műveletekkel. Nemzetközi konferencia előadások: LACE-2015 és az MSB-2015.

A sejtbefogás, a sejtfeltárási és enzimes cukor kinyerés, valamint a mintajelölési lépéseket végző egységek kapcsolása során kiderült, hogy ezen egységeket nem szükségszerű különállóan kezelni, hanem egy egységbe integrálhatók. Különböző módon funkcionális ferro- és szuperpara-mágneses gyöngyöket külső mágneses térrel egy egységben manipulálva, az egymást követő reagensek megfelelő megválasztásával nagy hatékonyságú és gyors mintaelőkészítés érhető el igen kis mintamennyiségek esetén is. Az újonnan kifejlesztett, integrált mintaelőkészítési módszerrel előkészített daganatos sejtekből származó glikán-pool

mintázat nem mutatott különbséget a hagyományos módon előkészített mintákhoz képest. Nemzetközi konferencia előadások: MKN-2015 és MSB-2015.

Komplex cukrok hidrofíli interakciós kapilláris elektrokromatográfiás folyamatának megértése érdekében különböző hőmérsékleteken vizsgálta a csoport az aktiválási energia hatását szénhidrátok elektromigrációjára az Arrhenius összefüggés alapján. Viskozitás növelő (etilén glikol), valamint a hidrofíli polimer adalékanyagok (lineáris poliakrilamid és polietilén-oxid) hatása különbözőnek bizonyult lineáris cukorstruktúrák és elágazó láncú immunoglobulin oligoszaharidok elektroforetikus vándorlására, mely hatás felismerése nagy fontossággal bír a további munka során.

A nagyhatékonyságú kapilláris elektroforézissel történő komplex karbohidrát elválasztás lehetővé teszi a módszer közvetlen kapcsolását elektropray ionizációs (ESI) tömegspektrométerrel. Rendkívül kis áramlási sebesség (<20 nL/min) alkalmazásával csökkenthető az eltérő ionizációs tulajdonságokkal rendelkező molekulák párhuzamos meghatározásánál fellépő, ún. ion-szupresszió negatív hatása. Megállapításra került, hogy 5-20 nL/min térfogatáram esetén a tömegspektrometriás detektálási érzékenység akár egy nagyságrenddel is növelhető. Nemzetközi konferencia előadások: WCBP-2015 és az MSB-2015.

A mintaelőkészítés integrálásával párhuzamosan megkezdődött a denaturálás, az enzimátikus feltárás, a jelölés és a felesleges jelölő anyag eltávolítás paramétereinek optimalizációja is. A nagy hatékonyságú kapilláris elektroforézissel történő elválasztáshoz új polimer összetételű gél puffer rendszert fejlesztett ki a csoport, mely alkalmas a kereskedelmi forgalomban kapható rendszereken egyébként el nem választható glikán struktúrák szeparációjára is.

Az integrált mikrofluidikai rendszerek (sejtbefogó eszközök, illetve mintaelőkészítő és analitikai modulok) eredő hatásfoka az egymást követő egységek egyedi hatásfokának szorzata. Ezen alprojekt keretein belül videófeldolgozáson alapuló részecske trajektória rögzítésre alkalmas algoritmus került alkalmazásra a szimulációs eredmények validálására, valamint az elkészült részegységek áramlási útvonalainak megfigyelésére HT29 vastagbélrák sejtek vizsgálatánál. A képek rögzítése nagysebességű CCD kamerával történt, míg a képfeldolgozó algoritmus MATLAB környezetben került implementálásra.

A fehérjék glikozilációs profilváltozásának egyre jobban kihangsúlyozott szerepe szükségessé teszi a glikoproteinek cukorstruktúráinak gyors, megbízható és reprodukálható jellemzését. Az ehhez szükséges nagyteljesítményű bioanalitikai készülékek (például kapilláris elektroforézis) rendelkezésre állnak, de az eredmények kiértékeléséhez szükséges bioinformatikai eszközök fejlettsége elmarad a szükséges szinttől. A csoport egy grafikus felhasználói felülettel rendelkező szabadon elérhető szoftvert fejlesztett ki, amely képes kapilláris elektroforézis készülékekből exportált elektroferogramok közvetlen feldolgozására és javaslatot tesz a kérdéses csúcshoz tartozó glikán szerkezetre a beépített relációs adatbázisban történő keresés alapján. A program letölthető a kutatócsoport honlapjáról: www.gucal.hu.

b) Tudomány és társadalom

A csoport több előadással szerepelt és számolt be munkájáról, többek között a budapesti Képző, a veszprémi MKN és a debreceni Onkológia Határai című, a médiában is publikált fórumokon arról, hogy a támogatott kutatások hogyan járulnak hozzá a hazai társadalmat leginkább foglalkoztató, a rákos betegségek korai felismerésével kapcsolatos kérdések megválaszolásához, ezzel is felkeltve a társadalom érdeklődését.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport elismert hazai és nemzetközi kutatóintézetekkel, valamint vállalatokkal tart fenn, illetve alakított ki szoros együttműködést. A Sciex és Beckman (Brea, CA) kapilláris

elektroforézis készülékekkel, szilárdtest lézerrel és folyadék mintákat kezelő robottal (BioMek) támogatta a csoport munkáját. Egyik munkatársuk egy hónapos szakmai gyakorlaton vett részt a Cedar Sinai Medical Center-ben (Los Angeles, CA) CE-MS témakörben. Folytatódtak a csoport korábban megkezdett együttműködései a Cseh Tudományos Akadémia brói Analitikai Kémiai Intézetével, a párizsi Curie Intézettel és az Innsbrucki Orvosi Egyetemmel. Az Országos Onkológiai Intézet és a Debreceni Egyetem MMKK megfelelő orvosi háttérrel biztosít a csoport analitikai glikomikai vizsgálataihoz. A mikrochipek prototipizálása a debreceni MTA-ATOMKI és a budapesti MTA-KFKI laboratóriumaiban történik. A Lendület program keretében 2015-ben új PhD programok kerültek meghirdetésre. A kutatócsoport-vezetője Orvosi Genombiológia, Analitikai Rendszerbiológia és Glikomika tárgyakkal tartott MSc és PhD szintű kurzusokat.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A folyó évben elnyert és megkezdett pályázatok: A csoport jelentős ipari támogatásra tett szert a SCIEEX (Brea CA, USA; 22.6 M HUF), Prozyme Inc (Hayward CA, USA; 4.7 M HUF) és PhyNexus (San Jose CA: 2.3 M HUF) cégektől, valamint alapkutatási támogatást nyert (OTKA K116263; 9 M HUF).

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Jarvas G, Grym J, Foret F, Guttman A: Simulation based design of a microfabricated pneumatic electrospray nebulizer. *Electrophoresis*, 36(3):386-392 (2015) [Link](#)
2. Jarvas G, Szigeti M, Hajba L, Furjes P, Guttman A: Computational Fluid Dynamics Based Design of a Microfabricated Cell Capture Device. *J Chromatogr Sci*, 53(3):411-416 (2015) [Link](#)
3. Rajta I, Huszank R, Szabo A, Nagy G, Szilasi S, Furjes P et al. (7, Jarvas G, Szigeti M, Hajba L, Bodnar J, Guttman A): Tilted pillar array fabrication by the combination of proton beam writing and soft lithography for microfluidic cell capture: Part 1 design and feasibility. *Electrophoresis*, 37(3):498-503 (2015) [Link](#)
4. Jarvas G, Szigeti M, Guttman A: GUcal: An integrated application for capillary electrophoresis based glycan analysis. *Electrophoresis*, 36(24):3094-3096 (2015) [Link](#)
5. Szigeti M, Lew C, Roby K, Guttman A: Fully Automated Sample Preparation for Ultrafast N-Glycosylation Analysis of Antibody Therapeutics. *J Lab Autom (JALA)* (2015) doi: 10.1177/2211068215608767 [Link](#)
6. Guttman A, Kerekgyarto M, Jarvas G: The effect of separation temperature on structure specific glycan migration in capillary electrophoresis. *Anal Chem*, 87(23):11630-11634 (2015) [Link](#)
7. Donczo B, Szigeti M, Ostoros Gy, Gacs A, Tovari J, Guttman A: N-glycosylation analysis of formalin fixed paraffin embedded samples by capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 1-5:1522-2683 (2015) <http://dx.doi.org/10.1002/elps.201500446> [Link](#)
8. Kerekgyarto M, Jarvas G, Novak L, Guttman A: Activation energy associated with the electromigration of oligosaccharides through viscosity modifier and polymeric additive containing background electrolytes. *Electrophoresis*, 1-6:1522-2683 (2015) [Link](#)
9. Kerekgyarto M, Guttman A: Capillary Gel Electrophoresis. *Analytical Separation Sciences*, (J. Anderson, A. Berthod, eds.), Wiley, Weinheim, Germany, 2:555-580 (2015) [Link](#)
10. Guttman A, Jarvas G, Szigeti M: Hungarian Patent Application #P1500200 Capillary electrophoresis combined with mass spectrometry (2015)

MTA–SZTE LENDÜLET FOLDAMER KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Martinek Tamás, az MTA doktora

6720 Szeged, Eötvös u. 6.

telefon: (62) 545 768; fax: (62) 545 705; e-mail: martinek@pharm.u-szeged.hu

a kutatócsoport megalakulásának éve: 2011

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport fő célkitűzése új, a biológiai alkalmazások szempontjából ígéretes nagyfelszínű foldamer szerkezetek létrehozása és azok felhasználása fehérje-fehérje/fehérje-szénhidrát kölcsönhatások gátlására. Az alábbi egymásra épülő részfeladatokat hajtják végre:

- Új, nagy átmérőjű hélixek létrehozása.
- Meghatározott szerkezetű, kontrollált hélixkötegek és nem aggregálódó β -szendvics mimetikumok létrehozása.
- Fehérje-fehérje kölcsönhatás gátlása foldamerrel: β -amiloid oligomer aggregátumok neurotoxikus hatásának kivédése.
- Foldamerekkel történő fehérje-szénhidrát kölcsönhatás gátlása: Galektin-1 (Gal-1) protein tumordajka blokkolása.

A projektben új típusú másodlagos és harmadlagos foldamer szerkezeteket fognak kapni, amelyek gyógyszerkémiailag alkalmazásai új utat nyithatnak farmakológiailag fontos PPI/PCI kölcsönhatások gátlásában és nagy társadalmi kihatással bíró betegségekben (Alzheimer kór, daganatok) juthatnak közelebb a terápiához.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Foldamer szekvenciák de novo létrehozása tetszőleges protein felismerésére

A protein-protein kölcsönhatások érintkezési felszínén az aromás aminosavak feldúsulnak. Ebből kiindulva terveztek és állítottak elő rövid, helikális foldamer szegmens könyvtárakat, amelyek oldallánc-kémiájuk vonatkozásában protein felismerésre vannak optimalizálva. A foldamer könyvtár tervezésének alapja olyan β -peptid, mely már rövid lánchosszon is stabilis hélixet képez, és egyidejűleg mutat két általuk választott aminosav oldalláncot az oldószernek kitett fehérje felszín felé. Az ACHC- β^3 hX-ACHC-ACHC- β^3 hZ-ACHC általános szekvenciájú foldamer könyvtár kötődését vizsgálták a calmodulinhoz (CaM), mint modellfehérjéhez. A CaM felismerési mintázata az irodalomból ismert, és aromás oldalláncok megfelelő pozícionálását igényli.

A 64 tagú könyvtár elemei: az X pozícióban Phe, Trp, Tyr, Met szubsztituált, míg a Z helyzetben a Gly, Pro, Cys, His kivételével a 16 féle természetben előforduló aminosav β^3 -homo-analógja található. Vizsgálták a könyvtártagok egymáshoz viszonyított kötődési affinitását a modell fehérjéhez különböző koncentrációkban. Kísérleteik azt mutatták, hogy CaM a neki megfelelő felismerési mintázat szerint kötötte a foldamer hélix könyvtár bizonyos elemeit.

A mérés alapján kiválasztott 5 legpotensebb CaM ligandumot GlyGlyCys linkerrel látták el a C-terminális végükön, és redox-pufferben diszulfid kicserélődésen alapuló dinamikusan kovalens rendszert terveztek az *in situ* ligáláshoz. A CaM, mint célfehérje jelenlétében kialakuló egyensúlyi rendszerben várták a legjobban kötődő peptid dimerek bedúsulását.

A módszer működőképességét jelzi, hogy a bedúsulást időfüggő módon megfigyelték. A lassú oxidáció körülményei között kialakuló kvázi egyensúlyi rendszer lehetővé tette a nagyobb affinitású ligandumok kiválasztását. Az affinitás, a sztöchiometria és a kötési mód meghatározása jelenleg folyamatban van ITC és NMR technikák segítségével.

Antimikrobiális foldamerek fejlesztése rendszerbiológiai megközelítésben: optimalizálás kollaterális érzékenységre

A baktériumok képesek rezisztenssé válni az antibiotikus hatóanyagokkal szemben, mely korlátozza vagy akár teljesen megszüntetheti az antibiotikumok használhatóságát a klinikumban. Az egyes antibiotikumokra kialakuló rezisztencia ugyanakkor megváltoztathatja a baktérium más antimikrobiális hatóanyagokra való reagálását, kialakulhat keresztrezisztencia és kollaterális szenzitivitás. Ezen jelenségek vizsgálata lehetőséget ad arra, hogy rezisztens baktériumtörzsek ellen hatékony antibiotikumok legyenek alkalmazhatóak kombinációban.

Az SZBK kutatócsoportjával együttműködésben azt a célt tűzték ki, hogy különböző antimikrobiális peptidok (AMP) és azok foldamer analógjainak az antibiotikus hatását vizsgálják egyes kismolekulás antibiotikumokra rezisztenssé tett baktérium törzseken. A magainin-II antimikrobiális peptidet és szerkezeti analógját, a GAH-2ent β -peptidet vizsgálták különböző rezisztens törzseken. Előzetes eredményeik szerint, a foldamer peptid jelentősen kedvezőbb keresztrezisztencia-profillal rendelkezik, mint a természetes peptid, és fokozott kollaterális szenzitivitás is számos esetben megfigyelhető. Az α -peptid magainin-analóg Pexiganannal összehasonlítva a foldamer analóg hatására több törzsben jelentkezett kollaterális szenzitivitás.

Számos hatóanyaggal szembeni rezisztencia kialakulásáért felelős multidrog-rezisztens (MDR) receptorokat túlexpresszáló törzs esetén szintén kifejezett érzékenység figyelhető meg a β -peptiddel szemben. A β -peptid foldamernek emellett előnye, hogy féléletideje a szervezetben nagyságrendekkel nagyobb az α -peptideknél, mivel a proteázok nem képesek lebontani. Az ígéretes eddigi eredmények alapján új foldamer peptid antibiotikumokat terveztek és optimalizálják őket keresztérzékenységre.

Foldamer nanovezeték önrendező növesztése felületen

Egy másik kutatócsoport kimutatta (Eur Biophys J (2008) 37:1133–1137), hogy az A β (25-35) szekvencia a körülményektől függően képes csillám szilikáton orientált fibrillum nanovezetékek létrehozására epitaxiális mechanizmussal. Így trigonálisan orientált fibrillum hálózat jön létre, amely nanotechnológiai alkalmazások lehetőségét veti fel. Kooperációban az említett kutatócsoporttal (Simmelweis Egyetem), a rendszer kibővítéséhez különböző A β -foldamer kimérákat terveztek, melyek képesek lesznek a csillám felszínén irányítottan növekedni, és hidrogénkötési hálózatuk a foldamer rész sztereokémiai mintázata által szabályozható. Így a különböző fibrillumok egymástól elkülönülten alakulhatnak ki.

Az A β -foldamer kiméra peptideket az A β 25-29 és 2-aminociklopentánkarbonsav (ACPC) hexamerek konjugálásával hozták létre. Az A β 25-29 régió tartalmazza az irányított felületi kötődésért felelős lizin oldalláncot, míg a β -peptid rész az önrendezésben játszik szerepet.

A kiméra peptidok metanolos oldatából a csillám felszínén percekben belül trigonálisan orientált fibrillumhálózat alakult ki, melyek topográfiai szerkezetét atomerőmikroszkóp segítségével vizsgálták. Az egyes fibrillumok mikrométeres hosszúsággal rendelkeznek.

Jelenleg vizsgálják, hogy a különböző hidrogénkötési rendszer lehetőséget ad-e arra, hogy a különböző kiméra peptidok a felszínen egyidejűleg, irányítottan növekedjenek. Ezáltal funkcionális biomolekuláris nanorendszerek hozhatók létre összetett, hangolható geometriával és tulajdonságokkal.

Antiangiogén foldamer redők tanulmányozása

Modellrendszerként az antiangiogénikus és antimikrobiális hatással rendelkező anginexet használták, mely a membránt utánzó foszfolipid jelenlétében veszi fel a β -redő szerkezetet.

Aminosav szinten a nyílt láncú β^3 -aminosavhelyettesítések nem kívánt hélix indukciót okoztak, mely a ciklusos oldalláncok használatával teljesen visszaszorítható volt. Teljes feltekeredésüket vizsgálva egyes analógok az anginexhez hasonló β -redő tartalmat mutattak, mely különböző mértékben volt tovább indukálható DPC hozzáadására. Hőmérséklet-függő

mérésekkel kimutatták, hogy a hidrofób kölcsönhatások jelenléte elősegíti a feltekeredést, és abban az esetben is jelentős kompenzáló hatással bír, ha a helyettesítések csökkentik a kanyar motívum stabilitását. Elsősorban a periférián és a szélső láncokban alkalmazott szubsztitúciók voltak kedvezőek.

Biológiai aktivitásukat áramlási citometriás mérésekkel bEND.3 eger agyi endothel sejtvonalon végezték. Jelentős mennyiségű sejt fragmens jelenlétét tapasztalták a peptidekkel való kezelés hatására, mely a membránnal való kölcsönhatásukra utalt és ismert volt az anginex esetében. Nem találtak jelentős szerkezet-hatás összefüggést az indukátlan, illetve az indukált β -redő tartalommal sem, azonban a kettő különbségével, azaz az indukálhatósággal nagy korrelációt tapasztaltak. A hatásmechanizmus további megerősítésére mesterséges membránnal való kölcsönhatásukat tervezik vizsgálni.

b) Tudomány és társadalom

A projekt vezetője az MTA Szegedi Akadémiai Bizottságának éves közgyűlésén (2015. 02. 24.) ismeretterjesztő előadást tartott.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Kapcsolat felsőoktatási intézménnyel: A kutatócsoport a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Karán működik, a kapcsolat szoros. A kutatócsoport tagjai Gyógyszeranalízis tárgyból gyakorlatot vezetnek. Új együttműködés jött létre az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont kutatócsoportjával antimikrobiális foldamerek fejlesztésére, valamint a Semmelweis Egyetem egyik csoportjával a foldamer fibrillumok felületi önrendeződésének vizsgálatára.

Ipari kapcsolat: Új tartalommal jött létre együttműködés a Richter Gedeon Nyrt-vel sejtpenetráló hordozó foldamerek kutatására, közös GINOP 2.2.1 pályázatot nyújtottak be.

Új tartalommal létrejött nemzetközi együttműködések:

A pályázat témavezetője bekapcsolódott a H2020 TEAMING kiírásának első körében támogatást nyert MOLMEDEX projektbe. Ennek keretében munkacsomag vezetőként közreműködik a tervezett Hungarian Centre of Excellence in Molecular Medicine működési modelljének kidolgozásában. A külföldi partner: EMBL, Heidelberg.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

TÁMOP-4.2.6-15/1-2015-0002, Egészségtudományi, egészségipari tudáshálózat a dél-alföldi régióban a molekuláris medicina innovációs környezetének megteremtésére, 2015, résztvevőként, kutatócsoportra jutó költségvetés 5600 E Ft. Ebben a projektben protein mimetikus foldamer hatóanyagok tervezésének és szintézisének protokolljait dolgozták ki.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Olajos G, Hetényi A, Wéber E, Németh LJ, Szakonyi Z, Fülöp F, Martinek TA: Induced Folding of Protein-Sized Foldameric β -Sandwich Models with Core β -Amino Acid Residues. Chemistry - A European Journal, 21:(16) 6173-6180 (2015)
2. Hegedus Z, Makra I, Imre N, Hetényi A, Mándity IM, Monostori É, Martinek TA: Foldameric probes for membrane interactions by induced β -sheet folding. Chemical Communications, 10.1039/C5CC09257D (2015)

MTA-SZTE LENDÜLET FOTOELEKTROKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Janáky Csaba, PhD

6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.

telefon: (62) 532 7433; e-mail: janaky@chem.u-szeged.hu

honlap: http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/index.html

a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

Az MTA-SZTE „Lendület” Fotoelektrokémiai Kutatócsoportban olyan szerves félvezetőkön és szerves vezető polimereken alapuló összetett anyagokat vizsgálnak, melyek hasznosíthatóak lehetnek tüzelőanyagok közvetlen előállítására szén-dioxid napfény segítségével történő átalakításával. A cél, hogy ezen szabályozott nanoszerkezettel rendelkező összetett anyagok tulajdonságait és viselkedését az összetétellel, és az előállítási módszer szabályozásával hangolják. Az első félév eredményeire támaszkodva a munkaterv 2015. évre kitűzött szakmai céljai szinte kivétel nélkül maradéktalanul teljesültek, továbbá a munkájuk során további nagyon ígéretes, a témához kapcsolódó kutatási vonalakat tártak fel. Számos új, hosszú távú szakmai együttműködést indítottak, valamint műszerbeszerzések segítségével lefektették egy modern fotoelektrokémiai laboratórium alapjait.

A 2015-ös év során az alábbi konkrét feladatokat végezték el:

- Munkatársak toborzása, kiválasztása, tréningje ismét jelentős feladat volt, mivel mind új PhD hallgató, mind posztdoktor is csatlakozott a csoporthoz 2015-ben.
- Optikailag aktív felületi rétegek fotoelektrokémiai jellemzésére szolgáló elektrooptikai rendszer kialakítása. Ezáltal lehetővé vált a hullámhossz-függő fotoáramok mérése (közvetlen foton-elektron konverzió hatékonyságot (IPCE, QE) meghatározása is lehetséges).
- GC-MS rendszer beszerzése, beüzemelése, a módszerek optimalizálása. Ezáltal lehetővé vált a CO₂ redukció termékeinek kvalitatív és kvantitatív analízise.
- N-tartalmú vezető polimerek (foto)elektrokémiai CO₂-redukciós vizsgálata, szerkezet-hatás összefüggések felderítése.
- Három új N-tartalmú monomert állítottak elő, majd vizsgálták a belőlük elektrokémiai polimerizációval készített polimereket. Az egyik polimer (amely piridin oldalláncot tartalmazott) különösen érdekesnek bizonyult, így ezzel a monomerral kiterjedt vizsgálatokat végeztek.
- További oxid nanostruktúrák előállítása és jellemzése (NiO, Nb₂O₅, CuFeO₂, CuCrO₂, további összetett oxidok)
- Szén nanoszerkezetekre (3D grafén, szén-nanocsököteg) Cu₂O nanokristályok leválasztása és a kompozitok CO₂ redukciós aktivitásának vizsgálata.
- Hibrid polimer/félvezető nanoszerkezetek előállítása és vizsgálata (pl. SiC/polianilin, Cu₂O polianilin).

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Korábbi tapasztalataikat összegezve, és egyúttal a további kutatásokat megalapozva két összefoglaló tanulmányt írtak nagyon magasan jegyzett folyóiratokban (Progress in Polymer Science és Journal of Physical Chemistry Letters). Az első tanulmány átfogóan értékeli azon módszereket, amelyek alkalmasak a szerves és szerves félvezetőkből álló szabályozott

szerkezetű és tulajdonságú kompozit anyagok előállítására. A második közleményben azt vizsgálták, hogy mely paraméterek szabják meg egy félvezető fotokatalizátor aktivitását a félvezető/oldat határfelületen.

A kutatási tevékenység talán legjelentősebb eredménye, hogy felderítették azon szerkezet-hatás összefüggéseket, amelyek meghatározzák, hogy milyen szerves félvezetőket lehet alkalmazni a fotoelektrokémiai CO₂-redukcióban. Ezen eredmények támpontot adnak a későbbi, tervezett szerkezetű polimerek szintéziséhez.

További fontos eredmény, hogy új altémaként elindították a különféle szén nanoszerkezeteken alapuló fotoaktív hibridek szintézisét. Ezen nagyfelületű elektródokon alapuló fotoelektrokatalizátorok használata komoly lépést jelent az ipari alkalmazhatóság irányába vezető úton.

Kettő, a kutatócsoportban dolgozó hallgató (akik azóta már PhD hallgatók), sikerrel mutatták be munkájukat a XXXII. OTDK Kémiai és Vegyipari Szekciójában. Egyikük I. díjat kapott az Anyagtudomány Tagozatban.

Végül megemlítené, hogy a kutatócsoport vezető aktív részvételével Szeged megnyerte a jogot a Nemzetközi Elektrokémiai Társaság (ISE) 2017. évi Topical Meeting-jének megrendezésére, melynek témája a Fotoelektrokémia lesz. Ez megteremti a lehetőséget, hogy hazánkba hozzuk a tudományterület legjelesebb képviselőit, ezáltal is erősítve annak hazai beágyazottságát.

b) Tudomány és társadalom

A Fény Nemzetközi Éve rendezvénysorozathoz kötődően több tudományos ismeretterjesztő előadást és tudománynépszerűsítő előadást tartott a csoport. Többek között a szegedi Eötvös Loránd Szakkollégium Kémia Műhelyében meghívott előadóként beszéltek a napenergia kiaknázásának lehetőségeiről és fontosságáról. A Hódmezővásárhelyi Németh László Gimnázium Természettudományos Önképző körében a CO₂ átalakításának fontosságát mutatták be. 2015 júniusában pedig az egész csoport részt vett a Csongrád Megyei középiskolás fizika táborban, ahogy „Fényes Kémia - avagy készítsünk saját napelemet!” interaktív programot szerveztek. Ezt a programot megismételték középiskolai tanárok továbbképzésén, valamint az SZTE-re látogatók külföldi hallgatói delegációk számára is. Az SZTE Szabadegyetem keretein belül 600 fős hallgatóság előtt beszéltek a különféle tüzelőanyagok napenergia felhasználásával történő előállításáról.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

Új együttműködést alakítottak ki a University of Cordoba, Spanyolország egy csoportjával, amelyben új, környezetbarát módszerrel előállított félvezető nanoszerkezeteket vizsgálnak. Ezen együttműködés valószínűleg hosszú életű lesz, mivel a közös munka során számos további vizsgálatra érdemes jelenségek történtek azonosítaniuk. Az új hazai együttműködések közül fontos kiemelni a MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Lendület csoportjával, valamint az SZTE kutatócsoportjával való közös munkát. Az előbbi csoporttal nanoszerkezetű SiC optoelektronikai sajátságait vizsgálják, különös tekintettel a felületi funkciók csoportok által okozott hatásokra. Utóbbi csoporttal rendezett szén nanoszerkezetekre elektrokémiai módszerekkel választanak le félvezetőket és vizsgálják fotoelektrokémiai tulajdonságaikat. Ezek mellett továbbra is szoros kapcsolatot ápolnak két, az USA-ban található kutatócsoporttal (UT Arlington és UN Reno). Mindkét kutatócsoport-vezető látogatása 2015-ben megvalósult. Egy PhD hallgató egy szemesztert töltött a UT Arlington egyetemen,

összetett oxid félvezetők előállítását vizsgálva. A fenti kutatókon túl a University of California, Davis (USA), valamint University of Wollongong (Australia) kutatója is meglátogatta a kutatócsoportot, velük a közös projektek kidolgozása folyamatban van.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2015-ös év folyamán több hazai és nemzetközi pályázat is benyújtásra került, melyek eredménye 2016 első félévében várható.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az elmúlt egy év során 11 nemzetközi publikáció jelent meg (összesített IF=71,203) (teljes lista az MTMT-n elérhető, azonosító: 10022474). Ezek közül az 5 legjelentősebb a következő:

1. Samu G F, Visy C, Rajeshwar K, Sarker S, Subramanian V R, Janáky C: Photoelectrochemical Infiltration of PEDOT into Metal-Chalcogenide Decorated TiO₂ Nanotube Arrays. *Electrochimica Acta*, 151: 467-476 (2015)
2. Rajeshwar K, Thomas A, Janáky C: Photocatalytic Activity of Inorganic Semiconductor Surfaces: Myths, Hype, and Reality. *Journal of Physical Chemistry Letters*, 6: 139-147 (2015)
3. Janáky C, Rajeshwar K: The Role of (Photo)electrochemistry in the Rational Design of Hybrid Conducting Polymer / Semiconductor Assemblies: From Fundamental Concepts to Practical Applications. *Progress in Polymer Science*, 43: 96-135 (2015)
4. Thomas A, Janáky C, Samu G F, Huda M N, Sarker P, Liu J P, van Nguyen V, Rajeshwar K: Time- and Energy-Efficient Solution Combustion Synthesis of Binary Tungstate (Ag₂WO₄, CuWO₄, ZnWO₄) Nanoparticles with Enhanced Photocatalytic Properties. *ChemSusChem*, 8: 1652-1663 (2015)
5. Varga A, Endrődi B, Hornok V, Visy C, Janáky C: Controlled photocatalytic deposition of CdS nanoparticles on poly(3-hexylthiophene) nanofibers: a versatile approach to obtain organic/inorganic hybrid semiconductor assemblies. *Journal of Physical Chemistry C*, 119: 28020-28027 (2015)

MTA-SZTE LENDÜLET PÓRUSOS NANOKOMPOZITOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kukovecz Ákos, PhD

6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.

telefon: (62) 544 620; fax: (62) 544 619; e-mail: kakos@chem.u-szeged.hu

honlap: <http://www.porousnanocomposites.com>

a kutatócsoport megalakulásának éve: 2012

I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben

A kutatócsoport 2012. július 1-én kezdte meg működését. Céljuk a nanopórusos szilárd anyagok (különösen az egydimenziós nanoszerkezetekből felépülő hálózatok) és a fluidumok kölcsönhatásainak, a nano- és a mikrovilág határán zajló fizikai-kémiai folyamatoknak a jobb megértése. Öt éves kutatási tervük három alappillére az új pórusos nanokompozit anyagok fejlesztése, a párolgási profil nevű analitikai kémiai módszer elméleti és gyakorlati fejlesztése, valamint szelektív gázérzékelők készítése a fluktuációval javított érzékelés módszer segítségével. A beszámolási időszakban fő céljuk öt mérföldkő elérése volt. Ezek közül egy szintézismunkához, egy kísérleti rendszer építéshez, egy pedig a projekt hároméves kritikai értékeléséhez kapcsolódott. A maradék két mérföldkő a H₂ és a H₅ hipotézisek kísérleti igazolása volt, ezek a párolgási profil fizikai kémiai alapjaihoz és a fluktuációval javított gázérzékelés értelmezéséhez kapcsolódtak. Ezeket a célokat a beszámolási időszakban sikeresen elérték.

II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A beszámolási időszak legfontosabb eredménye az, hogy az MTA elnöke a csoport munkáját 2015 őszén „kiváló” színvonalúnak értékelte és további támogatása mellett döntött. Tudományos eredményeik közül kiemelkedők a következők.

Vizsgálták a látható tartományban emittáló kvantum pontok mellett talán kevésbé kutatott PbSe kvantum pontokat is, amelyek emissziója elsősorban a közeli infravörös tartományra hangolható. Ezen részecskék előnye, hogy esetükben nagyobb méretű részecskék esetén is fokozottan jelentkezhetsz a kvantum bezártság jelensége, így a méretfüggő optikai és elektromos tulajdonságok. Munkájuk során 1,8, 2,5 és 4,7 nm-es átlagos átmérővel rendelkező részecskéket kötöttek a TiO₂ nanoszálak felületére, majd az így létrehozott fotokatalizátorokon látható fény besugárzása mellett metilnarancs-bontási modellreakcióban vizsgálták a PbSe részecskék fotoérzékenyítő hatását.

Az M5 mérföldkő (integrált nyomjelzőt tartalmazó nanopórusos kompozitok új családja) elérése érdekében folytatták a kompozit szilikahabok előállítására már korábban megkezdett kísérleteiket. Idén a család két újabb tagját állították elő: (i) európiummal és diszpróziummal dópolt stroncium-aluminátot tartalmazó, kék fényvel lumineszkáló habok, és (ii) titanát nanoszálakat tartalmazó habok.

Az irodalomban elsőként tanulmányozták monoklin és hexagonális kristályrendszerű cérium-foszfát nanoszálak protonvezetésének páratartalom-függését. A kapott vezetőképesség vs. páratartalom függvények első ránézésre komoly eltéréseket mutattak. Sikertelenül azonban megmutatniuk, hogy a fajlagos felület és a felületi savasság hatásaira normálva, valamennyi eredmény egy mestergörbére esik. Ez azt valószínűsíti, hogy a CePO₄ nanoszálak protonvezetési mechanizmusa független a kristályszerkezetüktől.

Titanát nanoszálakból és többfalú szén nanocsövekből készített kompozit nanopórusos filmekben vizsgálták a víz párolgását. Megállapították, hogy már viszonylag kevés hidrofíl titanát adagolása is jelentősen megváltoztatja a párolgási profilt. Szintén a párolgási profilok vizsgálatához kötődnek a különböző mértékben funkcionalizált szén nanocsöveken mért egészen eltérő párolgási profilok értelmezésére irányuló erőfeszítéseik.

Igazolni tudták munkatervük H5 hipotézisét, amely szerint a fluktuációval javított gázérzékelők zajmintázatai az adszorpciós-deszorpciós körülmények alkalmas változtatásával egymásba alakíthatók.

A harmadik beszámolási évben a Lendület csoport tagjainak témavezetésével a Szegedi Tudományegyetemen összesen 21 különböző önálló hallgatói munka született. A kutatócsoport vezetője 2015-ben három hazai doktori eljárásban működött közre bírálóként.

Egyéb eredmények:

- A kutatócsoport-vezető két fórumon (MTA Kémiai Osztályának ülése, Magyar Kémikusok Egyesületének vezetőségi ülése) számolt be a hazai szakmai közösségnek a csoport munkájáról.
- Egy munkatárs az E-MRS tavaszi ülésén és a csíksomlyói XXI. Nemzetközi Vegyészkonferencián tartott szóbeli előadásokat.
- A kutatócsoport-vezető négy nemzetközi konferencián tartott meghívott előadást 2015-ben.
- Egy munkatárs (egy társtémavezetővel) 3. díjat nyert a veszprémi Kémia OTDK Anyagtudomány 1. szekciójában.
- Egyik munkatárs (két témavezetővel) 2015-ben elnyerte az Csongrád Megyei Mérnöki Kamara Mérnöki Diploma Díját.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport a kezdetektől nagy hangsúlyt fektet a tájékoztatásra és az ismeretterjesztésre. A beszámolási időszakban a csoport bekerült a Szegedi Tudományegyetem műhelyeit bemutató filmbe és laborlátogatás szervezésével támogatta a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium kémiaoktatását. A csoport honlapján (<http://www.porousnanocomposites.com>) és közösségi média oldalán is folyamatosan tájékoztatja az érdeklődőket a csoport életét érintő eseményekről, eredményekről, műszerbeszerzésekről stb.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

A csoport tagjai több mint 20 európai egyetemmel, kutatóintézettel és vállalattal tartanak élő kapcsolatot. Legfontosabb külföldi együttműködő partnereik: Oului Egyetem (Finnország), Rice Egyetem (USA), Újvidéki Egyetem (Szerbia), Bakui Állami Egyetem (Azerbajdzsán), Kolozsvári Egyetem Románia), National Taiwan University (Taiwan). További 30 partnerrel kerültek kapcsolatba a 2015. évben beadott és nem nyert (H2020-PHC-2015-single-stage_RTD 681095 „Tox2020” és H2020-NMP-PILOTS-2015 686137 “UsePaNaMa”), valamint a H2020-NMBP-2016-2017 felhívásra beadott és jelenleg is elbírálás alatt álló (721002-1 “Canamehi Cable”, 721052-1 “IFreeFlex”, 720988-1 “INCAPOR”) pályázataik révén. Fontos új személyes kapcsolataik: Az IIT Delhi (India) egyik professzora a szálal anyagokból álló pórusos rendszerek elméleti modellezésének egyik szakértőjeként, vendégkutatóként meghívásukra 2015 szeptemberében Szegeden járt. A Babes-Bolyai Egyetem (Románia) egyik professzorával a heterogén felületek nedvesítésével kapcsolatban kezdtek egy érdekes új kutatási irányba 2015-ben.

A csoport legfontosabb hazai partnerei az MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport, az SZTE FKAT Nemlineáris Dinamika és Kinetika Kutatócsoport és az SZTE SZKT Anyag és Oldatszerkezeti Kutatócsoport. Mellettük, többek közt az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont és a BME munkatársaival ápolnak jó munkakapcsolatot. 2015-ben új eredmény, hogy megkezdték a közös munkát az MTA Energiakutató Intézetével a NIPS-NORMA képalkotó rendszer alkalmazhatóságával kapcsolatban.

A csoport valamennyi diplomás tagja részt vesz az SZTE oktatásában. A csoport vezetője több főkéllégiumi kurzus előadója és az anyagmérnök alapszak szakfelelőse, a csoport tagjai pedig számolási és laboratóriumi gyakorlatokat, valamint hallgatói munkákat vezetnek.

IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Új hazai kutatási forrást jelentettek 2015-ben az OTKA K 112531 („Interactions between ferroelectric core-shell nanospheres and autocatalytic front reactions - Towards developing combined visual/RFID sensor labels utilizing pH-change based responses”, vezető kutató a kutatócsoport vezetője) és a TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0024 („ELI Intézet létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen: interdiszciplináris kutatások megalapozása a lézerek és alkalmazásai területén”, altémavezető: a kutatócsoport vezetője) pályázatok.

A csoport két tagja nyert egyéni ösztöndíjat a beszámolási időszakban. A Campus Hungary program segítségével az egyik munkatárs San Sebastiánban (Spanyolország) 3 hónapot, egy másik munkatárs pedig Houstonban (USA) 5 hónapot tölthetett.

A harmadik évben így 49.968 E Ft új forrást vontak be a Lendület csoport működésébe. A Lendület projekt futamideje alatt eddig összesen megszerzett külső forrásuk összege 113.056 E Ft.

V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Schuszter G, Bogya ES, Horváth D, Tóth Á, Haspel H, Kukovecz Á: Liquid droplet evaporation from buckypaper: on the fundamental properties of the evaporation profile. *Microporous and Mesoporous Materials*, 209:(Suppl.) 105-112 (2015)
2. Győri Z, Kónya Z, Kukovecz Á: Visible light activation photocatalytic performance of PbSe quantum dot sensitized TiO₂ Nanowires. *Applied Catalysis B: Environmental*, 179:583-588 (2015)
3. Pusztai P, Haspel H, Tóth IY, Tombácz E, László K, Kukovecz Á, Kónya Z: Structure independent proton transport in cerium(III) phosphate nanowires. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7:(18) 9947-9956 (2015)
4. Kordás K, Mohl M, Kónya Z, Kukovecz Á: Layered titanate nanostructures: perspectives for industrial exploitation. *Translational Materials Research*, 2:(1) 015003 (2015)
5. Kozma G, Rónavári A, Kónya Z, Kukovecz Á: Environmentally benign synthesis methods of zero valent iron nanoparticles. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4:(1) 291-297 (2015)

**A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI LENDÜLET-
KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2015-BEN**

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Egzotikus Kvantumfázis Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	3,34	Ebből kutató ² :	2,84
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoportéhoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	
35 év alatti, kutatócsoporton kívüli állományban levő kutatók száma ⁴ :		0	
		0,36	

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :	19
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :	19
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:	0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:	0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:	19
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció	18
Könyv, atlasz	magyarul: 0 idegen nyelven: 0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0 idegen nyelven: 0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	115,205	Összes független hivatkozás száma (2014):	101
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			131

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD:	1	MTA doktora:	1
---	------	---	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :	18	
poszterek száma:	10	
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :		0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :	2		
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :	23 302	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	7000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	3000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	2,62	Ebből kutató ² :	1,62
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			12
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			21
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			21
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			8
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	22,278	Összes független hivatkozás száma (2014):	51
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			65
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			14
		posztterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 16		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1,6
Témavezetések száma: TDK munka: 6		Diplomamunka (BSc):	19
Diplomamunka (MSc): 14		PhD:	9
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		81 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		2000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		60 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		19 000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	1,5	Ebből kutató ² :	1,5
PhD, kandidátus:	1,3	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			5
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	28,645	Összes független hivatkozás száma (2014):	4
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			7
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			4
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1,5
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		27 800	E Ft
Teljes saját bevétel:		62 340	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		15 172	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		25 650	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		1200	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		20 318	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	0,99	Ebből kutató ² :	0,99
PhD, kandidátus:	MTA doktora: 0,11	Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,88
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			0
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	0	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			1
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1
Témavezetések száma: TDK munka: 6		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		31 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		43 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			3
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		43 500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	6,46	Ebből kutató ² :	3,55
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2,92
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			11
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			11
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	31,929	Összes független hivatkozás száma (2014):	18
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			26
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			6
		posztterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		41 100	E Ft
Teljes saját bevétel:		9000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		9000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	5,36	Ebből kutató ² :	4,86
PhD, kandidátus:	1,06	MTA doktora:	0,3
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			3,83
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			8
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	63,696	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			14
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			20
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			6
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	7
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		49 530	E Ft
Teljes saját bevétel:		28 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		22 700	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		5800	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport (PROSPIN)

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	0,24	Ebből kutató ² :	0,24
PhD, kandidátus:	MTA doktora: 0,08	Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,16
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			3
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			3
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			3
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	8,681	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			0
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			0,2
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		60 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-BME Lendület Statisztikus Térleméleti Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	4,07	Ebből kutató ² :	3,41
PhD, kandidátus:	2,25	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2,66
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	28,402	Összes független hivatkozás száma (2014):	123
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			167
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			7
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		26 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		5822	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			3
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		5822	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-DE Lendület Funkcionálanalízis Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	2,5	Ebből kutató ² :	2,5
PhD, kandidátus:	MTA doktora: 0,5	Rendes tag és levelező tag:	
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			13
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			12
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	10,476	Összes független hivatkozás száma (2014):	8
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			10
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			17
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	9
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		20 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		467	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		467	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület Biofizikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	2,0	Ebből kutató ² :	2,0
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			5
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			5
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	43,04	Összes független hivatkozás száma (2014):	17
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			21
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			1
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			15
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		21 139	E Ft
Teljes saját bevétel:		11 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		3000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		8000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület CMS Részecska- és Magfizikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	0,46	Ebből kutató ² :	0,46
PhD, kandidátus:	0,43	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,13
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			0
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	0	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			8
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			0,4
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	2
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		33 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		433	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		433	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	3,5	Ebből kutató ² :	2,42
PhD, kandidátus:	1,92	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,92
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			27
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			6
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	20,774	Összes független hivatkozás száma (2014):	72
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			125
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			7
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 2		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			4
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		22 323	E Ft
Teljes saját bevétel:		16 778	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		8243	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		2335	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		6200	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület EIRSA Asztrofizikai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	1,0	Ebből kutató ² :	1,0
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			14
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			10
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	44,747	Összes független hivatkozás száma (2014):	99
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			316
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		30 241	E Ft
Teljes saját bevétel:		62 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		4000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		53 000	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		5000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek
Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlagléttség ¹ :	2,5	Ebből kutató ² :	2,5
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			5
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			6
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor ⁷ :	31,191	Összes független hivatkozás száma (2014):	61
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			69

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN

Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
---	--------	--------------	---

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
--	---	---

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			3
	posztterek száma:		16
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:		0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1
Témavezetések száma: TDK munka: 2	Diplomamunka (BSc):		3
Diplomamunka (MSc): 0	PhD:		0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :	24 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	12 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	12000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület Kémiai Szerkezet/Reaktivitás Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	0,92	Ebből kutató ² :	0,92
PhD, kandidátus:	0,92	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			0,42
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			1
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			1
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			1
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	4,197	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			2
		posztterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 1		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			1
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1
Témavezetések száma: TDK munka: 0		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 0		PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		40 000	E Ft
Teljes saját bevétel:		0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-ELTE Lendület Ráctérelméleti Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,03	Ebből kutató ² :	3,16
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :		Rendes tag és levelező tag:	0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			2,16
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			7
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	65,873	Összes független hivatkozás száma (2014):	104
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			126
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ :	0	külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			2
		posztterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			8
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			3
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		28 500	E Ft
Teljes saját bevétel:		16 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			1
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	16 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
	A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	4,44	Ebből kutató ² :	3,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			4
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			11
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			10
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	33,594	Összes független hivatkozás száma (2014):	18
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			23
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			16
		posztterek száma:	21
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 4		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			1
Témavezetések száma: TDK munka: 1		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 1		PhD:	6
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		43 200	E Ft
Teljes saját bevétel:		54 800	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		15 000	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		4	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		6000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		5	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		33 800	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Lendület Foldamer Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	2,25	Ebből kutató ² :	2,25
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora: 1,0	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,75
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			2
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			2
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			2
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	7,773	Összes független hivatkozás száma (2014):	57
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			76
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			5
		posztterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	0
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		36 078	E Ft
Teljes saját bevétel:		5600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		5600	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlaglétszám ¹ :	1,97	Ebből kutató ² :	1,5
PhD, kandidátus:	0,75	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			9
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			9
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	64,817	Összes független hivatkozás száma (2014):	0
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			0
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 0	MTA doktora:	0
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			9
		posztterek száma:	8
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 3		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 2		Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc): 2		PhD:	3
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		44 100	E Ft
Teljes saját bevétel:		1500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			1
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		1500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2015-ben

A kutatócsoport neve: MTA-SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport

<u>1. LÉTSZÁMADATOK</u>			
Átlagléttség ¹ :	3	Ebből kutató ² :	2,0
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	Rendes tag és levelező tag:
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma ³ :			0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma ⁴ :			1,5
<u>2. PUBLIKÁCIÓK</u>			
Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma ⁵ :			26
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma ⁶ :			25
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			25
<i>Ebből</i> impaktfaktoros publikáció			24
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
<u>3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK</u>			
Összesített impaktfaktor ⁷ :	0	Összes független hivatkozás száma (2014):	39
Összes hivatkozás száma (2014) ⁸ :			58
<u>4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2015-BEN</u>			
Tud. fokozat megszerzése ⁹ :	PhD: 1	MTA doktora:	1
<u>5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME</u>			
Nemzeti úton megadott oltalmak száma ¹⁰ : 0		külföldi oltalmak száma ¹¹ :	0
<u>6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN</u>			
Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma ¹² :			9
		posztterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0		Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma ¹³ :			0
<u>7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG</u>			
Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma ¹⁴ :			2
Témavezetések száma: TDK munka: 5		Diplomamunka (BSc):	13
Diplomamunka (MSc): 3		PhD:	5
<u>8. PÉNZÜGYI ADATOK</u>			
Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege ¹⁵ :		28 644	E Ft
Teljes saját bevétel:		27 281	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		25 769	E Ft
Az év folyamán az Innovációs Alapból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		3	
A tárgyévre vonatkozó bevétel ¹⁷ :		1512	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0	
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel ¹⁸ :		0	E Ft

