

# ACÉLSZERKEZETEK

Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association



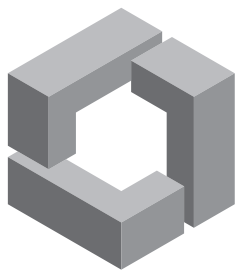
## **HELYÉN A ZÁRÓTAG!**

*Az 51. merevítőtartó egységet  
2008. június 12-én emelték be  
a Megyeri Duna átkelő  
két oldalról épülő ferde-  
kábeles hídjának közepére*

(fotó: Domonkos Zsolt)

## **A TARTALOMBÓL:**

- *Befejezés előtt az M0 autópálya Északi Duna-hídjának építése*
- *Egyhajós daruzott ipari csarnok acélszerkezetének tervezése*
- *Gázok, gázkeverékek gyártása és biztonságos alkalmazása (2. rész)*
- *Csavarozott kapcsolatok tervezése (2. rész)*
- *Kiállítási csarnok tervezése*
- *Emlékezés a Kossuth hídra*
- *Szélerőmű tartószerkezetének tervezése*



# KESZ

■ Érték a térben



# STABILAN

Ahhoz, hogy egy létesítmény, egy technológiai berendezés jó minőségben megépüljön elengedhetetlen a kiváló, minden igénynek megfelelő acélszerkezet. Ennek az alapelvnek megfelelően alakítottuk ki világszínvonalú acélszerkezeti gyártókapacitásunkat.



## MEGBÍZHATÓ SZERKEZET - STABIL KAPCSOLAT

KÉSZ KÖZÉP-EURÓPAI  
ÉPÍTŐ ÉS SZERELŐ KFT.  
6000 Kecskemét, Izsáki út 6.  
tel.: 76/515-262, fax: 76/515-298  
e-mail: [kesz@kesz.hu](mailto:kesz@kesz.hu)  
[www.kesz.hu](http://www.kesz.hu)



## TÁJÉKOZTATÓ AZ ELNÖKSÉGI ÜLÉSRŐL ÉS A KÖZGYŰLÉSRŐL

A MAGÉSZ elnöksége 2008. március 26-án az *MSc Kft.-nél* tartotta ülését. Az ülést *Markó Péter elnök* vezette. Az elnök a MAGÉSZ közgyűlését 2008. április 16-ára hívta össze, ahol elfogadásra került az elnökség beszámolója, az elmúlt év pénzügyi beszámolója és mérlege, valamint az idei költségvetés, a tagdíj mértéke, a munkaterv, továbbá megválasztottuk az új tisztségviselőket, akiknek mandátuma 2008. szeptember 29-étől érvényes. A közgyűlésen adtuk át a „Diplomadíj”-at.

A közgyűlés egyéb kérdéseket is tárgyalt.

### I. TÁJÉKOZTATÓ AZ ELNÖKSÉGI ÜLÉSRŐL

#### ► A közgyűlés előkészítése, munkaterv elfogadása

Az előző elnökségi ülésen megvitattott és kiegészített „MUNKATERV 2008” tervezetet az elnökség elfogadta és azt a közgyűlés elé terjeszti.

#### ► A 2007. évi beszámoló és mérleg elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése

A MAGÉSZ 2007. évi tevékenységéről készült beszámolót az elnökség megvitatta és a közgyűlés elé terjesztésre megfelelőnek ítélte, a pénzügyi gazdálkodásról készült beszámolóval és a mérleggel együtt. Szövetségünk a 2007. pénzügyi évet pozitív eredménnyel zárta.

#### ► A 2008. évi tagdíj mértékére javaslat

Az elnökség azt javasolja és terjeszti a közgyűlés elé, hogy a két éve nem módosított tagdíjat a tagvállalatok vonatkozásában az éves átlagos infláció (2x8%) alatti mértékben, 10%-kal emeljük.

#### ► A 2008. évi költségvetés elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése

Az elnökség a MAGÉSZ 2008. évi költségvetését **23 700 E Ft bevétellel és 19 754 E Ft kiadással** javasolja elfogadni a közgyűlés részére.

#### ► Tisztségviselők választásának előkészítése

A jelölőbizottság nevében *Berényi László*, a jelölőbizottság elnöke tájékoztatta az elnökségi ülés résztvevőit.

Minden tagunktól levélben kértek véleményt, és a beérkezett javaslatok eredményét terjesztik a közgyűlés elé.

#### ► Nívódíj pályázat értékelése

A pályázati felhívásban megjelölt 2008. február 29-i beadási határidőig egy darab pályamű érkezett.

**SPECIÁLTERV Kft. – COLAS Dunántúl Zrt.: Ferihegyi megállóhely gyalogos felüljáró**

Az Év Acélszerkezete Nívódíj szabályzatában rögzítettek szerint a bírálóbizottság a beérkezett pályaművet értékelte. *Az elnökség megvitatta a pályázatot és úgy döntött, hogy az idén nem ad ki Nívódíjat.*

#### ► Diplomadíj pályázat értékelése

*A pályázati felhívásra 2008. február 29-éig beérkezett diplomamunkák:*

##### **Egyetemi kategória:**

**Ungvárai Ádám:** Szélerőmű tartószerkezetének tervezése – BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék

**Zsíros Róbert:** Kiállítási csarnok tervezése – BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék

##### **Főiskolai kategória:**

**Kis Sándor:** HSZT 70 m<sup>3</sup> tranzit-tartály szilárdsági méretezése, különös tekintettel a tűzvédelemre, ill. gyártásra – Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

**Murger Tamás:** A beesztett törzsű közúti portál acélszerkezetének gyártás-előkészítése – Dunaújvárosi Főiskola, Gépészmérnöki szak Mechanika-Fémszerkezeti Tanszék

## TARTALOM CONTENTS

Szövetségi hírek .....	1
Association News .....	1
Statistikai jelentés – 2007 összesítés ...	6
Hírek .....	6
News .....	6
A Pentele híd alkotóinak elismerése ....	7
Horváth Adrián Széchenyi-díjas .....	8
Bácskai Endréné a Korányi-díj kitüntetettje .....	9
Befejezés előtt az M0 autópálya Északi Duna- hídjának építése – Hegesztési munkák a gyártás és szerelés során .....	10
Before Finishing the Building of the North Danube-Bridge at Semi Motorway M0 – Welding during the Manufacturing and Erection .....	10
Dr. Domanovszky Sándor 75 éves .....	18
Rempert Zoltán 85 éves .....	19
Egyhajós daruzott ipari csarnok acélszerkezetének tervezése .....	20
Planning The Steel Construction of a Craned, One-Aisle Industrial Hall ....	20
Gázok, gázkeverékek gyártása és biztonságos alkalmazása hegesztés- és rokon technológiákhoz (2. rész) (Szakmai nap a Linde Gáz Magyarország Zrt.-nél) ....	32
Production and Safety Application of Gases and Gas Mixtures to Welding and Related Technologies (2. part) (Workshop at Linde Gáz Magyarország Zrt.) .....	32
Csavarozott kapcsolatok tervezése az EUROCODE 3 alapján – egyszerűsített módszerekkel (2. rész) .....	38
Simplified Methods for Design of Bolted Connections by EUROCODE 3 (part 2) .	38
Kiállítási csarnok tervezése .....	46
Design of an Exhibition Hall .....	46
Emlékezés a Kossuth hídra .....	52
In Memoriam Kossuth Bridge .....	52
Szélerőmű tartószerkezetének tervezése .....	56
Designing the Structural Frame of a Wind Power Plant .....	56
Acél- vagy betonhíd .....	62
Épül Az M0 körgyűrű Északi Duna-hídja – Fényképes beszámoló a MAGÉSZ szakmai napjáról .....	64
HALÁSZ OTTÓ emlékülés .....	70
Kopaszálló lemezek és anyagok felhasználása a Castolin-Cromatik acélszerkezeti gyártmányoknál .....	72
EWM-forceArc® Egy hatékony eszköz MIG-MAG-hegesztéshez .....	74
Nagy teljesítményű hegesztés: divatos szóhasználat, négy alternatíva .....	78
Számok, hidak, kiállítások .....	82
Numbers, Bridges and Exhibitions .....	82
„Szemcseszórási berendezések és szóró- anyagok” szimpózium az ABRAZIV Kft. rendezésében .....	84
KÉSZ hírek .....	88

**Vincze Tamás:** Egybajós daruzott ipari csarnok acélszerkezetének tervezése – Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar Szerkezetépítési Tanszék

A beérkezett pályaművek közül – a bírálóbizottság értékelése alapján – az elnökség az első helyre értékelte **Ungvárai Ádám, Zsíros Róbert és Vincze Tamás diplomamunkáját.** Az egyetemi kategóriában kivételesen két első díjat ítelt oda az elnökség a kiemelkedő színvonalú pályázatokért. A kitüntetettek folyóiratunkban bemutatják diplomamunkájukat (lásd 56., 46. és 20. oldal).

#### Tagfelvétel

Tagfelvételét kérte: **WEINBERG '93 Építőipari Kft.** (3950 Sárospatak, Malomkőgyár u. 7.), ügyvezető igazgató: Derczó István.  
Az elnökségi a kérelmet elfogadta.

#### Kilépés

**Virányi Viktor** egyéni tag (2004. évi diplomadíjas) 2008.02.15-i levelében közölte, hogy tagságát felmondja, mi-

vel idő hiányában nem tud részt venni a szövetség munkájában.

**Dr. Koppány Imre** főiskolai docens (Dunaújvárosi Főiskola) egyéni tag, 2008.03.03-i levelében tagságát felmondta, mivel nyugdíjba vonult.

#### Képviselő-változás

A **CROWN International Kft.** értesítette szövetségünket, hogy 2008.01.01-jétől a céget Németh Endre helyett **Makk Piroska ügyvezető igazgató** képviseli.

#### Statisztikai jelentés

(lásd 6. oldal)

#### Nívódíj-szabályzat módosítása

Az elnökség megvitatta a szabályzatot valamint a korábbi elnökségi ülés javaslata alapján elkészített módosítást és úgy döntött, hogy azt ismételtén át kell dolgozni és a következő elnökségi ülés elé terjeszteni.

#### Rendezvények

• április 22. **MO Duna híd látogatása**

• április 15. „**Újpesti vasúti híd átépítése**” konferencia

• **Dr. Seregi György tájékoztatása** a novemberi, közösen rendezendő konferencia témájára:

1. Raktárépítéset (Logisztikai Egyesülettel közösen)

2. Nagyméretű zárt szelvények felhasználása az acélepítészetben (csőkapcsolatok, az anyagok is eltérőek a vékony falúaktól)

A **MAGÉSZ elnöksége úgy foglalt állást, hogy a közösen rendezendő konferencia témájának az első pontban jelzett javaslatot támogatja.**

• **Dr. Jármai Károly** egyetemi tanár jelezte, hogy az októberi „Tűzvédelmi Konferenciát” a Miskolci Egyetem szeretné a **MAGÉSZ-szel** együtt rendezni. Az elnökség a javaslattal egyetért.

#### Az MSc Kft. tájékoztatása

Az MSc Kft.-ről általános tájékoztatást Földi András ügyvezető igazgató és Duma György műszaki igazgatóhelyettes tartott az elnökség részére.

## II. TÁJÉKOZTATÓ A 2008. ÁPRILIS 16-I KÖZGYŰLÉSÉRŐL

#### Az elnökség beszámolója

**Markó Péter** elnök tartotta az elnökség beszámolóját:

*Tisztelt Tagtársaink,  
kedves Megbívottak,  
Hölgyeim és Uraim!*

*Ismételtén eltelt egy év az immár második ötéves ciklusát eredményes munkával kitöltő szövetségünk életéből.*

*Tekintettel arra, hogy a 2007-es év értékelését, a most már hagyomány-nyá váló – decemberi elnökségi üléssel egybekapcsolt – évzáró rendezvényünkön elemeztük, most csak címszavakban emlékeznék meg a tavalyi esztendő szövetségünket érintő eseményeiről.*

- *Megállapíthatjuk, hogy szövetségünk a nebezdedő gazdasági környezetben is eredményesen gazdálkodva működött. Sikeriült kompenzálni a tavalyi év veszteségét és a konferencia bevételeiből némi pluszforrásunk is maradt.*
- *Sikeresen bővítettük tagjaink körét a szakmában tevékenykedő több tervezőirodával.*
- *Szakmai kiadványunk, az „Acélszerkezetek”, súlya tovább nőtt, miután növekedett az opponált cik-*

*kek közlése, így egyre nagyobb érdeklődésre tart számot. Kivitele pedig, nyugodtan állíthatom, felveszi a versenyt a legnívósabb európai szaklapokkal is. Ebben a sikerben elévülhetetlen érdemei vannak títkáruknak, Csapó Ferencnek, kinek munkájáért az elnökség nevében ismételtén szeretnék köszönetet mondani.*

- *Rendezvényeinket az elfogadott munkaterv szerint tartottuk, így a hagyományoknak megfelelően elnökségi üléseinket negyedévente egy-egy tagvállalatunk munkájának megismerésével egybekapcsolva, kibehelyeztetten tartottuk. Így 2007-ben elnökségi ülés volt: a KÖZGÉP Rt.-nél, a KÉSZ Kft.-nél és a RUTIN Kft.-nél, valamint az évzárót itt az MVAE-nél tartottuk.*
- *Támogattuk az ECCS 14 nyelvű mérnöki szakszótár terjesztését, melyet minden tagunk ingyenesen megkapott.*
- *2007 kiemelkedően sikeres eseménye volt az immáron teljesen önállóan, szövetségünk által rendezett májusi, IX. Acélfeldolgozási és Acélepítési Konferencia. Az ott elhangzott hazai és külföldi előadások színvonala az előző évekhez hasonlóan igen magas volt, arról*

*nem is szólva, hogy lehetőséget teremtett a szakma képviselőinek – a napi termelési gondok között oly ritkán adódó – személyes beszélgetésre, tapasztalatcserére is.*

*Bebizonyosodott, hogy szövetségünk, hasonlóan az osztrák és német szövetségekhez, önállóan is képes két évente magas színvonalú szakmai konferenciát rendezni. Az érdeklődés mértéke miatt a 2009-es konferencia helyét a hagyományos Dunaújvárosból valószínűleg*



Markó Péter elnök beszámolóját tartja





nagyobb befogadású helyszínre kell áttelepítenünk.

- **Tagvállalataink aktivitásának köszönhetően igen színvonalas volt a Könnyűszerkezeti Szövetséggel – ALUTÁ-val – közösen, ősszel tartott XI. Fémszerkezeti Konferencia is.**
- **Nagy érdeklődésre tartott számot és igen pozitív visszhangja volt az őszi Hegesztéstechnológiai Anketünknek is.**
- **Jelentős számú érdeklődő kollégánkat tudtunk vendégül látni a dunaiújvárosi Pentele és a budapesti Megyeri Duna-bidak látogatásai során.**
- **Hosszan tartó lefelé ívelés után, nem kis részben az egyetemeken dolgozó tagjaink munkájának köszönhetően, idén rendkívül színvonalas pályamunkák érkeztek a szövetségünk által megbírdetett „Diplomadíj” pályázatra. Ennek elismeréseként, másodízben, két első díj kiadását szavazta meg elnökségünk.**

Az eredményeken túl nem szabad elhallgatni munkánk gyengeségeit sem:

- **Folyamatos tagtoborzó akciók ellenére sem sikerült taglétszámunk lényeges emelése. Jelen pillanatban 24 tagvállalatunk, 25 egyéni tagunk, 3 tiszteletbeli és 7 pártoló tagunk van. Lényeges feladat, hogy meglévő tagvállalataink – gazdasági kapcsolataikon keresztül – fejtsenek ki tagtoborzó munkát partnereiknél a szövetségbe történő belépés ösztökélésére. Különösen lényeges lenne, a sok száz alvállalkozó külső cég bekapcsolódása szövetségünk életébe, hiszen ezáltal is biztosítható lenne az oly lényeges műszaki, szakmai színvonal növelése.**
- **Nem hallgathatom el, hogy kifejezett szakmai kudarcnak tekintem**

a tagvállalatok érdektelenségét a 2007. évi Nívódíj pályázata iránt. Így fordulhatott az elő, hogy másodszor megalapítása óta, díjazható pályázat biányában, idén nem tudjuk kiadni ezt a megtisztelő elismerést.

Szervezeti életünk egyéb kérdéseiben a közgyűlés további napirendi pontjaiban adunk részletes tájékoztatást. Szeretném azonban kibaszni az alkalmat, hogy néhány szóval elemezzem a tavalyi év gazdasági folyamatait:

- **Nem vitás, 2007. évben 2006-tal összevetve, folytatódott szakterületünkön a felívelés.**
- **Jól jellemzik ezt a tagvállalatok által beküldött statisztikai elemzésből levonható következtetések, miszerint pl. a gyártás mennyisége forintban 18,5%-kal, tonnában 5%-kal nőtt. Ebből persze levonható az a következtetés is, hogy a piac gyakorlatilag csak az alapanyagár-növekedést ismerte el. A helyszíni szerelési teljesítmény csökkenése egyrészt a nagy folyami hidak elkészülését, másrészt a szakág export felé fordulását jelzi.**
- **A petrokémiai nagyberuházások újraindulásával és az export miatt növekedett az ipari szerkezetek gyártási volumene 49,5%-kal, és nem látványosan, de növekvő tendenciát mutat az acél csarnok-szerkezetek gyártási volumene is 10,4%-kal.**
- **A hazai beruházási piac lanybulását jól jelzi, hogy az egyéb mérnöki szerkezetek piacán mintegy 34%-os csökkenés volt.**
- **A műszaki tervezés területén látványos emelkedésnek, több mint ötszörös teljesítménynek lebettünk tanúi. Ez nyilván magában bordoz-**

za a tervezőirodák közötti alvállalkozásokból eredő duplikációkat is, de reményt adhat arra is, hogy az erősen csökkenő beruházási kedv csak átmeneti állapotot tükröz, és most folyik a következő ciklusra való felkészülés.

- **A tavalyi évben, szolid emelkedéssel és biztonságos szállítási határidőkkel számíthatóvá vált az alapanyagpiac. Ez ma már természetesen a szép álmok kategóriája, de ennek a tragikus folyamatnak értékelése a jövő évi találkozónk napirendi pontja lesz.**
- **2007-ben a kormányzati ígéretések ellenére iparágunkban nem javult a fizetési fegyelem és tovább nőtt a (körbe)tartozás mértéke. A késedelmes fizetésekkel járó felszámolási fenyegetést kevés vállalat használja ki, hiszen szinte biztos, hogy a felszámolásból semmi esélye nincs követelése behajtására.**
- **Az iparágunkat közvetlenül érintő, és időközben már módosított fordított áfát bevezető törvény a könyvelésen kívül a szerződéseknél is hatalmas káoszt okozott. Jellemző, hogy ma Magyarországon az APEH sem tudja megmondani, hogy egy jelentős értékű különbözettel bíró gyártási-szerelési szerződés melyik (fordított vagy egyenes) áfa-körbe tartozik-e!**
- **A forint átmeneti gyengülése némi fellélegzést hozott az exportöröknek, akiket az energia- és egyéb gyártási költségek folyamatos emelkedése továbbra is sújt. Ez a kurzus-növekedés azonban csak átmeneti volt, és az irracionális folyamatok visszatértek. A gazdasági növekedést súlyosan veszélyeztető jegybanki alapkamat-emelés irreálissá teszi a tulajdonosok esetleges befektetési elképzeléseit.**

Tisztelt Hallgatóság!

Elnökségünk a fenti összefoglalóval kívánta Önöket tájékoztatni a 2007-ben végzett munkánkról, és egyben felkérni mindazon tagvállalatunkat, aki be szeretné mutatni tevékenységét elnökségünknek, jelezze azt titkárunk felé, és ígérem, előbb-utóbb elnökségi ülés keretében sort kerítünk meglátogatásukra.

Ezen rövid összefoglalóm után engedjék meg, hogy eredményes munkát kívánjak szövetségünk közgyűlésének minden résztvevőjének!

Köszönöm figyelmüket.



A közgyűlés résztvevői

### ► A 2007. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása

A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a szövetség 2007. évi gazdálkodásáról készített beszámolót és a 2007. évi egyszerűsített mérleget 8 824 E Ft mérleg-fösszeggel, valamint 1 600 E Ft adózás előtti, ill. mérleg szerinti eredménnyel.

### ► 2008. évi munkaterv jóváhagyása

A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a MAGÉSZ 2008. évi munkatervét.

### ► A 2008. évi tagdíj megállapítása

Tagdíjfizetési rendszerünk jónak bizonyult. A mértékén 2006-ban változtattunk és jelenleg is ez van érvényben, mivel 2007-ben nem történt módosítás. Az elnökség azt javasolja és terjeszti a közgyűlés elé, hogy az infláció hatását (8+8%) csak részlegesen vegyük figyelembe, és csak 10%-kal emeljük meg a tagdíjat és csak a tagvállalatoknak. Ennek megfelelően tartalmazza a kiosztott melléklet az idei tagdíjakat.

#### Hozzászólások:

**Tarány Gábor:** A következő napirendben tárgyalandó költségvetés anyagából látható, hogy a tervezett tagdíjbevételek közel felének megfelelő nagyságú tartalékot kívánunk tervezni. Ezt túlzottnak tartja és ennek figyelembevételével megfontolásra javasolja a tervezett tagdíjemelést.

**Molnár Zoltán:** Nem tartja helyénvalónak, hogy az elnökség ilyen magas tartalék fölött döntsön, és a tagdíjemelést semmi sem indokolja.



Balról: Tarány Gábor ügyvezető igazgató – DAK Acélszerkezeti Kft, Molnár Zoltán vezérigazgató – Molnár Zrt., Berényi László a MEISER Ferroste Kft. ügyvezető igazgatója

A hozzászólásokat az elnök válaszolta meg.

A közgyűlés két ellenszavazattal és egy tartózkodással elfogadta a tagdíj összegére tett javaslatot, mely szerint a 2008. évi tagdíj:

**Tagvállalatoknak az előző év nettó árbevételének függvényében:**

500 M Ft alatt a tagdíj	165 E Ft;
500–1000 M Ft között	220 E Ft;
1000–2000 M. Ft között	385 E Ft;
2000–4000 M Ft között	440 E Ft;
4000 M Ft felett	550 E Ft

**Egyéni tagoknak:** 12 000 Ft/év,

**Nyugdíjasoknak:** 6 000 Ft/év,

**Pártoló tagoknak:** 150 000 Ft/év.

– Az év közben be- illetve kilépők időarányosan fizessék a tagdíjat.

– A 2008. második félévi tagdíj befizetése 2008. július 31-ig történjen meg.

### ► A 2008. évi költségvetés elfogadása

A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a MAGÉSZ 2008. évi költségvetését, 23 700 E Ft bevételi és 19 754 E Ft kiadási összeggel.

### ► „Az Év Acélszerkezete Nívódíj” pályázat értékelése

Az elnök ismertette az elnökség állásfoglalását, mely szerint a beérkezett egy darab pályamű áttanulmányozását követően úgy döntött, hogy nem adunk ki az idén Nívódíjat.

### ► „Diplomadíj” átadása

Az idén három fiatal mérnök részesült Diplomadíjban:

**Ungvárai Ádám (BME),  
Zsíros Róbert (BME),  
Vincze Tamás (Széchenyi István Egyetem)**



Vincze Tamás diplomadíjas mérnök (Széchenyi István Egyetem)



Ungvárai Ádám diplomadíjas építőmérnök (BME)



Zsíros Róbert diplomadíjas építőmérnök (BME)





A díjat a MAGÉSZ elnöke adta át, egyben köszönetet mondott a többi pályázónak is az értékes pályaművéért.

#### ► Tisztségviselők választása

A jelenlegi tisztségviselők mandátuma 2008. szeptember 29-én lejár, ezért a közgyűlésnek új tisztségviselőket kell választania. Az elnökség úgy döntött, hogy **a választást a mai közgyűlésen bonyolítjuk le, de az új tisztségviselők mandátuma csak 2008. szeptember 29-én kezdődik.**

A szavazatszámoló bizottság elkészítette a szavazólapokat, majd a tagok leadták szavazatukat. Az urna felnyitása után a szavazatszámoló bizottság elnöke ismertette a szavazás eredményét.

#### A közgyűlés

25 szavazattal Markó Pétert a szövetség elnökének  
25 szavazattal Dr. Csapó Ferencet a szövetség titkárának,  
19 szavazattal Aszman Ferencet elnökségi tagnak  
19 szavazattal Csobány Antalt elnökségi tagnak,  
24 szavazattal Dr. Dunai Lászlót elnökségi tagnak  
21 szavazattal Földi Andrászt elnökségi tagnak,  
21 szavazattal Németh Miklóst elnökségi tagnak,  
25 szavazattal Papp Zoltánt elnökségi tagnak,  
18 szavazattal Tarány Gábort elnökségi póttagnak **megválasztotta.**

#### A közgyűlés

23 szavazattal Balogh Lászlót  
24 szavazattal File Miklóst

23 szavazattal Kerülő Sándort  
24 szavazattal Mátyássy Lászlót  
23 szavazattal Pál Gábort **etikai bizottság tagjává megválasztotta.**

**Az új tisztségviselők mandátuma 2008. szeptember 29-én kezdődik.**

#### ► Egyebek

**Tízéves a MAGÉSZ.** 1998. szeptember 29-én alakultunk. A megemlékezést az elnök tartotta:

## 10 ÉVES A MAGÉSZ

Tíz éve, 1998. szeptember 29-én gyűltünk össze mi, szakmabeliek Dunaujvárosban Keresztes Lászlónak, a DUNAFERR Rt. vezérigazgató-helyettesének meghívására – mintegy fél-éves előkészítő munka után – és határozottuk el, hogy megalapítjuk a „Magyarországi Acélszerkezet-Gyártók-Építők Szövetségét”, a MAGÉSZ-t. Fél év elég volt a szervezéshez, hiszen az alapítók részéről régebben megfogalmazódott a gondolat egy szakmai, érdekvédelmi szervezet létrehozására. A szakma művelői – tervezők, gyártók, építők – hivatalos és nem hivatalos találkozókon ennek erőteljesen hangot is adtak.

Az alapító dokumentum aláírói, a 29 tagvállalat pontosan mérte fel saját helyzetét az egyre élesedő piaci versenyben. Bár egymásnak konkurenciái vagyunk, de összefogással egymás segítői lehetünk.

Az azonos szakmájúak tömörülése, egymás keresése szinte egyidős az iparral és ma már minden – magára valamit adó – szakterület létrehozta a saját szövetségét, egyesületét.

Mi is ezért léptünk és gondoltuk úgy, hogy ne más szakmai tömörülés egyik alszervezete legyünk, hanem – mint ahogy azt a szakma szeretete és tisztelete megkívánja – egy önálló, bíróság által jegyzett szakmai szövetség.

A tíz év gyorsan eltelt, és az alapítók közül néhányan lemorzsolódtak, amelynek szinte kizárólagos oka a felszámolás vagy beolvadás. Közben újak jöttek. Időközben a szövetség kibővült egyéni és pártoló tagokkal. **Jelenleg 59-en vagyunk.**

Az alapítást követő évben, 1999-ben már megjelentettük első újságunkat a „MAGÉSZ Hírlevelet”-et, mely később a „MAGÉSZ Acélszerkezetek” címmel negyedévente megjelenő folyóirat lett. Sikeres, jó színvonalú, nagy érdeklődésre számot tartó kiadvány, amely szakmánkat méltóképpen reprezentálja.

Első szakmai konferenciánkat 1999 májusában rendeztük tagjaink jelentős részvételével. Frissen alakult szövetségünk számára nagy megtiszteltetés volt, hogy elfogadta meghívásunkat és előadást is tartott Udo Müller, a Német Acélepítési Szövetség (DSTV) alelnöke és Ludwig Burgholzer, az Osztrák Acélepítési Szövetség (ÖSTV) elnöke.

Acélszerkezeti konferenciákat azóta is rendszeresen szervezünk, ahol lehetőség van szakembereink számára, hogy kicseréljék tapasztalataikat és személyes kapcsolatokat alakítsanak ki.

1999. december 8-án szövetségünk a kiemelkedő szakmai színvonalon megvalósult acélszerkezeti termékek, építmények alkotói (tervezők, gyártók, kivitelezők) részére szakmai díjat alapított: „Az év Acélszerkezete Nívódíj” néven.

A díj erkölcsi elismerés, melyet pályázattal lehet elnyerni.

Az első pályázati felhívásunkra 12 pályamű érkezett be, és az első díjat a KÉSZ Kft. „MATÁV Székbáz acélszerkezete” című pályázata nyerte el.

Fenti időpontban szövetségünk egy másik díj alapításáról is döntött, és megalapította a „MAGÉSZ Acélszerkezeti Diplomadíj”-at.

A MAGÉSZ a diplomadíj alapításával a mérnökképzést, a szakmai utánpótlást kívánja segíteni, amelyet alapszabályában is rögzített.

A pályázatokról és a díjak odaítéléséről, továbbá a nyertes dolgozatokról folyóiratunkban részletesen beszámolunk, illetve cikket jelentünk meg, amely tömörítve ismerteti a díjnyertes pályázat lényegét.



A közgyűlés résztvevői

Már szövetségünk alapításakor célul tűztük ki, hogy kapcsolatot építünk ki a nemzeti szövetségekkel és *csatlakozunk nemzetközi szervezethez.*

A 2000/1 sz. Hírlevelünkben így írtunk: „*Minden nemzeti, szakmai szövetség számára fontos, hogy egy nagyobb nemzetközi szervezet tagja legyen. Azok az információk, tudományos eredmények, amelyek egy-egy nemzeti szövetségben léteznek, úgy válhatnak legkönnyebben közkinccsé, ha nemzetközi szövetségben együttműködnek.*” (Dr. Papp Ferenc egyetemi docens)

Ebből a reális megfontolásból kértük felvételünket az *Európai Acélszerkezeti Szövetségbe (ECCS)* 2000 januárjában. Miután minden tagállam elfogadta felvételi kérelmünket, *2000 szeptemberében az ECCS teljes jogú tagja lettünk.*

Sajnos tagságunk tiszavirág-életű volt. Kettőévi tagság után közgyűlésünk úgy döntött, hogy nem vállaljuk az irreálisan magas tagdíjat, amely éves bevételünk több mint 2/3-át tette ki. Másik fontos indokunk az volt, hogy jóformán semmit nem kaptunk volna a magas tagsági díj fejében.

*Továbbra is megmaradt azonban az igen szoros és baráti kapcsolat az Osztrák Acélszerkezeti Szövetséggel (ÖSTV), akik éves közgyűlésükre minden évben megbíjják elnökünket.*

Sajnos kudarcot is el kellett szenvednünk az elmúlt időszakban. Mikor a Kőröshegyi völgyhíd pályázatát vasbeton szerkezetre írták ki, a *MAGÉSZ* a Közbeszerzési Döntőbizottsághoz fordult panasszal, sérelmezve, hogy egy egész szakterületet – nevezetesen

az acélszerkezeti szakmát – zárják ki a versenyből. A tárgyaláson tudtuk meg, hogy kormánydöntés van arra, hogy a hidat vasbetonból kell építeni. (Ehhez nem kell kommentár!)

E rövid kis megemlékezés messze nem tükröke az elmúlt 10 évek, de néhány epizódot felvillantott.

A méltott időszak *legeredményesebb momentumai azok a két- vagy többoldalú kapcsolatok, amelyek létrejöttek tagjaink között és amelyek biztosítékai a további sikeres együttműködéseinknek is.*

*A MAGÉSZ név ma jól bangzik.* Több társzövetséggel együttműködünk, a kamarák és a kormányzati szervek jegyzik nevünket, folyóiratunk a szakmai lapok között a színvonalasok közé sorolható.

Minden tagunknak megköszönöm, hogy segítette szövetségünk munkáját és remélem, hogy ez a jövőben is folytatódni fog.

*Külön szeretnék köszönetet mondani Keresztes László úrnak, aki a szakma iránti elkötelezettségéből és szeretetből kezdeményezte a MAGÉSZ megalakulását, és megköszönöm azon alapítóknak is a lelkes hozzáállását, akik nélkül szövetségünk nem jött volna létre.*

*Továbbá megköszönöm azon tiszteletbeli, egyéni és pártoló tagjaink támogatását, akik a mai napig aktívan segítik munkánkat.*

➡ **Dr. Domanovszky Sándor köszöntése 75. születésnapja alkalmából**

(lásd 18. oldal)

# HÍREK

## ➡ Az Air Liquide Hungary és az Air Liquide Welding Hungary Kft.

2008. március 19-én rendezte meg szakmai információs szemináriumát.

A nagy érdeklődés mellett elhangzott előadások:

**Pinke Zoltán:** *Adaptív élbajlítás...; Intelligens megoldások a stanctechológiában; Innováció a lasertechológiában.*

**Takács Zoltán:** *Gázellátó rendszerek CO<sub>2</sub> lézer vágógépekhez.*

**Dr. Szabó Péter:** *A plazmavágás fejlődésének áttekintése.*

**Virág Balázs:** *Korszerű plazmavágógépek az Air Liquid Weldingtől.*

## ➡ Az Újpesti (Északi) vasúti Duna-híd átépítése

című szakmai napot 2008. április 15-én rendezte meg a Vasúti Hidak Alapítvány, az MMK Vasúti szakosztály, a KTE Mérnöki Szerkezetek Szakosztály és a *MAGÉSZ* a FŐM-TERV Zrt. tárgyalójában. *Az elhangzott előadások egy részét korábbi számunkban közöltük.*

Az érdeklődés olyan nagy volt, hogy a résztvevők – sajnálatunkra – nem fértek be a terembe.

## ➡ A Messer Hungarogáz Kft. az új hegesztőközpontjának

ünnepélyes megnyitóját 2008. április 29-én tartotta.

A hegesztőközpont új hegesztés-technikai oktató, felkészítő és vizsgaközpont, amely a gyakorlati hegesztőképzésen túl a minősített hegesztési – és forrasztási technológiák kidolgozására specializálódik.



## STATISZTIKAI JELENTÉS 2007 – ÖSSZESÍTÉS

	2006	2007	Index % 2006/2007
<b>Értékesítés (M Ft)</b>	73.206	<b>86.838</b>	118,5
<b>Acélszerkezet-gyártás (t)</b>	87.341	<b>91.654</b>	105,0
Ebből: – ipari szerkezetek	23.618	<b>35.275</b>	149,5
– épületek	20.299	<b>22.402</b>	110,4
– hidak	17.050	<b>20.488</b>	120,5
– egyéb mérnöki szerkezetek	20.378	<b>13.489</b>	66,1
<b>Helyszíni szerelés (t)</b>	35.018	<b>29.187</b>	83,4
<b>Műszaki tervezés (M Ft)</b>	1.307	<b>7.502</b>	574,0

Tagvállalatok jelentéséből összeállította:

dr. Csapó Ferenc





# A PENTELE HÍD ALKOTÓINAK ELISMERÉSE



A II. Magyar Műszaki Értelmiségi Nap alkalmából szervezett programsorozat része a Magyar Mérnöki Kamara által megrendezésre került „*Európai Kitekintés, a Mérnöki Kamara Feladatai*” című ünnepi ülés.

Az ünnepi ülés alkalmából került sor a *Tierney Clark Díj átadására*, melyet az idén a *Pentele híd alkotó közössége kapta*.

Nevezetesen:

- *Hídépítő Zrt.,*
- *Vegyépszer Zrt.,*
- *FŐMTERV' TT Zrt.,*
- *Ganzacél Zrt.,*
- *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,*
- *Pont-TERV Zrt.,*
- *Hídépítő Speciál Kft.*
- *MAHÍD 2000 Zrt.*

*A kitüntetésekhöz mi is gratulálunk.*



# HORVÁTH ADRIÁN SZÉCHENYI-DÍJAS



**Nemzeti ünnepünkön, 2008. március 15-én újabb nagy megtiszteltetésben részesült az acélszerkezetes szakma: a dunaiúvárosi Duna-bíd tervezéséért és megvalósításában játszott meghatározó szerepéért a köztársasági elnök Széchenyi-díjat adományozott Horváth Adriánnak, a FŐMTERV Zrt. szerkezettervezési igazgatójának.**



Horváth Adrián 1954-ben született Budapesten. Gimnáziumi tanulmányait a budapesti Petőfi Sándor Gimnázium általános tantervű osztályában folytatta. Kiváló tanárookra emlékezik vissza, szinte minden tantárgyból – magyar, német, biológia, kémia, ének – tanárai szakmailag és emberileg is kiemelkedőek voltak. Külön szeretettel emlékszik Rugovits Máriára, aki matematikára és Soproni Jenőre, aki fizikára tanította, s akik megalapozták e tárgyak szeretetét, és elmélyítették gondolkodását.

A Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar Szerkezetépítőmérnöki Szakán végzett 1979-ben. Az egyetemen is kimagasló egyéniségek oktatták. Míg meghatározók számára Rózsa Pál, Kaliszky Sándor, Kézdi Árpád, Gáspár Zsolt, Windisch Andor, Hegedűs István és Halász Ottó órái. Harmadéves korában, Windisch Andor vezetésével, TDK-dolgozatot készített „TT panelok együttműködésének kérdései” címmel, melyért az 1977-es konferencián 2. díjat kapott. Diplomamunkáját a MÉLYÉPÍTÉSBEN készítette, előre gyártott elemekből összeállított víztoronykehelyszerkezet tervezésével.

Az egyetem elvégzése után, 1979-ben, a FŐMTERV-ben helyezkedett el. Ide is elkísérte a szerencse: közvetlen főnöke, osztályvezetője Schulek János lett, aki kiváló mérnök és ember. De ugyanígy nagyszerű ember és mérnök volt az akkori műszaki igazgató, Dalmy Tibor. A sok érdekes feladatnak, az inspiráló szakmai környezetnek és az egyedülállóan emberi, baráti közösségnek köszönhető, hogy máig ott dolgozik. Ki kell emelni Molnár Lászlót, aki az elmúlt 18 évben a társaság elnöki igazgatója, a viharos változások közepette megtartotta, sőt még jobban kiteljesítette a bizalomteljes, szinte családi légkört a társaságon belül, eközben mindenki számára megeremeltette az alkotómunka feltételeit. Ő saját szakterületén is úttörő munkát végezve, a vezetők és a vezetett mérnökök belső igényévé tette a megalkuvás nélküli minőségre törekvést és egyben az alázatot a feladattal szemben. Molnár László az, aki mély emberismeretével óriási bizalmat belyezett kollégáiba, és aki elérte, hogy ez a bizalom a megrendelőkben is meglegyen. E nélkül a szemlélet és gyakorlat nélkül nem alakulhatott volna ki az a szakmai csoport a Híd- és Szerkezettervező Irodán sem, amelyet Nagy Zsolt, Nagy István, Molnár Éva, Goda Balázs, Jankó László, Németh Tamás, Temesvári Ágnes neve „fémjelez”, s amely magába olvasztotta azokat a kiváló fiatalokat – Sapkás Ákost, Fáber Évát, Huszka Gábort, Skorka Juditot, Molnár Jánost, Kis Lászlót, Soós Annát, Szpevák Olivíát, Süle Attilát, Füstös Attilát, Bertalan Csabát és Nasztanovics Ferencet – akikkel a dunaiúvárosi Pentele híd terveit elkészítették.

De addig még hosszú út vezetett. Fiatal, szinte kezdő mérnökként tervezte a Flórián téri felüljárókat (a Flórián téri műtárgyegyüttes Építészeti Nívódíjat kapott 1985-ben), az Újhegyi és Gyömrői úti bidákat, a Hungária felüljárót.

1982-ben nősült meg. 1984-ben mérnöki matematikus szakmérnöki tanulmányait kezdte meg, ahol – az egyébként nagyon érdekes és hasznos tudományok mellett – megismerkedett Dunai Lászlóval és Kollár Lászlóval, akik a későbbi nagy tervezésekben munkatársai lettek. 1986-ban fejezte be a szakmérnöki képzést, de a diplomamunka elkezdése után megszületett első fia, és 1988 januárjában kinevezték osztályvezetőnek. Ez a két változás az életében megakadályozta, hogy szakmérnöki

diplomáját is megszerezze. Osztály- majd 1997-től irodavezetőként bidák és egyéb műtárgyak tervezését irányította. Említésre méltó ezek közül pl. a Lágymányosi Duna-bíd budai és pesti útbálázata és annak műtárgyai, az AUCHAN budaörsi árubáz közötti aluljárója, a budaörsi Károly király úti körforgalmú bíd, a sárvári Nádasdy Ferenc Rába-bíd és a Möricz Zsigmond körtéri gyalogos aluljáró. Az akkori kibívásoknak megfelelően, meglévő szerkezetek felülvizsgálatával, helyreállításuk tervezésével is behatóan foglalkoztak. Csak néhányat felsorolva: MÁV vasúti alagút, zábornyi Tisza-bíd, pécsi Árpád úti felüljáró katódos védelme, Szabadság bíd, Margit bíd, Halászbástya, Budai vár és Kőbánya pincéi. Ebből kapcsolódóan irányításával bíd-gazdálkodási rendszert dolgoztak ki, melyet Fejér megye bíd-állomáson alkalmaztak. Vezetésével fejlesztették ki az ITG bíd-gazdálkodási családot. A FŐMTERV Rt. nemzetközi kapcsolatok igazgatójaként együttműködést épített ki brit tervező/tanácsadó társasággal hidvizsgálat, -tervezés és bíd-gazdálkodás területén. Nagyban segítette mérnöki fejlődését az AUCHAN budaörsi árubáz infrastruktúrájának generáltervezői és lebonyolítói tapasztalata. Az ott megélt nemzetközi követelményszint az előkészítésben – minimális költségek mellett is maradéktalanul magas szolgáltatást nyújtó megoldás megkeresése – és a komplex tervezői, lebonyolítói mérnöki gyakorlat tette lehetővé, hogy ezt követően nemzetközi fővállalkozó részvénnytársaság (DUNEC) műszaki igazgatójaként is tevékenykedjék. Ennek keretében irányította a biatorbágyi logisztikai központ tervezését és építését holland megrendelő részére, német banki finanszírozás mellett. Szakmai munkája ezek után az autópálya-bidák tervezése felé fordult, ahol kollégáival új tervezési technológiát dolgoztak ki.

1986-óta aktív szakmai közéleti tevékenységet folytat. Akkor lépett be a Közlekedéstudományi Egyesületbe (KTE), melynek Mérnöki Szerkezetek Szakosztályában 1989-től vezetőségi tag. A Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Tartószerkezeti Tagozatának (TT) elnökségi tagja 2000-től, az MMK TT Minősítési Bizottságát (MB) 2006 és 2008 között vezette. Jelenleg az MMK TT Hídász szakosztályának vezetője. Ebben az évben a Nemzetközi Híd és Magasépítési Mérnök Egyesület (IABSE) Magyar Nemzeti Bizottságának vezetőjévé választották.

Magánemberként a 148. számú Nagyboldogasszony cserkészcsapat legkisebb három korosztályának vezetője. Az elmúlt években fordult érdeklődése a magyar népzene, néptánc és általában a magyar néprajz irányába. A kézműves alapismeretek megszerzéséért elvégezte a Hagyományok Háza Népművészeti Módszertani Műhelye szervezte népi játszóház vezetői tanfolyamot.

Mérnöki pályájának kétségtelen csúcspontja a dunaiúvárosi Duna-bíd kiviteli, gyártási és technológiai terveinek elkészítése, és a közvetlen tervezői közreműködés a bíd kivitelezésében.

Horváth Adrián szavaival élve: „mindezt felesége áldozatos szeretete, támogatása és Isten segítségével nélkül nem valósíthatta volna meg.”

A kiintézetéshez mi is gratulálunk és további munkásságához nagyon sok sikert kívánunk.

MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség





## BÁCSKAI ENDRÉNÉ A KORÁNYI-DÍJ KITÜNTETETTJE



*A Jubiláló Vasúti Hidak rendezvényén került sor a Korányi-díj átadására, melyet a kuratórium tagvállalatunk, az MSc Kft. kiváló tervezőjének, Bácskai Endréné okl. építőmérnöknek ítelt oda.*

Bácskai Endréné (szül. Magyar Katalin) 1958-ban szerzte meg „bíd- és vasszerkezet-építő mérnök”-i diplomáját az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnök karán.

Pályafutását az UVATERV Hídirodáján kezdte, ahol 1958–1991 között aktívan, majd 1997-ig mint nyugdíjas dolgozott. 1973-ban hegesztő szakmérnök diplomát szerzett. 1997 óta az MSc Kft.-nél dolgozik.

Az UVATERV Hídirodáján – ahová Korányi professzor ajánlásával került – azonnal bedobták a mély vízbe, a bídépítéssel kapcsolatos szinte minden munkanemmel foglalkozott. Már akkor kitűnt rendkívüli szakmaszeretete, tudásvágya, tenni akarása. Sávolgy Pál ezt felismerte és hozzájárult ahhoz, hogy az Erzsébet bíd építése közben állandóan a helyszínen legyen, és tervezői művezetési munkákat végezzen. Itt ért igazán mérnökké, vált szenvedélyévé és hivatásává a bídépítés, elsősorban pedig az acélhidak. Ez a szenvedély végigkísérte egész pályáját, tudatosan szerezte az újabb és újabb tapasztalatokat az idősebb mérnököktől.

Pályájának két fő vonulata van, az egyik új hidak, elsősorban vasúti hidak tervezése, a másik a hidak karbantartása, felújítása. Igaz, volt egy néhány éves kitérő a birközlési tornyok területére. Ott is, mint mindenhol másból, a maximális teljesítményt nyújtotta.

Aszáznál jóval több műtárgy között, amelyeket tervezett, a legjelentősebbek a vasúti Sajó-hidak Kazincbarcikánál, ill. Bánrévénél. Ezek mindegyikénél sikerült valami új megoldást kipróbálnia, melyek később beépültek a mindennapi gyakorlatba. Külföldre, Csehszlovákia részére gyártott mintegy 15 vasúti acélbíd terveit készítette el, közülük két rácsos bíd az Ipoly folyó fölé épült.

Pályájának csúcsa a nagy hidak felülvizsgálata és felújításának tervezése, elsősorban a budapesti Duna-hidaké. Az 1970-es évek elején az ő irányításával készült el a magyarországi első átfogó bídvizsgálat és bíd-felújítás tervezése. Ez volt a Szabadság bíd, majd jöttek sorban a többiek: Petőfi, Erzsébet, Lánc, Margit és Árpád bíd. Ezeknél mutatkozott meg Bácskai Endréné

leginkább követendő viszonya a hidakhoz: a mélységes alázat és tisztelet a szerkezet és azok megalkotói iránt. Szinte megpróbál belebújni a nagy elődök bőrébe, hogy kiellesse titkukat, kövesse elgondolásaikat. Kitüntetésnek érzi, hogy „munkatársuk” lehet a bíd megőrzésében, szépítésében.

1997 óta az MSc Kft. munkatársa bíd szakfőmérnökként. Itt készítette el az Árpád bíd, ill. a nagy Tisza-hidak közül a szolnoki városi és a szegedi Bertalan bíd járdáinak átépítési terveit, valamint több Duna-bíd felülvizsgálatát és felújításának művezetését. A közelmúltban az ő terve alapján úgy készült el a városligeti tó feletti Millenniumi bíd felújítása, hogy talán az eddigieknél is jobban érvényesül a Zielinsky Szilárd által tervezett bíd szépsége és harmóniája a környezetével.

Jelenleg a Szabadság és a Margit hidak felújítását tervezi lankadatlan energiával, nap mint nap végigmászva a hidak szinte megközelíthetetlen részeit, maga mögé utasítva a nálánál jóval fiatalabb munkatársait. Kezei közül át nem gondolt, hibás terv nem kerülhet ki. Fáradhatatlanul tanítja a fiatalokat és – saját beállása szerint – nem szégyellve maga is tanul még ma is. Így aztán többszörösen is megérdemelten kapta meg a napokban 50 éves tevékenységéért az Aranydiplomát.

Pályája során kiemelkedő feladatnak tartotta mindig a fiatalok tanítását, a szakmába való bevezetését. A fiatal mérnökök tucatjait oktatta, nevelte a szakma szeretetére, adta át önzetlenül tudását. Folyamatosan vállalt diplomatervezési konzultációt, bírálatot. Tapasztalatairól számos előadást tartott, és tart ma is tudományos fórumokon. Számos publikációja jelent meg a különféle szakmai folyóiratokban, könyvekben, hogy megossza tapasztalatait a szakma képviselőivel.

A díjat dr. Korányi László orvosprofesszor – dr. Korányi Imre fia – adta át.

Mi is gratulálunk, és további sikerekben gazdag életet kívánunk!

MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség

# BEFEJEZÉS ELŐTT AZ M0 AUTÓÚT ÉSZAKI DUNA-HÍDJÁNAK ÉPÍTÉSE

## Hegesztési munkák a gyártás és szerelés során

### BEFORE FINISHING THE BUILDING OF THE NORTH DANUBE-BRIDGE AT SEMI MOTORWAY M0

#### Welding during the manufacturing and erection

*Az új Duna-híd egy nagyon jelentős részét képezi az ország fővárosát elkerülő M0 autópályának Budapest és Szentendre határán.*

*A projekt valójában öt hídból áll. A GANZ Híd-, Daru- és Acélszerkezetgyártó Zrt. feladata az acélból készült híd gyártása és szerelése a Duna főága felett.*

*Az írás betekintést ad ebbe a folyamatba, különös tekintettel a hegesztés területére.*

*The new Danube bridge is a very important detail of the semi-motorway M0 bypass the capital of Hungary on the border of Budapest and Szentendre.*

*The project consists of 5 bridge in fact. Task the GANZ Steel Structures Co. Ltd. are the manufacturing and erection of the steel bridge over the main branch of the Danube.*

*The paper introduce to this process, with special regard to the field of welding.*

#### BEVEZETÉS

A Budapestet elkerülő M0 autópályát északi szektorában – az M3-as autópályára és a 11. sz. főút közötti szakaszon, Budapest és Szentendre határán – épül a legújabb Duna-hídunk. Az új műtárgy feltehetően jelentősen enyhíteni fogja a főváros közlekedését érő nyomást, főleg a csúcsforgalmi időszakokban.

A hídprojekt valójában öt hídból áll: a két folyami híd a Nagy Duna-ág, ill. a Szentendrei-Duna-ág felett, a fel-, ill. lehajtási funkciókat ellátó bal és jobb parti ártéri hidak, valamint a Szentendrei-sziget déli részén átívelő középső szakasz. A folyami hidak felszerkezete acél, a többi rész feszített vasbetonból készül. Teljes hossza 1862 m lesz, így ebben a vonatkozásban a folyami hidak között rekorder lesz Magyarországon.

A híd 2x2 forgalmi sáv – az előírtnál szélesebb leálló-sávokkal –, így szükség esetén – a hídszerkezet átalakítása nélkül – 2x3 sávossá bővíthető.

Cégünk feladata a Nagy Duna-ág feletti híd acél felszerkezetének gyártása és szerelése.

Írásunk célja a híd kivitelezése során felmerült hegesztéssel kapcsolatos kérdések bemutatása.

A híd építésével kapcsolatos általános ismertetés a legautentikusabb személytől, a híd főtervezőjétől olvasható [1, 2]. Jelen írásunk főként a hegesztési munkákkal foglalkozik. Hazánk első ferdekábeles hídjánál a szerelés maga a legérdekesebb feladat. Erről lapunk következő számában külön cikk fog tudósítani. Továbbá egy ilyen projektnél nem kerülhet el az esetenkénti összehasonlítás az azt megelőző hasonló munkával – esetünkben a dunaújvárosi híddal –, amelyről pl. [3, 4] tájékoztatott.

#### A HÍDSZERKEZET ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

Ortotrop pályalemez, ferdekábeles, háromnyílású híd. (Ferdékábeles hídszerkezetet folyami hídnál Magyaror-

szágon eddig még nem alkalmaztak.) A támaszközök: 145 + 300 + 145 m, így a főági hídszerkezet teljes hossza: 590 m. A keresztmetszet szélessége: 36,164 m. Az acél felszerkezet terv szerinti tömege: 8071 tonna.

A kábelek legyezőszerű elrendezésűek, két síkban, 12-menként kötnek be a merevítőtartóba.

A pilonok vasbeton szerkezetűek. Elnyújtott A betűt formáznak, magasságuk 100 m lesz.

(Látványtervi szinten mindezeket az 1. ábra illusztrálja.)

A merevítőtartó acélszerkezetű, ortotrop pályalemez, középen hossztartóval, keresztirányban alátámasztó keresztartókkal, amelyek oldalt kötnek be a zárt szekrény keresztmetszetű főtartókba.

A keresztartók gerinclemezesek, a pályalemezt és a főtartót trapéz keresztmetszetű bordák merevítik.

A főtartók külső oldalán gyalogjárda helyezkedik el.

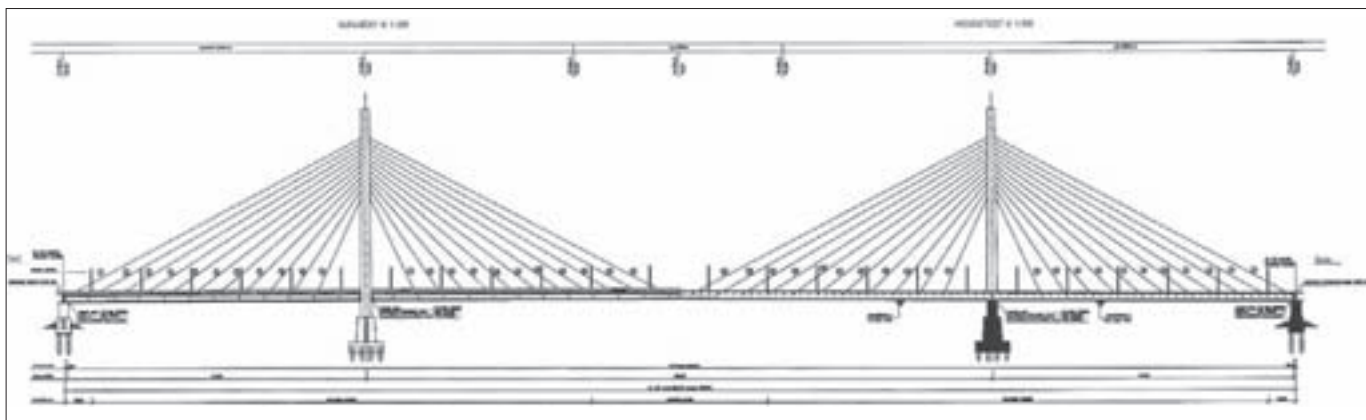
A felszerkezet összes eleme közötti kötés hegesztett kivitelű.

A híd hossz-, ill. keresztmetszeti szelvényét a 2., ill. 3. ábra mutatja.

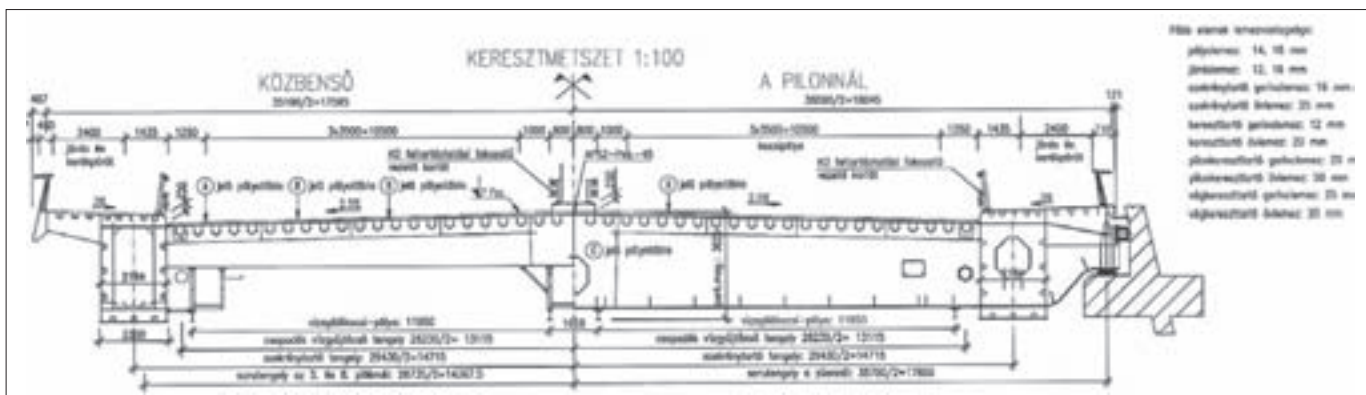


1. ábra: A híd látványterve





2. ábra: A híd hosszmetsete



3. ábra: A híd keresztmetsete

## ALAPANYAGOK

A híd építéséhez tervbe vett szerkezeti anyagok a teherviselő szerkezeti elemekhez az alábbi *ötvöztelen szerkezeti acélok*:

<b>S355J2G3</b>	MSZ EN 10025:1998	$t \leq 30$ mm,
<b>S355K2G3</b>	MSZ EN 10025:1998	$30 < t \leq 40$ mm
<b>S355ML</b>	MSZ EN 10113:1995	$t > 40$ mm

A kiegészítő szerkezetek anyaga: MSZ EN 10025: 1998 szerinti S235JRG2 acél. A minőségtanúsítás a 355 MPa szilárdsági kategóriájú acélokra MSZ EN 10204 szerinti 3.1B, a 235 MPa folyáshatárúakra 2.2 bizonylattal.

(Megjegyzés: A híd tervezésének időpontjában még nem volt hatályos az MSZ EN 10025:2004 szabványsorozat, ami gyakorlatilag magába integrálja a szerkezetépítésben használatos acélokat. Hasonlóan időközben változtak a termékek minőségtanúsítására vonatkozó előírások is az MSZ EN 10204 – új – 2005. évi kiadásában.)

## HEGESZTŐANYAGOK

Megnevezés	Európai, ill. nemzeti szabvány	Amerikai előírás
Bevonatos ívhegesztő elektródák	E 42 5 B 42 H5 / MSZ EN 499	AWS A 5.1 E 7018-1
Védőgázos hegesztőhuzalok	G3 Si1; G4 Si1 / MSZ EN 440	AWS A 5.18 ER 70S-6
Fedett ívű hegesztőhuzalok	S2 / MSZ EN 756	A 5.17 EM12

A bevonatos ívhegesztő elektródáknál újra visszatért a szabványosítás az ISO 2560-hoz – jelenleg EN ISO jelzettel –, ami már korábban része volt az európai, ill. magyar szabványosításnak (MSZ ISO 2560: 1990).

Csak „CE” (korábban Ü) jelzéssel ellátott hegesztőanyagok használhatók. A hegesztőanyagoknak *legalább* az MSZ EN 10204:2004 szerinti 2.2 minőségi bizonyítvánnyal (minőségazonossági igazolás) kell rendelkezniük.

## HEGESZTÉSI SEGÉDANYAGOK

Védőgáz: M21 (82% Ar + 18% CO<sub>2</sub>) / MSZ EN 439  
 Fedőporok: SA AB 1 67 AC; SA FB 1 66 AC / MSZ EN 760

## HEGESZTŐELJÁRÁSOK

A híd kivitelezése során alkalmazott hegesztőeljárások:

- bevont elektródás kézi ívhegesztés,
- fedett ívű hegesztés tömör huzalelektrodával,
- fogyóelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés, ill. ezek kombinációi.

Ezen eljárás-kombinációkat elsősorban a szerelési helyszíneken alkalmazzuk. Ennek során a gyöksorok hegesztése minden pozícióban gyóktámasztással – ma már szinte kizárólag kerámia alátétre – védőgázos eljárással történik. A további sorok a vízszintes helyzetű kötéseknél (pálya- és fenéklemezek) fedett ívű, a többi pozícióban bevont elektródás kézi eljárással készülnek.

## HEGESZTŐBERENDEZÉSEK

Mind a gyártás, mind a szerelés során kizárólag megfelelő műszaki színvonalú, a főbb hegesztési paraméterek kijelzésére alkalmas hegesztőberendezések használhatók.

A gyártás területén elsődleges szempont a magas bekapcsolási idő; a szerelésnél a könnyű és jó szabályozhatóság, mivel ott esetenként kényyszerhelyzetekben, eltérő élelőkészítésekkel, illesztési hézagokkal kell dolgozni.



Ezen magas – sok esetben ellentétes – követelmények biztosítására a szerelés területén a legkorszerűbb, impulzushegesztésre is alkalmas védőgázos hegesztőberendezések lettek beszerezve. Ez a beruházás azzal az előnnyel is járt, hogy javult az aránya a nagyobb termelékenységű védőgázos hegesztésnek a bevont elektródás eljárással szemben.

## A HEGESZTÉSTECHNOLÓGIA MINŐSÍTÉSE, HEGESZTÉSI UTASÍTÁSOK

A gyártás, ill. szerelés során alkalmazandó hegesztési eljárások megfelelőségét előzetesen az MSZ EN ISO 15607; MSZ EN ISO 15609; MSZ EN ISO 15614 szerinti hegesztéstechnológia-vizsgálatokkal („hegesztési eljárásvizsgálatokkal”) kellett igazolni.

A WPQR-ek (hegesztéstechnológia jóváhagyási jegyzőkönyvek) alapján azután WPS-ek (hegesztéstechnológiai utasítások) készültek minden, a szerkezet szempontjából fontos kötésre. Ezek a WPS-ek minden hegesztési munkahelyre kikerültek, amelyek azután a kivitelezés, ill. az ellenőrzés alapját szolgálták.

## A HEGESZTŐK MINŐSÍTÉSE

A gyártás során csak olyan hegesztők foglalkoztathatók, akik MSZ EN 287-1 szabvány szerinti érvényes minősítéssel rendelkeznek. A fedett ívű eljárást végzőknek (gépkészítőknek) az MSZ EN 1418 szerinti érvényes minősítéssel kell rendelkezniük.

A fűzővarratokat is csak minősített hegesztők készíthetik, amennyiben azok a hegesztési varrat részei maradnak.

## HEGESZTÉS-FELÜGYELET

Úgy a gyártásnak, mint a szerelésnek felelős hegesztőtőmérnökei vannak. Feladatukat és felelősségüket – a hegesztésre vonatkozóan – az MSZ EN 719-et váltó MSZ EN ISO 14731 szabvány szabályozza.

A felelős hegesztőtőmérnök tevékenységét a hegesztések kivitelezése során hegesztő művezetők és csoportvezetők segítik.

A hidak és a hasonló nagy műtárgyak esetén fontos szerepe van a Mérnök pozíciónak. (Ez nem feltétlenül egy személyt jelent; egy ilyen nagy projektnél általában több fő látja el.) A Mérnök az, aki a megrendelő képviselőjében folyamatosan figyelemmel kíséri a gyártás és szerelés minden fázisát és a lényeges megállási pontok után csak az ő jóváhagyásával lehet a munkák további fázisaiba lépni.

## KIVITELEZÉS

A hidak kivitelezésének általában három fő fázisa van: gyártás, előszerelés és helyszíni szerelés.

Ez általában *területi elkülönülést* is jelent. Az előszerelés sok esetben történhet a hídépítés helyszínén, ill. annak közelében (a parton), amennyiben ehhez megfelelőek az adottságok. Ez volt a helyzet pl. a tavaly forgalomba helyezett dunaujvárosi híd mederhídjával és bal parti ártéri hídjával, mivel ott a dunavecsei oldalon ki lehetett alakítani a követelményeknek megfelelő szerelési területet [3].

## GYÁRTÁS

A gyártás a cég budapesti gyárában történik. A hídkeresztmetszetek – a közúti szállíthatóság követelményeit figyelembe véve – részekre bontva (merevítőtartó, a pálya-, ill. járdapanelek) készülnek (ez a felosztás **4. ábrán** látható).

A jellemző panelméretek: hosszúság 12 m, szélesség 3 m. (A pilonokat közrefogó, ill. az azokhoz közvetlenül csatlakozó elemeknél ettől eltérő méretek vannak: 6, ill. 12 m.) A teljes keresztmetszet 13 darab pálya-, ill. járdapanelből, főtartó egységből, valamint a keresztartók alsó részéből áll.

A panelek gyártásához szükséges lemezek és a hossz-bordák a panelek tervi méretéhez igazodva, a gyártástechnológiai okokból szükséges min. ráhagyással kerülnek beszállításra, ezért keresztirányú toldások a gyártás során nem fordulnak elő.

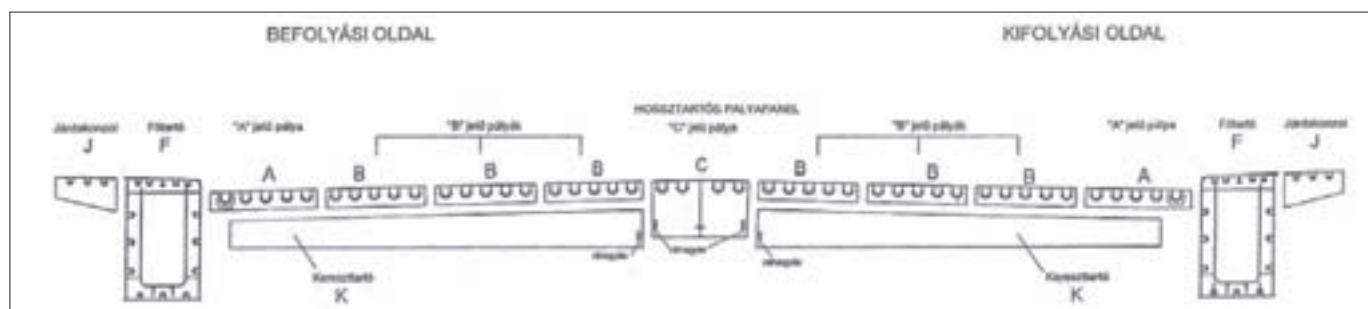
## ÖSSZEÁLLÍTÁS, HEGESZTÉS

A pályapanelek terv szerinti alakjának és méretének biztosítása, valamint a termelékenység fokozása érdekében az összeállítást készülékekben végezzük. A pályalemez helyzetét az állítóasztalokon elhelyezett ütőközzel határozzuk meg. A hosszirányú merevítőbordákat (trapézbordák) állítószablon segítségével helyezzük el, majd fűzéssel rögzítjük. A hosszvarratok a cég által hosszú ideje alkalmazott kétfejes fedett ívű automatákkal készülnek, **5. ábra**.

A hegesztést követően ellenőrizni kell a síklapúságot, majd szükség szerint egyengetni kell. Ennek ellenére, hogy a mindenkori lemezvastagságoknak, lemezméreteknek (szélesség) megfelelő előfeszítést alkalmazunk, szükséges ezt a műveletet beiktatni. Az alkalmazott módszer a *meleggyenygetés*, **6. ábra**.

Egyengetés után a panelek szélességi méretre vágása történik a terv szerinti méretekre, majd a hegesztési terv szerinti varrat-előkészítés történik a kötéstípustól, lemezvastagságtól stb. függő illesztési hézag figyelembevételével.

A keresztartók ráhelyezését a pályapanelekre a **7. ábra**, a hosszartós középső pályaelem összeállítását a **8. ábra**, a főtartók gyártásának főbb fázisait a **9–11. ábrák** mutatják.



4. ábra: A keresztmetszet elemekre bontása





5. ábra: A trapézbordák hegesztése kétféjes automatával



6. ábra: A pályapanel meleggyengetése



7. ábra: A kereszttartók ráépítése a pályapanelre



8. ábra: A hossztartós középső pályaelem összeállítása



9. ábra: A főtartó összeállítása





10. ábra: A kábelbefogó szerkezet

11. ábra: A főtartó készregyártása a forgatókészülékben



## ELŐSZERELÉS

Az előszerelés a GANZ Acélszerkezet Zrt. csepeli szerelőterületén történik, 12. ábra. A gyártóműből közúton szállított paneleket szerelőkocsikon 3 önálló egységgé állítjuk össze. (Ezekből áll össze a későbbiekben a teljes keresztmetszet.)

Az előszerelés során lényegében a *hosszirányú* illesztések varratai (pályalemez, kereszttartók) készülnek (13. ábra).

A szabad ég alatt végzett munkák (előszerelés, szerelés) során, sok esetben kedvezőtlen időjárási viszonyok között kell végezni a hegesztést. Itt elsősorban az alacsony környezeti hőmérsékletre, a csapadékra és az erős szélre gondolunk. Ezek hatásának kiküszöbölésére megfelelő intézkedéseket kell hozni (védősátrak, előmelegítés alkalmazása; adott határértékek elérése esetén a munkát szüneteltetni kell). Egy ilyen védősátor látható a 14. ábrán. A 15. ábra az előmelegítés végrehajtását mutatja.

Az előszerelés helyszínén történnek a *korrózióvédelmi munkák* is. Ez azt jelenti, hogy a belső felületek teljesen elkészülnek, míg a külső felületekre 1 réteg alapozó- és 1 réteg közbelső réteg kerül. A pályalemez felső felülete csak egy ideiglenes bevonatot kap. A további rétegek a helyszínén, a szerelés utolsó fázisában készülnek el.

A 16. ábrán egy előszerelt egység látható festett állapotban. Ezután következik az elkészült elemeknek a szállító bárkákra emelése, 17. ábra.

## HELYSZÍNI SZERELÉS

A teljes keresztmetszetben összeállított hídelemeket vízi úton szállítjuk a helyszínre. A 18. ábra egy ilyen szállító bárkát mutat két hídelemmel.

A helyszíni szerelés a híd nyomvonalában történik ún. *szabad szereléssel*. Ez azt jelenti, hogy a bárkákon helyszínre szállított nagy elemeket az úszódaruk végleges helyükre emelik föl, és az így elkészült hídszakaszok – a



13. ábra: Hegesztéshez összeállított ortotrop pályaszerkezet – szekrényes főtartó kapcsolatának részlete

12. ábra: A merevítőtartó gyártási egységeinek összeállítása a csepeli előszerelő telepen





14. ábra: A szereléseknél alkalmazott védősátor



16. ábra: Egy előszerelt egység részlete festett állapotban



15. ábra: Előmelegítés a helyszínen



17. ábra: Előszerelt egység bárkákra emelése



18. ábra: Két beemelésre váró pályaszerkezeti egység helyszíni tárolása bárkán



geodéziai beállítás és a hegesztés idejére történő ideiglenes rögzítés után – sem magassági, sem alaprajzi értelemben már nem lesznek mozgatva. A következő tag felemelése előtt történik a ferde tartókábelek pászmáinak befűzése és megfeszítése két lépésben.

A szerelési folyamat a cégünk által kidolgozott és a Mérnök által jóváhagyott Technológiai Utasításban rögzített *szerelési sorrendterv* szerint történik: két pillérről kiindulva, egyszerre négy irányban. Az emelések felváltva történnek a part, majd a folyó felőli oldalon mindkét pillérnél. Az első három hídelem indítóállványon történő elhelyezésével és illesztésével kezdődik a folyamat mindkét pilléren (itt még nincs mihez rögzíteni a következő elemeket).

A szerelés menete a továbbiakban hasonló: váltakozva – a *mérlegelv* figyelembevételével – következnek az egyes hídelemek a pilonok két oldalán, egészen a folyó középvonalaiban levő zárótag beemeléséig. (Kivételt ez alól a parti hídelem képez, mert azt a hídfőnél elhelyezett szerelőállványon kell elhelyezni úszódaruval, majd visszatolni a 2. hídelemhez.) Az előszerelt, beépítésre váró hídelemeket beemelésükig a helyszínen, bárkákon tároljuk.

Az emelési feladatokhoz – kb. 150 tonnás hídelemek mozgatása! – a helyszínen a magyar hidak építése során ismert Clark Ádám úszódaru és egy német ATLAS típusú úszódaru állnak rendelkezésre. Az egyéb kisebb anyagmozgatásokhoz a betonpilonok építését végző toronydarukat, ill. a bárkákon levő autódarukat használjuk. Továbbá a hídpályákon is rendelkezésre állt egy-egy kisebb teherbírású autódaru.

Míg az előszerelésnél a hosszirányú varratok elkészítése történik, a helyszíni szerelésnél a *keresztirányú* – a híd hossz tengelyére merőleges – varratoké. Ennek során 50 darab keresztmetszeti illesztést kell elkészíteni.

Az 51 darab nagy elem az előszerelés során végleges méretre vágva, hegesztési éllel ellátva kerül a helyszínre. Kivétel a 26 jelű záróelem, amely két végén 100÷100 mm túlmérettel, hegesztési él előkészítés nélkül lesz a helyszínre szállítva.

A méretek pontos feljelölése nagy szakértelmet és különös odafigyelést igényel, mivel itt az egyes napszakok közötti hőmérséklet-változás okozta hőtágulási eltéréseket is figyelembe kell venni.

A fő keresztmetszeti kapcsolatok mellett néhány egyéb hegesztett kötést is a helyszínen kell elkészíteni. Ilyen pl. a kábel védőcsövek behesztése, *19. ábra*.



19. ábra: A kábel-védőcső hegesztéshez előkészítve

## HEGESZTÉSI VARRATVIZSGÁLATOK (gyártás-, ill. szerelésközi és kontrollpróbák)

A közúti hidakra vonatkozó vizsgálati követelményeket az ÚT 2-3.404:2002 útügyi előírás tartalmazza.

A hídra előírt konkrét követelmények az általunk összeállított – és a Mérnök által jóváhagyott – *Mintavételi és minősítési tervben* található.

A vizsgálatok értékelése az MSZ EN ISO 5817 alapján, a vonatkozó vizsgálati szabványok figyelembevételével történik.

## RONCSOLÁSOS VIZSGÁLATOK

A hegesztési munkák megkezdése előtt a mindenkori kivitelezőnek el kell végeznie és dokumentálnia a szükséges hegesztési *eljárásvizsgálatokat*. Ezeket a vonatkozó európai szabványok írják elő. (Lásd *A hegesztéstechnológia minősítése, hegesztési utasítások* című pontban.)

A gyártás/szerelés folyamán készítendő gyártás-, ill. szerelés-ellenőrző próbákat a Mérnök által jóváhagyott *Mintavételi és minősítési terv* tartalmazza.

A hídszabályzatok általában a nyílások számának függvényében határozzák meg a készítendő próbadarabok számát. Ez a híd háromnyílású; de mivel a középső nyílás lényegesen hosszabb a két part mentinél, így az „2”-es súlyozó tényezővel lett figyelembe véve. Ebből következően 4 szerelési egység adódott, és nyílásonként a jellegzetes, funkcionális szempontból fontos kötések közül 3–3 darab próbadarabot kellett készíteni és bevizsgálni a hegesztéstechnológia minősítésénél alkalmazott előírások szerint; külön-külön a gyártás, az előszerelés és a helyszíni szerelés vonatkozásában. (Ez csupán a helyszíni szerelés vonatkozásában 76 próbadarab hegesztését jelenti!)

## RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK

A roncsolásmentes vizsgálatok módját és terjedelmét – az MSZ EN ISO 5817 szabvány által meghatározott minőségi szintek figyelembevételével, az ÚT 2-3.413 útügyi szabvány alapján – a *Mintavételi és minősítési terv* írja elő.

Minden teherviselő varrat az MSZ EN ISO 5817 szerinti „B” minőségi szintű. (C minőségi szintű varratok csak az alárendelt szerkezeti elemeknél – járdák, korlátok, vízvezetetés elemei stb. – fordultak elő.)

Az elvégzett vizsgálatok és azok terjedelme:

- Minden varratot 100% szemrevételezésnek (VT) kellett alávetni.
- Az egyéb vizsgálatok – mágnesezhető poros (MT), ultrahangos (ÚT) és radiográfiai (RT) – varratípusonként és szerkezeti egységenként (főtartó, pálya stb.) lettek meghatározva a „Mintavételi és minősítési terv”-ben.

## ÖSSZEZÉS

Mire ez az írás megjelenik, a híd gyártási munkáinak be kell fejeződnie. Ezt követően azonban még nagyon sok – elsősorban helyszíni szerelési, szakipari munkát – kell elvégezni a híd forgalomba helyezéséig. Az utolsó felvétel (*20. ábra*) a híd építésének állását mutatja a lapzártát közvetlenül megelőző napokban.

Meggyőződésünk, hogy az új híd is egy igazi mérnöki alkotás. Elsődleges feladata Budapest és a kapcsolódó agglomeráció forgalmának tehermentesítése. Ugyanakkor az alkalmazott műszaki megoldások mellett esztétikai megjelenésével is méltóan illeszkedik a főváros többi hídjának sorába.





20. ábra: A merevítőtartó szerelése a bal parti hídfő felől szemlélve

## Irodalom

- [1] HUNYADI Mátyás: A körgyűrű északi hídja – Megvalósulás előtt a főváros új átkelője, Mérnök Újság – 2006. február, 4–6. old.
- [2] HUNYADI Mátyás: Az M0 körgyűrű északi Duna-hídjának tervezése, IX. Acélfeldolgozási és Acélpítési Konferencia – Dunaújváros, 2007. május 9–10. 33–37. old.
- [3] Dr. Domanovszky Sándor: A dunaújvárosi Duna-híd mederhídjának kivitelezése a hegesztés szemszögéből, Hegesztéstechnika – 2007/2 35–44. old.
- [4] Érsek László – Hodrea Vasile – Léber László: Hamarosan elkészül a „legek” hídja – A dunaújvárosi Duna-híd ártéri hídjának kivitelezése során szerzett hegesztési tapasztalatok, Hegesztéstechnika – 2007/1 49–55. old.

## Szabványok, műszaki irányelvek

- MSZ EN 287-1:2004 Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés 1. rész: Acélok
- MSZ EN 439:1998 Hozaganyagok hegesztéshez. Védőgázok ívhegesztéshez és termikus vágáshoz.
- MSZ EN 440: 1998 Hozaganyagok hegesztéshez. Hegesztőhuzalok és hegesztési ömledék ötvöztelen és finomszemcsés acélok fogyóelektródás védőgázás ívhegesztéséhez. Osztályba sorolás
- MSZ EN 499:1998 Hozaganyagok hegesztéshez. Bevont elektródák ötvöztelen és finomszemcsés acélok kézi ív hegesztéséhez. Osztályba sorolás
- MSZ EN 756:2004 Hegesztőanyagok. Huzalelektródák és huzal-fedőpor kombinációk ötvöztelen és finomszemcsés acélok fedett ív hegesztéséhez
- MSZ EN 760:2000 Hegesztőanyagok. Fedőporok fedett ív hegesztéshez. Osztályba sorolás
- MSZ EN 1418:2000 Hegesztési személyzet. Hegesztőgép-kezelők és ellenállás-hegesztőgép-beállítók mi-

MSZ EN 10025-2:1998

MSZ EN 10025-2:2005

MSZ EN 10113-3:1995

MSZ EN 10204:1998

MSZ EN 10204:2005

MSZ EN ISO 5817:2004

MSZ EN ISO 14731:2007

ÚT 2-3.404:2002

ÚT 2-3.413:2005

nősítése fémek teljesen gépesített és automatikus hegesztésére  
Melegen hengerelt termékek ötvöztelen szerkezeti acélokból.  
Melegen hengerelt termékek ötvöztelen szerkezeti acélokból. Ötvöztelen szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei  
Melegen hengerelt, hegeszthető, finomszemcsés szerkezeti acélok. A termomechanikusan hengerelt acélok szállítási feltételei  
Fémtermékek. A vizsgálati bizonylatok típusai  
Fémtermékek. A vizsgálati bizonylatok típusai (Jóváhagyó közleményes, angol nyelvű)  
Hegesztés. Acél, nikkel, titán és ötvözetek ömlesztő-hegesztéssel készített kötése (a sugaras hegesztések kivételével).  
Hegesztésselüvelet. Feladatok és felelősség. (Jóváhagyó közleményes, angol nyelvű)

Közúti hidak építése II. Acélhidak gyártása és szerelése  
Közúti hidak tervezési előírásai III. Közúti hidak tervezése

## Ábrák

1–4: Céh Zrt.; 5, 6, 8, 12, 17: Dr. Domanovszky Sándor; 15: Szabó Gergely; a többi: Érsek László

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket szeretnék kifejezni mindazon kollégáknak, akik észrevételeikkel, tanácsaikkal, ill. a képek rendelkezésre bocsátásával hozzájárultak ezen írás létrejöttéhez: különösen dr. Domanovszky Sándor Széchenyi-díjas építő- és hegesztőmérnöknek.



## DR. DOMANOVSKY SÁNDOR 75 ÉVES



**Kedves Sándor!**

**A Te szakmai életutad olyan gazdag, hogy ebben az ünnepélyes pillanatban csupán nébány epizód felvillantására van lehetőség.**

Dr. Domanovszky Sándor ez év április 8-án töltötte be 75. életévét. A középiskola és az egyetem jeles eredménnyel történő elvégzését követően, munkája mellett folyamatosan továbbképezte magát. A német, majd magyar behesztő szakmérnöki képzés mellé műszaki doktori címet, EWE és IWE diplomát szerzett, angol és német nyelvizsgát tett.

Friss diplomás építőmérnökként a MÁVAG-hoz került. Ennél a vállalatnál, illetve jogutódjainál (Ganz-MÁVAG, ma Ganz Híd-, Daru- és Acélszerkezetgyártó Zrt.) megszakítás nélkül 48 évet töltött el. Volt tervező, üzem-mérnök, szerelési építésvezető, technológus, főmérnök-be-lyettes, majd főmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó főmérnök. Az utolsó 15 évben minőségügyi és behesztési igazgatói munkakört látott el. Ezt követően közel három évet dolgozott a Dunaujvárosi Duna-hidat kivitelező Konzorciumnál.

Dr. Domanovszky Sándor munkásságát az '50-es évek közepén kezdte. A hazai acélszerkezet-építésben erre az időszakra esik az ún. hagyományos, szögecselt szerkeze-tekéről a korszerű, behesztettekre való áttérés. Az újfajta kötés más konstrukciót, gyártási és szerelési technológiát, eljárásokat, alapanyagokat, vizsgálati módszereket köve-telt, azaz gyökeres változtatásokkal járt. Ennek a folyamat-nak irányításával, összefogásával az országosan vezető szerepet betöltő Ganz-MÁVAG a kezdetektől Domanovszkyt bízta meg. A legfontosabb szerkezet típusok, melyeknél a behesztés meghatározó szerepet töltött be, így az ő közreműködésével készültek. Ezek: hidak (270 műtárgy, köztük 12 Duna-, 10 Tisza- és nagyszámú export híd), emelő és anyagmozgató berendezések (több mint 2000 egy-ség, főként futó- és bakdaruk, az elmúlt két évtizedben hajókirakó óriásdaruk), épület-acélszerkezetek (több tíz-ezer tonna), vízműtárgyak acélszerkezetei (köztük a kis-körei, a Sió-csatorna és a dunakiliti vízlépcsők, víztor-nyok), nyomástartó és atmoszférikus tartályok (több mint 200 darab), sínjárművek forgóváz- és alvázkeretei (több tízezer darab, jelentős része exportra), nehéz gépszer-kezetek, atomeróművi berendezések stb.

Dr. Domanovszky Sándor azzal emelkedett ki a kivitele-ző mérnökök sorából, hogy az ország első számú, 1874-ben alapított acélszerkezeti vállalatánál fél évszázad alatt szerzett rendkívüli tapasztalatait több mint 40 esztendeje folyamatosan közkinccsé teszi könyvekben, szakmai folyó-iratokban, oktatási jegyzetekben, prospektusokban, refe-rencialistákban, konferenciákon, oktatóként (szakmunkás-tól szakmérnökig), szaktanácsadóként. Innovatív jellegű irodalmi munkássága részletes áttekintést (és a világ min-

denkori élvonalával történő összehasonlítást is) nyújt a szerkezeti acélgyártás, az acélhid-felszerkezet építésének hazai 140, továbbá a behesztett szerkezet építésének 50 esztendő múltjáról. Az elmúlt 30 évben mintegy 25 000 szakmai fotót készített. Ezek saját publikációin, előadásain kívül – igen gyakran – mások munkáiban, előadásaiban, könyvekben, folyóiratokban, esetenként azok címlapjain is felhasználásra kerültek.

A szakmai sokfélesége szinte egyedülálló. 17 könyvben működött közre, 160 szacikke jelent meg folyóiratokban, vagy konferenciák kiadványaiban. A MAGÉSZ újság eddig megjelent 35 számából 27-ben közöltünk tőle cikket és 16 címloldalára az ő általa készített fénykép felvételét tettük. Több oktatási jegyzetet írt, nagyszámú vállalati prospek-tust készített. Sok vállalati/konferencia kiállítást rendezett. OMFb akadémiai tanulmányok készítésében vett részt, országos pályázatok zsűrijének volt tagja. Számtalanszor volt elnök vagy tag állami vizsgáztató tisztségben. Negyven éve működik közre egy-egy tárgy oktatójaként a technoló-gusi, mérnöki, szakmérnöki képzésben. Mintegy 130 szak-mai előadást tartott konferenciákon, egyesületi rendez-vényeken. Kilenc szakmai film készítésénél volt szakértő. Tíz egyesületi és vállalati pályázaton ért el kiemelkedő eredményt. 300 esetben végzett vállalatminősítést (az SLV München Intézzel együttműködve). Közel 50 szabvány-alkotó bizottságban vett részt.

Közéleti szereplése igen sokoldalú. 1959 óta tagként, vezetőségi tagként, felügyelő- és ellenőrző-bizottsági tag-ként 18 egyesület/szervezet munkájában vett/vesz részt.

Tevékenységet 24 alkalommal ismerték el különféle kitün-tetésekkel. Ezek közül kiemelkednek: a Munka Érdemrend bronz fokozata kormánykitüntetés (1964), két Miniszteri Kitüntetés (1969, 1973), Eötvös Loránd Díj (1994), négy Ganz Ábrahám (1994, 1995, 1997, 2000), Zorkóczy Béla Díj (1998), Magyar Mérnökakadémia Díj (1999), Széchenyi Díj (2001), Bánki Donát Díj (2002), „AZ ÉV HIDÁSA” kitüntető cím (2004), BME Aranyoklevél (2006), Massányi Károly Díj (2007).

**Kedves Sándor!**

**Büszkénk vagyunk rá, hogy közöttünk vagy és azt kívánjuk, hogy hosszú pályafutásod során gyűjtött kivételes tudással, tapasztalataiddal még sokáig gazdagítsd az acélszerkezeti szakmát! Isten éltes-sen!**

Fenti köszöntőt a MAGÉSZ évzáró közgyűlésén, 2008. április 16-án, Markó Péter elnök mondta el.





## REMPORT ZOLTÁN 85 ÉVES



*Dr. Rempört Zoltán gyémántdiplomás kobómérnök a múlt év végén lépte át 85. évének mezsgyéjét, s ez a jubileumi batárkö alkalmat kínál arra, hogy a széles körben ismert szakembert a legmelegebb hangon köszöntsük. Személyében olyan mérnököt üdvözölhetünk, aki a háború éveiben lépett a műszaki pályára, a XX. század második felének egészét átívelte, és még a XXI. században is alkotóként van jelen. Fél századon át a hazai vaskobászat meghatározó egyénisége volt, és ismerősei körében megbecsülést szerzett magának.*

Rempört Zoltán Alsóságon (Vas megyében) született 1922. december 27-én. Középiskoláit Celldömölkön és Pápán végezte, a Pápai Református Kollégiumban érettségizett 1942-ben. Mérnöki oklevelét 1946-ban a Műegyetem soproni karán szerezte, műszaki doktori fokozatát pedig 1964-ben Miskolcon, a Nebézipari Műszaki Egyetemen. Közben közgazdasági ismeretekre is szert tett.

1944-ben a Borsodnádasi Lemezgyárban volt gyakornok, majd 1946-tól 1983-ig a vaskobászat területén tevékenykedett, mint hengerész szakember. Volt üzemmérnök, üzemvezető, gyárrészlegvezető a Diósgyőri Vasgyárban, csoportfőnök a Kobászati Minisztériumban, hengerműfőnök a Csepeli Acélműben, majd 27 éven át főmérnök a Lőrinci Hengerműben. Mint gyakorló kobász eredményeket ért el Diósgyőrben az ötvözött rúdárak választékának bővítésében és a bányatámrudak hengerlésének megszervezésében. Pestlőrincen a kisépítésben, a mikroötvözésű lemezek fejlesztésében és a nagy létesítmények: hidak, tartályok, kikötői daruk lemezeinek gyártásában. Irányításával, diósgyőri acélból, a Lőrinci Hengerműben készült az Erzsébet híd és az újvidéki Duna-híd összes lemeze. Mint több hazai hengermű vezetője, összekötő szerepet töltött be az acélgyártók és az acélszerkezet-gyártók között.

Tudományos tevékenységként az acél fémfizikai tulajdonságaival foglalkozott, az újrakristályosodás, a vastagsághatás és a mechanikai anizotrópia jelenségeit kutatta. A Bányászati és Kobászati Lapoknak több mint 50 éven át cikkírója, két cikluson át szerkesztőségi tagja volt.

Pápai diákkorából hozta magával a humán kultúra iránti vonzalmát, a kobászsakmának sem csupán mesterségét és tudományát gyakorolta, hanem annak kultúráját is felkarolta. Kapcsolatot tartott az oktatási intézményekkel is, egy tanéven át külső tanársegéd volt a miskolci Nebézipari Műszaki Egyetem mechanikai tanszékén, érettségibiztos a diósgyőri kobóipari szakiskolában, egy évtizeden át tagja a miskolci egyetemen a „Mérnököket Vizsgáztató Állami Bizottságnak”. Kapcsolatai túlnyúltak az ipari technikai társadalom keretein, baráti köréhez történészek, esztéták és nyelvészek is tartoztak.

Amikor 1983-ban nyugdíjba vonult, a vaskobászat már túljutott a tetőzésén; ekkor úgy ítélte meg, hogy technológiai felkészültségét már nem tudja érvényesíteni, ezért végleg a szakmai történelem kutatásába kezdett. Az azóta eltelt 25 év lehetővé tette, hogy levéltárakat, múzeumokat, könyvtárakat járva, a hazai vasgyár-

tás múltjáról hatalmas ismeretanyagot halmozzon fel. Célul tűzte ki az ipari forradalom hazai vasgyártásra gyakorolt hatásának bemutatását. Ennek keretében a XIX. századi hazai vasgyártás történetét háromkötetes monográfiában dolgozta fel. Miután pedig a vasgyártás múltjáról más monográfiák is megjelentek, lehetőséget talált arra, hogy Magyarország vasgyártásának 1100 éves történetét is megírja.

Rempört Zoltán irodalmi tevékenysége széles körű. A Bányászati és Kobászati Lapokon kívül cikkei jelentek meg a „Gép”, a „Dunai Vasmű”, a „Szabványosítás”, a „Technikatörténeti Szemle”, a „Történeti Szemle”, a „Századok” folyóiratok lapjain és több alkalmi kiadványban. Nyomatásban megjelent könyveinek száma is jelentős, ezek egy része társszerzők bevonásával látott napvilágot. Egyéni szerzésű nagyobb könyvei a következők: „A hengerelt acélok szerkezete és tulajdonságai”, 1975. – „Durvalemezgyártás”, 1983. – „Magyarország vaskobászata az ipari forradalom előestéjén”, 1995. – „A Kárpát-medence vasgyártása a neoabszolutizmus korában”, 2003. – „Magyarország vasgyártása a dualizmus korában”, 2005. – „Magyarország vasgyártásának 1100 éves története”, 2007 (kéziratban).

Rempört Zoltán gyárvezetői és irodalmi munkásságát az igényesség és kulturáltság jellemzi, tevékenységét szakmai körök több évtizeden át érdeklődéssel kísérték és elismeréssel illették. Mint társadalmi munkás az Országos Magyar Bányászati és Kobászati Egyesület (OMBKE) Vaskobászati Szakosztályában tevékenykedett, vezetőségi tagként. Volt a Hengerész Szakcsoport titkára, a Nívódíj Bizottság elnöke és a Történeti Bizottság vezetője. Az Egyesület Zorkóczy Samu és Sóltz Vilmos szakmai érdemmel tüntette ki, és 1987. évi közgyűlésén tiszteletbeli tagjává választotta. Nyugdíjba vonulása alkalmával munkatársai szakestéllyel búcsúztatták, 80. születésnapján dr. Dutkó Lajos igazgató a Lőrinci Hengermű dolgozói és az OMBKE budapesti szervezete nevében társas díszében köszöntötte. 2003-ban a Vas-és Acélipari Egyesülés a „Vaskobászatért”, 2006-ban a gazdasági miniszter, az Egyesület felterjesztése alapján „Szt. Borbála” érdemmel tüntette ki.

A gratulálókhöz csatlakozva, az „acélipar Zoli bácsi-jának” mi is jó munkát és további munkájához jó egészséget kívánunk!

MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség

# EGYHAJÓS DARUZOTT IPARI CSARNOK ACÉLSZERKEZETÉNEK TERVEZÉSE

## PLANNING THE STEEL CONSTRUCTION OF A CRANED, ONE-AISLE INDUSTRIAL HALL

A Széchenyi István Egyetem főiskolai építőmérnöki szakának végzős szerkezetépítő szakirányos hallgatójaként szakdolgozatom témájaként egy 24 m-es fesztávolságú, két hídvarúval ellátott csarnok acélszerkezetének tervezését választottam.

A szerkezeti elemek méretezéséhez a Magyar Szabványok előírásainak megfelelően vettem fel az állandó és esetleges terheket, ezek között külön vizsgálattal határoztam meg a darupályáról a keretszerkezetre átadódó reakciókat. A főtartókeret igénybevételeinek meghatározását és vizsgálatát AXIS-VM végelesemes programmal végeztem, a szerkezet összeállítási és gyártmányterveit pedig TEKLA STRUCTURES program segítségével készítettem el. A szelemenek és a szendvicspanel héjazatvizsgálata a gyártó tervezési segédletei alapján történt.

Munkám során a szelvénytípusok, burkolatok, kötőelemek megválasztásánál szem előtt tartottam azok beszerezhetőségét, így előtérbe kerültek az EURO szelvények valamint az emelt folyáshatárú anyagból hidegen hajlított LINDAB szelvénytípusok, a másodlagos teherviselő elemek (szélrács, hossz-kötés) esetében pedig kihajlás szempontjából kedvező, zárt négyzet keresztmetszetek. A kapcsolatok kialakításánál pedig törekedtem az egyszerű szerelhetőségre.

Végeredményül egy gazdaságosan gyártható és kivitelezhető, korszerű megjelenésű, más szerkezetípusokkal versenyképes csarnokszerkezet jött létre.

Napjaink tervezői gyakorlatának alapvető követelménye a tervezést támogató szoftverek és számítástechnikai eszközök széles körű használata. Ennek tudatában – s nem utolsósorban annak érdekében, hogy egy szokványos tervezői feladat szokványos megoldási menetétől lehetőségeimhez mérten eltérjek – dolgozatom elkészítése során igyekeztem eme eszközöket és szoftvereket minél szélesebb körben alkalmazni.

### 1. A TERVEZÉS KIINDULÓ ADATAI

Szakdolgozatom témája az alábbi paraméterekkel rendelkező daruzott csarnokszerkezetet megtervezése:

- fesztávolság: 24,0 m
- párkánymagasság: 7,7 m
- taréjmagasság: 9,0 m
- tetőlejtés: 6,0°
- keretállás távolsága: 6,0 m
- szelemenosztás: 2,0 m
- darupálya sínkorona magassága: 5,70 m
- épülethossz: 36,6 m

As a senior student specializing in construction building at the architect college department of Széchenyi István University, I selected the planning the steel construction of a hall with 24 m span width, and equipped with two overhead cranes, as the topic of my thesis.

Constant and possible loads were taken according to the regulations of the Hungarian Standards (MSZ) for the dimensioning of construction elements, a separate test was used for specifying reactions transferred from the crane runway onto the framework. The specification and testing of loads on the main supporting framework were calculated by computer using a finite element programme, and the assembly and production plans of the framework were prepared using a modelling programme developed specially for this purpose. The examination of the purlins and laminated panel shells was carried out based on the planning aid of the manufacturer.

During my work, when selecting profile types, covering, bonding units, their availability was taken into consideration, accordingly H-cross-sectioned EURO profiles (IPE, HEA), LINDAB Z profile type cold-rolled of material with increased flow limit came to the fore. Secondary load-bearing elements (cross braces, longitudinal bonds) are closed square cross-sections good from the aspect of buckling. When designing bonds I attempted to find simple assembly.

As a final result, hall construction producible and feasible economically, with modern appearance, competitive with other construction types was created.

Nowadays, a basic requirement of designers' practice is the wide-scale use of design-aiding software and computer technology equipment. Being aware of the above, and not in the last place in order to differ from the ordinary process of solution of an ordinary task of a designer, as far as it is possible, during the preparation of my thesis work I tried my best to apply these equipment and software in the widest scale possible.

- daruzottság: 2 darab 50 kN teherbírású, 22,5 m fesztávolságú hídvarú
- A csarnok hőszigetelt kivitelben készül, burkolatának a fal és a tető esetében egyaránt KINGSPAN szendvicspanel választottam. A burkolat súly-, terhelési és egyéb tervezés során figyelembe veendő adatait a gyártó tervezői segédleteiből nyertem.

Alkalmazott tetőpanel: KINGSPAN KS 1000 RW

Alkalmazott oldalfalpanel: KINGSPAN KS 1000 SF

- A szelemenávolság felvett értéke: 2,0 m
- A falvázgerenda-osztás felvett értéke: 2,0 m





## A tervezés menete

1. Csarnok funkcionális elemzése, statikai rendszer meghatározása.
2. Terhek felvétele az MSZ előírásainak megfelelően.
3. Teherhordó acélváz igénybevételeinek meghatározása gépi valamint kézi számítások segítségével.
4. Főtartóelemek, szelemen, merevítések szilárdsági, alakváltozási és stabilitásvizsgálata.
5. Kapcsolatok méretezése.
6. Főtartókeret összeállítási és gyártmányterveinek elkészítése.
7. A vázszerkezet műszaki leírásának elkészítése.

A terhek felvétele az MSZ 15021/1-86 szabvány szerint történt, a szükséges erőtanai számításokat az MSZ 15024/1-85 és az MI 15024/3-85 szabványok alapján végeztem. Az erőtanai számítások meggyorsítása és nagyobb pontossága érdekében a statikailag határozatlan, mindkét végén befogott főtartókeret vizsgálatát AXIS VM 8.0 végeeselemes programmal végeztem, illetve a kézi számítások esetén MS EXCEL programot alkalmaztam. A főtartókeret összeállítási és gyártmánytervei speciálisan erre a célra kifejlesztett TEKLA STRUCTURES programmal készültek, a szerkezet térbeli modelljének megalkotását követően a szükséges rajzokat a program generálta.

## 2. A CSARNOK FUNKCIONÁLIS ELEMZÉSE, STATIKAI RENDSZER MEGHATÁROZÁSA

### Általános ismertetés

Az általános rendeltetésű, egyhajós, daruzott ipari csarnok 24 m-es fesztávolsággal, 7,7 m-es párkánymagassággal, 9 m-es taréjmagassággal, 6 m-es keretállás-távolsággal, 36,5 m-es hosszban épül. A tető hajlásszöge 6 fok. A csarnok teljes hosszában daruzott kivitelű, 2 darab 22,5 m fesztávolságú, KONECRANES típusú hídaruval ellátva. A csarnokban semmiféle különleges mechanikai, kémiai és hőigénybevételt okozó technológia nem kerül alkalmazásra.

A csarnokszerkezet fő teherhordó vázszerkezetét a tömör gerinclemez, EURO szelvényes oszlopok és a hozzájuk sarokmerv csavározott kapcsolattal illeszkedő, szintén tömör gerinclemez, EURO szelvényű gerendákból kialakított keretek alkotják. A szerkezet térbeli merevségét a szélső mezőben, tetősíkokban elhelyezett szélrácsok és falsíkokban elhelyezett hosszkötések biztosítják. A darupályákról átadódó terhek alaptestekre való levezetésére fékrácsok szolgálnak. A hosszkötés és a fékrács egyesített rácszat formájában kerül kialakításra. A tetőszelemenek LINDAB típusú könnyűszelemenek, a falvázrendszer hidegen hajlított, dunaújvárosi „C” szelvényekből (falvázgerendák) és EURO szelvényekből (falvázoszlopok) kerül kialakításra. Az épület két végfalán egy-egy 3,5\*4,2 m nyílású ipari kapu kerül beépítésre, a gyalogos közlekedést az ipari kapuk mellé elhelyezett, 0,9\*2,1 m nyílású személybejárók biztosítják.

Az acélszerkezet korrózió elleni védelmét festékbevonat biztosítja, a LINDAB könnyűszelemenek tűzihorganyzott kivitelűek.

A megfelelő mennyiségű természetes fény bejutását és a szellőzést a hosszfalakon és végfalakon elhelyezendő szalagablakok és a taréjban beépítésre kerülő 4 db bevilágító kupola biztosítják.

## Statikai modellek felvétele

### Főtartókeret:

Az oszlopok alsó végükön az alaptesthez és ezen keresztül a teherbíró altalajhoz befogottan, felső végükön a szaruzattal sarokmerven kapcsolódnak. A szarutatok a 24 m-es fesztávolság miatt két darabból készülnek, a szaruzatfelek egymáshoz a taréjban nyomatékbíró, homlokkelemez csavarkapcsolattal csatlakoznak, a keretsarkokban kiékeléssel készülnek.

Az ily módon összekapcsolt elemekből egy mindkét támasznál befogott keretszerkezetet kapunk, melynek előnyei:

- Kis elmozdulások lépnek fel, amely a daruk üzemeltetése szempontjából kedvező.
- Acélfelhasználás szempontjából gazdaságos megoldás.
- A merev keretsarok csökkenti a szaruzat igénybevételeit.

### Szelemenrendszer:

A szelemenek kis önsúllyal és nagy teherbírással rendelkező, emelt folyáshatárú anyagból készülő LINDAB Z szelvények, a bakoknál megfelelő mértékű átlapolásokkal többtámaszúsítva.

A tetősíkokban ébredő erők felvételére a szaruzat felső övére hegesztett szelemenfülek, illetve a mezőközépen elhelyezett köracél felkötések szolgálnak.

### Darupályatartók:

Kialakításuk a csarnokszerkezetekre általánosan jellemző, folytatólagos, többtámaszú tartó.

### Az épület merevítési rendszere:

A tetőszelemenek és a zárt szelvényű szélrácsok egy „K” rácszatú rácsos tartóként biztosítják a merevséget és veszik fel a rájuk jutó szélterheket. A hosszkötés és a fékrács közös rácszata a darupálya síkjáig hosszkötésként működik, alatta pedig kettős funkcióval bír.

## 3. TERHEK FELVÉTELE

### 3.1. Állandó terhek

Biztonsági tényező:  $\gamma = 1,2$

#### 3.1.1. Önsúlyteher

- A szerkezeti elemek önsúlyát az AXIS program generálja.
- Héjazat önsúlyterhe: KINGSPAN KS 1000 RW  
d = 80 mm  
D = 115 mm  
acélfegyverzet: 0,5/0,4 mm  
m = 11,54 kg/m<sup>2</sup> = 0,1154 kN/m<sup>2</sup>

#### 3.1.2. Épületgépészeti és egyéb terhek

Felvett teher: m = 25 kg/m<sup>2</sup> = 0,25 kN/m<sup>2</sup>

### 3.2. Meteorológiai terhek

#### 3.2.1. Hóteher

Biztonsági tényező: a hóteher biztonsági tényezőjét szerkezeti elemként – a hóval közvetlenül terhelt szerkezeti elemek önsúlya és a hóteher alapértékének arányától függően – az MSZ15021/1 3.2.1.5 pontja alapján kell meghatározni.



A héjazat és a szelemenek esetében számítás nélkül be-  
látható, hogy:

$$\frac{g}{p_s} \leq 0,4 \Rightarrow \gamma = 1,75$$

A főtartókeret esetében a hóval terhelt szerkezeti elemek  
önsúlya:

héjazat:	0,1154 kN/m <sup>2</sup>
szelemenrendszer:	0,05 kN/m <sup>2</sup>
szaruzat:	0,21 kN/m <sup>2</sup>
<b>SZUMMA:</b>	<b>0,3754 kN/m<sup>2</sup></b>

$$\frac{g}{p_s} = \frac{0,3754}{0,8} = 0,469 \approx 0,4 \Rightarrow \gamma = 1,75$$

egyidejűségi tényező:  $\alpha = 0,6$

Tető hajlásszöge:  $\alpha < 30^\circ$

Tengerszint feletti magasság:  $M < 300$  m

➔ Hóteher alapértéke: 0,8 kN/m<sup>2</sup>

### 3.2.2. Szélteher

Biztonsági tényező:  $\gamma = 1,2$

Egyidejűségi tényező:  $\alpha = 0,6$

Átlagos torlónyomás  $H_{köz} = 8,35$  m magasságban:

$$w_0 = 0,603 * \left( \frac{H_{köz}}{10} \right)^{0,32} = \mathbf{0,569 \text{ kN/m}^2}$$

Alaki tényezők, 1. eset tető:



$$c_1 = -0,4 \text{ (szívás)}$$

$$c_2 = -0,4 \text{ (szívás)}$$

Alaki tényezők, 2. eset tető:



$$c_1 = (0,8/60) * 6^\circ = +0,08 \text{ (nyomás)}$$

$$c_2 = 0$$

Alaki tényezők, falak:



$$h/l = 7,7/24 = 0,32 < 2,0$$

$$c_3 = -0,4 \text{ (szívás)}$$

### 3.3. Darupálya hasznos teher

Biztonsági tényező:  $\gamma = 1,3$

(MSZ15021/1 6. tábl. < 50 kN)

Egyidejűségi tényező:  $\alpha = 0,8$

Din. tényező darupálya vizsgálatánál:  $\mu = 1,2$

(MSZ15021/1 5. tábl.  $v < 1,5$  m/s)

Din. tényező oszlop vizsgálatánál:  $\mu = 1,1$

(MSZ15021/1 5. tábl.  $v < 1,5$  m/s)

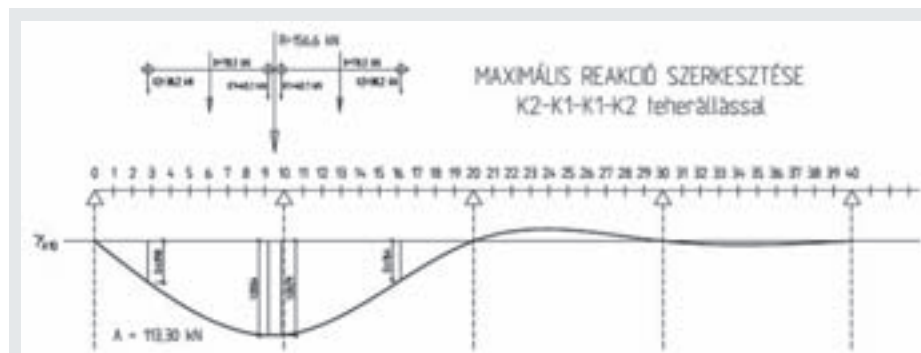
Keréknnyomásértékek:

$$K_1 = 40,1 \text{ kN} \quad K_3 = 13,8 \text{ kN}$$

$$K_2 = 38,2 \text{ kN} \quad K_4 = 13,2 \text{ kN}$$

A darupályáról keretszerkezetre adódó mértékadó ter-  
heket a darupályatartó h(A10) reakcióerő hatásábrájának  
leterhelésével nyertem. A mértékadó teherállást közelítő  
eljárással, több próbálkozásból határoztam meg.

A szerkesztés eredménye az alábbi ábra szerint:



$$K_1 = A = 113,3 \text{ kN}$$

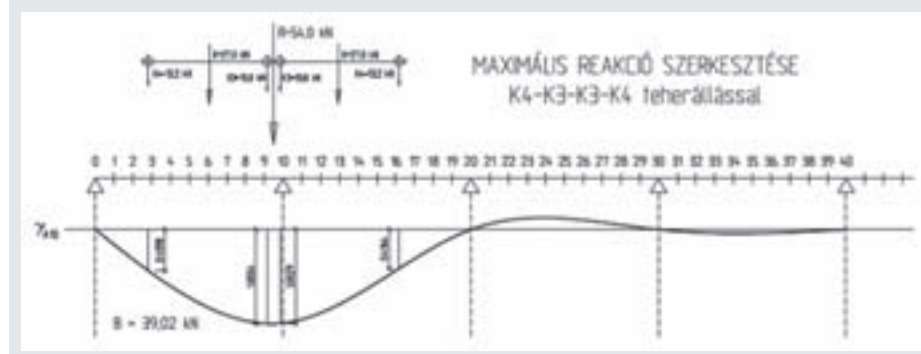
$$K_2 = A = 39,02 \text{ kN}$$

$$F_1 = K1/7 = 16,2 \text{ kN}$$

$$F_2 = K2/7 = 5,57 \text{ kN}$$

$$O_1 = K1/10 = 11,33 \text{ kN}$$

$$O_2 = K2/10 = 3,9 \text{ kN}$$





## 4. TEHERHORDÓ ACÉLVÁZ VIZSGÁLATA

Ezen fejezet – egyben a dolgozat súlyponti fejezete – tartalmazza:

- a teherhordó acélváz igénybevételeinek meghatározását,
- a héjazat és a szelemenrendszer vizsgálatát,
- a főtartókeret alkotó szelvényeinek szilárdsági és stabilitásvizsgálatát,
- a főtartókeret kapcsolatainak ellenőrzését,
- az épület merevítési rendszerének vizsgálatát.

A vizsgálat során a teherátadás menetét követve kell igazolni az egyes szerkezeti elemek megfelelőségét. A tervezés során az alábbi vizsgálati eljárásokat alkalmaztam:

- A héjazat és a szelemenek vizsgálata elvégezhető gyártói, forgalmazói katalógusok, tervezői segédletek, terhelési táblázatok alapján.
- A mindkét végén befogott főtartókeret vizsgálata esetében – a gyorsabb, pontosabb számítás érdekében – AXIS VM 8.0 végeelemes programmal végeztem a számításokat, élve az MSZ 15024/1 szabvány adta lehetőséggel, melynek értelmében a másodrendű vizsgálat egyben a főtartó keretsíkban történő stabilitásvizsgálatát is jelenti.
- A kapcsolatok vizsgálata kézi számítással történt, a kapcsolatok kialakítása során az alkalmazandó szerkesztési szabályokat minden esetben betartottam.
- Az épület merevítési rendszerét szintén kézi számításokkal ellenőriztem.

### 4.1. Héjazat vizsgálata

A vizsgálat a szendvicspanel terhelési táblázata alapján elvégezhető. A táblázatokból a statikai modell és a szelementávolság ismeretében a maximális terhelhetőség leolvasható, ezt kell összevetni a tényleges terheléssel.

A héjazatra jutó külső terhek alapértéke:

- önsúlyteher:  $0,1154 \text{ kN/m}^2$
- hóteher:  $0,8 \text{ kN/m}^2$
- szélnyomás:  $0,047 \text{ kN/m}^2$
- szélszívás:  $0,227 \text{ kN/m}^2$

A tetőpanel megengedett legnagyobb terhelése a terhelési táblázat szerint, négytámaszú tartó esetén:

- szélnyomásra:  $1,62 \text{ kN/m}^2$
- szélszívásra:  $2,23 \text{ kN/m}^2$

A tetőpanel mértékadó terhelése szélnyomás esetén:

$$Q_M = \gamma_g * g + \gamma_s * p_s + \alpha_w * \gamma_w * p_w$$
$$Q_M = 1,2 * 0,1154 * \cos 6^\circ + 1,75 * 0,8 * \cos 6^\circ + 0,6 * 1,2 * 0,047 =$$
$$= 1,57 \text{ kN/m}^2 \text{ (NYOMÁS)} < 1,62 \text{ kN/m}^2$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

A tetőpanel mértékadó terhelése szélszívás esetén:

$$Q_M = \gamma_g * g + \gamma_w * p_w$$
$$Q_M = 1,2 * 0,1154 * \cos 6^\circ - 1,2 * 0,227 =$$
$$= -0,14 \text{ kN/m}^2 \text{ (SZÍVÁS)} < 2,23 \text{ kN/m}^2$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

A terhelési táblázatban megadott legnagyobb terhelhetőség  $L/200$  mértékű lehajlás-korlátozásra vonatkozik, így a teherbírás igazolása esetén további alakváltozás-vizsgálat nem szükséges.

### 4.2. Szelemen ellenőrzése

A LINDAB könnyűszelemenek vizsgálata bizonyos tipizált esetekben (tipikus statikai modellek és megfogási viszonyok esetén) elvégezhető a cég által kiadott „LINDAB Z/C

GERENDÁK STATIKAI MÉRETEZÉSE” című tervezési útmutató alapján. Ebben az esetben a segédlet táblázataiból nyerhető határterheléseket összehasonlítva a szelemenre jutó terhelésekkel könnyen, gyorsan megállapítható a szelemen megfelelősége.

- Statikai váz a tető síkjára merőlegesen: folytatólagos többtámaszú tartó:  $L = 6,0 \text{ m}$  (5. számú modell szerinti kialakítás, a szélső mezőkben azonos szelvény)
- Statikai váz a tető síkjában: folytatólagos többtámaszú tartó, a szaruzattávolságok felében a keletkező nyomatékok és fellépő elmozdulások csökkentése érdekében felkötésekkel:  $L = 3,0 \text{ m}$
- Felvett szelvénytípus: LINDAB Z250\*2,5

### Vizsgálat a tervezési útmutató alapján:

- Statikai váz: 5. számú modell szerinti kialakítás, szélső mezőkben azonos szelvény.
- Terhek: *Nyomó jellegű teher*

Alapérték: ÖNS + HÓ + SZÉL2:  $2,2492 \text{ kN/m}$   
Szélsőérték:

$$\gamma_g * g + \gamma_s * p_s + \alpha_w * \gamma_w * p_w = 1,2 * 0,81 \text{ kN/m} + 1,75 * 1,591 \text{ kN/m} + 1,2 * 0,6 * 0,091 \text{ kN/m} =$$
$$= 3,82 \text{ kN/m}$$

- Terhek: *Szívó jellegű teher*

Alapérték: ÖNS + SZÉL1:  $0,36 \text{ kN/m}$   
Tehát ez is nyomó jellegű teher!  
Szélsőérték:

$$\gamma_g * g - \gamma_w * p_w = 1,2 * 0,81 \text{ kN/m} - 1,2 * 0,4552 \text{ kN/m} = 0,43 \text{ kN/m}$$

- Teherbírási határállapot: (szilárdsági vizsgálat)
  - mértékadó nyomóteher:  $3,82 \text{ kN/m}$
  - nyomó határteher:  $8,64 \text{ kN/m}$  (táblázat 2. határterhelés)

**TEHÁT MEGFELEL!**

- Használati határállapot: (alakváltozás-vizsgálat)

$e(h) = L/300 = 20 \text{ mm}$   
– mértékadó teher:  $3,82 \text{ kN/m}$   
– határteher:  $4,55 \text{ kN/m}$  (táblázat 5. határterhelés)

**TEHÁT MEGFELEL!**

### 4.3. Főtartókeret vizsgálata

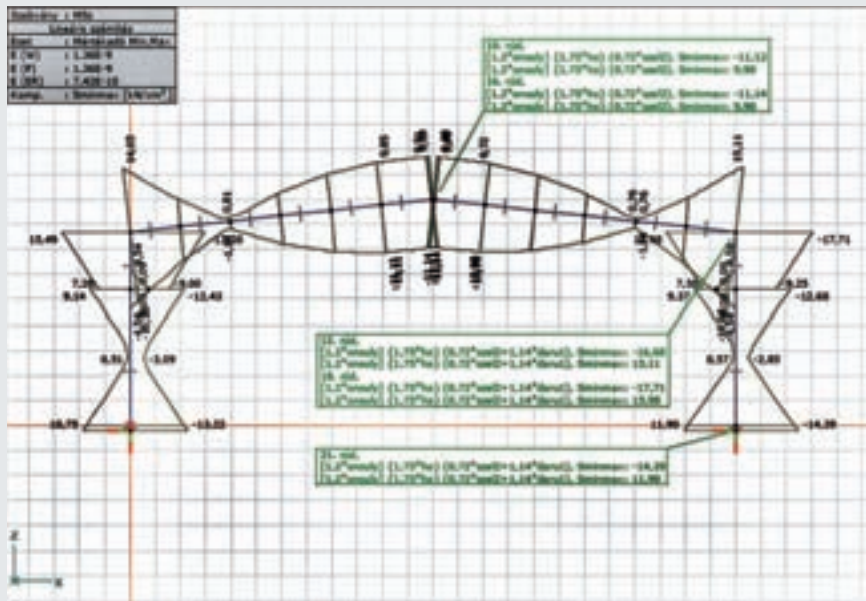
Az AXIS program segítségével lehetőség nyílik a szerkezetek elsőrendű valamint másodrendű számítás elvei alapján történő vizsgálatára. Jelen esetben célszerű a keretszerkezet másodrendű elmélet szerinti vizsgálatát elvégezni, ugyanis ez a szilárdsági vizsgálat mellett a keret síkjában történő stabilitásvizsgálatot is jelenti, így kézi számítással elegendő a keretsíkra merőleges stabilitásvizsgálatot (övmerevség-vizsgálat) elvégezni.

#### 4.3.1. Főtartókeret elsőrendű elmélet szerinti vizsgálata

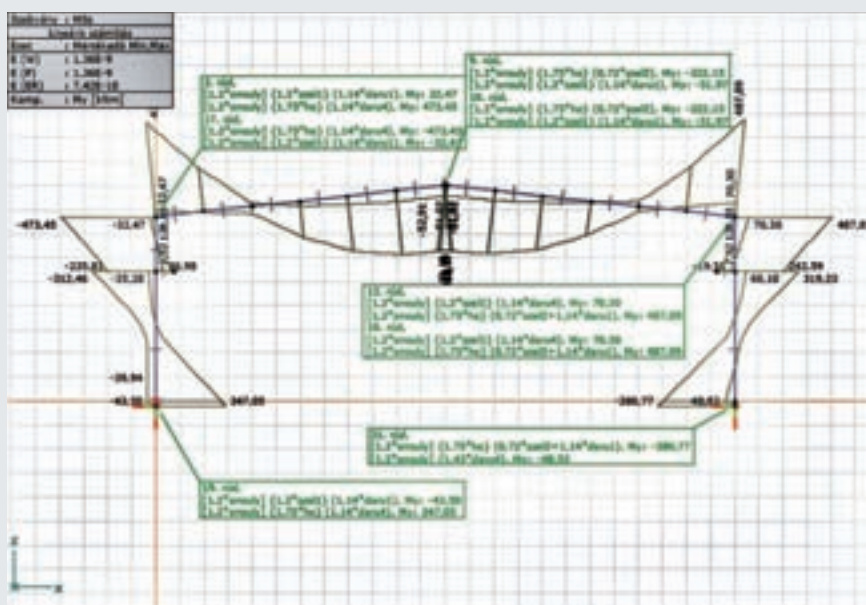
A keret elsőrendű vizsgálatának segítségével ki tudtam nyerni az oszlop, illetve a gerenda mértékadó teherkombinációit, a keletkező maximális feszültségek, ébredő maximális igénybevételek valamint a fellépő maximális elmozdulások szempontjából.

A vizsgálati eredmények igen látványosan – táblázatok és diagrammok segítségével – dokumentálhatók, erre mutatnak példát a következő ábrák.

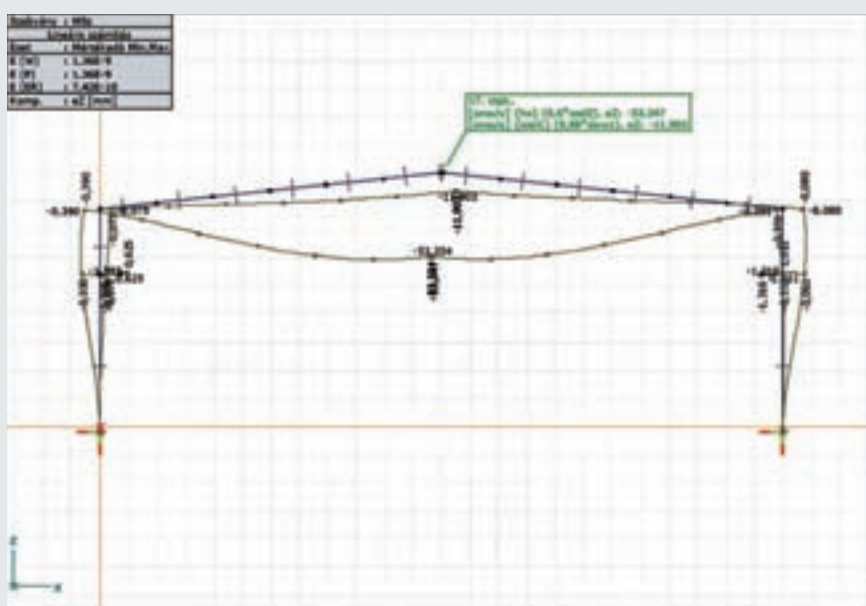




Keletkező maximális feszültségek



Ébredő maximális hajlító igénybevétel



Fellépő maximális lehajlás





## A mértékadó teherkombinációk

Teherkombináció	[állandó teher] {kiemelt esetleges teher} (többi esetleges teher)
1. teherkombináció	[1,2*onsuly] {1,75*ho} (0,72*szel2+1,14*daru1)
2. teherkombináció	[1,2*onsuly] {1,75*ho} (0,72*szel2+1,14*daru3)
3. teherkombináció	[1,2*onsuly] {1,75*ho} (1,14*daru2)
4. teherkombináció	[1,2*onsuly] {1,75*ho} (1,14*daru4)
5. teherkombináció	[1,2*onsuly] {1,75*ho} (0,72*szel2)
6. teherkombináció	[onsuly] {ho} (0,6*szel2+0,88*daru1)
7. teherkombináció	[onsuly] {ho} (0,6*szel2)

### 4.3.2. Főtartókeret másodrendű elmélet szerinti vizsgálata

A másodrendű elmélet szerinti vizsgálatot a programban adott teheresetre illetve teherkombinációra lehet lefuttatni, ezért az elsőrendű vizsgálat során a program által automatikusan meghatározott mértékadó teherkombinációkat létrehoztam a teherkombinációk definiálása ablakban, majd az így meghatározott 7 darab teherkombinációra végeztem el a keret másodrendű vizsgálatát.

#### • A szilárdsági vizsgálat eredményei:

$$\sigma_{\min} = -17,85 \text{ kN/cm}^2 \text{ (1. teherkombináció)} < < \sigma_H = 20,0 \text{ kN/cm}^2$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

$$\sigma_{\max} = 16,12 \text{ kN/cm}^2 \text{ (1. teherkombináció)} < < \sigma_H = 20,0 \text{ kN/cm}^2$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

#### • Az alakváltozás-vizsgálat eredményei:

$$e_{x(\max)} = 14,15 \text{ mm (6. teherkombináció)} < H/150 = 7700/150 = 51,33 \text{ mm}$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

$$e_{z(\max)} = -53,88 \text{ mm (7. teherkombináció)} < L/300 = 24000/300 = 80 \text{ mm}$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

### 4.3.3. Gerenda stabilitásvizsgálata helyettesítő övmerevség-vizsgálattal

A gerenda kifordulásvizsgálata az MSZ 15024/1 3.5.6.2 értelmében végrehajtható helyettesítő övmerevség-vizsgálattal. Ekkor azt kell igazolnunk, hogy a tartó hajlításból nyomott öve a keretre merőleges síkban kihajlás szempontjából megfelel, azaz:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M^{II}}{W_{nyomó}} \leq 1,2 * \varphi * \sigma_H$$

Ahol:

N a másodrendű vizsgálatnál meghatározott hajlítónyomatékkal egyidejű normálerő (1. teherkombináció)

A a hajlításból nyomott öv keresztmetszeti területe

M<sup>II</sup> a másodrendű vizsgálatnál meghatározott maximális hajlítónyomaték

W<sub>nyomó</sub> a nyomott szélső szálhoz tartozó névleges keresztmetszeti modulus

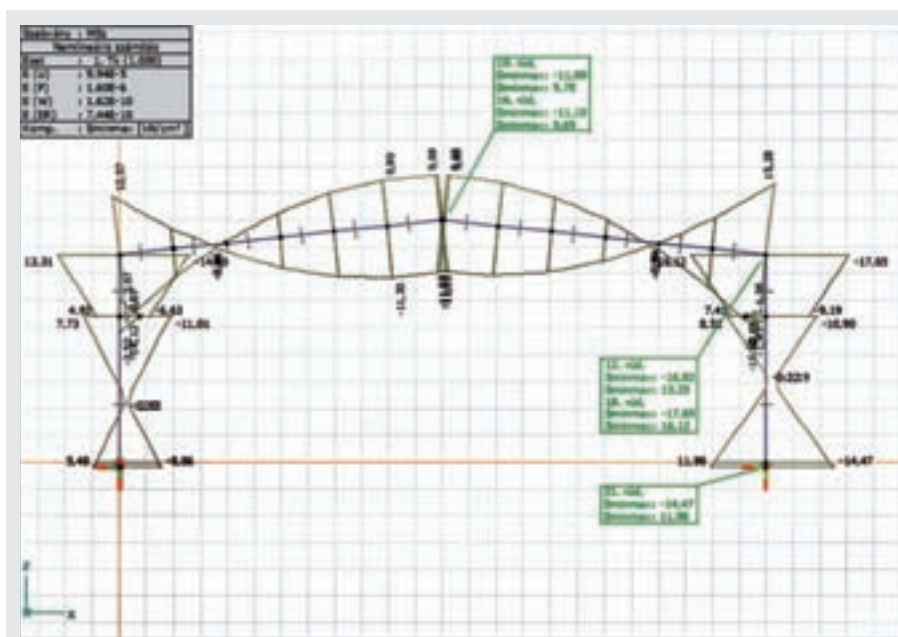
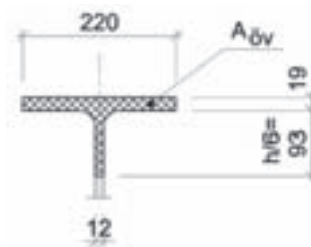
$$A_{\text{öv}} = 22 * 1,9 + 9,3 * 1,2 = 52,96 \text{ cm}^2$$

$$N = 108,9 \text{ kN}$$

$$M^{II} = 325,3 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{nyomó}} = 1,1 * W_x = 3376 \text{ cm}^3$$

$$a = 2,0 \text{ m}$$



A szilárdsági vizsgálat eredményei

$\varphi$  meghatározása:

$$I_{y_{\text{öv}}} = \frac{9,3 * 1,2^3}{12} + \frac{1,9 * 22^3}{12} = 1687,3 \text{ cm}^4$$

$$i_{y_{\text{öv}}} = \sqrt{\frac{I_{y_{\text{öv}}}}{A_{\text{öv}}}} = \sqrt{\frac{1687,3 \text{ cm}^4}{52,96 \text{ cm}^2}} = 5,64 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{a}{i_{y_{\text{öv}}}} = \frac{200 \text{ cm}}{5,64 \text{ cm}} = 35,46 \Rightarrow \varphi = 0,881$$

Az ömreveltség-vizsgálat:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M^{\text{II}}}{W_{\text{nyomó}}} = \frac{108,9 \text{ kN}}{52,96 \text{ cm}^2} + \frac{325,3 * 100 \text{ kNm}}{3376 \text{ cm}^3} = 11,69 \text{ kN/cm}^2$$

$$1,2 * \varphi * \sigma_H = 1,2 * 0,881 * 20 \text{ kN/cm}^2 = 19,44 \text{ kN/cm}^2$$

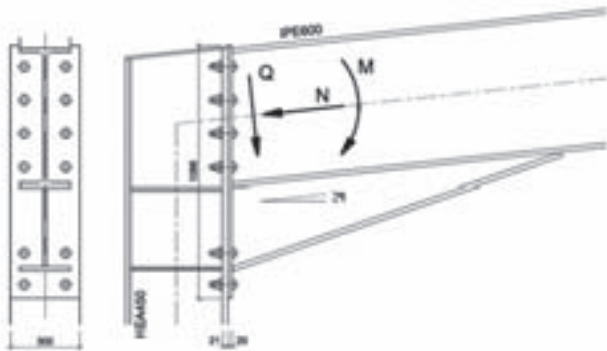
$$\sigma < 1,2 * \varphi * \sigma_H \Rightarrow \text{TEHÁT MEGFELEL!}$$

#### 4.3.4. Főtartókeret kapcsolatainak vizsgálata

A főtartó kapcsolatainak ellenőrzéséhez az igénybevételeket az elsőrendű vizsgálat mértékadó igénybevételeiből nyerem. Ezek ugyan nem minden esetben egyidejű igénybevételek, de a számítást gyorsítják és leegyszerűsítik, a biztonság javára „tévednek”, és a kapcsolatok nem lesznek túlzott mértékben túlméretezettek (szemben a szelvény határ-igénybevételére történő méretezéssel). A támaszigénybevételek esetében a maximális nyomaték és a vele egyidejű igénybevételek képezik az ellenőrzés alapját.

*Oszlop-gerenda csavarozott kapcsolata*

• A kapcsolat kialakítása:



• A kapcsolatot terhelő erők:

$$N_{cs} = N * \cos 6^\circ + Q * \sin 6^\circ = 122 \text{ kN} * \cos 6^\circ + 131 \text{ kN} * \sin 6^\circ = 107,64 \text{ kN}$$

$$Q_{cs} = N * \sin 6^\circ + Q * \cos 6^\circ = 122 \text{ kN} * \sin 6^\circ + 131 \text{ kN} * \cos 6^\circ = 143,04 \text{ kN}$$

$$M_{cs} = M = 488 \text{ kNm}$$

• Az ellenőrizendő csavarkép:

M24 – 8.8 csavar jellemzői:

$$A_{\text{mag}} = 3,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{fesz}} = 3,53 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_H = 45 \text{ kN/cm}^2$$

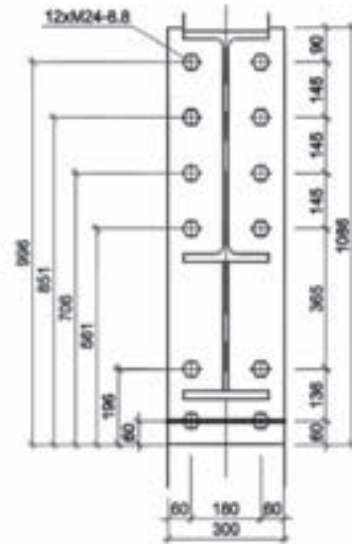
$$\tau_H = 27,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{pH} = 55 \text{ kN/cm}^2$$

A számítható szükséges méretek:

$$h_{\text{max}} = 99,6 \text{ cm}$$

$$\Sigma h_i^2 = 25713,9 \text{ cm}^2$$



• A kapcsolat ellenőrzése:

$$N = -107,64 \text{ kN} \Rightarrow H_1^N = 0$$

$$Q = 143,04 \text{ kN} \Rightarrow Q_1^Q = \frac{143,04 \text{ kN}}{12} = 11,92 \text{ kN}$$

$$M = 48800 \text{ kNcm} \Rightarrow H_1^M = \frac{M * h_{\text{max}}}{2 * \Sigma h_i^2} = \frac{48800 \text{ kNcm} * 99,6 \text{ cm}}{2 * 25713,9 \text{ cm}^2} = 94,52 \text{ kN}$$

$$\sigma_N = \frac{H_1}{A_{\text{fesz}}} = \frac{94,52 \text{ kN}}{3,53 \text{ cm}^2} = 26,77 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_H$$

$$\tau_Q = \frac{Q_1}{A_{\text{fesz}}} = \frac{11,92 \text{ kN}}{3,53 \text{ cm}^2} = 3,38 \text{ kN/cm}^2 < \tau_H$$

$$\sigma_{\text{eqv}} = \sqrt{\sigma_N^2 + 3 * \tau_Q^2} = \sqrt{26,77^2 + 3 * 3,38^2} = 27,41 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_H$$

$$\sigma_p = \frac{Q_1}{d * v} = \frac{11,92 \text{ kN}}{2,4 \text{ cm} * 2 \text{ cm}} = 2,50 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{pH}$$

**TEHÁT A CSAVARKAPCSOLAT MEGFELEL!**

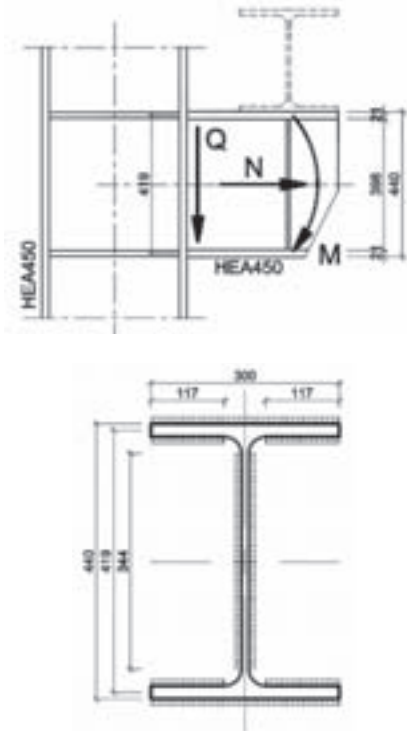
A többi csavarozott kapcsolat méretezése fenti eljáráshoz hasonlóan történt, terjedelmi okokból nem kerül ismertetésre.





### Darupályatartó konzol bekötése

- A kapcsolat kialakítása:



- A kapcsolatot terhelő erők:

$$N = 17 \text{ kN}$$

$$Q = 173 \text{ kN}$$

$$M = 129 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow H = N = \frac{129 \text{ kNm}}{0,419 \text{ m}} = 307,9 \text{ kN}$$

A hegesztett varratok vizsgálatánál a következő közelítésekkel élünk:

- A fellépő nyíró igénybevételt a gerinc varratai veszik fel.
- A fellépő húzó és hajlító igénybevételt az öv varratai veszik fel.
- A darupályatartó konzol teljesen körbevezetett varrattal csatlakozik a főtartó oszlophoz, de a számítások során az ábrán jelölt varrathosszakot veszem figyelembe.

A felső öv varratait terhelő húzóerő:

$$H = 307,9 \text{ kN} + 8,5 \text{ kN} = 316,4 \text{ kN}$$

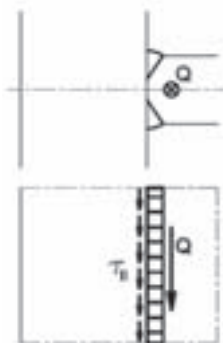
Az alsó öv varratait terhelő nyomóerő:

$$N = 307,9 \text{ kN} - 8,5 \text{ kN} = 299,4 \text{ kN}$$

A gering varratait terhelő nyíróerő:  $Q = 173 \text{ kN}$

*Gerinc bekötő varratainak ellenőrzése*

- A varrat típusa:  $a = 4 \text{ mm}$  gyökméretű kétoldali fél V varrat (K varrat)
- A varrat kialakítása:



- A keletkező varratfeszültség:

$$Q \Rightarrow \tau_{II} = \frac{Q}{A_{\text{varr}}} = \frac{173 \text{ kN}}{2 * 34,4 \text{ cm} * 0,4 \text{ cm}} = 6,29 \text{ kN/cm}^2$$

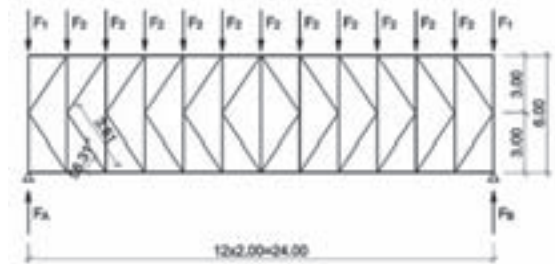
$$\tau_{vH} = 14,1 \text{ kN/cm}^2$$

**TEHÁT MEGFELEL!**

A darupályatartó konzol övvarratainak vizsgálatára hasonlóan történt, a bekötővarratok megfelelőségét a szilárdsági vizsgálat mellett az ismétlődő dinamikus igénybevétel miatt – jelen összefoglalóban nem részletezett – fáradásvizsgálattal is igazoltam.

### 4.3.5. Tetőszélrács vizsgálata

- A tetőszélrács kialakítása:



- Szélrácsrudak ellenőrzése:

A szélrácsok méretezésénél figyelembe veendő teher meghatározása során az átlagos torlónyomást felszorozom a szeltámadta felületek nagyságával és az adott felülethez tartozó alaki tényezővel. Így egy koncentrált erőt kapok, melyet a rácsos tartó felső övének csomópontjaira a jelölt módon elosztok.

A szélrács rácsozatát vizsgálnom kell továbbá a szélterheléssel egyidejű  $T_{FIKT}$  erőre, mely a szélrács által megtámasztott tartóelemek gyártási hibáiból eredő iránytörések hatását hivatott figyelembe venni.

Ezen erők meghatározását követően a szélrácsrudakat terhelő mértékadó húzó-, illetve nyomóerő meghatározható, az elemek szilárdsági (húzott rúd), illetve stabilitásvizsgálata (nyomott rúd kihajlása) elvégezhető.

### 4.3.6. Hosszkötés és fékrács vizsgálata

A hosszökötés – a szélrácsok vizsgálatához hasonlóan – rácsos tartóként vizsgálható, melynek terhelő erői a fent meghatározott rácsos tartó reakciók (mint szélteher), illetőleg a daru fékezőerők. A húzott rúdelemek megfelelőségét szilárdsági vizsgálat, a nyomott elemekét kihajlásvizsgálattal kell igazolni. A rudak vizsgálatát a bekötőcsavarok ellenőrzése követi.

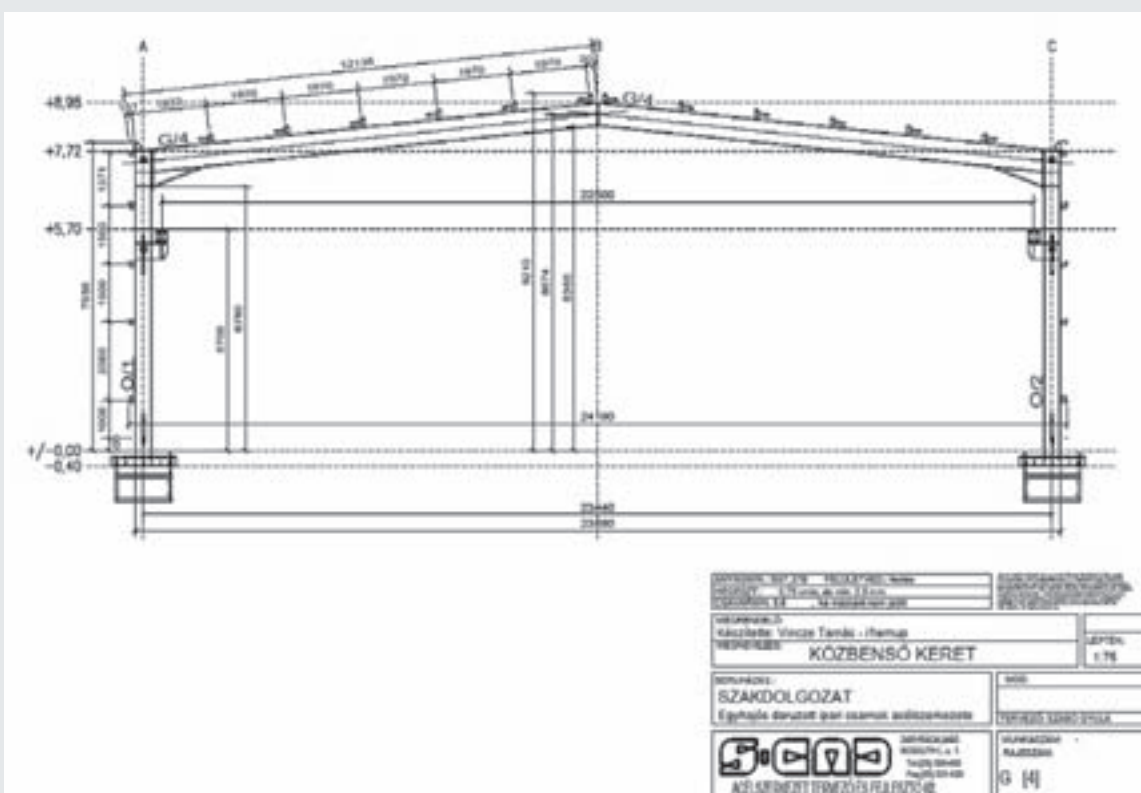
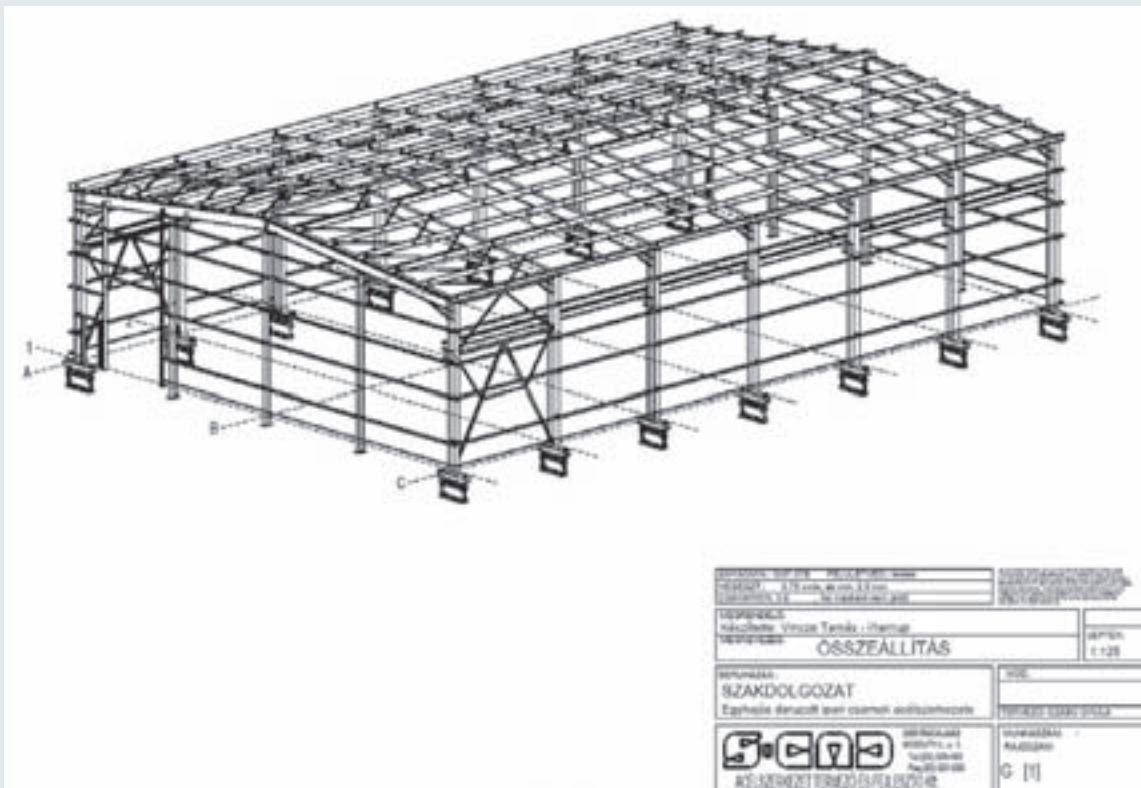
## 5. FŐTARTÓKERET ÖSSZEÁLLÍTÁSI ÉS GYÁRTMÁNYTERVEINEK ELKÉSZÍTÉSE

A statikai tervezés kezdetekor megalkotott, a rúdhálózatok tengelyeit reprezentáló statikai váz valamint a részletes vizsgálatokkal meghatározott rúdtengelyek geometriája között bizonyos mértékű eltérések tapasztalhatók. Ezen különbségek nem lehetnek akkora nagyságúak, hogy a szerkezet erőjátékát, igénybevételeit érdemben, illetve kedvezőtlenül befolyásolják. A valós geometriai méretek ismeretében el kell dönteni, hogy az eltérések a biztonság javára szolgálnak-e, ellenkező esetben ismételt statikai számítás szükséges a módosított geometriával.

A statikai váz és a tényleges rúdtengelyvonalak fő méreteit tekintve AUTOCAD szerkesztéssel megállapítottam, hogy a tényleges méretek mindenütt kisebbek a statikai számításokhoz alkalmazott modellnél felvett méretektől, tehát a tényleges szerkezet alapszelvényeinek és kapcsolatainak megfelelosége további vizsgálatok nélkül is belátható. A számított szelvényméretekkel és kapcsolatokkal, a kiser-

kesztett geometriai méretekkel a kiviteli valamint a gyártmánytervek elkészíthetők.

A csarnokszerkezet összeállítási és gyártmányterveit TEKLA STRUCTURES program segítségével készítettem el, a következő ábrákon tervtípusonként néhány jellemző tervlap látható.



Összeállítási tervek







Dolgozatom zárásaként elkészítettem a szerkezet általános ismertetését, az egyes tartószerkezeti elemek részletes ismertetését, a szállításra, szerelésre, javításra, karbantartásra vonatkozó előírásokat valamint szerelési utasítást tartalmazó műszaki leírást.

## 6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani intézeti konzulensemnek, dr. Németh György főiskolai docensnek, hogy munkámat hasznos tanácsaival segítette, valamint Szabó Gyula tartószerkezeti vezető tervezőnek az értékes gyakorlati, „életszagú” tanácsokért, a szükséges szoftverek és tárgyi feltételek biztosításáért.

### Felhasznált irodalom

- [1] Csellár Ödön: Magasépítési Acélszerkezetek – 1. füzet
- [2] Dr. Csellár Ödön – Szépe Ferenc: Táblázatok acélszerkezetek méretezéséhez
- [3] Massányi Károly: Acélszerkezetű daruk és darupályák számítása
- [4] LINDAB Z/C gerendák statikai méretezése – tervezési útmutató
- [5] Vigh Sándor: Fémszerkezetek I. – 1. füzet
- [6] Dr. Ijjas György – Dr. Szabó Lászlóné: Tartószerkezeti példatár II. kötet
- [7] Halász Ottó – Platthy Pál: Acélszerkezetek
- [8] Dr. Bölcskei Elemér – Dr. Dulácska Endre: Statikusok könyve
- [9] Dr. Németh György: Tartószerkezetek IV. – Előadásvázlatok
- [10] Dr. Németh György: Acélszerkezetek. – Előadásvázlatok
- [11] Stahlbau – Profile szelvénykatalógus
- [12] DUNAFERR Lemezalkító Kft. – Hidegen hajlított idomacélok szelvénykatalógus
- [13] LINDAB Z/C gerendák szelvénykatalógus
- [14] KINGSPAN Gyakorlati segédlet tervezők és kivitelezők számára
- [15] AXIS VM 8.0 Felhasználói kézikönyv
- [16] TEKLA XSTEEL 8.0 Felhasználói kézikönyv



**Acélszerkezeti gyártással és szereléssel, illetve út- és autópálya kivitelezéssel, mély- és magasépítéssel foglalkozó budapesti ügyfelünk számára keresünk munkatársakat az alábbi pozíciókba:**

Pozíció	Végzettség
<b>Acélszerkezeti diszpécser</b>	technikusi vagy főiskolai
<b>Acélszerkezeti technológus</b>	acélszerkezeti szakirányon végzett építőmérnök vagy gépészmérnök
<b>Általános főmérnök</b>	építőmérnök vagy gépészmérnök
<b>Előkészítő mérnök</b>	építőmérnök
<b>Építésvezető</b>	gépészmérnök
<b>Főépítés-vezető</b>	acélszerkezeti szakirányon végzett építőmérnök vagy gépészmérnök
<b>Munkahelyi mérnök</b>	építőmérnök vagy gépészmérnök
<b>Műszaki asszisztens</b>	felsőfokú műszaki vagy közgazdasági
<b>Minőségellenőr</b>	gépészmérnök
<b>Üzemvezető</b>	gépészmérnök
<b>Vállalkozási mérnök</b>	építőmérnök
<b>Termelési mérnök</b>	acélszerkezeti szakirányon végzett építőmérnök vagy gépészmérnök

Egyes pozíciókra *pályakezdeők* jelentkezését is várjuk. Ha Ön a fenti követelményeknek megfelel, akkor fényképes, magyar nyelvű önéletrajzát és motivációs levelét a következő e-mail címre küldje: [olengyel@kozak.hu](mailto:olengyel@kozak.hu), vagy érdeklődjön a 223-4042-es telefonszámon Lengyel Orsolyánál (KOZÁK HR, Stefánia út 16.).



**MCE**  
NYÍREGYHÁZA

MCE Nyíregyháza  
közúti és vasúti acélhíd  
szerkezetek gyártója

www.mce-smb.at

A Neckar folyó felett épül Mannheim új, kétpályás, összesen 254 m hosszú vasúti hídja az MCE Nyíregyháza Kft. kivitelezésében.







## LI-PROTECT™. Ipari gázok biztonságos alkalmazása hegesztés- és vágástechnológiákhoz.

Az ipari gázok biztonságos használatához speciális tudásra, a részletekre is kiterjedő figyelemre és felelősségteljes magatartásra van szükség.

Cégünk kifejlesztett egy interaktív CD-ROM-ot, mely 9 fejezeten keresztül ismerteti, majd egy felelet-választós rész keretén belül teszteli tudását a hegesztő- és vágógázok alkalmazásáról.

Tesztelje tudását és bővítse ismereteit a CD használata közben. Amennyiben sikeresen teljesíti a tesztet, egy tanúsítványt szerezhet róla.

- Fejezetek**
- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Gázpalackok          | 6. Biztonsági eszközök     |
| 2. Acetilén             | 7. Tömlők                  |
| 3. Oxigén               | 8. Égők                    |
| 4. Hegesztési védőgázok | 9. Biztonsági intézkedések |
| 5. Nyomáscsökkentők     |                            |

**Keresse a CD-t vagy a demo változatot telephelyeinken és üzletkötőinknél!**

™LI-PROTECT a Linde Group védjegye

Linde Gáz Magyarország Zrt.  
Alkalmazástechnikai Központ  
1097 Budapest, Illatos út 9-11.  
Telefon: (1) 347-4844 Fax: (1) 347-4830  
www.lindegas.hu

Linde Gas

Linde

# GÁZOK, GÁZKEVERÉKEK GYÁRTÁSA ÉS BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁSA HEGESZTÉS- ÉS ROKON TECHNOLÓGIÁKHOZ (2. rész) (Szakmai nap a Linde Gáz Magyarország Zrt.-nél)

## PRODUCTION AND SAFETY APPLICATION OF GASES AND GAS MIXTURES TO WELDING AND RELATED TECHNOLOGIES (2. part) (Workshop at Linde Gáz Magyarország Zrt.)

### Bevezetés

Az „Acélszerkezetek” előző számában már beszámoltunk arról, hogy a Magyar Hegesztők Baráti Köre a Linde Gáz Magyarország Zrt.-vel közösen a múlt év őszén Dunaújvárosban szakmai napot szervezett, a gázok előállítása és alkalmazása témakörben érdeklődő hegesztő szakemberek számára. Az összefoglaló célját ezúttal nem kifejezetten a gázok hegesztéstechnológiákra gyakorolt hatásainak elemzésében, vizsgálatában stb. határoztuk meg. A rendezvény fő célkitűzése a Zrt. által forgalmazott, a hegesztés- és rokontechnológiák területén használt ipari gázok jellemzőinek, azok biztonságos felhasználásának, valamint a gáz előállítási körülményeinek, technológiáinak a termék minőségére gyakorolt hatásainak bemutatása volt. Folytatva a megkezdett összefoglalót, melynek első részében az égőgázokat (acetilén, propán, hidrogén) mutattuk be, ezúttal a szén-dioxid gyártásával, felhasználásával, az ún. levegőgázokkal, valamint az ezekből előállítható hegesztési gázkeverékekkel foglalkozunk.

### SZÉN-DIOXID

A szén-dioxid a fogyóelektródás védőgázos hegesztés egyik alap védőgáza. Kezdetekben a technológia kidolgozásakor, bevezetésekor szinte kizárólag szén-dioxidot használtak, ma már a magas minőségi termékek gyártásához önmagában „tisztán” általában nem alkalmazzák. Többek közt az erős oxidáló hatásának, valamint a szén-dioxid atmoszférában instabilan égő hegesztőív miatti fröcskölésnek köszönhetően igazán jó minőségű hegesztett kötés nem készíthető szén-dioxiddal. A fogyóelektródás technológiákhoz használt ún. aktív (oxidáló hatású) védőgázkeverékek komponen-

seként viszont ma is alapgáznak számít. A szerkezeti acélok, erősen ötvözött acélok aktív védőgázos hegesztéstechnológiáihoz döntően szén-dioxid tartalmú (2–25%) argon bázisú keverékeket alkalmaznak.

A többi hegesztéshez használt ipari gázhoz képest megkülönböztetett figyelmet igényel a hazai gyártása, valamint palackozása. Az egyetlen olyan gáz, amely három halmazállapottal rendelkezik, melyek kialakulása az anyag hőmérsékletétől és nyomásától függ (1. ábra). A palackban történő tárolása, ellentétben egyéb védőgázokkal, cseppfolyós formában történik.

A szilárd állapotú szén-dioxid (ún. szárazjég) egyik fő felhasználási terüle-

### Introduction

In the previous issue of „Acélszerkezetek” we reported that Magyar Hegesztők Baráti Köre and Linde Gáz Magyarország Zrt had organized a workshop in Dunaújváros last autumn for welding experts interested in the topic of production and application of gases. The goal of this meeting was not really to determine in analyzing and examining the effect of the gases to the welding technologies. The main object of the programme was to introduce the characteristics, safety application and the conditions and technologies of the gas production that have effects on the product quality of the industrial gases distributed by Linde and used in the field of welding and related technologies. Continuing the started summary in the first part we introduced the fuel gases (acetylen, propan, hydrogen), and this time we deal with the carbon-dioxid production and application, the so called air gases and the welding gas mixtures that could be produced from it.

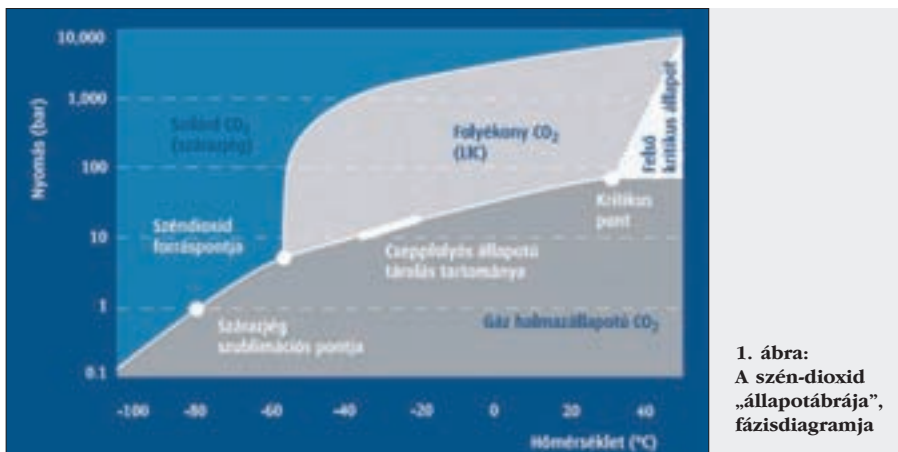
te az a szárazjeges tisztítástechnológia, amelyet egyre szélesebb körben alkalmaznak, így egyre gyakrabban feltűnik a hegesztés területén is (munkadarabok, hegesztőgépek, hegesztőkészülékek, hegesztőrobotok stb. tisztítása).

### A szén-dioxid gyártása és tulajdonságai

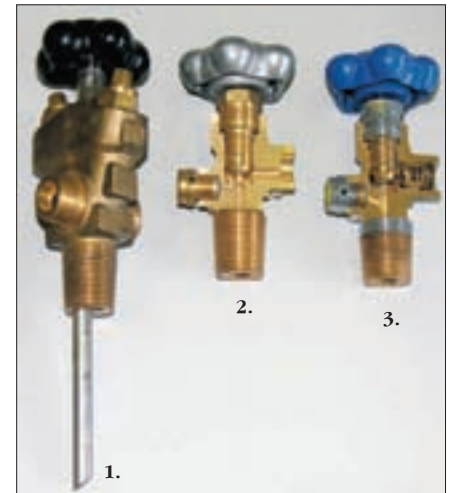
A szén-dioxid színtelen, enyhén szúrós szagú, közömbös ízű gáz. Nem mérgező, de fojtó hatású gáz, a levegőnél nehezebb, ezért zárt térben padlóközéleben található. A helyiségből az oxigén kiszorításával okozhat fulladást. Nem éghető anyag, sőt tűzoltószerként is ismert. A szén-







tartalmazó gáz továbbá a felhasználás során a nyomásszabályzó gyorsabb, nem kívánatos lefagyását is okozhatja. A hegesztési szén-dioxidot tartalmazó palackok a „tisztaság” biztosításának érdekében egy speciális, visszacsapó rendszerrel ellátott palackszeleppel szereltek (2. ábra: 3. palackszelep), megakadályozva így a helytelen felhasználásból adódó nedvesség bejutását (pl. szikvíztöltésnél).



2. ábra: Különböző palackszelepek  
1. merülőcsöves kombinált,  
2. normál,  
3. visszacsapó-szelepes

dioxid molekula magas hőmérsékleten disszociál (szétesik), amely jelenség a már említett hegesztési fröcskölés fő okozója.

Hazai gyártása – ellentétben más országok gyártástechnológiáival – tulajdonképpen „bányászattal” (földgázbányászati módszerrel) kezdődik. Európa legnagyobb természetes szén-dioxid forrása Magyarországon (Répcelak környékén) található. A természetes szén-dioxid szerves anyagok bomlásával keletkezik évmilliók alatt. A keletkezett gáz addig vándorol (migrál), míg egy ún. kőzetcsapdába jut, és itt felhalmozódik. A felhalmozott gáz mélyfúrású kutakon keresztül hozható a felszínre. Egy kút mélysége elérheti az 1500–1600 métert. A kitermelt gáz viszonylag kis koncentrációban cseppfolyós fázist, rétegvizet, különböző szénhidrogéneket és egyéb gázokat is tartalmazhat. A termék ennek következtében a palackozás előtt mindenképpen egy összetett tisztítási folyamaton megy keresztül, melynek eredménye az ún. 4.5 (99,995 tf%) tisztaságú gáz, melynek tárolása cseppfolyós formában történik. A gáz eljuttatása a végfelhasználókhoz történhet közúti, ill. vasúti tartálykocsikban, palackozott formában, ill. legyártott szárazjég formájában is. Ellentétben egyéb védőgázokkal, a palackok töltése minden esetben a palack méretétől függően meghatározott tömegre történik (10 kg, 20 kg stb.), azaz a töltet nyomása a benne lévő gáz mennyisége szempontjából nem meghatározó. A nyomás elsősorban a hőmérséklettől függ, és mindaddig gyakorlatilag nem változik, amíg a palackban van cseppfolyós fázis. Ez okozza azt, hogy amikor a hegesztő már a nyomáscsökkentőn észleli a palack nyomásának csökkenését, gyakorlatilag a gáz rövid időn belül el fog fogyni.

### A hegesztéshez (lézervágáshoz) használt szén-dioxid

A szén-dioxid gázt nem csak a hegesztéstechnikában, hanem egyéb területeken is (pl. élelmiszeripar, kohászat, gyógyászat stb.) alkalmazzák. A különböző felhasználási területekhez más-más minőségű palackozott termék tartozik (elsősorban a felhasznált palackállományban van különbség). Mindezek alapján az „ipari” minőségű, nem nagy tisztaságú (különleges felhasználáshoz) kategóriában megkülönböztetünk élelmiszer-ipari, ipari, hegesztési célú szén-dioxidot. Magyarországon az ezen termékek minőségére vonatkozó előírást az MSZ 20915-86 sz. szabvány tartalmazta, amely azonban 2003-ban hatályát veszítette. Az ipari és élelmiszer-ipari szén-dioxid jelenleg is e szabvány kritériumrendszerére alapján készül, ugyanakkor a jelenleg is hatályos – a hegesztési gázokkal foglalkozó MSZ EN 439 számú – szabvány kritériumainak egyik termék sem felel meg. A megengedett víztartalom az ipari szén-dioxidnál háromszorosa, az élelmiszer-iparinál tizenkétszerese ez utóbbi szabványban előírt 200 ppm-nek (0,02%). Mindezek alapján az élelmiszer-ipari szén-dioxid felhasználása semmiképpen nem javasolt, még komponensként sem védőgáz előállításához. Gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az ipari szén-dioxid általában alkalmazható hegesztéshez, de az érvényes szabvány által előírt határértéket csak az ún. hegesztési szén-dioxid elégíti ki. Elsősorban központi gázellátó rendszerek (helyi keverővel) szén-dioxid komponensnél érdemes figyelni arra, hogy mindenképpen ezt a terméket használjuk. A gázellátó rendszerbe került nedvesség ugyanis nagyon sok problémát (porozítás, fröcskölés stb.) okozhat a gyártás során. Egyedi palackos termékeknél a nagy mennyiségű vizet

Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a lézervágó-, hegesztőgépek szén-dioxid lézerforrásához mindenképpen az ún. nagy tisztaságú (4.5) minőségű rezonátorgázra van szükség, melynek megengedett víztartalma nagyságrendekkel kisebb az előzőekben tárgyaltakkal. A rezonátorhoz használt gyengébb minőségű (akár a hegesztési szén-dioxid) gáz, hosszú távon olyan mértékű károsodást okozhat a lézerforrásban, amely a gép teljes tönkremeneteléhez vezethet.

Más alkalmazási területeknél előfordul, hogy a szén-dioxidra cseppfolyós fázisban van szükség. Ez esetben ún. merülőcsöves (vagy kombinált) palackszelepet alkalmaznak, amelynek segítségével a palack aljáról cseppfolyós fázisban nyerhető ki a szén-dioxid. Ügyeljünk arra, hogy hegesztéshez ilyen típusú palackot ne használjunk, ill. a kombinált szelepeknél azt az oldalt nyissuk meg, ahol gáz halmazállapotú elvételt biztosítunk (2. ábra: 1. szelep).

### Szárazjéges tisztítástechnológia

Amint már említettük, a szárazjég a szén-dioxid szilárd formája, hőmérséklete  $-78,5$  °C. Amikor a folyékony szén-dioxid expandál (térfogatá-

nak kb. 1,1-szeresére növekszik), finoman porított hó képződik, melynek összepréselésével keletkezik a szárazjég. Ez a jég nagyon hasonló a normál vízjéghez, de tulajdonságai jelentősen eltérnek attól (hidegebb, nem tartalmaz vizet, közvetlenül átalakul gázzá). A felhasználás technológiájától (hűtés, tisztítás stb.) függően különböző méretű „kiszerezésekben” készül (ún. blokk, pellet stb.). Az egyik legfontosabb alkalmazási

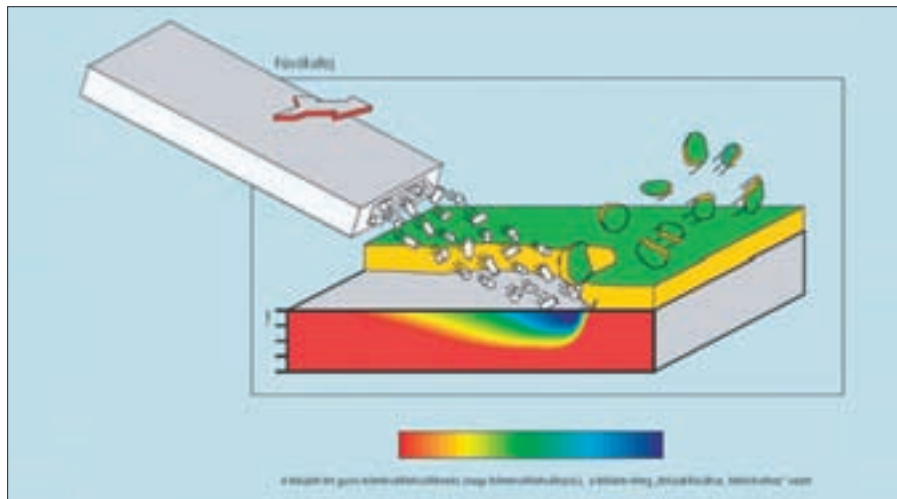
területe az ún. szárazjégszórás, melynek segítségével számos szennyeződéscsoport eltávolítható. A technológiához általában az ún. pelletet használják, amely egy „sörétszerű” szárazjég-granulátum, kb. 3 mm-es darabokkal (3. ábra). Ezt a granulátumot fújják rá nagynyomású (8–13 bar) sűrített levegővel egy speciális fúvókán keresztül a felületre. A hagyományos tisztítástechnológiáktól (pl. homokszórás, söreztetés stb.)

eltérően a szárazjéges tisztítás nem hagy maga mögött visszamaradt tisztítóanyagot, és az alacsony hőmérsékletének köszönhetően a szennyeződést elridegíti, ezzel megkönnyítve a tisztulást, a felületről való leválás folyamatát (4. ábra).

A rendezvényen hegesztőgépek tisztításán keresztül mutattuk be a technológia alapjait, alkalmazhatóságát (1. kép).



3. ábra: Szárazjégpellet tisztításhoz



4. ábra: A szárazjégszórásos tisztítás elve

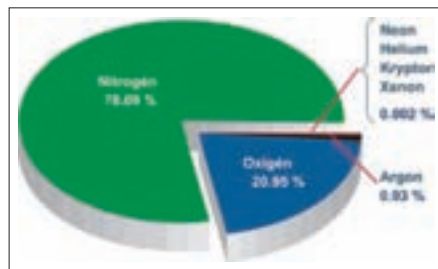


1. kép: Hegesztőgépek szárazjéges tisztítása

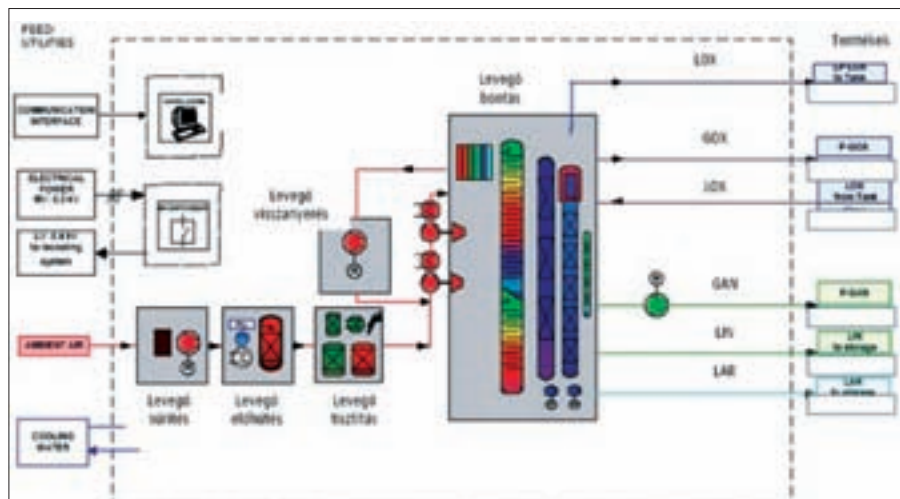


## Levegőgázok (oxigén, nitrogén, argon)

A vágás-, valamint a hegesztéstechnológiák területén jelentős szerepet töltenek be az ún. levegőgázok, amelyek a Földünket körülvevő gázatmoszférából nyerhetők (5. ábra).



5. ábra: A levegőt alkotó gázok aránya



6. ábra: A levegőbontó működésének elvi vázlatja

(LOX: cseppfolyós oxigén, GOX: gázhalmazállapotú oxigén, LIN: cseppfolyós nitrogén, GAN: gázhalmazállapotú nitrogén, LAR: cseppfolyós argon)

Előállításuk gyakorlatilag pusztán egy fizikai folyamaton alapulva az ún. levegőbontóban történik. A levegő komponensekre való bontásának alapelve a különböző alkotóelemek forráspontjának különbsége (oxigén  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nitrogén  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , argon  $-186\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Egy nagyméretű toronyban hűtik le a levegőt – megfelelő előzetes tisztítás és előhűtés után – olyan alacsony hőmérsékletre, hogy az részben cseppfolyós fázisba kerüljön. A gázelegyből a legmagasabb forráspontú oxigén válik ki először cseppfolyós formában, miközben a még gázállapotú nitrogén is elkülönül. A folyamat folytatásával hasonló elven választhatók szét az egyéb nemesgáz-komponensek, mint például az argon is. A szétválasztott komponensek gáz-, és folyadékállapotban „veszik” el a bontótoronyból, és nagyméretű vákuumszigetelt tartályokban tárolják átmenetileg mindaddig,

amíg onnét a végfelhasználás helyére kerül. A levegőbontó működésének elvi vázlatát 6. ábra, a dunaiújvárosi levegőbontót a 2. kép mutatja.

A cseppfolyós gáztermékek biztonságos kezelése az alacsony hőmérséklet miatt különösen nagy figyelmet igényel (3. kép).

### A gázellátás, -szállítás lehetséges formái

Az előállított termékek felhasználóhoz történő szállítása különböző módokon lehetséges (7. ábra). A nagy fogyasztókhoz (pl. acélmű, öntöde stb.) közvetlenül a levegőbontótól (vagy a fogyasztónál épített kisebb teljesítményű, ún. on-site berendezéstől) csővezetéken jutnak el a gázok.

A hegesztéstechnikai üzemek gázigénye nem éri el azt a mennyiséget, hogy ilyen kiszolgálásra lenne szükség.

Ezeknél a fogyasztóknál a telepített, vákuumszigetelt tartály – melyben a tárolás cseppfolyós formában történik –, ill. a palackos kiszolgálás jelent gazdaságos megoldást. A telepített tartályhoz a gázforgalmazó a levegőbontótól közúti szállítással (tartályautó) juttatja el a cseppfolyós terméket, amely a tartályból egy segédenégiát nem igénylő elpárologtatón keresztül kerül ismét gázhalmazállapotba a hegesztés-, vágástechnológia számára. Az ilyen gázellátási formánál mindig szükség van egy – az üzemben kiépített – ún. központi gázellátó csővezetékrendszerre. Védőgázos hegesztéstechnológiáknál, amennyiben többkomponensű gázt alkalmaznak, az alkotóelemek tárolása, több tartályt (esetleg palackot, palackköteget), majd azok alkotóelemek összekeverése legalább egy gázkeverő egységet igényel. Az üzemcsarnokban kiépített vezetéknek a felhasználás



2. kép: Levegőbontó berendezés Dunaújvárosban



3. kép: Cseppfolyós gázok kezelésének biztonságtechnikai bemutatója a rendezvényen

pontjainál ún. gázvételi helyeket kell tartalmaznia, amelyekkel a technológiákhoz szükséges nyomás, ill. gázátfolyás mennyisége pontosan beállítható. Az 8. ábra egy olyan üzemszarnok gázellátásának elvét mutatja, ahol egy többfejű lángvágóhoz, egy plazmavágógéphez, valamint a fogyóelektronikus technológiához kiépített (háromkomponensű keverékkel) gázellátó rendszer működik két tartályról (argon, oxigén), ill. két palackkötegről (szén-dioxid, nitrogén).

A központi rendszerek folyamatos és biztonságos üzemeltetésének feltétele, hogy a gázellátó eszköz (tartály, palackköteg, palack) mindig megfelelő töltöttségi, és műszaki állapotban legyen. A töltöttségi szint (nyomás, tö-

meg) figyelése ma már telekommunikációs úton is lehetséges, azaz a gázszállító távfelügyelettel biztosítja a gázellátó eszköz megfelelő állapotát, és szükség esetén automatikusan szállítja a terméket, ill. beavatkozik az esetleges műszaki hiba kijavításába (9. ábra).

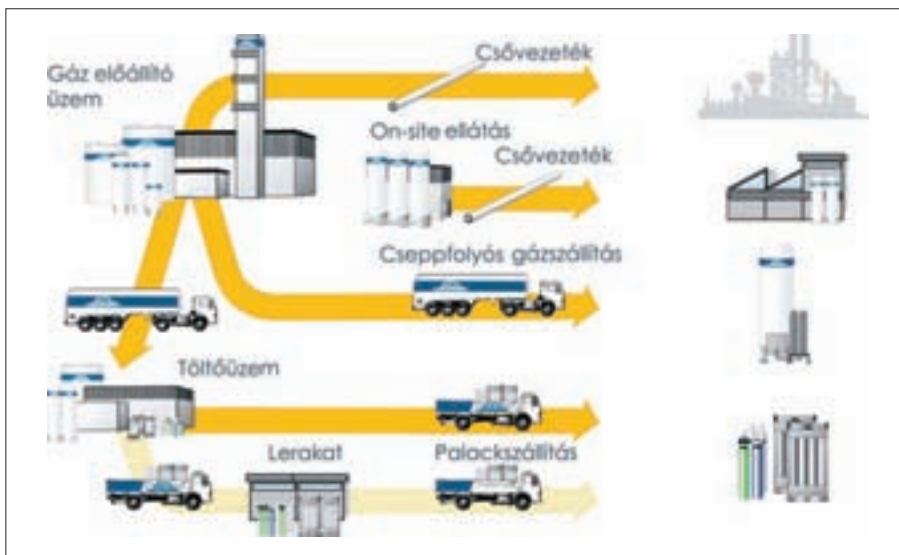
A kisebb (központi ellátással nem rendelkező) gyártó üzemek gázellátása a klasszikusnak mondható palackos, palackköteges módszerrel történik.

A palackok töltése előtt az új palackokat, ill. az időszakonkénti nyomáspróbán (vízes nyomáspróba) át- esett palackokat egy ún. palackifűtő, szárító berendezéssel hozzák száraz állapotba. A 3.5 minőségű oxigén, az

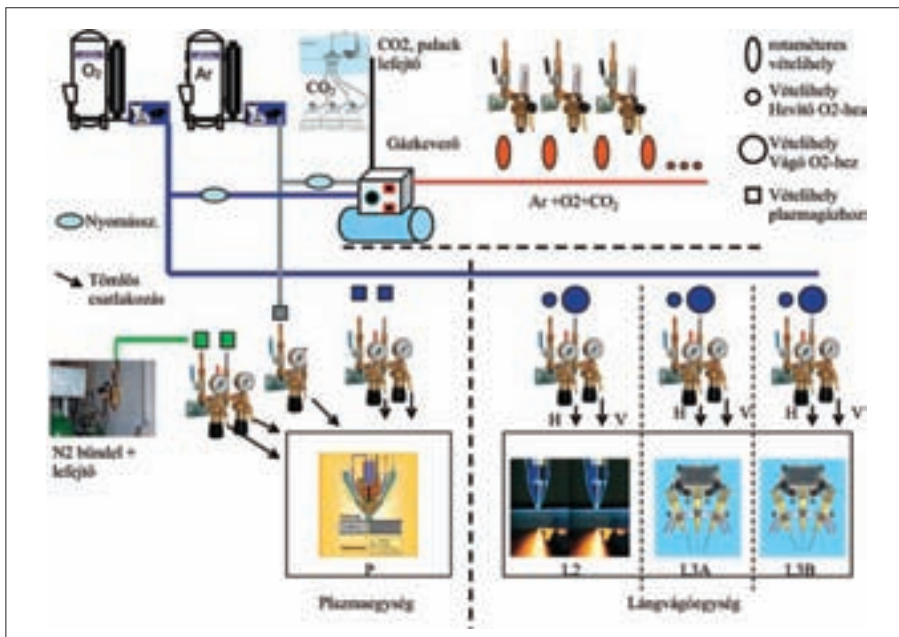
argon, a nitrogén, a hegesztési kevert gázok, a nagy tisztaságú gázok töltése előtt a palackokat vákuumozzák, mely során az esetleges szennyezők eltávolíthatók. A többkomponensű gázokat tartalmazó palackok töltése lehet gravimetrikus vagy manometrikus. A gázkeverék beállítását számítógépes rendszerek végzik, melyek segítségével biztosítható a megfelelő minőségű termék előállítás. Az olyan keverékek, ahol a komponensek között nagyon nagy a sűrűségkülönbség, ún. palack-, vagy palackkötegforgató berendezést alkalmaznak. Néhány órás folyamatos forgatás után biztosítható a keverék homogén eloszlása. Az argonnál valamint a hegesztési gázkeverékek töltési sorozatonként 1 darab palack összetételét és nedves tartalmát ellenőrzik.

A levegőgázokat (gázkeverékeket) tartalmazó palackok nyomása a külső hőmérséklet függvényében kismértékben változhat, a fogyasztás során a nyomás folyamatosan csökken.

A palackok cégünkönél egyedi vonalkód-azonosító rendszerrel ellátottak, melynek segítségével végig követhető a palack útja a töltéstől egészen az üres palack felhasználótól történő visszaszállításáig (10. ábra).



7. ábra: A fogyasztók gázellátásának lehetséges formái



8. ábra: Hegesztő (vágó) üzem központi gázellátó rendszerének elvi felépítése



9. ábra: Gázellátó rendszer távfelügyeletének elve



10. ábra: A palackok „nyomonkövetése” vonalkódos rendszerrel





## Oxigén

A hegesztés, vágás területén levegőgázok közül a leggyakrabban alkalmazott gáz az oxigén. Gyakorlatilag minden lángtechnológiánál (lángvágás, lánghegesztés, elő-, utómelegítés stb.), lézer- és plazmavágásnál nélkülözhetetlen a használata, sőt bizonyos esetekben a kevertgázos technológiáknál is használható komponensként. Általában az ipari minőség (2.5) megfelelő, de a szerkezeti acélok lézervágása során munkagázként elsősorban a növelt, 3.5 tisztaságot célszerű biztosítani.

Az oxigén alaptulajdonsága, hogy könnyen vegyül más anyagokkal, ami sok esetben erős hőfejlődéssel, égéssel járhat. Mindez azt jelenti, hogy a megemelkedett oxigénszint még fémet is hevesen el tud égetni, sőt az olaj és zsír az oxigén és nyomás hatására robbanásszerűen gyullad meg. Az oxigénpalackok, tartályok biztonságos üzemeltetésének feltétele bizonyos alapszabályok betartása. A nyomáscsökkentőknél kiemelten fontos a tiszta, zsírmentes környezet, valamint a megfelelő tömítőanyag használata (fém, „fiber”, szilikon). Helytelen tömítésnél, szennyezett nyomáscsökkentőnél ugyanis könnyen baleset következhet be (11. ábra).

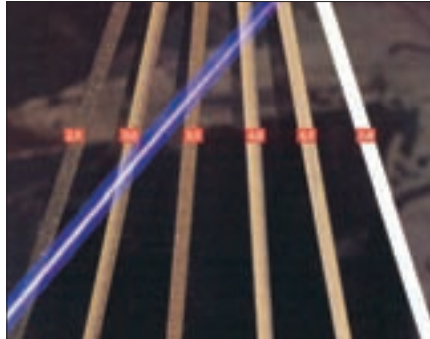
## Nitrogén

A nitrogént elsősorban a modern vágástechnológiákhoz (lézer, finomsugaras plazma) használják vágó-, ill. plazmagázként. Ezeknél a technológiáknál az oxidáció szempontjából semleges gáz kiválóan alkalmazható erősen ötvözött acélok, alumíniumötvözetek vágógázaként. A salakmentes vágás érdekében lézervágás során szerkezeti acélok munkagázaként is használható. Mivel a vágás elve ez esetben nem azonos az oxigénes vágással, az átvágható lemezvastagság ugyanakkora lézerteljesítménynél lényegesen csökken. Elsősorban a szerkezeti acélok vágása (plazma- és lézervágás) során fordulhat elő, hogy a vágott felület nitrogénben feldúsul (diffúzió következtében), ami a munkadarab (a vágott él) későbbi hegesztésekor a varrat „habosodását”, porozitását okozhatja.

A nitrogén a megengedett oxigén- és víztartalom szempontjából különböző minőségben (3.5–5.0) készül, amely a vágott felület oxidálódását erősen befolyásolja (12. ábra). Az 5.0 minőség a lézersugár előállításához rezonátorgáz-komponensként is megjelenik.



11. ábra: Helytelen tömítés (gumi) alkalmazása miatt bekövetkezett káreset oxigén nyomáscsökkentőnél



12. ábra: A nitrogén tisztaságának hatása a vágott felületre lézervágásnál korrózióálló acél esetén

A hegesztéstechnológiák során döntően az erősen ötvözött acélok öblítő-, gyökkvédő bázisgázaként használják, néhány százalék hidrogén hozzákeverésével. Auszteni képző hatásának köszönhetően argon bázisú gázkomponensként duplex anyagok AWI (TIG) hegesztéséhez használják védőgázaként.

## Összefoglalás

A hegesztéshez, vágáshoz használt ipari gázok, gázkeverék gyártása, a gyártás következtében kialakult minősége, összetétele jelentősen befolyásolhatja a gyártott szerkezet minőségét, az alkalmazható technológiát. A 2007. szeptemberében megrendezett szakmai napon elhangzottak alapján az előző számban, ill. a fentiekben foglaltuk össze a gázok legfontosabb tulajdonságait, gyártásuk alapjait, a biztonságos alkalmazásuk feltételeit. A rendezvényen több elméleti előadás után, számos gyakorlati bemutatóval igyekeztünk feltárni, megérteni a résztvevőkkel az egyes gáztermékek alkalmazásának legfontosabb szabályait, ismereteit.

## Felhasznált előadások, bemutatók, szakirodalmak jegyzéke

Gyura László: Gázok, gázkeverékek gyártása és biztonságos alkalmazása hegesztés- és rokontechnológiákhoz (1. rész), ACÉLSZERKEZETEK, 2008. V. évf. 1. szám. p 82–88.

Egyházi Tibor: A szén-dioxid előállítás és felhasználása. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Gyura László: A gázellátáshoz kapcsolódó szolgáltatások. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Dr. Mohácsi Gábor: Palackos és vezetékes gázellátó rendszerek üzemeltetési problémái. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Sági Ferenc: A levegő-szétválasztás alapjai. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Tóth István: Palack-előkészítés, palacktöltés. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Veres Gábor: Acetilén, hidrogén, PB-gáz. Szóbeli előadás, Dunaújváros, 2007.09.18.

Angyal Károly: Hegesztő berendezések szárazjeges tisztítása. Gyakorlati bemutató, Dunaújváros, 2007.09.18.

Mérges Gábor: Ipari gázok biztonságos kezelése, tulajdonságai. Gyakorlati bemutató, Dunaújváros, 2007.09.18.

Reichardt László: Nagyteljesítményű égők beüzemelése, tűzoltási gyakorlatok. Gyakorlati bemutató, Dunaújváros, 2007.09.18.

Linde Gas: Acetilén. A leghatékonyabb égőgáz a lángtechnikában. Szakmai kiadvány, 2007

Hegesztés Biztonsági Szabályzat, 143/2004 GKM rendelet

MSZ EN 439 Hozaganyagok hegesztéshez. Védőgázok ívhegesztéshez és termikus vágáshoz

Linde Gas: CRYOCLEAN technológia – tisztítás szárazjéggel. Szakmai kiadvány, 2007

(A szimpóziumon készült fotókat készítette Gyura László és dr. Mohácsi Gábor.)

# CSAVAROSZOTT KAPCSOLATOK TERVEZÉSE AZ EUROCODE 3 ALAPJÁN – EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZERREL\* (2. rész)

## SIMPLIFIED METHODS FOR DESIGN OF BOLTED CONNECTIONS BY EUROCODE 3 (part 2)

A csavaros kapcsolatok méretezésére vonatkozó – az EC3-ban rögzített – eljárásokkal kapcsolatban két megállapítás tehető:

- a tervezőnek nagy szabadságot biztosító, minden részletre kiterjedő, ezért rendkívül összetett és sok munkával (célszerűen számítógéppel) végrehajtható módszerek alkalmazása szükséges,
- a megoldások, általában kevés támogatást adnak a tervezéshez; a felvett csomóponti kialakítás ellenőrzésére van lehetőség, így esetleg a sokadik próbálkozás vezet megfelelő eredményre; az optimális megoldás keresése csak nagy munka- (gépidő) ráfordítással lehetséges; az eljárás kevésbé szemléletes, nem adott az egyszerű kontroll lehetősége.

A fentiekre tekintettel olyan, egyszerűsített eljárások kifejlesztését céloztuk meg, amelyek elsősorban a tervezést (lehetőleg az optimumhoz közel álló méretekkel) támogatják. A csomópontok kialakítására vonatkozóan szerkesztési szabályokat állapítunk meg. Ezek a szabályok, a leggyakrabban alkalmazott szelvények esetén, nehézség nélkül betarthatók. A szerkesztési szabályok érvényesítése esetén a méretezés nagymértékben leegyszerűsödik. Néhány, a mérnöki gyakorlatban elfogadható közelítés bevezetésével zárt formulák adhatók meg a legfontosabb méretek felvételére.

A vizsgálatok kiterjednek a nyírt csavaros kapcsolatok, valamint a homloklemezekkel kialakított I és H szelvényes kapcsolatok valamint a talpcsomópontok alapvető eseteire. A levezetett formulák felhasználásával próbaszámításokat végeztünk IPE és HEA szelvényekkel kialakított csomópontok esetén. A kapott eredmények közelítő jellegűek, de a kiinduló feltételek biztosítása esetén a mérnöki számítások céljára elfogadható pontosságúak. A próbaszámítások eredménye alapján a tervezést elősegítő, általánosítható megállapításokat tettünk.

### 5. A GERENDA ÖVEI KÖZÖTT KIALAKÍTOTT HOMLOKLEMEZ MÉRETEZÉSE

#### 5.1 Egy húzott csavarsor van a gerenda öve mellett

A homloklemez szélességi mérete a varrat kialakítása érdekében a szelvény szélességénél nagyobb.

About the methods for calculation of bolted connections, given in EUROCODE 3, one can state:

- they assure for the designer wide freedom in shaping of connection, but they are rather complicated and troublesome, in most case the use of computer is a must,
- to design (defining measures and materials) they supply few assistance, one can check the chosen connection form, thus only a trial-error process leads to result, for the optimization no chance, no simple control.

Our intention was to develop methods which support design, resulting in measures not far from the optimum. We define restrictions for shaping of connections. In case of the regularly used sections to keep these restrictions usually means no problem. Although taking them into account the calculation will be much simpler. In many cases, which are most frequently used in engineering practice, uncomplicated, approximating formulas can be defined for the most important measures.

Experiences cover connections in shear, the more frequently applied formations of structural joints I and H sections and column bases. Calculations were carried out using the developed formulas for structural joints with IPE and HEA sections. The results have approximate character, although taking into account the preliminary defined conditions they are sufficiently correct for engineering calculations. For assistance of design process adequate consequences could be drawn from results of calculations.

$$b_p \approx 1,18b \quad \text{és} \quad d \approx \frac{b_p}{8} \quad (27)$$

A homloklemezben elhelyezhető csavarok méretét és a származtatott méreteket (2 és 3 formula szerint) a III. táblázat tartalmazza.

A furat magassági helyzetét – ha csak kizáró körülmény nincs – úgy célszerű felvenni, hogy:

$$m_x \approx m \quad (28)$$

\*opponensek: Dr. Farkas József prof. emeritus, a műszaki tudományok doktora (Miskolci Egyetem)  
Dr. Papp Ferenc egy. docens, a műszaki tudományok kandidátusa (BME)



III. táblázat: A homloklemezben elhelyezett csavarok adatai

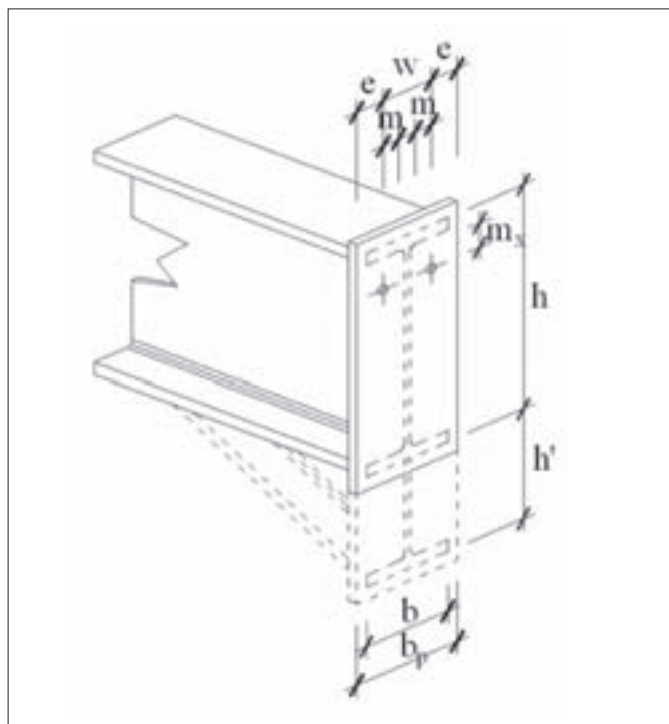
IPE														
<i>h</i>	160	180	200	220	240	270	300	330	360	400	450	500	550	600
<i>b</i>	82	91	100	110	120	135	150	160	170	180	190	200	210	220
<i>b<sub>p</sub></i>	98	107	118	130	140	160	178	190	200	212	224	236	248	260
<i>d</i>	12	12	14	16	16	18	20	22	24	24	27	27	30	32
<i>w</i>	50	54	56	66	66	72	80	88	92	96	100	106	112	118
<i>m</i>	14	16	18	20	22	24	27	30	30	32	34	36	38	40
<i>e</i>	24	26	31	32	37	44	49	51	54	58	62	65	68	71
HEA														
<i>h</i>	152	190	230	290	330	390	440	490	540	590	690	790	890	990
<i>b</i>	160	200	240	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<i>b<sub>p</sub></i>	190	236	284	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354
<i>d</i>	22	27	32	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<i>w</i>	86	98	118	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<i>m</i>	26,5	32,5	38,5	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<i>e</i>	52	69	83	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104

A T elem effektív hossza (l. [3] 2.5.3.1 rész 2.1 táblázat):

$$l_{eff} = \alpha m$$

A fenti feltétel teljesítése esetén  $\alpha$  értéke csak az  $e$  értékétől függ. A reális értékek:

<i>e/m</i>	1,0	1,25	1,5
$\lambda$	0,50	0,44	0,40
$\alpha$	5,75	6,14	6,52



7. ábra: Egy húzott csavarsor van a gerenda öve mellett

A T elem húzó ellenállása a lemez folyása (1. tönkremene-teli mód) esetén:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \alpha m t_p^2 f_{yp}}{m} = \alpha t_p^2 f_{yp} \quad (29)$$

Így a szükséges lemezvastagság:

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{\alpha z}} \quad (30)$$

Ahol:

$\eta_{j1}$  a terhelési tényező a (8) szerint, a gerendára számítva

$W_{pl,b}$  a gerenda (képlékeny) keresztmetszeti modulusa

Az erőkarja:

amennyiben csak a szelvényt vizsgáljuk:  $\bar{z} \approx h - 2m$

amennyiben kiékelte a gerenda:  $\bar{z} \approx h + h' - 2m$

Ahol:

$h$  a gerenda magassága

$h'$  a kiékelés magassága

Az azonos teherbírású kapcsolat esetén a szükséges csavarátmérő:

$$d \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{0,848 z} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (31)$$

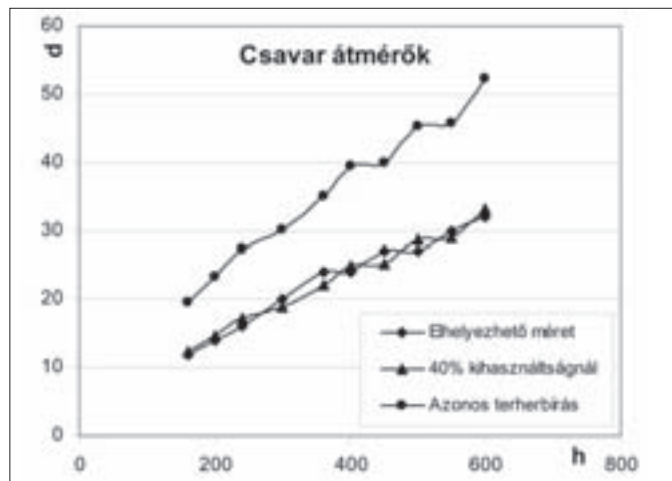
Az emelőerő hatását ebben az esetben is figyelembe kell venni a 4.2 pontban bemutatottak szerint, ezért a fenti átmérőértéket 1,2-szeres mértékben növelni kell.

$$d \geq 1,2 \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{0,848 z} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (32)$$

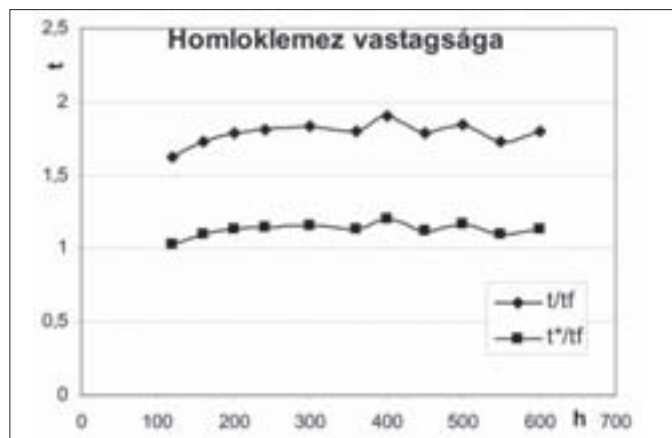
S 235 lemez anyag és 10.9 csavar anyag alkalmazása esetén a próbaszámítások eredménye (8. ábra) azt mutatja, hogy a vizsgált elrendezés esetén a kapcsolat teherbírás-

sa akkor lesz megfelelő, ha a gerenda igénybevétele a hajlító-ellenállásának csak 40%-át éri el. (Nagyobb igénybevétel esetén kiékelést, vagy túlnyúló homloklemezt kell alkalmazni.) Mivel a csavar teherbírása határt szab a kapcsolat teherbírásának, ezért a homloklemez is csak csökkentett ( $\eta_{j,1} \approx 0,4$ ) igénybevételre célszerű méretezni.

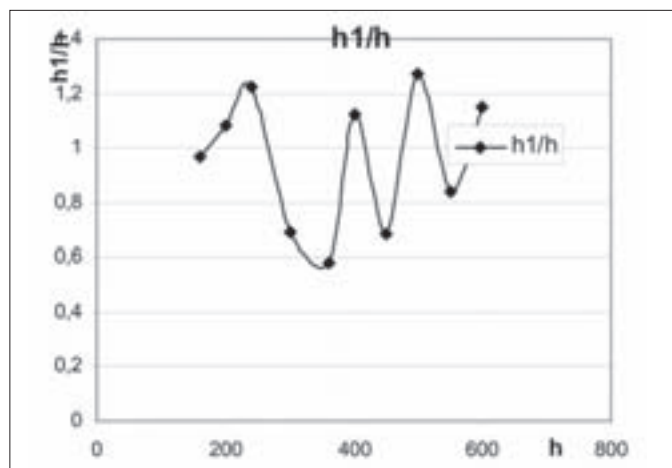
Kiékelte kapcsolat esetén a homloklemez vastagsága azonos lehet azzal, amit a 40%-os kihasználás esetére kiszámoltunk (mert a vastagság értékét az alkalmazott csavar mérete is meghatározza). Megállapítható az is, hogy a biztonság javára szolgáló közelítéssel – az övlemeznél 1,2-szer vastagabb homloklemez elegendő vastagságú (9. ábra).



8. ábra: Elhelyezhető csavarméreték



9. ábra: A homloklemez szükséges vastagsága



10. ábra: A teljes teherbírású kapcsolathoz szükséges kiékelés mértéke

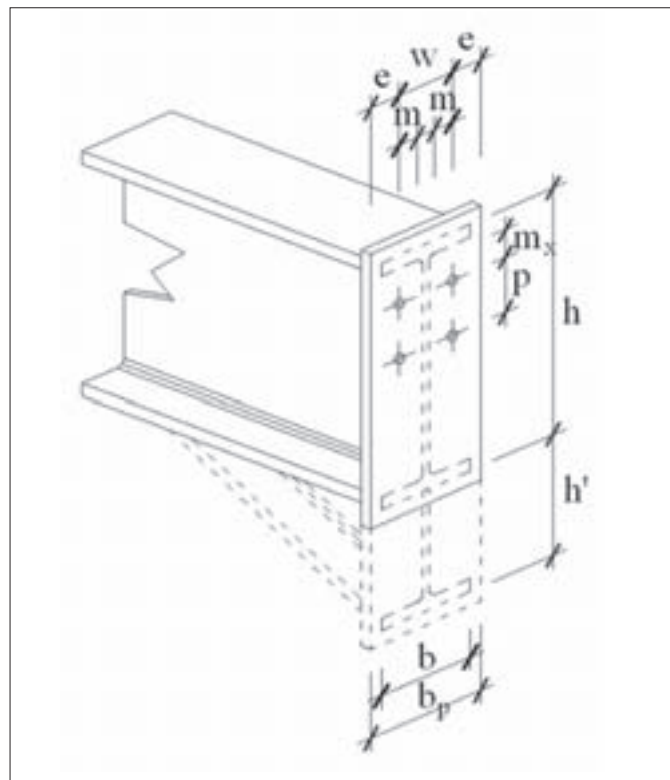
Az adatokból kiolvasható, hogy kb. a szelvény magasságával azonos magasságú kiékelés esetén lehet a szelvényvel azonos teherbírású kapcsolatot kapni (10. ábra).

A fent bemutatott formulák alkalmazása esetén a csavar-átmérő – lemezvastagság arány:

$$\frac{d}{t} \approx 3,12 \sqrt{\frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (33)$$

A pontos arány attól függ, hogy az egyes értékek (kerekítés miatt) mennyivel nagyobbak a megkívánt minimális értéknél.

## 5.2 A gerenda öve mellett két húzott csavarsor van



11. ábra: Két sor csavar az öv alatt

A csavarok elhelyezésére vonatkozó adatok azonosak az előző pontban megadottakkal. Kizárólag a két csavarsor közötti távolság vonatkozásában kell megfontolásokat tennünk.

A T elem effektív hossza (l. [3] 2.5.3.1 rész 2.1 táblázat):

a felső csavarsor esetén:

$$l_{eff}^{(f)} = \min \left\{ \alpha m, 0,5 p + \alpha m - (2m + 0,625 e) \right\} \quad (34)$$

az alsó csavarsor esetén:

$$l_{eff}^{(a)} = \min \left\{ 4m + 1,25 e, 2m + 0,625 e + 0,5 p \right\} \quad (35)$$

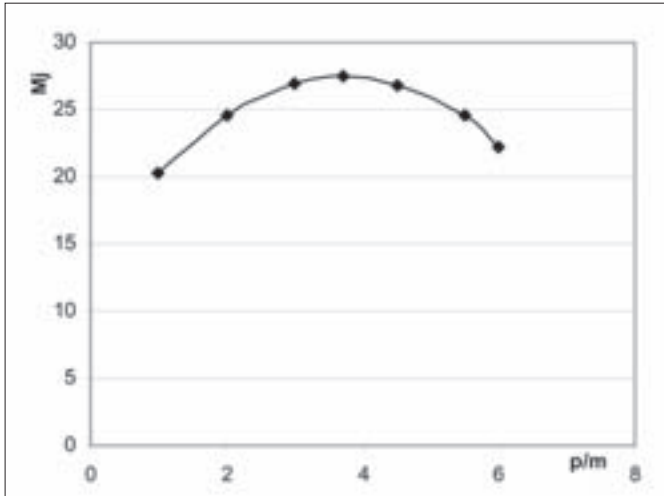
Mindkét esetben az első és második feltétel akkor ad azonos (így kedvező) eredményt, ha:

$$p = 4m + 1,25e \approx 5,5m \approx 6,6d \quad (36)$$



Megállapítható az, hogy  $p$  értékének növekedésével nő a **T** elem effektív hossza (a fenti határig), de csökken a húzóerő karja, ezáltal csökken a teljes kapcsolat által felvehető nyomaték. **IPE** szelvény esetén megvizsgáltuk azt, hogy milyen  $p$  érték esetén kapunk maximális nyomatékot. (Kiékelést nem vettünk figyelembe.)

A diagramon bemutatott eredmény alapján megállapítható, hogy  $p/m \approx 3,7$  értéknél kapjuk a legnagyobb nyomatékot. Természetesen ez a kar növekedésével változik, ezért kiékelés alkalmazása esetén a fent közölt felső határhoz (l. (36) formula) közeli érték alkalmazása szolgáltatja a maximális nyomatéki teherbírást eredményező megoldást.



12. ábra: Nyomatéki maximum

**Kiékelés nélküli eset:**

A hatékony hossz a felső sor csavar esetén (l. [3] 2.5.3.1 rész 2.1 táblázat):

$$l^{(f)}_{eff} = \{0,5 p + \alpha m - (2m + 0,625 e)\} = \quad (37)$$

$$= 0,5 * 3,7 m + 5,75 m - 2,625 m \approx 5,0 m$$

Az alsó sor esetén:

$$l^{(a)}_{eff} = \{2 m + 0,625 e + 0,5 p\} \approx 4,5 m \quad (38)$$

A felső csavarsor karja:

$$h_1 \approx h - 2 m \quad (39)$$

míg az alsó csavarsoré:

$$h_2 \approx h - 2 m - p = h - 5,7 m \quad (40)$$

Így a kapcsolat teherbírása:

$$M_{j,Rd} = F_{T1} h_1 + F_{T2} h_2 = t_p^2 f_y [5(h - 2 m) + 4,5(h - 5,7 m)] = t_p^2 f_y 9,54(h - 4,75 m) \quad (41)$$

A fentiek alapján:

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{9,54(h - 4,75 m)}} \quad (42)$$

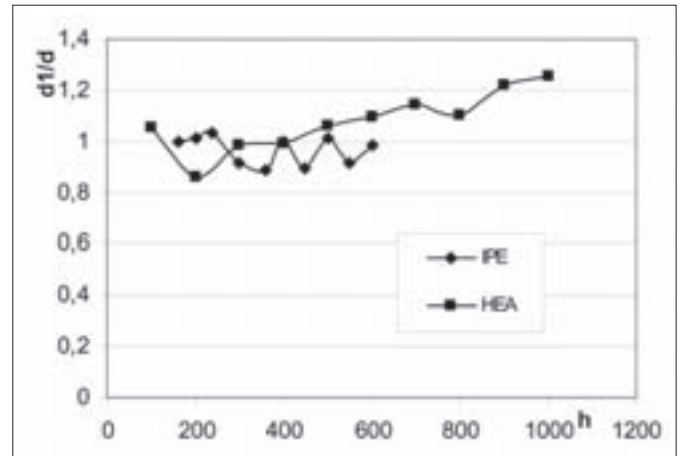
Jelölhetjük  $\bar{z} = h - 4,75 m$  formában is. (43)

Ezt figyelembe véve a szükséges csavarátmérő (ebben az esetben 4 darab csavar van):

$$d \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{1,696 \bar{z}} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (44)$$

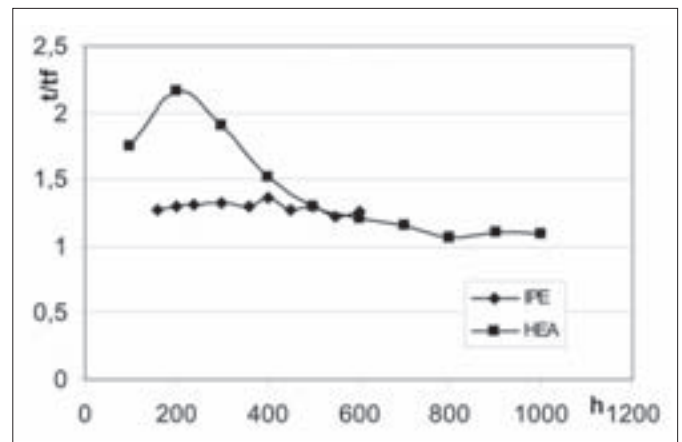
**Hengerelt** szelvények esetén a próbaszámítás eredményeit az alábbi diagramok tartalmazzák.

A 13. ábra alapján megállapítható, hogy **IPE** és 500 mm-nél kisebb magasságú **HEA** szelvények esetén az elhelyezhető csavar éppen megfelel a szükséges értéknek. Nagyobb **HEA** szelvények esetén csak kisebb terhelés ( $\eta_l = 0,9-0,8$  érték) esetén elég az elhelyezhető csavar.



13. ábra: A szükséges és lehetséges csavarátmérők aránya

**IPE** valamint 500 mm-nél nagyobb magasságú **HEA** szelvények esetén az alkalmazandó homloklemez vastagsága 1,1–1,35-szöröse a szelvény övlemeze vastagságának. Míg a kisebb **HEA** szelvények esetén a szükséges homloklemez-vastagság 1,5–2,3-szer nagyobb az övlemeznél. (14. ábra.)



14. ábra: A szükséges homloklemez-vastagság és az övlemez-vastagság aránya

Ennél a megoldásnál a csavarátmérő homloklemez vastagság aránya:

$$\frac{d}{t} \approx 3,39 \sqrt{\frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (45)$$

**Kiékelt tartó esete:**

A felső sor csavar esetén:

$$l^{(f)}_{eff} = \{0,5 p + \alpha m - (2 m + 0,625 e)\} = 0,5 * 5,5 m + \alpha m - 2,625 m \approx 5,75 m \quad (46)$$

Az alsó sor esetén:

$$l^{(a)}_{eff} = \{2 m + 0,625 e + 0,5 p\} \approx 5,375 m \quad (47)$$

A felső csavarsor karja:

$$h_1 \approx h + h' - 2 m \quad (48)$$

ahol:  $h'$  a kiékélés magassága míg az alsó csavarsoré:

$$h_2 \approx h + h' - 2 m - p = h + h' - 6,5 m \quad (49)$$

Így a kapcsolat teherbírása:

$$\begin{aligned} M_{j,Rd} &= F_{T1} h_1 + F_{T2} h_2 = \\ &= t_p^2 f_y [5,75(h + h' - 2 m) + 5,38(h + h' - 6,5 m)] = \\ &= t_p^2 f_y 11,1(h + h' - 5,18 m) \end{aligned} \quad (50)$$

A fentiek alapján:

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{11,1(h + h' - 5,18 m)}} \quad (51)$$

Jelölhetjük  $\bar{z} = h + h' - 5,18 m$  formában is. (52)

(Ebben az esetben tehát az érték más, mint a (45) képlet esetén.)

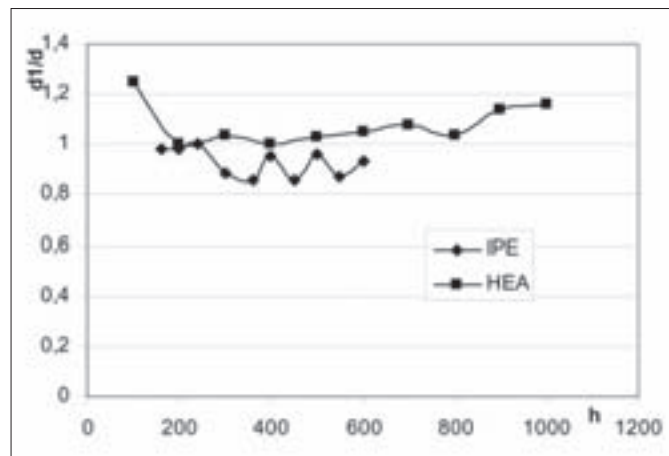
Ezt figyelembe véve a szükséges csavarátmére (ebben az esetben 4 darab csavar van):

$$d \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl,b}}{1,696 z} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (53)$$

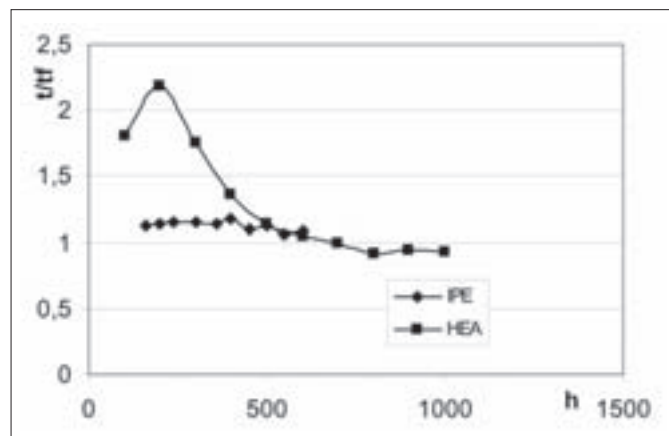
**IPE** és **HEA** szelvények esetén, amennyiben a kiékélés mérete a szelvény magasságának  $\frac{1}{4}$ -e, a próbaszámítások eredményeit az alábbi diagramok tartalmazzák.

Megállapítható, hogy az elhelyezhető csavar – általában – megfelel a szükséges méretnek (15. ábra). Továbbá, hogy **IPE** valamint 500 mm-nél nagyobb magasságú **HEA** szelvények esetén az alkalmazandó homloklemez-vastagsága 1,0–1,2-szerese a szelvény övlemez vastagságának. Míg a kisebb **HEA** szelvények esetén a szükséges homloklemez-vastagság 1,5–2,3-szer nagyobb az övlemez-nél (16. ábra).

Megjegyzés: igen sok esetben az oszlopöv tervezésénél adódó  $z$  szükséges érték lesz a mértékadó. Ilyen esetekben a képletek értelemszerűen alkalmazhatók.



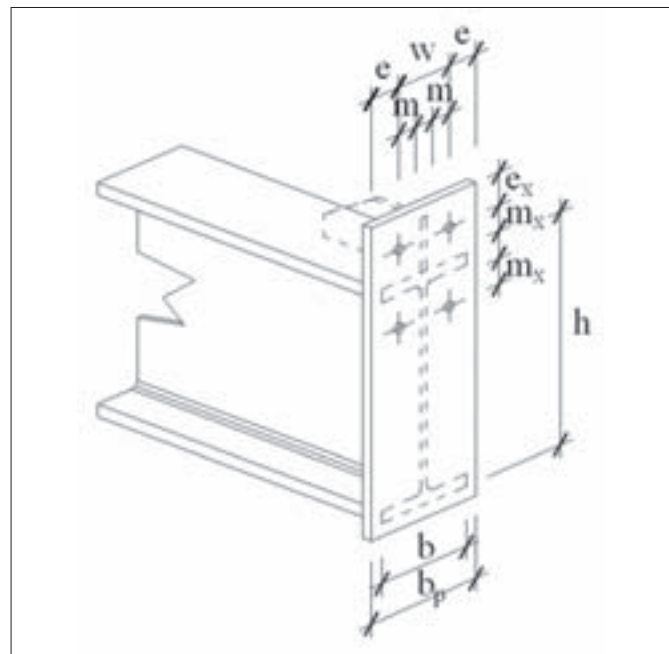
15. ábra: A szükséges és lehetséges csavarátméreók aránya



16. ábra: A szükséges homloklemez-vastagság és az övlemez-vastagság aránya

## 6. A GERENDA ÖVÉN TÚLNÝÚLÓ HOMLOKLEMEZ MÉRÉTEZÉSE

### 6.1 Túlányuló homloklemez merevítés nélkül



17. ábra: A gerenda övén túlnýuló homloklemez





Az  $l_{eff}$  értékét az alábbiak szerint meghatározott értékek legkisebbike adja (l. [3] 2.5.3.1 rész 2.1 táblázat):

$$\begin{aligned} 4m_x + 1,25e_x & & 2\pi m_x \\ e + 2m_x + 0,625e_x & & \pi m_x + w \\ 0,5b_p & & \pi m_x + 2e \\ 0,5w + 2m_x + 0,625e_x & & \end{aligned} \quad (54)$$

Belátható, hogy, amennyiben:

$$\begin{aligned} m_x + e_x &\geq 0,25b_p \\ e &\geq 0,2b_p \\ w &\geq 0,4b_p \end{aligned} \quad (55)$$

akkor

$$l_{eff} = 0,5b_p \quad (56)$$

A továbbiakban érvényesnek tekintjük a (28)-ban megfogalmazott:  $m_x \approx m$  feltételt.

A fenti feltételek szerkesztési szabályként, ellentmondásmentesen teljesíthetők. Így az effektív hossz számítás nagymértékben egyszerűsödik, illetve zárt képlet állítható elő.

Túlnyúló homloklemez kapcsolat esetén azzal a közelítéssel élünk, hogy az övön belüli csavarsor teherbírása azonos az övön kívüli csavarsor teherbírásával (A valóságban az előbbi – a gerinc merevítő hatása miatt – jóval nagyobb.) (l. 18. ábra). Így – gyakorlatilag – 2 T elemet veszünk figyelembe és a nyomaték karja az övek súlyvonalának távolsága.

A homloklemez szélességét a szelvény szélességénél – minimális mértékben nagyobbak tekintjük (l. 5.1 pontot).

A T elem húzási ellenállása a lemezfolyás következtében:

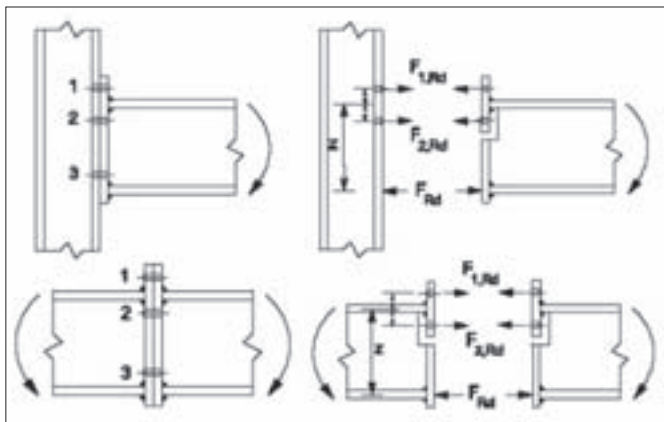
$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{b_p t_p^2 f_{yp}}{2m} \quad (57)$$

Másrészről a hajlítás következtében a T elemben fellépő húzóerő:

$$F_{T,qd} = \frac{M_{j,Edl}}{z} = \frac{W_{pl} f_{yp}}{h-t_f} \quad (58)$$

A kettő egyenlőségéből a homloklemez szükséges vastagsága (2 T elemre):

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{m}{h-t_f} \frac{W_{pl}}{b_p}} \quad (59)$$



18. ábra: Közelítés túlnyúló homloklemez esetén

A képletben szereplő adatokat a III. táblázatból nyerhetjük.

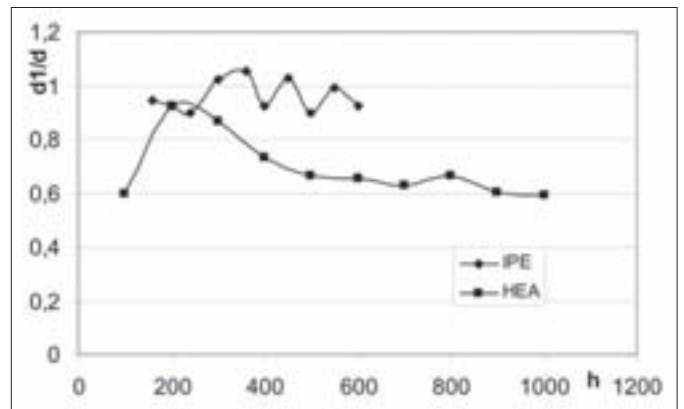
A csavarok húzó ellenállása az (5) képlet alapján állapítható meg. Ebből a minimálisan szükséges csavarátmérő – 4 csavarra számítva:

$$d \geq \sqrt{\frac{W_{pl}}{1,696(h-t_f)} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (60)$$

Homloklemez kapcsolat esetén a „megtámasztó erő” is szerepet játszik. Tönkremeneteli forma lesz a homloklemez folyása és a csavarok – egyidejű – szakadása. Figyelembe véve a fenti (2.) tönkremeneteli formát is, az 1,2-szeres mértékben növelt csavarátmérő:

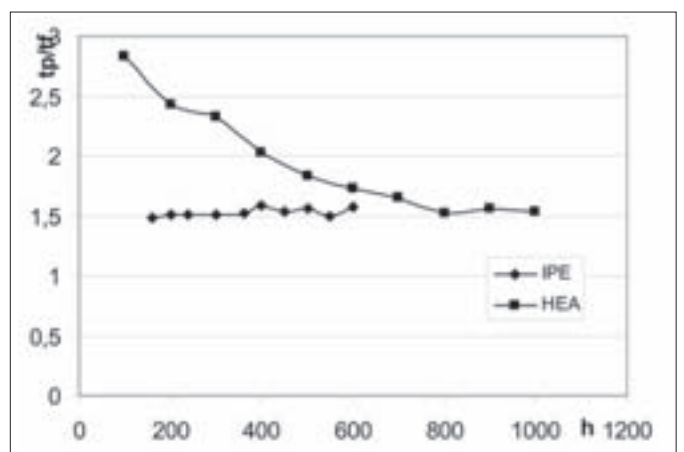
$$d \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl}}{1,18(h-t_f)} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (61)$$

IPE és HEA szelvények esetén a számítási eredmények a 19. és 20. ábrán láthatók.



19. ábra: A szükséges és a lehetséges csavarátmérő aránya

Megállapítható, hogy IPE szelvények esetén az elhelyezhető csavar alkalmazásával – sok esetben – csak kb. 90% terhelés esetén, míg HEA szelvények esetén – a kis magasság miatt – csak kb. 60–70% határig kihasznált szelvény kapcsolata oldható meg így (19. ábra).



20. ábra: A szükséges homloklemez és az övlemez aránya

IPE szelvények esetén a homloklemez szükséges vastagsága 1,5–1,6-szorosa az övlemeznek. HEA szelvények és kis magasság esetén a lemezvastagság sokkal nagyobb, eléri az övlemezvastagságnak kb. 2,5-szeresét is.

## 6.2 Tülnyúló homloklemez – merevítéssel

A szöbajöhető elrendezést (szaggatott vonallal) a 17. ábrán mutatja.

A merevítő elhelyezésével az elhelyezhető csavar mérete nem változik. Ezért a csavarra vonatkozóan a megadott formulák érvényesek.

Jelentősen változik viszont a T elem hatékony hossza:

Az öv feletti csavarsor:

$$l_{eff} = e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e) \quad (62)$$

Mint a 4.2 pontban megállapítottuk  $e_1 \approx 2,2m$  értékkel számolunk.

Ekkor, feltételezve, hogy  $e \approx 1,25m \Rightarrow \alpha = 6,14$

$$l_{eff} = 2,2m + 6,14m - (2m + 0,625 * 1,25m) = 5,55m \quad (63)$$

értéket célszerű figyelembe venni.

Az öv alatti csavarsor esetén a feltételezett értékekkel:

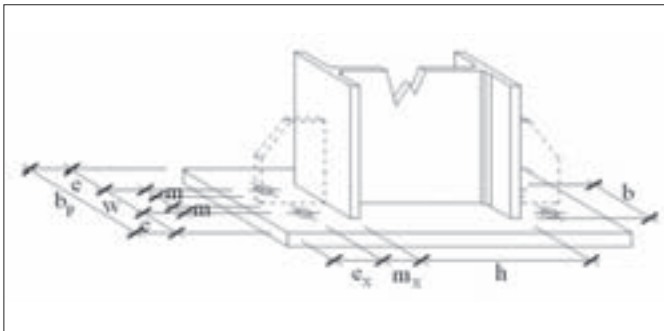
$$l_{eff} = \alpha m \approx 6,17m \text{ adódna.} \quad (64)$$

Az ilyen esetben szokásos közelítéssel az öv alatti csavarsor teherbírását azonosnak vesszük az öv feletti értékkel. Ezért a kapcsolat teherbírásával azonos teherbírású övlemez vastagsága:

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^b \frac{W_{pl}}{11,1(h-t_f)}} \quad (65)$$

A próbaszámítások eredménye szerint a tülnyúló homloklemez merevítésével azt lehet elérni, hogy a homloklemez vastagsága kb. 25%-kal csökkenthető. (Ez anyagfelhasználás szempontjából bizonyosam pozitív kérdés, hogy az élőmunka növekedése kompenzálja-e az anyagköltséget.)

## 7. TALPLEMEZ



21. ábra: Talplemez kialakítása és méretei

Úgy tekintjük, hogy a talplemez figyelembe vehető szélessége:

$$b_p = 1,25b$$

Ezt figyelembe véve elemezzük, hogy milyen méretű csavarok helyezhetők el a talplemezen. IPE és HEA szelvények esetén az összetartozó méretek az V. táblázatban láthatóak.

Talplemez esetén az oszlopban fellépő nyomóerő csökkeni az alapsavaron átadódó húzást, ezért a terhelési tényező ( $\eta_{j,i}$ ) mellett, a méretezés során a külpontosság mértékét is figyelembe kell venni. Ezért meg kell határozni a (9) képlet szerinti „külpontossági tényezőt” is:

$$\eta_{j,2} = 1 - \frac{h N_{j,Ed}}{2 M_{j,Ed}}$$

A lehorgonyzó csavarok szárának nyúlása, valamint az aláöntés – viszonylag – kis ellenállása miatt, a talpcsomópontnál „emelőerővel” számolni nem lehet. Ezért itt csak két tönkremeneteli forma van: a talplemez folyása (oldalanként egy folyási él mentén), illetve a csavar szakadása.

A húzott csavarok ellenállása az (5) képlet alapján állapítható meg. Csavarszakadás esetén a talplemez ellenállása:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 F_{t,Rd} \quad (66)$$

A T elembe fellépő húzóerő az előzőek szerint meghatározható. Az ellenállások egyenlőségéből a szükséges csavarátmérő kifejezhető:

$$d \geq \sqrt{\eta_{j1}^c \eta_{j2} \frac{W_{pl}}{0,848(h+m)} \frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (67)$$

Az egy-egy folyási vonalat tartalmazó töréskép alapján a talplemez húzási teherbírása:

$$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2 M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{b_p t_p^2 f_{yp}}{4m} \quad (68)$$

Ezt a szelvény teherbírásából számítható értékkel egybevetve a szükséges lemezvastagság kifejezhető (feltételezünk, hogy a szelvény és a talplemez azonos anyagminőségű):

$$t \geq \sqrt{\eta_{j1}^c \eta_{j2} \frac{4m}{h+m} \frac{W_{pl}}{b_p}} \quad (69)$$

Az adatokat az V. táblázatból nyerhetjük.

Megjegyzés: mivel a kétféle tönkremenetel kombinációja itt nem fordulhat elő, ezért a csavarátmérőt – a korábbiakhoz hasonlóan – növelni nem kell.

Az elvégzett próbaszámítások szerint S 235 minőségű hengerelt (IPE, HEA) szelvények esetén, ha a szelvény hajlító teherbírása teljesen ki van használva, legalább 8.8 minőségű alapsavar alkalmazása lenne szükséges. (Ezt a szabvány előírása szerint csak bebetonozott teherelosztó elem beépítésével lehet alkalmazni.) Ha a kihasználtság mértéke kisebb, vagy az egyidejű nyomóerő értéke nagyobb, akkor gyengébb minőségű alapsavar alkalmazható.

Teljes kihasználtság esetén a talplemez szükséges vastagsága a szelvény övlemezének 3,0–3,5-szerese. Amennyiben  $\eta_{j,1}^c \eta_{j2} \approx 0,7$  a szükséges arány: 2,5–3,0-szoros.

### Talplemez – merevítéssel

Az elrendezés a 21. ábrán – szaggatott vonallal – látható.

A merevítő elhelyezésével az elhelyezhető csavar mérete nem változik. Ezért a csavarra vonatkozóan a megadott formulák érvényesek.

Jelentősen változik viszont a T elem hatékony hossza. Az övön kívüli csavarsor esetén:

$$l_{eff} = e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e) \quad (70)$$

Mint a 4.2 pontban megállapítottuk, a maximális érték:  $e_1 \approx 2,7m$  esetén adódik. Talplemeznél célszerű ezt a lehetőséget kihasználni.



IV. táblázat: A talplemezben elhelyezhető csavarok adatai

IPE														
<i>h</i>	160	180	200	220	240	270	300	330	360	400	450	500	550	600
<i>b</i>	82	91	100	110	120	135	150	160	170	180	190	200	210	220
<i>b<sub>p</sub></i>	104	114	125	138	150	170	188	200	214	225	238	250	264	275
<i>d</i>	12	14	16	16	18	20	22	24	26	28	30	30	32	34
<i>w</i>	60	68	74	82	90	102	112	120	128	134	142	150	158	164
<i>m=mx</i>	15	17	19	19	22	24	27	29	31	34	36	36	39	41
<i>ex</i>	44	46	48	52	60	65	73	82	84	92	98	98	106	112
HEA														
<i>h</i>	152	190	230	290	330	390	440	490	540	590	690	790	890	990
<i>b</i>	160	200	240	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<i>b<sub>p</sub></i>	200	250	300	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
<i>d</i>	24	30	36	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
<i>w</i>	120	150	180	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
<i>m=mx</i>	30	36	44	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<i>ex</i>	81	97	112	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144

Ekkor, feltételezve, hogy  $e \approx 1,25m \Rightarrow \alpha = 6,14$

$$l_{eff} = 2,7m + 6,14m - (2m + 0,625 \cdot 1,25m) \approx 6,0m \quad (71)$$

értéket célszerű figyelembe venni.

A kapcsolat teherbírásával azonos teherbírású övlemez vastagsága:

$$t_p \geq \sqrt{\eta_{j1}^c \eta_j \frac{W_{pl}}{6,0(h+m)}} \quad (72)$$

A próbaszámítások eredménye szerint a talplemez merevítésével azt lehet elérni, hogy a talplemez vastagsága kb. 50%-ra csökkenthető.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A csavaros kapcsolatok tervezése az EUROCODE-ban rögzített szabályok alkalmazásával nehézkes eljárás. A tervező szabadsága a csomópont és a csavarkép kialakításában, a méretek megválasztásában igen nagy, de emiatt sok követelmény megvizsgálása szükséges. Célszerű ezért olyan megoldást keresni, melynek során a kialakítási lehetőségeket, illetve a felvehető méreteket korlátozzuk. Ezt szerkesztési szabályok megadásával tehetjük meg. A szabályok kialakításával tervezett csomópontok esetén – sok esetben – zárt képletek adhatók meg a kapcsolat kialakításához még szükséges méretek meghatározására.

Az eljárás lépései a következők:

- Meg kell határozni az alkalmazni kívánt csavar minőségét. Ennek ismeretében a megadott képletekkel ki lehet számítani azt, hogy milyen átmérőjű csavar alkalmazása szükséges. Ez után ellenőrizni lehet, hogy a szükségesnek mutató csavarméret az adott szelvény esetén elhelyezhető-e? Amennyiben nem, módosítani kell a minőségen vagy a szelvényen. (Általában megállapít-

ható, hogy csak magas szakítószilárdságú csavaranyag alkalmazásával lehet homloklemez csomópontot kialakítani.)

- Amennyiben oszlop–gerenda kapcsolatról van szó, az oszlopövre vonatkozó kialakításhoz a kapcsolódó gerenda, illetve a gerendát megnövelő kiékelés szükséges magassága határozható meg.
- Homloklemez esetén a szükséges lemezvastagság értéke számítható ki.
- Az oszlopöv és a homloklemez kialakítása összefügg. Ellenőrizni kell, hogy a két oldalról meghatározott méretek összeegyeztethetők-e?

Hasonló az eljárás talplemezek esetén is. Vizsgálatainkat kiterjesztettük az oszlop gerincének, valamint a túlnyúló homloklemez, illetve talplemez merevítése hatásának vizsgálatára is.

Nagy mennyiségű próbaszámítás *valószínűsíti* az eljárás alkalmazhatóságát. A leggyakrabban használt szelvények esetén az anyagminőségre és a méretekre vonatkozó javaslatokat lehetett megfogalmazni.

## Irodalom

- [1] MSZ EN 1993-1-8 Acélszerkezetek tervezése: Csomópontok tervezése. (angol nyelvű) MSZT 2005.
- [2] Ádány, Dulácska, Dunai, Fernézelyi, Horváth: Acélszerkezetek tervezése az Eurocode alapján. I. Általános eljárások. Springer Media Kft. 2006.
- [3] Ádány, Dulácska, Dunai, Fernézelyi, Horváth: Acélszerkezetek tervezése az Eurocode alapján. II Speciális szerkezeti megoldások. Businnes Media Kft. 2007.
- [4] MSZ EN 1993-1-1 Acélszerkezetek tervezése: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. MSZT. 2004
- [5] Wald, F: Continuous Education in Structural Connections. Czech Technical University in Prague. 2005.



## KIÁLLÍTÁSI CSARNOK TERVEZÉSE

### DESING OF AN EXHIBITION HALL

*A 2008. évi MAGÉSZ Acélszerkezeti Diplomadíj egyik díjnyertes pályázatának bemutatása:*

*A BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén diplomázó hallgatók – amennyiben tervezési feladatot választanak – kész építészeti tervek alapján, vagy saját elképzeléseiket megvalósítva végzik a tartószerkezeti tervezést és számítást. Ez utóbbi választásával egy komplexebb feladatra vállalkoztam, hiszen a diplomafélév alatt építészeti szinten is kellő mértékben ki kellett alakítanom az épületet.*

*Introducing one of the prize winner works of the MAGESZ Steel structures diplom award 2008:*

*Students, who make their diploma work at the Department of Structural Engineering, do the structural desing progress – in case of choosing a desing task – by complete architectural plans, or by realising their own ideas. Choosing the latter one, I undertook to solve a more complex problem, since – during the diploma-semester – the building had also to be designed in due architectural level.*

#### BEVEZETÉS

Ezen diplomamunka tárgya egy kiállítási csarnok építészeti kialakításának vázlatlattervi szintű bemutatása, valamint a hozzá kapcsolódó tartószerkezet megtervezése az adott méretű alapterület lefedésére (kb. 4000 m<sup>2</sup>).

Egy ilyen épület esetében rendkívül fontos szempont a gazdaságosság, hiszen a beruházók számára az egyik legfontosabb dolog, hogy a befektetésük minél rövidebb időn belül megtérüljön. Ezen oknál fogva az ilyen típusú csarnokok tervezésénél elsődleges, hogy több funkció ellátására is képesek legyenek, mint például sportrendezvények, szakkonferenciák, koncertek vagy fogadások lebonyolítása. Az ilyen épületek gazdaságosan hasznosíthatóak, mivel egész évben látogatókat.

Egy másik fontos és lényeges szempont, hogy az épület esztétikus legyen. Az embernek alapvető igénye a szép látvány, ami a közérzetét jelentősen befolyásolja. Mivel egy rendezvény többnapos időtartamú is lehet, nem mindegy, hogy érzik magukat az épületben a vendégek.

Összességében elmondhatjuk, hogy a kiállítási csarnokok tervezése összetett feladat. Számos tényezőt kell szem előtt tartani a statikai és funkcióbeli szempontok alapján egyaránt, továbbá különösen nagy figyelmet érdemel az építmény megjelenésének és formájának kialakítása is.

#### ALAPRAJZ ÉS TARTÓSZERKEZETI VÁLTOZATOK

Az épület alaprajzi geometriájának felvételekor a funkció és az alkalmazott szerkezet típus volt a meghatározó, illetve egy egyszerű, könnyen kezelhető forma alkalmazása. Ezért esett a választás a téglalap alakzatra.

Funkció szerint két nagy egység különböztethető meg a csarnokon belül (1. ábra). Az épület középső részén egy 3 szintes kiszolgálóblokk található (öltözők, mosdók, irodák stb.). A kiszolgálóblokk legfelső emeletén egy kávézó-étterem kerül kialakításra (2. ábra). A kiállítási tér nagyrészt az épület földszintjén helyezkedik el, illetve a kiszolgálóblokk 1. szintjén, ahol a kisebb kiállítási tárgyakat lehet elhelyezni. Ezzel az első emeleti térrel a kiszolgáló blokk által elfoglalt hasznos területet kompenzálom.

A kiállítások közötti időszakokban az épületben sportrendezvényeket is rendezhetnek. Erre a célra a csarnokban ki van alakítva egy sportpálya és egy tribünrendszer. A sportpályát a kiállítások alatt szőnyeggel takarják le, így nem károsodik a sportpadló. Annak érdekében, hogy a tribünrendszer a lehető legkisebb hasznos területet foglalja el a kiállítási térből, össze lehet csukni.

Az épület alatt 2 szintes mélygarázs létesül 276 gépjármű részére, így

16 m<sup>2</sup> kiállítási területre jut 1 darab parkolóhely. A mélygarázs határolófalait résfalak alkotják, a födémek alátámasztását szolgáló oszlopok 8,00\*9,00 m-es raszterben helyezkednek el.

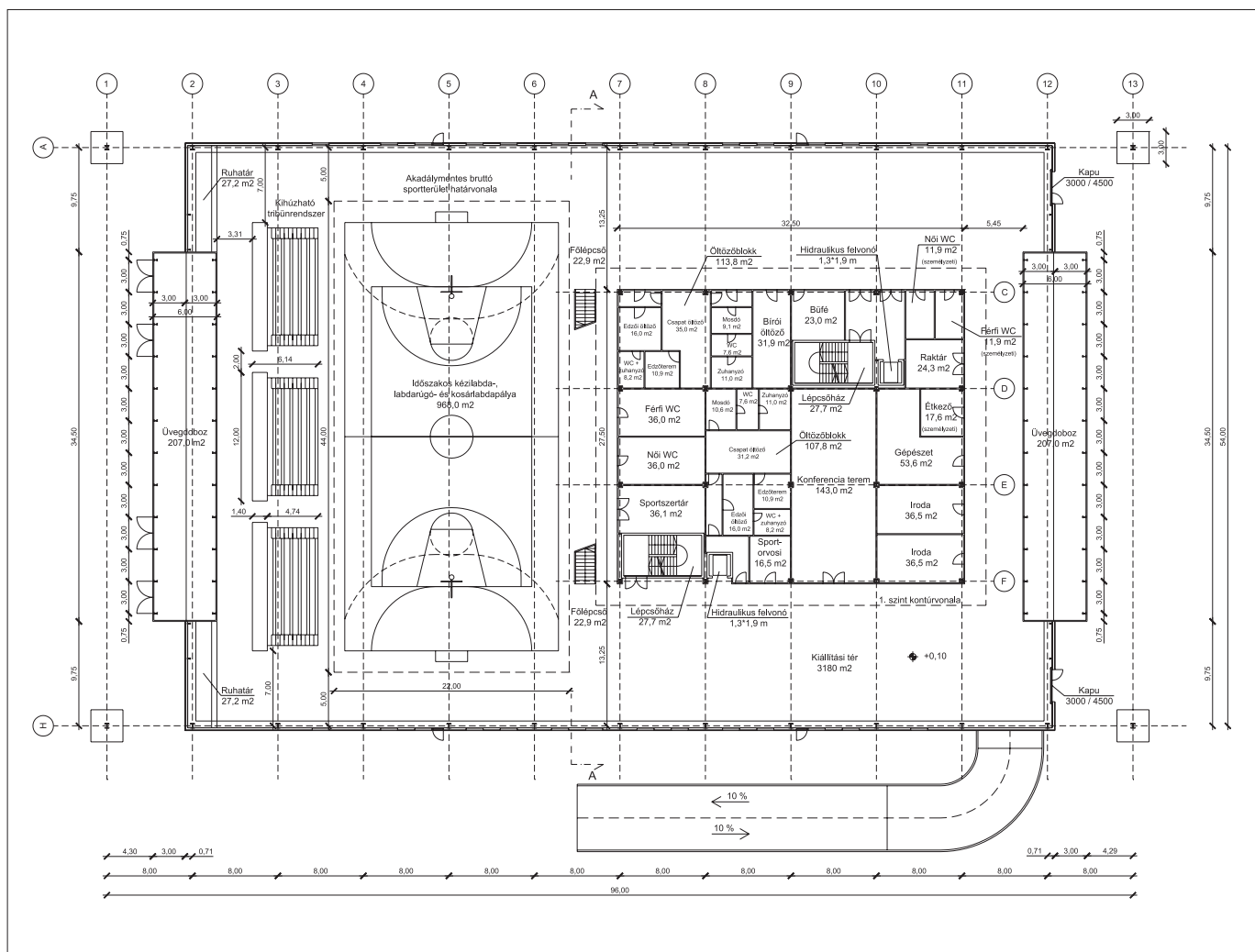
A megfelelő alaprajzi kialakítás megtalálása után következhet az alapterület lefedésére alkalmas tartószerkezetek keresése. Vázlatlattervi szinten két változat lett kidolgozva.

Az egyik variáció egy változó gerincmagasságú, hegesztett I tartó. Ez a változat statikai vázát tekintve keretszerkezet. A keretszerkezetű főtartó szerkezetileg egyszerűbb megoldása a tervezett kiállítási csarnok lefedésének, hiszen tucatjával épülnek ilyen szerkezetek – ha nem is ilyen nagy fesztávolsággal (54,00 m) – szerte a világon. Ennek köszönhetően az ezek előállításával foglalkozó cégeknek megvannak a bevett méretezési eljárásaik és számítógépes programjaik, amelyekkel egyszerűen és akár napok alatt is elvégezhető egy ilyen csarnok erőtanai méretezése. Ugyanez jellemzi az ilyen szerkezetek gyártását és összeállítását is. A gyártáshoz megvannak a szükséges gépsorok, és ma már egy változó gerincmagasságú tartó legyártása sem jelent különösebb problémát.

Esztétikai szempontból a szerkezet – attól függetlenül, hogy mekkora – megőrzi a „ház” jellegét, és a homlokzati burkolatok megfelelő kialakításával tehető érdekessé a látogatók számára.







1. ábra: Alaprajz

A másik variáció egy íves, „aláfeszített”, tömör gerincű hegesztett I tartó, ezen koncepció kialakításánál a berlini főpályaudvar tartószerkezete volt az ötletadó. A szerkezet előnyei szemmel láthatóak. Az egyik, hogy rendkívül könnyed és esztétikus, ami kiállítási csarnok esetében különösen fontos, hiszen általában nem rejtik el a tartószerkezetet. Funkcionálisan is előnyös, hiszen akár lapos ívek is kialakíthatóak ilyen szerkezettel, így akár nagy fesztávolság esetén is anélkül biztosítható a szükséges minimális belmagasság, hogy jelentősen megnövekedne a fűtendő belső tér nagysága. A statikai előny egyértelmű, hiszen az „aláfeszítés” megfelelő kialakításával elérhető, hogy az íves főtartó elsődlegesen nyomásra legyen igénybe véve.

Mivel ilyen épületek esetében a merészebb formák iránti igény erőteljes, az íves „aláfeszített” főtartójú változat került részletes kidolgozásra.

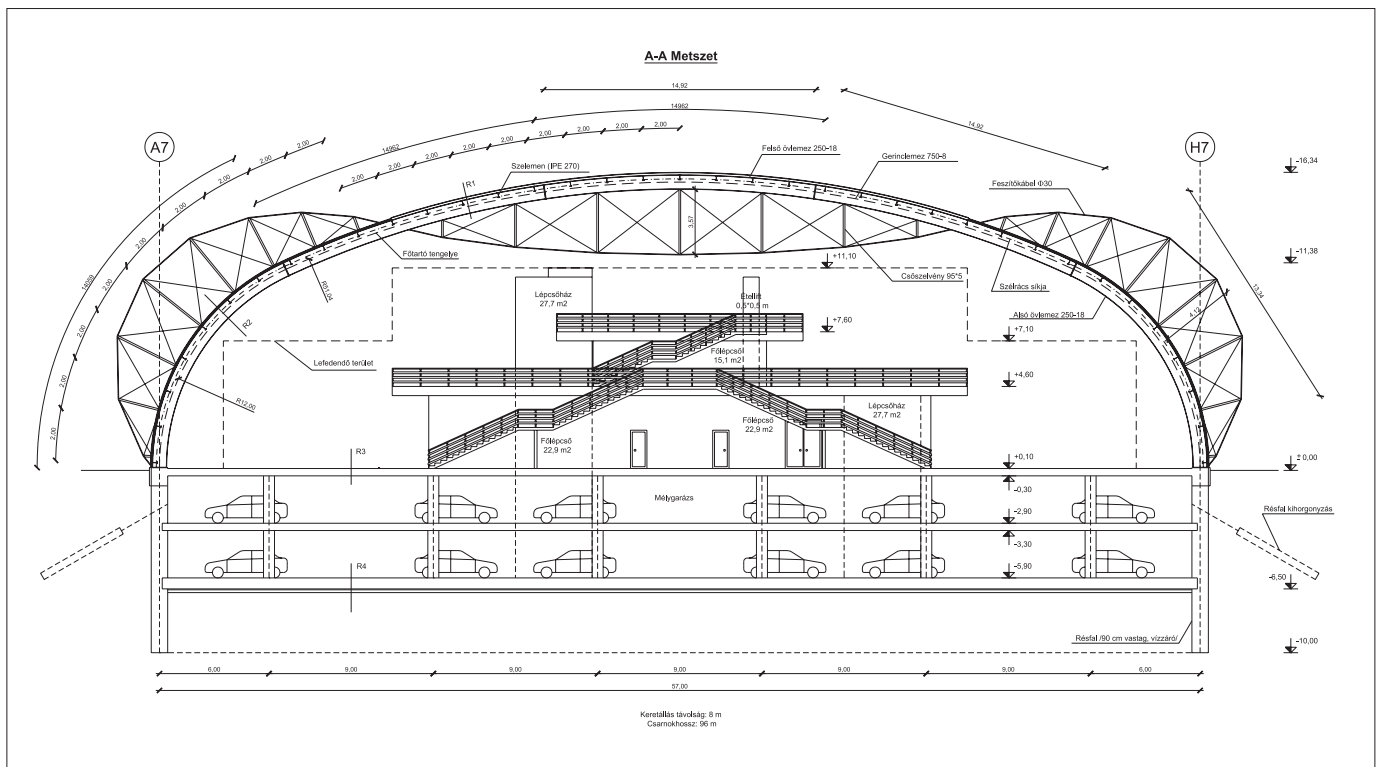
## A TARTÓSZERKEZETI KIALAKÍTÁS

A csarnok főtartója konstans gerincmagasságú, hegesztett I tartó. A főtartó – statikai vázát tekintve – kétszuklós, alpra támaszkodó íves „aláfeszített” tartó. A feszítőmű követi a nyomatéki ábra alakját – függőleges, egyenletesen megoszló teherből keletkezőt –, ezért a főtartó külső és belső oldalán egyaránt megtalálható (2. ábra). A főtartók fesztávja 57,00 m és 8,00 m-enkénti kiosztásban helyezkednek el egymás mellett a csarnok hossza mentén. A csarnok magassága 16,34 m.

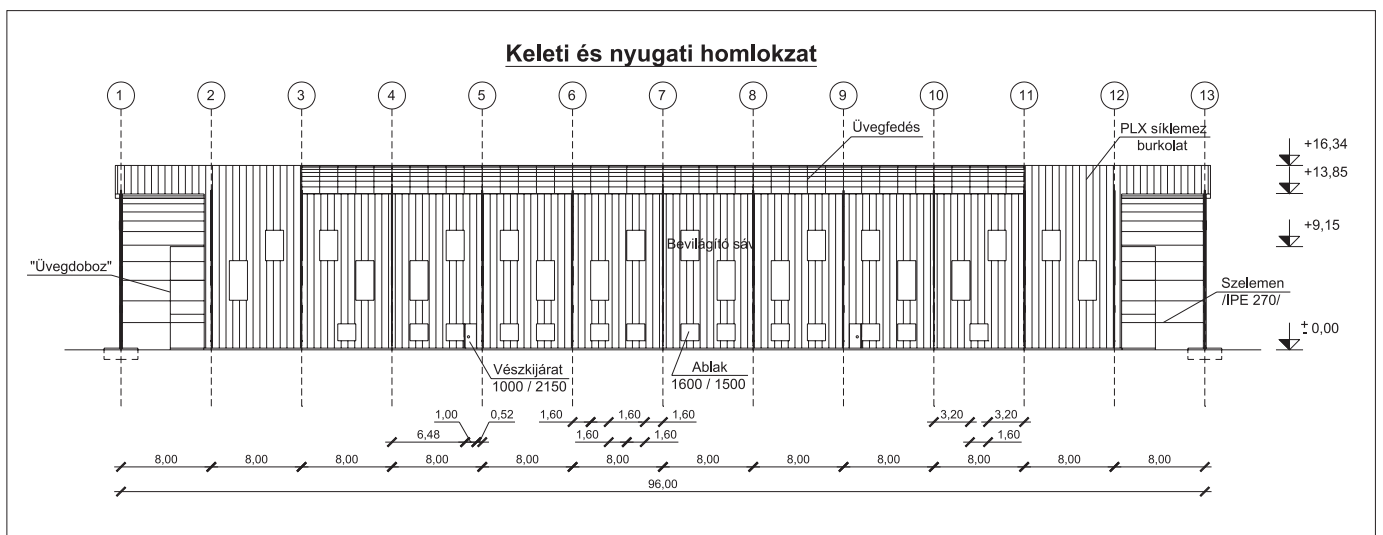
A főtartókra IPE szelvényű szelemenek továbbítják a tetőről átadódó terheket. A főtartó középső részén 33,50 m hosszön üvegfedés létesül, ezen rész alatt található szelemenek kiosztása 2,00 m, a főtartó két oldalán található PLX síklemezfedés alatt pedig 1,55 m a kiosztás. Az üvegfedés az ívtartó külső oldalán helyezkedik el, a síklemezfedés a belső ol-

dalán. Ezt a kialakítást az indokolta, hogy a burkolat minél kevesebb helyen legyen áttörve tartószerkezeti elemmel. Az így kapott fedés csak az ívtartó kikönyökléseinél van áttörve. A kikönyöklések csőszelvényűek, melyek gyártása bonyolultabb mint a szögacélból készülté, de a burkolat vízzáró lezárását könnyebb kialakítani csőszelvény alkalmazása esetén.

A szelemeneken helyezkednek el a burkolat tartását szolgáló teherviselő elemek. Az üvegfedés alatt zárt szelvényű bordarendszer található. A síklemezfedés rétegelt-ragasztott szarufákra támaszkodik. A csarnok belső oldalán LVP 20-as trapézlemez burkolat készül a síklemezzel burkolt részeken, ezek tartására ramonád bordarendszer kerül beépítésre. Erre azért van szükség, mert így a trapézlemez bordái a főtartók síkjára merőlegesen lesznek, és nem kell meghajlítani őket, hiszen így már gyakorlati szempontból akár milyen sugarú ívet követni lehet velük.

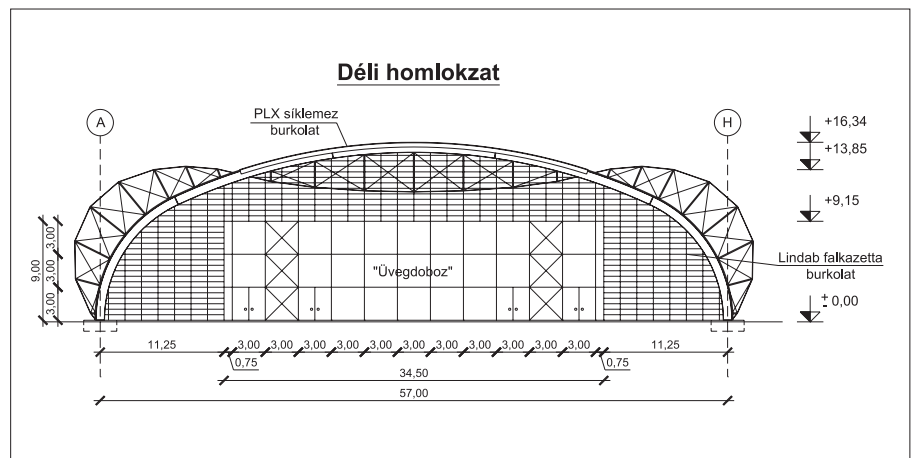


2. ábra: Metszet (vázlattev)



3. ábra: Homlokzat

A főtartó a mélygarázs részfalainak tetejére támaszkodik, mindkét támasz csuklós. A részfalakra átadódó terheket a mélygarázs zárófödéme veszi fel (tárcsaként). A zárófödém méretezése nem volt része a diplomamunkának, amennyiben nem tudná felvenni az oszloptalp vízszintes reakcióerejét, úgy vonórúd beépítése szükséges a keretállások síkjában. A mélygarázs legalsó szintje alatt lemezalap készül, ennek előnye az egyszerű kivitelezhetőség és a könnyen kialakítható kapcsolata a részfallal. A mélygarázs földemei fej nélküli, monolit vasbeton, síklemez földémek, amely szintén az egyszerű kivitelezhetőség miatt kedvező.



4. ábra: Homlokzat



A szerkezet hosszirányú merevségét szélrácsok biztosítják, melyek a csarnok oromfalától számított második keretállásközben helyezkednek el.

Az épület két végfalán egy-egy „üvegdoboz” helyezkedik el, amelyek áttörik az oromfalakat. Ennek méretezése nem volt része a diplomamunkának, viszont a csarnok megvalósíthatósága végett a szerkezeti rendszer kialakítása megtervezésre került. Az „üvegdoboz” elsődleges teherviselő rendszerét, a csarnok oromfalaira merőlegesen elhelyezkedő keretállások alkotják, melyek IPE szelvényekből állnak össze. A keretállások 9,00 m magasak, a támaszközük pedig 6,00 m. Az „üvegdoboz” keretsíkra merőleges merevségét szélrácsok és hosszkötések biztosítják, melyek a szélektől számított második keretállásmezőben helyezkednek el. A csarnok oromfalának ezen „doboz” felé eső falvázoszlopai az ívtartóra vannak felfüggesztve, ezen oszlopok alsó pontját vízszintes értelemben az „üvegdoboz” tetején végigvezetett C szelvényű gerenda támasztja meg, a két szerkezeti elem kapcsolatának kialakításánál fontos, hogy függőleges erők ne adódhassanak át az oromfalról a „dobozra”.

A kiszolgáló blokk fő teherviselő szerkezete szintén acélszerkezetből készül. A födémek a mélygarázs raszterpontjaiban elhelyezett I szelvényű oszlopokra támaszkodnak. Az oszlopokra I gerendák kerülnek, melyekre I szelvényű fióktartók továbbítják a terheket. A tartószerkezeti magasság csökkentése érdekében a fiókgerendák kértámaszú kialakításúak. A fióktartókon kibetonozott magasprofilú trapézlemez található, így ez egyben bentmaradó zsaluzatként is szolgál.

## A MÉRETEZÉSI ELJÁRÁS

Az igénybevételek számítása az Axis VM 8.0 végeselemes programmal, a matematikai számítások pedig

a Mathcad 2001 Professional szoftver segítségével történtek. A méretezés során az EUROCODE előírásait alkalmaztam.

Az alkalmazott szerkezeti acél anyagminősége S235, a sodronyköteleké pedig S1100.

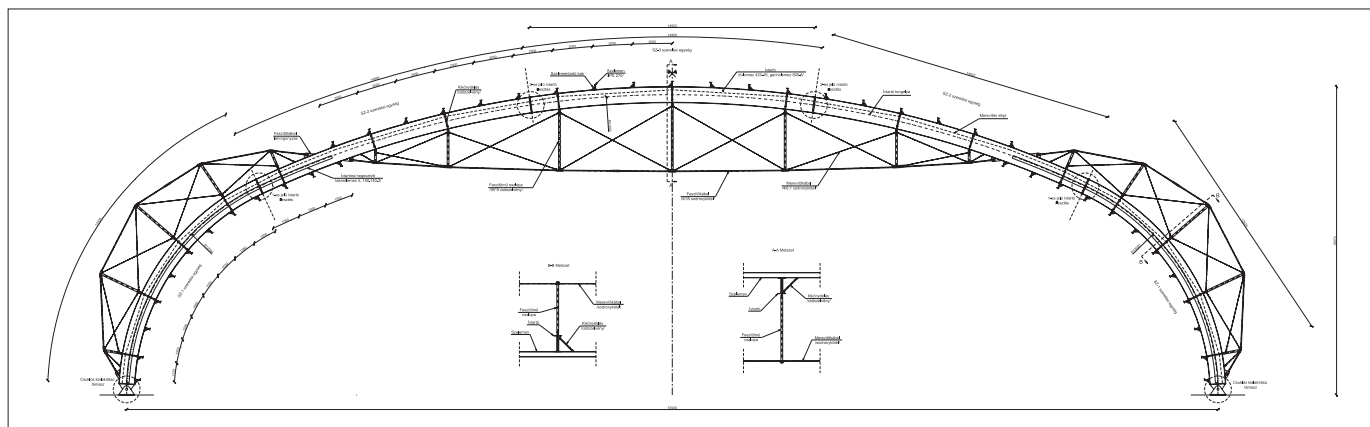
A méretezést az IPE szelvényű szelemenekkel kezdtem, melyek statikai vázukat tekintve folytatólagos töbttámaszú tartók. A szelemeneket a főtartók 8 m-enként támasztják alá. A szelemenek felső öve oldalirányban a támaszköz felében (4 m-enként) meg van támasztva, ezt az erre a célra beépített merevítés biztosítja. Így a szelemenek z (gyenge tengely) és x-tengely (hossztengely) irányú támaszai 8 m-enként, az y tengely (erős tengely) irányú támaszai pedig 4 m-enként helyezkednek el. A szelemenek ív menti osztásköze 2,00 m és 1,55 m. Az összes szelemen azonos szelvényű, ezért csak a mértékadó szelement kell méretezni. Az I tartó méretezése során a normálerő, a kéttengelyű hajlítónyomaték és a kéttengelyű nyíróerő hatását is figyelembe kellett venni.

A következő lépés a főtartó méretezése volt, melyen belül az első dolog a megfelelő geometria megtalálása volt, hiszen a vázlattevi kialakítás még nem minden esetben végleges. Az ívtartó formájának meghatározásakor elsődleges szempont volt, hogy minél jobban közelítsen a lefedendő terület körvonalaihoz, mivel ezen terület közel 5-ször olyan széles mint magas, ezért egyetlen körívvel nem oldható meg gazdaságosan a lefedése. A főtartó így egy három középpontú ívből lett kialakítva, a két oldalán egy-egy 12,00 m-es, a középső szakaszon pedig egy 51,04 m-es sugarú körív. Az ívtartó már a vázlatteveken elnyerte a végleges formáját. A feszítőmű alakja és a szelemenek kiosztása viszont eltér a vázlatteveken megadot-

taktól (2. és 5. ábra). A változtatásokat elsősorban esztétikai szempontok tették szükségessé. Az építészeti és statikai szempontokat egyaránt szem előtt tartva – a feszítőmű alakjának optimalizálása érdekében – elvégeztem egy vizsgálatsorozatot, melynek keretében az ívtartó maximális pozitív és negatív nyomatékait, valamint a maximális erőd elmozdulásait elemeztem különböző alakok függvényében. A vizsgálat során a közelítő számításban meghatározott terheket használtam fel. Az elemzés eredményeképpen az 5. ábrán látható főtartó-kialakítás adódott. Az ábrán látható, hogy elsősorban az ívtartó külső oldalán elhelyezkedő feszítőmű kialakításán változtattam. Következő lépésként a szelemenek kiosztását összehangoltam a feszítőmű oszlopainak helyével, így egy „tisztább” kialakítású szerkezet adódott. Végül a közelítő számításban nem alkalmaztam feszítőerőt a feszítőmű sodronyköteleiben, a részletes számításban viszont igen. Ezen erő értékének meghatározásánál az volt az elsődleges szempont, hogy a főtartó különböző terhelési esetekből keletkező pozitív és negatív hajlítónyomatéki igénybevételei körülbelül azonosak legyenek (ezen vizsgálatban a részletes számításához meghatározott terheket és az ahhoz épített vége-selemes modellt használtam).

Miután a főtartó elnyerte a végleges geometriai kialakítását, következhet az erőtani méretezése. Ezt két részre lehet bontani, az ívtartó és a feszítőmű méretezésére.

Az ívtartót a normálerőből, a gyenge tengely irányú nyíróerőből és az erős tengely körüli hajlítónyomatékból keletkező hatásokra kellett méretezni. A kihajlás- és a kifordulás-vizsgálat során figyelembe vettem, hogy a szelemenek a főtartót oldalirányban megtámasztják (a burkolat tárcsahatásának következtében).



5. ábra: Főtartó oldalnézet (részlettevi)

A feszítómű 3 típusú elemből áll, és mindegyiket csak a normálerőből keletkező hatásokra kellett méretezni. A sodronykötelek és a merevítőkábelek (*andráskeresztek*, 5. ábra) csak húzást képesek felvenni. Az oszlopok mindkét vége csuklósan kapcsolódik a másik elemhez, így ezek csak nyomást vesznek fel.

A főtartó méretezése után következett a csarnok tartósíkra merőleges stabilitását biztosító merevítőrendszer elemeinek méretezése.

Az egyik rendszer 2 darab szélrácsból áll, melyek húzott pótátlós szerkezeti kialakításúak. A merevítőrendszert kiteríttem, és síkbeli rácsos tartóként vizsgáltam. A szélrács átlós rácsozása sodronykötelekből készül, a nyomott oszlopok – az erre a célra beépített – csőszelvényű rudak, a rácsos tartó öveit pedig az ívtartók alkotják.

A másik rendszer a feszítómű nyomott oszlopainak szabad végét támasztja meg. Az oszlopok másik végét az ívtartó stabilizálja. Ezen rendszer kialakítása a következő (6. ábra): a legszélső keretállásokon az oszlopok teteje ki van támasztva egy csőszelvényű rúddal a szomszédos keretálláshoz, a közbenső főtartók oszlopainak megtámasztását sodronykötél biztosítja, mely a csövekkel megtámasztott oszlopok tetején van lehorgonyozva.

Utolsó pontként a kapcsolatok méretezése következett. Az ívtartó támaszponti kapcsolata átmenő csapos kialakítású. Mivel az ívtartó méretei miatt egy darabban nem szállítható,

ezért több szerelési egységre kellett bontani, ezeknek az egységeknek a helyszíni illesztését homloklemez kapcsolattal oldottam meg. A homloklemez kapcsolatok méretezését a Consteel 3.2 Joint moduljával végeztem el.

## SZERELÉSTECHNOLÓGIA

Az épület építése a résfalak elkészítésével kezdődik. A résfalak tetejét a későbbiekben vissza kell vésni, a rosszabb betonminőség miatt, ezen a helyen a zárófödém készítésével egy időben réskoszorú készül. Ezután kiemelik a munkagödrot a talajhorgonyok szintjéig és elkészítik a résfal visszahorgonyzását. Következő lépésként teljes mélységben kiemelik a munkagödrot. Ezután alulról felfelé haladva elkészítik a mélygarázst (1. lemezalap, 2. –2. szint oszlopai és födémlemez, 3. –1. szint oszlopai és a zárófödém).

A szerelés során az a legfontosabb, hogy a főtartóra ne hasson olyan teher, aminek a felvételére az adott szerelési fázisban még nem alkalmas.

Első lépésként az a legfontosabb, hogy az ívtartók oldalirányú megtámasztását biztosítsuk, mivel e nélkül a felállított és végleges helyére emelt főtartó eldőlné. Ennek biztosítása érdekében először azt a két keretállást kell elkészíteni, amelyek között az épület hosszirányú merevségét biztosító szélrács elhelyezkedik. A csarnokban két merevített mező van, az építés szempontjából lényegtelen, hogy

melyikkel kezdik a szerelést. A 3. és a 4. főtartó szerelési egységeinek helyszínre szállítása után, az egyes egységeket a mélygarázs zárófödémén összeállítják a végleges beépítési hely közvetlen közelében. A helyszínen szerelt illesztések elkészülte után a főtartókat autódarukkal felállítják, a helyükre emelik és beállítják a végleges helyzetnek megfelelően. A daruk a beállított ívtartót nem engedhetik el, amíg el nem készül a teljes merevített mező. Egy tartó beemeléséhez két darab autódaru szükséges, ezt az ívtartó geometriai méretei indokolják. Az emelésnél fontos, hogy megfelelő hosszúságú emelőhimbát alkalmazzanak, hogy ne keletkezzen túl nagy nyomó igénybevétel az ívtartóban az emelés során.

Következő lépés a húzott pótátlós szélrács csőszelvényű oszlopainak beépítése, majd a rácsrudakat alkotó sodronykötelek szerelése. Miután ezzel elkészültek, a daruk elengedhetik a tartókat.

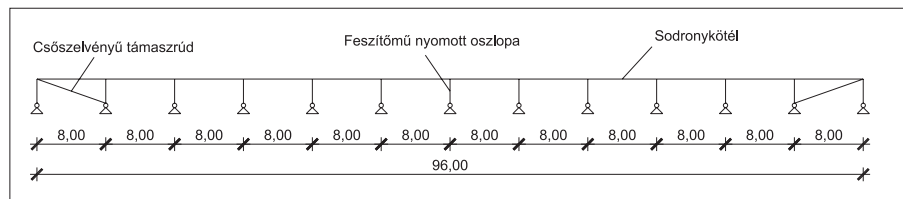
Az első szakasz végrehajtása után egyenként beemelhető a többi keretállás is. Egy ívtartó beemelése után fontos, hogy a merevítőrendszer csomópontjaiba befutó szelemenek elhelyezésre kerüljenek még azelőtt, hogy az autódaruk elengedik az elemet. Azért csak ezen szelemenek kerülnek elhelyezésre, hogy az ívtartó minél kisebb terhet kapjon a feszítómű beépítése és megfeszítése előtt.

Az összes ívtartó elhelyezése után következhet a feszítómű szerelése. Mivel a feszítóműnek a keretállások síkjára merőlegesen külön merevítőrendszere van, addig nem feszíthető meg, amíg ez a csarnok teljes hossza mentén el nem készült. A feszítómű szerelését a csőszelvényű oszlopok és az „andráskereszt” sodronykötelekkel kell kezdeni. Ezután következhet a merevítőrendszer építése. Következő lépés a feszítőkábelek elhelyezése és megfeszítése.

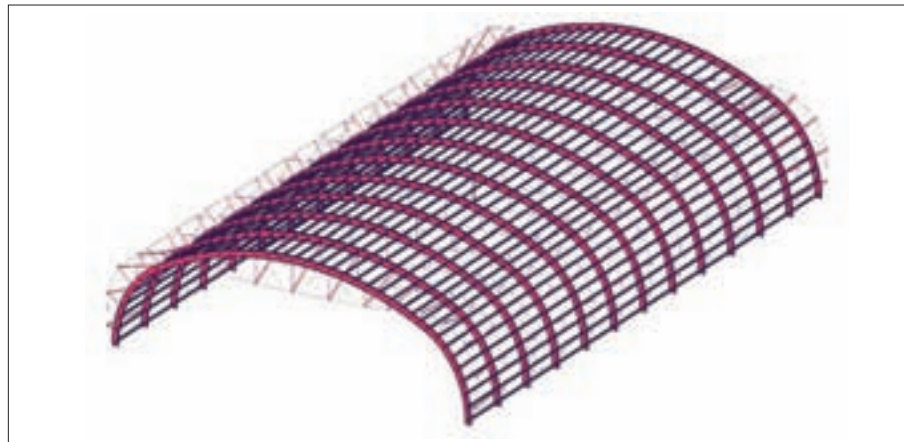
A tartószerkezet szerelésének utolsó lépése a többi szelemen beemelése és elhelyezése.

Ennek végzetével összeállt a csarnok teherhordó szerkezete (7. ábra). Az épület kialakításának utolsó fázisában már a különböző építészeti – szakipari kialakításokon van a hangsúly.

*Diplomamunkám elkészítése során sok segítséget kaptam konzulenseimtől, dr. Dunai Lászlótól, Márai Pétertől és dr. Széll Máriától, melyet ezúton is köszönök.*



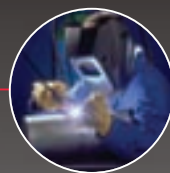
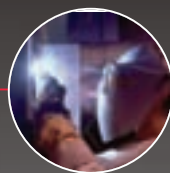
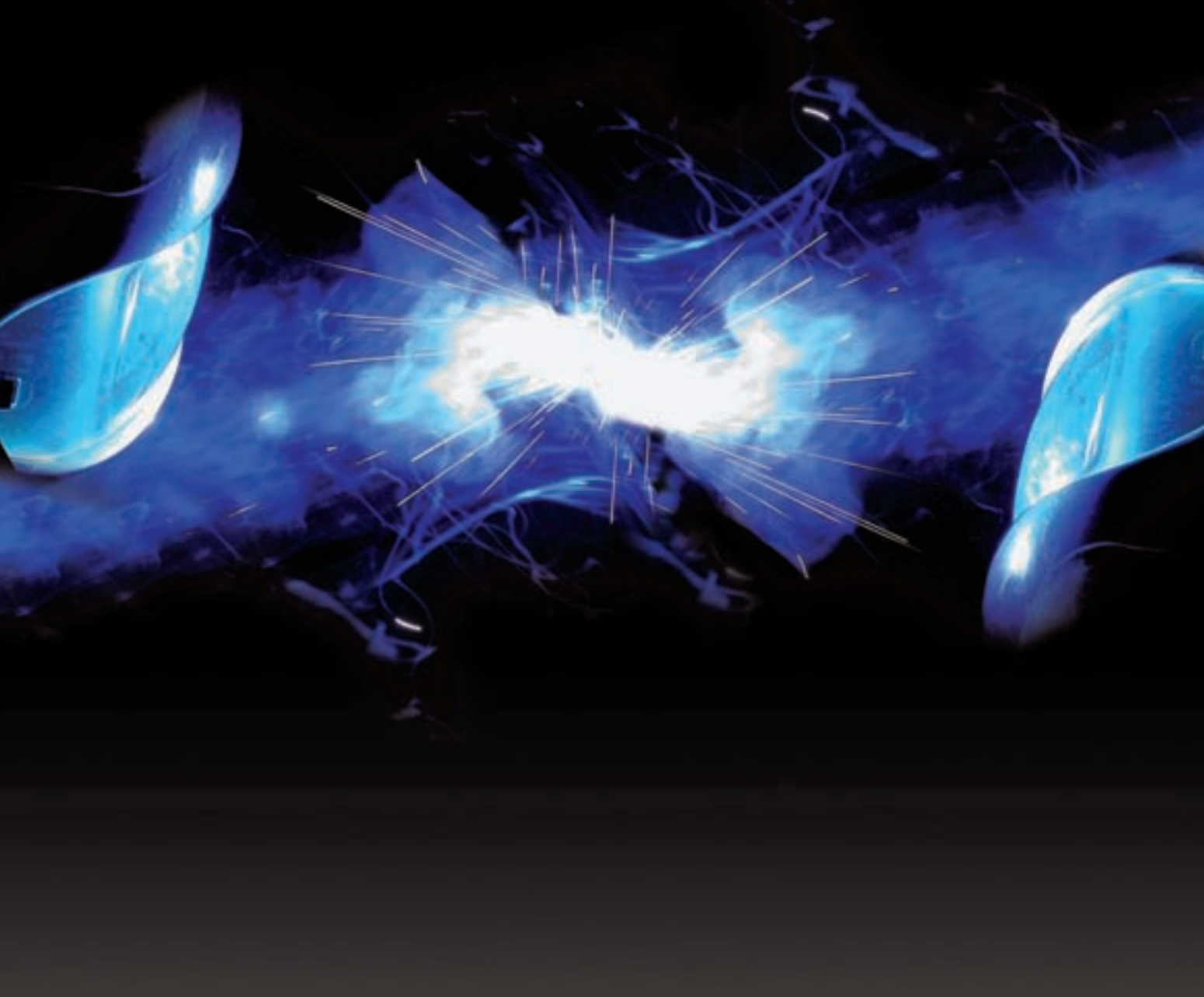
6. ábra: Feszítómű merevítőrendszere



7. ábra: A csarnok teherhordó szerkezete



[www.airliquide.hu](http://www.airliquide.hu)



Az ipari gázok szállítója



## EMLÉKEZÉS A KOSSUTH HÍDRA

### IN MEMORIAM KOSSUTH BRIDGE

Mostanában sokat olvashatunk a közelmúltban épült és a jelenleg is épülő Duna-hidakról. A nemrég megépült Szekszárdi és Dunaújvárosi Duna-hidak után idén két új, illetve újjáépített híd átadását tervezik. Ezek az M0 Északi Duna-hídja, és az Északi vasúti Duna-híd. Impozáns, lenyűgöző mérnöki alkotások. Építésük során a mai kor minden lehetőségét kihasználják a tervezők és kivitelezők egyaránt. Büszkék lehetünk ezekre az építményekre, és közben elfelejtjük, hogy volt olyan időszak a magyar hídépítés történetében, amikor millió kényszerítő körülmény mellett, rohamtempóban kellett hidat építeni a semmiből. Idézzük fel a hídépítésnek ezt a korszakát a háború után elsőként megépült félállandó Kossuth hídról megemlékezve.

A háborút követő számvetés alapján 1424 híd 27 km hosszban pusztult el, vált használhatatlanná. A jelentősebb Duna- és Tisza-hidak maradéktalanul elpusztultak (1. ábra).

A szomorú látványt Illyés Gyula „Hidak” című versében a következőképpen jellemzi:

*A legszomorúbb látvány  
ez volt: a betört  
gerincű néma hidak  
a két város között,  
abogy feküdtek sorban  
mint leölt állatok  
bűnben és mocsárban  
ők, az ártatlanok.*

A károk felmérése alapján vált egyértelművé, hogy Budapest egyetlen hídját sem lehet gyorsan helyreállítani. A legkevésbé a Ferenc József híd rongálódott meg, de a jégzajlásig ezt a hidat sem lehetett alkalmassá tenni a közlekedésre. Súlyosbította a helyzetet, hogy a fővárosban, de az ország egész területén szinte az összes nagyobb híd járhatatlan volt, folyóinkon nem lehetett közlekedni a felrobbantott hidak, az elsüllyedt hajóroncsok és mederben levő aknáknak miatt. A vasúti forgalom is megbénult. A szükséges anyagok és eszközök helyszínre juttatása ilyen körülmények között szinte megoldhatatlan volt.

Az ország közlekedésének mielőbbi helyreállítása érdekében olyan sok volt a feladat, hogy a hidak építésében

Recently we can read a lot of articles about the bridges over Danube that are under construction or those what were built in the near past. After the construction of the bridges in Szekszárd and in Dunaújváros there're two new or renewed bridges that are planned to open this year. Those are: Northern Danube bridge on M0 highway and the Northern Railway Danube bridge. They're imposing and impressive engineering creations. During their construction, the engineers and the constructors used modern possibilities, too. We can be proud at these structures. But don't forget that there were some periods in the history of the bridge construction in Hungary when we had to build very quickly these monuments under pressure without anything. Let's bring this era to our mind remembering the Kossuth bridge that was built first after the Second World War.

fontossági sorrendet alig lehetett felállítani. A Közlekedésügyi Minisztérium hídosztályán tervek készültek egy pontonhídra (kis Petőfi híd) és a Parlament mellett megépítendő félállandó hídra, amely megépítését követően a Kossuth nevet kapta. A Minisztertanács 1945. április 19-én hagyta jóvá a pontonhíd költségvetését, de ezzel párhuzamosan több ideiglenes híd is épült („Manci” híd, Boráros téri ideiglenes híd, Ferenc József híd melletti uszaly-

híd). Ezeket a hidakat azonban a jégzajlás idejére el kellett bontani. A Ganzgyár ezekben az anyag-, szerszám- és szakemberhiányos időkben vállalta egy 100 tonnás úszódaru megépítését, ami később nélkülözhetetlen volt a Duna-hidak építésénél a roncsok és elsüllyedt hajók kiemelésénél. Közben folytak az előkészületek a „félállandó” híd építésére.

A Kossuth híd megépítése és megtervezése óriási feladatot jelentett,



1. ábra: Budapest látképe az elpusztult hidakkal, 1945.

mivel nem állt rendelkezésre megfelelő anyag és eszköz. A cél az volt, hogy olyan híd épüljön, amelyet az állandó hidak megépítéséig, 10–15 évig lehessen használni. A híd helyéül a Kossuth tér – Batthyány tér közötti Duna-szakaszra esett a választás, mivel itt mindkét parton megfelelő közlekedési kapcsolatokat lehetett kialakítani, és a Duna medrében nem voltak a híd építését hátráltató roncsok.

Az első elképzelés fahíd volt, aminek facölöpös jármokra támaszkodó középső nyílása 80 m lett volna. Ezt a tervet elvetették, részben mert ilyen nagy nyílású fahíddal kapcsolatban nem voltak megfelelő tapasztalatok, és a nyolc cölöpözött járom jégzajlás alatti biztonságos fenntartása is kétségesnek bizonyult. A döntő érv

valószínűleg a hídhoz szükséges nagy mennyiségű faanyag hiánya volt.

A felmerült nehézségek miatt vaszerkezet megépítését kellett tervbe venni, a hídépítésben eddig használatos hengerelt vasanyag azonban nem állt rendelkezésre. Az egyedüli rendelkezésre álló vasanyag a csepeli vasmű telepén megmaradt (nem hídépítési célra gyártott) acélső volt. A 78 m támaszközü középső és az ehhez csatlakozó két 55 méteres nyílást ilyen acélsövekből álló rácsos főtartókkal kellett áthidalni. A rácsrudak kapcsolata egészen újszerű feladat elé állította az építőket. Egyrészt azért, mert a csőszelvények kapcsolata új konstrukciós kialakítást tett szükségessé, másrészt azért, mert a korábban szinte egyedüliként alkalmazott szegecskapcsolat csőszelvényeknél nem volt alkalmazható. A hegesztés is új volt a hídépítésben, hiszen ez volt az első Duna-híd, ahol hegesztett kapcsolatokat alkalmaztak. A rendelkezésre álló csőszelvények sem tették lehetővé, hogy az igénybevételeknek megfelelő szelvényből alakítsák ki a rudakat, így nyomott rudaknál csak szárnylemezek (hosszbordák) felhegesztésével lehetett a csőszelvény megfelelő inerciáját biztosítani.

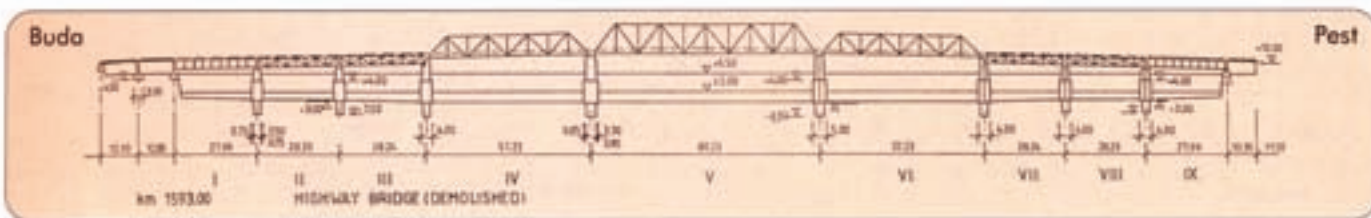
A keresztartókhöz hídroncsokból visszanyert szegecselt szelvényeket kellett felhasználni, így ezek a csomópontok hegesztett és szegecselt, egyes kapcsolatok voltak (2. ábra). A hosszartókhöz a lerombolt házakból kinyert, földemben használt hengerelt vasgerendákat használták fel. A vaszerkezetű nyílásokban a kocspálya zórás vasra épült, a fa áthidalások és a gyalogjárdák burkolata fapallókból készült. A meder közepe felett levő három, acélsövekből készült nagyobb hídnyílás mellett mindkét oldalon két-két 27 méteres nyílás szegecselt acéltartókból készült. Ezek anyagát a felrobbantott Lánchíd merevítőtartóiból nyerték. A híd felépítését nagymértékben segítette a bevezetőben már említett és 1945. szeptember 22-én vízre bocsátott József Attila úszóda. A szélső nyílást mindkét parton

szegecselt fatartókkal hidalták át. Ezek támaszköze 27.99 m volt. A hídfőkhöz csatlakozó két-két nyílás 10–13 m támaszközökkel vasbetonból épült. Az építkezéshez biztosítható anyag, a rendelkezésre álló szakmunkáscsapat, és a helyszíni adottságok tették szükségessé egy hídon belül acélsövekből kialakított hegesztett és szegecselt kötéssel rácsos tartók, szegecselt acéltartók, szegecselt fatartók és vasbeton áthidalások alkalmazását (3. ábra). A híd méretezésénél 15 tonnás gépkocsiterhet és 300 kg/m<sup>2</sup> megoszló terhet vettek figyelembe.

Külön meg kell említeni a mederpillérek alapozását. A Duna medrében nyolc pillért kellett rendkívül rövid idő alatt megépíteni. A folyami hidak mederpilléreit korábban pneumatikus eljárással építették, biztosítva ezzel a támaszok megfelelő teherbírású talajrétegre történő feltámaszkodását. A feladathoz szükséges méretű és mennyiségű pneumatikus berendezés nem állt rendelkezésre, és a nyolc pillér megépítése időben elnyújtotta volna a kivitelezést. Olyan megoldást kellett kitalálni, ami lehetővé tette a híd egy éven belüli megépítését. A pillérek alapozását úgy oldották meg, hogy pillérenként 14 darab 256 mm átmérőjű acélsövet vertek le a lendő pillérek alapterületén belül. A támaszok környékén mederfenék-rendezést végeztek búvárokkal, majd a beépítési hely felett állványzaton a pillér méreteinek megfelelő vasbeton köpenyt készítettek. A köpeny falvastagsága egyes források szerint 15, más forrás szerint 25 cm volt. Az előre gyártott vasbeton köpenyt csörlők segítségével a mederfenékre süllyesztették, majd víz alatti betonnal kitöltötték (4. ábra). A vízszint felett a pilléreket hagyományos zsaluzatban monolit módszerrel építették (5. ábra). Kimosás ellen kőszórással védtek a pillért. Ezzel a módszerrel öt és fél hónap alatt (1945. május 15.–1945. október) készült el a híd alapozása. Ezt a megoldást a közúti hídosztály és a Duna-hídépítő vállalat munkaközösségének mérnökei (elsősorban

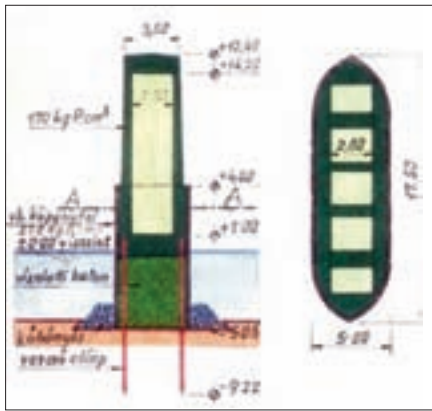


2. ábra: Vegyes kapcsolatú csomópont



3. ábra: A Kossut híd jellegrajza (forrás Gáll I.: A budapesti Duna-hidak)





4. ábra: A medrehid alapozása  
(forrás Gáll I.: A budapesti Duna-hidak)

dr. Széchy Károly, Fábíán József, Nagypál Sándor, Széchy Endre, Ócsvár Rezső) dogozták ki, és a folyami hidak építésénél ma is ezt, illetve továbbfejlesztett változatát alkalmazzák.

A megfeszített és emberfeletti munka eredményeként a hidat 1946. január 18-án reggel 8 órakor átadták a forgalom számára. Nem volt véletlen ez a nagy sietség, hiszen a pontonhidakat a jégzajlás január 11-én tönkretette. A gyalogosok a pontonhidak pusztulása miatt már január 15-én használatba vehették az egyik gyalogjárdát, így a teljesen híd nélküli időszak mindössze öt napig tartott (6. ábra).

A híd főbb adatai:  
nyílásméreték (Buda felől):  
 $12,93 + 12,85 + 3 \times 27,50 + 55 + 80 + 55 + 3 \times 27,50 + 10,35 + 1150$   
híd hossz: 402,63 m  
hídszélesség: 15,8 m  
kocsipálya-szélesség: 7,0 m  
gyalogjárda-szélesség:  $2 \times 3,3$  m

A Kossuth híd tervezését végző csoport munkáját Hilvert Elek és Mistéth Endre mérnökök irányították. A kivitelezést végző vállalatok között Zsigmondy Béla, Erdélyi és Vajda, Fábíán, Somogyi és György cégeit találjuk.

A hidat tizenegy éves üzemelés után, 1957-ben a forgalom elől lezárták. A forgalom lezárását elsősorban a nagy téli hidegben készült varratok megbízhatatlansága indokolta, de az időközben forgalomba helyezett, újjáépült állandó hidak ezt lehetővé is tették. A híd bontását 1960. március 17-én kezdték meg.

„Hídjaink embertelen elpusztítása egyrészt mérhetetlen elkeseredést váltott ki, másrészt azonban valóságos alkotási lázat ébresztett az emberekben” – emlékszik vissza Mihailich



5. ábra: Pillérépítés, 1945. december

Győző. – Mérnökök, technikusok és munkások dacos akarattal a lehetetlennek látszó feladatokat is megoldották. És mindez a küzdelem a haladás zászlaja alatt zajlott, hiszen sok olyan megoldást szült a kényszer, amit továbbfejlesztve ma is alkalmaznak.

#### Irodalom:

Dr. Gáll Imre: Budapesti Duna-hidak 2005.  
Dr. Mihailich Győző: Magyar Hídépítés 1960.  
Dr. Iványi Miklós: Hídépítéstan – acélszerkezetek 1998.  
Dr. Tóth Ernő: Pest megyei és budapesti hidak 1997.  
Dr. Medved Gábor: Hídépítő Vállalat 1949–1974. Jubileumi kiadvány



6. ábra: Fénykép korabeli napilapból



RUTIN RÁCSOS  
RUTIN EURO  
RUTIN RÁCSOS  
RUTIN METAL  
RUTIN RÁCSOS  
RUTIN EGYEDI  
RUTIN EURO  
RUTIN METAL

# Rutin



7200 Dombóvár, Bajcsy-Zsilinszky u. 45.  
Telefon: 74/566-200 • Fax: 566-210  
E-mail: info@rutin.hu

[www.rutin.hu](http://www.rutin.hu)

# SZÉLERŐMŰ TARTÓSZERKEZETÉNEK TERVEZÉSE

## DESIGNING THE STRUCTURAL FRAME OF A WIND POWER PLANT

*Diplomamunkámat 2007 tavaszi félévében a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén írtam. Témája szél-erőmű tartószerkezetének tervezése volt. Ezzel első ízben készítettem szél-erőmű témájú diplomatervet a BME-n.*

*A diplomamunka 3 fő részből áll: Az első rész egy tanulmány, amelyben a szél-erőművek történetét és tervezésük lépéseit mutatom be. A második rész egy összehasonlító számítás, ahol két különböző anyagú toronytörzset vetek össze. Az összehasonlítás eredményeképpen általános esetben az acélszerkezetű változat bizonyult előnyösebbnek. A harmadik rész az acélszerkezetű változat részletes számítása véges-elemes héjmodell segítségével.*

*My diploma work was written in the spring semester in 2007 in the Department of Structural Engineering of the BUTE. Its topic was designing the structure of a wind power plant. This was the first time a diploma plan on the BUTE was made about wind power plants.*

*The diploma work consists of 3 main parts: the first part is a study about history and design of wind power plants. The second part is a comparative calculation of two versions of the plant made of different materials. As a result of the comparison in a general case, the steel structure proved to be the better one. The third part is a detailed calculation of the steel version carried out with finite element method using a shell modell.*

A feladatkiírás különös figyelmet szentelt különböző anyagú szerkezeti variánsok vizsgálatára. Kimondottan cél volt, hogy a két fő szerkezeti anyag, az acél és a vasbeton versenytében véleményt mondjon. Melyik anyaggal oldható meg jobban, olcsóbban és célszerűbben ez a probléma? Milyen tényezők döntőek? Ezekre a kérdésekre keresve a választ született meg ez a diplomaterv.

### A SZÉLERŐ HASZNOSÍTÁSÁRÓL

Magyarországon a szél-erő hasznosítása kevésbé közismert, azonban ne feledkezzünk meg arról a tényről, hogy 1900-ban Magyarországon több mint 1000 szélmalom üzemelt, tehát a szél-erő igenis rendelkezésre áll hazánkban is!

A szél-erőt, mint iparilag hasznosítható villamosenergia-hordozót néhány évtizeddel ezelőtt még nem vették komoly számításba. Csupán néhány futurisztikus elképzelésen, tengerparti vidékeken említették a könyvek. Ez az elképzelés rohamosan megváltozott az elmúlt években, köszönhetően a technológia rohamos fejlődésének. Az alternatív energiák iránti igény egyre

nő, és a szél-erő gazdaságos felhasználási övezete kiterjedt egészen a Kárpát-medencére is. Napjaink szélenergia-átalakítói az elméleti maximális hatásfok 90%-át elérik, teljesítményük erőművi méreteket ölt, szerkezeteik összmérete lapátokkal együtt közelíti akár a 200 méteres magasságot. Magyarország első kísérleti tornya 2001-ben épült Inotán, és a további fejlődés elkerülhetetlen.

Történetileg elég régóta ismert a szél-erő: már az ókori vitorlás hajók is egyfajta szél-erőgépek. Az emberiség tehát elég korán kezdte hasznosítani a szél erejét. Malmokat, víz húzó gépeket hajtottak vele. A kezdeti gépek még egészen más, sokkal puritánabb elrendezéssel dolgoztak. Később kialakultak a ma is ismert, vízszintes tengelyű szélmalomok (1. és 2. ábra).

A vízszintes tengelyű gépeknek már rendelkeznie kellett egy iránykövető berendezéssel, hiszen mindig a szél irányába kell fordulniuk. Az egyszerűbb, függőleges tengelyű gépek minden irányú szélre reagálnak, jóval csekélyebb hatásfokkal fizetve ezért.

Nagy lépést jelentett az első világháború időszakában, amikor a repülőgépek robbanásszerű fejlődése kapcsán az



1. ábra: Puritán szél-erőgép



2. ábra: Hagyományos szélmalom



aerodinamikai alapok rövid idő alatt tisztázódtak.

Folyamatosan történtek próbálkozások villamos áramot termelő szél-erőgépek építésére is, azonban ezek hamar csődöt mondtak. Versenyképességük jóformán nem volt, hiszen csupán néhány 100 kW teljesítményt nyújtottak.

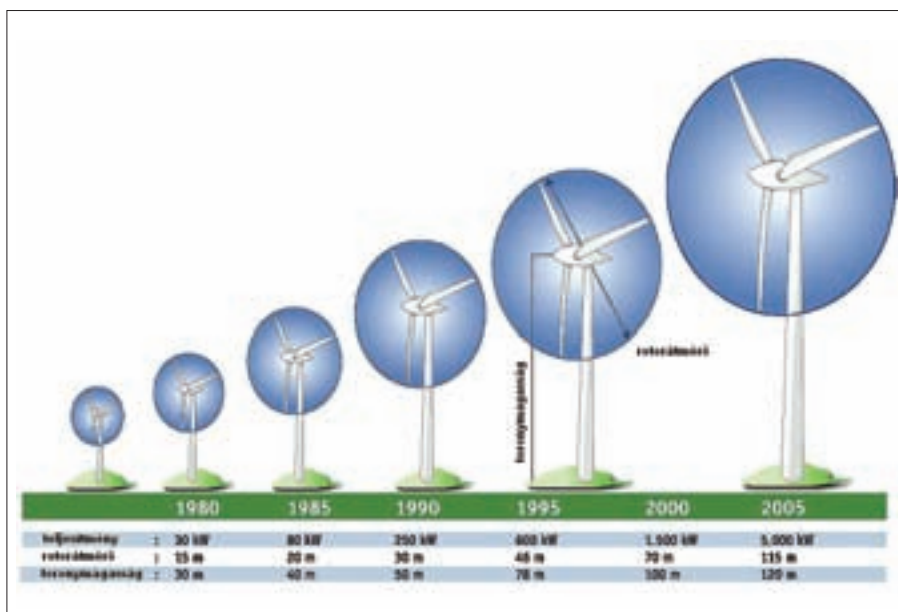
Nagy mérföldkőnek számított az 1983-ban felállított GroWiAn nevű berendezés, az északnémet Kaiser-Wilhelm-Koog település közelében. Ez volt ugyanis az első olyan berendezés, mely teljesítményét tekintve versenyképes lehetett volna. A GroWiAn főtengelymagassága 100 m volt, 2 lapátos elrendezésű rotorral rendelkezett. Névleges teljesítménye 3 MW, toronytörzse kötelekkel kifeszített acél csőtorony volt (A GroWiAn jelentése szó szerinti fordításban Nagy Szél-erőMű.) (3. ábra).

A GroWiAn azonban alig tudott üzemszerűen áramot termelni, mivel nagyon gyakran meghibásodott, lapátjai sokszor megsérültek (fáradási repedések keletkeztek rajtuk), villámcsapási gondokkal küszködtek. Csupán néhány 100 óra üzem után 1987 augusztusában lebontották. Ennek ellenére ezt az erőművet tekintik a korszerű erőművek első példányának. Rengeteg hasznos tapasztalatot, információt gyűjtöttek rövid üzem során, melyre a mai szél-erőműipar épül.

Az 1990-es évektől a szél-erőművek robbanásszerű fejlődésnek indultak. Egyre kifinomultabb technológiákkal sikerült megközelíteni a Betz-féle elméleti hatásfok-maximumot (lásd később), a korszerű erőművek eléri ennek 90%-át. Az erőművek induló szélessége csökkent, tehát



3. ábra: A GroWiAn



4. ábra: A szél-erőművek robbanásszerű fejlődése

már viszonylag kis szeleket is képesek lettek hasznosítani. Emellett a toronymagasságok is egyre nőttek, terjeszkedtek a kedvezőbb széljárású légköri rétegekbe. Elkezdődtek a szél-erőművek csoportos építései is, amikor ún. szél-erőműparkokba telepítik az erőműveket. A 4. ábra a szél-erőművek fejlődését szemlélteti.

Napjainkra a legjobb széljárású területeket (többnyire a közvetlen tengerpartokat) már beépítették szél-erőművekkel. A további terjeszkedés azonban megállíthatatlan.

3 lényeges tendencia kristályosodik ki:

- Terjeszkedés a tengerre, ún. offshore szél-erőműparkok építésével. Ezek kis mélységű tengerfenékre alapozott vagy nagyobb vízmélység esetén akár lehorgonyzott úszótestekre épített szélturbinák. Az

ilyen kezdeményezéseket kedvező tengeri szélviszonyok és a kevés embert zavaró helyszín tünteti ki. Hátrányuk a zord körülmények közti üzemeltetés és a nehezen kiépíthető villamos hálózat. Ezen kívül természetesen csak tengerrel rendelkező országok esetén jöhet szóba (5. ábra).

- Másik lehetőség, hogy a már meglévő, kedvező helyre telepített régi, rossz hatásfokú parkokat lecserélik újabb gépekre. Ez az ún. Repowering. Az északnémet Fehrmann szigeten üzemelő szél-erőműpark esetében például a régi (1987-es építésű) 120 db kisméretű turbinát lecserélték 68 nagyméretű újra. A beépített teljesítmény ezzel 45 MW-ról 160 MW-ra emelkedett.
- Harmadik irány a gyengébb széljárású területek meghódítása, azaz terjeszkedés a kontinentális övezetek felé. A régi gépek ezeken a területeken nem voltak versenyképesek, hiszen elindulási szélességük nagy volt, és magasságukkal csak alacsonyabb, kedvezőtlenebb légrétegekben üzemeltek. A korszerű turbinák már viszonylag kis sebességű szelekre elindulnak, ezen kívül ha magas toronyokra telepítik őket, akkor állandóbb és nagyobb sebességű szeleket is elérnek.



5. ábra: Terjeszkedés a tenger felé

Magyarországon a harmadik terjeszkedési lehetőség adott. Köszönhetően a technológia fejlődésének, egyre gyorsuló ütemben épülnek a szél-erőműparkok.

## ELMÉLETI ALAPOK

1951-ben Albert Betz német professzor elméleti úton levezette a maximálisan hasznosítható szélenergia mozgási energiájának együtthatóját. Ennek magyarázata egyszerűen belátható: ha egy mozgó légtömeg teljes mozgási energiáját elveszjük, az megáll, nem jöhet helyére utánpótlás. Betz a következő összefüggéshez jutott:

$$P_{\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{1}{2} \rho A v^3$$

ahol:

$\frac{1}{2} \rho A v^3$  a légtömeg mozgási energiája,

$\frac{16}{27}$  pedig a rotor ideális teljesítménytényezője (~0,60)

Ez azt jelenti, hogy bármely rotorral a szél mozgási energiájának maximum 60%-át lehet kinyerni.

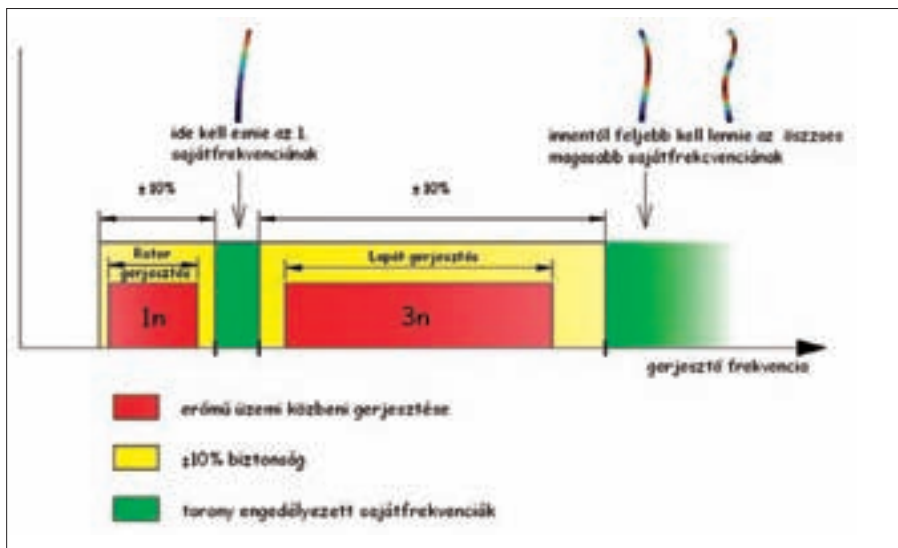
Felfedezték azt is, hogy ezt az elméleti maximumot a legjobban a 3 lapátos, vízszintes tengelyű rotorok közelítik meg. Ez a megfontolás nagyon lényeges építőmérnöki szempontból: ilyen rotor hordására alkalmas tornyot kell tervezni. Látszólag nem tűnik nehéznek a feladat. Azonban a hatásfok-maximum megközelítésének van egy további fontos velejárója: a lapátcsúcs mozgási sebessége kötött! Ez azt jelenti, hogy növekvő rotormérettel az üzem közbeni szögsebesség egyre csökken, a nagy átmérőjű rotorok lassabban forognak. Ennek következtében pedig lassabb a dinamikus gerjesztő frekvenciájuk is. A torony sajátfrekvenciája ezzel szemben növekvő toronymagassággal egyre csökken. Míg régen a kisméretű szélenergia-átvitelű szerkezetekre a szilárdsági követelmények teljesítése elégséges volt, addig manapság a dinamikus hatások jelentik a legnagyobb gondot a tervezés során. A legnagyobb kihívást a sajátfrekvenciára való hangolás jelenti.

## A MÉRETEZÉS KULCSA

Egy 3 lapátos rotornak két gerjesztőhatása van:

- egyik a rotorgerjesztés, mely a fordulatszámmal egyezik meg (1n)
- a másik pedig a lapátgerjesztés, ami a 3 lapát miatt a fordulatszám 3-sorosával egyezik meg (3n).

Az erőműnek van egy üzemi fordulatszám-intervalluma, ahol az 1n és a 3n frekvenciák ingadoznak. Ezt az intervallumot minden esetben úgy kell megállapítani a gépészeti egység fejlesztőjének, hogy maradjon egy



6. ábra: A sajátfrekvenciára való megkötések

rés, ahova a torony első sajátfrekvenciáját be lehet hangolni. Főléhangolás – főleg nagyobb magasságok esetében – nem jöhet számításba.

A frekvenciára vonatkozó megkötéseket a 6. ábra látványosan érzékelteti: A fentiek szerint egy szélenergia-átvitelű szerkezetének első sajátfrekvenciájára igen erős korlátok vannak szabva. Se nem maradhat alul, se nem lépheti túl a gépészet által adott feltételeket, amik viszont az optimális hatásfok miatt kötöttek.

## ESETTANULMÁNYOK

A két vázlatervvariáns kialakítását hosszadalmas kutatómunka előzte meg. A diplomamunka elkészítéséhez több, mint 30 korszerű szélenergia-átvitelű szerkezetét részletesen tanulmányoztam. Néhány kiemelt részlet ezek közül:

A 7. ábrán egy Enercon gyártmányú torony belseje látható. Megfigyelendők a következők:

- A hatalmas csavarkép (a csavarfejek majdnem akkorák, mint a szerelő bakancsa, és majdnem egymáshoz érnek).
- A vastag karimák.
- A karimákon kívül a héj nem me-revített.
- A filigrán létra.

Kiemelt figyelmet fordítottam a RE Power 5M típusú szélenergia-átvitelű szerkezetére. A RE Power 5M prototípusát 2004 szeptemberében a németországi Brunsbüttel város közelében, egy kísérleti telepen állították fel. Rotorátmérője 126 m, toronymagassága 120 m. Névleges teljesítménye 5 MW. Kifejezetten offshore telepítésre fejlesztették ki. Épí-

tése rámutat az óriás szélenergia-átvitelű szerkezetek építésének nehézségeire. A torony-szegmensek szállítása például már komoly gondot okoz (8. ábra). Éppen ezért amennyiben vízi úton nem megközelíthető építési helyszínt választanak, a gyártó vasbeton tornyot javasol. A kép egy toronyszekció bölcsőkocsis szállítását mutatja.



7. ábra: Egy Enercon torony belseje



8. ábra: Egy acél toronyszekció bölcsőkocsis szállítása





9. ábra: A földön összeszerelt rotor



10. ábra: A rotor emelése

A 9. ábrán a földön összeszerelt és emelésre váró rotor látható. Jól látható a helyszínelrendezés, a fő és a segéddaru. A 10. ábra a rotor emelését mutatja. Érdekeség, hogy már esti szürkület van, és emiatt a tornyon a repülésbiztosítás piros fényei be vannak kapcsolva. Minden szélérőmű építésénél komoly gond a rotor emelése, ugyanis ez a művelet igen szélérzékeny. Feltehetően épp éjszaka adódott szélcsendes pillanat. Fontos adat, hogy a RE Power 5M gépészeti fej tömege is óriási. A gépészeti fej összesen 402 tonna, amiből 117 tonna a rotor. A szerkezet építése egy LIEBHERR LG 1750-es rácsos gémmű autódaruval történik. A daru 750 tonna névleges emelő teherbírású, maximális horogmagassága 191 m.

Figyelemre méltó adat, hogy egy 80 méteres acéltornyú szélérőmű felállításához például a helyszínre kell vonulnia 33 nehéz járműszerelvénynek. 22 a daru elemeit szállítja, 11 a szélérőmű részeit (Nordex N-80 esete).

Az esettanulmányok összegzéseként elmondható, hogy:

- Az egyre növekvő méretek komoly

gondot okoznak például a szállítás terén.

- A gépészeti fej tömegével közelíti a víztornyok terhet.
- A kapcsolatok kialakítása nagyon vastag, aminek rezgéstani oka van.
- Néhány esetben helyszíni vasbeton toronnyal épülnek az erőművek.
- Az erőművek zöme acél csőtornyos áll.
- Rácsos kialakítások csak elvétve fordulnak elő.
- Előre gyártott vasbeton a nagy méretek és tömeg miatt szinte kizárt.
- Helyszíni vasbeton esetén nagy építési idő adódik, szemben a szerelt acél technológiával.

## A KÖZELÍTŐ SZÁMÍTÁS

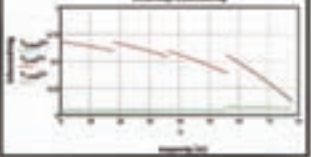
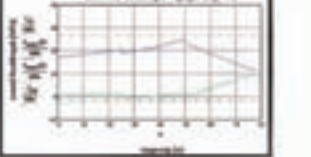
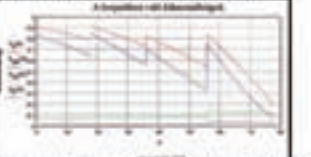


A diplomamunka második fő része egy közelítő számítás volt egy 80 m tengelymagasságú, 80 m rotorátmérőjű szélérőmű tornyára. A számítást két változatra készítettem el, egy acél csőtornyra és egy feszített vasbeton csőtornyra. A számítások EUROCODE szerint történtek.

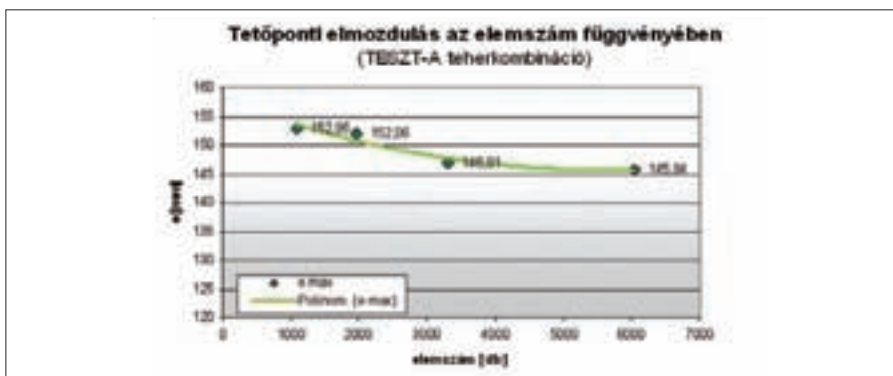
A méretfelvétel kézi iterációval történt, melynek segítségével a számítások

kat géppel végeztem el. A méretezés alapja olyan geometria kialakítása volt, mely megfelelt a sajátfrekvencia-követelménynek. Ezután következett az a lépés, hogy a geometria kisebb módosításaival a sajátfrekvencia-kritérium megtartása mellett a torony szilárdságilag is minél jobban ki legyen használva. Végül az alapozást a kialakított toronyhoz igazítottam. Korábban már bemutattam, hogy a sajátfrekvenciára igen szűk követelmények vannak szabva. Ez a közelítő számításoknál általában elfogadott 10%-os eltérést nem engedi meg. Ezért a közelítő számítás utolsó lépésében a sajátfrekvenciát a jóval nagyobb számítási igényű, ám sokkal pontosabb eredményt adó Rayleigh-hányadossal ellenőriztem. (Közeliítő számítás ellenére ez feltétlenül szükséges volt. Így derült fény sok elengedhetetlen pontosításra még a végeles elemes modell építése előtt.) A megengedett frekvencia-intervallum 0,314 Hz és 0,383 Hz között van!

A továbbiakban a számításokat, csak az eredményekre szorítkozva, az 1. táblázatban foglalom össze.

1. táblázat: A közelítő számítás eredményei

A közelítő számítás eredményeinek összefoglalása		
Szempont	Acél változat	Vasbeton változat
Anyagminőségek	Acél S235 JRG2 - nagyobb szilárdság felesleges, mivel a rugalmassági modulus nem nő a szilárdsággal.	Beton C40/50 - nagyszilárdságú beton Előnyös a nagyobb rugalmassági modulus miatt is.
Méretfelvétel	4 szekcióból álló kúpos törzs, szekciónként állandó falvastagsággal. tetőpontnál D=3,0m v=14mm talppontnál D=4,5m v=25mm	Helyszíni monolit vasbeton törzs, magasan felkutatott, enyhe kékkeléssel. tetőpontnál D=3,0m, talppontnál D=6,0m falvastagság végig v=30cm
Önsúly	~ 149 tonna ~ 1460 kN	~ 686 tonna ~ 6730 kN
Szilárdsági ellenőrzés	A kihasználtság, 1,0-hoz viszonyítva:  (pirossal az összehasonlító feszültségek)	Szélsőségi feszültségek feszítéssel:  (szaggatottal a megengedett határfeszültség)
Ellenőrzés héjhorpadásra	A kihasználtságok héjhorpadásra:  (pirossal az összehasonlító feszültségek)	-
Globális stabilitásvizsgálat	A kihajlásra való biztonság 0,148	A kihajlásra való biztonság 0,699 (ez döntően a feszítőerőnek köszönhető)
Alapozás ellenőrzése	Az alaptest alatti feszültségek eloszlása felezagnyílás előtti pillanatban: 	Az alaptest alatti feszültségek eloszlása felezagnyílás előtti pillanatban:  (a feszültségek határozottan nagyobbak)
Tetőpont elmozdulás ellenőrzése	Az üzemi körülmények közötti maximális elmozdulás: 24,59cm A megengedett maximum: 32cm	Az üzemi körülmények közötti maximális elmozdulás: 16,34cm A megengedett maximum: 32cm (a merevség nagyobb – de az önsúly is, ezért rezgéstaniilag nem lesz különbség)
Ellenőrzés sajátfrekvenciára	Az erőmű sajátfrekvenciája: 0,329Hz	Az erőmű sajátfrekvenciája: 0,347Hz



11. ábra: A konvergenciavizsgálat egyik elemzése

## A RÉSZLETES SZÁMÍTÁS

A változatok értékelése után az acél-törzs került részletes kidolgozásra, lévén, hogy a nemzetközi tapasztalat is azt mutatja, hogy az erőművek zöme ilyen törzssel készül.

A részletes számítás az AxisVM 8 típusú végeelemes programmal történt, melyet az InterCAD Kft. bocsátott rendelkezésemre.

A részletes számítás célja a teljes torony modellezése volt, a szerkezet globális viselkedésének vizsgálatára. A modell a közelítő számításban iterálással kapott végleges geometriával készült. A számításokhoz alkalmazott modellt konvergenciavizsgálat útján kaptam. Több szempontot és tesztterhet is megvizsgálva, az 5 lehetséges változat közül egy 3300 elemből álló hémmodell kellő pontosságúnak bizonyult (11. ábra).

A részletes számítás keretein belül többek között szilárdsági, fáradási, használhatósági számítások, NF csavar-kapcsolat- és varratméretezések lettek elvégezve. A vizsgálatok közül kettőt emelek ki: a horpadási valamint a rezgéstani vizsgálatot.

A héjhorpadási vizsgálat az EC3 1-6:2005 – „Strength and Stability of Shell structures” alapján történt. A vizsgálat egy ún. LBA szintű vizsgálat volt, mely egy elsőrendű stabilitásvizsgálat, tökéletes geometriával, lineáris anyagmodell figyelembevételével. A számítás lépései röviden: első lépésként az egyes szekciók tönkremeneteléhez tartozó kritikus teherszorozót határoztam meg a végeelemes modellel. Második lépésben ebből viszonyított héjkarcsúságokat számítottam, valamint horpadási csökkentő tényezőt az EC szabvány alapján. Ebből pedig már megkapható a horpadási feszültség tervezési értéke. Ezt a végeelemmel számított összehasonlító feszültségekkel vettem össze. Az alábbiakban példaképpen a második szekció számítását ismertetem:

- A maximális feszültségű pont összehasonlító feszültsége:

$$\sigma_{\sigma.Ed,max} = 12,82 \text{ kN/cm}^2,$$

a szekció horpadási tönkremeneteléhez tartozó kritikus teherszorozó:

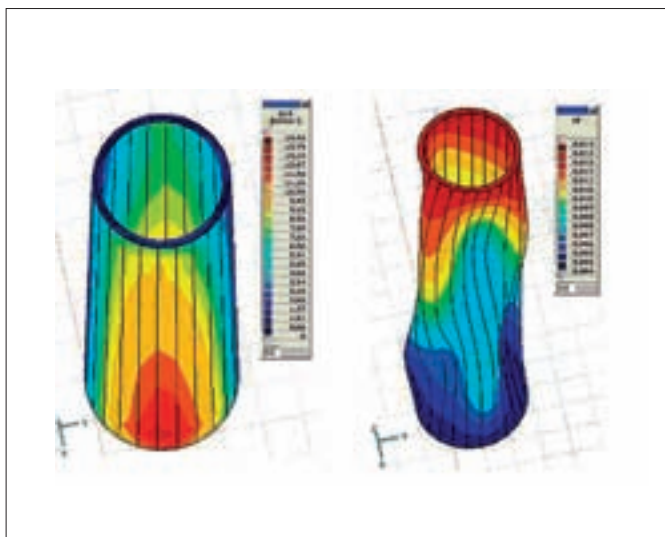
$$N_{cr} = 16,59$$

(Ezeket a végeelemes futtatásokból kaptuk, lásd a 12. ábrát).

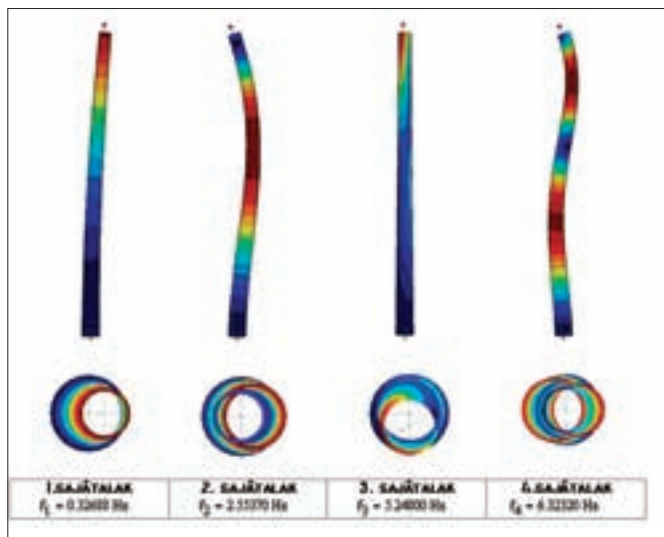
- A viszonyított héjkarcsúsági tényező:

$$\lambda_{ov} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{\sigma.Ed,max} \cdot N_{cr}}} = 0,332$$





12. ábra: Az egyik szekció összehasonlító feszültségei és horpadási sajátalakja



13. ábra: A szerkezet első négy sajátrezgésalakja

- A horpadási csökkentő tényező az EC alapján (a számítás mellőzésével):  
 $\chi_{ov} = 0,903$

- A karakterisztikus horpadási feszültség:  $\sigma_{ov,Rk} = \chi_{ov} \cdot f_y = 21,23 \text{ kN/cm}^2$

- A horpadási feszültség tervezési értéke:

$$\sigma_{ov,Rd} = \frac{\sigma_{ov,Rk}}{\gamma_{M1}} = 19,30 \text{ kN/cm}^2$$

- A horpadásra való kihasználtság:

$$b_{ov} = \frac{\sigma_{\acute{o},Ed,max}}{\sigma_{ov,Rd}} = 0,66$$

Az AxisVM8 közvetlenül képes a szerkezet sajátfrekvenciájának és rezgési sajátalakjának meghatározására. Az első 4 sajátalak és sajátfrekvencia az 13. ábrán látható.

Az első sajátfrekvencia a megadott „résbe” belesik:

$$f_{min} = 0,314 \text{ Hz} < f_1 = 0,327 \text{ Hz} < f_{max} = 0,383 \text{ Hz}$$

A második sajátfrekvencia felülmúlja a felső küszöbértéket:

$$f_{min,felső} = 0,941 \text{ Hz} < f_2 = 2,554 \text{ Hz}$$

A részletes vizsgálatból kiderül az is, hogy a második sajátfrekvenciát közelítő számításoknál nem szükséges ellenőrizni, ugyanis többszörösen felülmúlja a felső korlátot (lásd a korábbi 6. ábrát).

Mind a horpadási, mind a dinamikai vizsgálatok nagyon jó összhangot mutattak a közelítő számítással. Az első sajátfrekvencia eltérése mindössze 0,6% volt, ami igazolta a Rayleigh-hányados igen nagy pontosságát!

## ÖSSZEGZÉS

A ritka és újszerű témaválasztás a diplomamunkámban sok nehézséggel járt, de bízom benne, hogy sok hasznos információt sikerült összegyűjteni és bemutatni általa.

A kutatómunka és az elvégzett vizsgálatok során kiderült, hogy nagy magasságú szélérőmű építésénél a rendkívüli terhek mellett a gépészet dinamikus gerjesztésével járó sajátfrekvencia-hangolás okozza a legnagyobb gondot. Bemutattam, hogy a tervezési probléma mind acél-, mind pedig vasbeton (feszített vasbeton) törzssel megoldható. Vasbeton törzs esetében a nagy önsúly alkalmasan kiékelt geometriával és nagyobb szilárdságú beton választásával ellensúlyozható. Bizonyos esetben (elsősorban rossz szállítási körülményeknél) a helyszíni vasbeton torony az egyetlen lehetséges megoldás. A legtöbb esetben mégis az acéltörzs bizonyul előnyösebbnek, kisebb önsúlya, de nem utolsósorban kedvező építési és újrafelhasználhatósági tulajdonságai miatt.

## Felhasznált források

- [1] Dr. Tóth Gábor, Dr. Horváth Gábor (szerk): Alternatív energia Szélmotorok, szélgenerátorok Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2003.
- [2] Windblatt – ENERCON Magazin für Windenergie 2007/1 Enercon GmbH, Aurich 2007
- [3] RE Power 5M Datenblatt RE Power Systems AG, Hamburg, 2004
- [4] Martin J. Pasqualetti, Paul Gipe, Robert W. Righter Wind Power in View Academic press, New York, 2001
- [5] Jörg Maurer VDI Fortschrittberichte: Windturbinen mit Schlaggelenkrotoren VDI Verlag, Düsseldorf, 1992

*Ezúton szeretném megköszönni mindazoknak a segítségét, akik nélkül e diplomaterv nem készülhetett volna el, mindenekelőtt konzulenseimét, dr. Hegedűs Istvánét, dr. Vigh László Gergelyét és Markó Péterét, akik rengeteg időt és energiát fordítottak rám és munkámra.*

**Európa-szerte, így hazánkban is vita folyik a szakemberek között arról, hogy milyen anyagból épüljenek a hidak. Folyik a vita arról, hogy melyik a jobb, az acélszerkezetű vagy a vasbeton híd. A megoldás talán a kettő ötvözete.**

A hídepítés nagy acélfelhasználó lehetne, bár általában több tényezőtől függ, hogy egy-egy adott műtárgy végül miből épül meg. *Markó Péter*, a Magyar Acélszerkezeti Szövetség elnöke szerint a hazai hídepítések során többször felmerül az acélszerkezet alkalmazása, mivel az gyorsan és egyszerűen készül, ráadásul a munka helyszínére már összerakott szerkezeteket tudnak a gyártók szállítani. Jelenleg azonban a legtöbb autópályához kapcsolódó híd megépült, bár néhány régi rekonstrukciója folyik. A most tervezés alatt álló, M6-os autópályahidak esetében még nem dönt el, hogy miből épülnek meg, hiszen azok PPP projektben, vagyis magánberuházásban készülnek, így ott a beruházók döntenek el, hogy acél vagy vasbeton legyen-e.

## ACÉL VAGY BETON?

*Szilvási András*, a Magyar Betonszövetség ügyvezetője szerint nagyon nehéz megmondani, hogy mi dönti el azt, milyen anyagból épüljön meg egy híd. A szakember véleménye szerint több szempontot is figyelembe kell venni, ezek közül néhány fontos elem, hogy mekkora lesz az

áthidalandó távolság, milyenek az alapozási viszonyok, mekkora legyen a hidak teherbírása, mekkora forgalom várható rajtuk. A költségek mellett még a karbantartás és a kivitelezési idő is fontos szempont lehet a döntés során. Mind *Markó Péter*, mind *Szilvási András* a lobbizást, mint befolyásoló tényezőt fontosnak tartotta.

## KÜLÖNBSÉGEK

*Szilvási* szerint egyszerű esetekben, a kis fesztávú hidak építéséhez általában a beton kerül előtérbe, mint építőanyag, a nagyobbak esetében ez már nem ilyen egyértelmű. A tervezőasztalon hamar eldől, hogy mekkora lehet az a fesztáv, amely építése során a beton, a feszített beton szerkezetű áthidaló a jó műszaki megoldás, és hol van az a határ, ahol már csak acélszerkezettel építhető fel gazdaságosan a híd. Általánosságban elmondható, hogy nem szokványos, extrém fesztávolságok esetén inkább az acél felel meg a kihívásoknak. A köztes fesztávtartományokban jó megoldásnak kínálkozhat az úgynevezett öszvérszerkezet, amelyben az acél magas húzószilárdsági határát és a beton nagyon jó nyomásállóságát ötvözik. Ez a szerkezet típus még egy jó tulajdonsággal bír: van olyan merevsége, tömege, amely a kihajlások, rezgőmozgások ellen ad valamilyen tartalékot. Ezt persze könnyű így leírni, de csak nagyon pontos számításokkal és modellezéssel tervezhetők. *Markó Péter* szerint az acél előnye a gyors építési mód, hiszen az



1. ábra: A Lánchíd. Sajátos nézetek





2. ábra: Épül a Kőröshegyi völgyhíd. Olcsó munkaerő, olcsó kavics?



4. ábra: Acélszerkezet. Előre lehet dolgozni



3. ábra: Erzsébet híd. Ahogy kevesen látják

előre legyártott szerkezeteket a helyszínen már csak össze kell szerelni. Ez mindenképpen csökkenti a kivitelezési időt, és Nyugat-Európában azért használják, mert rengeteg bérköltség takarítható meg általa. Sőt, ott elég magas a beton ára, míg nálunk ezek nem jellemzők, hiszen mind a bérköltség, mind a beton alapanyagaként számon tartott kavics annyira olcsó, hogy sokszor nem éri meg az acélt választani. Szilvási elmondta, hogy a betonból, illetve főleg betonból megépült autópálya-áthidalók és felüljárók esetében Magyarországon a hídszerkezetek az alábbi megoszlással jellemezhetők: 70 százalék előre gyártott feszített vasbeton gerendás, 15 százalék monolit vasbeton és 15 százalék öszvérszerkezet. Németországban ez az arány: 50 százalék öszvérszerkezet, 30 százalék monolit vasbeton szerkezet és 20 százalék előre gyártott feszített vasbeton szerkezet.

## SZEMPONTOK

Szilvási András szerint a gondosan megtervezett és legyártott, majd a helyszínen, vagy előregyártásban ellenőrzés mellett, jól elkészített betonszerkezet a számára előírt élettartam alatt nem szorul utólagos kezelésre, tehát többlet befektetést – karbantartást, javítást – nem igényel. Nem korrodálódik, jól bírja a váltakozó hőmérsékleti viszonyokat, az úttakarítást, a sószórást és egyéb más környezeti hatá-

sokat. Az acélszerkezetek vonatkozásában ez nem minden esetben van így, gondoljunk csak a meghatározott időnként szükségessé váló korrózió elleni védelem költségeire.

## A JÖVŐ HÍDJAI

Markó Péter szerint a beton és az acél üzletágnak nem rivalizálni, hanem együttműködni kellene hazánkban is. Példaként hozta fel Ausztriát, ahol gyakran használják az úgynevezett öszvér konstrukciókat, abban a pálya vasbeton, a főtartó pedig acél, mert így a leggazdaságosabb. Ez nálunk valamilyen okból nem túl kedvelt, bár épültek ilyen hidak hazánkban is. Markó hangsúlyozta, hogy éppen ezért a csak híddal foglalkozó acélszerkezet-gyártók számára nehezen átvészeltető időszak lesz a következő, hiszen nem várható újabb nagy építkezés vagy felújítás. Szilvási a fent említett adatok alapján reálisnak tartja, hogy nálunk is emelkedni fog az öszvér szerkezetek elterjedése a közeljövőben.

O. B.

\* A cikket a „bautrend” című folyóirat 2008. márciusi számából vettük át a kiadó engedélyével.

# ÉPÜL AZ M0 KÖRGYŰRŰ ÉSZAKI DUNA-HÍDJA

## Fényképes beszámoló a MAGÉSZ szakmai napjáról



A híd három szakasza (szigeti ártéri híd, Duna-főági híd és bal parti ártéri híd)

2008. április 22-én a MAGÉSZ szakmai napot rendezett az M0 körgyűrű épülő Északi Duna-hídjánál.

A szakmai bemutatót Hunyadi Mátyás, a híd főtervezője tartotta.

Ismertette a tervezés történetét, amely 1991-ben kezdődött, továbbá naprakész áttekintést nyújtott a tervezési és kivitelezési munkák folyamatáról.

Már többször tudósítottunk róla, de az átkelő méreteinek felidézése – úgy gondoljuk – nem fölösleges. Az M0 körgyűrű Északi Duna-hídja öt szerkezeti részből áll.

Ezek:

- Bal parti ártéri vasbeton híd, hossza: 149,55 m
- Duna-főági acél felszerkezetű ferdekábeles híd, hossza: 591,00 m
- Szentendrei-szigeti ártéri vasbeton híd, hossza: 560,25 m
- Szentendrei-Duna-ág acél felszerkezetű hídja, hossza: 331,20 m
- Jobb parti ártéri vasbeton híd, hossza: 219,10 m

Mellékelt képeinkkel az utókor számára kívánjuk megörökíteni a híd építésének aktuális állapotát.



A ferdekábeles híd a Szentendrei-sziget felől szemlélve





Fotó: Domanovszky

A híd látképe Buda felől (jobb parti ártéri híd, Szentendrei-Duna-ág hídja és a szigeti híd egy szakasza)



Fotó: Domanovszky

Szentendrei-Duna-ág hídja



Fotó: Dománovszky

A szigeti híd és a Duna-főági híd részletei



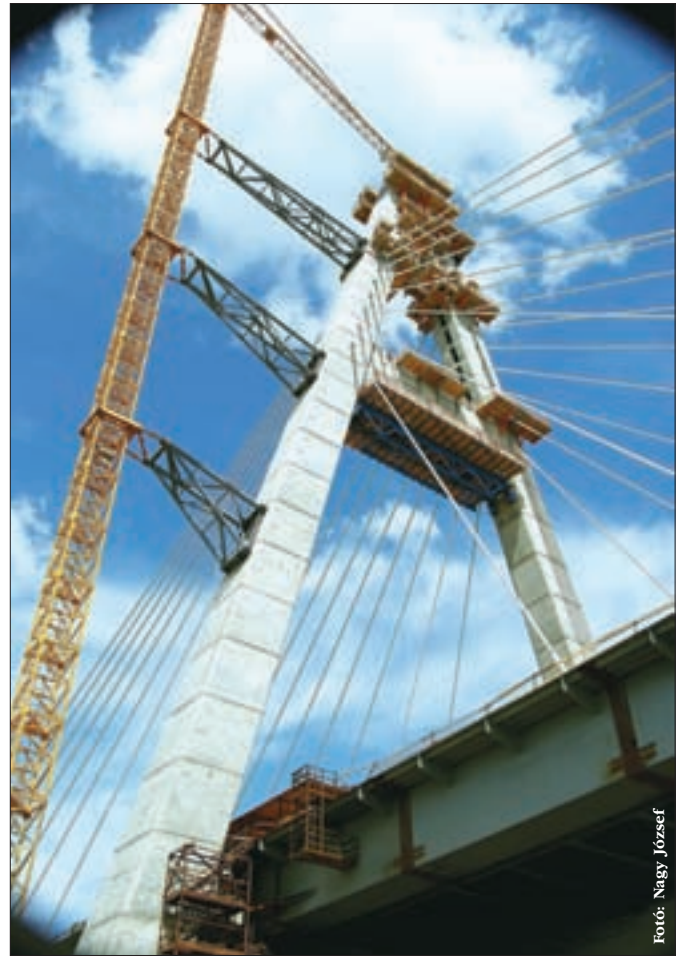
Az épülő ferdekábeles híd a kifolyási oldal felől szemlélve (2008.05.23.)





Fotó: Domanovszky

Az épülő ferdekábeles híd a sziget felől szemlélve



Fotó: Nagy József

A vasbeton pilon a ráfüggesztett acél merevítőtartó részletével



Fotó: Domanovszky



Fotó: Nagy József

Fotó: Nagy József

A ferdekábeles híd a sziget felől szemlélve

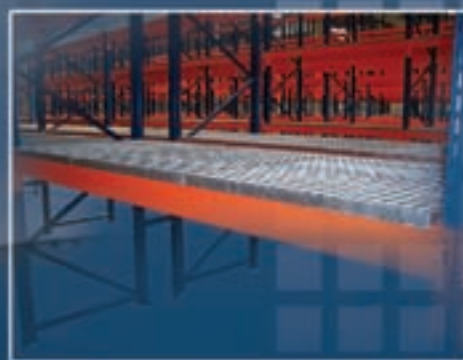


Fotó: Nagy József

A szigeti oldali pilon és a merevítőtartó részlete a kábelbekötésekkel



A járőrácok alkalmazásának  
lehetséges módzatai az  
épített környezet számos területén



**MEISER** Ferroste



**MEISER Ferroste**  
**Ipari és Kereskedelmi Kft.**

2400 Dunaújváros, Papírgyári út 13.

Tel.: 06-25/283-111, Fax: 06-25/501-870

E-mail: [ferroste@ferroste.hu](mailto:ferroste@ferroste.hu), Honlap: [www.ferroste.hu](http://www.ferroste.hu)



# HALÁSZ OTTÓ EMLÉKÜLÉS



Dr. Halász Ottó

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kara és a Hidak és Szerkezetek Tanszéke 2007. december 12-én – születésének 80. évfordulójára rendezett ünnepségen – emlékezett meg nagy tekintélyű, egykori tudós professzoráról, **dr. Halász Ottó** akadémikusról, a kar volt tanszékvezetőjéről és dékánjáról.

Az emlékülésen életpályáját és munkásságát mutatták be előadásukban:

Dr. Lovas Antal egyetemi docens, az Építőmérnöki Kar dékánja

Dr. Gáspár Zsolt akadémikus, egyetemi tanár

Dr. Dunai László, egyetemi tanár

Dr. Iványi Miklós, egyetemi tanár

Dr. Szatmári István, egyetemi magántanár

Dr. Farkas György, egyetemi tanár, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke tanszékvezetője.



Dr. Dunai László egyetemi tanár, megemlékezését tartja egykori tanszékvezetőjéről

Emlékeztetőül álljon itt egy korábbi megemlékezés Dr. Farkas György egyetemi tanártól, aki ma a Hidak és Szerkezetek tanszékvezetője:

*Előszó a Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei 2002/I. kötetéhez (Halász Ottó emlékkötet)*

*Számtalan gondolatot ébreszt az előszó írójában, hogy e kötetet Halász Ottó emlékének szenteljük.*

*Amikor az ember diák vagy kezdő oktató, természetesnek tartja a körülötte zajló egyetemi élet adottságait. Számomra kézenfekvő volt, hogy van tanterv és oktatási reform, épül az új laboratórium, az egyetem tanszékeinek intenzív közreműködésével születnek új tervezési szabványok, vannak jegyzetek és tankönyvek, s megjelennek újak, teljesül az oktató, kutató, ipari munkát segítő sok feltétel. Arra annak idején alig gondoltam, hogy a költségvetési juttatásokat be kell osztani, gondoskodni kell a hiányok pótlásáról, a mindenkor vezető szívéen kell, hogy viselje a reá bízott tanszék, kar dolgozóinak sorsát, előmenetelét, gondoskodnia kell az utánpótlásról, a külső és nemzetközi kapcsolatok ápolásáról, pályázatokkal kell bombázni különféle szervezeteket, jutalmat kell osztani, s szükség esetén fegyelmi eljárást indítani, még hosszasan sorolhatnám a vezetői feladatokat. Az elsőrendű teendőkről még nem is szóltam, közvetlenül részt kell venni az oktató és tudományos kutatómunkában, e tevékenységet a szervezeti egységben irányítani, koordinálni, fejleszteni kell. Készen kell állni igényes ipari feladatok megoldására, s ebben irányítani kell a munkatársakat. Hadd ne soroljam tovább.*



A megnyitót dr. Lovas Antal egyetemi docens, a BME Építőmérnöki Kar dékánja tartotta





Amióta az a páratlan megtiszteltetés ért, hogy tanszékvezetőként és dékánként is Halász Ottó professzor nyomdokaiba léphettem, nagyon sokat gondolok az ő tevékenységére. Ha a tanszék, ill. a kar vezetésének mindennapos problémáival találkozom, felmerül bennem, hogy Halász Ottó mennyivel nehezebb körülmények között nézett szembe e feladatokkal. Ahogy én ma látom, ő egyedülálló érzékkel, tudással, akaraterővel, munkabírással, ugyanakkor szerényen, az ügy iránti alázattal, az emberek iránti szeretettel tett eleget megfizatásaival járó kötelességeinek.

Amint Halász Ottó egyetemi vezetőként tett, önmagában is elegendő lenne ahhoz, hogy neve maradandó legyen az Alma Mater történetében. Tisztségeiből adódó feladatainak magas színvonalú megoldása azonban csak részét képezik érdemeinek.

Azt már hallgatóként megtudhattam, hogy Halász professzor milyen átütő erejű oktató. Később volt alkalmam meggyőződni arról, hogy milyen kiváló, sokoldalú tudós. Sokan mondták, amit én is éreztem, hogy nem volt olyan kérdés, amellyel nem lehetett volna hozzá fordulni, s amelyben ne nyújtott volna készséges segítséget. Némileg jelképes interdiszciplináris tudásának szemléltetésére, hogy diplomamunkaként vasbeton szerkezetet tervezett, kandidátusi értekezésének motívumai a vasbetonelmélet tárgyköréhez kapcsolódtak, magas színvonalú ismerője és fejlesztője volt a tartók elméletének, világszerte elismert művelője és fejlesztője az acélszerkezetek tudományának és a méretezéselméletnek. Mindez doktori értekezéséből és akadémiai székefoglalójából is kitűnt. Sikereit nem utolsósorban

szilárdan megalapozott, nagy matematikai ismereteinek, az anyagtudományban és a mechanika sok ágában való nagy jártasságának köszönhető.

Halász professzor sok eredményt ért el mérnöki tehetőségével, tudásával, vezetői erényeivel. Ennek során megőrizte szerénységét, közvetlen, barátságos modorát, megérintő emberségét, bölcs humorát. A vezetői határozottságot egyesítette a pályatársak, beosztottak iránti jóindulattal.

Az acélszerkezetek, az általános stabilitáselmélet szakemberei világszerte megismerték Halász Ottó nevét, s ő mindig, mindenütt jó hírét keltette a magyar műszaki tudománynak.

Halász Ottó professzor számos folyóirat, kiadvány szerkesztőjeként, szerkesztőbizottsági tagjaként hangsúlyozta, milyen fontos, hogy oktatóink, kutatóink, gyakorló mérnökeink publikációs lehetőséghez jussanak, fontosnak tartotta, hogy a műszaki tudományos eredmények napvilágot lássanak. Így elmondhatjuk, hogy ennek a kiadványnak a létrehozásával is az ő szellemében járunk el. Tartozunk emlékének azzal, hogy megmutassuk, tanítása követőkre talált. Volt munkatársai, tanítványai, s azok a fiatalok is, akik sajnos már nem ismerhették, az e kötetben közzétett – főként az acélszerkezetek témaköréhez kapcsolódó – munkáikkal tisztelgnek Halász Ottó emléke előtt születésének 75. évfordulója alkalmából.

Dr. Farkas György  
egyetemi tanár  
tanszékvezető, dékán

Szakértő  
konzultációk  
hegesztőanyagok

Corweld Plus Kft.  
1119 Budapest, Andor u. 80.  
telefon +36 1 208 4641  
fax +36 1 208 1858  
e-mail office@corweld.hu  
website www.corweld.hu

# 3M™ Speedglas™ 9100 hegesztőpajzs

## Speedglas™

1981-ben, az első automata sötétedésű hegesztőkazetta kereskedelmi bevezetésével, feje tetejére állítottuk a hegesztés világát.

Folyamatos inspiráció a hegesztőktől.

Majdnem három évtizede annak, hogy együttműködünk hegesztőkkel, munkavédelmi és ergonomiai szakértőkkel, hogy minél jobban javítsuk termékeink teljesítményét és növeljük a viselési kényelmet.

Világszerte kutatást végeztünk és összegyűjtöttük a hegesztők véleményét és javaslatait.

Ezek felhasználásával fejlesztettük ki a hegesztők védelmét szolgáló eszközök új generációját.

Azóta a Speedglas™ márkanév és a mögötte rejlő technológia kiemelkedő színvonalat képvisel világszerte.

optimális kényelem, megbízható védelem

www.corweld.hu



## KOPÁSÁLLÓ LEMEZEK ÉS ANYAGOK FELHASZNÁLÁSA A CASTOLIN-CROMATIK ACÉLSZERKEZETI GYÁRTMÁNYOKNÁL

Az „Acélszerkezetek” című folyóirat néhány számában már bemutatott a Castolin cég által gyártott kopásálló lemezeket és csöveket, néhány jellegzetes alkalmazási lehetőséget is megemlítve. Tekintettel arra, hogy nincs minden vállalkozásnak lehetősége, hogy saját maga tervezze és gyártsa le a termeléséhez szükséges, korszerű kopásvédelemmel ellátott berendezéseket, a Castolin konszern létrehozott Magyarországon egy gyártó bázist. Ez a Castolin-Cromatik Zrt., amely részben hozott dokumentációk, részben saját tervek alapján képes a legkülönbözőbb igényeket kielégítő, korszerű berendezéseket legyártani, amelyek élenjáró kopásvédelmi technológiákat használnak fel. A következőkben ízelítőül bemutatunk néhány terméket, amelyek már a gyakorlatban bebizonyították, hogy a célszerűen megválasztott kopásvédelmi technológiák, illetve anyagok felhasználásával nagymértékű élettartam-növekedés érhető el.

Cégünk egyik fontos terméke a komplett szekrényes adagoló gépcsalád, gumihevederes szállítószalaggal. A berendezések tárolókapacitása 5 és 20 m<sup>3</sup> között van. Egyenletes anyagadagolás jellemzi, mennyiségi szabályozással. Az adagoló oldalfalai, adagolónyílásai, valamint a szabályozást végző elemek az abrazív kopásnak, illetve ütészertű

igénybevételnek megfelelő kopásálló lemezekből és ezekhez használható kopásálló hegesztőanyagból készülnek (1. ábra). Ez a berendezéstípus elsősorban a téglá- és cserépipar részére készült, de igen előnyösen használható az építőanyag-, a fa-, és élelmiszeriparban. A megfelelő kopásvédelem révén jelentős, 4–6-szoros élettartam-növekedést lehet elérni.

Különböző méretekben és teljesítménnyel gyártunk csomagolósorokhoz láncos szállítópályákat (2. ábra). Ezeknél a lánckerekek kopása jelenti a legfőbb hibaforrást, de megfelelő fémszórási technológiákkal az élettartamuk jelentősen növelhető. A berendezéseknél a terhelés mértékétől függően kopásálló csúszkák is beépíthetők.

Bizonyos értelemben ehhez a termékcsaládhoz sorolhatók a billenő anyagtárolók is (3. ábra). Ezek fedett vagy nyitott kivitelben állnak rendelkezésre, 0,6–2,6m<sup>3</sup> térfogattal. Anyagtárolóink a kopási igénybevételtől függően többféle kopásálló lemezből is készülhetnek.

Cégünk másik fontos terméke a légtechnikai elemek és szerelvények családja (4. ábra). Ezek a berendezések normál, illetve rozsdamentes anyagból készülhetnek, szükség szerinti mértékben kombinálva kopásálló lemezekkel.



1. ábra: Szekrényes adagoló



3. ábra: Billenő anyagtároló



2. ábra: Láncos szállítópálya



4. ábra: Légtechnikai elemek



Vevőink érdekeit maximálisan figyelembe vesszük és a berendezéseket csak azokon a helyeken látjuk el a szükséges kopásvédelemmel, ahol az az előzetes felmérések alapján valóban indokolt. Erre jó példa a különböző ciklonok gyártása, illetve javítása. Ezeknél a kopás elsősorban a bevezető cső környékén jelenik meg, és körgyűrű formában fejt ki hatását. Amennyiben nem szükséges nagyobb védelem, általában csak ezt a körgyűrűt cseréljük, jelentős költséget megtakarítva a felhasználóknak. Ugyancsak így járunk el a ciklonok leeresztő kúpos részénél is, ahol szintén a felmérés alapján döntjük el a javítás szükséges mértékét.

Gyártunk továbbá fém szállítószalagot is a szekrényes adagolókhöz, valamint lemeztagos szállítószalagot 600 mm és 1400 mm közötti szélességgel (5. ábra). A terheléstől függően az alátámasztás lehet egy- vagy kétsoros. Az igényektől függően az alátámasztó görgők is kaphatnak kopásvédelmet.

Tekintettel arra, hogy a Cromatik eredetileg a téglá- és cserépipart szolgálta ki javítási tevékenységével, az itt használatos extrudercsigák, csigaszorok jelentős gyártási volument képeznek ma is (6. ábra). Ezeket a gyártás során a legkorszerűbb anyagokkal vonjuk be a felületi kopásvédelem érdekében. A koptatásnak kitett felületre a Castolin konzern legújabb, a nanotechnológia segítségével kifejlesztett anyagait hegesztjük fel, melyek keménysége átlagosan 65–71 HRC között van. Legújabb fejlesztéseink során elértük a 73 HRC keménységet is, jelenleg ennek a továbbfejlesztésén dolgozunk. Speciális anyagaink lehetővé

teszik, hogy a felületek rövid működési időn belül, keménységüket megtartva kifényesednek, ami lehetővé teszi a minimális energiaigénnyel történő anyagszállítást.

Ezeknél a berendezéseknél igen fontos szerepet játszanak az őrlő rostélyok is (7. ábra). Ezek kialakítása kopásálló lemezből történő gyártás esetén vízugaras eljárással történik. Ez a technológia igen jó felületű és merőleges vágást eredményez, amely nagymértékben elősegíti az agyag átpréselését és a kopást is jelentősen csökkenti.

Kopásálló CDP lemezből egyre több cég gyártat ventilátorlapátokat (8. ábra). A kopás fajtájától függően több méretű kopásálló lemezből gyártható és jól használható füstgáz-, por-, fűrészporszívó ventilátoroknál, különböző iparágakban. Az eddigi tapasztalatok azt bizonyítják, hogy 4–8-szoros élettartam-növekedés is elérhető.

A Castolin-Cromatik Zrt. rendelkezik a legkorszerűbb por- és huzalszóró berendezésekkel is, ezért nagyon sok helyszíni bémunkát is végez. Jó példa az ilyen együttműködésre a Mátrai Erőmű, ahol 4 darab elszívó ventilátor álló és forgó lapátozását védtük le speciális huzalszórással.

Amint a bemutatott példák is bizonyítják, a Castolin-Cromatik Zrt. jól felkészült a kopásvédelmi feladatokra, gépparkját úgy alakította ki, hogy minden típusú kopásvédelmi feladatot meg tudjon oldani. Szakembereink révén nagyon sok helyre eljutunk, ezáltal igen nagy tapasztalatra teszünk szert. Munkatársaink feladata a vevőbarát megoldások kidolgozása és azoknak a kivitelezése. Az ISO 9001 szerint dolgozunk, ami lehetővé teszi, hogy visszatérő feladatoknál folyamatosan azonos minőséget produkáljunk.



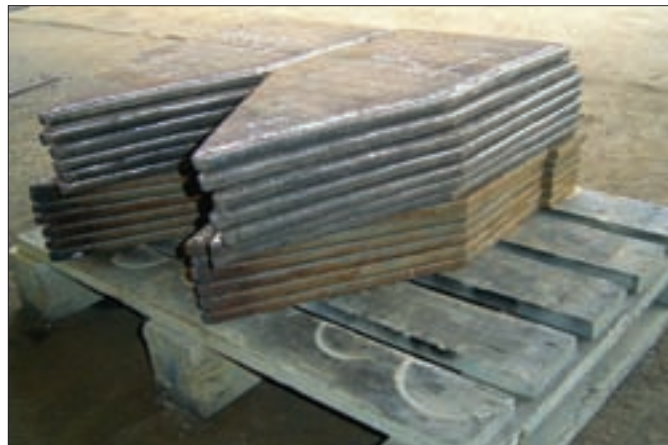
5. ábra: Lemeztagos szállítószalag-elemek



7. ábra: Őrlő rostély



6. ábra: Extrudercsigá



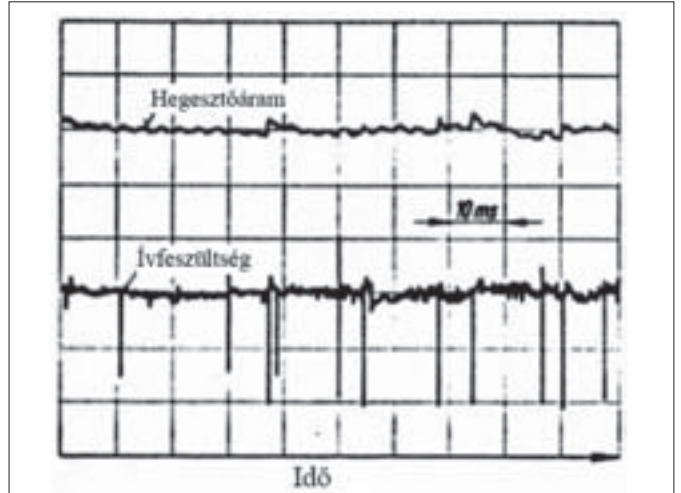
8. ábra: CDP ventilátorlapát

## EWM-forceArc®

# EGY HATÉKONY ESZKÖZ MIG-/MAG-HEGESZTÉSHEZ

A szórt ív használata a gyakorlatban széleskörűen elterjedt. Védőgázos huzalelektrodás ívhegesztésnél a nagyobb teljesítménytartományban alakul ki inert gázok vagy nagy argontartalmú gázkeverékek használata esetén. A '80-as évek végéig a DIN 1910-4 szabvány a szórt ívet az alábbiak szerint határozta meg: „Az anyagátvitel finomcseppes és rövidzárlatmentes.” Ennek megvalósításához azonban viszonylag nagy ívhosszra, tehát nagy ívfeszültségre volt szükség (1. ábra), és ez a gyakorlatban bizonyos esetekben nemkívánatos hatással járt, mivel a mágneses ívfívó hatás miatt az ív könnyen elhajlott és szegélykiolvadást vagy porozitást okozott. Ezen kívül hegesztés közben az ötvözőelemek nagyobb mértékű kiegészével is számolni kellett. Hans-Ulrich Pomaska [1], a védőgázos hegesztéstechnika egyik úttörője, ezért már kezdetekben is a „rövid, kemény szórt ív” alkalmazását támogatta. Valamivel kisebb ívfeszültséget alkalmazott, és ezért nem volt teljesen rövidzárlatmentes. A rövidzárlatok nagysága és időtartama olyan kis mértékű volt, hogy a feszültségesés ugyan létrejött, de ez csak kismértékben növelte a hegesztőáramot. Mindez nem okozott jelentősebb fröcskölést, hanem legfeljebb egy kismértékű szórás. Hegesztés közben a durva pattogó hang helyett csupán sercegés hallható. A 2. ábra mutatja az erre a folyamatra jellemző hegesztőáram és ívfeszültség változását az idő függvényében. Ennek az ívfajtának a használata rendkívül gyorsan elterjedt a gyakorlatban, ezért a fentebb idézett szabványban a szórt ív meghatározását megváltoztatták: „Az anyagátvitel finomcseppes és gyakorlatilag rövidzárlatmentes.”

Az ívhossz további rövidítése, vagyis az ívfeszültség csökkentése, amely hegesztéstechnikai okokból sok esetben kívánatos lett volna, abban az időben még nem volt lehetséges, mert az hosszabb rövidzárlatot és nagyobb mértékű fröcskölést okozott volna. Csak az invertertechnikának és egy modern digitális vezérlésnek köszönhetően vált lehetővé az, hogy nagyon rövid ívhossz és hosszú rövidzárlati fázisok mellett gyorsan reagálva beavatkozzunk a folyamatba. Újragyújtáskor a hegesztőáram nagyon gyorsan lecsökken, amíg a beprogramozott ívfeszültség „kell”-értékét elérjük. Ezáltal a rövidzárlati fázis energia-

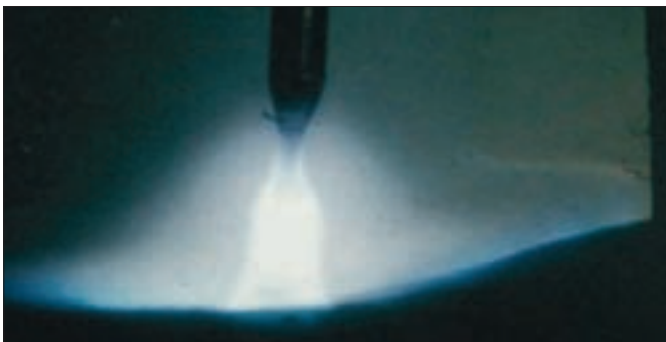


2. ábra: A hegesztőáram és az ívfeszültség változása az idő függvényében rövid szórtív esetében (sematikus).

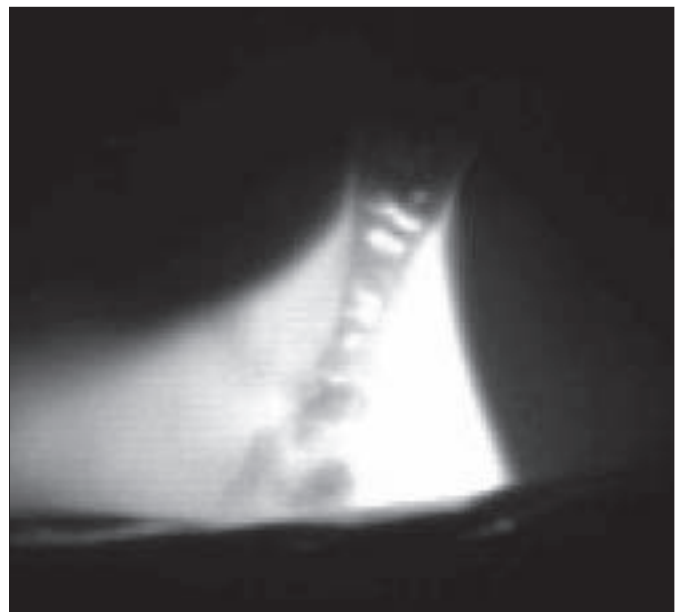
idő felülete jelentős mértékben csökken, és a fröcskölés egy elfogadható minimálisra szintre korlátozódik. Ezt az – elmélyült kutatómunka eredményeként létrejött – újfajta hegesztőívet a következőkben „EWM-forceArc®-nak nevezük, és az alábbiakban közelebbről is bemutatjuk.

## AZ „ERŐLTETETT” HEGESZTŐÍV

Az ívfeszültség további csökkentése esetén – a rövid szórt ívvel ellentétben – tovább rövidül az ívhossz. Amint azt a 3. ábrán egy nagy sebességű film pillanatfelvétele mutatja, az ív egy a plazmanyomás által létrejött ömledékvályúban



1. ábra: Szórt ív Argon-O<sub>2</sub> védőgázban

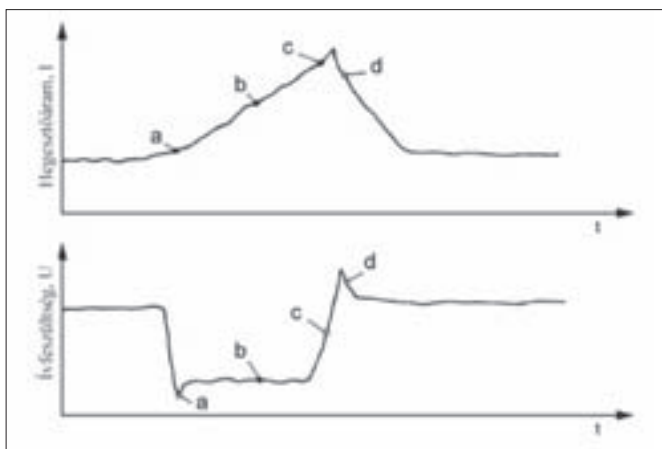


3. ábra: Pillanatkép egy nagysebességű filmből

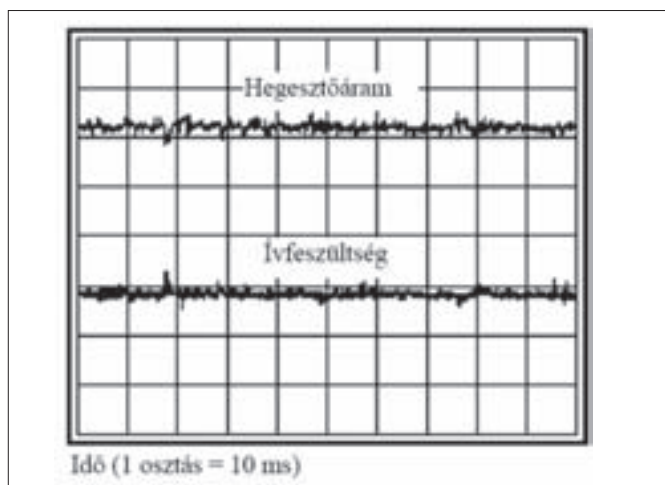


ég. Eközben az anyagátvitel finom- és közepes méretű cseppekkel megy végbe, és a cseppek nagyon sűrűn követik egymást. Egy ilyen anyagátviteli módnál természetesen nem kerülhető el az, hogy a cseppek időnként egymással és az egész „csepplánc” a hegfűdővel ne érintkezzenek. Ilyenkor egy rövidzárlati állapot következik be, ami szabályozott beavatkozás nélkül újragyújtáskor erőteljes fröcskölést okozna. A rövid ívű hegesztésnél a legjobban egy rövidzárlati ciklus bemutatásával [2] lehet elmagyarázni, hogy hogyan alakul a hegesztőáram és az ívfeszültség egy hosszabb idejű rövidzárlat alatt, mivel ez nagyon jellemző erre a folyamatra. Amikor a csepp megérinti a hegfűdőt, először az ívfeszültség esik le, mivel ilyenkor az anyagellenállás kisebb, mint korábban az ív ellenállása volt. Csak ezt követően kezd el növekedni a hegesztőáram a rövidzárlati értékig. Az erőltetett szórt ív esetében elkerüljük az energia (áramerősség x ívfeszültség x idő) káros mértékű megnövekedését, mert az ebben a teljesítménytartományban erőteljes fröcskölést okozna.

Hagyományos áramforrások esetében nincs lehetőség arra, hogy ilyen rövid idő alatt csökkentsük a hegesztőáramot, mivel a nagyméretű transzformátorok és az utánuk kapcsolt fojtótekercek induktivitása nem teszi lehetővé a hegesztőáram gyors szabályozását. Az inverteres áramforrások esetében más a helyzet, mivel ezeknél az induktivitás elektronikusan beállítható. Egy rövidzárlat esetén teljesen ki is kapcsolható, úgy, hogy a hatásos induktivitást csupán hegesztőkábelek jelentik. A rövidzárlati fázisban és újragyújtáskor a hegesztőáram fel- és lefutása ezért nagyon gyorsan szabályozható. A fröcskölés eközben csak csekély mértékű. A szabályozás bemeneti paramétereként a feszültségesés és a feszültségnövekedés használható. Ehhez azonban szükség van a feszültség folyamatos mérésére és feszültségváltozás esetén a megfelelő beavatkozásra (nagy dinamikusságú pillanatérték-szabályozás). Az 5. ábra az „EWM-forceArc®” ív példáján keresztül bemutatja, hogy még rövidzárlatos anyagátvitel esetében is hogyan változnak a hegesztőáram és az ívfeszültség értékei, anélkül, hogy mindez káros mértékű fröcskölést okozna. A folyamat gyors szabályozása lehetővé teszi még azt is, hogy nagyobb szabad húzalhosszal végezzük a hegesztést, aminek különösen olyan esetekben van pozitív hatása, amikor szűk helyeken a pisztollyal való hozzáférés erősen korlátozott. Ilyen esetekben azonban gondoskodni kell a megfelelő gázvédelemről.



4. ábra: A rövidív egyes fázisai;  
a) rövidzárlat,  
b) és c) anyagátvitel,  
d) újragyújtás



5. ábra: A hegesztőáram és az ívfeszültség változása az „EWM-forceArc®” ívben

## MIT TUD A NAGYON RÖVID SZÓRT ÍV?

Az újfajta hegesztőív a felső teljesítménytartományban használható, ami eddig a szórt vagy a hosszú hegesztőív számára volt lefoglalva. A normál szórt ívvel szemben az alábbi előnyei vannak:

- jó beolvadás az ívben kialakuló nagy plazmanyomás következtében,
- egyszerű kezelhetőség kézi alkalmazásoknál is az iránystabil hegesztőívnek köszönhetően,
- a nagyon rövid ív következtében nincs szegélykiolvadás,
- nagyfokú gazdaságosság a nagyobb hegesztési sebesség eredményeként,
- jobb varratminőség, mivel a hegesztés kisebb szakaszenergiával történik, így kisebb a szemcsedurulás a hőhatásövezetben és kisebb mértékű a munkadarab elhúzódása.

A jobb beolvadás különösen nagy előnyt jelent a gyöksor elkészítésekor keskeny és szűk hozzáférésű helyeken. A 6. ábra összehasonlítás céljából mutatja egy normál rövid szórt ívvel- és egy „erőltetett” ívvel (balra) PB pozícióban készített sarokvarrat csiszolatát. A nagyobb beolvadási mélység jól látható. Az „EWM-forceArc®” eljárással készített varraton a gyök beolvadása ugyan keskenyebb, de lényegesen mélyebb, mint a normál szórt ívvel készített próbadarabon.

EWM-forceArc®		Standard
12,5 m/perc	Huzalelőtolás sebessége	12,5 m/perc
320 A	Hegesztőáram	285 A
29,8 V	Ívfeszültség	31,5 V
Az alkalmazott védőgáz mindkét esetben kevert gáz (90% Ar + 10% CO <sub>2</sub> )		



6. ábra: PB pozícióban készített varratok csiszolatainak összehasonlítása, bal oldali kép: az „EWM-forceArc®” eljárással készített varrat, jobb oldali kép: normál rövid szórt ívvel készített varrat

## ÚJ GÉPCSALÁD

Egy újfajta hegesztőívhez természetesen modern hegesztőgépek is tartoznak. A pillanatnyi értékek szabályozására csak a mért értékek gyors kiértékelésére és a szükséges beavatkozások azonnali meghozatalára képes, digitális vezérlésű, inverteres áramforrások alkalmasak. A 7. ábra egy olyan hegesztőgépet mutat, amelyet az „EWM-forceArc®” eljáráshoz fejlesztettek ki. Ez a hegesztőgép természetesen alkalmas még standard- és pulzált ívű MIG/MAG-hegesztésre, valamint AVI- és bevont elektródás kézi ívhegesztésre is, mivel egy átkapcsolható univerzális áramforrásról van szó.

## ALKALMAZÁSI TERÜLET

Az új hegesztőív kedvező tulajdonságai jól hasznosíthatók a gép-, készülék-, jármű-, acélszerkezet-, hajó-, konténer-, tartály- és készülékgyártás területén valamint olajfűró toronyok készítésénél. Jelenleg ötvözetlen, ötvözött és erősen ötvözött acélok, valamint kb. 5 mm-nél nagyobb vastagságú alumínium, ill. különféle alumíniumötvözetek hegesztésére rendelkezünk tapasztalatokkal. A leggyakrabban használt húzalátmérők acélok és króm-nikkel acélok esetében 1,0 mm és 1,2 mm, alumínium és alumíniumötvözetek esetében pedig 1,2 mm és 1,6 mm. Védőgázként az alapanyagnak megfelelően inert gázok vagy nagy argontartalmú kevert gázok használhatók.

### Felhasznált irodalom

- [1] Pomaska, H.-U.: MAG-Schweißen – „Kein Buch mit sieben Siegeln“. Linde AG, Höllriegelskreuth 1989. Auslieferung über Verlag und Druckerei G. J. Manz AG, München.
- [2] Killing, R.: Handbuch der Schweißverfahren Teil 1: Lichtbogen-schweißverfahren. Fachbuchreihe Schweißtechnik Band 76/1. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. DVS-Verlag, Düsseldorf 1999.



7. ábra: PHOENIX 500 EXPERT PULS forceArc hegesztőgép

**EWM** HIGHTEC  
WELDING  
EINFACH MEHR

**POLY  
WELD**

**POLYWELD Gyártó, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.**

2100 Gödöllő, Fenyvesi főút 11., Tel.: (28) 422-236, Fax: (28) 421-615  
Internet: [www.polyweld.hu](http://www.polyweld.hu) E-mail: [polyweld@polyweld.hu](mailto:polyweld@polyweld.hu)



- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmárók
- mágnesalpas fűrőgépek
- forgató berendezések



**ÉRTÉKESÍTÉS — SZERVIZ — GÉPKÖLCSÖNZÉS**





# Önökért fejlesztünk...

ThyssenKrupp Ferroglobus – Partnereink és a jövő szolgálatában



## Folyamatosan bővülő, megújuló termékpaletta

- ▶ hidegen és melegen hengerelt lemezek, tartóprofilok, csőtermékek, zártszelvények, rúdacélok, húzott acélok, ötvözött szerkezeti acélok, rozsdamentes anyagok, szerszámacélok, elektródák, betonacélok
- ▶ könnyű- és színesfém termékek
- ▶ ipari, magasépítészeti és reklámcélú műanyagok

## Széleskörű szolgáltatások

- ▶ 24 órán belüli házhozszállítás
- ▶ műszaki és kereskedelmi szaktanácsadás
- ▶ alapanyagok előmunkálása láng- és plazmavágó berendezéssel, fűrészgéppel, csődaraboló géppel, műanyag vágó- és élpolírozó géppel

**Mindent egy kézből szakértő kollégáink segítségével!**

## ThyssenKrupp Ferroglobus

1158 Budapest, Körvasút sor 110.

Telefon: 1/414-8700 • Fax: 1/417-6809 • Web: [www.ferroglobus.hu](http://www.ferroglobus.hu)



**ThyssenKrupp**

## NAGY TELJESÍTMÉNYŰ HEGESZTÉS: DIVATOS SZÓHASZNÁLAT, NÉGY ALTERNATÍVA

### MILYEN ELŐNYÖKET ÉLVEZ A FELHASZNÁLÓ?

A kötéstechológia általánosságban a növekvő szektorokhoz tartozik. Az iparágot jól ismerő belső szakemberek a legnagyobb növekedést a lézerhegesztés területén várják. Azonban még mindig található növekedési lehetőség a fogyóelektródás ívhegesztés területén, vélik a gyártók és kutatási intézmények.

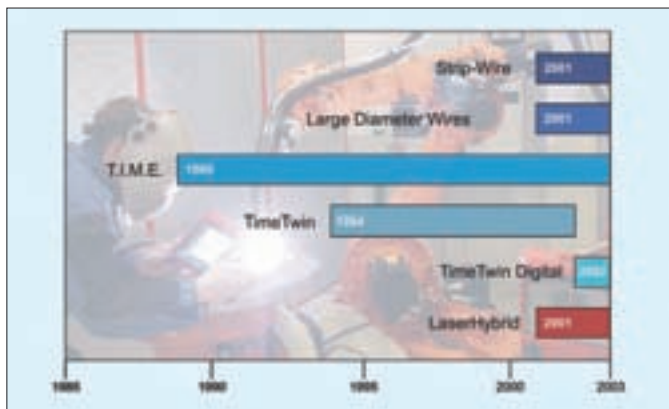
A gyártók egyetértenek a hibrid eljárások jelentőségének valószínűségében is. Egy kérdőív válaszadóinak 65%-a a lézer-hibrid eljárásokat látja túlsúlyban levőnek a jövőben, ezek közül is alapvetően a lézer-fogyóelektróda kombinációját.

A globális ipari versenyhelyzetben központi kérdés a ciklusidők csökkentése és a nagyobb termelékenység. A hegesztéstechnikában ezen feladatok megoldásában növekszenek a nagy teljesítményű eljárások. Mind a hegesztéssel megoldott kötések száma, mind a leolvadási teljesítmény növekszik. Ez főleg a nagy gyártási kapacitással rendelkező iparágak esetén igaz, pl. az autóiiparban és az autóiipar beszállítóinál. Különböző megoldások léteznek, különböző feltételeket és előnyöket biztosítva az alkalmazásnak és a felhasználónak megfelelően.

### HOGYAN FELELHETÜNK MEG AZ ELŐBBI KIHÍVÁSOKNAK?

Gyakran áttekinthetetlen fejlesztési projektek jellemezték az elmúlt pár évben mind a hegesztéstechnológiát általánosságban, mind a nagy teljesítményű eljárásokat részben (1. ábra). Jelen helyzetben a felhasználók igénye három csoportba osztható: nagy teljesítményű áramforrások, egyszerű kezelhetőség és a rendszerbe illeszthetőség. Az ívhegesztés területén a Fronius ajánl többek között tandemeljárást és kétféle egyhuzalú megoldást nagy huzalkeresztmetszettel. A palettát a negyedik eljárás bővíti, a LaserHybrid (lézer és fogyóelektródás hegesztés kombinációja).

A nagy teljesítményű hegesztésekben közös automatizálhatóság, de a robotalkalmazás lehetősége is növekszik.



1. ábra: A magas áramerősségű hegesztés kronológiai fejlődése

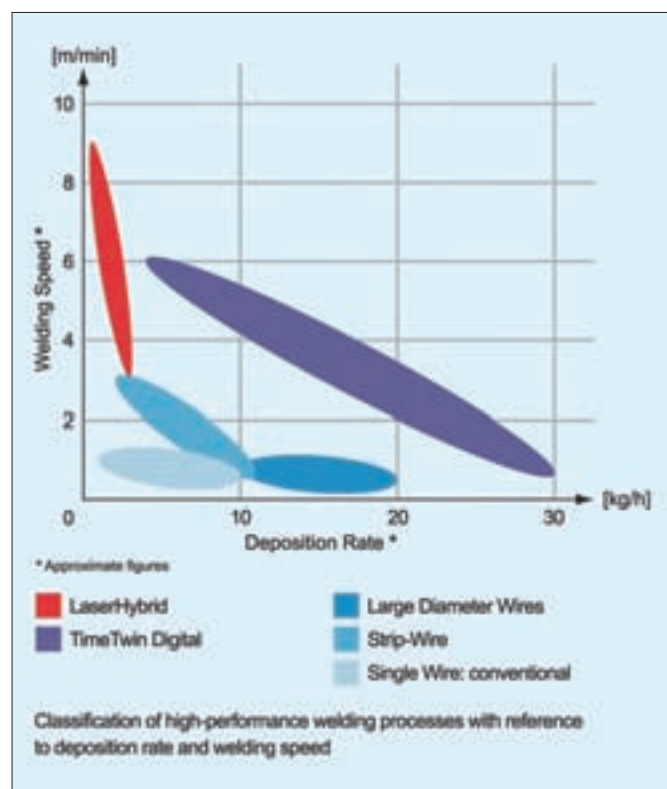
### TELJESEN DIGITALIZÁLT ÁRAMFORRÁSOK: RUGALMAS ÉS GYORS SZABÁLYZÁS ÉS VEZÉRLÉS

További közös pont a négy eljárásban a digitális hardver és a szoftver. Digitálisan szabályozott a hegesztési áram, az eljárás, a háttérparaméterek, ami nélkül a hegesztett kötés elvárt minősége elképzelhetetlen.

### AZ ADATOK ÉS ÉRTÉKEK SOKAT MONDANAK, DE...

...ha definiálnunk kell a teljesítményt, csak a pusztán számok számítanak. Maga a felhasználó lesz az, aki számokat akar látni, amelyek segítenek neki a döntéshozatalban. Leolvadási teljesítmény és hegesztési sebesség a lista elején foglal helyet. Továbbá, a végső hegesztési paraméterek különféle peremfeltételektől függhetnek. Ezért, a diagram (2. ábra) csak az alapvető összefüggéseket mutatja a leolvadási teljesítmény és a hegesztési sebesség között.

A referenciák valódi ipari alkalmazásokból származnak. A példák segítenek a felhasználóknak saját álláspontjuk kialakításában és ötleteik megvalósításában, a nagy teljesítményű hegesztési eljárások alkalmazhatóságában saját feladataik kapcsán.



2. ábra: A magas áramerősségű hegesztési eljárás a leolvadási teljesítményre és a hegesztési sebességre vonatkozólag



## HEGESZTÉS NAGY KERESZTMETSZETŰ HEGESZTŐANYAGGAL

Elvben a leolvadási sebesség növelhető a huzalelőtolás sebességének növelésével. Azonban egy adott huzalátmé-  
rőnél ennek felső határa van, például alumíniumnál kb. 18 m/perc 1,2 mm átmérőjű huzalnál, 11 m/perc 1,6 mm átmérőjű huzalnál. Ez azt jelenti, hogy nagyobb teljesí-  
mény elérése esetén nagy átmérőjű (2,0 illetve 3,2 mm), valamint négyszög keresztmetszetű hegesztőanyagok (pl. 4,0 x 0,5) jöhetnek számításba.

Mindkettő alkalmazása esetén közös a kis beolvadási mélység (ami optimális felrakóhegesztésnél) és jó résáthi-  
daló képesség. A berendezés tekintetében mindkét eljárás nagy teljesítményű hegesztőgépet kíván meg. Hogy elérjük a kívánt áramerősséget és bekapcsolási időt, két áramfor-  
rást kapcsolunk párhuzamosan össze. Így például két TPS (TransPulsSynergic) 5000 – amely a TPS 9000 nevet kapta – adja a 900 A áramerősséget 60% bekapcsolási idő mellett 40 °C-os környezeti hőmérséklet esetén.

## A HEGESZTŐSZALAG ALKALMAZÁSÁNAK ELŐNYEI

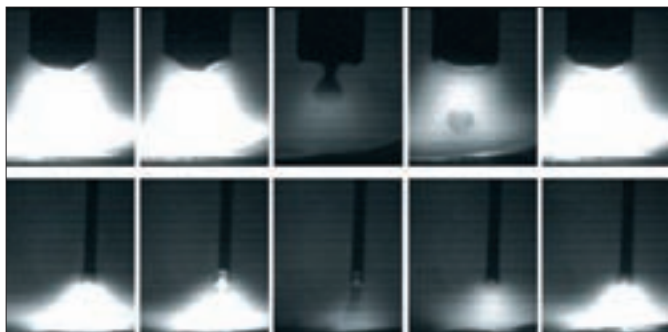
Bizonyos feltételek megléte esetén a szalag jobban elő-  
tolható, mint a vele azonos keresztmetszetű huzal. Ez akkor igaz, ha a szélesebb oldal mentén történik az előtolás. Összehasonlítva a szalaggal, a kör alakú huzal keményebb, ez az erősen ötvözött anyagokra csak részben jellemző. Az azonos keresztmetszetű alumíniumhuzal stabilitása alacsonyabb, hajlamos a begyűrődésre, ezáltal nehezen előtolható. Acélszalagok jellemző kereskedelmi mérete a 4,5 x 0,5 mm, míg az alumínium esetén ez 4,0 x 0,6 mm.

A szalag esetén a szélesebb és a rövidebb oldal aránya nagyon fontos: meghatározza a merevségét és így az előtolhatóságát. Továbbá, különböző az eredmény attól függően, hogy a hegesztési irány a hosszabb vagy a rövidebb oldal felé esik (3. ábra). További előny, hogy a szélesebb ív kéz a kézben jár a kisebb ívnyomással, ami kisebb beolvadást eredményez. Ezen előnyöket például felrakóhe-  
gesztés esetén lehet kihasználni.

A maximum leolvadási teljesítmény 11 kg/óra acél és 4 kg/óra alumínium esetén. Nagyobb igény esetén kör keresztmetszetű huzalokat kell alkalmazni.

## NAGYOBB TELJESÍTMÉNYHEZ KÖR KERESZTMETSZETŰ HUZAL

A kijelentés elsődlegesen a leolvadási teljesítménnyel van összefüggésben. Például egy alkalmazástechnikai kísér-



3. ábra: Anyagbevitel egy AlSi5 szalaghuzalos impulzushegesztése esetén (huzalelőtolás sebessége 5 m/perc), nagy sebességű videokamera vízszintes és függőleges irányú felvétele

let során, amit Fronius Technológiai Központ végzett egy nagy földmunkagépgyártónak, 25 kg/óra leolvadási teljesí-  
ményt értek el acél esetén. Alumínium esetén elértük az 5 kg/órát. Kör alakú huzalok kaphatók 3,2 mm-ig. Az ilyen nagy átmérőjű huzalok piaca fejlődőben van.

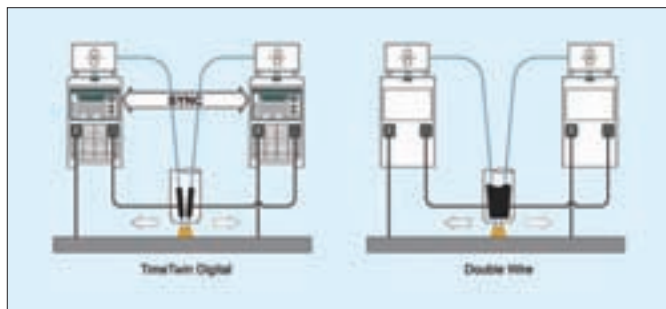
A ideális hegesztési feladatok a nagy keresztmetszetű kötések, ahol rengeteg réteg szükséges a varrat felépítésére hagyományos technikákkal. Néhány további előnyt – metal-  
lurgiai és eljárástechnikai szempontból – lehet elérni porbeles huzal alkalmazásával. Ötvözőelemek, amelyeket nem tartalmaz a fém, bevihetők a portöltetbe. Ennek kívánatos hatása lehet a hegesztett kötés metallurgiai tulajdonságaira. Eljárástechnikai szempontból a portöltet növelheti az ív stabilitását és ezáltal a kötés minőségét.

## TANDEM: KÉT HUZAL TÖBB MINT EGY

Különböző változatok léteznek, ha két huzalról és egy hegfüldőről beszélünk egy időben. Fontos különbséget tenni a duplahuzalos és a tandemeljárás között.

A duplahuzalos eljárásnál a két hegesztőhuzal egy közös áramátadóban fut, és mindig azonos elektromos potenciálon vannak. A tandemeljárásnál külön, egymástól elszigetelt áramátadókon futnak a huzalok, így lehetőség van arra, hogy a két huzal különböző elektromos potenciálon legyen.

A 4. ábra mutatja az alapvető különbséget a két eljárás között.

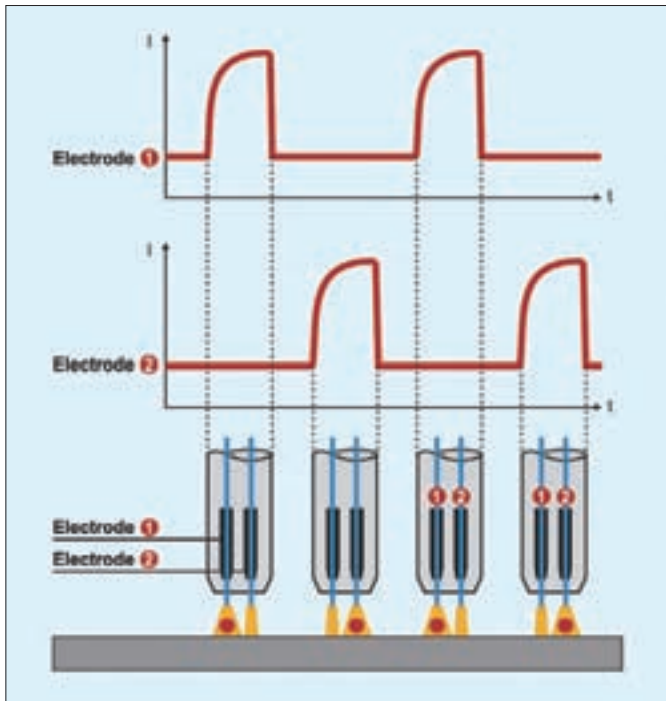


4. ábra: Jelentős különbségek vannak a kéthuzalos és a TimeTwinDigital eljárások között

## A TIME TWIN DIGITAL EGYEDI MEGOLDÁSA

A TimeTwin digital egy speciális, Fronius által kifejlesztett tandem hegesztő berendezés. Ennél a berendezésnél a hegesztési paramétereket mindkét huzalnál külön lehet szabályozni. A legfontosabb, hogy külön tudjuk állítani mindkét huzalon az ívhosszt és az ív típusát. Az ívhossz állítása lehetővé teszi, hogy a vezérlés stabil ívet állítson elő, ami tökéletes cseppátmenetet eredményez, így fröcskölés-  
mentes hegesztést kapunk. Mindkét huzalon választható a rövidzáras és impulzusív is, így ezek kombinációjával négy különböző változatot kapunk, amiből három változat érdekes a gyakorlatban:

- A leggyakoribb változat, ha mindkét huzal impulzusívvel dolgozik. Ebben az esetben az anyagátmenetek 180°-os fáziseltolásban vannak egymáshoz képest; amíg az egyik huzal az alapáram fázisában van, addig a másik a csúc-  
áramban és fordítva (5. ábra).
- Ha a célunk a maximális hegesztési sebesség és a résáthi-  
daló képesség, akkor az elől haladó huzal impulzusív-  
ben, a második huzal pedig rövidzáras ívben dolgozik.



5. ábra: A 180°-os fáziskülönbségű impulzusívек optimális anyag-bevitelt eredményeznek

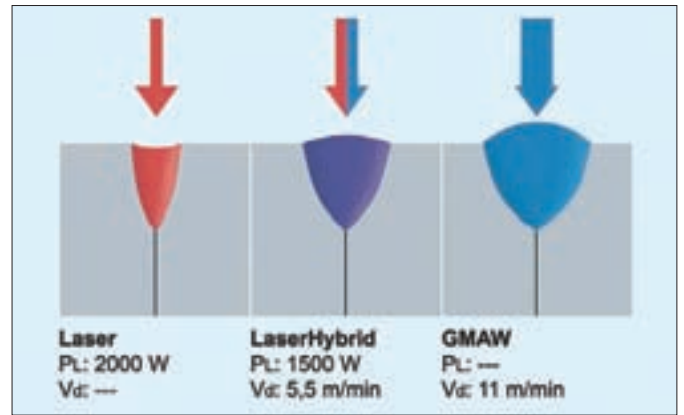
- Mély beoladáshoz rövidzáras ív kell az elől haladó huzalnál és impulzus a második huzalnál.

Kombinálva a tandemeljárást a teljesen digitális hegesztő berendezésekkel (TimeTwin Digital) további előnyök születnek: bármelyik huzal haladhat elől illetve hátul, ugyanis változtatható minden paraméter és ívtípus. Ez nagyban csökkenti a többsoros varratok esetében a ciklusidőt a megfordulások miatt, és a hozzáférhetőséget is nagyban elősegíti. A felhasználók egy további előnyét is élvezhetik a digitális technológiának: naprakész hegesztési programok állnak rendelkezésre, a Fronius 60 különböző hegesztési programot kínál különböző alapanyagokhoz és hegesztőanyagokhoz.

A maximális hegesztési sebesség a TimeTwin Digital hegesztő berendezéssel kb. 3-szor nagyobb, mint a hagyományos egyhuzalos eljárással és 2-szer nagyobb, mint az egyhuzalos T.I.M.E. eljárással. A 7 m/perc-es hegesztési sebesség acél esetében teljesen természetes a TimeTwin Digital-lal. A leolvadási teljesítmény akár a 20 kg/órát is elérheti.

## HÁTRÁNYOK KIKÜSZÖBÖLÉSE + TOVÁBBI ELŐNYÖK = LASERHYBRID?

Verseny helyett a kooperáció vezethet a sikerhez. A lézerhegesztésnek és a MIG/MAG hegesztésnek is vannak előnyei és hátrányai. A lézerhegesztés jellemzője a kis átmérőjű, nagyon jól fókuszált hőfolt és a nagyon szűk hőhatásövezet, ami mély beoladással és keskeny varrattal párosul. A nagy hegesztési sebesség azonban párosul a rossz résáthidaló képességgel. A MIG/MAG eljárásnál az energiasűrűség jóval kisebb, mint a lézerhegesztésnél, a hegfürdő viszont sokkal nagyobb és a résáthidaló képessége is jelentősen jobb. Ha a két eljárást ötvözzük, akkor a hátrányok nagy része eltűnik, és ugyanakkor az előnyök kiegészítik egymást. A két eljárásnak a kombinációja az 1970-es évek óta ismert elméletben, de ipari alkalmazásban csak 8 évvel ezelőtt bizonyult



6. ábra: LaserHybrid eljárásnál a huzal-előtolási sebesség fele akkora, mint MIG/MAG eljárásnál

először életképesnek. A Fronius érdeme, hogy ez a két eljárás ipari alkalmazásokra is ki lett fejlesztve és a Fronius alkotta meg az első sikeres rendszert, a „LaserHybrid”-et. A LaserHybrid hegesztőfej kifejlesztése volt a mérőföldkö az eljárás ipari alkalmazhatóságát szem előtt tartva.

Az eljárás néhány fontos jellemzője: Azonos beolvadási mélység és azonos hegesztési sebesség esetén a MIG/MAG varrat jóval domborúbb és szélesebb, a lézervarrat viszont homorú (6. ábra). Azonos beolvadási mélység esetén a LaserHybrid eljárás varratához fele huzal-előtolási sebesség is elegendő, mint MIG/MAG eljárás esetében.

Az eljárás-kombináció különleges előnyei a következők:

- koncentrált hőbevitel, mély beolvadással és sebességgel,
- több varratsor,
- magasabb eljárásstabilitás,
- a gyökfal jobb nedvesítése,
- mély beolvadás/mély varrathatás,
- nagy varrattérfogat,
- jobb kohászati tulajdonságok,



7. ábra: Szalaghuzalos hegesztés főleg nagy alkatrészek hegesztéséhez, amik munkadarab-befogó szerkezetekkel mozgathatók



- magas varratszilárdság és -keménység,
- alacsonyabb gyártási idő és költség,
- kevesebb eszköz, belefoglalva (amikor szükséges) „tisza” ív-vagy lézerhegesztést, egy és ugyanazon a berendezésen.

A LaserHybrid hegesztőfejet 250 A-re, 4 KW lézerteljesítményre és 100% bekapcsolási időre fejlesztették ki. A kétéves ipari felhasználás ideje alatt szárnyalóan bizonyított. Alumíniumszerkezetek hegesztésekor a maximum sebesség 9 m/perc; acél esetében 4 m/perc is elérhető.

## ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KILÁTÁS

A magas teljesítményű hegesztési eljárások viszonylag rövid idő alatt foglaltak el fontos pozíciókat. Magas termelékenységének köszönhetően döntő tényezője a világszintű versenynek, ösztönzi a magasabb teljesítmény elérését és a rugalmas, innovatív megoldásokat a hegesztés ágazatában is.

A robot- és a befogórendszerek szempontjából a nagyobb sebesség a meglévő hegesztési technológiai források jobb

kihasználását jelenti. Az összes magas áramerősségű hegesztési eljárás célja a magasabb leolvadási teljesítmény elérése. Mindemelllett, a kézi hegesztés is figyelmet érdemel. Itt egy nagyon fontos fejlesztés a kézi rendszerek kifejlesztése lenne a Laser-Hybrid eljáráshoz. A „lézer” elem szintén további fejlesztést igényel. A jelek azt mutatják, hogy a magasabb teljesítmény úton van, jelenleg alacsonyabb speciális beruházási költségekkel, ugyanúgy, mint a szolidtestlézer műszaki fejlődése.

Elvileg számos lehetőség áll azok rendelkezésére, akik átfogóan közelítenek.

Konkrét esetekben ezek a lehetőségek megtalálhatók az aktuális partneri együttműködésekben.

Amikor a partnerek hozzájárulnak „know-how”-juk teljes szélességével, ez az együttműködés gyümölcsöt hoz az anyagok optimális lehetőségében kifejezve, munkadarabok hegesztésének gondolatban kivitelezésében, az eljárás paramétereinek harmonizálásában, a géptechnológiában (beleértve a robot- és befogórendszereket) – és végül, természetesen a hegesztés eredményében.



8. ábra: Négy órától 20 percre csökkent a hegesztési ciklusidő – gáz távvezeték hegesztése



9. ábra: A Fronius LaserHybrid hegesztőfej jó pozicionálhatóságot biztosít a lézersugár és a hegesztőív és számára a munkadarabon

## Példák és adatok



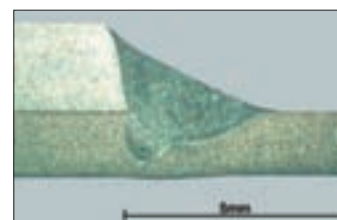
1.



2.



3.



4.

Tulajdonság/eljárás	Szalaghuzal	Huzalátmérő	TimeTwinDigital	LaserHybrid
Varratgeometria	átlapolt kötés	átlapolt kötés	átlapolt kötés	átlapolt kötés
Alapanyag	AlMg3	AlMg3	AlMg3	AlMgSi1
Vastagság	3 mm	8 mm	2 mm	2 és 1,5 mm
Hegesztőhuzal	AlSi5	AlMg4,5Mn	AlMg4,5Mn	AlSi5
Átmérő	4,0x0,6 mm	2,4 mm	1,2 mm	1,6 mm
Huzalelőtolás sebessége	6,1 m/perc	7,5 m/perc	19 m/perc	5,5 mm
Leolvadási teljesítmény	2,4 kg/h	5,2 kg/h	3,3 kg/h	1,7 kg/h
Hegesztés sebessége	3,0 m/perc	0,8 m/perc	2,6 m/perc	8,1 m/perc



## SZÁMOK, HIDAK, KIÁLLÍTÁSOK

### NUMBERS, BRIDGES AND EXHIBITIONS

**Rövid számvetés a szerző fotókiállítás-sorozatairól. Mi a célja, az értelme ezeknek az eseményeknek? Kell ilyen kiállítás egyáltalán? A sikeresség, a „hatásfok” hogyan befolyásolható? A kitűzött cél mi módon érhető el? Számvetés helyszínekkel, nézőszámokkal, publicitással.**

*A short summary of the author's photo exhibition series. What is the aim of and the reason behind these events? Do we need such exhibitions at all? How can success and efficiency be influenced? How can our goals be reached? Overview of locations, number of visitors and publications.*

Mikor jön el a számvetés ideje? Félúton, a munka végén, vagy szünetben. Két kiállításom is vándorúton van, a két könyvből válogatott képanyagok. Lehet, szünetet kell tartanom, új, nagy munka késztet erre. Ez a mérlegkészítés oka.

általára használt hídról, amely többnyire láthatatlan is marad számára. Ismerjen meg ezek közül néhányat, jobban fogja becsülni valamennyit! A tanulóifjúsághoz a végeredmény segítségével gondolkodni közelebb hozni a tanulás értelmét. Megmutatni az elődök munkáit. Lássák, hogy nálunk is készültek remek, bátor, új, szép „műtárgyak”! Lássák mi az aminél szebbet, jobbat, másfélt csinálni lesz az ő dolguk! Célom, hogy legyen kedvük ehhez.

Szándékom elérése érdekében olyan helyszíneket kerestem, amelyek a kellemes megnyitó után is megfordul valaki. A kilencből nyolc helyszínen bevált. Csak egy helyen voltak a vártnál kevesebben.

A „Hidak Magyarországon” című első kiállítás – a Magyar KÖZÚT Kht. támogatásával a Kiskőrösi Közúti Szakgyűjtemény gondos kivitelezésében – Kiskőrösön volt. A megnyitót a „Szüreti és Nemzetiségi Napok” kezdőnapján tartottuk. A 70–80 fős vendégseregre a megnyitó és dr. Tóth Ernő úr mindenkit lekötő tárlatvezetése után újabb élmé-

nyek vártak. Két remek jazz-zenekar játékát élvezhették és finom bogrács-gulyást kanalazhattak. A legelső megnyitó – Szászi Andrásnak és csapatának köszönhetően – nagyon jól sikerült. A Szakgyűjteményt elsősorban iskolás csoportok látogatják, látogató is volt szép számmal. Sőt, Kiskőrös szlovák testvérvárosi küldöttsége is eljött, merthogy a képaláírásokon szlovákul is olvashatók a hidak adatai. Összességében eredményes volt az első tárlat. És a többi?

#### Mit mutatnak a számok? Kevés és sok

Táblázatba szedtem a két vándorkiállítás eddigi állomásait. Két szám ugrik ki a sorból. A békéscsabai 120–150, és a győri 1000–5000 fős látogatói szám. Az alföldi város megyei könyvtárában a közutas Virág Mihály kollegái és barátai, a város színvonalas fotóklubjának tagjai jöttek el a megnyitóra. Mihály barátomnak köszönhetően 40-en hallgatták végig dr. Tóth Ernő úr élvezetes nyitó tárlatvezetését. A kiállítás épületen belüli elhelyezése sajnos kedvezőtlennek bizonyult. Ez a kis látogatottság oka. Ezzel szemben a győri Széchenyi Egyetem aulájában voltak a legkevesebben a megnyitón, nem volt tárlatvezetés sem. Melepetésemre ott volt a helyi tévé, és aznap leadták a velem készített interjút. Ennek hatását nem tudom felmérni. Viszont a tablók, a kiállítás szembetűnő és forgalmas helyen volt. A nagy látogatottság ennek a jó elhelyezésnek az eredménye. Sok kedves olvasó tudja, hogy az aulán keresztül lehet megközelíteni a nagy előadókat. Ezekben hangzanak el az összes hallgató számára kötelező tárgyak előadásai. Innen az óvatos 1000, és a bátor 5000-es látogatói szám. A Széchenyi Egyetemen sokféle diploma szereshető, ezért nagy a létszám, 6000-en járnak oda. Ez a helyszín és kiállítás azért is fontos, mert a műszakiak mellett jogi, zenei, egészségügyi és gazdasági pályákra készülő fiataloknak is sikerült megmutatni a hidak, a műszaki alkotások szépségét.



(Fotó: Gyukics Rita)

Jobbról balra: dr. Tóth Ernő és Gyukics Péter a legelső, Kiskőrösön tartott megnyitón

A kiállítás ötletét a „Hidak Magyarországon” című fotóalbumom váratlanul nagy sikere adta. Azt már a fotográfálás kezdetén is tudtam, hogy hiánypótló anyagot készítek. Ám sikerre nem számítottam, nem is gondoltam rá. Az ötlet, dr. Tóth Ernő úr régi álma – hídfotók picike szakmai szöveggel – persze, hogy tetszett. Másként hozzá sem fogtam volna a könyvkészítéshez. Vágytam rá, hogy a célt elérjem, sokat dolgoztam is érte, a célbaérés jósága, a sok telefoni és személyesen kapott dicséret mégis meglepett. Mi volt a cél? A cél a hídszakmának megmutatni, nem „csak” hasznos, hanem szép műtárgyakat is készítenek. A kiállításokkal a „hétköznapi” embereket és a műszaki pályára készülő fiatalokat is el akartam érni. Hiszen az utazó alig tud valamit az



A Széchenyi Egyetemre készített plakátom





## Még két győri kiállítás

Dr. Lublós László docens barátom segített hozzá a lista másik érdekességéhez, a két újabb győri kiállítóhelyhez. Ő az egyetlen tanít, tudja, honnan jön hozzájuk a városból az utánpótlás. Így került át a tárlat a Hild József Építőipari Szakközépiskolába. Ez egy célzott, „zárt” rendezvény volt. A diákok szakmai vagy osztályfőnöki órán nézték meg a képeket. A tárlatvezetés megnyitóját is egy szakórán zajlott. Az utolsó győri talán az összes közül a legemlékezetesebb kiállítás. Szabadhegy a város külső kerületeinek egyike, ahol a helybeliek építettek maguknak egy művelődési házat. Földszintes, semmitmondó külsejű épület. Belül viszont színházterem, szakköri termek, kiállítóterem és elhivatott igazgató odaadó munkatársakkal. Vagyis egy pezsgő életű, sok szakkört, sok és sokféle embert vonzó intézmény ez a



A győri 3. kiállításon szerepelt először ez a plakátom

Szabadhegyi József Attila Művelődési Ház. A gondosan felrakott képeket a Győri Fotóklub tagjai, veszprémi fotós kollegánk, a helyi közutas kollegák és 4–5 érdeklődő látta a megnyitón. Ezt a megnyitót a zene teszi még emlékeztetőssé, gondolom, minden jelenlévő számára. Ezt egyik rotarista barátomnak, Roth Ede gitártanárnak köszönhetjük. Ő küldte el két tehetséges növendékét, akik csodálatos gitármuzsikával örvendeztetek meg bennünket.

## Eseményekhez kapcsolás, publicitás

A látogatottságot, a kiállítás értelmét, hatékonyságát természetesen növeli, ha eseményhez kötődik. A kilencből négyet sikerült így megrendezni. Az első, a kiskőrösi „Szüreti és Nemzetiségi Napok”-kal, a BME-n az Építőmérnöki Hét-tel esett egybe. A Széchenyi Egyetemen a



Ezt a plakátot Szegedre terveztem

Magyar Tudomány Hetében, a Jáky József Műszaki Szakközépiskola Műszaki Hetek-en és egy KTE konferencián volt kinn a képanyag. Szegeden a Somogyi-könyvtár a záróvetítést az „Ünnepi Könyvhét” nyitónapijára tette.

A publicitást ma elsősorban a világháló jelenti. Erre nem lehet panaszom. Rengeteg honlapon adtak hírt a megnyitóról, a kiállításokról. A hírportálokon kívül a „kozut.hu” az „epiteszforum”, a „fotoklikk” az „octogon” is közölt anyagokat a tárlatokról. Tévéhez Győrben az egyetemen és Fehérváron a Jákyban, rádióriporterhez Kiskőrösön volt szerencsém. A nyomtatott sajtóban képes riport jelent meg a Fejér Megyei Hírlap 2008. február 19-i, és a MŰHELY (BME hallgatói havilap) 2008. március 10-i számában.

## Köszönet

Végezetül megköszönöm mindazok munkáját, akik hozzájárultak a két kiállítás-sorozat létrejöttéhez. Az elsőnél a Magyar KÖZÚT Kht., a másodiknál a KKK nyújtott rendkívüli segítséget. A kiállítóhelyek munkatársai is sokat tettek az esztétikus kiállítások megvalósításában, a sajtó mozgósításában. Köszönöm mindannyiuknak!

Folytatása következik!



A Fejér Megyei Hírlap cikke, a fotón jómagam

### Hidak Magyarországon – vándorkiállítás 32 képpéből

1. Közúti Szakgyűjtemény, Kiskőrös	2006. szept. 2.–nov. 15.	A megnyitón: 70–80 fő	Látogatószám: 3–400 fő
2. Békés Megyei Könyvtár, Békéscsaba	2007. márc. 8.–ápr. 6.	A megnyitón: 40 fő	Látogatószám: 120–150 fő
3. BME, Budapest (az Építőmérnöki Hét-en)	2007. október 9–14.	A megnyitón: 30 fő	Látogatószám: 200 fő
4. Széchenyi Egyetem, Győr (a Magyar Tudomány Hetében)	2007. nov. 5–15.	A megnyitón: 15 fő	Látogatószám: 100–5000 fő
5. Hild József Építőipari Szakközépiskola, Győr	2007. nov. 19–23.	A megnyitón: 40 fő	Látogatószám: 500 fő
6. Győr-Szabadhegyi József Attila Művelődési Ház	2008. jan. 25.–febr. 13.	A megnyitón: 30 fő, és gitárkoncert	Látogatószám: 450–600 fő
7. Jáky József Műszaki Szakközépiskola, Székesfehérvár	2008. febr. 18.–márc. 9.	A megnyitón: 50 fő	Látogatószám: 500 fő

### Hidak mentén a Tiszán – vándorkiállítás 35 képből

1. BME Könyvtárban, Budapest (26 kép)	2008. február 18.–március 14. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)	A megnyitón vetített képes élménybeszámoló. A megnyitón: 50 fő.	Látogatószám: 5–600 fő.
2. Somogyi-könyvtár, Szeged (35 kép)	2008. máj. 5.–jún. 11.	A megnyitón és a záró napján vetített képes élménybeszámoló. A megnyitón: 25 fő.	Várható látogatószám: 5–600 fő. A záró nap vetített képes előadására várható: 40–60 fő. (Májusban „forrás” fotóalbumom is helyet kapott a Somogyi-könyvtárban „A hónap könyve”-ként.)

A két kiállítás-sorozat adatai



## „SZEMCSESZÓRÓ BERENDEZÉSEK ÉS SZÓRÓANYAGOK” SZIMPÓZIUM AZ ABRAZIV KFT. RENDEZÉSÉBEN

2008. április 22-én Székesfehérváron, április 23-án Debrecenben kerültek megrendezésre a szemcseszóró berendezésekkel, illetve szóróanyagokkal foglalkozó előadások. A jelenlévők a következő témakörökben hallhattak bővebb ismertetőket:

- Szemcseszóró berendezések, technológiák.
- Az angol Ervin Amasteel cég standard és speciális szóróanyagainak bemutatása a cég szakmérnökei által.

Az elhangzott előadások után egy konzultáció keretében a hallgatók minden kérdésre választ kaptak.

A hallgatóság mindkét helyszínen nagy figyelemmel kísérte Turák József ügyvezető nyitóelőadását az ABRAZIV KFT. szemcseszórás-technológiában és gépekben végrehajtott fejlesztéseiről.

Ezt követően az Ervin Amasteel cég két magasan képzett szakmérnöke vette át a szót három külön prezentáció erejéig.

Stewart Halagan szavaival került bemutatásra az angol szóróanyaggyártó cég története a megalapítástól napjainkig. Előadásában az alább felsoroltakkal foglalkozott:

- gyártási folyamattal,

- minőséggel és annak ellenőrzési rendszerével,
- termékkála ismertetésével,
- összehasonlító tesztek eredményei egyéb gyártókkal szemben.

Az elhangzottak után Bob Crellin mérnök tanácsadó tartott két témában rendkívül érdekes előadást a szóróanyagok hatékonyságával kapcsolatban, mint például:

- Költséghatékonyság a szemcseszórásban.
- A szóróanyagokkal közvetített energia átadása.
- A megfelelő szemcsekeverék paramétereinek beállítása.
- A helyes szórókép.
- A berendezések megfelelő üzemeltetése, karbantartása.

Az elmondottak során egyértelműen kiderült, hogy a magas színvonalú gyártási technológia, a sorozatos és folyamatos minőség-ellenőrzés, az állandó kutatás és fejlesztés folytán előállított Ervin Amasteel szóróanyag az európai piacon a legmagasabb minőséget képviseli. Hatékonyságával, ciklusidejével, közvetített energia átadásával valamint ár-érték arányában méltán kitűnik, és a legjobb a jelenleg piacon lévő szóróanyagok közül.







# ABRAZIV

MÉRNÖKI IRODA ÉS  
GÉPÉRTŐ KFT.

6000 Kecskemét Szent László krt. 17.

Tel.: (+36) 76/481-702

Fax: (+36) 76/327-727

www.abraziv.hu

## FÉMFELÜLET TISZTÍTÁS FELÜLET ELŐKÉSZÍTÉS

● *Acél szemcsék*

● *Szórókerekes szemcseszóró gépek*

● *Sűrített levegős szemcseszórók*

● *Porelszívó, porleválasztó berendezések*



KÖRNYEZETBARÁT SZEMCSESZÓRÓ GÉPEK



## Hasznot hozó hatékonyság



Hegesztett szerkezetek gyártásának hatékonyság fokozásához intenzív eljárások szükségesek.

Az ESAB kínálatában szerepelnek az ezek megvalósításához szükséges

- hegesztőanyagok,
- hegesztő- és vágógépek, valamint
- készülékek.

Forduljon bizalommal szakembereinkhez, akik egy globális, több, mint 100 éves tapasztalattal rendelkező vállalatcsoport birtokában lévő tudással és tapasztalattal állnak rendelkezésére.

[www.esab.hu](http://www.esab.hu)





Hegesztő célgépek,  
robotos hegesztőcellák és készülékek

Hegesztés és vágás – MIG/MAG, AWI  
és hibrideljárások



**DLT**

Hegesztéstechnikai és Kereskedelmi Kft.

H-1038 Budapest, Ráby M. u. 44. Tel.: +36 1/430-1321 Fax: +36 1/430-1322  
E-mail: dlt@online.hu Web: www.dltkft.hu



Komplett felületkezelő rendszerek, technológiák, szóróházak,  
festőműhelyek, szemcseszóró-, homokszóró-, festőberendezések.  
Teljes körű szerviz, szemcse- és alkatrészellátás.



**FELÜLETKEZELŐ SZAKKÖZPONT**



**KEMATECHNIK Mérnökiroda Kft.**

**INNOMONTAGE Vállalkozó Kft.**

1222 Budapest, Nagytétényi út 100-102. Tel.: +36 1 208-5524, Fax: +36 1 371-1381  
office@kematechnik.hu, office@innomontage.hu, www.kematechnik.hu, www.innomontage.hu

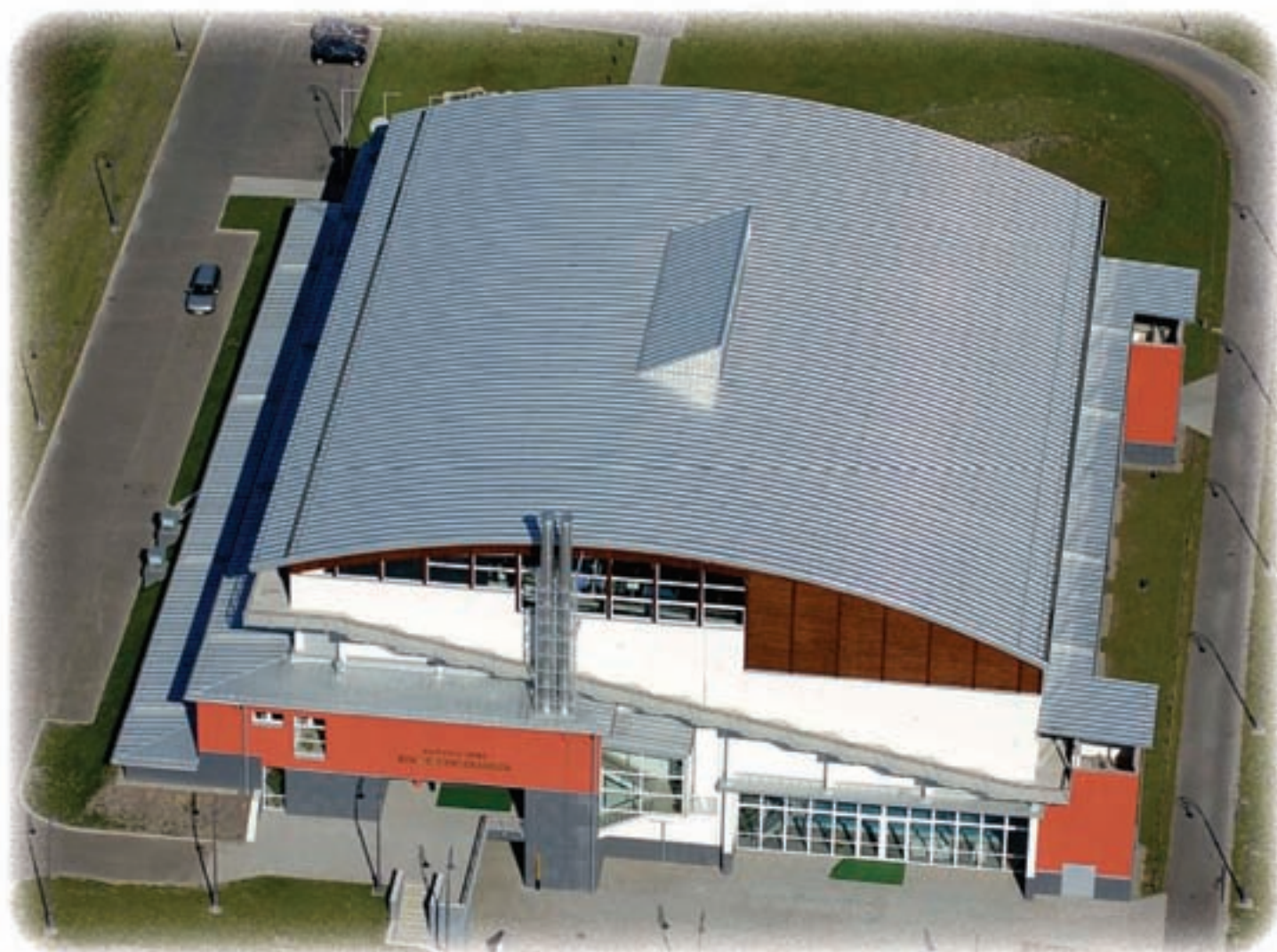






## LMR600 tetőrendszer

- A piacon egyedülálló minimális tetőhajlás (2%)
- Teljes vízzáróság
- Speciális furatmentes rögzítési rendszer
- Gyors szerelhetőség
- Egyedi, igényes megjelenés



Lindab Building Systems Kft  
4400 Nyíregyháza  
Derkovits u. 119.  
Tel.: 42 / 501 310  
Fax: 42 / 312 029  
e-mail: [info.hu@astron.biz](mailto:info.hu@astron.biz)  
[www.lindab-astron.hu](http://www.lindab-astron.hu)

Termékeinket viszonteladói hálózaton keresztül értékesítjük.  
Buildereink elérhetőségeit megtalálja honlapunkon!



## KORSZERŰSÍTÉSEK A DUNAFERR HENGERMŰVÉBEN

*A DWA-Dunaferr megbízásából a KÉSZ Kft. végezte el a – BIS Rt.-vel konzorciumban – a dunaujvárosi hengermű technológiai-rekonstrukciós munkálatait. A fejlesztés célja a gyártómű kapacitásának növelése és az előállított acéltermékek minőségének emelése volt.*

A projekt során a konzorcium a termelés folyamatos üzemelése mellett az első ütemben elvégezte az új pácolósor bevezető hidraulika épületének, villamos géptermének, illetve a 4000 négyzetméteres, a meleg- és hideghengermű között elhelyezkedő melegtekercs-raktárnak a kivitelezését.

Az ezzel párhuzamosan zajló második ütemben épült meg az új technológiai sor, a melegtekercs-átadó, a kivezető hidraulika épület, a savregeneráló, illetve a hideghenger állvány. Összesen 3000 tonnányi acélszerkezet beépítésével a KÉSZ Kft. végezte el az új technológiai sor szerkezetépítését és szerelését, a két ütem gépészeti és az első ütem villamossági szerelését. Egy külön projekt keretében kerül sor a létesítmény technológiai villanszerelésére, szintén az év első felében.

A több mint tízmilliárd forint értékű beruházás hivatalos átadása június 18-án lesz, az eseményen részt vesz Gyurcsány Ferenc miniszterelnök is.



A KÉSZ Kft. végezte el – a BIS Rt.-vel konzorciumban – a dunaujvárosi hengermű technológiai-rekonstrukciós munkálatait

## ACÉLSZOBRASZATI SZIMPOZION – IMMÁR ÖTÖDSZÖR

*Idén kisebb jubileumhoz érkezik a KÉSZ Kft. által minden év nyarán megrendezett Kecskeméti Acélszobrászati Szimpozion, hiszen a mostani már az ötödik alkalom lesz az alkotótábor történetében. A bagyománnyoknak megfelelően ezúttal is a KÉSZ Ipari Park ad otthont a művészeti eseménynek – a magyar és külföldi szobrászok június 16. és július 2. között itt alkothatnak a KÉSZ Kft. Acélszerkezet-gyártó Központja által biztosított speciális megmunkáló eszközök, gépek segítségével, acél alapanyagok felhasználásával.*

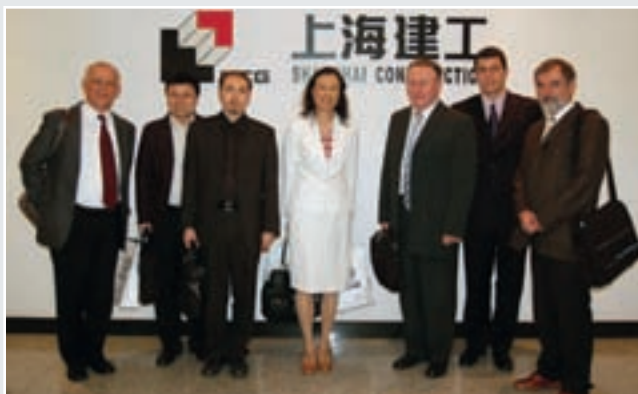
A korábbi években elkészült alkotások is bizonyítják az acél sokoldalú és változatos felhasználhatóságát, egyben pedig a tábor létjogosultságát, fontosságát. A szimpozionra a részt vevő szobrászok egy része már kész tervekkel érkezik, melyeket a KÉSZ Kft. szakemberei is segítenek acélból – vagy ahogy az előző években is példa akadt már rá, Alpolic homlokzatburkolatból – megformálni. Az alkotásokat szakértő zsűri értékeli, a művekből kiállítás is nyílik a KÉSZ Ipari Parkban. Június 23-án egy nyílt nap keretében bárki megtekintheti, miként is zajlik a munka a Kecskeméti Acélszobrászati Szimpozionon.



Idén is alkotnak szobrászok a KÉSZ Ipari Parkban (a képen a 2007-es szimpozion egyik résztvevője, Szabó Ádám látható)

## KÍNAI LÁTOGATÁS AZ SCG MEGHÍVÁSÁRA

*A Shanghai Construction Group, Kína második legnagyobb építőipari vállalatának meghívására az ázsiai országban járt a KÉSZ Kft. küldöttsége. A magyar cég kollegái több nagy építőipari projektet és beszállítói gyárat*



*is megtekintettek, illetve tárgyaltak a kínai partnerrel való együttműködés lehetőségeiről.*

A KÉSZ Kft. munkatársainak lehetőségük nyílt meglátogatni az SCG jelenleg futó legnagyobb építkezési projektjét, egy Shanghajban létesülő új közlekedési komplexumot, amely egy nemzetközi repteret, mágnesvasút-állomást, metrócsomópontot, autópálya-csomópontot, szállodákat, parkolókat tartalmaz több szinten a föld alatt és a föld felett. A vendéglátók a magyar küldöttséget elkalauzolták egy, az SCG által kivitelezett shanghaji iroda-épületegyüttes építési helyszínére is, ahol éppen az acélszerkezet-szerelési munkálatok zajlottak két fiatal, az egyetemen 2-3 éve végzett mérnök vezetésével. A KÉSZ Kft. munkatársai emellett megtekintették a Chint (alacsony feszültségű termékek gyártásában Kínában első, a világon pedig a harmadik) elektromos alkatrészgyártó üzemét és az Asia Paint festékgyárat is. Az SCG vezetőivel lezajlott megbeszéléseken szó esett a két cég közötti együttműködés lehetőségeiről.

Az egyik vezető kínai építőipari vállalat, az SCG meghívására az ázsiai országban járt a KÉSZ Kft. küldöttsége





# BAUMIT reagipsz KÉNTÉLENÍTŐ ÜZEM VISONTÁN

Elkészült a Baumit reagipsz kéntelenítő üze­me Visontán. A projekt során a KÉSZ Kft. egy közel 2000 négyzetméter alapterületű gyártócsarnokot illetve két technológiai tornyot (egy 22 méter magas keverőtornyot illetve egy 34 méter magas

késztermék-tornyot) épített meg 600 tonna saját gyártású acélszerkezet felhasználásával. A cég az acélszerkezet-szerelés mellett a technológiai szerelést és burkolást is elvégezte a kén­telenítő üzemben.



Építési fázisok a visontai BAUMIT reagipsz kén­telenítő üzemenél



szakértő  
hegesztőanyagok

Corweld Plus Kft.

1119 Budapest, Andor u. 60.  
telefon +36 1 208 4641  
fax +36 1 208 1858  
e-mail office@corweld.hu  
website www.corweld.hu



me  
and  
my  
PRO

**KEMPI**  
hivatalos magyarországi képviselő

„ Az elérhető álom

Pro Evolution 4200  
+ Speedglas 9002V  
+ szerszámos doboz

2.890.000,- Ft helyett  
most 1.699.000,- Ft

A Kemppi a Pro gépcsaldó 15 éves évfordulója alkalmából az egész világra szóló akciót indít, melynek célja, hogy a Pro Evolution gépeket a legkedvezőbb áron tegyük elérhetővé.

A speciális csomag egy PRO 4200 inverteres áramforrásból, 4 görgős előtőlóból, vízhűtőből, profi kezelőpanelből áll, mely beépített, a munkatartományokra kiválóan illeszkedő szinergikus programjaival, memóriával a legkényesebb feladatokra is megfelel.

Reméljük, hogy e kivételes ajánlat felkelti érdeklődésüket és kihasználják az egyedi feltételeket.

Amennyiben bármelyik PRO csomag kipróbálása mellett döntenek, hegesztőmérnök csapatunk minden részletre kiterjedő, díjmentes bemutatóval segíti munkájukat.



Figyelem! A kép nem illusztráció, tényleg egy komplett PRO Evolution van a csomagban.

www.corweld.hu



# Könnyűszerkezetes tetőfedés acéllemezből

A cserepeslemez előnye: hosszú élettartam, könnyű szerelhetőség, nagy teherbírás, nem repedezik, és a súlya minimális.

A cserepeslemez az egy- és többlakásos családi házak, gazdasági és közhasznú épületek, templomok és más műemlék jellegű épületek tetőinek modern, tartós és esztétikus befedését szolgálja. A többfajta felületen való felhasználhatósága, valamint a széles színskála lehetővé teszi, hogy a tetőt a homlokzattal és a környezettel összhangba



hozzuk. A lemezek szélessége 1,01 méter és maximálisan 5,35 méter hosszúságú lehet. Annak köszönhetően, hogy a lemezek konkrét hosszúságban készülnek, a hulladék minimális mennyiségre csökken. A cserepes lemez súlya mindössze kb. 5 kg/m<sup>2</sup>, ami azt jelenti, hogy a hagyományos cseréphez képest közel tízszer könnyebb. A cserepes lemezeket a B, L és U olyan épületek tetőinek befedésére lehet használni, amelyeknek dőlésszöge nem kisebb, mint 8° (14 százalékos).

A cserepeslemez alá minden esetben fóliát kell rögzíteni, hogy elvezesse a párákat, átteressze a levegőt, illetve hang- és hőszigetelés szempontjából is fontos.

A lemezek rögzítését az EPDM gumi gyűrűvel ellátott 4,8 × 35 milliméteres önfűrös csavarok szolgálják. A gumi nem érzékeny a hőmérséklet ingadozásaira, biztosítja a rögzítés szorosságát. A lemezeket egymás között 4,8 × 19 milliméter önfűrös csavarokkal rögzítjük. A felhasznált csavarok száma mintegy 7-8 db/felület négyzetméterre, ami a tető alakjától, valamint a bádoglemezek mennyiségétől függ.



A bádoglemezek ugyanabból az anyagból, azonos színben és bevonattal készülnek, mint a cserepes lemez.

A cserepeslemez gyors szereléséhez részletes útmutató áll rendelkezésre.

A két oldalon horganyozott és több rétegű festékkel bevont cserepes lemezek garantálják a hosszú élettartamot, és az átrozdásodás elleni védelmet. A lemez önmagát tisztítja, a szennyeződéseket az eső könnyen lemossa.

A lemezek 25 µm fényes poliészter, vagy 35 µm matt poliészter, illetve 50 µm pural festékbevonattal készülhetnek, ami a horganyréteg, passziváló réteg, és primer réteg felett helyezkedik el. (x)



**Polmetál Pruszyński Kft.**

H-9736 Tormásliget, Ipartelep 127/5.

Tel: 94/565-164 • Fax: 94/565-165

www.pruszynski.hu • polmetal@pruszynski.hu





**FÉMSZERKEZET ÉPÍTŐ és SZERELŐ KFT.**



Megtervezzük és kivitelezük a csarnokokat, a vevők igényeinek megfelelően.

Így az acélszerkezetekkel, a hozzá tartozó tető- és falburkolatokkal az épületek funkcióinak legmegfelelőbb anyagokat alkalmazzuk, legyen az szendvicspanel, trapézlemez, vagy más könnyűszerkezetes termék.

Elérhetőségeink:

FÉMSZERKEZET Építő és Szerelő Kft.

Nyíregyháza, Lomb u. 16.

Telefon: (42) 465 156, fax: (42) 596 728

E-mail: [info@femszerkezet.hu](mailto:info@femszerkezet.hu)

**Minőség, megbízhatóság = CLOOS**  
SCHWEISSTECHNIK



**AZ IMPULZUSOS  
HEGESZTŐGÉPEK  
ÚJ GENERÁCIÓJA**

- ECO, MASTER és PREMIUM felszereltség
- 350, 450 és 600 A teljesítményben
- A szinergia beállításokon felül 6 professzionális alapbeállítás

[www.qineo.com](http://www.qineo.com)



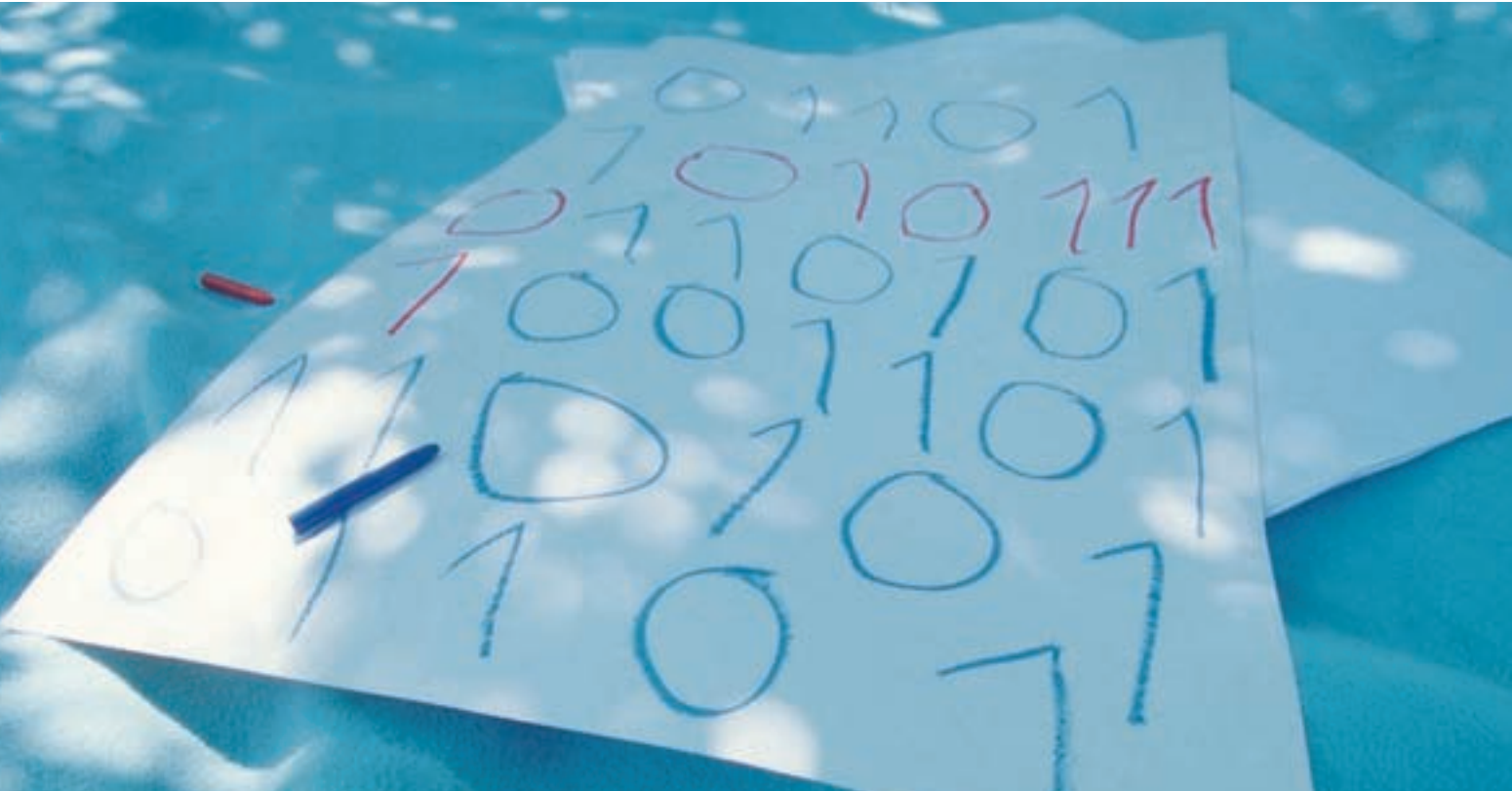
**CROWN INTERNATIONAL KFT.** KIZÁRÓLAGOS MAGYARORSZÁGI KÉPVISELET

1163 Budapest, Vámosgyörk u. 31. • Telefon: 403-5359, Fax: 403-2243 • [info@cloos.hu](mailto:info@cloos.hu) • [www.cloos.hu](http://www.cloos.hu)





www.reklamaburoo.at



*Michael Zauner, szoftverfejlesztő, Philipp fiával*

## A teljesen digitális hegesztőgépek első CAD\* rajza

\* gyermekkel segített tervezés

Aki a fejlesztésben is piacvezető akar maradni, folyamatosan a tökéletesítéseken gondolkodik a munkahelyén és a szabadidejében is. Ezért a mi fejlesztőink mindig nyitottak a megújulásra. Így keletkezik néhány lefirkantott egyesből és nullából új, úttörő Fronius technológia ötlete: az első teljesen digitális hegesztő berendezés. A részegységek digitalizálása kiváló hegesztési és ívgyújtási tulajdonságokat, a tökéletes reprodukálhatóságot, összehasonlíthatatlan pontosságot és egyedülállóan könnyű kezelhetőséget tesz lehetővé. A digitális forradalom a jövő hegesztéstechnológiáját hozza el. Használja már most!

Froweld kft., 1239 Budapest, Grassalkovich u. 255.

Tel: 287-8477, Fax: 287-8476, info@fronius.hu, www.froweld.hu



AKI JOBBAN HEGESZT





## **KORSZERŰBB VÉDELEM HOSSZABB ÉLETTARTAM**

- Széles termékválaszték
- Személyre szabott megoldások egyedi projektekhez
- Professzionális technológiai szolgáltatások



## **KORRÓZIÓ ELLENI BEVONATRENDSZEREK**

Hempel Magyarországi Fióktelepe  
1094 Budapest, Tűzoltó u. 59.  
Telefon: (1) 411 10 90  
[www.hempel.hu](http://www.hempel.hu)

# HEMPEL

# GÉPER Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.

Messer Cutting Systems Magyarországi Képviselet

CNC lézer-, plazma-  
és lángvágó rendszerek

- Forgalmazás
- Vevőszolgálat
- Szerviz

Kecskemét, Irinyi u. 29. • Tel/Fax: (+36) 76-481886 • Tel: (+36) 76-489527  
E-mail: messer@geper.datanet.hu • www.geper.hu



## MEGRENDELŐLAP

Előfizetésben megrendelem a MAGÉSZ

Acélszerkezetek című folyóiratot ..... példányban.  
Előfizetési díj: 1 évre 3800 Ft+áfa és postaköltség.

Megrendelő: .....

Cím: .....

Telefon/fax/e-mail: .....

Kelt: .....

P.H. ....

aláírás

A megrendelőlapot  
**MAGÉSZ 1161 Budapest, Béla utca 84.**  
**Tel./fax: 1/405-2187**

címre kérjük.

## H I R D E T É S

**1 oldal (A/4) színes:**

MAGÉSZ tagoknak 100 000 Ft+áfa  
külső cégeknek 140 000 Ft+áfa

**1/2 oldal (A/5) színes:**

MAGÉSZ tagoknak 50 000 Ft+áfa  
külső cégeknek 70 000 Ft+áfa

Nagy József

Telefon:  
06 20 468-4680

Telefon/fax:  
06 25 581-623

E-mail:  
jnagy62@freemail.hu

Azon partnereink részére,  
akik minden számban hirdetnek (4 db/év),  
**10% kedvezményt** adunk.

 **MAGÉSZ<sup>®</sup>**  
**ACÉLSZERKEZETEK**

Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association

[www.magesz.hu](http://www.magesz.hu)

Kiadja a Magyar Acélszerkezeti Szövetség 1161 Budapest, Béla u. 84.  
Tel./fax: (1) 405-2187, E-mail: magesz@t-online.hu

Felelős kiadó: Markó Péter  
Felelős szerkesztő: Dr. Csapó Ferenc  
A szerkesztő munkatársa: Nagy József

ISSN: 1785-4822

Készült: TEXT Nyomdaipari Kft. Dunaújváros, Papírgyári út 49., 2401 Pf. 262  
Telefon: (25) 283-019, Fax: (25) 283-129, E-mail: studio@textnyomda.hu





# Lincoln Electric Europe



## Hegesztőanyagok minden célra

Lincoln Electric Magyarországi Képviselet

1222 Budapest, Búzakalász u.10.

Tel: +36-70-319-9582, Fax: +36-70-319-9585

e-mail: [zmiskei@lincolnelectric.eu](mailto:zmiskei@lincolnelectric.eu), [www.lincolnelectric.hu](http://www.lincolnelectric.hu)

**LINCOLN**<sup>®</sup>  
**ELECTRIC**

THE WELDING EXPERTS<sup>®</sup>



Újronnan kifejlesztett  
megoldások a legmagasabb  
igénybevételek számára.

## HIGH LOAD HIGH WEAR

Az abrázio, erózió, ütésszerű igénybevétel, vagy a felület kifáradása formájában megjelenő nagymértékű terhelés és nagymértékű kopás tönkreteszi az Önök berendezéseit.

Hegesztés, keményforrasztás, termikus fémszórás és kopásálló lemezek – mindezek azok a technológiáink, amelyeket újszerű, költséghatékony és komplex megoldásokként

ajánlunk a berendezések védelmére és javítására. Fogyóeszközök, berendezések, funkcionális alkatrészek, egyedi konstrukciók vagy teljesen automatizált rendszerek – a berendezések hasznos élettartama meghosszabbítása céljából Önöknek a leggazdaságosabb módot tudjuk nyújtani. Bizzon egy világszerte vezető cég „nagymértékű terheléshez nagymértékű kopáshoz” nyújtott megoldásaiban.

Castolin Hegesztéstechnikai és Műszaki Kereskedelmi Kft.  
1146 Budapest, Hungária rt. 140-144.  
Telefon: (06)1 471 5224 Fax: (06)1 471 5227  
E-mail: castolin@castolin.hu honlap: www.castolin.hu

AZ Önök eszköze a kopásvédelmi  
javító- és kötőhegesztési megoldásokhoz

→ [www.castolin.com](http://www.castolin.com) → [www.eutectic.com](http://www.eutectic.com)

