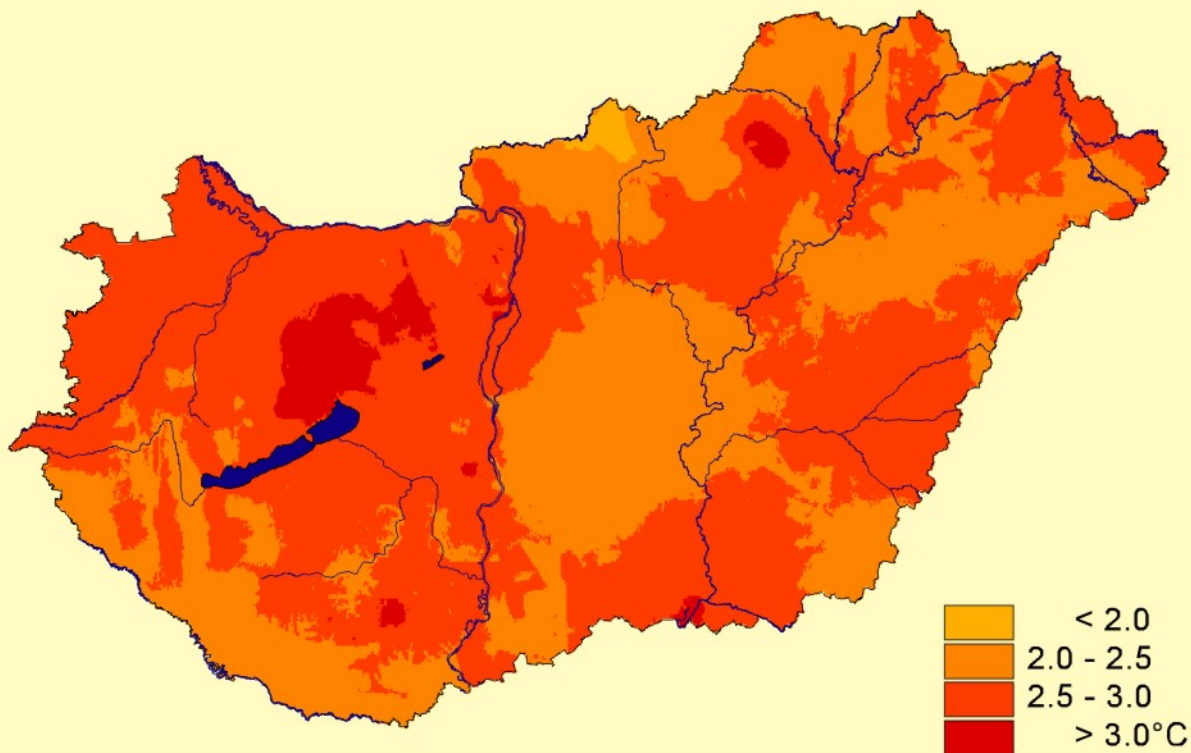


# Magyarország néhány éghajlati jellemzője a 2005 - 2007-es időszakban



Országos Meteorológiai Szolgálat  
2008

- Címlap:** A 2005-2007-es periódus rendkívüli szakasza a 2006 szeptemberétől 2007 augusztusáig terjedő 12 hónap, amely időszakban minden hónap középhőmérséklete meghaladta a sokéves átlagot. Ennek eredményeképp az ország egyik felén 2-2,5, a másik felén 2,5-3°C-kal volt melegebb, mint az 1971-2000-es átlag. A hosszú, meleg időszak miatt már az önmagában véve más, nem szélsőséges méretű csapadékhiány is nagyon komoly következményekkel járhat, ami 2007 nyarán a társadalom és a gazdaság több ágazatában is érzékelhető volt Magyarországon.
- Hátoldal:** Az ábra az évi átlaghőmérsékleteket és csapadékösszegeket mutatja be két dimenzióban. A vízszintes tengelyen az évi átlaghőmérsékletek, a függőlegesen az évi csapadékösszegek szerepelnek. A függőleges folytonos vonal az évi középhőmérséklet, a vízszintes az éves csapadékösszeg 1961-90-es átlaga. A szaggatott függőleges vonalak az évi középhőmérséklet, a vízszintesek az éves csapadékösszeg 10 és 90%-os decilisei, és a szélsőségek tartományát jelölik ki. Azok az értékek, amelyek a szaggatott vonalakon kívül esnek, ritkán, 10%-nál kisebb valószínűséggel következnek be az 1901-2007-es időszakra vonatkozóan. Az 1951-1990-es időszak éveit üres, az 1991-2007-es időszak éveit pedig teli négyzetekkel jelöltük. 2007 nemcsak a legmelegebb év volt, hanem az átlagnál csapadékosabb is, míg a második legmelegebb évünk, 2000, a legszárazabb év is egyben. 1991 után három kivétellel minden év az átlagosnál melegebb volt, és a legmelegebb 5 év mindegyike 1990 utáni, de 2007 kivételével a másik négy még az átlagosnál szárazabban is alakult.

## Megjegyzés

A hőmérsékleti hosszú adatsorok 15, a csapadék hosszú adatsorok 37 állomás homogenizált adataiból készültek (1901-2007). A hőmérsékleti térképek 57, a csapadéktérképek 162 állomás homogenizált adatain alapulnak (csapadéksorok 1951-2007, hőmérsékleti sorok 1971-2007). A homogenizálás a változó mérési körülmények (például állomások helyének, mérési időnek, mérési módszernek stb. megváltozása) hatásának kiszűrését jelenti. Ennek mértéke a nullától (homogén adatsor) a nagy hatásokig terjedhet.

Ahol nem említettük, az anomália értékeket az 1971-2000-es időszak átlagaihoz viszonyítottuk. Azért, hogy a területi átlagoknak a felhasznált állomások számától és helyzetétől való függését elkerüljük (állomások megszüntetése, újak létesítése, elmozdítása), az országos átlagot az állomásokból 0,5\*0,5'-es hálózatra interpolált rácscsomóponti értékek számtani közepeként számítottuk. Így kapható meg a lehető leghomogénebb, a topográfiát messzemenően figyelembe vevő idősor. Ez a tendenciák jellegét nem befolyásolja.

A vizsgálatokhoz csak magyar, az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért adatokat használtunk fel. A homogenizálást és a térképezéshez szükséges interpolációt a Szolgálatnál kifejlesztett MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization), illetve MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data base) statisztikai eljárásokkal végeztük el.

## Előszó

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) működését szabályozó kormányrendelet meghatározott módon különös figyelmet szentel az éghajlatnak, annak leírásának, elemzésének és modellezésének, a mindennapi életben való alkalmazhatósága biztosításának. Ezt a feladatát csak a többi nemzeti szolgálattal közösen, azokkal együttműködve tudja elvégezni, elsősorban a Meteorológiai Világszervezet (World Meteorological Organization, WMO) keretén belül, de több európai uniós, meteorológiához kapcsolódó szervezet aktív tagjaként is. Ezekben a szervezetekben az egyenlő tag jogán szolgáltatunk és kapunk információkat, veszünk részt a döntéshozatalban. Nemzetközi kapcsolataink folyamatosan bővülnek. Ennek egyik fontos állomása, hogy Magyarország 2009-től teljes jogú tagja lesz az EUMETSAT-nak (Meteorológiai Műholdak Európai Hasznosításának Szervezete). A nemzetközi tevékenységben a szervezeti tagságokon kívül fontos szerepet játszanak a regionális és bilaterális kapcsolatok, amelyek a hazai meteorológia és klimatológia fejlesztésének fontos elemei.

Az utóbbi években az éghajlat a figyelem középpontjába került, mégpedig a feltehető éghajlatváltozás kapcsán. 2007 fontos mérföldkő volt a globális éghajlatváltozás kutatása és politikai megjelenése szempontjából, mert kiadták az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) Negyedik Értékelő Jelentését. Ezen dokumentum szerint már több olyan hatás figyelhető meg Földünkön, ami egyértelműen kapcsolatba hozható a hőmérséklet emelkedésével. Ezen hatásokat leíró adatsorok száma már több millió, amelyek több, mint 90%-a megfelel a melegedés miatt várható hatásoknak.

Magyarországon az éghajlat vizsgálatának legfőbb letéteményese az Országos Meteorológiai Szolgálat, itt található a magyar hivatalos éghajlati archívum. Az adatok őrzése, ellenőrzése, elektronikus és esetleges papíralapú archiválása a szervezet egyik alapfeladata. Ezért is kötelessége, hogy megfelelő információkkal lássa el a döntéshozói és szakmai fórumokat. Ennek a tevékenységének része ez a füzet, amely az elmúlt három év legfontosabb éghajlati jellegű eseményeit igyekszik röviden és tényyszerűen az olvasó elé tárni. Célunk az, hogy tudományos alaposágú elemzéseket közöljünk, bemutassuk hazánk éghajlatának bonyolultságát.

A melegedő tendencia következtében a magas hőmérsékletekhez köthető események intenzitása és gyakorisága növekszik. Így például 1901 óta a legmelegebb év 2007 volt, de 2005-ben és 2006-ban hosszú és hideg időszakokat is átélünk, 2007 májusában kemény fagy pusztított elsősorban az ország keleti területein, megsemmisítve sok mezőgazdasági, kertészeti terményt. 2006-2007 fordulóján 12 hónapon keresztül volt összefüggően a havi középhőmérséklet az átlag felett. 2007 januárja nemcsak hazánkban volt nagyon meleg, hanem globálisan is a legmelegebb január lett. Az elmúlt 107 év legcsapadékosabb hónapjának 2005 augusztusa bizonyult, 2006 ősze viszont a harmadik legszárazabb volt ebben az időszakban, 2007 áprilisában pedig szinte nem is hullott csapadék.

Mindezek az adatok komoly megfigyelő, ellenőrző és elemző munkát igényelnek. Az OMSZ a legszélesebb információigényeket próbálja meg kielégíteni. 2005-ben jelent meg az 1901-től 2005-ig terjedő időszak bemutatása, ezúttal az elmúlt három évet foglaljuk össze. Terveink szerint ezt az ismeretterjesztői tevékenységet folytatjuk, lehetőségeink szerint éves gyakoriságban jelentetve meg a kiadványokat. Ez a kiadói munka szervesen illeszkedik a WMO rendszeres éves éghajlati állásfoglalásainak lefordításához, megjelentetéséhez és terjesztéséhez. Így kísérreljük meg a világról és hazánkról való információk gyors eljuttatását az ismereteket igénylő olvasókhöz.

Gazdasági elemzések kimutatták, hogy a meglehetősen drága, de megbízható és pontos megfigyelő, ellenőrző, elemző és szolgáltatás rendszer a befektetett érték sokszorosát szolgáltatja vissza. Ennek a szolgáltatásnak része ez a kiadvány, amit abban a reményben bocsátunk útnak, hogy még számos hasonló követi majd a jövőben.

Dr. Bozó László

elnök

Országos Meteorológiai Szolgálat

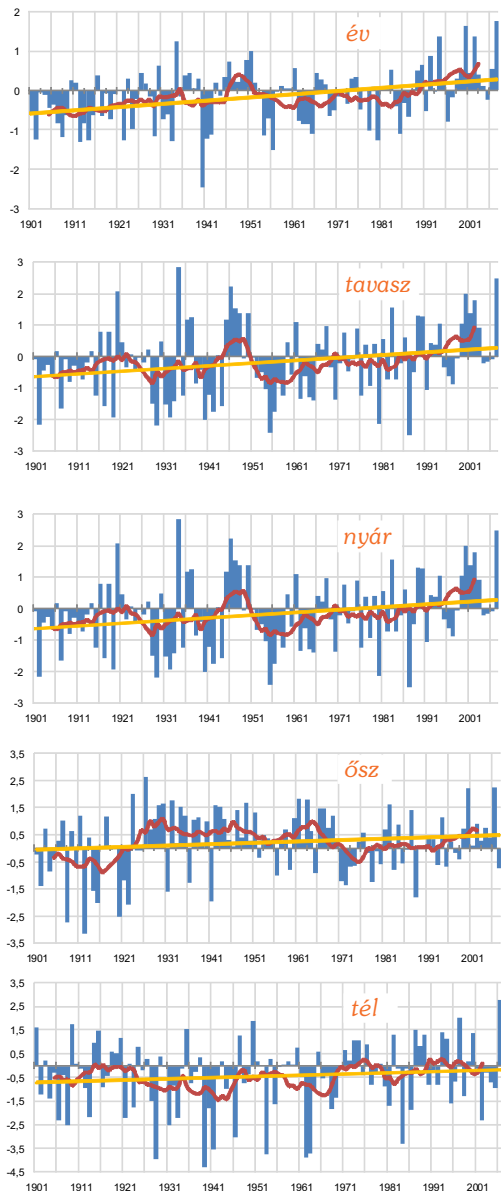
## Az országos átlaghőmérsékletek

Az 1. ábrán Magyarország éves és évszakos középhőmérsékletének alakulását követhetjük nyomon. Annak érdekében, hogy a változásokat jobban megfigyelhessük, a sokévi átlagtól való eltéréseket mutatjuk be. Az éves és évszakos átlagok a következők: 10,0°C (év), 10,4°C (tavasz), 19,7°C (nyár), 9,9°C (ősz), 0,0°C (tél). A grafikonokon szerepel még a tízéves simítás és a lineáris trend görbéje is. Ezek használata eltérő célú. Amíg a lineáris trendvizsgálatnál lényegében egy egyenessel kísérjük meg leírni az egész periódus alatt bekövetkezett változást, addig a tízéves átlagok alkalmazása jobban követi az egyes évek, évcsoportok ingadozásait.

Globálisan 2005 az eddigi második legmelegebb év volt 1850 óta, 2006 a hatodik, 2007 pedig a hetedik a rangsorban a Hadley Centre számításai alapján. Az amerikai NOAA eredményei ettől kissé eltérnek, de mindkettő szerint az elmúlt három év a legmelegebb 10 év egyike volt. A magyarországi adatsor ingadozása ennél jóval nagyobb, mivel sokkal kisebb területi átlagot ír le. A 2005-ös év hűvös volt, hidegebb, mint az 1971-2000-es évek átlaga. A 107 évből a 66. legmelegebb lett, míg 2006 a 13. helyre került és 2007 az elsőre. Az 1901-2007 időszakban a melegedés mintegy 0,86°C-ot tesz ki. A becsült változás a 90%-os megbízhatósági szinten a (0,48, 1,22) konfidencia intervallumba esik, vagyis még az alsó határt tekintve is legalább 0,48°C.

A 2007-es tavasz a második legmelegebb volt (+2,48°C-os anomália 1971-2000-hez képest) 1934 után. 2005 és 2006 tavaszának hőmérséklete nem érte el az átlagot, a rangsorban csak az 50. és 49. helyet foglalják el. A tavaszok melegedése is jelentős, a 107 év alatt 0,89°C-ot tesz ki.

Az évszakok közül a nyarak melegszenek legnagyobb mértékben Magyarországon, amit az elmúlt évek időjárása is alátámaszt. A rendkívülien forró 2003-as nyár után a 2007. év nyara lett a második legmelegebb (2,48°C-kal az átlag felett), de a 2006-os évben is (24. meleg nyár) jelentősen (0,6°C-kal) a nyári átlag



1. ábra Az éves és évszakos középhőmérséklet országos átlagának anomáliái (°C) a tízéves mozgó átlaggal (piros) és a lineáris trenddel (sárga), 1901-2007. Az értékeket az 1971-2000-es periódushoz viszonyítottuk.

2.a ábra  
Magyarország  
2005. évi  
közep hőmérsékletének  
eltérése a sokévi  
átlagtól

felett alakult a hőmérséklet. 2005 nyara az átlagosnál hűvösebb volt, csak a 66. lett a sorrendben. 1901-től napjainkig a nyári középhőmérséklet  $1,12^{\circ}\text{C}$ -kal lett magasabb.

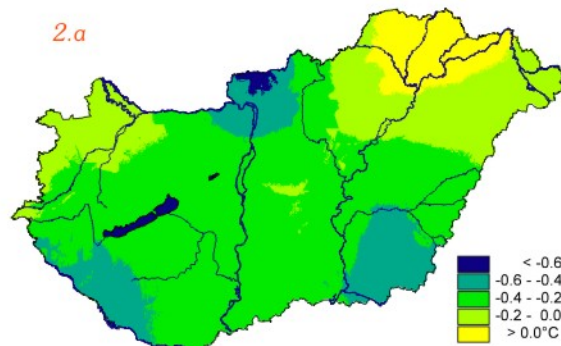
Az őszi kevésbé melegedő évszakok egyike a hazai klimatológiai vizsgálatok alapján, ezt a 2005-2007-es időszak is bizonyítja. Az 1926-os rekord meleg őszi után ( $2,64^{\circ}\text{C}$ -os anomália) 2006-ban fordult elő a második legmelegebb őszi ( $2,25^{\circ}\text{C}$ ). 2005 a 48. az őszi rangsorában, míg 2007 ősze kifejezetten hűvös volt, így a 87. helyet foglalja el. A múlt század elejétől az őszi hónapok átlaga  $0,52^{\circ}\text{C}$ -kal lett melegebb.

A 2006/2007-es tél hazánkban 1901 óta a legmelegebb volt,  $2,77^{\circ}\text{C}$ -kal alakult a normálérték felett. A megelőző két tél hőmérséklete viszont lényegesen elmaradt az átlagtól, 2004/2005  $-0,71^{\circ}\text{C}$ -os anomáliával a 67., 2005/2006 pedig  $-0,97^{\circ}\text{C}$ -ossal a 77. helyen áll a telek rangsorában. A telek melegszenek legkevésbé, a teljes 1901-2007 időszakban  $0,42^{\circ}\text{C}$ -a melegedés mértéke.

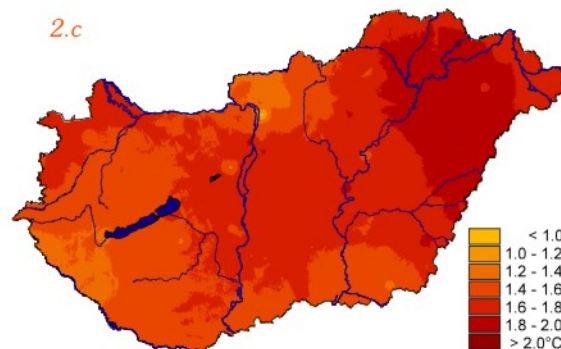
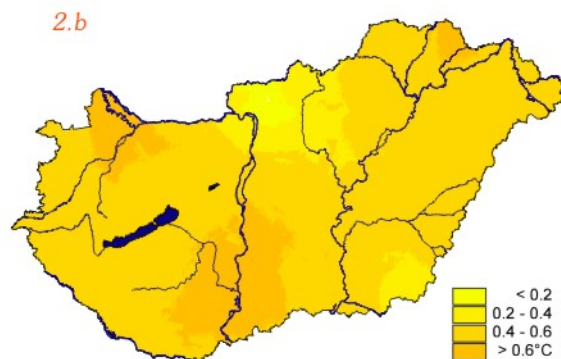
## Térbeli eloszlás

Az éves átlaghőmérséklet 2005-ben az északkeleti területek kivételével az egész országban az átlag alatt maradt. A negatív anomália legjelentősebb a Börzsönyben, a délnyugati határ közelében, és Békés-megye területén volt, ahol mintegy fél fokkal maradt el a hőmérséklet a normálértéktől. 2006-ban viszont már az egész ország területe átlag feletti hőmérsékletű volt. Az átlaghoz képest a leghidegebb ezúttal is a Börzsöny térsége, de a legmelegebb az északkeleti és az északnyugati régiókon kívül még az Alsó-Duna-völgy is, több, mint fél fokkal meghaladva a normát. A 2007-es meleg évben az évi átlaghőmérséklet  $1-3^{\circ}\text{C}$ -kal haladta meg az átlagot. Az eltérés térben sokkal kiegyenlítettebb volt, és inkább az ország keleti, északkeleti területeit jellemezte az átlag feletti meleg.

2.b ábra  
Magyarország  
2006. évi  
közep hőmérsékletének  
eltérése a sokévi  
átlagtól



2.c ábra  
Magyarország  
2007. évi  
közep hőmérsékletének  
eltérése a sokévi  
átlagtól



## Az országos csapadékösszegek időbeli eloszlása

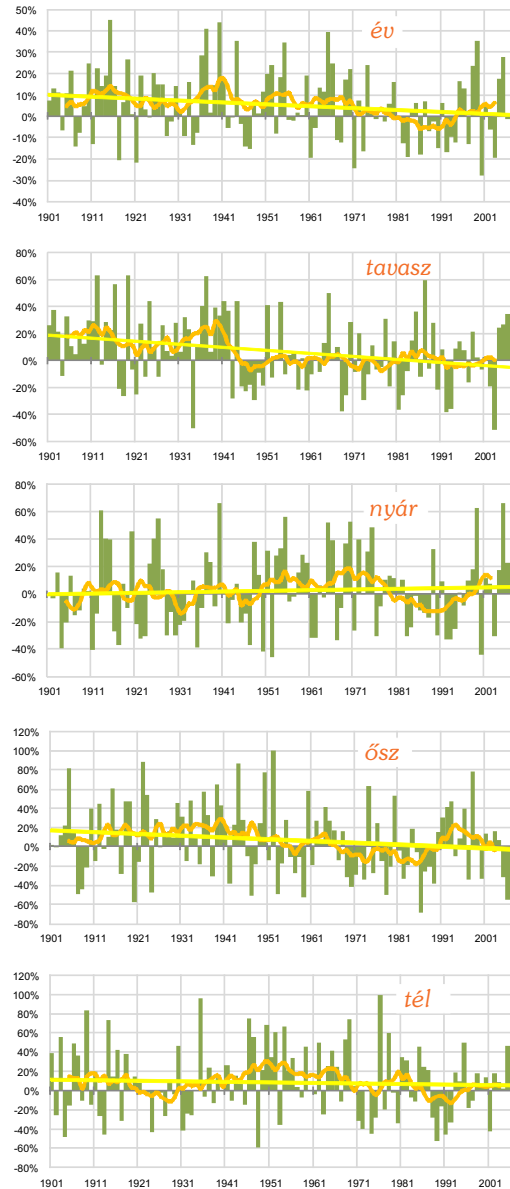
A csapadék sokkal változékonyabb elem a hőmérsékletnél, ezért az általánosan igaz szárazodó tendencia mellett évről évre nagy ingadozást figyelhetünk meg. Így lehetséges például, hogy egyik évről a másikra az országos csapadékmennyiség több, mint kétszeresére nő, vagy felére csökken.

A 3. ábrán az országos csapadékmennyiség 1971-2000 közötti sokéves átlagához viszonyított százalékos relatív eltérések idősorát mutatjuk be éves és évszakos skálán. Az éves és évszakos átlagok a következők: 568 mm (év), 136 mm (tavasz), 189 mm (nyár), 139 mm (ősz), 105 mm (tél).

A 2005-ös év a 9. legcsapadékosabb év volt 1901 óta, 28%-kal haladva meg az 1971-2000-es átlagot. (A maximum 1915-ben következett be, amikor 46%-kal hullott több csapadék a jelenlegi éghajlati értéknél.) 2007 összességében valamivel nedvesebben (+7%), 2006 pedig valamivel szárazabban (-1%) alakult a normánál. Ezzel a 49. és 68. helyet foglalják el az évek csökkenő csapadékmennyiség szerint rendezett sorában. A csapadékcsökkenés mértéke 1901-2007 között 90%-os megbízhatósággal 9%, a (-16,4%, -1,12%) konfidencia intervallumba esik.

Az elmúlt három év elején az átlagosnál nedvesebb tavaszok jelentkeztek, 2005 a 29. a rangsorban, 27%-os csapadéktöbblettel, 2006 a 17. 35%-kal (a maximum 1912, 63%-kal), míg a záróév elég száraz volt, a 71. legcsapadékosabb évként 7%-kal maradt el a sokévi átlagtól, bár az évszakon belül nagy volt a változékonyosság a hónapok között. A csapadékcsökkenés tavasszal a legnagyobb mértékű, 20% a múlt század elejétől.

A 2005-ös nyár az elmúlt 107 év legesősebb nyara volt (66%-kal a norma felett), 2006 a 27. (+23%) és 2007 a 71. a rangsorban, 13%-kal elmaradva az 1971-2000-es átlagtól. Ez a három év is jól beillik abba a sorba, mely szerint a nyár az egyedüli évszakunk, amelyben az



3. ábra  
A csapadékösszegek országos átlagainak anomáliái, a tízéves mozgó átlaggal (okkersárga) és a lineáris trenddel (citromsárga), 1901-2007. A százalékban kifejezett relatív eltéréseket az 1971-2000-es átlaghoz viszonyítottuk.

4.a ábra  
A 2005. évi  
csapadékösszeg  
a sokéves átlaghoz  
viszonyítva

évszakos csapadékmennyiség kis mértékben növekszik a 107 év alatt, de ez a változás nem szignifikáns. A többi évszakban a csapadék mindenütt csökken.

Az őszi csapadékrangsor a nyáriénak és tavasziénak a fordítottja, 2007 nedves (25., +38%), míg 2005 (89., -31%) és 2006 (115., -56%) nagyon száraz volt. Az őszi csapadékmennyiség 17%-os csökkenést mutat 1901-től.

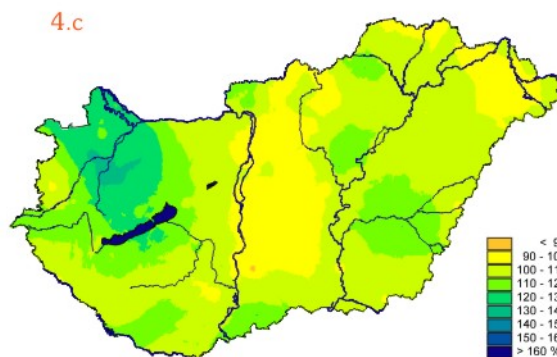
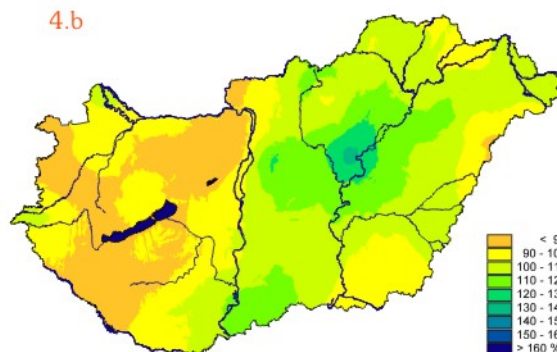
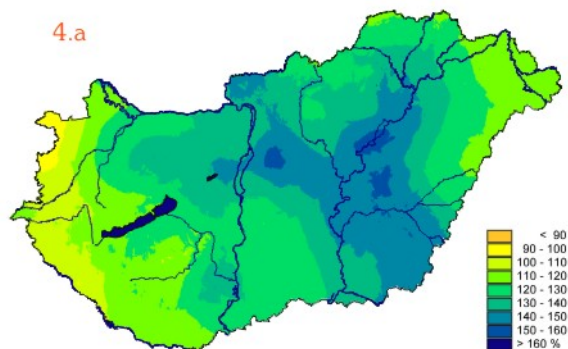
A telek is nagyon változékonyak voltak az elmúlt három évben: 2004/2005 átlaga szinte pontosan a sokéves átlagnak felelt meg (56., +1%), míg 2005/2006 ennél nedvesebb (18., +46%), 2006/2007 pedig szárazabb (76., -13%) volt. A telek csapadékcsökkenése 1901-től napjainkig nem jelentős, 6%.

4.b ábra  
A 2006. évi  
csapadékösszeg  
a sokéves átlaghoz  
viszonyítva

## Az éves csapadékok területi eloszlása

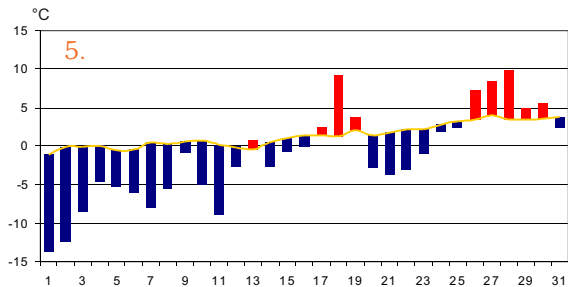
Az évi csapadékösszegek területi megoszlása változatos képet mutat. Az átlaghoz viszonyítva 2005-ben és 2006-ban a Dunántúl kevesebb, míg 2007-ben több csapadékot kapott, mint az ország többi része. A 2005-ös nagy csapadéktöbbletet elsősorban a Tisza-völgy és a Tiszántúl helyenként a +50%-ot is meghaladó anomáliája okozta, míg a nyugati országrészben átlagos, helyenként átlagosnál kevesebb csapadék hullott. Az átlagos csapadékösszegű 2006-ban a Dunántúl viszonylag száraz volt, az Alföld középső része pedig a szokásosnál csapadékosabb. 2007-ben az éves csapadékeloszlás kiegyenlítettebb volt, a Duna-Tiszaközétől és a Tisza felső szakaszától eltekintve mindenhol az átlagot valamivel meghaladó értékekkel. A legnagyobb többletet a Körösöknél és a Dunántúlon, ezen belül a Kisalföld térségében figyelhetjük meg.

4.c ábra  
A 2007. évi  
csapadékösszeg  
a sokéves átlaghoz  
viszonyítva



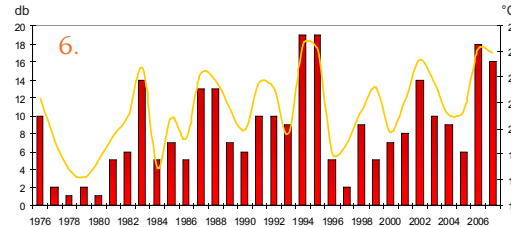
## Hőmérsékleti anomáliák a 2005-2007-es időszakból

A hűvös 2005-ös évben 5 hónap volt átlag alatti hőmérsékletű, ezek közül március  $1,8^{\circ}\text{C}$ -kal maradt el az átlagtól. A hónapon belül jelentős ingadozások voltak, hidegebb és melegebb időszakok váltogatták egymást. Voltak napok, melyek országos átlagban több mint 10 fokkal hidegebbek voltak a szokásosnál, de előfordultak olyanok is, melyek átlaghőmérséklete  $5-6$  fokkal meghaladta azt. Így a hónap egészében  $16-20$  napon süllyedt a hőmérő higanyszála a  $0^{\circ}\text{C}$  alá,  $3-10$  napon pedig fel sem engedett a fagy. Országos átlagban három zord napot is tapasztaltunk a hónapban, ami azt jelenti, hogy a napi minimumhőmérséklet  $-10^{\circ}\text{C}$  vagy annál kevesebb. Az utolsó melegedési időszak kezdete, 1976 óta csak 1987-ben volt ennél több zord nap márciusban, akkor 8 ilyen napot regisztráltunk.



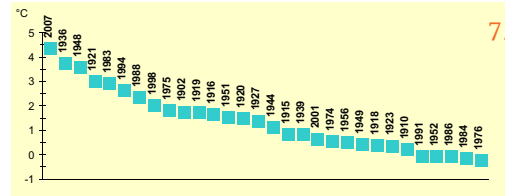
5.

lőan csak két évben (1994 és 1995) volt több hőségnap júliusban. A hónap folyamán többször rendelkeztek el hőségridót.



6.

2007 januárja globálisan és Magyarországon is a megfigyelések kezdete óta a legmelegebb január volt. A  $4,4^{\circ}\text{C}$ -os havi középhőmérséklet  $5,4^{\circ}\text{C}$ -kal haladta meg az 1971-2000-es átlagot, és megközelítette az általában magasabb februári értéket ( $4,6^{\circ}\text{C}$ ). Több, mint  $0,6^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb volt, mint a második helyre került 1936-os év hasonló hónapja. 2007 januárjában csupán 3 napon nem érte el a hőmérséklet a sokéves átlagot, de huzamosabb időn keresztül  $8-14^{\circ}\text{C}$ -kal meg is haladta azt, a maximális értékek  $15-17^{\circ}\text{C}$  fölé emelkedtek. A hónap közel felében sehol sem süllyedt fagypontra alá a hőmérséklet.



7.

A növekvő éves, évszakos hőmérsékletekben nem mutatkoznak meg azok a fagyhullámok, amelyek rövid időtartamuk miatt nem befolyásolják jelentősen a havi és évszakos középhőmérsékleteket. E jelenségek azonban egyre veszélyesebbek, mivel az általános melegedő tendencia

5. ábra  
A márciusi napi minimumhőmérsékletek sokévi országos átlaga (sárga görbe) és a 2005-ös március napi anomáliái (oszlopok) ( $^{\circ}\text{C}$ )

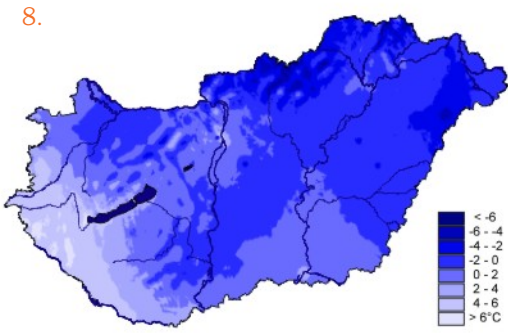
6. ábra  
A hőségnapok száma (piros oszlopok, bal oldali tengely) és a havi középhőmérséklet (sárga vonal, jobb oldali tengely) júliusban, országos átlagban

7. ábra  
A januári országos középhőmérsékletek rangsora, az első harminc érték az 1901-2007-es időszakból



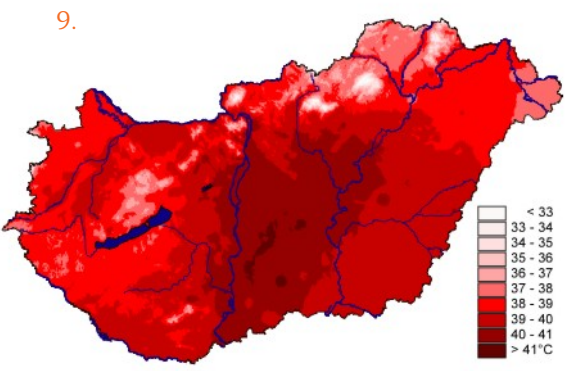
8. ábra  
A minimumhőmérséklet térbeli eloszlása 2007. május 2-án

miatt a vegetációs időszak előbb kezdődik, így a késő tavaszi fagyok egyre érzékenyebb fenofázisban, virágzás körül érik a növényeket. Sajnálatosan, 2007 májusában egy ilyen esemény zajlott le hazánkban. Annak ellenére, hogy mind az április, mind a május mintegy 2°C-kal volt az átlag fölött, és a tavasz az elmúlt 107 év második legmelegebb tavasza volt, hidegbetörések kétszer is komoly fagykárokat okoztak, elsősorban az ország keleti, északkeleti felében. Május 2-án északon és északkeleten a hőmérséklet -4, helyenként -6°C alá csökkent, ami ellen a fagyvédekezési módszerek már nem hatékonyak.



9. ábra  
A maximumhőmérséklet térbeli eloszlása 2007. július 20-án

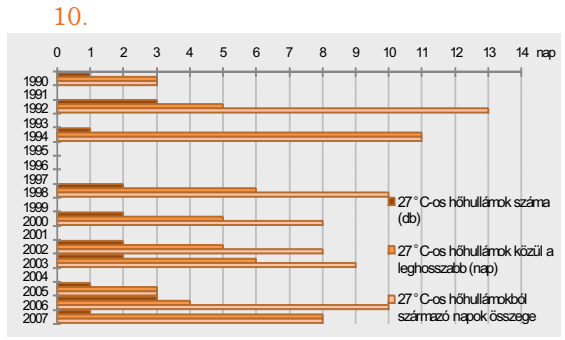
Ezek közül az egyikben, Kiskunhalason született meg a 41,9°C-os új abszolút melegrekord.



2007 júliusában egy hosszan tartó hőségperiódus sújtotta az országot. Nyolc napon keresztül, július 15. és 22. között a napi középhőmérséklet meghaladta a 27°C-ot Budapesten, de országszerte is nagyon magas hőmérsékleteket mértek ezekben a napokban. Nemcsak nappal volt nagyon meleg, hanem rendkívül magas minimumhőmérsékleteket is regisztráltak a hőhullám idején. 2006-ban három rövidebb, 3-4 napos hőhullám lépett fel, míg 2005-ben egy, 3 napig tartó forró periódus volt.

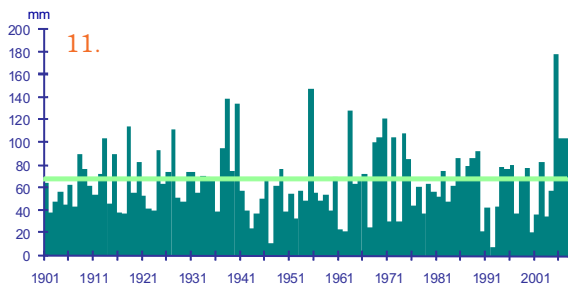
10. ábra  
A 27°C-ot meghaladó, legalább 3 napos hőhullámok jellemzői 1990-től Budapesten.

A 2007-es év nemcsak összességében volt az eddigi legmelegebb, az abszolút hőmérsékleti rekord is megdőlt ezen a nyáron. Július 20-án szinte mindenhol forró nap volt, azaz a napi maximum elérte a 35°C-ot, és még a legmagasabb területeken is meghaladta a 30°C-ot. A hőség különösen a Duna-Tisza-közét és a Tiszántúlt középső és déli részét sújtotta. Ezeken a részeken a hőmérséklet mindenhol 40°C közelében volt, jelentős területeken azt meg is haladta, sőt kisebb-nagyobb foltokban 41°C fölé is emelkedett.



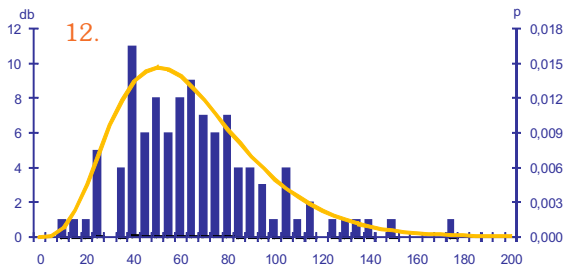
## Szélsőséges csapadékviszonyok

1901 óta 2005 augusztusa volt a legcsapadékosabb hónap. Általában nem az augusztus a legcsapadékosabb, május, június és július is megelőzi, a csapadék idő-és térbeli eloszlása azonban Magyarországon jelentős változékonyságot mutat. Így volt olyan augusztus, amikor alig esett eső, de a legtöbb is ebben a hónapban hullott. Ennek elsősorban az az oka, hogy a nyári időszakban a csapadék főként a helyi tényezőktől függ, jelentős részben konvektív eredetű, ami a csapadékhullás térbeli változékonyságát növeli. Az augusztusok idősorán jól látszik, hogy a 2005-ös maximum (178 mm) több, mint 30 mm-rel haladja meg a második legmagasabb összeget (1955, 146 mm).



11.

Az augusztusi havi csapadékösszegek országos átlagának gyakorisági eloszlása szerint a leggyakrabban 40 mm körüli csapadék hullik augusztusban, de

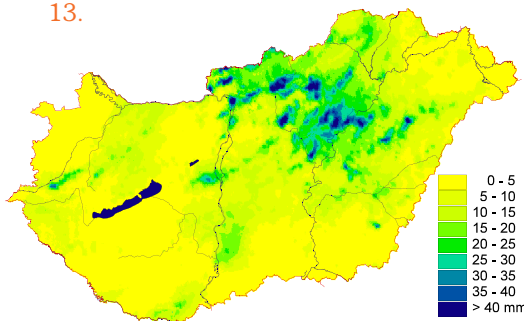


12.

gyakori a 60 mm körüli havi összeg is. A messze kiugró 178 mm-es augusztusi rekordérték valószínűsége nagyon kicsi: 0,00014. Az extrémumok eloszlásfüggvényének becsléséből adódóan átlagosan mintegy 660 évenként következik be ilyen esemény jelenlegi éghajlatunkban.

Az OMSZ-ban kifejlesztett MISH program képes különböző információforrásból származó adatok szintéziséből térképet szerkeszteni. Így pontosabban tudjuk a térbeli eloszlást modellezni, mintha csak egy mérőhálózat eredményeit használnánk fel. Erre jó példa 2006. július 27-e napi csapadékösszegének térképe, amelyet a felszíni mérőhálózat és radarmérés alapján készítettünk el. Az országos átlagcsapadék ezen a napon 8 mm volt, döntően 0 és 15 mm között ingadozott, de néhány helyen a 30-40 mm-t is elérte. Az ábra jól szemlélteti a nyári csapadékok helyi jellegét, illetve azt, hogy rövid idő alatt milyen nagy térbeli különbségek alakulhatnak ki. A 40 mm napi csapadék a havi átlagos csapadékösszeg több, nyáron ennek lehullása mégsem számít rendkívüli eseménynek. A térkép azt is jól mutatja, hogy az eső keletkezésében a hőmérsékleti viszonyokon kívül feltehetőleg a domborzat is szerepet játszott.

13.



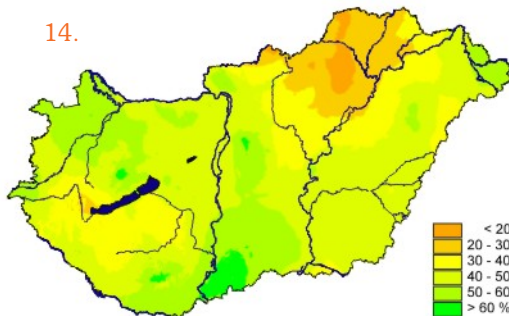
11. ábra  
Az augusztus havi országos csapadékösszegek idősora, 1901-2007

12. ábra  
Az augusztus havi országos csapadékösszegek gyakorisági eloszlása. A sárga vonal az illesztett gamma sűrűségfüggvény görbéje. A vízszintes tengelyen a havi csapadékösszeg mm-ben, a bal oldali függőleges tengelyen az adott intervallumba eső csapadékösszegű hónapok darabszáma, a jobb oldalin a valószínűségi értékek szerepelnek.

13. ábra  
A napi csapadékösszeg 2006. július 27-én

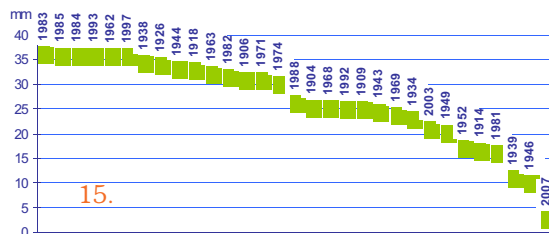
2006 ősze rendkívül száraz volt, az elmúlt 107 évben csak két, ennél szárazabb őszt fordult elő (1920 és 1986). Az ugyan nem ritka, hogy egy-két hónap az átlag alatt maradjon, de ezúttal a szeptember-október-november hónapok csapadéka egyenként is csak mintegy 40-50%-a volt a normálértéknek. A három egymást követő csapadékszegény hónap negatívan hatott a hidroszféra bioszférára. Egyes állomásokon az évszakos csapadék alig haladta meg az egyhavi, éghajlatilag legszárazabb hónapunk, a február csapadékát. Az évszakos csapadékmennyiség mindenütt a sokéves átlag kétharmada alatt maradt, a Bükk térségében a 30%-ot sem érte el.

14. ábra  
2006 ősze  
csapadéka az 1971-  
2000-es átlaghoz  
viszonyítva



15. ábra  
Az áprilisi  
csapadékösszegek  
rangora, az első  
harminc érték az  
1901-2007-es  
időszakból

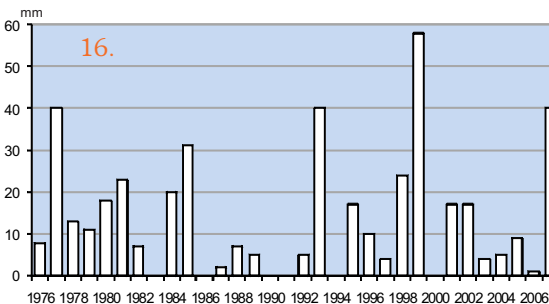
meghaladta a 10 mm-t, ez általában egy vagy két nap alatt hullott le kis kiterjedésű, helyi záporokból. A szárazság negatív hatásait növelte, hogy egy több hónapos meleg periódus után következett be, és ugyan a februári és márciusi csapadék az átlagot meghaladta, de 2006 ősze rendkívül száraz volt, így a különben nem túlságosan jelentős, egyhónapos csapadékhiány aszályhelyzetet idézett elő.



A 2007-es év hóban nagyon szegény volt. Ezt elsősorban az okozta, hogy az év elején, januárban és februárban, a nagy havazások várható idején, a hőmérséklet lényegesen magasabb, a csapadék pedig sokkal kevesebb volt a szokásosnál. Így fordulhatott elő, hogy 2007-ben az évi maximális hóvastagságot (40 mm) nem a téli hónapokban, hanem novemberben mérték Kékestetőn. Ez az érték az éves maximumokat tekintve nagyon alacsony, de a novemberi sorban kimagasló.

16. ábra  
Maximális  
hóvastagság  
Kékestetőn,  
novemberben, a  
legutóbbi  
felmelegedés  
kezdeté óta

2007 áprilisa nagyon száraz hónap volt, a mérések kezdete óta a legszárazabb április, ahogy ez az áprilisi havi összegek rangsor ábráján is látszik. A havi 2,4 mm-es csapadékösszeg jelentősen elmaradt a következő legszárazabb áprilistől (1946, 9,8 mm) A hónap szélsőségségét jelzi az is, hogy 1901 óta mindössze két olyan hónap fordult elő, amikor ennél kevesebb csapadék hullott, 1965 októberében (2,3 mm) és 1998 februárjában (1,8 mm). Az országos átlag egyik nap sem érte el az 1 mm-t, továbbá a hónap során 16 olyan nap volt, amikor sehol sem esett az eső. Elszórtan, néhány helyen a havi összeg

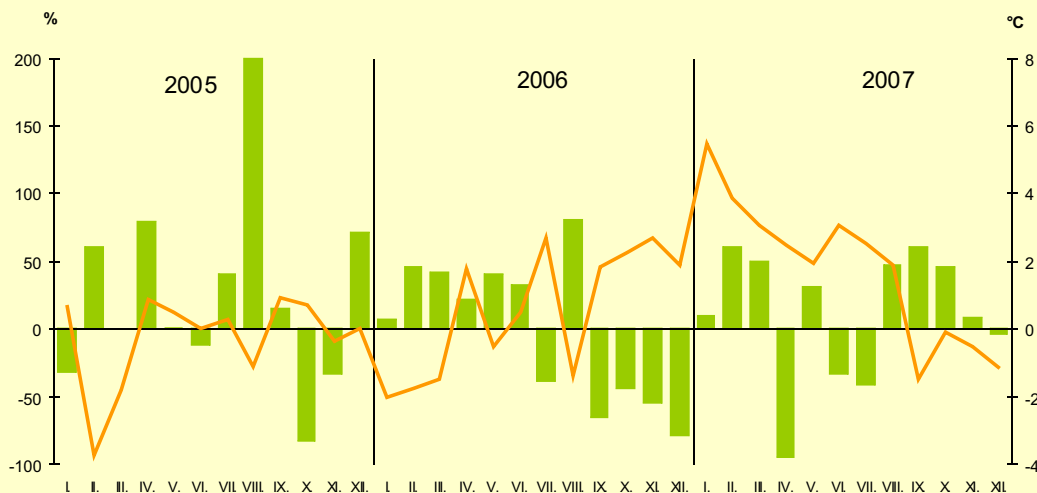


## A hőmérséklet és a csapadék együttes vizsgálata

A 2005-2007-es évek hőmérsékleti és csapadék-anomáliái jól tükrözik a kárpát-medencei éghajlat változatosságát. A három év ahhoz rövid, hogy tendenciára vonatkozó kijelentések születhessenek, legfeljebb az ellenőrizhető, hogy ez az időszak mennyire felel meg a jelen tudásunk szerinti elvárásnak. Mind a hőmérsékletben, mind pedig a csapadéokban szélsőséges értékek is előfordulnak. A hőmérsékletben a 2005-ös február  $3,6^{\circ}\text{C}$ -kal marad el a normától, míg a 2007-es január  $5,9^{\circ}\text{C}$ -kal haladja meg azt. Csapadék esetében a 2007-es április a 100%-os, teljes csapadékhiányhoz közelít, míg 2005 augusztusában háromszor annyi eső hullott, mint az 1971-2000-es évek ezen hónapjában átlagosan. A három év alatt előfordult egy hosszú meleg (2006 szeptemberétől 2007 augusztusáig) és egy valamivel rövidebb hideg (2005 novemberétől 2006 márciusig) periódus is. Ennek ellenére látható, hogy inkább a pozitív

hőmérsékleti eltérések uralkodnak, még akkor is, ha az időszak utolsó négy hónapja átlag alatti hőmérsékletű. A csapadék esetében ilyen egyértelmű következtetéseket nem lehet levonni.

A természeti rendszerek szempontjából nagyon kedvezőtlen, ha ugyanabban az időszakban a hőmérséklet az átlagtól vett pozitív, a csapadék pedig negatív eltérést mutat. Erre a legjellemzőbb példa 2006 ősze, illetve részben 2007 nyara. Igaz ugyan, hogy 2007 júliusában a csapadékhiány nem volt szélsőséges, de a korábbi hónapok forróságának és részben szárazságának a felhalmozódása a káros hatásokat nagymértékben fokozta. A nyári félévben, a csapadékosabb hónapokban többször fordul elő átlag alatti hőmérséklet, mivel csapadékos időben a besugárzás kisebb, mint derült időben, továbbá a napenergia jelentős része a csapadék elpárologtatására fordítódik, nem a felszín és a levegő felmelegítésére. Jól látszik azonban, hogy vannak meleg csapadékos hónapok is, amikor mindkét paraméter az átlag felett helyezkedik el.

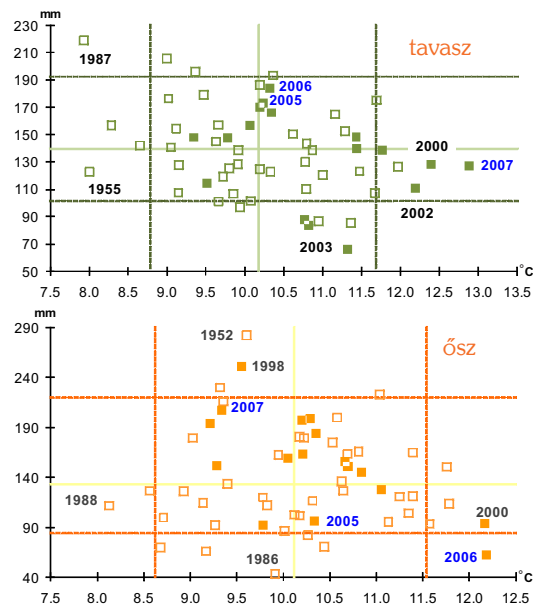


17. ábra A havi középhőmérsékletek és csapadékösszegek anomáliái, 2005-2007. Az értékeket az 1971-2000-es periódushoz viszonyítottuk. A baloldali tengely a havi csapadékösszegek eltérését, a jobboldali a hőmérsékletekét mutatja.

18. ábra  
Évszakos  
átlaghőmérséklet és  
csapadékösszegek  
együttes eloszlása a  
múlt század  
közepétől.  
A függőleges  
folytonos vonal a  
hőmérséklet, a  
vízszintes a  
csapadékösszeg  
1961-90-es átlagát  
jelenti. A szaggatott  
függőleges vonalak a  
hőmérséklet, a  
vízszintesek a  
csapadék 10 és 90%-  
os decilisei. Azok az  
szaggatott vonalakon  
kívül esnek, ritkán,  
legfeljebb 10%-os  
gyakorisággal  
következnek be. Az  
1951-1990-es időszak  
éveit üres  
négyzetekkel, a múlt  
század utolsó  
dekádjától kezdődő  
időszak éveit pedig  
teli négyzetekkel  
jelöltük.

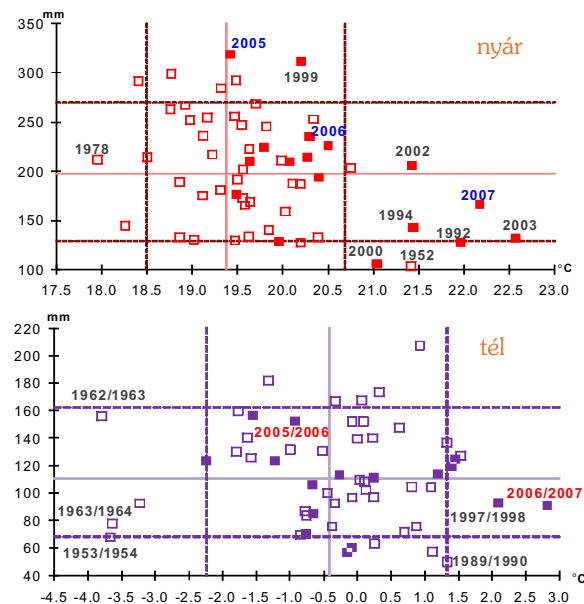
Egy meteorológiai eseményről átfogóbb képet alkothatunk, ha több paramétert együttesen ábrázolunk. Az alábbi évszakos ábrákon vízszintesen az időszak hőmérsékleti átlagait, függőlegesen pedig a csapadékösszegeit láthatjuk. Az egyes évek, évszakok jellegének pontosabb meghatározását teszi lehetővé, ha feltüntetjük az átlagot, az alsó és felső decilist, azaz az alsó és felső 10%-os gyakoriságú események értékeit, amelyek a szélsőségek tartományát jelölik ki. A decilisek meghatározásakor a teljes 1901-2007 időszakot vettük alapul.

Az utóbbi évek tavaszai inkább a meleg irányba tolódtak el, többségük az átlagosnál kissé csapadékosabb volt, de szélsőséges esetek csak a száraz oldalon találhatóak. 2007 itt is kiugróan a legmelegebb, sőt még a következő évek (2000 és 2002) is a közelmúltból kerültek ki. Mindhárom az átlagnál sokkal melegebb, de csak kissé szárazabb.



A leginkább melegedő és egyedüli nem szárazodó évszak a nyár. Az elmúlt évekből több csapadékos, sőt, szélsőségesen csapadékos is akad köztük. Az extrém meleg nyarak viszont mind 1991 óta következtek be, és ezek döntően szárazak vagy nagyon szárazak voltak. Az ősz a kevésbé melegedő évszakok egyike, amit jól mutat, hogy az elmúlt 17 év őszeinek hőmérséklete átlag körül alakult, kivéve azt a kettőt (2000 és 2006), ami az 1951-től terjedő időszakban a legmelegebb. A 2006-os meleg ősz rendkívüli szárazsággal is párosult, ugyanakkor 1991 óta az őszi csapadékösszeg is inkább meghaladja az 1961-1990-es átlagot, mint alatta marad.

Az utolsó 17 tél hőmérsékletének eloszlása viszonylag egyenletes, bár egyik sem volt nagyon hideg, és a többi is enyhén alakult. Hasonlóan, nem volt köztük nagyon csapadékos, de néhány nagyon száraz előfordult. A legutóbbi 2006/2007-es rekord meleg tél hőmérséklete jelentősen meghaladta az öt követő, 1997/1998-as értéket is.



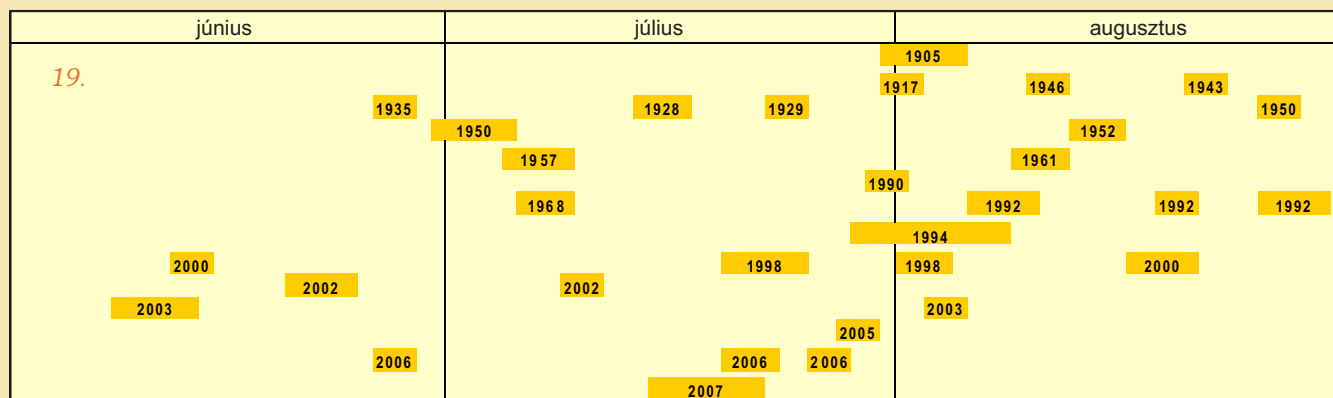
## A hőhullámok

Elsősorban az emberi szervezet, de a különböző élőlények, valamint a természetes és mesterséges környezet is érzékeny a szélsőséges hőmérsékletekre. Az élőlények komfortérzete a hőmérséklet mellett más meteorológiai tényezőktől is függ, ilyenek például a relatív nedvesség, szél, direkt sugárzás. Ezek közül meghatározó tényező a hőmérséklet. A hőség különösen megviseli a krónikus betegeket, időseket, de az egészséges ember szervezetét is.

A globális melegedés hatásai komplexen érvényesülnek. A különböző szélességeken élő emberek más és más hőmérsékleti tartományban érznek hőséget és hideget, így ezeket az értékeket minden régióban külön-külön meg kell határozni. A melegedő tendencia már tényként kezelhető, így mindenképpen fel kell készülnünk arra, hogy bár a jövőben is lesznek szélsőségesen hideg időszakok, de gyakoriságuk lecsökken, míg a szélsőségesen meleg periódusok gyakorisága megnő. Az extrém meleg szakaszokat hívjuk hőhullámoknak. Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) legújabb, 2007-es Negyedik Értékelő Jelentésében egyértelműnek minősíti a hőhullámok növekedését és gyakoribbá válását. A meleg napok és meleg éjszakák számában is további növekedést jelez előre a XXI. századra, magas megbízhatósággal. A meleg éjszakákon a pihenés feltétele nem biztosított, így azok nagyon megterhelik az emberi szervezetet, jobban, mint a nappali magas hőmérsékletek.

A változáshoz alkalmazkodni kell, aminek szükségességét különösen a 2003-as év forró nyara mutatta meg. Ezen a nyáron Európában a rendkívüli hőség több mint 1500 áldozatot követelt, más becslések szerint több tízezret.

Az alkalmazkodás egyik módja az egészségügyi veszélyjelzés bevezetése, az emberek nagy hőterhelésre való figyelmeztetése, ezekben az időszakokban egyes tevékenységek elkerülése (például a napozás), egyes tevékenységek gyakoribbá tétele (például folyadék fogyasztása). Magyarországon a hőségriadó életbe léptetésének feltétele, hogy három összefüggő napon az előrejelzett napi középhőmérséklet legalább 25°C legyen, a magasabb fokozat feltétele pedig, hogy három összefüggő napon legalább 27°C. Ilyen időszakok régebben is előfordultak, már 1905-ben is volt hőhullám Budapesten, szembeutón azonban, hogy az utóbbi időben rendszeressé vált az előfordulásuk. Az ábrán látható, hogy a nyári hónapok bármelyikében felléphet hőségperiódus. Az eddigi leghosszabb hőhullám 1994-ben volt, 11 napon keresztül 27°C felett volt a napi középhőmérséklet. A második leghosszabb ilyen hőségperiódust 2007 júliusában kellett elszenvednünk, ekkor 8 egymást követő napon elérte a napi középhőmérséklet a 27°C-ot. Az Országos Meteorológiai Szolgálat előrejelzései alapján az országos tisztifőorvos ekkor hivatalosan el is rendelte a harmadfokú hőségriadót, először a hőségriasztási rendszer fennállása óta.



19. ábra  
A harmadfokú  
hőségriadó  
feltételének  
megfelelő  
periódusok  
Budapestén az  
1901-2007  
időszakban

20. ábra  
A légköri szén-  
dioxid  
koncentráció  
(ppm) időbeli  
alakulása  
K-pusztán (KPU,  
1981-1999) és  
Hegyhátsál (HHS,  
1994-2007)  
mérései alapján

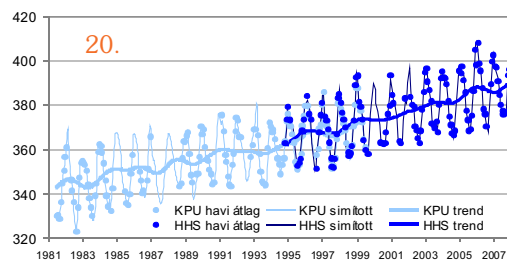
21. ábra  
A légköri metán  
koncentráció  
(ppb) időbeli  
alakulása a  
Hegyhátsálon  
mért adatok  
alapján

22. ábra  
A felszínközeli  
ózon  
koncentráció  
(ppb) időbeli  
alakulása a  
K-pusztán mért  
adatok alapján

## A fontosabb üvegházhatású gázok magyarországi koncentrációjának alakulása

A fő üvegházgázok koncentrációjának alakulására határozott évi menet jellemző, ami a vegetáció és a hőmérséklet változását követi. Ezért a méréseket az éves ciklusnak megfelelően simítottuk, illetve az éves értékeket polinomiális trendelemzéssel vizsgáltuk.

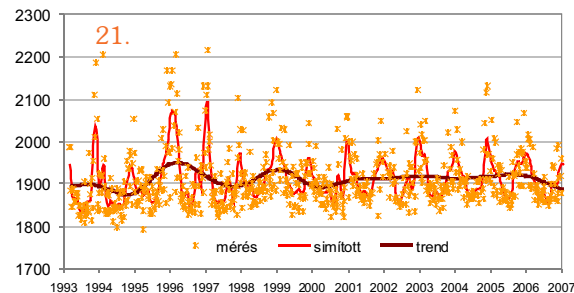
A légköri szén-dioxid koncentráció trendjének meghatározására hazánkban a k-pusztai és a hegyhátsáli mérések állnak rendelkezésre. A növekedési ütemben tapasztalható ingadozásokat az aktuális éghajlati viszonyokra érzékeny bioszféra időről időre erősen változó szénfelvétele okozza. A Magyarországon mért szén-dioxid koncentráció eltérése az északi félgömb átlagától



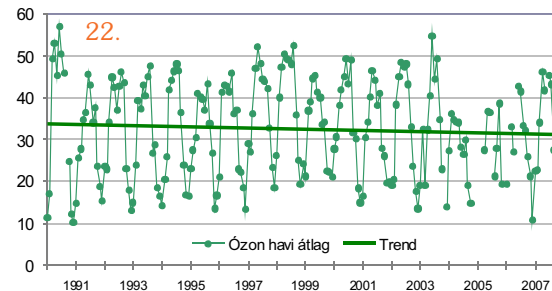
+ 2,5 ppm és + 6,2 ppm (milliomod térfogatrészt) között van, amit az európai antropogén források okoznak. Az elmúlt 26 évben a CO<sub>2</sub> légköri koncentrációja 13,7%-kal nőtt, 343 ppm-ről 390 ppm-re. Jelenleg csaknem 40%-kal haladja meg az ipari forradalom előtti szintet.

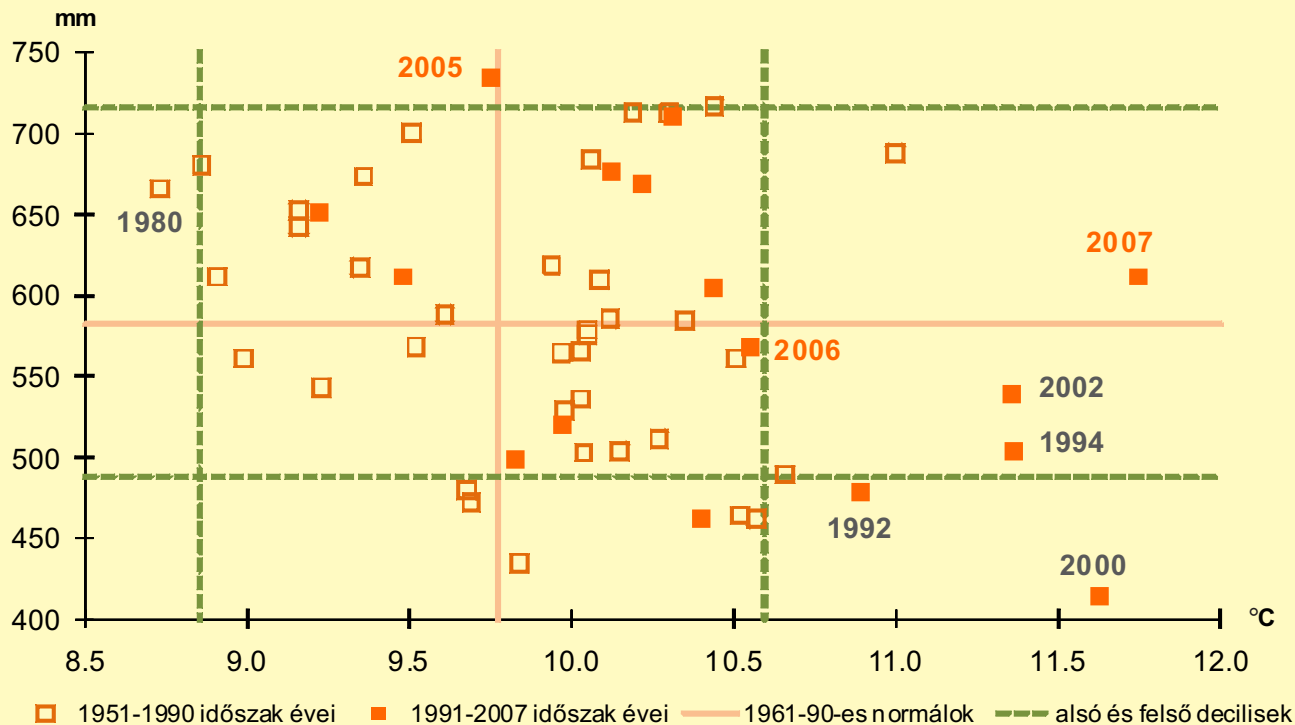
A szén-dioxid mellett a metán a második legfontosabb üvegházhatású gáz. Koncentrációjának meghatározása rendszeres (hetenkénti) mintavétellel, magyar-amerikai együttműködésben Hegyhátsálon történik. A metánkoncentráció a XX. század nagy részében egyre gyorsuló

ütemben nőtt, elérve az ipari forradalom előtti szint körülbelül két és félszeresét. A gyors növekedés (10-15 ppb/év) az 1990-es évek elejére ma sem tisztázott okokból lefékeződött, és azóta csak minimális növekedés tapasztalható. A magyarországi mérések az északi félgömb átlagánál mintegy 100 ppb-vel magasabb koncentrációt mutatnak, nagy valószínűséggel az európai antropogén források hatására.



A troposzférikus ózon másodlagos szennyezőanyag, azaz nem közvetlenül kerül a légkörbe, hanem az ott lévő szennyezőanyagokból fotokémiai reakciók során keletkezik. A troposzférikus ózon két lényeges negatív hatása, hogy egyrészt a szén-dioxid és a metán után a harmadik legfontosabb antropogén eredetű üvegházgáz, másrészt a városi szmog meghatározó szennyező gáza, amely mérgező, magas koncentrációkban légzési problémákat okoz. A k-pusztai adatokon végzett trendvizsgálat azt mutatja, hogy Magyarországon háttérkörülmények között a troposzférikus ózon koncentrációja nem változik lényegesen.





Az OMSZ-ról további információt az alábbi címen kaphat:

Országos Meteorológiai Szolgálat  
 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.  
 1525 Budapest, Postafiók 38.  
 Tel: 06-1-346-46-95  
 Fax: 06-1-346-46-69  
 Vposta: holicska.sz@met.hu  
 Web: <http://www.met.hu>

A kiadvány szerzői:  
 Bihari Zita, Lakatos Mónika,  
 Szalai Sándor, Szentimrey Tamás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a segítségért:  
 Ferenczi Zitának, Hursán Mihálynak  
 és Kövér Zsuzsának

Ezen kiadvány tartalmáról több információt az alábbi címen kaphat:

Országos Meteorológiai Szolgálat  
 Éghajlati Osztály  
 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.  
 1525 Budapest, Postafiók 38.  
 Tel: 06-1-346-46-24  
 Fax: 06-1-346-46-87  
 Vposta: szalai.s@met.hu  
 Web: <http://www.met.hu>