MAGÉSZ®

2020
XVII. évfolyam 1. szám

ACÉLSZERKEZETEK

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

Fotó: Dr. Jankelovics János

ÉPÜL A BIODÓM

Cikkeinket lásd a 22–26. és a 30–37. oldalakon.

A TARTALOMBÓL:

- *Szövetségi hírek*
- *Innovatív öszvérhidak Érden*
- *Innovációs díj pályázati felhívás*
- *Beszámoló a 23. Fémszerkezeti Konferenciáról*
- *Liget projekt – Zene Háza*
- *Az épülő Biodóm*
- *170 éves a Széchenyi lánchíd*

www.magesz.hu

böhler welding
by voestalpine

Lasting Connections

TERRA & URANOS

Az új referencia a hegesztőgépek között.

Az Ön kihívása fémből gyártott anyagok összehegesztése. Tudja, hogyan kell hidakhoz, gépekhez és erőművekhez tervezett alkatrészeket hegeszteni.
A munkájához nem „egy" megoldásra van szüksége, megérdemli a legjobbat.
Egyedülálló portfóliónk csúcsminőségű hegesztőanyagokból, alkalmazástechnikai szolgáltatásokból, kiegészítőkből és hegesztőgépekből áll, mellyel teljes körű megoldást tudunk nyújtani. A Terra és Uranos termékcsaláddal pedig új mércét állítunk fel a mindennapos és a különleges hegesztési feladatoknál.
A hegesztőanyagok és gépek az alkalmazástechnikai tudásunkra építve az iparágban egyedülálló módon össze lettek hangolva, mely a precizitás újabb lépcsőfokát teszi lehetővé. Ezzel megcélozhatja az iparágában legjobb kötéseket, melyekre büszke lesz.
Ehhez 5 év garanciát adunk valamennyi Terra és Uranos hegesztőgépünkhöz.

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

SZÖVETSÉGI HÍREK

TÁJÉKOZTATÁS A MAGÉSZ 2019. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

– elhangzott a MAGÉSZ évzáró rendezvényén, 2019. december 4-én –

Tisztelt Tagtársak, kedves Vendégeink!

A tavalyi év jelentős évforduló volt a MAGÉSZ életében. 20 évesek lettünk.

Az elnökség úgy döntött, hogy méltóképpen ünnepeljük meg a 20 éves évfordulót. Az ünneplésre 2018. május 24-én került sor az Európa rendezvényhajó fedélzetén, ahová nemcsak tagjainkat, de azok párjait is meghívtuk. A megjelent mintegy 150 fő egy igazi család tagjai voltak, akik a remek vendéglátás mellett különféle programokban is részt vettek, amíg a hajó az éjszakai Budapest festői díszletei között körutat tett. Mindnyájunknak felejthetetlen élmény marad.

A rendezvényre két könyvet jelentettünk meg:

- **20 éves a MAGÉSZ jubileumi évkönyve;**
- **A Széchenyi lánchíd szerkezetének átépítése 1913–1915 között.** (A BME Hidak és Szerkezetek Tanszékével közösen.)

A 21 évvel ezelőtt 28 taggal megalapított szövetség az évek során dinamikusan fejlődött és ma már **94 tagunk van**, annak ellenére, hogy semmiféle tagtoborzást nem végzünk. Sikeres működésünknek ez az egyik jelzőszáma.

22 tagvállalatunk – acélszerkezettervezők, -gyártók, kivitelezők – valamint **56 egyéni tagunk**, akik különféle társaságok mérnökei és felsőoktatási intézmények, műszaki egyetemek, főiskolák oktatói. **12 pártoló** tagunk továbbá **3 tiszteletbeli** tagunk és **1 társult tagunk van.**

Az idén **egy tagunk lépett ki**: Antal Árpád egyéni tag.

Belépés: Diplomadíjasok, MSC kategória: Péter Zsolt és Pillmann Gergely; BSC kategóriában: Hokstok Dóra.

Társult tagok vagyunk a MAGEOSZ, Magyar Gépipari és Energetikai Országos Szövetséggel.

Együttműködési megállapodást kötöttünk a Magyar Hegesztési Egyesülettel (MAHEG).

Szoros kapcsolatot építettünk ki a **Hidászokért Egyesülettel.** Egymás rendezvényein részt veszünk.

A MAGÉSZ tagjai képviselik a magyar acélszerkezeti ipar termelésének 60–65%-át.

Szövetségünk mindazon tagok szakmai érdekképviseletét vállalja, akik ezen a területen végzik tevékenységüket. Bár egymásnak bizonyos területeken versenytársai vagyunk, de összefogással egymás segítői lehetünk.

Már szövetségünk alapításakor célul tűztük ki, hogy kapcsolatot építünk ki a nemzeti szövetségekkel és csatlakozunk nemzetközi szervezethez. Ebből a reális megfontolásból kértük felvételünket az **Európai Acélszerkezeti Szövetségbe (ECCS).** Felvételünket a Finn Acélszerkezeti Szövetség jelölte. Majd miután minden tagállam elfogadta felvételi kérelmünket, 2000 szeptemberében az ECCS teljes jogú tagja lettünk.

A 20 éves évforduló egyben azt is jelentette, hogy az 5 éve megválasztott tisztségviselők mandátuma lejárt, ezért választást kellett tartani. A választást a lehető legdemokratikusabb módon bonyolítottuk le. Az elnökség által felkért választóbizottság minden tagunk véleményét kikérte, és ez alapján az elnökség a közgyűlés elé terjesztette javaslatát.

Titkos szavazás alapján az alábbi eredmény született:

***Aszman Ferenc** elnök, **Dr. Csapó Ferenc** titkár* (őket külön kellett megszavazni).

*Elnökségi tagok: **Derczó István, Duma György, prof. Dr. Dunai László, Papp Zoltán, Tarány Gábor, Uhrinyi Balázs.***

*Póttag: **Deák László.***

Az alelnök megválasztása az elnökség hatásköre. 2018. október 2-án *alelnöknek **Uhrinyi Balázst*** megválasztotta, aki a KÉSZ Ipari Gyártó Kft. ügyvezető igazgatója.

A **Fővárosi Törvényszék** 2018. július 4-i végzésével nyilvántartásba vette a MAGÉSZ képviselők adatainak vál-

TARTALOM
CONTENTS

Szövetségi hírek 1
Association News 1

A MAGÉSZ felhívása: „Acélszerkezeti Innovációs Díj” pályázat 3

Beszámoló a 23. Fémszerkezeti Konferenciáról 4

Felhívás a XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferenciára . . . 5

Liget Projekt – Magyar Zene Háza a jelen és a jövő épületei 6

170 éves a Széchenyi lánchíd. Beszámoló a konferenciáról 10

NAGÉV CINK – Jó konstrukciók kiváló minőségű tűzihorganyzáshoz 16

Másodlagos tartószerkezeti elemek tűzvédelmi megoldásai 18

XI. CLOOS – ÓE Bánki Kar szimpózium . 20

Új acélszerkezet a Városligetben 22

A Biodom építése 30
Building the Biodom 30

Innovatív öszvérhidak Érden. A Szent István úti közúti felüljárók tervezési tapasztalatai 40
Innovative composite bridges in Érd. Design experiences of the Szent Istvan road bridges 40

Megvalósult projekt a gyakorlatból. A hagyomány összeköt. A Nussbaum cég a CLOOS segítségével modernizálja gyártását 50

Körbebetonozott szelvényből álló öszvéroszlop méretezése 54
Design of the composite columns with concrete encased section 54

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

tozását. A képviselői megbízatás időtartama: 5 év; **megszűnésének időpontja: 2023. április 10.**

A MAGÉSZ a 2019. évet is eredményesen zárta, nemcsak gazdaságilag, de az alapításkor megfogalmazott működés tekintetében is. A részletes gazdasági eredményeket a jövő évi közgyűlésen, a mérlegbeszámoló ismertetésekor közöljük.

Szövetségünk minden évben a közgyűlés által jóváhagyott **„munkaterv"** alapján dolgozik.

Örömmel számolhatok be róla, hogy 2019-ben is az elfogadott munkaterv minden pontját teljesítettük.

Az **elnökségi üléseket** és a **közgyűlést** szintén a munkatervben meghatározott időben és helyen tartjuk. Igen eredményesek a kihelyezett elnökségi ülések, ahol az elnökség tagjai közvetlenül kapnak információt az egyes tagvállalatoktól. Idén a **Weinberg '93 Építő Kft.**-nél tartottunk elnökségi ülést. A cég tájékoztatása működésükről kiemelkedő műszaki tevékenységet takar, melyről az elnökség elismerését fejezte ki.

A közgyűlésről és az elnökségi ülésekről a MAGÉSZ Acélszerkezetek c. szaklapunkban adunk tagjainknak tájékoztatást, a szakmai publikációk mellett.

A MAGEOSZ a MAHEG és a Hidászokért Egyesület rendezvényein rendszeresen részt veszünk, és szintén a folyóiratunkban adunk ismertetést a társszövetségeink munkájáról.

Továbbra is nagy hangsúlyt fektetünk ***konferenciák***, ill. ***szakmai napok*** szervezésére. Első szakmai konferenciánkat 1999 májusában rendeztük tagjaink jelentős részvételével. Acélszerkezeti konferenciákat kétévente azóta is rendszeresen szervezünk, ahol lehetőség van szakembereink számára, hogy kicseréljék tapasztalataikat és személyes kapcsolatokat alakítsanak ki, amelyek biztosítékai a további sikeres együttműködéseinknek is.

Az idei XV. Acélszerkezeti Konferenciát 2019. május 22–23-án rendeztük Dunaferr-látogatással egybekötve.

Az elhangzott előadásokat konferenciakiadványban jelentettük meg.

2019. november 7-én MKE–MAGÉSZ, 23. Fémszerkezeti Konferencia, amelyet az „**Innovatív megoldások a könnyűszerkezetes építésben"** címmel rendeztünk, nagyon jó színvonalú volt, és a résztvevők száma a várton felül volt.

DÍJAK

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 évente pályázattal lehet elnyerni.

2019-ben sajnos nem érkezett be pályázat.

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

Szövetségünk a diplomadíj alapításával a mérnökképzést, a szakmai utánpótlást kívánja segíteni, amelyet Alapszabályában is rögzített.

2019-ben a MAGÉSZ Acélszerkezeti Diplomadíj kitüntetettjei:

MSC kategória
I. hely: Péter Zsolt (BME)
Szabad formájú rácsos acél felületszerkezet alkalmazási lehetőségének vizsgálata gyalogos hídszerkezet esetén.
Különdíj: Pillmann Gergely (BME)
Vasúti híd fáradásvizsgálata törésmechanikai megközelítéssel.

BSC kategória:
I. hely: Hokstok Dóra (BME)
Jégpálya acél lefedés tervezése.

Az elnökség úgy határozott, hogy pályázat benyújtására kérjünk fel minden felső oktatási intézményt, amelyen acélszerkezeti képzés folyik. Ez megtörtént, és ilyen felhívást a jövőben is megteszünk. A pályázatokról és a díjak odaítéléséről, továbbá a nyertes dolgozatokról folyóiratunkban részletesen beszámolunk, illetve cikket jelentetünk meg, amely tömörítve ismerteti a díjnyertes pályázat lényegét.

Fenti elismerések nem fedik le teljességgel azokat a kimagasló teljesítményeket, melyet mérnökeink, műszaki munkatársaink nyújtanak a szakma művelése terén.

Az elnökség ezért úgy határozott, hogy megalapítja az ***„Acélszerkezeti Innovációs Díj"***-at.

A díj azon magánszemélyek vagy társaságok erkölcsi elismerésére szolgál, akik az acélszerkezeti – vagy ahhoz közelálló – szakterületen kiemelkedő műszaki, gazdasági innovációs teljesítményt értek el, és tagjai a MAGÉSZ-nek.

Az alapítói okiratot elkészítettük, melyet a közgyűlés 2015. április 15-i ülésén elfogadott. Az alapító okirat alapján elkészített pályázati felhívást közzétettük az Acélszerkezetekben, feltettük a honlapunkra és megküldjük minden év elején tagjainknak.

Felhívásunkra két pályázat érkezett 2015-ben, de sajnos sem 2016-ban sem 2017-ben sem 2018-ban sem 2019-ben pályázat nem érkezett.

Az elnökség nevében ezúton is megköszönöm mindazon társaságok és személyek munkáját, akik 2019. évben pályázatot nyújtottak be. Külön köszönet illeti azon felsőoktatási intézményeket akik elősegítették és támogatták a diplomadíj-pályázatok beadását.

A tagdíjról:

A MAGÉSZ idén is takarékosan és felelősen gazdálkodott. 2012 óta nem emeltünk tagdíjat, és az előzetes számok azt mutatják, hogy szövetségünk idén is nyereséges lesz. A tagdíjról a jövő évi közgyűlés dönt.

A honlapról:

Honlapunkat az előző évben módosítottuk: Korszerűbb, kibővített, gyorsabb, átláthatóbb és esztétikusabb a korábbinál, magyar és angol nyelven olvasható, és rendszeresen frissítjük.

MAGÉSZ Acélszerkezetek:

Az 1998. évi alapítást követő évben már megjelentettük első újságunkat *„MAGÉSZ Hírlevél"* néven, amely később a *„MAGÉSZ Acélszerkezetek"* címmel negyedévente megjelenő folyóirattá nőtte ki magát. Lapkiadási engedéllyel rendelkezünk, és az Országos Széchenyi Könyvtár részére minden számból megküldjük a 6 kötelespéldányt. Az újság honlapunkon is olvasható, a korábbi számokkal együtt. Sikeres, jó színvonalú, nagy érdeklődésre számot tartó kiadvány, amely szakmánkat méltóképpen reprezentálja.

A MAGÉSZ név ma jól cseng. Több társszövetséggel együttműködünk, a kamarák és a kormányzati szervek is jegyzik nevünket.

Köszönjük tagjainknak a 2019. évben a szövetség érdekében végzett munkájukat, és egyúttal eredményes 2020. évet kívánunk minden tagunknak.

Aszman Ferenc

A MAGÉSZ PÁLYÁZATI FELHÍVÁSA

A Magyar Acélszerkezeti Szövetség meghirdeti az

„ACÉLSZERKEZETI INNOVÁCIÓS DÍJ”

pályázatot

A MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség a tagjai részére, azok innovatív tevékenységük elismerésére díjat alapított.

A díj neve: „ACÉLSZERKEZETI INNOVÁCIÓS DÍJ”

A díj azon magánszemélyek, vagy társaságok erkölcsi elismerése, akik az acélszerkezeti – vagy ahhoz közelálló – szakterületen kiemelkedő műszaki, gazdasági innovációs teljesítményt értek el, és tagjai a MAGÉSZ-nek.

A díjat pályázattal lehet elnyerni.

Pályázhatnak a szakterülethez kapcsolódó oktatás, tervezés, gyártás, építés, felületvédelem, tűzvédelem, műszaki ellenőrző vizsgálatok résztvevői, külön-külön és együttesen is.
Pályázni olyan pályaművel lehet, amely a műszaki-gazdasági előnyök bemutatása mellett az innováció eredetiségét és hasznosságát is kellőképpen tartalmazza.

A pályázat tartalmi és formai követelményei:

– **Összefoglaló** a pályázó adataival, tömör témaleírás, a díjra terjesztés indoklása (2 oldal).
– **Részletes leírás** az innováció tartalmáról, megvalósításáról, eredményéről (max. 3 oldal).
– **Referenciák,** szakvélemény, minőségi tanúsítványok, vevővélemény, szaklapcikk stb.
– **Nyilatkozat:** a pályázati adatokról, információkról és a szellemi tulajdonvédelmi jogok hitelességéről.

A pályázatot a MAGÉSZ elnökségi ülésén max. 10 perces, vetített előadásban is be kell mutatni.

Értékelés

A díj odaítéléséről az elnökség dönt – két fő felkért szakértő véleményezését is figyelembe véve – a vetített előadást követően. A döntésnél az újszerűség, az eredményesség és az eredetiség meghatározó szempont.

Általános feltételek

– Évente egy díj ítélhető oda.
– Pályázni a pályázati felhívást megelőző 3 naptári évben történt innovációs tevékenységgel lehet.
– A díj átadása a MAGÉSZ évzáró rendezvényén történik.
– A díj plakett, bekeretezett kivitelben (Pintér Lajos, kreatív tervező alkotása).
– A díjazottak publikációjukban, kiadványaikban, hirdetésükben, neveik mellett feltüntethetik a díj elnyerését.
– A pályázati hirdetményt az „Acélszerkezetek” című folyóiratunkban és honlapunkon (www.magesz.hu) közzétesszük.
– A MAGÉSZ arra törekszik, hogy a díj átadása, illetve a díjazottak teljesítménye minél nagyobb nyilvánosságot kapjon, ezáltal a díjazott szakmai elismerése jelentősen nőjön.

Beadási határidő

2020. szeptember 1.

A pályázatokat egy példányban az következő címre kérjük eljuttatni:
MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség
1161 Budapest, Béla u. 84.

MAGÉSZ elnöksége

További információ: Dr. Csapó Ferenc, 30/9460-018, magesz@t-online.hu, www.magesz.hu

A konferencia szervezői nevében:
Dr. Horváth László, *MKE*

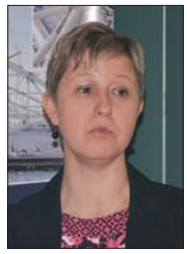
BESZÁMOLÓ A 23. FÉMSZERKEZETI KONFERENCIÁRÓL

A Magyar Könnyűszerkezetes Egyesület (MKE) és a Magyar Acélszerkezeti Szövetség (MAGÉSZ) közös szervezésében immár 23. alkalommal rendezték meg a fémszerkezeti konferenciát. Mindkét egyesület a fémszerkezetek építéséhez kapcsolódó szakembereket és cégeket tömöríti, így a konferencia témáit rendszeresen a szűkebb vagy tágabb érdeklődési körből választjuk. A 23. konferencián széles körképet kívántunk adni a könnyűszerkezetes építésben megjelenő innovatív megoldásokról – a solar házaktól a nagy fesztávú létesítményekig.

A konferenciát, most már hagyományosan, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék tárgyalótermében rendezték meg 2019. november 7-én, nagyszámú érdeklődő előtt. A 8 előadást két szekcióban mutatták be, a szekciók elnöki feladatait ***Aszman Ferenc,*** a MAGÉSZ elnöke és ***Horváth László,*** az MKE elnöke látták el.

Horváth László és Aszman Ferenc szekcióelnökök

Az előadások sorát **dr. Terjék Anita,** az ÉMI Innovációs igazgatóság senior szakértője nyitotta meg. A Solar Decathlon 2019 nemzetközi házépítőversenyről számolt be, amelyen egyetemistákból álló csapatok építettek energiahatékony épületeket. A középpontban a napenergia felhasználása állt, de emellett számos innovatív, ötletes megoldást alkalmaztak az elkészült lakóépületekben. Tíz csapatban 27 felsőoktatási intézmény diákjai vettek részt a versenyen, közöttük két magyar csapat is volt. A bemutató mindnyájunkban felkeltette az érdeklődést és a vágyat, hogy személyesen is felkeressük és megnézzük a Solar Decathlon falut – az ősz folyamán az MKE szervezett is szakmai kirándulást Szentendrére, a tervek szerint pedig tavasszal újra megnyílik majd a falu a látogatók számára.



Dr. Terjék Anita

Somogyi Tamás ügyvezető és **Horváth Ádám** mérnök a SOKON Kft.-nél kifejlesztett innovatív megoldásokat mutatták be. Számos érdekes rétegelt-ragasztott fa szerkezetű létesítményt, új és látványos megoldást láthattunk képeiken.

Horváth Ádám

Somogyi Tamás

Látványos szakterület specialistái következtek. **Nagy Boldizsár** és **Hazay Máté,** a KGM Europe Kft. szakemberei a

Nagy Boldizsár

Hazay Máté

A konferencia résztvevői

reklámtornyok tervezésének, szerelésének, gyártásának különlegességeiről tartottak előadást. Nemcsak hazánkban, hanem több külföldi országban – immár a Közel-Keleten is – találkozhatunk az általuk tervezett, akár 70 m-es magasságú reklámhordozó acéltornyokkal.

Bükkösi Raymund

Bükkösi Raymund projektvezető, statikus tervező a Biodóm példáján mutatta be, hogy milyen kihívásokkal kell megküzdeni egy bonyolultabb, érdekesebb formatervezésű létesítmény tervezése és építése során. A főváros egyik látványossága lesz a Biodóm és annak acél tartószerkezete. A szerelés folyamatának nyomon követése, a tervezett alak biztosítása érdekében a 3D-s módszerek egész arzenálját kellett bevetniük.

A délutáni előadások közül szorosan kötődött az előbbi témakörhöz **Lódri Csaba** és **Martinovich Kálmán** bemutatója. Mindketten a BIM Design Kft. statikus tervezői és a cég nagy fesztávú, érdekes formatervezésű acélszerkezeteinek optimális tervezéséről, 3D-s gyártmánytervezéséről, a gyártás és szerelés integrált folyamatáról adtak körképet. Különleges építészeti formájuk miatt mind a Puskás Ferenc stadion acél tetőszerkezete, mind a rigai OpenAir Stage színpad-lefedése számos kihívást jelentettek a mérnök számára.

Lódri Csaba

Martinovich Kálmán

Bánszky József

A kávészünet után **Bánszky József** ügyvezető mutatta be könnyűszerkezetű térlefedések néhány érdekes példáját. Nemcsak tárolási létesítményeket, hanem például nagy fesztávú jégcsarnokot is készítettek a Struktúra-Bau Kft.-nél már hosszú idő óta eredményesen alkalmazott különlegesen könnyű, zárt és nyitott szelvények kombinációjából alkotott acélszerkezetekkel.

Szántó László

A konferenciát záró előadásban **Szántó László**, az EXON2000 Kft. ügyvezetője a tervezett budapesti atlétikai stadionról szólt. Nemcsak az érdekes acélszerkezetű lefedést mutatta be, hanem a stadion környezetét, és magát a létesítményt is ismertette. Reméljük, hogy rövidesen mi is ott sétálhatunk a nézőtéri karéjon, és pihenhetünk az ottani padokon!

Ismét sok érdekességet, újdonságot hallhattak–láthattak a konferencia résztvevői. Várjuk Önöket is 2021 őszén a következő, 24. Fémszerkezeti Konferencián!

F E L H Í V Á S

a XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferenciára

Budapest, 2020. május 21–23.

A rendezvény helyszíne:

Óbudai Egyetem,

1034 Budapest, Bécsi út 96/b

A Magyar Hegesztési Egyesület (MAHEG) – a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesüléssel (MHtE), a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületével (MAE), a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetséggel (MAROVISZ), a Magyar Acélszerkezeti Szövetséggel (MAGÉSZ), a Magyar Járműalkatrészgyártók Országos Szövetségével (MAJOSZ) és az Óbudai Egyetemmel (ÓE) együttműködésben – megrendezi a **XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferenciát,** amelynek központi témája: **a szerkezetgyártás korszerű anyagai és kötéstechnológiái XXI. században.**

A jubileumi konferencia szakmai területei

- korszerű hegesztési eljárások és eljárásváltozatok a szerkezetgyártásban,
- hegesztett kötések és szerkezetek vizsgálata,
- modellezés és szimuláció,
- nagy energiasűrűségű hegesztőeljárások,
- nagy szilárdságú acél- és alumíniumötvözetek hegesztése,
- automatizálás és robottechnológia,
- nemfémes szerkezeti anyagok kötési technológiái,
- hegesztett termékek beszállítói tapasztalatai,
- kötéstechnikák a járműiparban.

A konferencia szakmai programja

A szakmai programot a konferencia fő témaköreihez kapcsolódó,

- plenáris jellegű, a programbizottság által felkért előadók előadásai (25–30 perc időtartamban),
- bejelentkezett előadások (15–20 perc időtartamban),
- szakterületi fórum, valamint
- a konferencia előterében termékek és szolgáltatások, illetve az azokkal kapcsolatos ismeretek megjelenítésére alkalmas kiállítások képezik.

(forrás: MAHEG felhívás)

Derczó István *ügyvezető igazgató*
Weinberg '93 Építő Kft.
Mázsa Ákos *projektigazgató, Városliget Zrt..*
Liget Budapest

LIGET PROJEKT
MAGYAR ZENE HÁZA A JELEN ÉS A JÖVŐ ÉPÜLETEI

A Liget Budapest Projekt nemcsak Magyarország elmúlt száz évének, de az egész nyugati világ s benne Európa legnagyobb, rangos nemzetközi díjakkal elismert világszínvonalú kulturális városfejlesztése. A száz éve nem látott, történelmi léptékű vállalkozás a nemzeti emlékezetünkben kitüntetett szerepet betöltő Városliget parkját újítja meg, jelentős mértékben bővíti annak zöldfelületeit oly módon, hogy egyúttal megteremti a magyar kultúra évszázados, kiemelkedő teljesítményének széles körű hozzáférhetőségét. Parkjának és épületeinek megújítása és az új kulturális intézmények megépítése után a Városliget mindenki számára többet és jobbat fog nyújtani az eddigieknél.

A Liget Budapest Projekt keretében 2019 májusában elkészült Európa egyik legnagyobb és legkorszerűbb múzeumi háttérintézményének, az **Országos Múzeumi Restaurálási és Raktározási Központnak** az épülete a Városliget melletti Szabolcs utcában. Az új komplexum a városligeti kulturális intézmények számára nyújt szakmai háttérbázist.

Befejeződött az egykori Olof Palme Ház, a Városliget egyik legrégebbi és legimpozánsabb épületének műemléki rekonstrukciója. A régi pompájában felújított épület új néven, **Millennium Házaként** 2019-ben nyitotta meg kapuit a látogatók előtt. A homlokzaton több tucat restaurátor munkája nyomán újultak meg a gazdag Zsolnay díszítések, a belsőépítészeti kialakítás során pedig elbontották az utólagos toldásokat, így visszaállítva az eredeti térszerkezetet.

Millennium Háza

Két éve zajlik a **Néprajzi Múzeum** ikonikus épületének a kivitelezése, mely 2018-ban az International Property Awards nemzetközi ingatlanszakmai versenyen elnyerte az „Európa legjobb középülete” elismerést, illetve a „World’s Best Architecture” különdíjat, mely világszerte az egyik legrangosabb ingatlanszakmai elismerés. A nemzetközi építészeti tervpályázaton győztes magyar Napur Architect építésziroda által tervezett épület lendületes, mégis egyszerű vonalvezetésű, egyszerre veszi figyelembe a Városliget adottságait, valamint a környező városi szövet kapcsolódásait. Az épület 70 százaléka a térszín alatt helyezkedik el, a tetejét borító, szabadon bejárható zöldfelület pedig közösségi térként várja a Városliget látogatóit, lenyűgöző panorámát nyújtva a parkra.

Néprajzi Múzeum

Az Új Nemzeti Galéria

A Pritzker-díjas japán SANAA (Sejima and Nishizawa and Associates) építésziroda tervei alapján épülhet fel az **Új Nemzeti Galéria,** az egykori Petőfi Csarnok helyén. Az új múzeum tervezőit nemzetközi építészeti tervpályázaton választották ki. A nyertes terv szerint a japán építészek egy környezetbe illeszkedő, interaktív és emberközeli, ugyanakkor 21. századi, korszerű épületet álmodtak a Városligetbe. A japán alkotók nevéhez több kiváló múzeumi épület is fűződik: terveik alapján valósult meg például a Louvre Lensben megnyílt új múzeuma, vagy a New York-i Új Kortárs Művészeti Múzeum.

A Liget Budapest Projektnek köszönhetően az eredeti tervek alapján, de modern működési környezetet biztosítva újjáépül a szecessziós stílusú **Városligeti Színház**, melyet 1951-ben lebontottak a Felvonulási tér kialakítása miatt. Az intézmény sokszínű gyermek- és ifjúsági tartalommal működik majd.

Budapest egyik legnépszerűbb múzeuma, a Közlekedési Múzeum alapjaiban születik újjá, és az eddigi szűkös és méltatlan múzeumi környezet helyett immár két helyszínen, két nagy kiállítóhelyen és 21. századi körülmények között mutatja be páratlan gyűjteményét. A Liget Budapest Projektnek köszönhetően a múzeum épületét a Pfaff Ferenc által jegyzett 1896-os eredeti tervek felhasználásával állítják helyre a Mérték Építész Stúdió segítségével. A rekonstrukció során visszaépül az eredeti épület ikonikus kupolája is, mégpedig egyedi funkcióval: kilátóként nyújt majd panorámát a megújult Városligetre. Az újjáépülő épület a **Magyar Innováció Háza** néven a magyar műszaki találmányokat és innovációt mutatja be.

A **Magyar Zene Háza** kivitelezése 2018 óta javában zajlik, 2020 nyarán már szerkezetkész lesz az épület. A világ leginnovatívabb építészének választott japán sztárépítész, Sou Fujimoto által tervezett különleges épület az egykori Hungexpo irodaházak helyén jön létre úgy, hogy ezzel együtt több ezer négyzetméter, évtizedek óta kerítéssel lezárt zöldterületet is visszaadnak a parknak. Az oktatási, múzeumi intézményként és koncerthelyszínként is funkcionáló páratlan intézmény a tervek szerint 2021-ben nyitja meg kapuit. A természet és az épített környezet egyensúlyára különleges hangsúlyt helyező Magyar Zene Háza a magyar zeneművészet egyedülállóan sokoldalú megismerését teszi majd lehetővé. A Magyar Zene Házát 2019-ben Európa legjobb, majd később a világ legjobb nemzetközi középületének választották a rangos londoni International Property Awards megmérettetésen.

Az acélszerkezetet gyártja és szereli a sárospataki Weinberg '93 Építő Kft., melynek több mint 12 000 m^2 fedett gyártóterülete és műszaki felszereltsége tökéletesen alkalmas a jelen és jövő építészeti elgondolásainak kivitelezésére.

A fejlett és korszerű technika, a szakmai felkészültség, amely a környezettudatosságot is magába építi, a Weinberget Magyarország egyik vezető acélszerkezet-gyártó vállalatává emelte.

2019 első félévében már elkezdődött a Zene Háza acélszerkezeteinek gyártása a sárospataki üzemben. Helyszíni szerelése, az előzetes munkálatokkal összekötve, 2019 nyarán elindult.

A Magyar Zene Háza

A Weinberg '93 Építő Kft. telephelye

A Weinberg '93 Kft. új **Mazak Fabri Gear 400-III profil lézervágó gépét,** amely a gyártmányok csomópontjainak kialakítását végzi, ez év júniusában üzemelték be. A csövek (410 mm-ig), szelvények (300x300 mm befoglaló méretig), H, I gerendák, L szelvények hengerelt vagy egyedileg hajlított vágása, a 3D dönthető vágófejjel kivitelezhető.

A szegmensekből álló acélszerkezet összeállításához és a különleges formák készítéséhez elengedhetetlen a csövek pontos előkészítése és pontos illesztése a tompavarratok kialakításához.

A több, egymásra merőleges síkban is ívelt csövek áthatásait és a varratélelőkészítést a **Skoda FCW150 Horizont fúró-maró gép** alakítja ki, mely a könnyebb összeállítás érdekében referenciajelöléseket tesz az elemekre.

CNC-vezérelt, 60 darab szerszámtárhellyel rendelkezik. Az asztalának terhelhetősége 25 000 kg. X, Y, Z, W irányban direkt mérőrendszer.
Munkatartománya:
13 000 mm x 3000 mm x 1900 mm, mely paraméterek egyedülállónak számítanak a magyar piacon.

A Weinberg '93 Építő Kft. Magyarország egyik vezető acélszerkezetgyártó, -szerelő, generálkivitelező, innovatív vállalkozása.

WEINBERG

A Mazak Fabri Gear 400-III profil lézervágó gép

A Skoda FCW150 Horizont fúró-maró gép

Pisch Zsuzsanna
Forgács Dávid
Hidászokért Egyesület

170 ÉVES A SZÉCHENYI LÁNCHÍD

– beszámoló a konferenciáról –

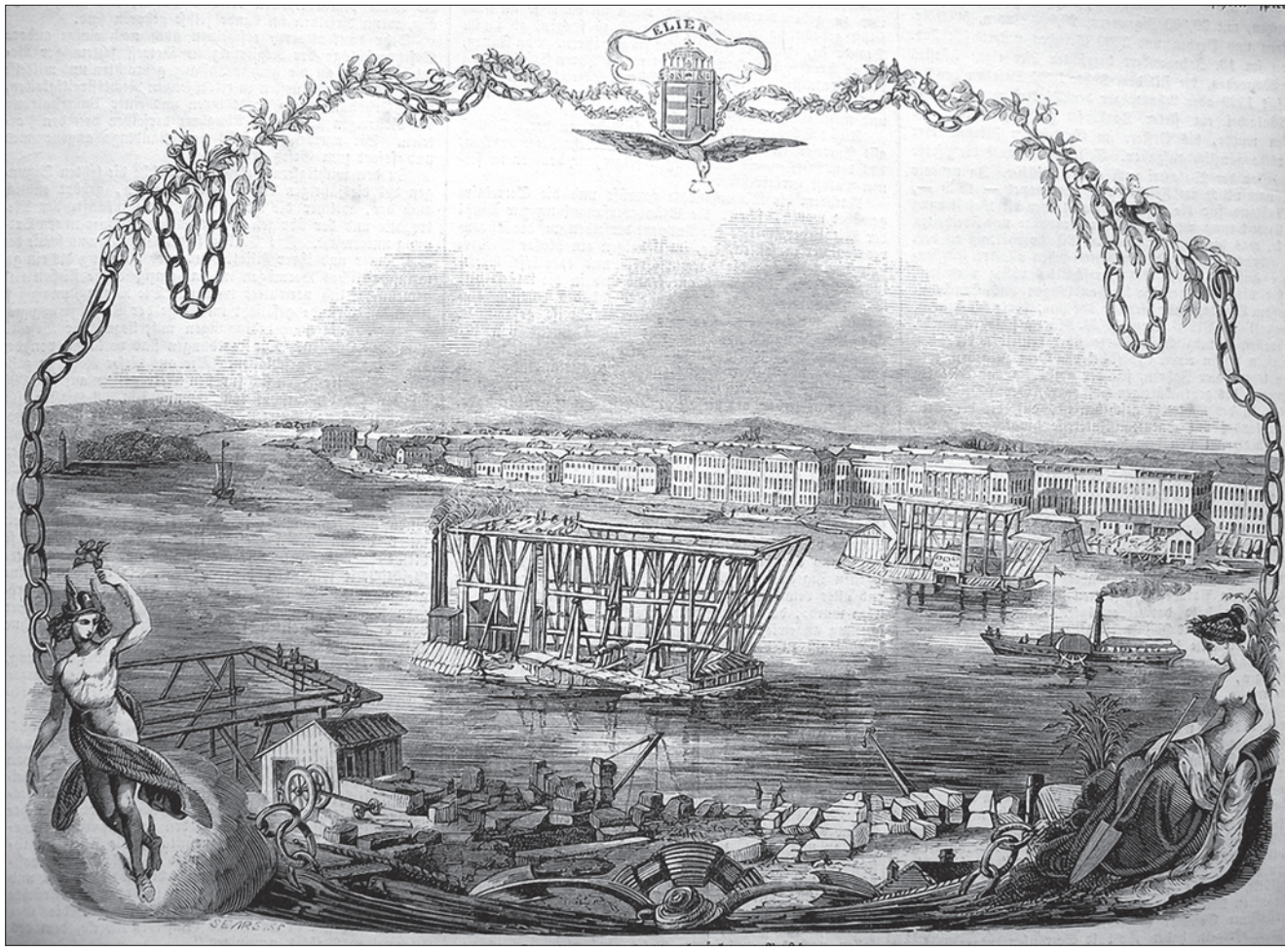
A Lánchíd megépítését követő forgalomba helyezése 1849. november 20-án, a felrobbantás utáni újjáépítést követő forgalomba helyezése – pontosan 100 évvel később – 1949. november 20-án történt.

Ezen események előtt tisztelegve emlékeztünk meg a híd történetének 170 és 70 évvel ezelőtti eseményeiről 2019. november 20-án, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem dísztermében rendezett konferencián. A konferenciát a Széchenyi Társaság, a Hidászokért Egyesület, a Híd-építők Egyesülete, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Budapesti Közlekedési Központ szervezte.

Szervezők

Támogatók

1. ábra: Széchnenyi lánchíd (fotó: BKK Zrt.)



2. ábra: Korabeli rajz a híd kivitelezéséről

A konferencia kezdetén a megjelenteket **dr. Józsa János**, a BME rektora, a rendezvény fővédnöke köszöntötte. A szervezők nevében **dr. Rubovszky András,** a Széchenyi Társaság elnöke és **Sitku László,** a Hidászokért Egyesület elnöke üdvözölte a résztvevőket.

Dr. Józsa János

Dr. Rubovszky András

Sitku László

A délelőtti szekcióban a Széchenyi lánchíd múltjáról hangzottak el előadások, a levezető elnök **Kolozsi Gyula,** a Via-Pontis Kft. ügyvezetője volt.

Gazda István

Gazda István, a Magyar Tudománytörténeti és Egészségtudományi Intézet igazgatója Széchenyi István munkásságát ismertette. Tevékenységei közül a Magyar Tudományos Akadémia alapítását, a kaszinó létrehozását és az Al-Duna szabályozását mindenki ismeri, de külön érdekességként elhangzott, hogy Széchenyi ezen kívül „Szederegyletet" is alapított selyemhernyó-tenyésztés céljából.

Deák András

Deák András technikatörténész „Az ötlettől a Lánchíd Társaságig" címmel tartott előadást. Bemutatta, hogy a híd előkészületeihez milyen vízrajzi térképeket használtak, illetve röviden ismertette a Hídegyesület működését.

Dr. Frisnyák Zsuzsa

Dr. Frisnyák Zsuzsa, az MTA Történettudományi Intézet muzeológusa a híd 1839–1849 közötti építését ismertette. A hídhoz felhasznált anyagok közül többet külföldről hoztak be, például a cölöphöz használt fenyőt Bajorországból, a láncokat Angliából.

Domonkos Csaba

Domonkos Csaba, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum muzeológiai osztályvezető-helyettese az átadás utáni javításokat és az 1913–15. évi átépítést mutatta be. Érdekességként elmondta, hogy az 1874-ben a lánclemezek közötti igencsak szűk réseket juhbőrrel festették.

Dr. Farkas György

A délutáni szekció a Széchenyi lánchíd jelenét mutatta be, amelynek levezető elnöke **dr. Farkas György,** a BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék, prof. emeritusa volt.

Forgács Dávid

Közeledik a Széchenyi lánchíd soron következő felújítása, ezért nyitóelőadásként a Széchenyi lánchíd felújításáról és a kapcsolódó projektekről hallhattunk előadást **Forgács Dávid** projektvezetőtől, a Budapesti Közlekedési Központ képviselőjétől. Beszámolt a projekt előkészítésének és tervezésének munkálatairól, bemutatta a résztvevőket és feladataikat, beszélt a folyamatban lévő közbeszerzési eljárásról, és vizionálta a közeljövőben esedékes kivitelezést.

A híd mellett, a Széchenyi István tér alatti villamos–közúti aluljáró és a Várhegyi alagút megújítása is időszerű, összehangolva a Széchenyi István tér és a Clark Ádám tér egységes koncepció szerinti fejlesztésével. Ismertette a híd, az aluljáró és az alagút közlekedéshálózatban betöltött szerepét, a felújítás pontos műszaki tartalmát, a megvalósítható fejlesztéseket, az örökségvédelmi szempontokat.

Dr. Dunai László

Dr. Dunai László, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar dékánja „A Széchenyi lánchíd felújításának független szakértése, célvizsgálata” című előadásában bemutatta a Műegyetem Lánchídhoz kötődő korábbi szakértői feladatait, úgymint a grafostatikai elmélet kidolgozását (1888, 1912), a lánclemezek vastagságmérését (1986), a függesztőrudak vizsgálatát (1987) továbbá a híd próbaterheléses vizsgálatát (1988).

A most következő felújítás terveinek független szakértői vizsgálatát 2016-ban végezték el, mégpedig globális vegyes héj- és rúdmodell, lokális csomóponti modellek és lokális láncelemmodell részletes elemzésével. A láncelemek lokális vastagságmérési eredményeinek felhasználásával numerikusan modellezték a korróziós fogyásokat is. 2018-ban próbaterheléses célvizsgálatot végeztek, aminek során megállapították, hogy a szerkezet mért (valós), globális viselkedése jó egyezést mutat a „befeszült” lánckötéggel végzett számítási eredményekkel, a hídfőknél lévő csapok (egyetlen kivételével) nem mozdultak meg, a koronasaru jelentős vízszintes erőt vesz fel, továbbá a láncszemek ellenőrzése egyidejű normálerő és hajlítónyomaték hatására indokolt.

Duma György és **Szigeti Zoltán**, a tervezési konzorciumban részt vevő MSc Kft. ügyvezető igazgatója és szakági főmérnöke a Széchenyi lánchíd megmaradó szerkezeteinek felújítási tervezéséről tartották meg közös előadásukat.
A híd pontos életkora összetett, mivel a pillérek eredeti állapotukban vannak (170 évesek), a hídfők magja szintén 170 éves, de kiszélesítésük csak 70 éves, a láncok 76%-a 1913-as gyártású, tehát 106 éves, a többi 70 éves, a merevítőtartók és a pályaszerkezet a vasbeton lemezzel 70 éves, a járda vasbeton lemeze 1988-as, vagyis mindössze 31 éves.

Duma György

Szigeti Zoltán

Bemutatták a híd jelenlegi állapotát, a lehorgonyzó tömb betonjának gyengeségét, a lánccsatornában lévő és a horgonykamrába érkező láncok korróziós fogyását, a függesztőoszlopok szegecskapcsolatának veszélyességét, a pályalemezt megtámasztó szélső hossztartók és a keresztartók felső övének korróziós károsodásait, a vasbeton pályalemez kritikus állapotát, a víznyelők, kábeltálcák, dilatációk, saruk, szélrácsok és korlátbekötések tönkremenetelét. Közérthetően elmagyarázták a láncszerkezet statikai működését, rámutatva a lehorgonyzó saruk, az iránytörő saruk és a koronasaruk szerepére is. Megtudhattuk, hogy a híd szerkezeti sajátossága miatt szükséges volt a szokásos pozitív (alátámasztó) saruk mellett negatív (felemelkedést megakadályozó saruk, valamint a szélerők miatt vízszintes erők felvételére szolgáló saruk elhelyezése is.

Statikai számítással ellenőrizték a lánccsapok befeszülésének variációit, azok lehetséges hatásait. Megállapították, hogy a vasbeton pálya ortotrop acélszerkezetűre cserélése mintegy 12%-os önsúlycsökkentést képes eredményezni, hogy a szerkezet globális viselkedése szempontjából nem a közúti, hanem a gyalogosteher [szabvány szerinti 5 kN/m^2] a mértékadó, amelynek hatására némely szerkezeti elemben még feszültségtúllépések is keletkezhetnek. Rögzítették, hogy a Duna-meder folyamatosan változik, azonban a figyelemmel kísérendő budai mederpillér állékonyságát biztosító kőszórás állapota stabilnak ítélhető.

Horváth Adrián

Horváth Adrián, a tervezési konzorciumot vezető Főmterv Zrt. szerkezettervezési igazgatója és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem ipari professzorra „A Széchenyi lánchíd felújításánál átépülő szerkezetek” címmel tartotta meg előadását. Leszögezte, hogy a tervezett felújítás végrehajtásával a láncok és merevítőtartók még képesek ellátni feladatukat, azonban a vasbeton közúti pályalemezt, az azt alátámasztó hossztartókat és a kétoldali járdalemezeket mindenképpen szükséges átépíteni. Bemutatta a pályalemez átépítésének variációit, majd részletezte a megtervezett acélszerkezetű változatot.

Az építési organizációra tervezői javaslatot készítettek, mivel a láncszerkezeti sajátosságból adódóan a pályalemez átépítése speciális építési technológiát igényel, figyelemmel mind a hossz- mind a keresztirányú szimmetriára. Megrendelői igényre elvégezték a járdaszélesítés lehetőségeinek vizsgálatát is, ennek eredményeiről részletes tájékoztatást adott. Megállapította, hogy a jelenlegi vasbeton pályalemezű Széchenyi lánchíd láncainak teherbírása a szabvány szerinti mértékadó embertömegteherre elégtelen, azonban acélanyagú pályaszerkezetűre átépítve ugyanezen teherre éppen megfelelővé tehető. A megtervezett közelgő felújítás végrehajtásával a hídszerkezet ismételt felújítása 30–35 év múlva válik esedékessé, feltételezve az ezen időszak alatti rendszeres karbantartást.

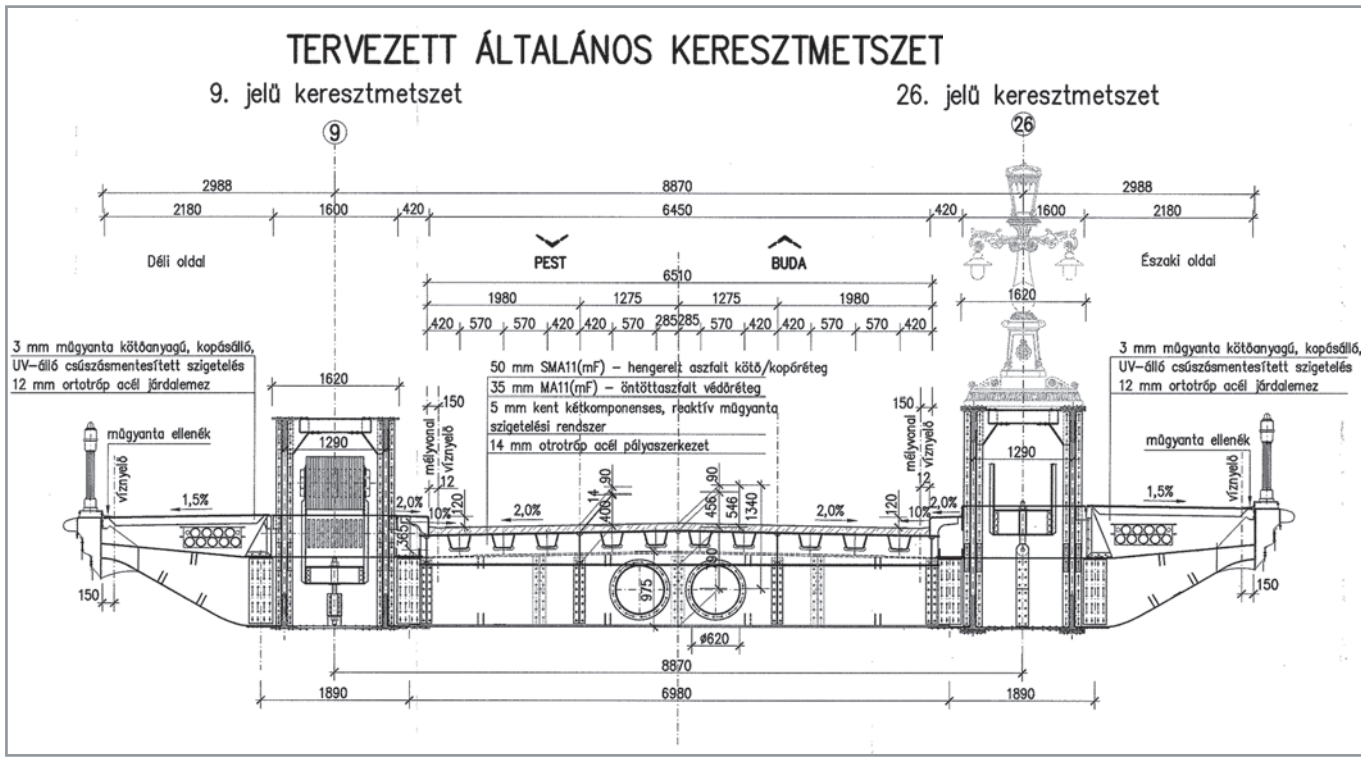
Zoltán Áron

Zoltán Áron, a Vígszínház társulatának tagja Illyés Gyula „Széchenyi hídja” című versét szavalta el, amit a konferencia közönsége vastapssal ünnepelt.

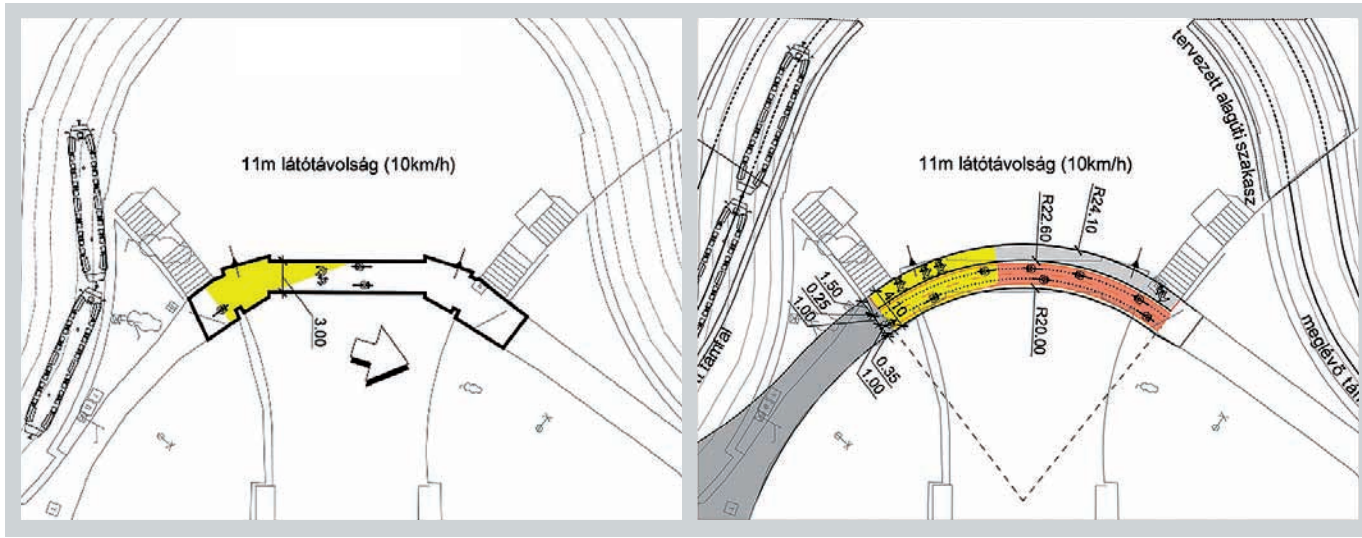
Kolozsi Gyula

Kolozsi Gyula, a Via-Pontis Kft. ügyvezetője a megelőző előadásoktól gyökeresen eltérő, de a felvezető vershez illeszkedő szemszögből közeledett a Széchenyi lánchídhoz „Több, mint egy híd” című, igencsak mélyenszántó és elgondolkoztató előadásával. Köszöntötte a 170 éves születésnapost, majd megfogalmazta, hogy mit jelent, mit üzen a híd nekünk: klasszikus elegancia, időtálló esztétika, átgondolt arányok, diplomácia, királyi döntés és engedély, közérdek, adomány, nemes lélek, korszínvonalat meghaladó tervezés–szervezés és szállítás–építés, közteherviselés, adózás, hídvám, hitel, befektetés, hatalmas műszaki teljesítmény, hit, bátorság, összefogás, kitartás.

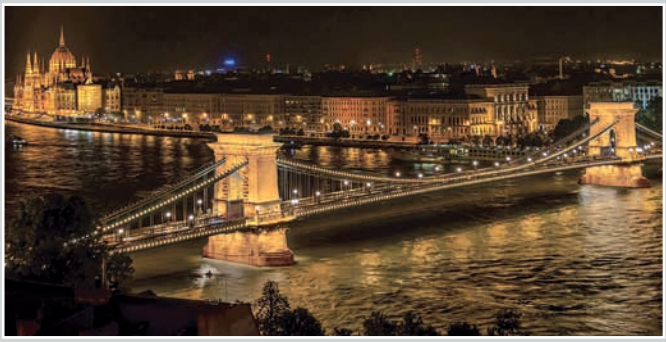
A **Clark Ádám Életműdíj** *2019. évi díjazottjait a Hidász Napokon kihirdették, a díjakat két őszi konferencián adták át. A külföldi díjazott* **Michel Virlogeux** *a MAÚT 25 éves fennállása alkalmából rendezett nemzetközi szimpóziumon, 2019. szeptember 16-án vehette át a díjat.*



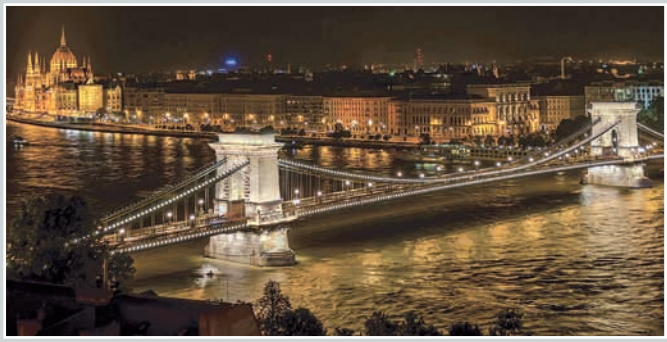
3. ábra: a Széchenyi lánchíd tervezett ortotrop pályalemeze



4. ábra: A budai oldali hídfő aluljárójának meglévő – tervezett átépítése

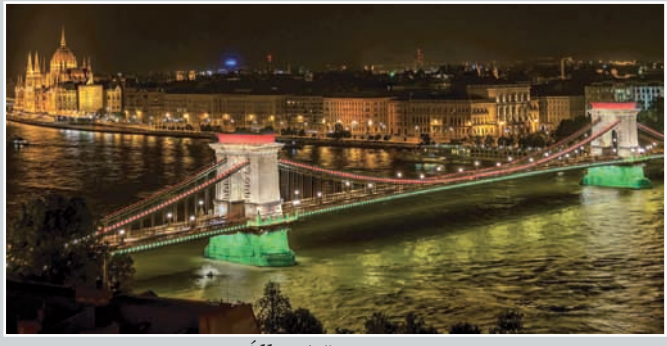


Hétköznap



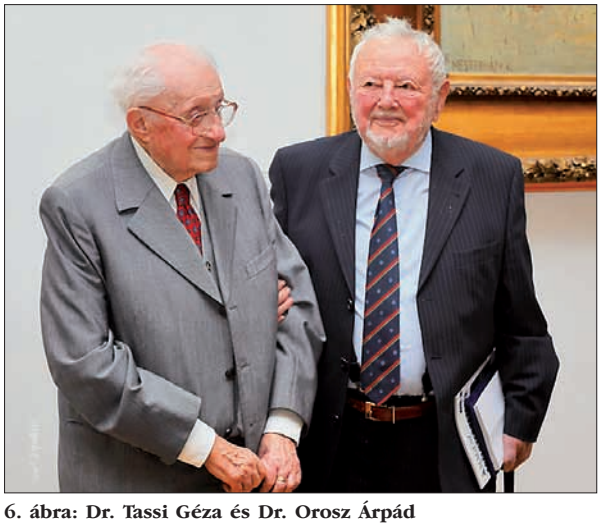
Állami ünnepnap

Fővárosi ünnepnap



Állami ünnepnap

5. ábra: Díszkivilágítási változatok látványtervei



6. ábra: Dr. Tassi Géza és Dr. Orosz Árpád

7. ábra: Dr. Farkas György és dr. Orosz Árpád

A hazai díjat a 170 éves a Széchenyi lánchíd konferencián adták át, a díjat megosztva **dr. Orosz Árpád** és **dr. Tassi Géza kapta.** *Dr. Orosz Árpád laudációját* **dr. Farkas György** *professzor emeritus, dr. Tassi Géza laudációját* **dr. Balázs L. György** *egyetemi tanár mondta el.*

DR. OROSZ ÁRPÁD

Orosz Árpád 1926. január 16-án született Szentesen. 1944-ben, középiskolai tanulmányai befejeztével a MÁV szolgálatába állt. Oklevele elnyerése után a MÁV Hídépítő Vállalatnál kezdte mérnöki munkáját, és ott dolgozott 1956-ig.

1956-tól a II. sz. Hídépítéstani Tanszék tanársegéde volt, ahol adjunktussá, majd 1961-ben-ben docenssé nevezték ki. Tanszékén végzett kiváló munkájával nyerte el 1977-ben a tanszékvezetői megbízást és az egyetemi tanári kinevezést. 1991-ig vezette a tanszéket, 1995-ben nyugdíjazták, de mint professor emeritus napjainkig a tanszék aktív munkatársa.

Öt éven át volt az Építőmérnöki Kar oktatási dékánhelyettese, és közvetlenül a rendszerváltozás utáni időszakban dékánja. A kar és az egyetem számos bizottságában töltött be jelentős funkciót. Sok új program, az egyetemi munkát szolgáló intézkedés fűződik nevéhez.

Tagja az MTA műszaki mechanikai bizottságának, az IASS és az IABSE magyar tagozatának, a Közlekedéstudományi Egyesület mérnöki szerkezetek szakosztálya és a Mérnöki Kamara tartószerkezeti tagozata vezetőségének. Kiváló mérnöki felkészültségét több tervezőiroda és építővállalat szakértőjeként hasznosította.

(Dr. Farkas György laudációjának szerkesztett kivonata)

8. ábra: Dr. Balázs L. György és Dr. Tassi Géza

A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum *„A Lánchíd alakváltozásai”* című időszaki kiállításának megnyitója zárta a konferenciát. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár aulájában berendezett tárlatot **dr. Józsa János,** a BME rektora, **dr. Farkas György,** a BME professzor emeritusa és **Vitézy Dávid,** a múzeum főigazgatója nyitotta meg. A kiállítás ezúttal nem a híd építésének előzményeire és az építés időszakára koncentrál, hanem az azóta eltelt 170 év történetét mutatja be. A kiállítás 2020. február 14-ig volt látogatható.

Domonkos Csaba, a múzeum muzeológiai osztályvezető-helyettese tárlatvezetést tartott. A kiállítás bemutatta, hogyan változtak a híd egyes elemei (pl. közvilágítás, útpálya) az elmúlt 170 év során. A kiállítás nem kronologikusan haladva mutatta be a Lánchíd változásait, hanem a híd egyes elemein külön-külön, vagyis például a pilonokon vagy a híd világításán keresztül, kiemelve többek között a horgonykamrák, a járdák, az útpálya módosításait. A tárlaton egykori hídelemek, installációk és dokumentumok is láthatóak voltak, valamint a híd eredeti állapotát és számos részletét is bemutató makett is, amely a Közlekedési Múzeumban készült, közel 10 éves munkával.

DR. TASSI GÉZA

Tassi Géza 1950. januárjában szerzett mérnöki oklevelet jeles minősítéssel. Korányi Imre professzor tanársegéde lett a BME I. sz Hídépítéstani Tanszékén. Közreműködött vasúti Duna-híd próbaterhelésében, középhullámú antennatorony áttervezésében. Katonai behívót kapott, s a Honvédségnél is építőmérnöki feladatokat látott el. Az egyetemre visszakerülve Mihailich Győző professzor hívására a II. sz. Hídépítéstani Tanszéken folytatta munkáját. Kísérleti és elméleti kutatómunkája során írt értekezésével nyerte el a műszaki tudomány kandidátusa akadémiai fokozatot.

1974-ben kapott megbízást a Vasbetonszerkezetek Tanszéke új laboratóriumának vezetésére. Ezt a funkciót 17 éven át betöltötte, miközben folytatta tantermi oktatómunkáját.

Az oktató- és laboratóriumvezető munkáján kívül számos egyetemi funkciót töltött be. Tagja, ill. elnöke volt több kari bizottságnak, így pl. a doktori bizottságé, volt dékánhelyettes, évfolyamvezető tanár. Hosszú ideig volt államvizsga-bizottsági tag, majd állam-, ill. záróvizsga-bizottsági elnök.

Mindvégig szoros kapcsolatban volt az építőiparral, építővállalatokkal, előregyártó üzemekkel. Igen sok közúti híd időszakos felülvizsgálata is munkái közé tartozott. Részt vett közúti Duna-híd és magas töltés alatt áthaladó híd tervpályázatán. Elvégezte előregyártott, feszített vasbeton hídgerenda-családok és a felhasználásukkal készült szerkezetek vizsgálatát, modellkísérlettel is. Nagyszámú ipari és lakossági épület vasbeton szerkezetét vizsgálta, és megtervezte szükség szerinti erősítésüket.

(Részletek dr. Tassi Géza szakmai életrajzából)

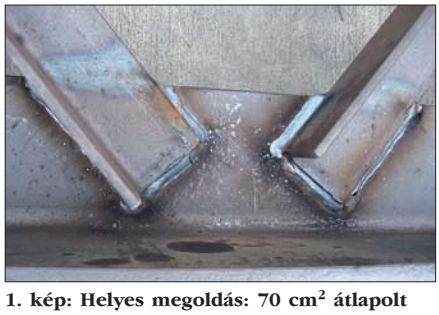
9. ábra: A kiállítás megnyitója

Az előadások diasorai, a konferenciáról készült fényképek és a 170 éves évfordulóra készített ünnepi kiadvány a Hidászokért Egyesület honlapjáról tölthető le.
A Clark Ádám Életműdíj díjazottjainak előadásai a Vasbetonépítés c. szakmai lap 2019/4. számában olvashatóak.
Az arcképek és a 6-9. ábrák Gyukics Péter felvételei.
A cikket dr. Träger Herbert lektorálta.

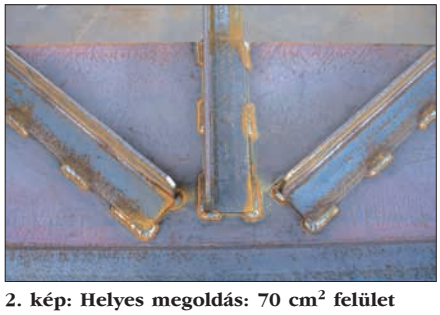
NAGÉV CINK – JÓ KONSTRUKCIÓK KIVÁLÓ MINŐSÉGŰ TŰZIHORGANYZÁSHOZ

A NAGÉV tűzihorganyzók mindennapi gyakorlatában sajnos számos esetben lehet találkozni olyan tervezési megoldásokkal, melyek kockázatokat hordoznak magukban. Van az acélszerkezeteknek egy csoportja, melyeknél átlapolt (rálapolt) kapcsolatot alkalmaznak. Amennyiben a rálapolt részegységet az alapszerkezettel hegesztéssel egyesítik, akkor bizonyos szerkesztési irányelveket kell betartani a szerkezetsérülések, munkabalesetek és anyagi károk elkerülése érdekében.

Az elmúlt 15–20 évben – a korábbi évtizedekhez képest – sűrűbben találkoznak a tűzihorganyzó üzemek az ún. átlapolt szerkezeti kapcsolatokkal. A rálapolás következtében a két felület között egy teljesen (körbehegesztett), vagy részben zárt rés (szűk tér) alakul ki, mely felületének és vastagságának függvényében potenciális baleseti, vagy korróziós kockázatot hordoz magában. A horganyozhatóság szempontjából helyesen kialakított átlapolt felület *(1–2. képek)* esetében a baleseti kockázatok minimalizálhatók, vagy eliminálhatók.



1. kép: Helyes megoldás: 70 cm² átlapolt felületnagyságig gáztömör körbehegesztés



2. kép: Helyes megoldás: 70 cm² felület felett (szakaszos varratok)

A NAGÉV CINK Kft.-nél és NAGÉV Kft.-nél gyakran megfordulnak átlapolásos acélszerkezetek, és nemritkán technológiai, vagy üzemszervezési problémát okoznak. Ugyanis az ilyen konstrukciók már az acélszerkezetek nagyon szigorú „bemeneti ellenőrzésénél" fennakadnak, mely miatt utólagos javításokra, általában helyszíni furatozásokra van szükség, ez pedig a teljesítési határidő csúszását eredményezheti.

Biztonsági és korróziós kockázatok

Az átlapolással készített szerkezeti elemek tűzihorganyzási kockázata azt jelenti, hogy a két felület között maradt légrés, az itt található szennyeződések, továbbá a horganyzóban történő felület-előkezelés során oda bejutó folyadékok és kémiai anyagok kettős problémát jelentenek.

Robbanásveszélyes helyzetek

A horganyolvadék magas (kb. 450 °C-os) hőmérsékletén a víz gőzzé válik, és a felületek közé jutott víz mennyiségétől, valamint a tágulásra rendelkezésre álló tér nagysága, zártsága függvényében hirtelen akár több száz bar nagyságú gőznyomás is kialakulhat a szűk térben. Ez robbanáshoz, szakadásokhoz, a fémolvadék kifröccsenéséhez vezethet, baleseteket és szerkezeti károkat okozhatnak *(3–4. kép)*.

3. kép: Robbanás következtében szétnyílt hegesztés

A biztonsági kockázatok mellett kihívást jelentenek az átlapolás miatt kialakuló korróziós anomáliák. A biztonságos tűzihorganyozhatóság érdekében a 70 cm²-nél nagyobb átlapolásoknál keletkezett zárt rést biztonsági okok miatt ki kell „kinyitni" (fúrással, vagy szakaszos hegesztési varrattal), de ezzel megteremtjük a felületek között kialakuló korrózió lehetőségét is *(5. kép)*.

4. kép: Szétszakadt a hegesztés bal oldalon

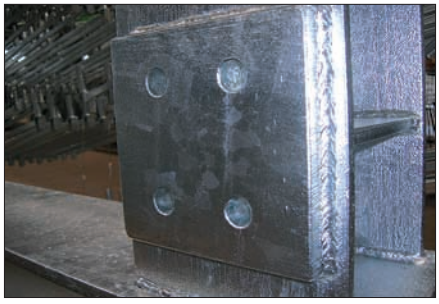
5. kép: Korróziós gócpont a lapolás alatt

Amennyiben a kialakított rés vastagsága túl nagy, a horgany csak részben zárja le a rést *(6. kép)*, ami majd korróziós következményekkel járhat. A *5–6. képeken* látható példák – amennyiben utólag nem avatkozunk be – egy később is mindig fennálló korróziós állapothoz vezetnek, mely nemcsak nem esztétikus, hanem befolyásolhatják az acélszerkezet funkciójának ellátását is.

6. kép: A horgany csak részben zárja le az illesztési rést

A NAGÉV javaslatai a tervezők és acélszerkezet-gyártók felé

Prioritást élvez a legnagyobb horganyzási biztonság megteremtése, mely tervezői és gyártói feladat. Ez az acélszerkezeten kialakítandó rálapolás tervezési szempontjainak konzekvens betartását igényli. A helyesen megtervezett, legyártott kapcsolat kiváló minőségű terméket eredményez *(7–8. képek)*.



7. kép: Biztonságos kapcsolat furatokkal

8. kép: Szakaszos varratok alkalmazása

A *7. képen* látható példa jól mutatja, hogy az itt alaplemezig fúrt rálapolás elegendő a „nyomáskiegyenlítődés" szempontjából, és ilyenkor a teljes felületet körbe szabad hegeszteni akár még 70 cm^2 felett is. A *8. képen* azt láthatjuk, hogy az L alakú rálapolás sarkai a folyadékok kifolyása és nyomáskiegyenlítődés érdekében az acélszerkezet horganyzási irányának megfelelően nyitottak (szakaszos hegesztés).

A NAGÉV honlapján (www.nagev.hu) megtalálható Tervezési Segédletben részletes információkat találhatnak az érdeklődők, cikkünkben a legfontosabb irányelveket soroljuk fel:

- Még összehegesztés előtt az egymásra fektetendő felületeket ki kell egyengetni a minél jobb összefekvés, szoros illeszkedés érdekében (résvastagság csökkentése, a rés horgannyal történő esetleges lezárása érdekében).
- Még összeállítás előtt a felületek közül el kell távolítani a revét, rozsdát és egyéb szennyeződéseket.
- Szokásosan 70 cm^2 átlapolási felületnagyság alatt megengedett a felületek gáztömör körbehegesztése.
- 70 cm^2-nél nagyobb rálapolásnál vagy átmenő furatok elhelyezése, vagy szakaszos hegesztési varratok szükségesek (nyomáskiegyenlítés érdekében).
- 200 cm^2 feletti átlapolásokra külön szabályok érvényesek.
- A varratok és furatok elhelyezése igazodjon az acélszerkezeti elem majdani horganyzási helyzetéhez (kifolyások és kiszellőzés érdekében).
- A tűzihorganyzás után szabadon maradt (horgany által le nem zárt) réseket – megfelelő felülettisztítást követően – cinkporban dús (legalább 90% cinktartalmú) egy- vagy kétkomponensű, vastag cinkpasztával kell lezárni. Alkalmazható még akár cinkkel történő forrasztás, vagy megfelelő vastagságú fémszórás pórustömítéssel.

NAGÉV CINK, NAGÉV KONTAKT: tervezők, gyártók és beruházók támogatása

A NAGÉV CINK Kft. (Ócsa) az iparág meghatározó vállalkozása az elmúlt évtizedben Közép-Európa egyik legnagyobb, a nemzetközi piacon is jól ismert tűzihorganyzó centrumává fejlődött. A NAGÉV Kft. (Tiszacsege) Kelet-Magyarország egyetlen tűzihorganyzója lassan negyedszázados tapasztalattal segíti az acélszerkezetek gyártóit. A NAGÉV KONTAKT Kft. üzletkötői közvetlen kapcsolatokat tartanak fenn, akár személyes, díjmentes tanácsadással, vagy a technológia helyszíni bemutatásával is támogatják a tervezőket, gyártókat, beruházókat.

NAGÉV CINK KFT
H-2364 Ócsa, Hammerstein Péter u. 1.
Tel.: +36 29 577 020
Fax.: +36 29 577 000
Mobil: +36 20 233 0129
E-mail: kontakt@nagev.hu
www.nagev.hu

THE BEST AVAILABLE TECHNIQUES

MSZ EN ISO 1461:2009

ISO 9001:2008 - ISO 14001:2004 – DASt-Richtline 022:2016

NAGÉV KFT
H-4066 Tiszacsege, Ipar u. 30-34.
Tel.: +36 52 588 030
Fax.: +36 52 588 033
Mobil: +36 20 227 0791
E-mail: csege@nagev.hu
www.nagev.hu

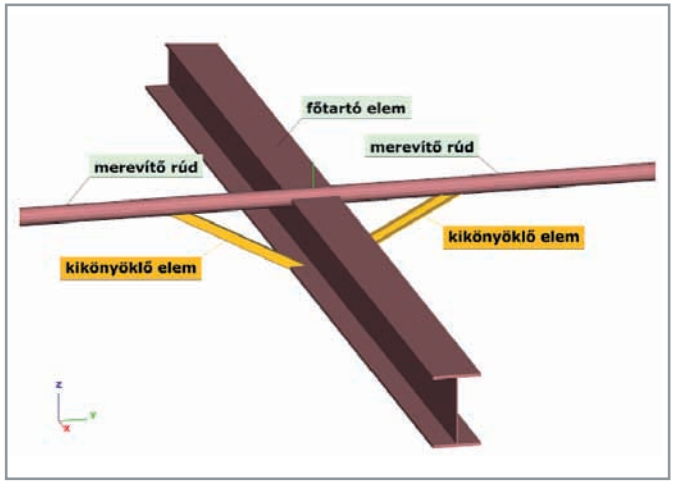
NAGÉV

TŰZIHORGANYZÁS

Szakál Regina *tartószerkezeti tervező, tűzvédelmi szakmérnök*
Mercor Dunamenti Zrt.

MÁSODLAGOS TARTÓSZERKEZETI ELEMEK TŰZVÉDELMI MEGOLDÁSAI

A másodlagos tartószerkezetek tűzvédelme több szempontból is bonyolult. Csak a statikai szempontokat figyelembe véve, vékony falú mivoltuk miatt jellemzően 4. keresztmetszeti osztályba tartoznak, ami speciális tervezési eljárásokat von maga után. Effektív keresztmetszeti jellemzők számítása szükséges, amelynél a nyomott, lokális horpadásra veszélyes zónákat kivonjuk a teherbíró keresztmetszetből. A szerkezeti acél tulajdonságai megváltoznak a hőmérséklet emelkedésével, mind folyáshatára, mind rugalmassági modulusa csökken. Vékonyfalú, 4. osztályú keresztmetszetekre az EC3-1-2 Annex E vonatkozik, eszerint a folyáshatár $k_{y,\Theta}$ csökkentőtényezőjét speciálisan az E1. táblázatból *(2. ábra)*, míg a rugalmassági modulus csökkentőtényezőjét a magasabb keresztmetszeti osztályú szelvényekével azonos módon, a 3.1 táblázat alapján kell felvenni. Tűzvédelmi szempontból a tűzállósági követelmény kielégítése miatt is bonyolultak, ugyanis rendkívül magas profiltényezőjük van. Például egy Z200/2,0 szelemenprofilnak 1000 1/m a szelvénytényezője. Azonban a hőre habosodó tűzvédelmi festékek MSZ EN 13381-8 szabvány szerint 400 1/m-es szelvénytényezőig bevizsgáltak. Fontos megjegyezni, hogy ezekből a vizsgálati táblázatokból extrapolációval nem alkothatók a táblázaton kívül eső rétegvastagság-értékek. Tehát amennyiben tűzállósági követelmény vonatkozik rájuk, a szakma kellemetlen feladat előtt áll. Ezt időnként még fokozza, hogy normál hőmérsékleten kedvezően működő kikönyöklésekkel a szelemenek is be vannak vonva a főtartó gerenda állékonyságába. Nagymértékben csökkenthető a nyomott öv megtámasztásával a főtartó gerenda mérete, ugyanis a jellemző tönkremeneteli formája a kifordulási stabilitásvesztés, amelyben a kifordulási hossz csökkenthető a kikönyöklésekkel.



1. ábra: Főtartó gerenda, kikönyöklő elem és szelemen kapcsolata

Azonban a kikönyöklés is általában vékony falú, tehát tűzvédelmi szempontból nehezen védhető szelvényből készül, például egy szögacélból. Emellett ilyen esetekben a szelemen elődleges tartószerkezeti szerepben működik, tehát ugyanolyan követelmények vonatkoznak rá, mint a főtartórendszerre, tehát gyakran 30 perces vagy akár ennél magasabb tűzállósági követelmény is előfordulhat. Azokban az esetekben, amikor 30 perces állékonysági követelmény biztosítása a cél, megnő a tervezési szemlélet fontossága, ugyanis fontos lenne ezt már a koncepcionális tervezés során figyelembe venni, és tűzvédelmi szempontból sokkal kedvezőbb kisméretű, melegen hengerelt I profilokat alkalmazni, amelyeknek a tűzvédelmi bevonata viszonylag vékony rétegben, gazdaságosan biztosítható.

Ha ez nem valósult meg a tervezés során, akkor más szemlélet alkalmazása szükséges. Elképzelhető például, hogy más statikai vázat feltételezünk normál hőmérsékleten és más tartószerkezeti működést tűzhatásra. Az eredeti koncepció szerint működik a szerkezet normál körülmények között, míg tűz esetén a kikönyöklő elemek védelem nélkül gyorsan, felmelegedés után tönkremennek, és nem játszanak már szerepet a teherbírásban, így a szelemenhez kapcsolódásuk és megtámasztó hatásuk nincs figyelembe véve. Így a rendkívüli teherkombinációból keletkező igénybevételeket a főtartó nagyobb oldalirányú megtámasztásokkal hordja, tehát alacsonyabb hőmérsékletig engedhető a felmelegedése, azaz alacsonyabb kritikus hőmérsékletre szükséges védeni, így vastagabb hőszigetelő réteg alkalmazása lesz előírva. Azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy gazdaságossági szempontból, és nem utolsósorban szakmai szempontból így is kedvezőbb, mint a szelemenek tűzvédő bevonattal való ellátása.

Másik követelményi eset lehet, amikor másodlagos szerkezetként működik a szelemenrendszer, mint a tetőfedést tartó szerkezet, ezekben az esetekben esetenként csak 15 perces tűzállósági követelmény biztosítása szükséges, amely számítással igazolható, és így a tűzvédő bevonat alkalmazása elhagyható. Az igazolás alapja, hogy a felmelegedés és megnyúlás hatására megszűnik a szelemengerenda nyomási teherbírása, és kötélként, csak húzási teherbírással működik tovább. Ebben az esetben a teljes keresztmetszet ellenállása figyelembe vehető húzásra, illetve a kapcsolatok, azaz az átfedések és a tartóbak rögzítő kapcsolatainak magas hőmérsékleti vizsgálata szükséges. Ezt a számítási módszert a CTICM francia acélszerkezetekre specializálódott tudományos intézet (Centre Technique Industriel de la Construction Métallique) publikálta az Eurocode megfelelő tűzzel foglalkozó részeit alapul véve [2; 3]. A számítási módszer már feltételezi, hogy a szabványos ISO834 zárt téri tűzgörbének a hőmérséklet felfutásának következtében a tartószerkezeti célra alkalmazott vékony falú C és Z profilok 15 perc alatt 720–730 °C-ra melegszenek fel, amelynek hatására a folyáshatár 11%-ra, a rugalmassági modulus 12%-ra csökken *(2. ábra)*.

Az acél hőmérséklete Θ_a	Csökkentőtényező (f_y-hoz viszonyítva) a folyáshatár tervezési értékéhez 4. osztályú, melegen hengerelt és hegesztett szelvényekre $k_{0,2p,\Theta} = f_{0,2p,\Theta}/f_y$	Csökkentőtényező (f_y-hoz viszonyítva) a folyáshatár tervezési értékéhez 4. osztályú, hidegen alakított szelvényekre $k_{0,2p,\Theta} = f_{0,2p,\Theta}/f_{yb}$
20 °C	1,00	
100 °C	1,00	
200 °C	0,89	
300 °C	0,78	
400 °C	0,65	
500 °C	0,53	
600 °C	0,30	
700 °C	0,13	
800 °C	0,07	
900 °C	0,05	
1000 °C	0,03	
1100 °C	0,02	
1200 °C	0,00	

1. MEGJEGYZÉS: Az acélhőmérséklet közbeeső értékeihez lineáris interpoláció használható.
2. MEGJEGYZÉS: Az f_{yb} mehatározását az EN 1993-1-3 adja meg.

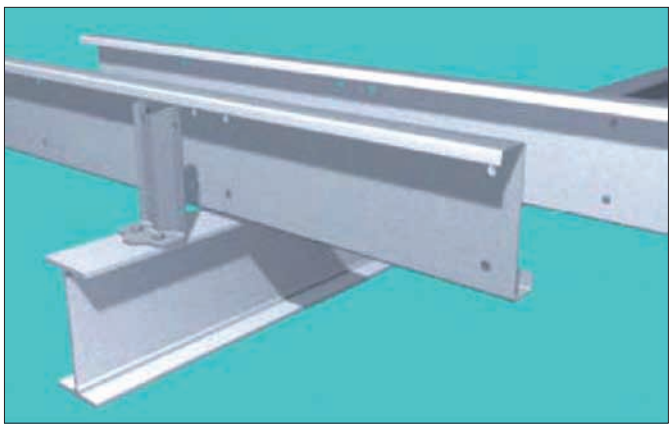
2. ábra: E1. táblázat: Szénacélok csökkentőtényezői 4. osztályú szelvények tervezéséhez magas hőmérsékleten; [3]

$$q_{fi,Ed} \leq 0{,}10 \frac{f_y A_g}{L}$$

ahol:

$q_{fi,Ed}$ a rendkívüli teherkombinációból számított szelemenre ható vonal menti teher;
A_g a szelvény teljes keresztmetszeti területe;
f_y szelemen anyagának folyáshatára 20 °C-on;
L szelemen főtartók között fesztávja.

A tartóbakkal való kapcsolatnál és az átfedéseknél is a meglágyult anyag palástnyomási vizsgálata, a húzási ellenállás vizsgálata a csavarlyukakkal gyengített keresztmetszetben és a csavar nyírási ellenállás vizsgálata végzendő el az alábbiak szerint.



3. ábra: Átfedés és tartóbak kapcsolata Z szelemen esetében; [1]

Tartóbak és szelemen kapcsolatának ellenőrzése:

$$q_{fi,Ed} \leq \min \begin{cases} 0{,}27\xi_1 n\alpha_b k_t f_y \dfrac{d \times t}{L} \\ 0{,}11\xi_1(1-0{,}675r)\dfrac{A_{net} f_y}{L} \\ 0{,}07\, n\, \beta_{Lf}\beta_b f_{ub} \dfrac{A_b}{L} \end{cases}$$

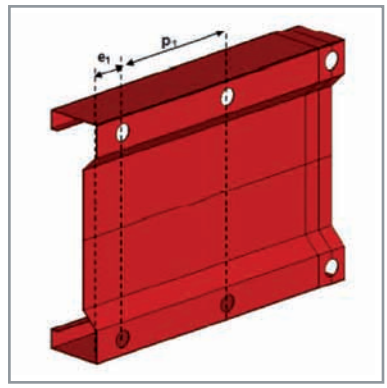
ahol:

f_{ub} a csavar anyagának szakítószilárdsága;
f_y szelemen anyagának folyáshatára 20 °C-on;
n csavarok darabszáma a kapcsolatban;
d csavarátmérő;
t tartóbak lemezének vastagsága;
r csavarok teljes darabszámának és az egy keresztmetszetben lévő csavaroknak az aránya;

$\alpha_b = \min(1;\ e_1/(3d))$,

ahol

e_1 a szélső csavar tengelyének távolsága a szelemen szélétől;



4. ábra: Csavarkép jelölései; [1]

$\beta_b = 0{,}5$ a 6.8-as anyagminőségű csavarok esetében; 0,6 a 8.8-as anyagminőségű csavarok esetében;
$\beta_{Lf} = 1-(l-15d)/200d$ csavarkapcsolati jellemző;
$k_t = (0{,}8\ t+1{,}5)/2{,}5$ amikor 0,75 mm ≤ t ≤ 1,25 mm, és $k_t = 1$, amikor t > 1,25 mm;
A_{net} csavarlyukkal gyengített szelvény keresztmetszeti területe;
A_b csavarok nyírt keresztmetszeti területe;
ξ_1 táblázatos érték, amely az összekapcsolt elemek felmelegedésének mértékétől függ, tehát az összekapcsolt elemek lemezvastagságától

Az átfedés kapcsolata:

$$q_{fi,Ed} \leq \min \begin{cases} 0{,}26\, \beta_2 \dfrac{A_{net} f_y}{L} \\ 0{,}17\, n\, \beta_b f_{ub} \dfrac{A_b}{L} \end{cases}$$

ahol:

$\beta_2 = 0{,}4$ ha $p_1 \leq 2{,}5d_0$
$\beta_2 = 0{,}47$ ha $p_1 \leq 5d_0$
d_0 csavarlyuk átmérője.

Az előző számítások a gyakorlatban azt eredményezik, hogy gyakran a szelemenek 15 perces tűzállósága igazolható tűzvédelmi bevonat nélkül is. Azonban magasabb követelmény egyértelműen nem validálható a vékony falú Z és C szelvényekre. Tervezési fázisban az épület funkciója, kockázati besorolása függvényében érdemes szem előtt tartani az így kialakuló tűzvédelmi követelményt a különböző szerkezeti elemekre. Emiatt is fontos, hogy a tűzvédelmi szemlélet, koncepció minél hamarabb bekapcsolódjon a szerkezeti tervezésbe, hogy a megfelelően védhető profilok kerüljenek beépítésre, amelyek gazdaságos és szakszerű megoldást eredményeznek.

Felhasznált szakirodalom:

[1] Christophe RENAUD, Seddik SAKJI: Ossatures en acier, Méthode de justification d'une stabilité au feu de ¼ heure (R15), CTICM; SRI-09/17c-CR-MSS/PB, 2009.

[2] MSZ EN 1991-1-2: A tartószerkezeteket érő hatások. Általános hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások.

[3] MSZ EN 1993-1-2: Acélszerkezetek tervezése. Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra

XI. CLOOS – ÓE Bánki Kar szimpózium

A szervezők ez évben is érdekes témákkal, szakmai előadásokkal és robotos bemutatóval készülnek. A témák között szó lesz többek között a lángtechnológiák hőciklusairól, munkavédelemről, egészségvédelemről, biztonságtechnikáról, megvalósult automatizálási projektekről, újdonságokról, és hagyományainkhoz híven előadást hallhatunk a német CLOOS szakemberétől. Alkalom nyílik szakmai eszmecserékre is, amire kiváló lehetőséget nyújtanak a kávészünetek és az ebédszünet, valamint a gyakorlati bemutató.

Várjuk az egyetemek IWS, IWT, IWE hallgatóit is. Jó lehetőség ez a hegesztőmérnököknek is, hogy szakmai továbbképzésükhöz oly fontos kreditpontokkal gyarapodhassanak.

A helyszín ismét az Óbudai Egyetem Népszínház utcai Bánki Donát kara lesz **2020. április 8-án 9 órai kezdettel.**

(forrás: CLOOS Hírlevél)

Nullifire®

Profiltényezős, gazdaságos, tűzvédő festékbevonat-rendszerek

SC803
(ETA 18/0002)

CE warrington certification

SC901/902
(ETA 14/0079)

CE warrington certification

Forgalmazza:

henelit FESTÉKEK & LAKKOK

Mipa Hungária KFT.
H-8000 Székesfehérvár
Alba Ipari Zóna
Zsurló utca 2.

Tel.: +36 22 514 510
Fax: +36 22 514 517
e-mail: info@mipahungaria.hu
www. mipahungaria.hu

mipa Professional Coating Systems
A Mipa AG Csoport tagja

A termékek gyártója:

Nullifire LTD. Torrington Avenue, Coventry, West Midlands, CV4 9TJ UNITED KINGDOM

Dr. Jankelovics János

ÚJ ACÉLSZERKEZET A VÁROSLIGETBEN

A Városligetben sétálók szeme láttára nőtt ki a földből egy hatalmas, hegyláncnak tűnő acélszerkezet. De vajon mi épül itt? Erre a kérdésre ad választ a szerző képekkel illusztrált írásában.

EGY KIS VISSZATEKINTÉS

A városligeti Fővárosi Állat- és Növénykert területének bővítése új, gyermekeket és felnőtteket vonzó bemutatóhelyek kialakítására ad lehetőséget. Az állatkert több mint 150 éves múltra tekinthet vissza, ezzel a világ legrégibb, hasonló létesítményei közé tartozik. A kedvelt, népszerű budapesti látványosság területe 2013-ban 111 ezer m^2-ről 190 ezer m^2-re bővült annak köszönhetően, hogy a korábbi Vidám Park és néhány környező elhanyagolt terület a közintézményhez került. A Vidám Park, az egykori Angolpark bázisán 1950-ben alakult, és 2012-ben zárta be kapuit. A játékokat – a Körhinta, a Mesehajó és a Hullámvasút kivételével – lebontották. A Körhintát és a Mesehajót igényesen restaurálták, a Hullámvasutat várhatóan 2021-ben indítják újra.

A KONCEPCIÓ

Az új bemutatóhelyre kidolgozott fejlesztési koncepció meghatározó eleme az 5 hektáros Pannon Park, amelyen belül épül meg az 1,7 hektár alapterületű biodóm. Az alapgondolat az volt, hogy az érdeklődők elé tárja a sokmillió évvel ezelőtti, miocén kori pannon ősvadon világát oly módon, hogy szakítva a hagyományos, „állatház-kifutó” állatkerti struktúrával, előtérbe helyezi a nagy tereket és sétányokat. A szabadtéri bemutatóhoz szervesen illeszkedik majd a hatalmas méretű fedett park, a biodóm, ahol az egykori Pannon-tenger és erdő, növény- és állatvilágá fogják bemutatni. A park természetesen nem vállalkozhat a kipusztult fajok bemutatására, így ezeknek az állatoknak ma élő „utódaival, rokonaikkal” tervezik felidézni a Pannon-tenger és ősvadon „hangulatát”. A látogatók erdőben és vízparton sétálhatnak, fürdőző állatokban, lótuszvirágokkal teli tavakban, víz-esésekben és egy 2,5 millió literes, tengervízzel töltött akváriumban úszkáló cápákban egyaránt gyönyörködhetnek. Az elképzelések szerint mintegy 150 állatfajt mutatnak be, melyek közül 100 jelenleg nem látható az Állatkertben.

A tervezett kiállítási technika nem ismeretlen a világon, azonban jelenleg kevés hasonló intézmény működik. Szakmai körökben leggyakrabban, a felújítás alatt álló montreali biodómra és a dél-angliai Eden projectre hivatkoznak. A kanadai létesítményt 1992-ben nyitották meg, az 1976. évi olimpiai játékok egykori velodrom csarnokában. Az Eden project keretében az esőerdők hangulatát idéző, látványos bemutatóhelyet építettek fel egy korábbi kaolinbánya helyén. A látogatók számára 2001-ben átadott objektum Londontól délnyugatra 350 km-re lévő St. Blazey kisváros közelében található. A hatalmas, öt- és hatszögletű elemekből álló acélszerkezetű kupolákat speciális műanyag fóliával fedték be, biztosítva a növények számára ideális körülményeket.

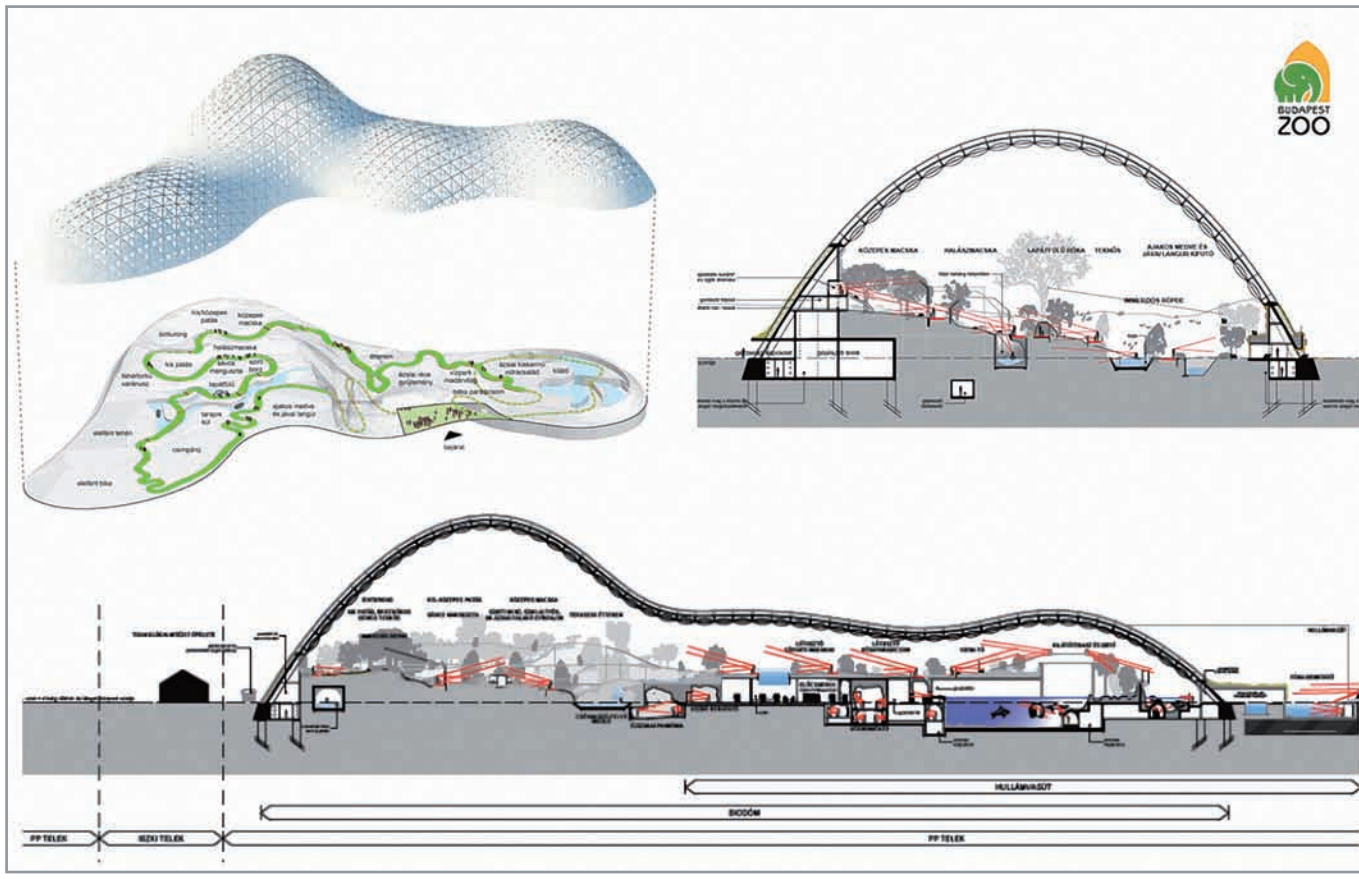
AZ ÉPÜLŐ BIODÓM

A biodóm terveit a Paulinyi–Reith & Partners építészeti iroda készítette. A munka 2014-ben kezdődött, húsz építésztervező és mintegy száz szakági tervező részvételével. A projekt, vezető tervezői dr. Paulinyi Gergely, dr. Reith András és dr. Anthony Gall Ybldíjas építész voltak. Az iroda nevéhez több nagy sikerű projekt kapcsolódik, ezek közül kiemelhető: a MAMUT 2., a MOME új campusa és a Budapest One Business Park.

A Városligetben épülő biodóm funkcióját tekintve három egységből áll, ezek: a Pannon-tengeri akvárium, a Pannon-erdő és a Látogatóközpont. A tervezési folyamat során fontos szempontnak tekintették a fenntarthatóságot, és arra törekedtek, hogy egy olyan szabályozott és élőház jellegű klímával rendelkező, dombszerű csarnokszerkezetet alkossanak, amely télen-nyáron alkalmas egy zárt ökoszisztéma bemutatására.

A biodóm építészeti szempontból különösen érdekes, távolról szemlélve buboréksorra, hegyvonulatra, az Állatkert igazgatója szerint korallzátonyra hasonlít. Az íves vasbeton alapokra négy kupola illeszkedik, melyek közül a legmagasabb 36 méter, a másik három 16–20 méter közötti. Ez a ma-

1. kép: Az Eden project panoráma képe. Forrás: wikipedia



2. kép: A budapesti biodóm koncepciója. Forrás: www.zoobudapest.com

gasság 2–3 szinten teszi lehetővé belső utak kialakítását, és megfelelő életteret biztosít a fáknak. A belső sétányok hossza eléri a 2 km-t.

Az építmény teljes hossza 225 méter, legnagyobb szélessége 117 méteres lesz. A szerkezet 1505 darab acélrúdja és 539 darab csomóponti eleme 964 háromszögletű mezőt alkot. Ezek területe egyenként 18–20 m^2-es. A szerkezet további különlegessége, hogy a mezőkbe háromrétegű, ETFE (etilén-tetrafluoretilén kopolimer) fényáteresztő fóliapárnákat helyeznek el. Ez a megoldás kedvezőbb az üvegnél: egyrészt könnyebb, másrészt a fény azon hullámhosszú elemeit is átengedi, amelyek a növények számára fontosak, ám az üveg kiszűrné azokat. A párnák belsejébe egy külön légkezelő rendszert építenek be, ezáltal biztosítva a megfelelő nyomású levegőt. Az így kialakítandó tető biztosítja a téli/nyári hőszigetelést egyaránt. A szerkezet teljes felülete mintegy 19 ezer m^2.

A fejlesztés már tervszinten komoly nemzetközi elismerésben részesült, 2018-ban megkapta az ingatlanszakma Oscarjának számító Property Awards európai fődíját a szabadidős célú létesítmények kategóriájában.

A KIVITELEZÉS FOLYAMATA

A Pannon Park és ezen belül a biodóm építésére a Fővárosi Állat- és Növénykert 2016 októberében nemzetközi közbeszerzési pályázatot írt ki, amelyre két ajánlat érkezett. A Market Építő Zrt. és a STRABAG-MML Magas- és Mérnöki Létesítmény Építő Kft. pályázatai közül, 2017 augusztusában a Market Zrt.-t hirdették ki győztesnek. Az ünnepélyes alapkőletételre 2017. október 3-án került sor.

A kivitelezés első fázisa a terület előkészítése és a munkagödör kiásása volt. A munkát nehezítette a Városliget homokos talaja. A feladatot az építők 600 cölöp leverésével oldották meg. A munkagödör kiásása mintegy 6 hetet vett igénybe. A földmunkák elvégzését követően, 2018 januárjában az építők megkezdték a betonalap és a vasbeton karéj kivitelezést. 2018 közepén az építkezés látványos szakaszához ért, hozzáláttak a tetőszerkezet szereléséhez. Ezt a fázist a város

3. kép: Az egyik kupola építése a Nyugati pályaudvar vágányai felől, 2019. január

5. kép: Szerkezeti csomópont

4. kép:
Egy elkészült kupolaív az Állatkerti körút felől, 2019. április

6. kép: Az elkészült kupolaszerkezet részlete az Állatkerti körút felől, 2019. április

7. kép: Az egyik kupola befedése az Állatkerti körút felől, 2019. április

8. kép: Egy befedett kupola az Állatkerti körút felől, 2019. december

9. kép: Befedett kupolasor az Állatkerti körút felől, 2019. december

több pontjáról is nyomon követhették az érdeklődők. A kupolák építésére különösen jó rálátás nyílt az Állatkerti körútról, a Hermina útról és a Hungária körút felől.

Ezzel párhuzamosan a belső munkálatokat, a medencék és az akváriumok kivitelezését is megkezdték. 2019 tavaszán az építők hozzáláttak a biodómot fedő speciális fóliamembrán helyére illesztéséhez, ezt 2019 őszére befejezték.

Ami a további menetrendet illeti, 2020 tavaszára befejeződnek a szerkezeti és gépészeti munkák. A biodóm megnyitására várhatóan 2021-ben kerülhet sor.

10. kép: Szellőzök

A SZERZŐ SZUBJEKTÍV MEGJEGYZÉSEI

A szerző nem kapott lehetőséget belső fotózásra, és ugyancsak nem állt módjában csatlakozni az Állatkert által szervezett sajtóbejárásokhoz sem, így a cikk képanyagát kizárólag külső felvételek képezik.

Kellő ismeretek hiányában a cikk írója nem kívánt állást foglalni abban a 2019 végén kirobbant – politikai felhangoktól sem mentes – vitában, hogy milyen forrásból finanszírozható az a hiány, amely abból adódik, hogy a beruházás költségei várhatóan mintegy 20 milliárd forinttal túllépik a korábban tervezett, és a kormány által biztosított, 44 milliárd forintos keretet. Az írás célja egy újszerű és látványos kiállítótérnek helyet adó, nagyszerű acélszerkezet építési folyamatának bemutatása volt.

11. kép: Púpok és kupolák

12. kép: Az Állatkerti körút felőli bejárat építése, 2020. január

13. kép: Szerelők munkában, 2020. január

FORRÁSJEGYZÉK

– www.zoobudapest.com
– https://paulinyiandpartners.com/
– https://propertyawards.net
– Wikipedia
– Magyar Nemzet, 2019. november 29.
– https://nepszava.hu
– Népszava 2019. december 19.
– HVG 2019. december 19.

A 3–14. képeket Szerző készítette.

14. kép: A biodóm látványa egy közeli irodaház teraszáról, 2020. január

ESAB®

AZ ESAB BEMUTATJA AZ ÚJ HEGESZTŐ TRAKTORT, **AMELYET AZ ÖN IGÉNYEIT SZEM ELŐTT TARTVA TERVEZTEK.**

A hegesztő szakemberek körében végzett széleskörű igényfelmérés eredményeként megterveztük a Versotrac-ot - **a legsokoldalúbb és leginkább felhasználóbarát traktort a piacon.**

VERSOTRAC

Tekintse meg a Versotrac traktort munka közben: esab.com/versotrac.

ESAB / esab.com

QUALITY • ENVIRONMENT • HEALTH • SAFETY
GLOBALLY CERTIFIED

A TUDÁSRA ÉPÍTÜNK

MÉRNÖKI TEVÉKENYSÉG
TECHNOLÓGIA
ÜZLETI MEGOLDÁSOK

KESZGYARTO.HU

KESZ
GYÁRTÓ

Hamarosan átér a túlpartra az M8 gyorsforgalmi út völgyhídja Vasszentmihály közelében. A híd acélszerkezetét a nyíregyházi gyárunkban gyártottuk. Képünkön a híd szakaszosan előretolva bújik ki a festősátor alól és halad a völgy másik oldalán lévő hídfő felé.

Simonkay Veronika
Alukonstrukt Kft.

A BIODOM ÉPÍTÉSE

BUILDING THE BIODOM

A Biodom a régi Vidámpark területén, a budapesti Állat- és Növénykert bővítéseként épülő Pannon Park része. Egy olyan, zárt ökoszisztémaként működő élőházat kell elképzelni, amely az év teljes egészében állandó klimatikus viszonyokat biztosít a területére telepített flóra és fauna számára. [1]

A Biodom a régi fa hullámvasút előtti területre épült fel, alakja amorf, négy összeolvadt buborékra hasonlít leginkább. Hossza kb. 210 m, szélessége kb. 115 m, míg a legnagyobb dómjának magassága a terepszint felett kb. 36 m. Alapterülete kb. 1,7 hektár. Acél tartószerkezetére egyedi háromrétegű fóliaburkolat kerül, amely segítségével az állandó klíma biztosítható az építmény belsejében. A létesítmény egyedülálló, ilyen jellegű és méretű szerkezet még nem épült sehol.

A beruházást a Market Építő Zrt. megbízásából nyertük el.

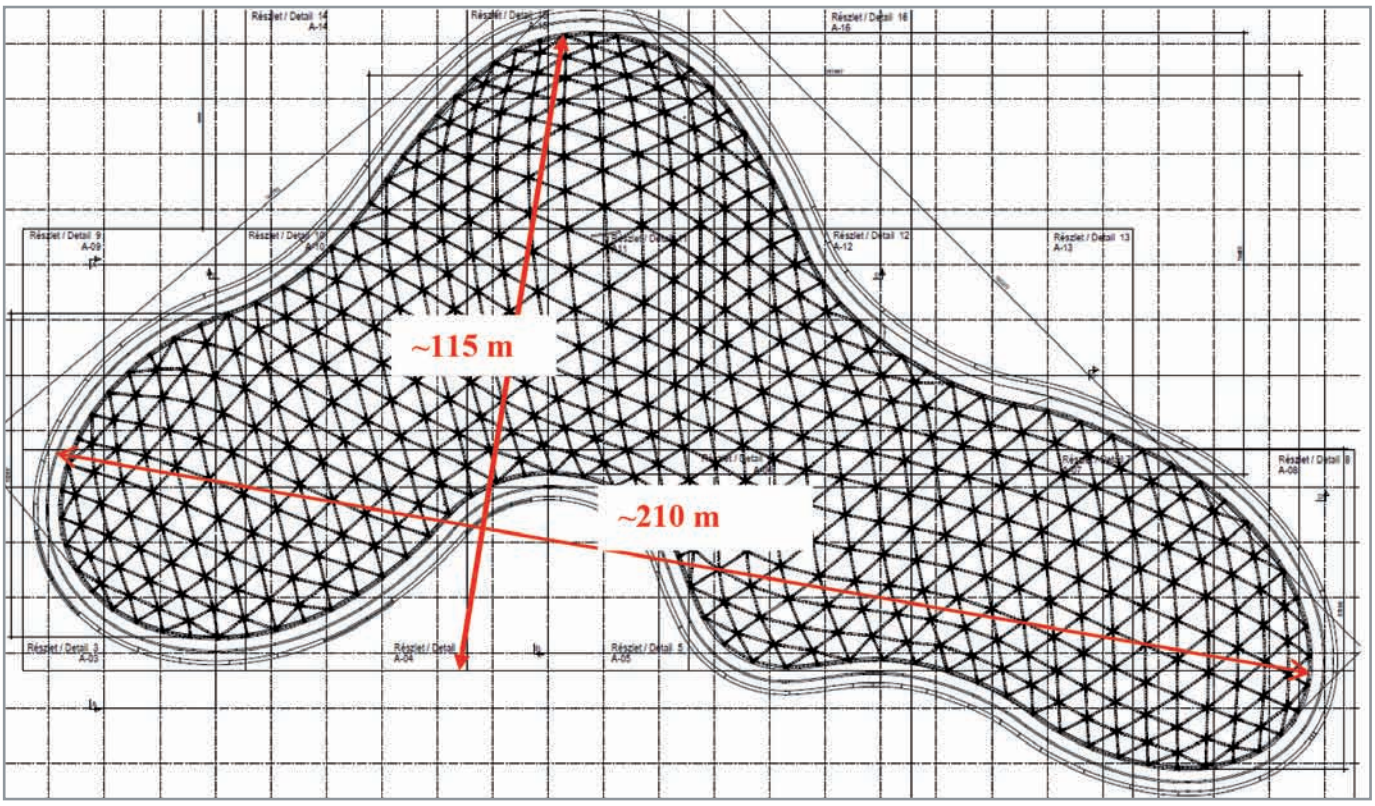
A vállalásunkba az 1000 t súlyú acél tartószerkezet gyártása és szerelése tartozott. A gyártáshoz a gyártási dokumentációt, terveket a szereléstechnológia koncepciójával és a szerkezet 3D-s modelljével együtt megkaptuk. Ennek ellenére rengeteg tennivaló akadt még mind a tervezés, mind a gyártás és a szerelés előkészítése terén is.

Maga az acél tartószerkezet csőszelvényű rudakból áll, amelyeket háromszög alakban illesztettek össze. A rudak szelvénye 324 mm átmérőjű, (igénybevételtől függően) 8–12, helyenként 16 mm falvastagságú cső. A csomópontok a vasbeton peremgerendán csonka csillag, míg a szerkezet belsejében teljes csillag alakúak. A csillagok központi elemét 406 mm átmérőjű csövek adják. A szerkezetben összesen 539 darab csomópont és 1503 darab rúd található, amelyek együtt 964 darab háromszöggé álltak össze. A rudak és a csillagok kapcsolata egyszerű homloklemezes kapcsolat, amelyet 4 darab M36 méretű csavar kapcsol össze. A szerkezetben nem volt két egyforma gyártmány.

Az összeállított háromszögek oldalhosszúsága 5–6 m-től 8–9 m-ig változott. Ezek közelről elég robusztusak voltak, de maga az elkészült szerkezet egy karcsú, légies rúdhéj szerkezetet eredményezett. A felületkezelés az első sorig 45 perces tűzállóságot biztosító tűzvédő festés, egyébként pedig C4 korrozivitási kategóriának megfelelő festés hosszú élettartamra, RAL9002 színben.

A GYÁRTÁS-ELŐKÉSZÍTÉSRŐL

Elsőként a gyártás-előkészítés állította kihívások elé a kollégáinkat. Az egyik megoldandó feladat a plazmagép programozása volt. A 3D-s tervezőprogram, amit használunk (Tekla Structures) képes volt arra, hogy olyan formátumba exportálja az elemeket, amely utána felhasználható volt a plazmagép programozásához. Nemcsak az elemeket, hanem a gyártmányokat is lehetett ilyen formátumba exportálni, a gyártmányok esetében ezt a méretellenőrzésnél használtuk (lásd később).



1. kép: A Biodom alaprajza

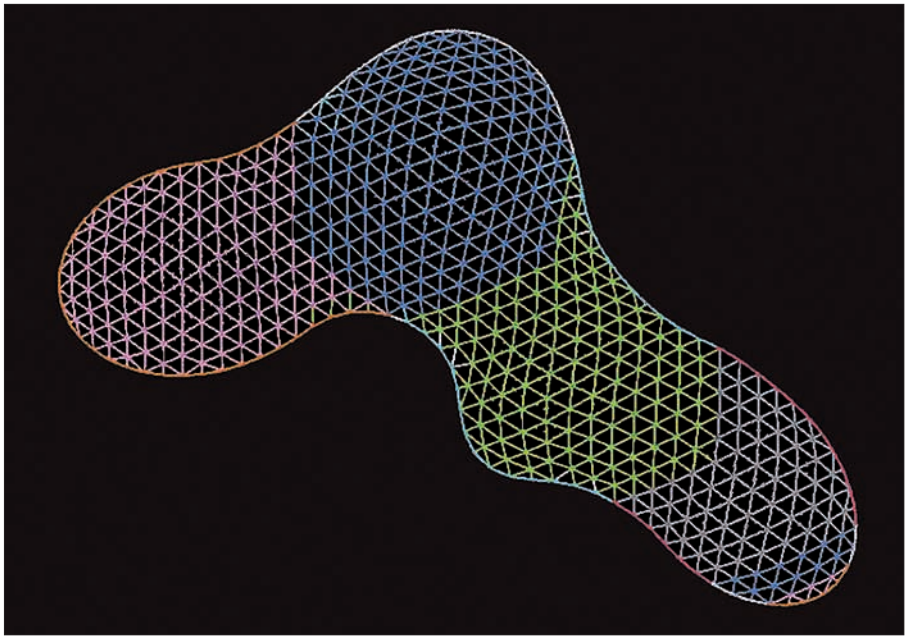
A gyártás-előkészítésnek jóval a gyártmányok összeállítása előtt kellett haladnia, hogy később a szerelés kiszolgálása folyamatos lehessen.

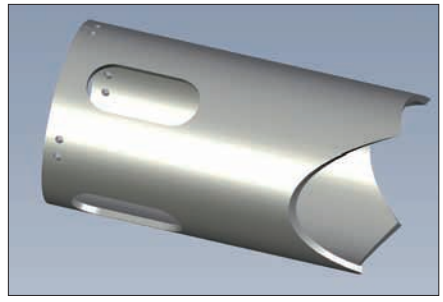
A megkívánt minőség biztosítását a Biodom projekt folyamán az alapanyag telephelyünkre való beérkezésétől kezdve a késztermék beépítéséig végig felügyeltük. A szerkezet generál statikus által előírt kitéti osztályának megfelelően (EXC3, kivéve a dokumentációt, amely EXC2 szintű) a beérkező alapanyagokat elláttuk a minőségi bizonylatok sorszámával, hogy azok később is azonosíthatóak legyenek.

A gyártási dokumentációban a tervezőprogram minden elemnek sorszámot ad, amelyet azonnal rájelölünk az előzőekben megjelölt alapanyagból ki-/levágott elemre. Az azonosítókat a program automatikusan generálja, azokat szándékosan megváltoztatni, a terveken átírni nem lehet. A program által generált elemterveken ugyanezen számok szerepelnek, illetve a gyártmányterveken már az adott gyártmányt alkotó elemszámok szerepelnek. A program számon tartja azt, hogy mely gyártmányokat mely elemek alkotnak. Különböző elemek, gyártmányok különböző számot kapnak.

Az elemekből összeállított gyártmány száma az összeállításkor kerül rá a gyártmányra, amely aztán a véglegesre való hegesztésen át a felületkezelés befejezéséig végigkíséri azt. A gyártmányok mérési jegyzőkönyveire is ez az azonosító kerül rá, és a helyszínen is ezzel azonosítják az egységeket. A szerelői rajzokon is a gyártmányszámok vannak feltüntetve, ezek segítségével szerelhetők be, rögzíthetők egymáshoz és/vagy a fogadószerkezethez (pl. vasbeton alap) a szerkezet elemei a megfelelő pozícióba.

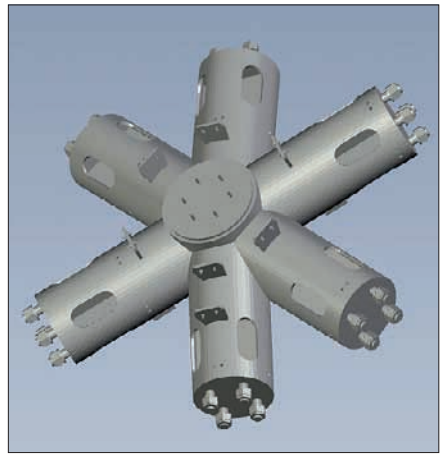
A gyártás-előkészítés során az egy gyártmányhoz tartozó elemeket összegyűjtik és sorba rakják aszerint, hogy milyen sorrendben fognak következni. A szerelési sorrend tehát az acélüzem rendelkezésére állt már a kezdetektől fogva, mert a szerkezet szerelésének kiszolgálása volt az elsődleges.





4. kép:
Csőcsonk számítógépes modellje a plazmagép programozásához

2. kép:
A Biodom modellje



5. kép:
Csomópont számítógépes modellje a 3D méréshez

3. kép
A Biodom látványterve

A GYÁRTÁSRÓL

A szerkezet gyártása márciustól kb. novemberig tartott. Mivel a szerkezet a jellegénél fogva különösen érzékeny volt a gyártási és építési pontatlanságokra, így „pluszos” eltérés nem volt megengedhető. Mínuszos eltérés volt kívánatos, amelyet beilag lemezekkel lehetett és kellett korrigálni. Ehhez ki kellett tapasztalni, hogy mennyivel kell kisebbre gyártani az egyes elemeket, hogy a végén a szerkezet pontosan összeálljon.

6. kép: A csővég a plazmagépben

8. kép: Előkészített csővégek a csillagokhoz

7. kép: Felhalmozott csővégek az üzemben

9. kép: Előkészített csillagok az üzemben

A gyártás folyamata a következő volt: elemek levágása, összeállítás, mérés, majd készre hegesztés és újra mérés. A mérést egy speciális, 3 dimenziós mérésre alkalmas, külön ehhez a projekthez vásárolt mérőeszközzel végeztük, amely referenciának az előzőekben említett, a gyártmány tervezőprogramból exportált modelljét használta.

A program az előre meghatározott tűrésértékek figyelembevételével generált egy mérési lapot, amely a megvalósulási dokumentáció részét fogja képezni. A tűrésen felüli értékeket addig korrigálták a lakatos kollégák az összeállítás során, amíg az elfogadható nem lett.

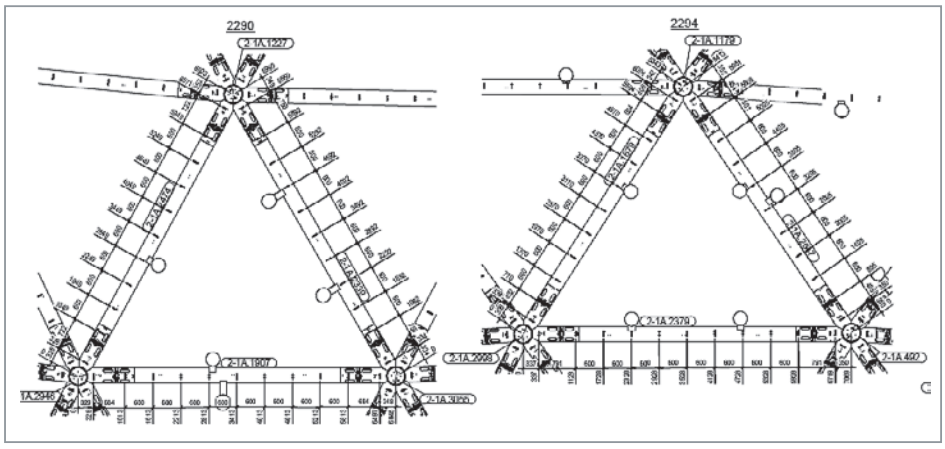
A gyártmányok (rudak, csomópontok) elkészítése után következett a háromszögek próbaszerelése. Ehhez minden háromszögről olyan tervet kellett készíteni, amelyen be van jelölve a háromszögek oldalainak hálózati hossza, illetve a ponyvafogadó pengék távolsága a rudakon.

A próbaszerelés több szempontból is kulcsfontosságú volt. Először is az esetleges, korábban ki nem szűrt pontatlanságok korrekciója miatt, másodszor pedig ekkor lehetett a ponyvafogadó pengéket pontosan felhegeszteni, végül pedig a csomópontoknál (a csillagok lábai, illetve a rudak között) szükséges beilagolás mértékének meghatározása miatt.

A gyártmányok felületkezelése csak ezután volt elvégezhető.

A fóliaburkolatot fogadó pengék pontos pozíciójáról folyamatosan tölteni kellett egy táblázatot, amely alapján a fóliát gyártó társ-alvállalkozó elkezdhette a fóliamezők gyártását. A munkánknak tehát nemcsak a saját, illetve a Megrendelő szempontjaira kellett tekintettel lenni, hanem más társ-alvállalkozókéra is.

A Megrendelő kérésére, a Műszaki ellenőr által végzett átadás-átvételi feladatok miatt, illetve a leendő üzemeltető (Fővárosi Állat- és Növénykert) munkájának megkönnyítésére a szerkezet csomópontjainak fenéklemezére időjárásálló, nyomtatott matricával feljelöltük a gyártmányszámokat. A megvalósulási dokumentáció (amelynek része lesz a gyártmánytervi csomag, illetve egy gyártmányszámokkal ellátott hálózati rajz) alapján pontosan azonosítható a kérdéses csomópont vagy rúd.

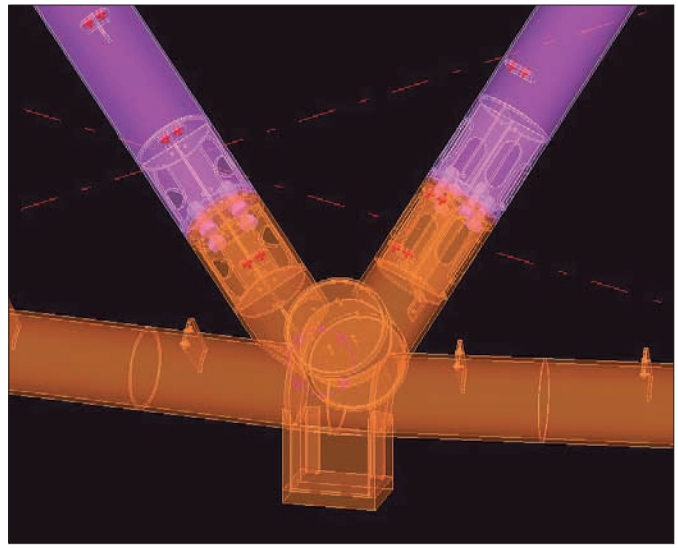


10. kép:
Előszerelési rajz közbensőháromszögekre

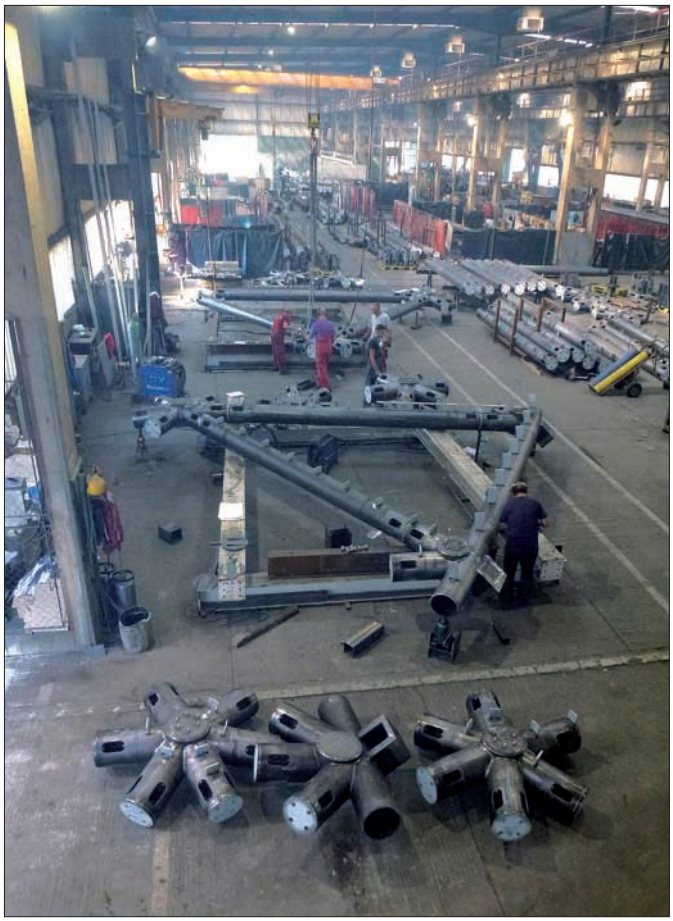
11. kép:
3D-s mérőeszköz a csillag alakú csomóponti elem közepén

A SZERELÉSRŐL

A helyszíni szerelés májustól decemberig tartott. Májusban kezdtük el elhelyezni a talpcsomópontokat, mivel az őket fogadó bebetonozandó szerelvényeket a vasbeton peremgerenda armatúrájával együtt kellett elhelyezni.



13. kép: Talpcsomópont a 3D-s modellben



12. kép: Egy háromszög előszerelése az üzemben

14. kép: Talpcsomópont a helyszínen

Telephelyünk udvarán 1:1 méretarányú modellkísérlet keretében megépítettük az 1. dóm első 3 háromszögét, amely alkalmas volt a gyártás és szerelés kipróbálására. A mintaszerkezetet a fóliaburkolatot készítő társ-alvállalkozó részére is hozzáférhetővé tettük, aki szintén kipróbálhatta a fóliaburkolat szerelésének kihívásait. A mintaszerkezetet a Megrendelő, a műszaki ellenőrök és az építész tervezők is megnézték, hogy képet kaphassanak róla.

15. kép: A minta acélszerkezete a telephelyen

16. kép: A fólia próbaszerelése

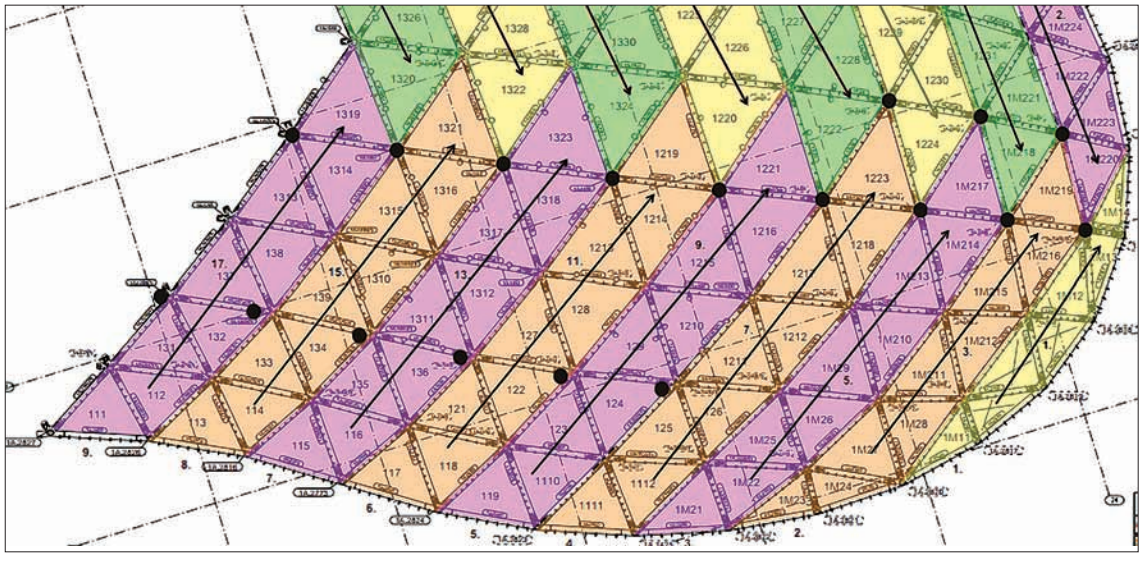
A szerelés sorrendje sorban a dómok számozása szerint haladt: 1., 2., 3., majd a 4. dóm épült fel. A szereléstechnológiai sorrendet – mivel a félkész szerkezet állékonysága statikai kérdés – megkaptuk a generál statikus tervezőtől, a szerkezet megépítéséhez szükséges állvány pozíciókkal együtt.

A generál statikustól kapott adatszolgáltatás gyakorlatilag egy, a statikai méretező programból kinyert videót jelentett, az állványok adatlapjaival együtt. Ezt azonban még le kellett fordítani a helyszíni kollégák „nyelvére", illetve jóvá kellett hagyatni a Megrendelővel is, a többi társ-alvállalkozó igényeinek figyelembevételével. Olyan szereléstechnológiai terv született, amelyen a gyártmányok azonosítói mellett fel voltak tüntetve az alkalmazandó állványok építésének és bontásának időpontja, illetve az állványok munkagödör aljától mért magassága is.

A szerelés lényege az volt, hogy a földön előszereltünk egy csomópontot a hozzá tartozó három rúddal. A vasbeton gerendába bebetonozott szerelvényhez rögzített talpcsomópontoktól elkezdve, két oldalról felfelé épült a szerkezet. Egy ív ha összezárt, akkor önmagában is állékony volt.

Az egy előszerelési egységhez tartozó gyártmányok a terven azonos sraffozással voltak ellátva, így az szemléletes volt. A daruzás miatt az előszerelési egységek súlya is szerepelt a terven. Szerepeltek továbbá az építendő állványokra vonatkozó adatok (építés, bontás időpontja, magasság).

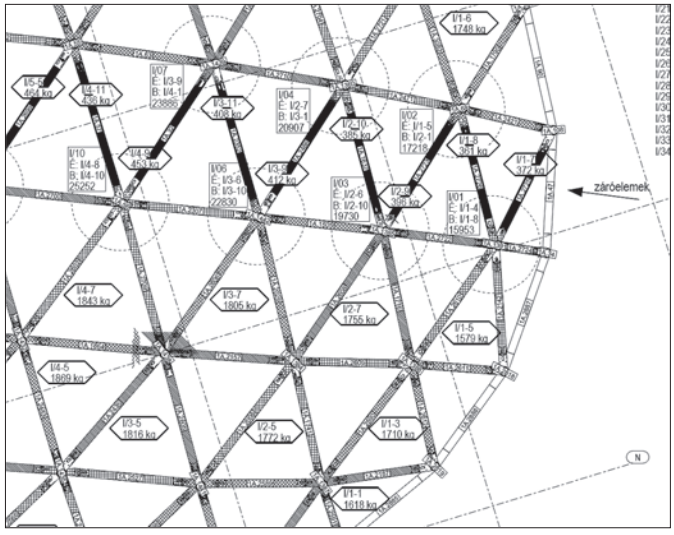
18. kép: Előszerelési egység a darun



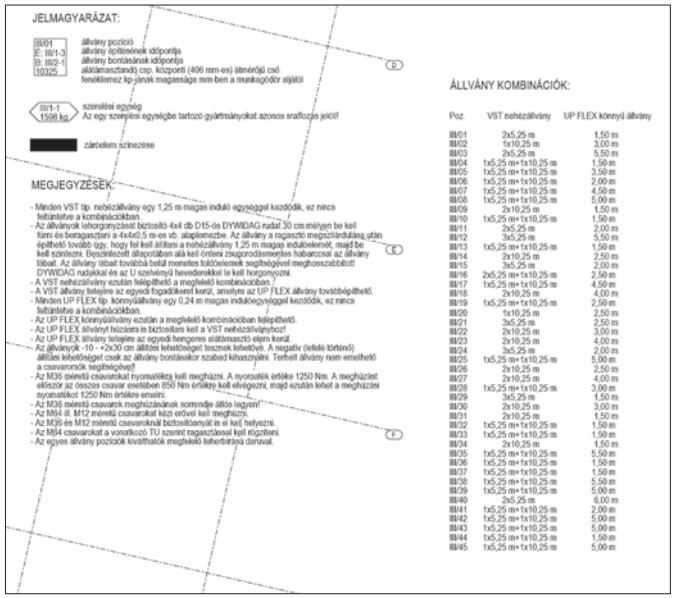
17. kép: Részlet a szereléstechnológiai tervből

19. kép: Előszerelési egység helyére illesztése

A társ-alvállalkozók zavartatása miatt elsősorban nem az alkalmazandó állvány teherbírása, hanem az alapterülete és a magassága volt az elsődleges. Mivel ilyen állványt a PERI tudott biztosítani, így az ő rendszerük mellett döntöttünk.



20. kép: Részlet a szereléstechnológiai tervből



JELMAGYARÁZAT:

III/01 É: III/1-3 B: III/2-1 10325 — állvány pozíció; állvány építésének időpontja; állvány bontásának időpontja; alátámasztandó csp. központi (406 mm-es) átmérőjű cső fenéklemez kp-jának magassága mm-ben a munkagödör aljától

III/1-1 1598 kg — szerelési egység. Az egy szerelési egységbe tartozó gyártmányokat azonos sraffozás jelöli!

záróelem színezése

MEGJEGYZÉSEK:

- Minden VST tip. nehézállvány egy 1,25 m magas induló egységgel kezdődik, ez nincs feltüntetve a kombinációkban.
- Az állványok horgonyzásánál biztosító 4x4 db D15-ös DYWIDAG rudat 30 cm mélyen be kell fúrni és beragasztani a 4x4x0,5 m-es vb. alaplemezbe. Az állvány a ragasztó megszilárdulása után építhető tovább úgy, hogy fel kell állítani a nehézállvány 1,25 m magas induló elemét, majd be kell szinezni. Bejszínezett állapotában alá kell önteni zsugorodásmentes habarccsal az állvány lábait. Az állvány lábait továbbá belül menetes toldóelemek segítségével meghosszabbított DYWIDAG rudakkal és az U szelvényű bevezetőkkel le kell horgonyozni.
- A VST nehézállvány ezután felépíthető a megfelelő kombinációban.
- A VST állvány fetejére az egyedi fogadókeret kerül, amelyre az UP FLEX állvány továbbépíthető.
- Minden UP FLEX tip. könnyűállvány egy 0,24 m magas induló egységgel kezdődik, ez nincs feltüntetve a kombinációkban.
- Az UP FLEX könnyűállvány ezután a megfelelő kombinációban felépíthető.
- Az UP FLEX állványt húzásra is biztosítani kell a VST nehézállványhoz!
- Az UP FLEX állvány tetejére az egyedi bengenes átlómasztó elem kerül.
- Az állványok -10 - +2x30 cm állítási lehetőséget tesznek lehetővé. A negatív (lefelé történő) állítási lehetőséget csak az állvány bontásakor szabad kihasználni. Terhelt állvány nem emelhető a csavarcsonk segítségével!
- Az M36 méretű csavarokat nyomatékra kell meghúzni. A nyomaték értéke 1250 Nm. A meghúzást először az összes csavar esetében 850 Nm értékre kell elvégezni, majd ezután lehet a meghúzási nyomatékot 1250 Nm értékre emelni.
- Az M36 méretű csavarok meghúzásának sorrendje átlós legyen!
- Az M64 ill. M12 méretű csavarokat kézi erővel kell meghúzni.
- Az M36 és M12 méretű csavaroknál biztosítósnyílt is el kell helyezni.
- Az M64 csavarokat a vonatkozó TU szerint ragasztással kell rögzíteni.
- Az egyes állvány pozíciók kiválthatók megfelelő teherbírású daruval.

ÁLLVÁNY KOMBINÁCIÓK:

Poz.	VST nehézállvány	UP FLEX könnyű állvány
III/01	2x5,25 m	1,50 m
III/02	1x10,25 m	3,00 m
III/03	2x5,25 m	5,50 m
III/04	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/05	1x5,25 m+1x10,25 m	3,50 m
III/06	1x5,25 m+1x10,25 m	2,00 m
III/07	1x5,25 m+1x10,25 m	4,50 m
III/08	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/09	2x10,25 m	1,50 m
III/10	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/11	2x5,25 m	2,00 m
III/12	3x5,25 m	5,50 m
III/13	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/14	2x10,25 m	2,50 m
III/15	3x5,25 m	2,00 m
III/16	2x5,25 m+1x10,25 m	2,50 m
III/17	1x5,25 m+1x10,25 m	4,50 m
III/18	2x10,25 m	4,00 m
III/19	1x5,25 m+1x10,25 m	2,50 m
III/20	1x10,25 m	2,50 m
III/21	3x5,25 m	2,50 m
III/22	2x10,25 m	3,00 m
III/23	2x10,25 m	4,00 m
III/24	3x5,25 m	2,00 m
III/25	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/26	2x10,25 m	2,50 m
III/27	2x10,25 m	4,00 m
III/28	1x5,25 m+1x10,25 m	3,00 m
III/29	3x5,25 m	1,50 m
III/30	2x10,25 m	3,00 m
III/31	2x10,25 m	1,50 m
III/32	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/33	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/34	2x10,25 m	1,50 m
III/35	1x5,25 m+1x10,25 m	5,50 m
III/36	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/37	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/38	1x5,25 m+1x10,25 m	5,50 m
III/39	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/40	2x5,25 m	6,00 m
III/41	1x5,25 m+1x10,25 m	2,00 m
III/42	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/43	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m
III/44	1x5,25 m+1x10,25 m	1,50 m
III/45	1x5,25 m+1x10,25 m	5,00 m

21. kép: Részlet a szereléstechnológiai tervből

A szereléshez a különféle méretű és teherbírású darukon és állványokon kívül egy hidraulikus meghúzó készüléket is beszereztünk, amely a keskeny szerelőnyílásokban alkalmas volt a homloklemezes kapcsolatok nyomatékra húzására.

A szerelőnyílásokat utólag egyedi, fröccsöntött, a meghatározott tűzvédelmi előírásoknak megfelelő műanyagból készült „kupakokkal” zártuk le, vízzáró tömítéssel ellátva. Körülbelül 22 000 darab ilyen szerelőnyílás volt, amihez az egész szerkezeten összesen kb. 45 000 darab önfúró csavart használtunk fel.

22. kép: A HYTORC szerszám

23. kép: A műanyag kupak víztartási próbája

24. kép: Így kezdődött minden...

25. kép: ...így folytatódott...

26. kép: ...és így közeledett a végéhez

27. kép: Az utolsó előtti egység

Végül az előre meghatározott pozíciók rendszere „megbukott", mert a szerkezet nagy része szabadszereléssel is megszerelhető volt; hiszen egy-egy ív, ha bezárult, akkor állékony volt. Továbbá a gyártási, ill. szerelési pontatlanságok – hiába voltak a szabványban meghatározott tűrésértékeken belül – olyan alakot eredményeztek, amely a generál statikus számításai szerint beavatkozás nélkül káros elmozdulásokhoz vezethetett. Harmadrészt pedig a szerelési sorrendet befolyásolta az, hogy mikor kapunk munkaterületet; illetve hogyan zavarhatjuk egymást a társ-alvállalkozókkal. Ezért utólagosan, más pozíciókban kellett állványokat elhelyezni ahelyett, hogy előre meg tudtuk volna szerelni ezeket. Mindezek ellenére is csak minimális csúszásokat eredményezett a szerelésben a szereléstechnológiába történt beavatkozás, amely egyébként az egész rendszer lelke volt.

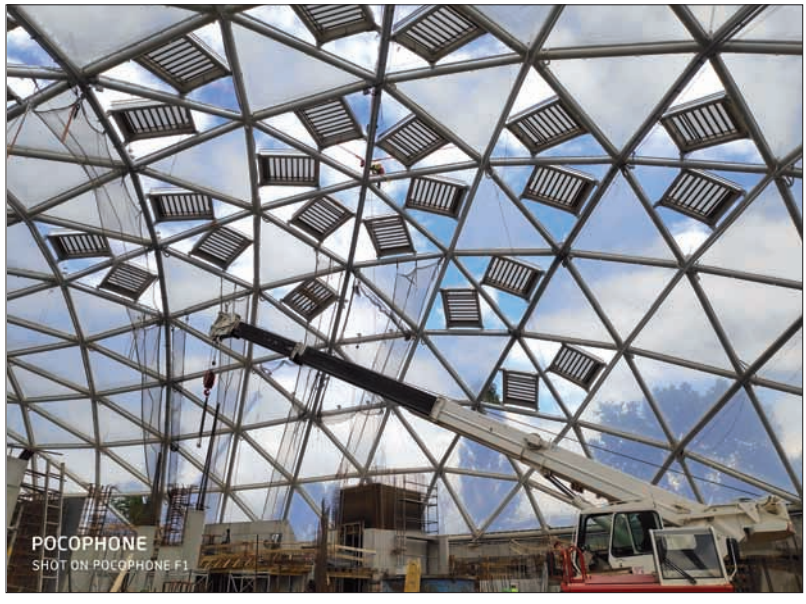
A Biodom gyártása és szerelése igazi csapatmunka volt, amelyhez minden kollégám hozzátette a magáét. Olyan kihívás volt, ami inspirálta az egész csapatot, és a felmerülő akadályok csak még eltökéltebbé tettek bennünket. Szükség is volt egy kis fanatizmusra, mert enélkül nem állt volna össze ez a rendkívüli szerkezet.

28. kép: Kétféle PERI állványrendszer egyedi gyártású kiegészítésekkel

29. kép: PERI állványok a Biodomban

30. kép: Kétféle PERI állványrendszer a 3. dómban

31. kép: Az egyik kész dóm



32. kép: Beszerelt szellőzőzsaluk és fóliamezők

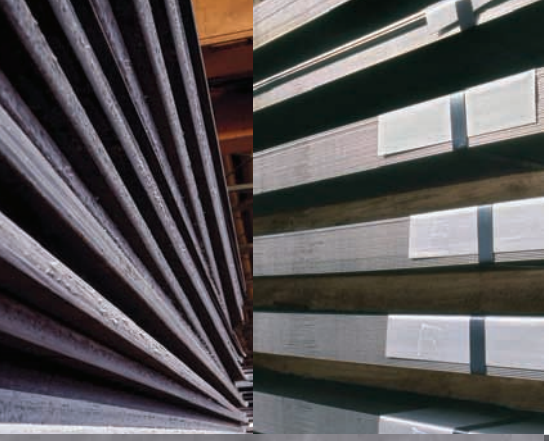
Díjak

International Property Awards – 2018. legjobb szabadidős épülete; illetve pályáztunk az építőipari mesterdíjra a Mesterdíj Alapítványnál.

Referenciák

[1] https://zoobudapest.com/pannonpark/pannon-park/megvalositas – a Pannon Park koncepciójáról és a Biodomról általánosságban

A cikkben szereplő fényképeket a szerző kollégái, illetve a szerző készítették.



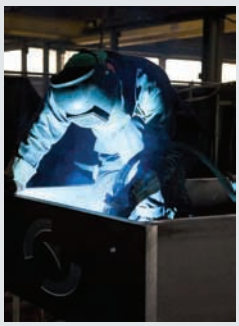
SALZGITTER MANNESMANN ACÉLKERESKEDELEM

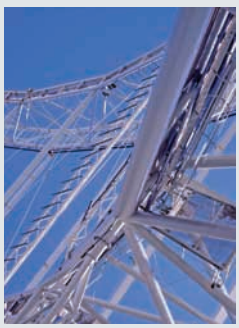
A Salzgitter Csoport vállalata

ACÉL

TERMÉK, LOGISZTIKA, SZOLGÁLTATÁS

- melegen hengerelt lapostermékek
- hidegen hengerelt lapostermékek
- hosszútermékek és rúdanyagok
- szerkezeti és precíziós acélcsövek, csődarabolás





Jelenlét a világ minden pontján

SALZGITTER MANNESMANN ACÉLKERESKEDELEM
A Salzgitter Csoport vállalata

SALZGITTER MANNESMANN HANDEL
A Member of the Salzgitter Group

SALZGITTER MANNESMANN INTERNATIONAL
A Member of the Salzgitter Group

www.salzgitter.hu

H-1027 Budapest, Horvát u. 14-24.
Telefon: +361 393-5234
Fax: +361 393-5236
info@salzgitter.hu

MASTERTIG
Távolról sem átlagos
KEMPPI
150A
150A
150A
corweldplus.hu
KEMPPI
Corweld+
2049 Diósd, Balatoni út 21/e
Tel.: +36-23-782-011

CONSTEEL
A 21. SZÁZAD SZOFTVERE
TELJES KÖRŰ MEGOLDÁS ACÉL ÉS ÖSZVÉRSZERKEZETEK TERVEZÉSÉHEZ
Statika + 3D stabilitás + kapcsolatok egy programban
LETÖLTHETŐ 30 napos KIPRÓBÁLÁSI VERZIÓ
Látványos 3D grafikus felhasználói felület
Automatikus szél és hóteher generálás
Első és komplex másodrendű analízis
Globális stabilitási analízis
100% EuroCode kompatibilis
Csavarozott és hegesztett kapcsolatok ellenőrzése
Teljes modellexport Tekla Structures modellező programba
www.consteel.hu
CONSTEEL

Pál Gábor *ügyvezető, vezető tervező*
Kemenczés András *tervező*
Hunyadi László *statikus tervező*
Speciálterv Építőmérnöki Kft.

INNOVATÍV ÖSZVÉRHIDAK ÉRDEN
A Szent István úti közúti felüljárók tervezési tapasztalatai

INNOVATIVE COMPOSITE BRIDGES IN ÉRD
Design experiences of the Szent Istvan road bridges

Érden, a Szent István utcában két innovatív öszvérhíd épült. A hidak egy sor cölöppel készült, integrált öszvérszerkezetek, előregyártott pályatáblával. E szerkezeti rendszert korábban Magyarországon még nem alkalmazták, azonban jelen projektben e módszerrel gazdaságosan lehetett hidat építeni a feszített, rendkívüli tempójú kivitelezés mellett is. A pályatáblák előregyártása jelentősen felgyorsította a híd építését: az előregyártott pályatáblák beemelésekor még csuklós feltámaszkodású főtartók, majd a monolit pályalemez építésekor létrehozott részleges befogás alkalmazásával lehetőség nyílt a felszerkezeten és az alépítményben ébredő igénybevételek tervező általi befolyásolására, az optimum keresésére. Az e hidak tervezése és építése során hozott szerkezeti döntések eredményeképpen gazdaságos szerkezetek épültek, így az itt alkalmazott módszerek megfontolását ajánljuk egyéb projektek tervezése során is alkalmazni.

Two innovative composite bridges were built at the Szent István street in Érd. This new type of bridge, the „partially fixed" composite structure combined with prefabricated concrete slab, has not been applied so far but proved to be economical in this tight schedule project. The building of the bridges were considerably accelerated by the prefabrication of concrete slabs. The partially fixed design allowed the manipulation of forces both in the superstructure and substructure looking for optimal solution. Economical structures were built as a result of structural decisions made during the design and construction of these bridges. We recomend the consideration of the methods used here in future projects.

BEVEZETÉS

Érd Megyei Jogú Város Önkormányzatának közlekedésfejlesztési koncepciójában az 1990-es évek óta szerepel a város közlekedési szerkezetét nagymértékben javító, a Szent István utca tengelyében előirányzott, a 30. és 40. számú vasútvonalakat közúti felüljáróval áthidaló városi gyűjtőút, főközlekedési tengely megvalósítása. Az út nyomvonala két vasúti fővonalat is áthidal, domborzatilag olyan környezetben, hogy a vasúti pálya az út pályaszintjéhez képest jelentős bevágásban halad.

A Kelenföld–Tárnok vasútvonal építési engedélyében az építtető NIF Zrt. feladataként az engedélyező hatóság előírta a közúti műtárgyak építését. A műtárgyak eredeti tervei 2011-ben készültek el, a NIF Zrt. az építési engedélyt a műtárgyakra megszerezte. A műtárgyakat ekkor még többtámaszú, előregyártott, feszített vasbeton tartók alkalmazásával tervezték.

Időközben a Kelenföld (kiz.)–Pusztaszabolcs (bez.) vonalszakasz engedélyezési terveinek készítése során elkészült a 30. számú vasútvonalat a 40. számú vasútvonallal (Érd állomással) összekötő vágány terve is, mely összekötővágány megépítése a 40. számú vasútvonal távlati fejlesztési tervei közt szerepel. 2012-ben befejeződött a 30. számú vasútvonal korszerűsítése a Kelenföld (bez.)–Tárnok (bez.) vonalszakaszon.

Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. által az Érd, Szent István úti közúti műtárgyak és csatlakozó utak építésére kiírt nyílt közbeszerzési eljárás nyertese az A-Híd Zrt. lett, melynek megbízásából a Speciálterv Kft. végezte a kivitelezési projekthez kapcsolódó tervezési feladatokat. A Speciálterv Kft. út- és hídtervei alapján megvalósult az új közúti tengely és annak keretében 2 darab 60 m-es, egynyílású öszvérhíd, mely hidak több innovatív megoldást is tartalmaznak. Jelen cikk célja a betervezett helyspecifikus, korszerű hídszerkezeti megoldások tervezési, szerkezeti hátterének bemutatása, kitekintve a teljes infrastruktúraberuházásra is.

A TERVEZÉSI FELADAT

A felújított Szent István út a tervezett hidak segítségével a Kossuth Lajos utcát összeköti a Velencei úttal. A tervezési diszpozíció részét képezte, hogy a 30-as vasútvonal feletti híd déli alépítménye – és maga a teljes híd – megfelelő legyen a távlati Érd–Érd alsó összekötő vágány kiépítése esetén is. A 40-es számmal elkeresztelt közúti felüljáró a Nagytétény–Tárnok 30. sz. vasútvonal és a Bp. Kelenföld–Pusztaszabolcs 40. sz. vasútvonal felett, míg a 30-as számúra keresztelt közúti felüljáró a Budapest–Kelenföld–Székesfehérvár 30. sz. vasútvonal és a tervezés időpontjában még csak távlati, de jelenleg már kivitelezés alatt álló Érd–Érd alsó összekötő vágány felett vezeti át a Szent István út 2x1 sáv közúti forgalmát, valamint kétirányú irányhelyes kerékpársávokat és gyalogjárdát. A belterületi közúton a tervezési sebesség 50 km/h volt.

A tendertervek hagyományos, előregyártott, feszített beton tartókkal készülő hidak voltak, a mélybevágásban 2–2 közbenső pillérrel a vasúti pályák mellett. A meredek rézsűn a cölöpözőgép lejuttatása lehetetlen feladat volt, ezért a közbenső támaszok elhagyása mellett döntöttek. Szóba került 45 m-es feszített tartók alkalmazása, azonban a belterületi szűk utcák a tartók beszállítását nem tették lehetővé: a maximális beszállítható tartó mérete ~28 m-re adódott. Ezen okokból a kivitelező kérésére az előregyártott, feszített tartós felszerkezet megépítése helyett alternatív megoldást kellett keresni. A helyszíni adottságok miatt gazdaságos hídfőméretekkel a két híd egynyílású ~50–60 m közötti szerkezetekkel volt kialakítható. Ehhez a fesztávhoz két hídtípust vizsgáltunk:

– alsópályás acélszerkezet 2 főtartóval, ortotrop pályalemezzel;
– öszvér gerendahidat.

A két hídszerkezet között a költségvetés döntött. Az ortotrop acél hídhoz ~395 kg/híd-m^2 acélt kellett felhasználni, így e híd felszerkezetének az ára ~60%-kal drágább lett volna a ~120 kg/híd-m^2 acélfelhasználásúra becsült öszvérhídéhoz képest.

Miután az áthidalandó „völgyeket” a vasútvonalak mély bevágásai alkották, azt kellett eldönteni, hogy rövidebb fesztávú hidakat építenek nagyobb szerkezetű hídfőkkel, vagy fordítva. Végül a támaszok távolságát a cölöpözőgép lavírsíkjának kialakíthatósága és a szádfalazások optimalizálása döntötte el: a fesztáv mindkét híd esetén 59,3 m-re adódott. A nyílástartomány és az űrszelvény feletti elegendő magasság miatt egy „ideális szerkezeti magasságú” felsőpályás gerendahidat lehetett tervezni. A kivitelező ugyanakkor megkövetelte, hogy a gerendahíd minél kevesebb cölöppel és minél kevesebb anyagból épüljön, illetve minden a gazdaságosság érdekében tett reális tervezői javaslatot támogatott. Ezen a gondolatmeneten jutottunk el a korábban már több helyszínen tervezett és épített, alépítménybe befogott öszvérhíd (integrált híd) alkalmazásáig. E szerkezeti rendszerrel elkerülhető a saru és dilatációs szerkezet alkalmazása is, mely építési és fenntartási előnyt egyaránt jelent.

A TERVEZÉS KONCEPCIÓJA

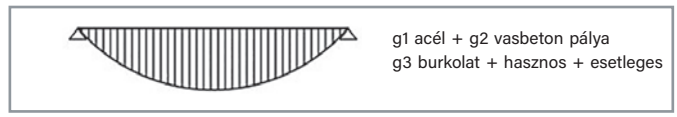
1. Alépítmény–felszerkezet szerkezeti rendszer optimum keresése

A befogott öszvértatók alkalmazásának eldöntése után, a gazdaságosságra optimalizált tervezés során a cölöpök–felszerkezet anyagfelhasználási optimum keresése volt az egyik feladat. Első generációs befogott öszvérhidaknál a felszerkezet merev befogásának biztosítására jelentős kiterjedésű alaptesteket alkalmaztak. Ezek több sor nagy átmérőjű cölöppel, de esetenként összemetsző cölöpfalakból kialakított dobozszerkezetekkel kívánták biztosítani a „tökéletes” befogást. E módszer előnye, hogy pontosan számítható, hátránya hogy a merev alaptest rendkívül gazdaságtalan, de a nagy befogási nyomaték miatt a vasbeton pálya befogási keresztmetszetének a bevasalása is lehetetlen feladat nagyobb nyílások esetén.

Megoldást jelent, ha az alépítményt „lágyítjuk”: egy sorban elhelyezett cölöpökkel a támasz rugalmassága megnő, a befogási nyomatékok csökkennek. Észak-amerikai gyakorlatban (USA, Kanada) rendkívül lágy – azonban duktilis – cölöpöket (horganyzott acélszelvényeket) és a felső befogási zóna talajának lokális cseréjét (kútgyűrűk közötti talajcsere) is alkalmazzák e célra. Az európai gyakorlat mindenhol erősen vasalt cölöpöket alkalmaz, ettől mi sem akartunk eltérni. A talaj–szerkezet egymásra hatás statikai modellezése és a bizonytalanságok csökkentése több paraméterrel való futtatást és a burkoló igénybevételekre való méretezést jelent.

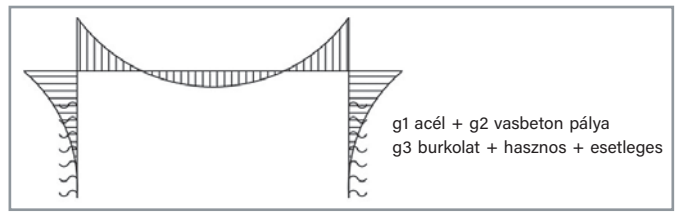
Jelen esetben a rendelkezésre álló jó minőségű altalaj lehetőséget adott nagy teherbírású, ~2800 kN cölöpök alkalmazására, vagyis a hídszerkezet függőleges terheihez a még viszonylag nagy nyílás mellett is elegendő az egy sor cölöp.

A minimális egy sor cölöpszám megtartása érdekében első körben vizsgáltuk a csuklósan lekötött felszerkezetet. Ez szokásos és hagyományos kialakítás, hátránya, hogy kell saru és dilatáció. Könnyen megvalósítható, az alkalmazott vasalás mennyisége minimális. Számításaink alapján ~200 kg/m^2-es szerkezeti acélanyag felhasználását kalkuláltuk. Ezt az értéket a statikailag kedvező, betonozás közben jármokkal alátámasztott kialakítás mellett értük el.



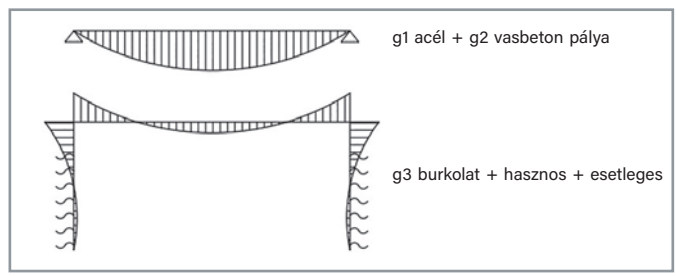
1. ábra: Statikai váz, kétcsuklós tartó

Ezek után elindultunk a befogott hídszerkezet irányába, mert a kedvező keretszerű statikai viselkedés kihasználása gazdaságosabb szerkezetet eredményez. Merev befogás és függőleges terhek felvételére alkalmas cölöpök alkalmazásával, a híd jelentős fesztávolsága miatt, a befogási nyomaték cölöpönként ~5000 kNm-re jött ki. E vizsgált esetben már az acéltartót is befogtuk volna a pályalemez építése előtt. A járatos 80–120 cm CFA-cölöpök viszont nem bevasalhatóak ekkora nyomatékra.



2. ábra: Statikai váz, kerethíd

Mivel a cél az egysoros cölöpalapozású hídfő megtartása volt, a cölöpök nyomatékait csökkentenünk kellett, így az előző két statikai váz kombinálása mellett tettük le a voksunkat, vagyis az acél és vasbeton pályalemez önsúly esetében kéttámaszú csuklós tartót alkalmazunk, a végállapotban a további terhelésekre – burkolat, hasznos teher és egyéb esetleges terhekre – már a kedvező kerethíd viseli a terheléseket. Ezáltal a cölöpnyomatékok ~2500 kNm-es nagyságrendűek, és az 1,00 m-es CFA cölöpök már megfelelőeknek bizonyultak.



3. ábra: Statikai váz, kétcsuklós tartó + kerethíd kerethíd

Az előzőekben ismertetett módszert „részleges befogásnak” neveztük el, hiszen a felszerkezet az önsúly jelentős részére kéttámaszú, majd a g3 és hasznos terhekre, csak egy sor cölöppel befogott.

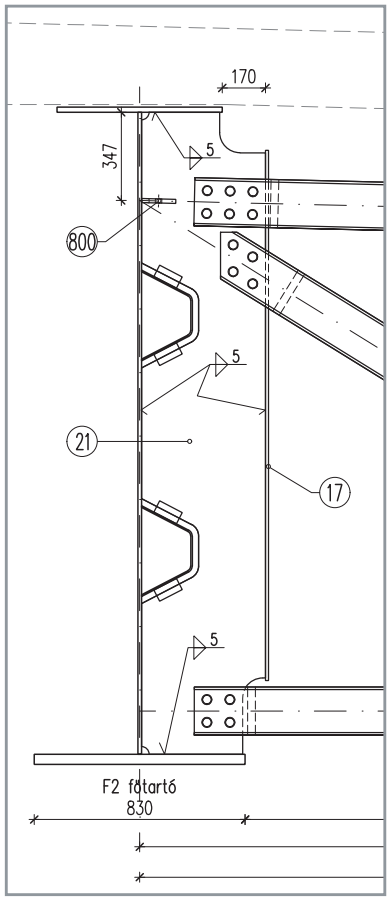
A nyílástartomány miatt már a befogott szerkezeti típusok alkalmazhatóságának felső határán helyezkedik el.

2. Acélszerkezeti részletek optimalizálása

A híd tervezésének korai szakaszában felmerült a felszerkezet betolásának kérdése, ezt azonban a rendelkezésre álló helyszükséglet miatt nem támogatta a kivitelező. A híd ezért két közbenső jármon szerelt és betonozott hídként épült meg.

Az acéltartó súlyának további optimalizálása érdekben lehetőségünk volt két betonozójármot alkalmazni, ezáltal mind az alsó, mind a felső övlemez súlyát csökkenteni lehetett.

Az „ideális” szerkezeti magasság eredményeképpen magas és vékony gerinclemezt alkalmaztunk, mely a híd jelentős belső szakaszán a szilárdsági szempontból elégséges 12 mm vastagságot jelentette. A lemezt horpadással szemben merevíteni kellett. Az alkalmazott trapézborda hosszmerevítéseket végig vezettük a teljes hídon a gerinclemez alsó és felső szakaszán is.



4. ábra: 40-es híd merevítőrendszer

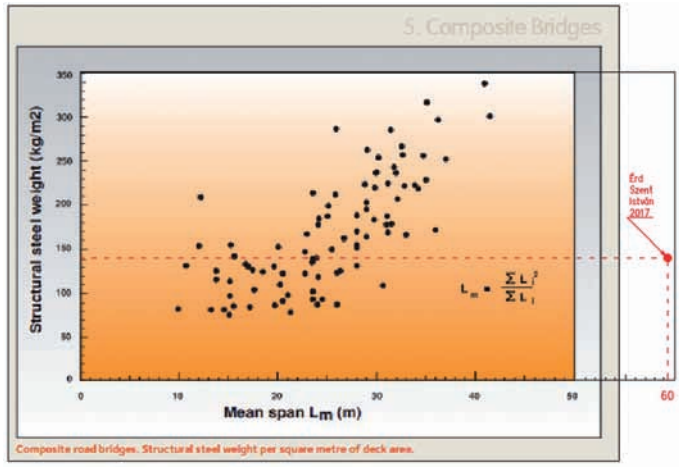
Az e-UT-07.01.13-2011 – Acélhidak – Közúti Hidak Tervezése (KHT) – 3. 7.3.2.6. pontja – Hegesztett kötések – alapján az övlemez vastagságával szemben az alábbi, igen szigorú kritériumot ad meg a gerinclemez vastagság függvényében:

$$a_{min} := (\sqrt{40} - 0.5)\text{mm} = 5.8\,\text{mm} \quad =< \quad a_{alk} := 6\text{mm} \quad =< \quad a_{max} := 12\text{mm} \cdot 0.5 = 6\,\text{mm}$$

Megfelelt! Megfelelt!

Vagyis gyártástechnológiai szempontból a 12 mm vastag gerinclemez alkalmazása esetében az alsó övlemez 40 mm-esnél nagyobb vastagságú nem lehet. A vastagsági kritériumot övszélesítéssel, esetleg szekrény keresztmetszetűvé alakítással lehetett volna kompenzálni, ugyanakkor az övszélesség nem lehet extrém méretű, a szekrénykeresztmetszet pedig betolás mellett lett volna gazdaságosan kivitelezhető a vasúti felsővezeték fölötti hegesztés körülményessége miatt. A statikai szempontból szükséges, nagy vastagságú, 100 mm-es övlemezt végül rálapolásos övlemez-vastagítással oldottuk meg. Az övlemezelhagyás fáradás szempontjából egy kedvelőtlen kialakítású csomópont, viszont a nagy fesztáv és domináns önsúly miatt a fáradás hatása e pontban nem volt jelentős, azaz gazdaságosan fel lehetett használni az övelhagyások tervezése során. Hasonló típusú hidak esetében külföldön is ez a bevett tervezési gyakorlat vékonygerinc alkalmazása esetében.

Fenti módszerekkel végül a hidak 140 kg/m^2-es fajlagos szerkezeti acél felhasználásával valósultak meg.



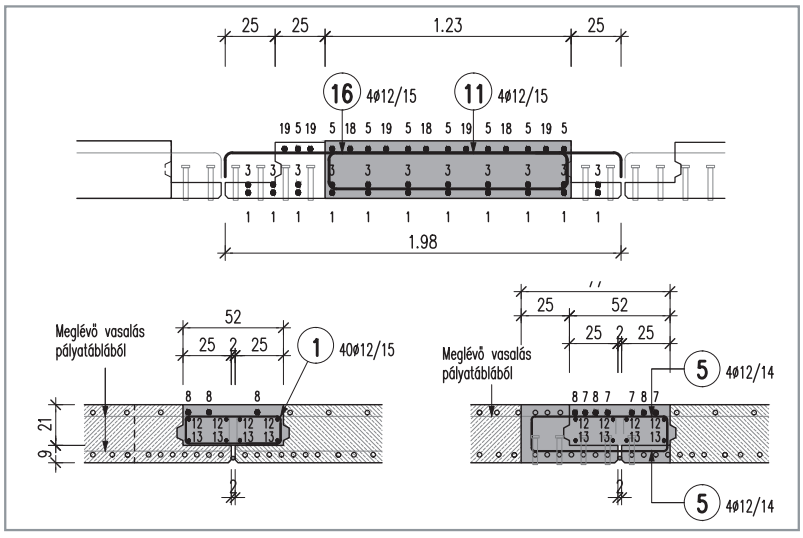
5. ábra: A fajlagos acélfelhasználás [1]

3. Előregyártott vasbeton pályatábla

A vasút, illetve a vasúti felsővezeték felett mindig kényes pályalemez-zsaluzást szerette volna a kivitelező elkerülni, illetve az építést szerette volna gyorsítani, ezért kérte az előregyártott pályatáblák megvizsgálását. A korábban bemutatott statikai koncepcióval összhangban alkalmazhatóak az előregyártott pályatáblák, hiszen azok önsúlya még a kéttámaszú acéltartókat terheli, és a támaszközeli monolit szakasz elkészülte után jelentkezik csak a kerethatás. A monolit–előregyártott szakaszhatár meghatározására vizsgálatokat készítettünk. A pályalemez előregyártott kivitelű lett a belső szakaszon, ahol a pályalemez nyomott felső övként működik a negyedelő pontok környékéig. Itt a pályalemezben még kis húzófeszültségek jelentkeznek. A keretsarok felé haladva a szélső szakaszon, ahol jelentősebb húzó igénybevételek lépnek fel, a pályalemez monolitikusan készült.

Az előregyártott pályatáblák miatt az acéltartó felső övein a csapokat csoportokba rendeztük, és a pályatáblák illeszkedő zónáiban csak a minimálisan szükséges vasalást tartottuk meg, hogy a pályalemez ráemelhető legyen a csap csoportokra. A művelet végrehajtásához szükség volt a precíz gyártásra és gyártásfelügyeletre.

A pályatábla előregyártása nem új keletű, régóta alkalmazzák, ugyanakkor a kapcsolatok csoportba rendezése és a betonozási munkahézag miatt kényes: egy rossz vízszige-



7. kép: Előregyártott pályatáblák kapcsolata a helyszínen

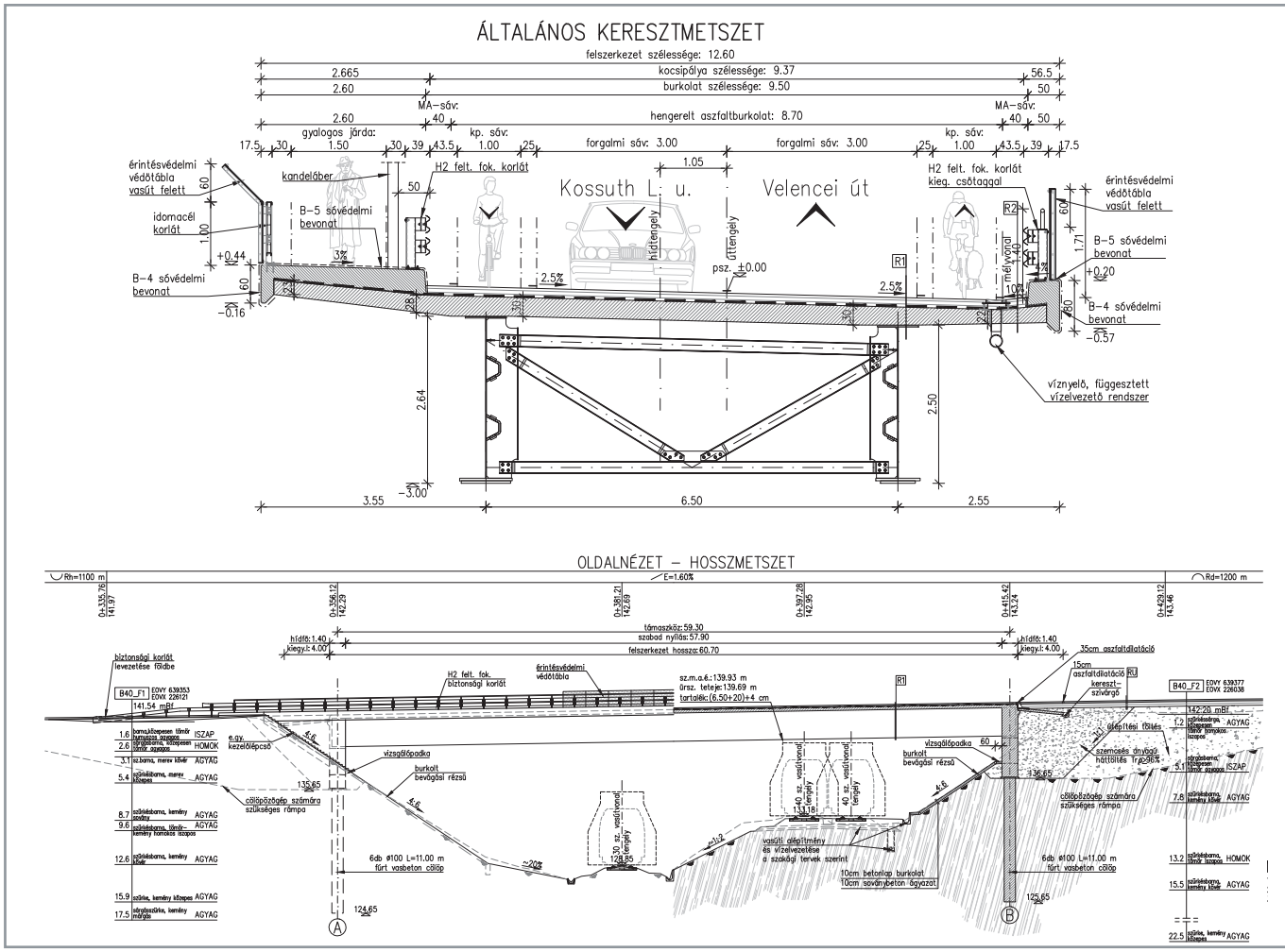
6. ábra: 40-es híd pályalemez vasalás átvezetése a csapok között a tervek szerint

telés esetén a munkahézagba bejuthat a sós víz a csapok környezetébe. A szigetelési rendszerek sokat fejlődtek, de jelen hidak esetében további biztonsági intézkedéseket tettük a lehetséges probléma elhárítása érdekében. Az egyik feltételünk az volt, hogy az előregyártott pályatáblák kapcsolata üzemi állapotban nem repedhet meg az előregyártott pályalemezes szakaszon, továbbá a pályalemez méretezése során a keresztirányt úgy határoztuk meg, hogy a kapcsolat esetleges csuklós viselkedése esetében is kellő teherbírásunk legyen.

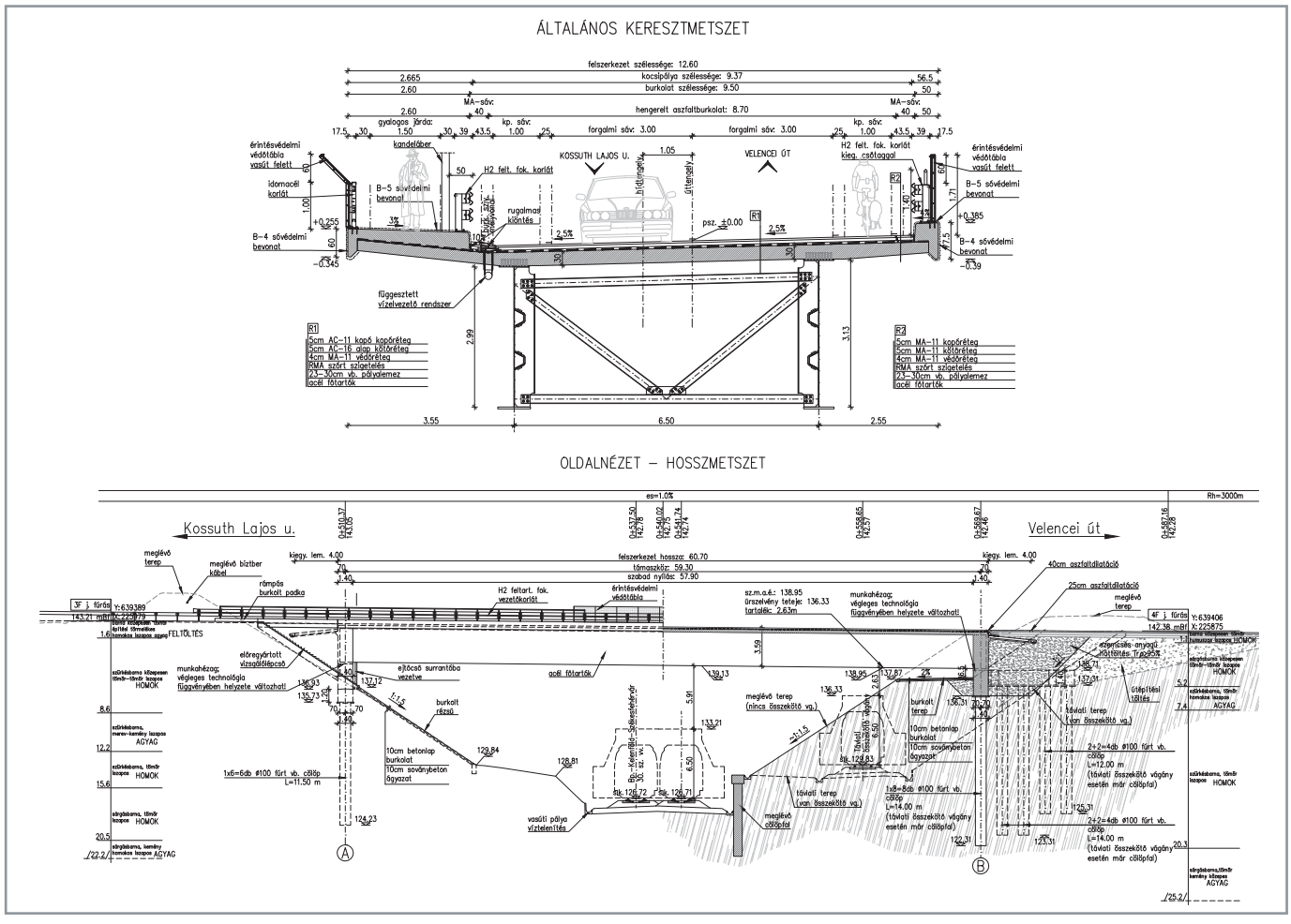
A HIDAK MŰSZAKI ADATAI

40-es sz. vasútvonal feletti híd

A híd támaszköze 59,30 m, a szabad nyílás 57,90 m. A műtárgyon az átvezetett út helyszínrajzilag egyenes, illetve kb. 15 m hosszon R = 500 m sugarú ívben helyezkedik el, a hossz-szelvény 1,6% egyenletes emelkedésű. Az útpálya felülete egyoldali 2,5% keresztesésű.



8. ábra: 40. sz. vasút feletti híd



9. ábra: 30. sz. vasút feletti híd

30-as sz. vasútvonal feletti híd

A híd támaszköze szintén 59,30 m, a szabad nyílás 57,90 m. A műtárgyon az átvezetett út helyszínrajzilag egyenes, a hossz-szelvény 1,0% egyenletes esésű. Az útpálya felülete egyoldali 2,5% keresztesésű.

A HÍDSZERKEZETEK ÉS RÉSZLETKIALAKÍTÁSAIK

Mindkét híd egynyílású, végein részlegesen rugalmasan befogott, vasbeton lemezzel együttdolgozó, 2 darab állandó gerincmagasságú, I szelvényű acél főtartós, öszvérszerkezetű gerendahíd. A felszerkezet részleges rugalmas befogását az építési ütemezés biztosította, így a befogás csak a g3 hasznos teherre (szegély és burkolat) és a hasznos teherre történik. A hídszerkezetek az ÚME szerinti 'A' jelű közúti teherre méretezettek.

A befogott felszerkezet a függőleges terhek mellett jelentősebb nyomatékot is közvetít az alépítményekre. A hídfők alapozására ezért hídfőnként 6 darab, egy sorban elhelyezett, Ø100 cm átmérőjű CFA vasbeton cölöp készült, a vasútvonal bevágásában kialakított munkaterületeken. A műtárgy környezetében feltárt talajok kedvező teherbírásúak, tömör – igen tömör állapotúak, alacsony víztartalmúak. A cölöpök teherbírásának ellenőrzésére 1 darab próbacölöp készült az északi hídfő közelében.

A hídfőfalak 14,50 m széles és 1,40 m vastagságú vasbeton szerkezetek. Az acél főtartók alsó síkjának magasságában vízszintes munkahézagot alakítottak ki a hídfőkben.

A pályaszerkezet keresztirányban 23 és 30 cm között változó vastagságú vasbeton lemezből, és 2 darab állandó gerincmagasságú, I szelvényű acélgerendából áll. A két elem együttdolgozását az acél főtartóra felhegesztett fejes csapok biztosítják. A felszerkezet teljes szerkezeti magassága 3,00 m, a felszerkezet teljes szélessége 12,60 m.

A különálló acél főtartók 2528 mm állandó gerincmagasságú hegesztett I tartók, melyek 4–4 darab gyártási egységre lettek osztva, az építési járművek kiosztásának megfelelően.

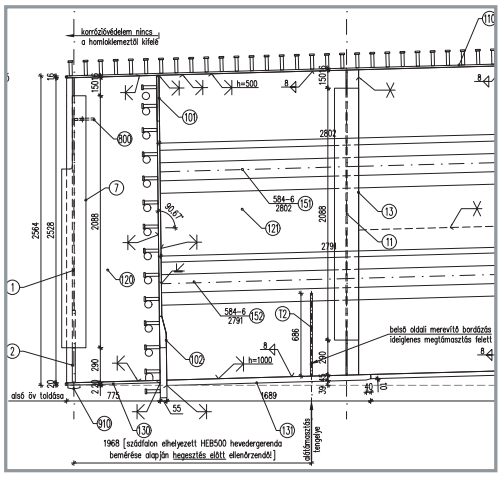
A gerinclemez vastagsága az igénybevételeket követve 12 és 25 mm között változik. A gerinceket horpadás ellen a tartók belső oldalán elhelyezett trapéz keresztmetszetű bordák merevítik. A felső öv szélessége 650 mm, lemezvastagsága 16 és 20 mm. Az alsó öv szélessége 830 mm, lemezvastagsága 30, 40 mm, mely a mezőközépben 20–25–30 mm-es lemezek rálapolásával került hízlalásra.

Az acélgerendák befogását a hídfőfal elülső síkján bebetonozott, fejes csapokkal ellátott homloklemez biztosítja. Az tartók gerinclemezén a hídfőfal vízszintes vasalását is átvezették.

Az acél főtartók között 5,00 méterenként, összesen 13 darab keresztartó található, melyeket csavarozott bekötésű, melegen hengerelt acélszelvényekből alakítottak ki.

A gyártási egységeket a helyszínre szállítást követően, a munkaterületen, a keresztkötések elhelyezésével állították össze szerelési és daruzási egységekké. Az építés közbeni vízszintes stabilitást szerelési szélrácsozás biztosította.

A hídnyílás közepén 40,03 m-es szakaszon a pályalemez előregyártással készült.



10. ábra: Acél tartóvég kialakítása

Az előregyártott pályatáblák esetleges gyártási pontatlanságára tekintettel a szomszédos táblák között 2 cm hézag tervezett, így a pályatáblák hossza 1,98 m. A táblák közötti hézagba alulra hézagtömítő szalagot helyeztek el, majd a hézagokat nagy szilárdságú habarccsal töltötték fel.

Az előregyártott pályatáblák esetében a vasbeton és az acél főtartók közötti erőátadás lokálisan történik. A pályatáblák végén, a főtartók felett „fészkeket" alakítottak ki az előregyártás során, és az acél főtartókon ezeken a lokális helyeken hegesztették fel az együttdolgozást biztosító csapokat. A fészkeket a helyszínen kibetonozással töltötték ki.

Az egymás melletti pályatáblák összekapcsolása helyszíni vasszerelés után szintén monolitikus betonozással történt. A híd két végén a pályalemez monolitikusan készült. Ezeken a szakaszokon az acél főtartókon folyamatosan találhatók csapok.

A STATIKAI SZÁMÍTÁS ÉS AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA FŐBB LÉPÉSEI

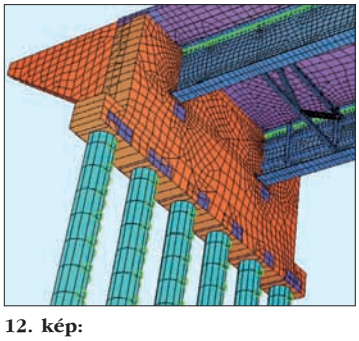
A számítást Sofistik FEM program segítségével végeztük el. A program alkalmas a különböző építési állapotoknak megfelelő statikai vázak egymásra hatásának a számítására. Az alépítményi szerkezetben a cölöpök rugalmasan ágyazott rúdelemek, a hídfők és szárnyfalak héjelemekből állnak.

A felszerkezet pályalemezét és acél főtartók gerinclemezét héjelemből, az acéltartók övlemezeit, merevítőbordáit és a főtartók közötti keresztkötéseket rúd- és bordaelemekből modellezve vizsgálták a VEM számításban.

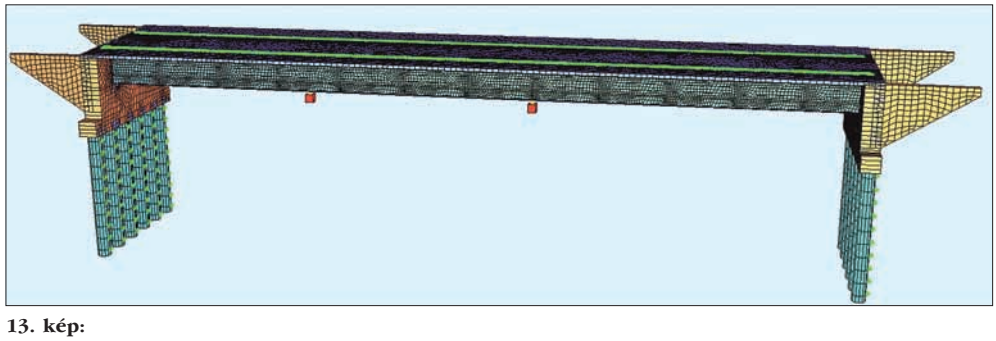
Építési állapotok:

1. fázis: Cölöpök és hídfő építése az acélfőtartó alsóöv –15 cm magasságig.
2. fázis: A nyitott acél főtartó beemelése több darabban, a hegesztés a két belső jármon történik ideiglenes oldalkitámasztás mellett.
3. fázis: Az előregyártott pályatáblák elhelyezése után a hídfő homlokfal +50 cm-ről indulva kell a monolit pályalemezszakaszokat és az előregyártott pályalemeztáblák kapcsolatait elkészíteni, kétoldalról középen zárva. Az acéltartó ezen állapotában a hídfőnél még csuklós támaszú.
4. fázis: A híd ideiglenes betonozójármai fölötti megtámasztást meg kell szüntetni a betonpálya megszilárdulását követően. Az acéltartó ezen állapotában a hídfőnél még csuklós támaszú.
5. fázis: A keretsarok monolit zárása és a szárnyfalak betonozása.
6. fázis: A burkolat, szegélyek, korlátok építése.

11. kép: Előregyártott vasbeton pályatáblák emelése és elhelyezése



12. kép: Hídvég VEM modell 3d nézet



13. kép: Teljes híd SOFISTIK modellje végállapotban

14. kép:
A járom leengedése során a tartóvég elmozdulását lehetővé tevő mozgósaru

15. kép: Acéltartó beemelve

ÖSSZEFOGLALÁS

A pályatáblák előregyártása jelentősen felgyorsította a híd építését, mivel a próbacölöpözés, alépítménykészítés ideje alatt, azzal párhuzamosan egy „műhelyben” megfelelő körülmények és technológiai kontroll alatt elkészíthetőek voltak a táblák. A részlegesen rugalmas befogás lehetőséget adott a felszerkezeten és az alépítményben, elsősorban a cölöpökben ébredő igénybevételek tervező általi befolyásolására, az optimum keresésére. A projektben részt vevők értékes tapasztalatokkal gazdagodtak, melyeket a jövőben épülő hidaknál is sikerrel alkalmazhatnak. Az e hidak tervezése és építése során hozott szerkezeti döntések eredményeképpen gazdaságos szerkezetek épültek, így az itt alkalmazott módszerek megfontolását ajánljuk egyéb projektek tervezése során is alkalmazni.

A 2019. évi Éptőipari Nivódíj Pályázaton elismerő oklevélben részesítették a hidakat a Közlekedési létesítmény kategóriában.

A híd megvalósításában részt vevő szevezetek:

Építtető	NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.
Generáltervező	SPECIÁLTERV Építőmérnöki Kft.
Kivitelező fővállalkozó	A-Híd Zrt.
Lebonyolító	TRANSINVEST-Budapest Kft.
Generálkivitelező	A-HÍD Zrt.
Alvállalkozó	FERROBETON Zrt.
Alvállalkozó	FERROBETON Szerkezetépítő Kft.
Alvállalkozó	HBM Kft.
Alvállalkozó	MCE Nyíregyháza Kft.

Hivatkozások, irodalomjegyzék

[1] Composite bridge design for small and medium spans, ECCS, 2002

Képek forrása

A-HÍD Zrt. és Speciálterv Kft.

16. kép: Az elkészült 30. sz. híd

ÚJ SZÉRIA

POWERTEC®-i S

ÚJDONSÁG!

MEGBÍZHATÓSÁG ÉS OPTIMALIZÁLT ERGONÓMIA A LINCOLN ELECTRIC-től

A hegesztőgépek új szériája POWERTEC® i350S, i420S, i500S

Inverter alapú különtolós hegesztőgépek MIG/MAG és MMA hegesztéshez.

Két előtoló közül választhat:

- LF52D Standard kijelzővel A/V
- LF56D Advance intuitív kezelőpanellel
- ArcFX ™ technológiával és programokkal szinergikus

Opcionális hűtés Cool Arc® 26 folyadékhűtéses egységgel.

ECO FRIENDLY WELDING & CUTTING

Évente és berendezésenként akár 3 700 kWh* (~ 500 €) is megtakarítható.

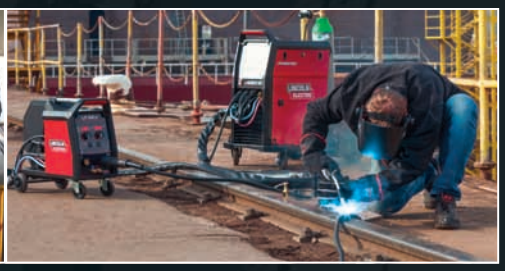
** 350 A, napi 2 műszak, 30%-os hegesztési idővel*

A LEGNEHEZEBB IPARI KÖRÜLMÉNYEKRE KÉSZÜLT

- Moduláris és rugalmas konfiguráció
- 3 év garancia
- Felkeszülten a mára és holnapra
- Megtakarítás az alacsonyabb energiafogyasztásnak köszönhetően
- Optimalizált ergonómia

LINCOLN ELECTRIC 3 Éves jótállás Alkatrészre és Munkára TELJESÍTMÉNY PLUSZ MEDDLEM

TRUE HD HEAVY DUTY TEST LINCOLN ELECTRIC



További részletek a **www.lincolnelectric.eu oldalon.**

LINCOLN® ELECTRIC

WAGNER

PROFESSZIONÁLIS SZÓRÁSTECHNIKA

Ha a **tartósság** a cél.

Wagner magasnyomású pumpák és szórópisztolyok

- Kimagasló teljesítmény a vastag bevonatokhoz
- Masszív, megbízható kialakítás
- Könnyű tisztítás és karbantartás
- Szakszervíz

M.L.S. Magyarország Kft. | 2310 Szigetszentmiklós, Sellő u. 8.

www.wagnerszorastechnika.hu | facebook.com/wagnerszorastechnika | tel: (06 20) 555 0709

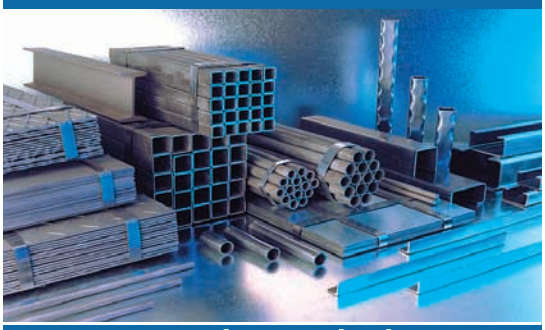
DUTRADE

ACÉLTERMÉKEK HASÍTÁSA, DARABOLÁSA, ÉRTÉKESÍTÉSE

Magas színvonalú, komplex szolgáltatás az acéltermékek továbbfeldolgozásában és gyártás-előkészítésében

MINŐSÉG

SZAKÉRTELEM



MEGBÍZHATÓSÁG

VEVŐSPECIFIKUS KISZOLGÁLÁS

– egyedi méretre történő gyártás
– egyedi csomagolás
– egyedi termékazonosítás
– speciális tárolóeszközök kialakítása
– termékfejlesztés
– vevői konszignáció
– vevői rendelés követése

Dunaújváros, Papírgyári út 49. • Tel.: (25) 586-902 • Fax: (25) 586-900

www.dutrade.hu • dutrade@dutrade.hu

Szerző: ***Stefanie Nüchtern-Baumhoff***
Carl Cloos Schweisstechnik GmbH
Fordította: ***Steinbach Ágoston***
Crown International Kft.

MEGVALÓSULT PROJEKT A GYAKORLATBÓL

A hagyomány összeköt – A Nussbaum cég a CLOOS segítségével modernizálja gyártását

HAIGER/KEHL – Az Otto Nussbaum GmbH & Co. KG már a '80-as évek óta a Carl Cloos Schweisstechnik GmbH hegesztőrobotjait használja. Fennállásának 75. évfordulója alkalmából a Baden-Württembergben található Kehl városában működő, emelőplatformokat gyártó vállalat 2018-ban teljeskörűen modernizálta termelését. Az új, nagy teljesítményű QIROX hegesztőrobotokkal a hegesztési részleg felkészült a jövő kihívásaira.

Az Otto Nussbaum GmbH & Co. KG az autószerelő- és szervízműhelyek által használt emelőplatformok legnagyobb gyártói közé tartozik. A „We lift cars" („Járműveket emelünk") mottóhoz híven évente több mint 17 000 emelőszerkezetet gyártott ügyfeleinek a világ minden tájára a 350 alkalmazottat foglalkoztató cég kehli telephelyén. Világszerte több mint 200 000, az Otto Nussbaum által gyártott emelőszerkezet van használatban.

A hegesztés az egész folyamat lelke

„Ügyfeleink a legbiztonságosabb emelőszerkezetet várják el tőlünk, ami a lehető legjobban illeszkedik az igényeikhez, amit az innovatív megoldások, a legnagyobb emelési sebesség és a legkisebb helyigény jellemez" – magyarázza a cég magas szintű minőségi elvárásait a Nussbaum ügyvezető igazgatója, Volker Felder. „A hegesztési varratok döntő fontosságúak termékeink biztonsága szempontjából." A hegesztőüzem a vállalat egyik legfontosabb gyártóegysége. Ezért a hegesztőrendszerek rendelkezésre állása és megbízhatósága rendkívül fontos a teljes gyártási folyamat szempontjából. „A hegesztési részleg a lelke a termelésünknek" – magyarázza Felder, aki a Nussbaum termelési, logisztikai és anyagáramlási osztályának felelőse is egyben. „A hegesztési részleg az a pont, ahonnan a gyártás már az ügyfél egyedi igényei szerint halad tovább és a félkész termékek alkatrészekké, végül Nussbaum emelőkké válnak."

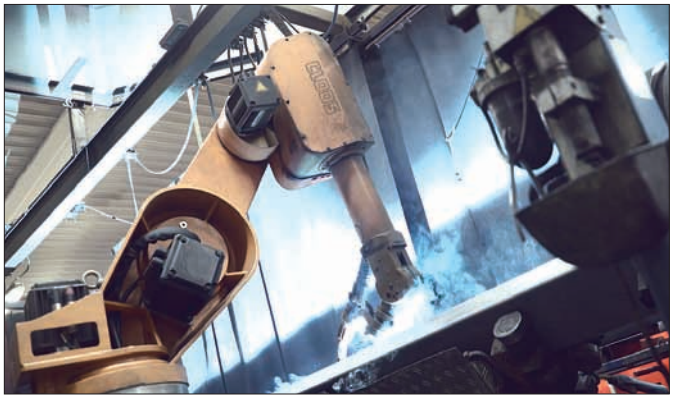
A Nussbaum már az 1980-as évek vége óta elkezdte a hegesztőrobotokat használni a termelésében. A hét meglévő hegesztőrobotot 2018-ban újakra cserélték. „A ROMAT sorozat legrégebbi CLOOS robotja 1985 óta minden nap megbízhatóan teljesítette a feladatát" – mondja Felder.

A gyártás teljes körű újragondolása

Három évvel ezelőtt a Nussbaum vezetése úgy döntött, hogy a vállalat különféle termelési területeit egységesen korszerűsíti. A fejlesztés célja a gyártási folyamatok termelékenységének és hatékonyságának növelése volt a versenyképesség javítása érdekében.

Az új robotrendszerekbe történő befektetéssel a Nussbaum egyrészt a nagyobb hegesztési sebességek révén növelte a termelékenységet. Másrészt az intelligens megoldások révén a heftelés az automatizált folyamat részévé vált, a hegesztési folyamat összességében lerövidült, az ívidő meghosszabbodott, valamint a munkadarab átszerelési ideje minimálisra csökkent.

A hegesztőrobot-rendszerek átalakítása és komplex áttelepítése a termeléssel párhuzamosan valósult meg. A gyártás leállások nélkül, folyamatosan működött, miközben a Nussbaum vállalat teljes mértékben újrarajzolta a hegesztőüzem elrendezését. A robotrendszerek átalakításán felül a logisztikai és anyagáramlási folyamatokat is átfogóan optimalizálták és a termelés igényeihez illesztették annak érdekében, hogy a hegesztési folyamatok hatékonyságát maximálisra növeljék.



1. kép: A Nussbaum ROMAT hegesztőrobotjai az 1980-as évek közepe óta hatékonyan üzemelnek

2. kép: Az átalakítás lehetővé tette a Nussbaum számára, hogy jelentősen növelje a hegesztési folyamatok termelékenységét és minőségét

A CLOOS kompakt robotrendszerei

A Nussbaum most három QIROX QR-CC-4.1 és egy QIROX QR-CC-6 típusú kompakt robotcellát valamint két QIROX QR-CS-4 robotrendszert alkalmaz. Összesen hét CLOOS hegesztőrobotot használnak a hegesztéshez, valamint öt kézi hegesztőállomás is működik.

A QIROX QR-CC-4.1 kompakt hegesztőrobotok kétállomásos munkadarab-befogóval, függőleges munkadarab-cserélővel és függőleges forgatóval rendelkeznek. Az 1250 mm-es befogási hossz és oldalankénti 250 kg-os maximális terhelés az alkatrészek széles körének hegesztését teszik lehetővé ebben az elrendezésben. A rendszereket az új QRH-280 QIROX hegesztőrobottal szerelték fel, amelyet a CLOOS kifejezetten a kompakt cellás megoldásaihoz fejlesztett ki.

A QR-CS-40 QIROX kompakt rendszerek kétállomásos munkadarab-befogóval, függőleges cserélővel, valamint ellenoldali elforduló megtámasztással vannak felszerelve.

A kompakt cellák és rendszerek maximális gyártási rugalmasságot kínálnak, mivel a moduláris felépítés bármikor lehetővé teszi az egyedi bővítéseket és utólagos átszereléseket.

Gyorsabb folyamatok és reprodukálható minőség

A kétállomásos felépítés miatt a rendszerek felváltva üzemelhetnek. Ez azt jelenti, hogy amíg az egyik állomáson a kezelő eltávolítja a hegesztett munkadarabot, és a készülékbe behelyezi az új, hegesztendő darabokat, rögzíti azokat, addig a másik állomáson a hegesztési folyamat zajlik. A minimalizált átállási idő óriási időmegtakarítást hoz az egész folyamat számára. Ezenkívül maga a hegesztési folyamat is rövidebb az új, gyorsabb, nagy dinamikájú robotok miatt. Míg korábban két napba került az emelők tartóinak kézi hegesztése, a robotnak most 4 órára van szüksége ugyanazon alkatrészek készre hegesztéséhez.

3. kép: A kétállomásos felépítésnek köszönhetően a robotrendszer az egyik oldalon hegeszt, a másikon pedig az előkészítés zajlik, ez óriási időmegtakarítást jelent a teljes folyamat során

Ezenfelül az új robotrendszerek kiváló hegesztési eredményeket biztosítanak a folyamatok reprodukálhatósága miatt. „Termékeink biztonsága és minősége szempontjából a lehető legmagasabb igényeket támasztjuk, mivel a hegesztési varratok meghatározzák az emelőink stabilitását” – hangsúlyozza Felder. „Végfelhasználóink autószerelő műhelyekben dolgoznak, ahol a járműveket az emelőre rakják, és annak segítségével emelik fel. A szerelő, aki megvizsgálja vagy javítja az autót, a jármű alatt dolgozik.”

Kevesebb alkatrésztípus és optimalizált készülékek

A projekt során a Nussbaum elemezte saját termékeit is, optimalizálta a termékfejlesztést és egyszerűsítette a hegesztés során használt készülékeket. „Egyes alkatrészcsoportok esetében a változatok számát húszról négyre csökkentettük azáltal, hogy ugyanazon alkatrészt többféle felhasználásra is alkalmassá tettük, valamint a lemezvastagság-változatokat optimalizáltuk.” A minimalizált alkatrészszámnak köszönhetően további előnyként jelenik meg a raktározás kisebb helyigénye, a kisebb, félkész termékekben álló tőkeigény, és egy összességében egyszerűbb gyártási rendszer.

Annak köszönhetően, hogy a Nussbaum kizárólag a CLOOS rendszereit használja, további optimalizációs előnyökhöz jut: a lehető legrövidebb időn belül képes szükség esetén a munkadarab-befogó készülékeket és a hegesztési programokat egy másik hegesztőrobotra áthelyezni.

Felülmúlta a várakozásokat

„A hegesztési részleg átalakítása messze meghaladta kezdeti elvárásainkat” – mondja elégedetten Felder. „Az új hegesztőrobot-rendszerekbe történő beruházással most már évente 30 000 emelőt vagyunk képesek előállítani, mindezt a legmagasabb minőségben.”

Összességében az átfogó fejlesztéseknek köszönhetően – a hatékonyabb robotokkal, a heftelés folyamatának a hegesztési folyamatba való integrálásával és az alkatrésztípusok számának csökkentésével – mintegy 50 százalékkal csökkenhetett a hegesztési idő. Az eredetileg tervezett megtérülési idő kevesebb, mint két évre csökkent.

A csarnok átalakításával a munkavállalók is nyertek, mert barátságosabb munkakörnyezetben dolgozhatnak. Annak érdekében, hogy teljes mértékben kihasználhassák az innovatív hegesztési technológiát, az alkalmazottak intenzív képzésben részesültek. A CLOOS belső szemináriumai és külső képzései biztosítják, hogy minden alkalmazott megismerje és magabiztosan kezelje az új rendszereket. Mivel a robotok végzik a nehéz fizikai munkát, a munkavállalók egészségének megterhelése is mérséklődött. A hegesztési ív és a füst káros hatása sokkal kisebb, és a hegesztők jobban összpontosíthatnak a folyamatok felügyeletére.

4. kép: Összességében a hegesztési idő kb. 50%-kal csökkent a teljes körű átalakításnak köszönhetően

Felder emellett kiemeli a CLOOS-szal folytatott jó együttműködést: „Régóta fennálló hagyományokkal és innovatív csúcstechnológiával rendelkező vállalatként a CLOOS tavaly ünnepelte alapításának 100. évfordulóját” – mondja Felder. „A Nussbaum 2018-ban ünnepelte 75. „születésnap-

ját. Mi is múltba visszanyúló hagyományokkal és innovatív technológiával büszkélkedhetünk. Ez egy ideális alap két ambiciózus gépgyártó vállalat között a bizalmi együttműködéshez egy összetett projekt során." A helyszíni támogatást a Nussbaum részére Kehlben a régóta működő CLOOS képviselet, a Philippe Schweißtechnik nyújtja.

Az automatizált hegesztési technológiával kapcsolatos pozitív tapasztalatok miatt a Nussbaum jövőbeni beruházásokat tervez további robotrendszerekre is különböző telephelyein. Több kézi hegesztőállomást automata hegesztőberendezésre kell cserélni. Továbbá a munkadarab-változatok nagy száma miatt a vállalat a következő lépésben a CLOOS QIROX RoboPlan offline programozó szoftverét szeretné integrálni kehli telephelyén. A programozás és a hegesztési feladatok szétválasztása sokkal hatékonyabb gyártási folyamatokat tesz lehetővé. Ezenkívül a rendszereket teljes mértékben össze kell kapcsolni, és integrálni kell az operációs adatrendszerbe.

Tájékoztatás

Tájékoztatjuk azon kollégákat, akik az ACÉLSZERKEZETEK című folyóiratban cikket kívánnak megjelentetni, hogy lehetőség van opponált cikk megjelentetésére. Ez többletpont szerzésére ad lehetőséget.
Opponensnek olyan szakmailag elismert és legalább doktori fokozattal rendelkező szakembert kell a szerzőnek felkérni, aki vállalja a cikk opponálását és írásban közli véleményét.
Szerkesztőségünk a cím mellett – jól látható helyen – feltünteti az alábbi jelzéssel, hogy a cikk opponált.

SZERKESZTŐSÉG

OPPONÁLT

SIKA KORRÓZIÓ -ÉS TŰZVÉDELMI BEVONATRENDSZEREK
GAZDASÁGOS - GYORS - ELLENÁLLÓ

SikaCor® korrózió elleni védőbevonatok a **Szerkezetépítésben**

SikaCor® korrózió elleni védőbevonatok a **Hídépítésben**

Sika® PermaCor® Tartálybevonatok és ipari korrózió elleni védelem

Sika® Unitherm® Tűzvédelmi bevonatok

SikaCor® és Sikalastic® Bevonatszigetelési rendszerek

SikaCor® és PermaCor® korrózió elleni védőbevonatok a **Vízépítésben**

BUILDING TRUST

Dr. Szabó Bertalan *nyugalmazott egyetemi docens PhD.*
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

KÖRBEBETONOZOTT SZELVÉNYBŐL ÁLLÓ ÖSZVÉROSZLOP MÉRETEZÉSE

DESIGN OF THE COMPOSITE COLUMNS WITH CONCRETE ENCASED SECTION

Napjainkban Magyarországon csak nékány szakkönyv foglalkozik acél-vasbeton öszvértartókkal. Bár 2017-ben jelen sorok írója magyar nyelven publikált egy könyvet a következő címmel; „Hajlított, nyírt öszvértartók tervezése az Eurocode-dal összhangban", de ez nem tartalmazza a nyomott öszvértartók tervezését. Ez az oka jelen tanulmány publikálásának, mely leírja az öszvéroszlopok méretezési lépéseit és egy számpélda keretein belül részletesen bemutatja a körbebetonozott szelvényű tartók számítását.

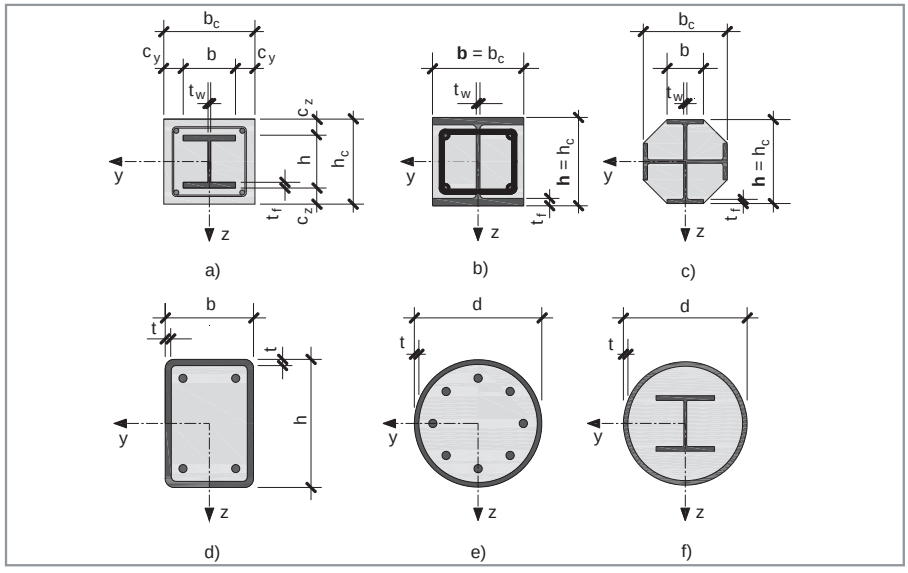
Nowadays in Hungary just a few books deal with steel-concrete composite structures. Although, in 2017 present author published a book in Hungarian under the title „Design of composite flexural girders in accordance with Eurocode" it does not contain compressed composite member sizing. That is the reason to release this paper which describes the steps of a composite column design and in the frame of a worked example presents the calculation of these girders with concrete encased sections in detail.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban, hazánkban kevés acél–vasbeton öszvértartókkal foglalkozó magyar nyelvű kiadványt publikálnak. Jelen sorok szerzője [9] tollából 2017-ben jelent meg „Hajlított, nyírt öszvértartók tervezése az Eurocode-dal összhangban" címmel egy szakkönyv, mely nem foglalkozik öszvéroszlopokkal. Jelen munka publikálása e hiány pótlását tűzi/tűzte ki célul. A Műegyetem (BME) korábbi (kb. 2015 előtti) képzési profiljában az öszvérszerkezetek oktatása mind a magasépítésben, mind a hídépítésben független tantárgyak keretében történt. Napjainkra az öszvérszerkezeteket összevonták a megfelelő acélszerkezetek tantárgyakkal, s jóval csökkent az e szerkezetekkel foglalkozó projektek száma is. Más felsőoktatási intézményekben (pl. Pécsi Tudományegyetem) megmaradtak a független öszvérszerkezetek tárgyak.

A tartószerkezeti Eorocode-ok megjelenése előtt az öszvéroszlopokat hazánkban a vasbeton szerkezetek tantárgyak tartalmazták, merev vasbetétes, illetve kibetonozott acélszelvényes oszlop elnevezéssel. Az Eurocode-ban e típusok megmaradtak, csak a tárgyalásuk került át az öszvérszerkezetekhez (MSZ EN 1994-1-1 és MSZ EN 1994-2).

A *1.1. ábra* öszvéroszlopok jellemző keresztmetszeti kialakításait mutatja be. A *1.1 a) ábrán* körbebetonozott szerkezeti acél szelvény látható, melynek előnye, a nagy teherbírása mellett, a kedvező tűzállóság, illetve a viszonylagosan nagyobb mennyiségű betonfelhasználás eredményezte gazdaságosság. Hátránya azonban, hogy zsaluzást igényel, amely rontja a gazdaságosságot és növeli az építési időt, az öszvérkeretek oszlop-gerenda kapcsolatainak kialakíthatósága nehézkes, későbbi megerősítés nehezen kivitelezhető, és sok esetekben a betonsarkok élvédelmet igényelnek (pl. parkolóház).



1.1. ábra:
Öszvéroszlopok jellemző keresztmetszetei és jelölései [1]

[1] Forrás: MSZ EN 1994-1-1, 6.17 ábra: Öszvéroszlopok jellemző keresztmetszetei és jelölései

Az *1.1 b)* és *c) ábrán* részben körbebetonozott keresztmetszetű oszlopszelvények láthatóak, melyek előnye a nagy teherbírás mellett, hogy a kibetonozott szerkezeti acél szelvény részben biztosítja a zsaluzatot, az oszlop előregyártható, az acélövekhez csatlakozó gerendák kapcsolata és az erőbevezetés is egyszerűbben kialakítható, későbbi acélszelvény-megerősítés könnyen kivitelezhető, és élvédelemre sincs szükség. Hátránya a teljesen körbebetonozott kialakításhoz képest, hogy a be nem betonozott acél övrészek miatt a tűzállósága kedvezőtlenebb.

Derékszögű négyszög és kör keresztmetszetű öszvéroszlop szelvények láthatóak az *1.1 d)* és *e) ábrákon,* melyekbe, ha a tűzállóság követelmény, akkor kell csak vasalást elhelyezni. E keresztmetszetű tartók előnye az, hogy igen karcsú szerkezeti acél szelvényalkalmazás mellett is nagy teherbírással rendelkeznek, kialakításuk jóvoltából kétirányú hajlításra is kedvezően viselkednek, sem zsaluzatot, sem élvédelmet nem igényelnek. Hátrányuk az acél zárt szelvények magas ára, az addicionális betonacélok alkalmazása, az oszlop–gerenda kapcsolatok kissé bonyolult volta, illetve a beton bedolgozásához speciális technológia szükségessége. A kibetonozott zárt szelvényű öszvéroszlopok belső szerkezeti acél (melegen hengerelt) szelvénnyel is készülhetnek [lásd az *1.1. f) ábrát],* ekkor a vasalás teljes mértékben mellőzhető. Előnyük a dupla acélszelvény előidézte igen jelentős teherbírás és magas tűzállóság. Hátránya a nagy szerkezetiacél-felhasználás okozta magas ár, illetve a kissé bonyolult betonozási technológia.

A fenti előnyöket figyelembe véve, öszvéroszlopok felhőkarcolók (magasházak), parkolóházak és nagy fesztávú hidak közbenső tartószerkezeteinél alkalmazhatók.

2. ÖSZVÉROSZLOP TERVEZÉSI LÉPÉSEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

2.1. Általános elvek

Az MSZ EN 1994-1-1, 6.7. szakasza az *1.1. ábrán* bemutatott keresztmetszetű[2], S235-S460 anyagminőségű acélból, valamint C20/25-C50/60 szilárdsági osztályú, normál sűrűségű betonból készülő öszvéroszlopok méretezésére alkalmas.

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7. szakasza nemcsak különálló oszlopok, hanem olyan keretszerkezetek oszlopai esetén is alkalmazható, amelyek többi szerkezeti eleme vagy öszvér-, vagy acélszerkezetű.

A szerkezeti acél δ teherviselési hányada feleljen meg a következő feltételnek:

$$0.2 \le \delta = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{N_{pl.Rd}} \le 0.9 \qquad (2.1)$$

[lásd az MSZ EN 1994-1-1, 6.7.3.3. (1) bekezdését].

ahol:

A_a a szerkezeti acél keresztmetszeti területe;

f_{yd} a szerkezeti acél folyáshatárának tervezési értéke;

$N_{pl.Rd}$ az öszvérkeresztmetszet nyomóerővel szembeni képlékeny ellenállásának tervezési értéke [lásd a (2.11) kifejezést].

Öszvéroszlopok vagy nyomott elemek keresztmetszetei feleljenek meg az MSZ EN 1994-1-1, 6.7.1. (5), (7), (8) és (9) bekezdésében foglaltaknak.

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.1. szakasz (6) bekezdése két tervezési eljárást javasol öszvéroszlopok méretezésére:

- a 6.7.2. szakasz szerinti általános eljárást, „amelynek alkalmazási területe magában foglalja a nem szimmetrikus, vagy nem állandó keresztmetszetű elemek tervezését is”, és a;
- 6.7.3. szakasz szerinti egyszerűsített eljárást, mely „csak kétszeresen szimmetrikus, állandó keresztmetszetű elemek tervezésére használható”.

Jelen tanulmányban az egyszerűsített eljárást alkalmazzuk.

A tervezés során a szerkezeti acélkeresztmetszet helyi lemezhorpadásának az ellenállásra gyakorolt hatását figyelembe kell venni. A helyi lemezhorpadás hatásai elhanyagolhatóak a 6.7.5.1. szakasz (2) bekezdésének megfelelően teljesen körbebetonozott acélkeresztmetszet esetén[3], valamint olyan más típusú keresztmetszetek esetén, melyek arányai az MSZ EN 1994-1-1 6.3. táblázatában megadott értékeket nem haladják meg.

A hajlított, nyírt gerendatartókkal ellentétben, öszvéroszlopok tervezésénél a szerkezeti acél és a beton közötti tapadás és súrlódás számításba vehető [MSZ EN 1994-1-1 6.7.4.3.szakaszának (3) bekezdése].

2.2. Egyszerűsített tervezési eljárás

2.2.1. Egyszerűsített tervezési eljárás alkalmazhatósága, alapelvek

Az egyszerűsített eljárás alkalmazhatóságának feltételei:

- a keresztmetszet melegen hengerelt, hidegen hajlított vagy hegesztett acélszelvényeket tartalmazó, kétszeresen szimmetrikus, állandó keresztmetszetű elemekből álljon;
- az MSZ EN 1994-1-1. 6.7.3.3. szakaszában definiált $\bar{\lambda}$ viszonyított karcsúság 2,0-nél ne legyen nagyobb;
- teljesen körbebetonozott acélszelvény esetén, lásd az *1.1. a) ábrát,* a számításba vehető betontakarás vastagsága:
  – az y tengely irányában: $40\ \text{mm} \le c_y \le 0{,}4b$;
  – a z tengely irányában: $40\ \text{mm} \le c_z \le 0{,}3h$,
  ahol a jelölések a *1.1. a) ábra* szerint értendők.
- az MSZ EN 1994-1-1, 6.7.3.1. szakasz (3) bekezdése szerint, a számításban figyelembe vehető maximális hosszirányú vasalás mennyisége ne haladja meg a betonterület 6%-át[4];
- az öszvérkeresztmetszet magasság-szélesség aránya a 0,2 és 5,0 határok között legyen.

---

[2] A merev acéltartó szelvénye nemcsak I, illetve H szelvényű lehet.

[3] Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.5.1.(2) bekezdése szerint „egy teljesen körbebetonozott acélszelvény övlemezének betonfedése ne legyen kisebb sem 40 mm-nél, sem az övlemez b szélességének 1/6-ánál”.

[4] Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.5.2.(1) bekezdése szerint „körbebetonozott oszlopok hosszirányú vasalása akkor számítható be az ellenállásba, ha a keresztmetszeti területe legalább a betonkeresztmetszet területének 0,3%-a. Kibetonozott zárt szelvények esetén, ha a tűzállóság nem követelmény, általában nem szükséges hosszirányú vasalás alkalmazása.”

A $\bar{\lambda}$ viszonyított karcsúság számítását jelen szakaszban tárgyaljuk.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} \tag{2.2}$$

ahol:

$N_{pl,Rk}$ a képlékeny nyomási ellenállás karakterisztikus értéke,

N_{cr} a mértékadó stabilitásvesztéshez tartozó rugalmas kritikus normálerő.

Öszvéroszlop keresztmetszet $N_{pl,Rk}$ képlékeny nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke a keresztmetszet alkotóelemei képlékeny ellenállásainak összegzésével kapható meg:

$$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_{yk} + 0{,}85 \cdot A_c \cdot f_{ck} + A_s \cdot f_{sk}\ ^{(5)} \tag{2.3}$$

ahol, A_a a szerkezeti acél, A_c a beton, A_s pedig a vasalás keresztmetszeti területe, f_{yk} a szerkezeti acél, f_{sk} a betonacél folyáshatárának karakterisztikus értéke, f_{ck} pedig a beton hengeren mért nyomószilárdságának karakterisztikus értéke. Az N_{cr} Euler-féle kritikus erő számításához szükséges $(EI)_{eff}$ effektív hajlítási merevség tervezési értékét a következő kifejezés alapján kell meghatározni:

$$(EI)_{eff} = E_a \cdot I_a + E_s \cdot I_s + K_e \cdot E_{cm} \cdot I_c \tag{2.4}$$

ahol:

K_e korrekciós tényező, melynek értéke 0,6;

I_a, I_c, és I_s az acélkeresztmetszet, a repedésmentes betonkeresztmetszet és a vizsgált hajlítási síkhoz tartozó vasalás inercianyomatéka.

További alapelv; az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.3. szakaszának (4) bekezdése szerint; „a tartós hatásoknak az effektív hajlítási merevségre gyakorolt hatását figyelembe kell venni. A beton E_{cm} rugalmassági modulusát a következő kifejezés szerinti $E_{c,eff}$ értékre kell csökkenteni:”

$$E_{c,eff} = E_{cm} \cdot \frac{1}{1 + \left(N_{G,Ed} / N_{Ed}\right) \cdot \varphi_t} \tag{2.5}$$

ahol:

φ_t az MSZ EN 1992-1-1 3.1.4. vagy 11.3.3. szakasza szerinti $\varphi(t, t_0)$ kúszási tényező, amely függ a beton korától a vizsgálat (t) és a megterhelés (t_0) időpontjától;

N_{Ed} a teljes normálerő tervezési értéke;

$N_{G,Ed}$ a teljes normálerőnek az állandó része.

2.2.3. Hatások számítása

Öszvéroszlopok igénybevételeinek (hatásainak) meghatározásakor – az első lépések között – tisztázni kell, hogy elsőrendű, vagy másodrendű számítás szükséges-e. Ebben a tekintetben az MSZ EN 1994-1-1 kissé ellentmondásos, mert a 6.7.3.4. szakasz (1) bekezdése szerint „a szerkezeti elem ellenőrzése esetén másodrendű, lineárisan rugalmas erőtani vizsgálatot kell végezni.” Ezzel szemben az MSZ EN 1993-1-1:2009 5.2.1. szakaszának (3), valamint az MSZ EN 1994-1-1:2010 5.2.1. szakaszának (3) bekezdése szerint elsőrendű számítást lehet alkalmazni, ha a következő feltétel teljesül:

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10 \tag{2.6}$$

ahol:

α_{cr} az a szorzótényező (más néven rugalmas kritikus teherparaméter), mellyel a terhek tervezési értékét növelni kellene ahhoz, hogy globális módú rugalmas stabilitásvesztés jöjjön létre;

F_{Ed} a tartószerkezetre ható terhelés tervezési értéke;

F_{cr} globális stabilitásvesztési módhoz tartozó, az eredeti rugalmas merevségekkel számított rugalmas kritikus teher.

Öszvéroszlopoknál az N_{Ed} és a N_{cr} mennyiségek használatosak F_{Ed} és F_{cr} helyett.

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.4. szakaszának (2) bekezdése szerint az igénybevételek meghatározásához az $(EI)_{eff,y,II}$ effektív hajlítási merevség tervezési értékét a következő kifejezés alapján kell meghatározni:

$$(EI)_{eff,y,II} = K_0 \cdot (E_a \cdot I_{y,a} + E_s \cdot I_{y,s} + K_{e,II} \cdot E_{cm} \cdot I_{y,c}) \tag{2.7}$$

ahol:

$K_{e,II}$ korrekciós tényező, melynek értékét 0,5-re kell felvenni;

K_0 kalibrációs tényező, melynek értékét 0,9-re kell felvenni.

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.4. szakaszának (5) bekezdése szerint az oszlop hosszán belül a másodrendű igénybevételek az elsőrendű számításból kapott legnagyobb M_{Ed} hajlítónyomaték tervezési értékének k tényezővel való szorzásával, a következő kifejezéssel számítható:

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}} \geq 1.0 \tag{2.8}$$

ahol:

$N_{cr,eff}$ a mértékadó tengelyhez tartozó, Euler-formulával számolt kritikus normálerő az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.4. szakasz (2) bekezdésében megadott $(EI)_{eff,y,II}$ hajlítási merevséggel számítva [lásd a (2.7) összefüggést], és az L_{eff} effektív hosszat az oszlop hálózati hosszával megegyezőre felvéve;

β az MSZ EN 1994-1-1 6.4. táblázatában megadott egyenértékű nyomatéki tényező, mely elemimperfekcióból vagy hosszirányú teherből származó elsőrendű hajlítónyomatékok esetén 1,0, végnyomatékok esetén $0{,}66 + 0{,}44 \cdot r \geq 0{,}44$ értékű (itt r a végnyomatékok aránya).

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.4. szakasza (4) bekezdése szerint „a geometriai és szerkezeti imperfekciók számításba vehetők egyenértékű geometriai imperfekciókkal.” A megfelelő kihajlási tengelyhez tartozó elemimperfekciókat (és a kihajlási görbe jelét) az MSZ EN 1994-1-1 6.5. táblázata egyértelműen megadja.

Öszvéroszlopoknál a nyíróerő hatása általában csekély mértékű, de „ha $V_{a,Ed} > 0{,}5\ V_{pl,a,Rd}$ [6], akkor a keresztirányú nyírásnak a hajlítással és egyidejű nyíróerővel szembeni ellenállásra gyakorolt hatását számításba kell venni a folyáshatár tervezési értékének az A_v nyírt területen az

5 Kibetonozott acélszelvények esetén a 0,85 értékű együttható 1,0-del helyettesíthető.

6 Az „*a*” index a szerkezeti acélra utal.

$(1-\rho)f_{yd}$ értékre való csökkentésével, az MSZ EN 1994-1-1 6.2.2.4 szakasz (2) bekezdése és a 6.18. ábra [itt *2.1. ábra]* alapján". A ρ tényező az alábbi formulával számítható;

$$\rho = \left(2 \cdot V_{Ed} / V_{Rd} - 1\right)^2. \text{ (7)} \qquad (2.9)$$

Egyszerűségképpen feltételezhető, hogy V_{Ed} egyedül az acélkeresztmetszeten működik. A vasbeton rész $V_{c,Ed}$ nyírási ellenállását az EN 1992-1-1 6.2. szakasza alapján, illetve pontosabb számítás hiányában V_{Ed} szétbontható az acélkeresztmetszeten működő $V_{a,Ed}$ és a vasbeton keresztmetszeten működő $V_{c,Ed}$ részre a következő módon:

$$V_{a,Ed} = V_{Ed} \frac{M_{pl,a,Rd}}{M_{pl,Rd}} \qquad V_{c,Ed} = V_{Ed} - V_{a,Ed} \qquad (2.10)$$

ahol:

$M_{pl,a,Rd}$ az acélkeresztmetszet képlékeny nyomatéki ellenállása;

$M_{pl,Rd}$ az öszvérkeresztmetszet képlékeny nyomatéki ellenállása.

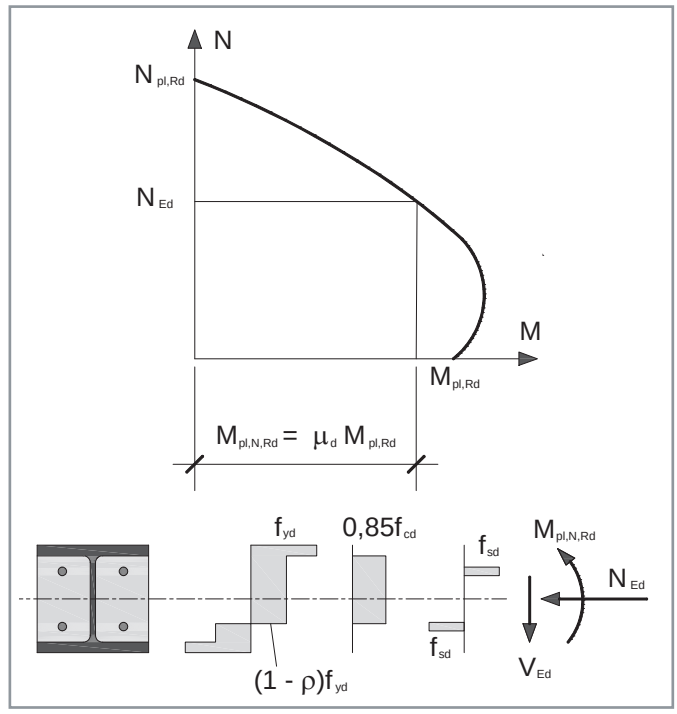
2.3. Ellenállások számítása, ellenőrzés kihajlásra, nyomás és egyidejű egy-, illetve kéttengelyű hajlításra

2.3.1. Axiális nyomás, ellenőrzés kihajlásra

Öszvéroszlop keresztmetszet $N_{pl,Rd}$ nyomással szembeni képlékeny ellenállása a keresztmetszet alkotóelemei képlékeny ellenállásainak összegzésével kapható meg:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 0{,}85 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} \qquad (2.11)$$

ahol, A_a a szerkezeti acél, A_c a beton, A_s pedig a vasalás keresztmetszeti területe, f_{yd} a szerkezeti acél, f_{sd} a betonacél folyáshatárának tervezési értéke, f_{cd} pedig a beton hengeren mért nyomószilárdságának tervezési értéke. A fenti kifejezés érvényes az *1.1. ábrán* látható összes keresztmetszetre. Kibetonozott acélszelvények esetén a 0,85 értékű együttható 1,0-del helyettesíthető.



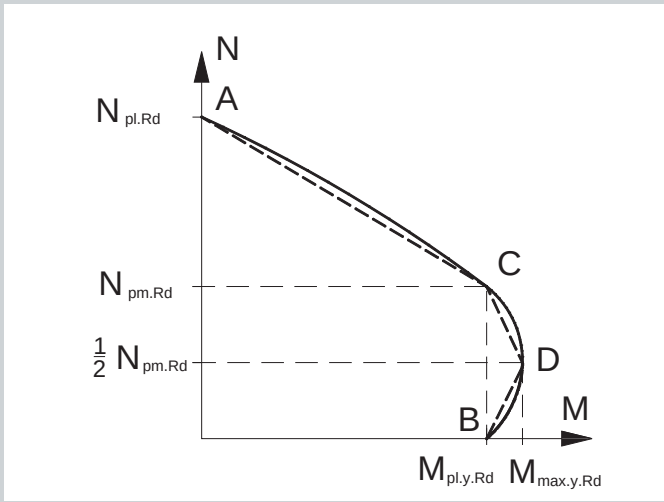
2.1. ábra: Nyomás és egyidejű egytengelyű hajlítás kölcsönhatásgörbéje

A $\bar{\lambda}_y$ és $\bar{\lambda}_z$ viszonyított karcsúságok számítását már a 2.2.1. szakaszban bemutattuk. Meg kell határozni a mértékadó kihajlási síkot, melyhez az MSZ EN 1994-1-1. 6.5. táblázatából kiválasztható a megfelelő kihajlási görbe. Utóbbihoz egy α imperfekciós tényező tartozik. Kiszámítjuk a χ redukciós tényezőt;

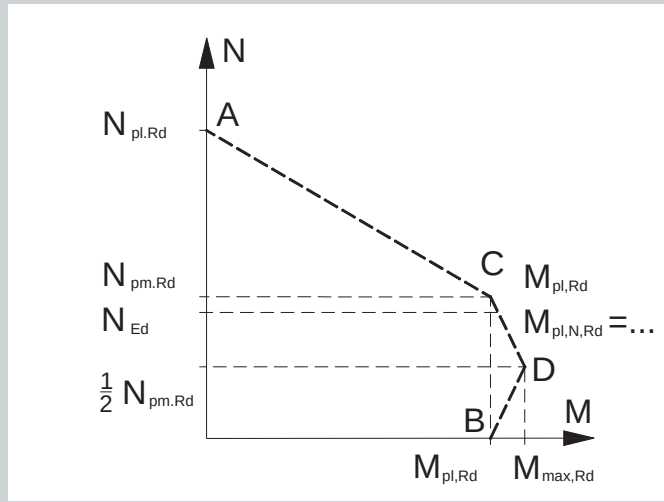
$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{ahol} \quad \phi = \frac{1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2}{2} \qquad (2.12)$$

A $$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} < 1{,}0 \qquad (2.13)$$

feltétel teljesülése esetén az oszlop kihajlásra megfelel.



a) Kölcsönhatásgörbe/poligon pontjai



b) $M_{pl,N,Rd}$ meghatározása

2.2. ábra:Kölcsönhatásgörbe/poligon

7 V_{Rd} az MSZ EN 1993-1-1 6.2.6. szakasz (2) bekezdés (6.18.) összefüggés szerint számítható.

Keretek stabilitásvizsgálatakor az MSZ EN 1993-1-1 5.2.2 szakaszának (7)(a) bekezdése szerint „Ha az egyes rúdelemekben fellépő másodrendű hatásokat és a vonatkozó rúdelem-imperfekciókat a tartószerkezet globális erőtani vizsgálatában teljes mértékben számításba vesszük, a rúdelemeknek az MSZ EN 1993-1-1 6.3. szakasza szerinti külön stabilitásvizsgálatára nincs szükség.”[8]

2.3.2. A keresztmetszet nyomással és egyidejű hajlítással szembeni ellenállása és ellenőrzése

a) A kölcsönhatási görbe/poligon pontjainak meghatározása

A kölcsönhatási görbe/poligon (lásd a *2.2. ábrát)* pontjainak számításához szükséges formulák először az MSZ ENV 1994-1-1 C mellékletében [7] jelentek meg, de [1], [2], és [3] is tárgyalják. A számítás egyszerűsítése céljából a **kölcsönhatásgörbe** (a *2.2. ábrán* szaggatott vonallal jelzett) poligonnal helyettesíthető. $N_{pm,Rd}$ értékét[9] a 0,85 $f_{cd} \cdot A_c$ szorzat adja körbebetonozott és részben körbebetonozott keresztmetszetek esetén, lásd a *1.1. a)–c) ábrát.* Kibetonozott acélszelvény esetén [lásd a *2.2. d)–f) ábrát],* a 0,85 értékű együttható 1,0-del helyettesíthető.

Az MSZ EN 1994-1-1 6.18. (itt *2.1. ábra)* és 6.19. ábrája[10] bemutatja azokat a négyszög alakú feszültségtesteket, melyek alapján körbebetonozott *[1.1. a) ábra],* vagy részben körbebetonozott *[1.1. b), 1.1. c) ábra]* öszvéroszlop keresztmetszetek plasztikus nyomatékai számíthatóak.

b) Nyomott és egyirányban hajlított elemek ellenállásának vizsgálata

Nyomott és egyirányban hajlított elemek ellenállásának vizsgálatakor teljesíteni kell a *2.2. ábra* szerinti kölcsönhatásgörbén alapuló feltételt:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,N,Rd}} = \frac{M_{Ed}}{\mu_d \cdot M_{pl,Rd}} \leq \alpha_M \qquad (2.14)$$

ahol:

M_{Ed} a végnyomatékok vagy az oszlop hosszán keletkező nyomatékok legnagyobbika, amelyet az imperfekciók és másodlagos hatások szükség szerinti figyelembevételével, az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.4. szakasza alapján kell meghatározni;

$M_{pl,N,Rd}$ a *2.2. ábrán* N_{Ed}-hez tartozó képlékeny nyomatéki ellenállás;

$M_{pl,Rd}$ a *2.2. ábrán* a B ponthoz tartozó képlékeny nyomatéki ellenállás;

μ_d a nyomás és egytengelyű hajlítás tervezésére vonatkozó tényező;

„S235 és S355 közötti minőségi osztályba tartozó (beleértve az S235 és S355 osztályokat) acélanyag esetén az α_M együttható értékét 0,9-re, míg S420 és S460 minőségi osztályba tartozó acélanyag esetén 0,8-re kell felvenni.”

A fenti formula átrendezés után,

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{M_{Ed}}{\alpha_M \cdot \mu_d \cdot M_{pl,Rd}} \leq 1{,}0 \quad \text{alakot ölti.} \qquad (2.14)$$

Itt;

$$\mu_d = \frac{M_{pl,N,Rd}}{M_{pl,Rd}} \quad \text{és} \qquad (2.15)$$

$$M_{Rd} = \alpha_M \cdot \mu_d \cdot M_{pl,Rd}. \qquad (2.16)$$

A (2.14) kifejezés igazolásának lépéseit az alábbiakban közöljük. A *2.2. a) ábra* kölcsönhatásgörbéjéhez már eleve szükséges az $M_{pl,Rd}$ plasztikus nyomatéki ellenállás számítása, az $M_{pl,N,Rd}$ mennyiség pedig egyszerűen kapható az N_{Ed} tervezési normálerő függvényében *[2.2. b) ábra].* A μ_d nyomás és egytengelyű hajlítás tervezésére vonatkozó tényező az előző két nyomaték hányadosaként ($M_{pl,N,Rd}$ / $M_{pl,Rd}$) számítható [(2.15) kifejezés]. Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.6. szakaszának (2) bekezdése szerint „A $\mu_d = \mu_{dy}$, vagy μ_{dz} érték” (lásd az MSZ EN 1994-1-1 6.20 ábrát, itt a *2.3. ábrát)* „a vizsgált hajlítási síkban számítható $M_{pl,Rd}$ képlékeny nyomatéki ellenállás tervezési értékére vonatkozik. 1,0-nél nagyobb μ_d értékek csak akkor használhatók, ha az M_{Ed} hajlítónyomaték közvetlenül az N_{Ed} normálerő hatásától függ, például, ha az M_{Ed} nyomaték az N_{Ed} normálerő külpontosságából származik.” „Más esetben” az MSZ EN 1994-1-1 „6. 7 .1. szakasz (7) bekezdése szerinti kiegészítő ellenőrzés szükséges.” A μ_d nyomás és egytengelyű hajlítás tervezésére vonatkozó tényező ismeretében az M_{Rd} nyomaték [(2.16) kifejezés] már számítható, mivel α_M értéke ismert, így a M_{Ed} / M_{Rd} hányados már adódik.

Kör keresztmetszetű öszvéroszlopok vizsgálata nem tárgya jelen tanulmánynak, azonban megjegyezzük, hogy az MSZ EN 1994-1-1:2010 6.7.3.2. szakaszának (6) bekezdése foglalkozik kör keresztmetszetű kibetonozott acélcsövek ellenállásával, beleértve az ún. abroncsolás hatására bekövetkező teherbírás növekedését is.

2.3.3. Egyidejű nyomás és kéttengelyű hajlítás

Öszvéroszlopok egyidejű nyomása és kéttengelyű hajlítása esetén a *2.3. ábra* szerinti μ_{dy} és μ_{dz} értéke a 2.3.2. szakasz alapján határozható meg tengelyenként külön-külön. „Az imperfekciókat csak abban a síkban kell figyelembe venni, amelyikben a tönkremenetel várható. Ha nem egyértelmű, hogy melyik a kritikus sík, akkor mindkét síkban ellenőrizni kell.”

Egyidejű nyomás és kéttengelyű hajlítás esetén a következő feltételeket kell teljesíteni stabilitás ellenőrzése, valamint az oszlop végkeresztmetszeteinek ellenőrzése során:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} \leq \alpha_{M,y} \qquad \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq \alpha_{M,z} \qquad (2.17)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq 1{,}0 \qquad (2.18)$$

ahol:

$M_{pl,y,Rd}$ és $M_{pl,z,Rd}$ „a képlékeny nyomatéki ellenállások a vonatkozó hajlítási síkokban”;

$M_{y,Ed}$ és $M_{z,Ed}$ a nyomatékok tervezési értékei, figyelembe véve a 6.7.3.4. szakasz szerinti másodlagos hatásokat és imperfekciókat;

μ_{dy} és μ_{dz} 2.3.2. b) szakasz szerinti mennyiségek;

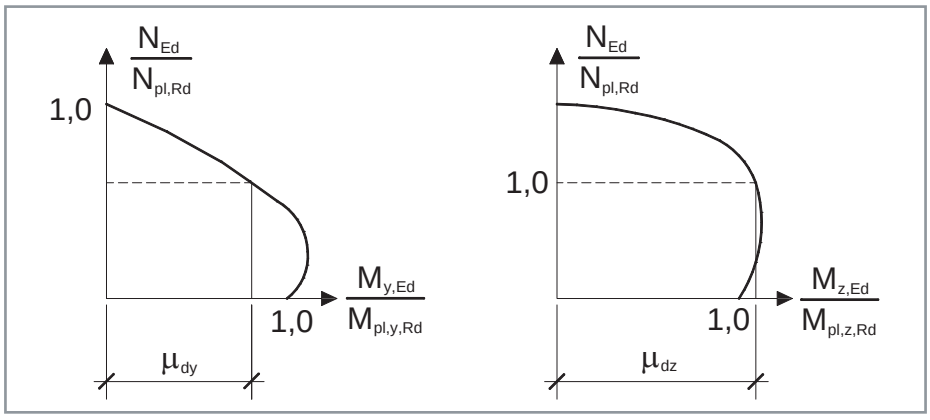
$\alpha_M = \alpha_{M,y}$ és $\alpha_M = \alpha_{M,z}$ a 2.3.2. b) szakasz szerint.

---

8 E szakaszban a rend kedvéért az öszvéroszlop kihajlásvizsgálatát is ismertettük.

9 A beton nyomóerővel szembeni ellenállásának tervezési értéke.

10 A 3. bekezdés számpéldájában részletesen bemutatjuk a kölcsönhatásgörbék/poligonok pontjainak meghatározását.



2.3. ábra:
Tervezés nyomás és kéttengelyű hajlítás esetén

A (2.17) és (2.18) formulák részbeni átrendezés után:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\alpha_{M,y}\cdot\mu_{dy}\cdot M_{pl,y,Rd}}\le 1{,}0 \qquad \frac{M_{z,Ed}}{\alpha_{M,z}\cdot\mu_{dz}\cdot M_{pl,z,Rd}}\le 1{,}0$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy}\cdot M_{pl,y,Rd}}+\frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz}\cdot M_{pl,z,Rd}}\le 1{,}0 \qquad (2.19)$$

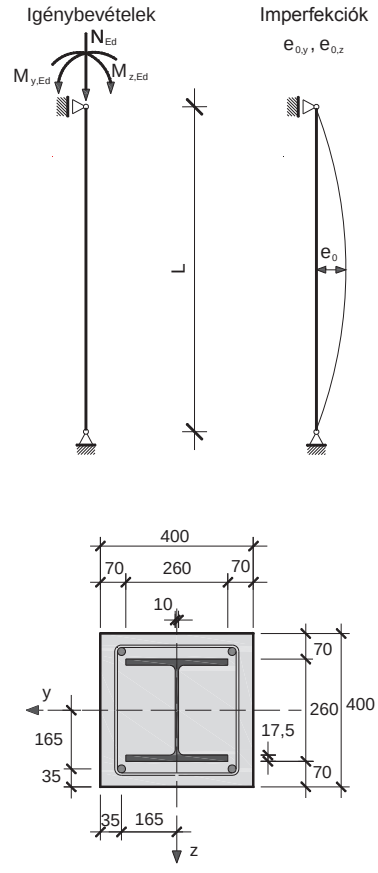
3. KÖRBEBETONOZOTT KERESZTMETSZETŰ ÖSZVÉROSZLOP TERVEZÉSE. SZÁMPÉLDA

3.1. Kiindulási adatok

3.1.1. Feladat megfogalmazása, statikai váz, hatások

Adott a *3.1. ábrán* bemutatott C 30/37 minőségű betonból, S355 minőségű acélból és B400 minőségű betonacélból készült öszvéroszlop. A hálózati hossz: 7,0 m. A szerkezeti acél: HE 260B. A hosszirányú acélbetétek átmérője 16 mm. Ellenőrizzük az oszlopot kihajlásra, nyomásra és egyidejű hajlításra két tengely mentén!

HATÁSOK:
Axiális erők:
N_{Ed} = 1750 kN (teljes axiális tervezési erő);
$N_{G,Ed}$ = 1200 kN (az axiális tervezési erő állandó része).
Az oszlop tetején ható nyomatékok:
$M_{y,Ed}$ = 380 kNm, $M_{z,Ed}$ = 50 kNm.
Az $e_{0,z}$ és az $e_{0,y}$ imperfekciókat a *3.1. ábra* szerint kell értelmezni.



Megjegyzés: $e_{0,z}$ a ***z***, az $e_{0,y}$ imperfekció pedig az ***y*** tengelyen mért mennyiség.

3.1. ábra: Statikai váz, hatások, öszvéroszlop keresztmetszete

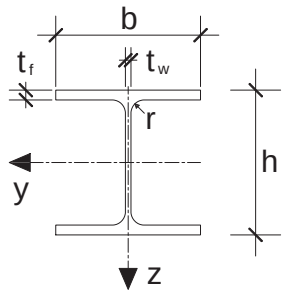
3.1.2. Anyagjellemzők

Szerkezeti acél, S355	$f_{y,k}$ = 355 N/mm²	$f_{y,d}=\frac{f_{y,k}}{\gamma_a}=\frac{355}{1{,}0}$ = 355 N/mm² E_a = 210000 N/mm²
Beton, C30/37	$f_{c,k}$ = 30 N/mm²	$f_{c,d}=\frac{f_{c,k}}{\gamma_c}=\frac{30}{1{,}5}$ = 20 N/mm² E_{cm} = 33000 N/mm²
Betonacél, B400	$f_{s,k}$ = 400 N/mm²	$f_{s,d}=\frac{f_{s,k}}{\gamma_s}=\frac{400}{1{,}15}$ = 348 N/mm² E_s = 210000 N/mm²

3.1.3. Geometriai jellemzők, arányok

a) Alkotóelemek keresztmetszeti jellemzői

Szerkezeti acél:



$b = 260$ mm
$t_f = 17{,}5$ mm
$t_w = 10$ mm
$r = 24$ mm
$A_a = 118{,}4$ mm^2
$I_{y,a} = 14920$ cm^4
$I_{z,a} = 5135$ cm^4
$W_{pl,y,a} = 1283$ cm^3
$W_{pl,z,a} = 602{,}2$ cm^3

3.2. ábra: Szerkezeti acél (HE 260B)

Betonacélok:

A ϕ16 mm-es betonacélok keresztmetszeti területe:

$A_{bar} = 2{,}01$ cm^2 $\qquad A_s = 4 \cdot A_{bar} = 4 \cdot 2{,}01 = 8{,}04$ cm^2

Beton:

A beton keresztmetszeti területe:

$$A_c = b_c \cdot h_c - A_a - A_s = 40 \cdot 40 - 118{,}4 - 8{,}04 = 1473{,}56 \text{ cm}^2$$

Öszvéroszlop alkotóelemeinek inercianyomatékai

Hajlítás az *y–y* tengely mentén:

$I_{y,a} = 14920$ cm^4

$y_s = 16{,}5$ mm (lásd a *3.1. ábrát)*

$$I_{y,s} = 4 \cdot A_{bar} \cdot y_s^2 = 4 \cdot 2{,}01 \cdot 16{,}5^2 = 2189{,}56 \text{ cm}^4$$

$$I_{y,c} = \frac{b_c \cdot h_c^3}{12} - I_{y,a} - I_{y,s} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} - 14920 - 2189{,}56 = 196224 \text{ cm}^4$$

Hajlítás az *z–z* tengely mentén:

$I_{y,a} = 5135$ cm^4

$y_s = 16{,}5$ mm (lásd a *3.1. ábrát)*

$$I_{z,s} = 4 \cdot A_{bar} \cdot y_s^2 = 4 \cdot 2{,}01 \cdot 16{,}5^2 = 2189{,}56 \text{ cm}^4$$

$$I_{z,c} = \frac{h_c \cdot b_c^3}{12} - I_{z,a} - I_{z,s} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} - 5135 - 2189{,}56 = 206009 \text{ cm}^4$$

Öszvéroszlop alkotóelemeinek képlékeny keresztmetszeti tényezői

Hajlítás az *y–y* tengely mentén:

$W_{pl,y,a} = 1283$ cm^3

$y_s = 16{,}5$ mm (lásd a *3.1. ábrát)*

$$W_{pl,y,s} = 4 \cdot A_{bar} \cdot y_s = 4 \cdot 2{,}01 \cdot 16{,}5 = 132{,}7 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y,c} = \frac{h_c \cdot b_c^2}{4} - W_{pl,y,a} - W_{pl,y,s} = \frac{40 \cdot 40^2}{4} - 1283 - 132{,}7 = 14584 \text{ cm}^4$$

Hajlítás az *z–z* tengely mentén:

$W_{pl,z,a} = 602{,}2$ cm^3

$y_s = 16{,}5$ mm (lásd a *3.1. ábrát)*

$$W_{pl,z,s} = 4 \cdot A_{bar} \cdot y_s = 4 \cdot 2{,}01 \cdot 16{,}5 = 132{,}7 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z,c} = \frac{b_c \cdot h_c^2}{4} - W_{pl,z,a} - W_{pl,z,s} = \frac{40 \cdot 40^2}{4} - 602{,}2 - 132{,}7 = 15265 \text{ cm}^4$$

b) Öszvéroszlop alkotóelemeinek arányai

– Vasalás–betonkeresztmetszet arány:

$$\rho_s = \frac{A_s}{A_c} = \frac{8{,}04}{1473{,}56} = 0{,}55\%,$$

0,3% és 0,6% közé esik, megfelel!

– Acél teherviselési hányad:

$N_{pl,a,Rd} = A_a \cdot f_{yd} = 118{,}4 \cdot 35{,}5 = 4203$ kN

$N_{pl,Rd} = 6988$ kN [lásd a 3.1.4. szakasz (b) bekezdést].

$$\delta = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{pl,a,Rd}}{N_{pl,Rd}} = \frac{4203}{6988} = 0{,}6,$$

0,2 és 0,9 közé esik, megfelel!

c) Lokális horpadás

Betonfedés: 70 mm;

Övlemez-szélesség 1/6 része: b/6 = 260 mm / 6 = 43,33 mm.

A 70 mm-es betonfedés nagyobb, mint az övszélesség hatoda (43,33 mm), vagy 40 mm, ezért a lokális horpadás nem mértékadó.

3.1.4. Számításhoz szükséges mennyiségek

a) Effektív rugalmassági modulus

Az effektív rugalmassági modulus kiszámításához a kúszási tényező végértékét meg kell határozni[11].

[11] [9], Hajlított, nyírt öszvértartók tervezése az Eurocode-dal összhangban című könyv 2.2. példája részletesen bemutatja a kúszási tényező végértékének számítását.

A szükséges adatok:

u száradásnak kitett keresztmetszetrész kerülete;

$u = 2 \cdot (b_c + h_c) = 2 \cdot (40 + 40) = 1600$ mm

h_0 elméleti vastagság:

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 1473{,}56}{160} = 184{,}19 \text{ mm}$$

$t_0 = 30$ nap

Beltéri környezeti feltételek, átlagos relatív pártartalom RH = 50%.
Cement típusa: N.

A fenti adatokból az MSZ EN 1992-1-1 (B.2) szerint a kúszási tényező végértéke:

$\varphi_1 = \varphi_{(t,t_0)} = 2{,}365.$

Terhek:

$N_{G,Ed} = 1200$ kN; $N_{Ed} = 1750$ kN

A beton effektív rugalmassági modulusa:

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \frac{N_{G,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \varphi_t} = \frac{33000}{1 + \frac{1200}{1750} \cdot 2{,}365} = 12587{,}2 \text{ N/mm}^2$$

b) Öszvérkeresztmetszet nyomással szembeni ellenállása

Öszvérkeresztmetszet $N_{pl,Rd}$ nyomással szembeni képlékeny ellenállása:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 0{,}85 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} =$$
$$= 118{,}4 \cdot 35{,}5 + 0{,}85 \cdot 1473{,}56 \cdot 2{,}0 + 8{,}04 \cdot 34{,}78 =$$
$$= 6898 \text{ kN}$$

Az öszvérkeresztmetszet $N_{pl,Rk}$ nyomással szembeni képlékeny ellenállásának karakterisztikus értéke:

$$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_{yk} + 0{,}85 \cdot A_c \cdot f_{ck} + A_s \cdot f_{sk} =$$
$$= 118{,}4 \cdot 35{,}5 + 0{,}85 \cdot 1473{,}56 \cdot 3{,}0 + 8{,}04 \cdot 40{,}0 =$$
$$= 8282{,}5 \text{ kN}$$

c) Az egyszerűsített tervezési eljárás alkalmazhatósága

– A keresztmetszet kétszeresen szimmetrikus és prizmatikus az oszlop hossza mentén.
Ez a feltétel teljesül.

– Viszonyított karcsúság ellenőrzése

Hajlítás az y–y tengely mentén:

Az effektív hajlítási merevség tervezési értéke:

$$(EI)_{eff,y} = E_a \cdot I_{y,a} + E_s \cdot I_{y,s} + K_e \cdot E_{c,eff} \cdot I_{y,c} =$$
$$= 21000 \cdot 14920 + 21000 \cdot 2189{,}56 +$$
$$+ 0{,}6 \cdot 1258{,}72 \cdot 196223{,}77 = 5{,}075 \cdot 10^8 \text{ kNcm}^2$$

A kritikus normálerő:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_{eff,y}}{L_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 5{,}075 \cdot 10^8}{700^2} = 10222 \text{ kN}$$

A viszonyított karcsúság:

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{8282{,}5}{10222}} = 0{,}9$$

Hajlítás az z–z tengely mentén:

Az effektív hajlítási merevség tervezési értéke:

$$(EI)_{eff,z} = E_a \cdot I_{z,a} + E_s \cdot I_{z,s} + K_e \cdot E_{c,eff} \cdot I_{z,c} =$$
$$= 21000 \cdot 5135 + 21000 \cdot 2189{,}56 +$$
$$+ 0{,}6 \cdot 1258{,}72 \cdot 206008{,}77 = 3{,}094 \cdot 10^8 \text{ kNcm}^2$$

A kritikus normálerő:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_{eff,z}}{L_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 3{,}094 \cdot 10^8}{700^2} = 6232 \text{ kN}$$

A viszonyított karcsúság:

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{8282{,}5}{6232}} = 1{,}15$$

$\bar{\lambda}_y$ és $\bar{\lambda}_z$ kisebb mint 2,0 feltétel teljesül!

– Vasalás–betonkeresztmetszet arány:

$$\rho_s = \frac{A_s}{A_c} = \frac{8{,}04}{1473{,}56} = 0{,}55\% ,$$

0,3% és 0,6% közé esik, feltétel teljesül!

– Acél teherviselési hányad:

$$\delta = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{pl,a,Rd}}{N_{pl,Rd}} = \frac{4203}{6988} = 0{,}6,$$

0,2 és 0,9 közé esik, feltétel teljesül!

– Magasság–szélesség arány:

$$\frac{h_c}{b_c} = \frac{400}{400} = 1{,}0$$

$0{,}2 < \frac{h_c}{b_c} = 1{,}0 < 5{,}0$ feltétel teljesül!

– A betontakarás maximális vastagsága:

Szükséges mennyiségek:

$c_y = 70$ mm, $c_z = 70$ mm,
$0{,}4 \cdot b = 104$ mm, $0{,}3 \cdot h = 78$ mm
$b = h = 160$ mm.

$0{,}4 \cdot b = 104$ mm nagyobb, mint a $c_y = 70$ mm betonfedés, mely nagyobb, mint 40 mm, a feltétel teljesül!

$0{,}3 \cdot h = 78$ mm nagyobb, mint a $c_z = 70$ mm betonfedés, mely nagyobb, mint 40 mm, a feltétel teljesül!

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.1. bekezdésének minden követelménye teljesül, ezért az oszlop egyszerűsített tervezési eljárással számítható.

3.2. Öszvéroszlop ellenőrzése kihajlásra

Mivel $\bar{\lambda}_z = 1{,}15 > \bar{\lambda}_y = 0{,}9$, ezért a *z–z* tengely körüli kihajlás a mértékadó.

Az MSZ EN 1994-1-1. 6.5. táblázata szerint a *z–z* tengely körüli kihajláshoz a „c" görbét kell alkalmazni. Az imperfekciós tényező: $\alpha_c = 0{,}49$. $N_{Ed} = 1750$ kN, $N_{pl,Ed} = 6988$ kN.

$$\phi = \frac{1+\alpha_c(\bar{\lambda}_z - 0{,}2) + \bar{\lambda}_z^2}{2} = \frac{1+0{,}49(1{,}15-0{,}2)+1{,}15^2}{2} =$$
$$= 1{,}398$$

Redukciós tényező:

$$\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1{,}398 + \sqrt{1{,}398^2 - 1{,}15^2}} = 0{,}436$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} = \frac{1750}{0{,}436 \cdot 6988} = 0{,}57 < 1{,}0 \quad \text{megfelel!}$$ [12]

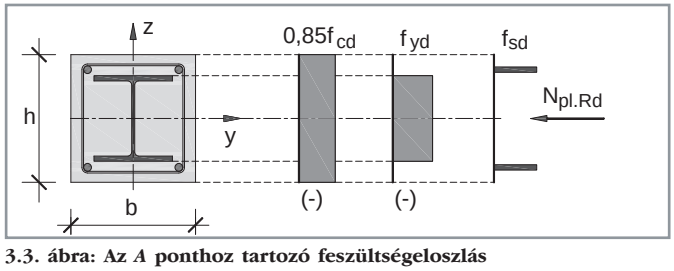
3.3. Öszvéroszlop ellenőrzése nyomásra és egyidejű hajlításra

3.3.1. Nyomott és egyirányban, az *y–y* tengely mentén hajlított öszvéroszlop ellenőrzése az egyenértékű elemimperfekciók számításbavételével

a) A kölcsönhatási görbe/poligon pontjainak meghatározása

A számításhoz szükséges formulákat [1], [2], [3] és [7] tartalmazza.

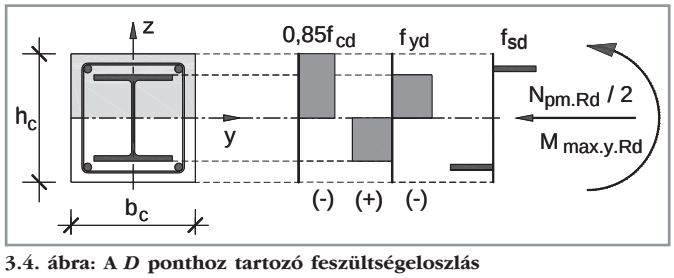
A pont



3.3. ábra: Az *A* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$N_{pl,Ed} = 8282{,}5$ kN [lásd a 3.1.4. szakasz (b) bekezdését].

D pont



3.4. ábra: A *D* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

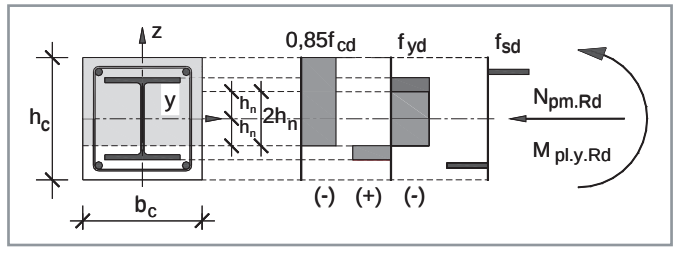
$$M_{\max,y,Rd} = W_{pl,y,a} \cdot f_{y,d} + 0{,}5 \cdot W_{pl,y,c} \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} + W_{pl,y,s} \cdot f_{sd} =$$
$$= 1283 \cdot 35{,}5 + 0{,}5 \cdot 14584{,}3 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}0 + 132{,}7 \cdot 34{,}8 =$$
$$= 625{,}6 \text{ kNm}$$

$$N_{pm,Rd} = A_c \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} = 1473{,}56 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}0 = 2505{,}1 \text{ kN}$$

(a beton nyomóerővel szembeni ellenállásának tervezési értéke)

$$0{,}5 \cdot N_{pm,Rd} = 1252{,}5 \text{ kN}$$

C pont



3.5. ábra: A *C* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$A_{s,n} = 0$ cm^2

(feltételezzük, hogy a h_n régióban nincs betonacél)

Feltételezzük, hogy $h_n \le h/2 - t_f$. A képlékeny semleges tengely helyzete:

$$h_n = \frac{N_{pm,Rd} - A_{sn} \cdot (2 \cdot f_{sd} - 0{,}85 \cdot f_{cd})}{2 \cdot b_c \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} + 2 \cdot t_w \cdot (2 \cdot f_{yd} - 0{,}85 \cdot f_{cd})} =$$
$$= \frac{2505{,}1 - 0 \cdot (2 \cdot 34{,}8 - 0{,}85 \cdot 2)}{2 \cdot 40 \cdot 0{,}85 \cdot 2 + 2 \cdot 1{,}0 \cdot (2 \cdot 35{,}5 - 0{,}85 \cdot 2)} =$$
$$= 9{,}12 \text{ cm}$$

Plasztikus keresztmetszeti tényezők a $2 \cdot h_n$ régióban:

Szerkezeti acél:

$$W_{pl,y,a,n} = t_w \cdot h_n^2 = 1{,}0 \cdot 9{,}12^2 = 83{,}22 \text{ cm}^3$$

Vasalás:

$$W_{pl,y,s,n} = 0 \text{ cm}^3$$

Beton:

$$W_{pl,y,c,n} = b_c \cdot h_n^2 - W_{pl,y,a,n} - W_{pl,y,s,n} =$$
$$= 40 \cdot 9{,}12^2 - 83{,}22 - 0 = 3245{,}6 \text{ cm}^3$$

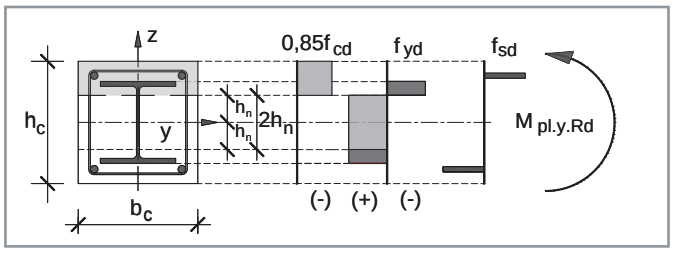
$$M_{n,y,Rd} = W_{pl,y,a,n} \cdot f_{yd} + W_{pl,y,s,n} \cdot f_{sd} + \frac{W_{pl,y,c,n} \cdot f_{cd}}{2} =$$
$$= 83{,}22 \cdot 35{,}5 + 0{,}0 \cdot 34{,}8 + \frac{3245{,}6 \cdot 2{,}0}{2} = 62{,}0 \text{ kNm}$$

$M_{\max,y,Rd} = 625{,}6$ kNm (lásd a D pontot)

$$M_{pl,y,Rd} = M_{\max,y,Rd} - M_{n,y,Rd} = 625{,}6 - 62{,}0 = 564{,}0 \text{ kNm}$$

[12] Keretek stabilitásvizsgálatakor az MSZ EN 1993-1-1 5.2.2 szakaszának (7)(a) bekezdése szerint „Ha az egyes rúdelemekben fellépő másodrendű hatásokat és a vonatkozó rúdelem-imperfekciókat a tartószerkezet globális erőtani vizsgálatában teljes mértékben számításba vesszük, a rúdelemeknek az MSZ EN 1993-1-1 6.3. szakasza szerinti külön stabilitásvizsgálatára nincs szükség."

B pont



3.6. ábra: A *B* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$M_{pl,y,Rd}$ = 564 kNm (lásd a C pontot).

A μ_d nyomás és egytengelyű hajlítás tervezésére vonatkozó tényező számításához először az ACDB kölcsönhatási poligon segítségével meghatározzuk az N_{Ed} tervezési normálerőhöz tartozó $M_{pl,y,N,Rd}$ nyomatéki ellenállás értékét *(3.7. ábra)*;

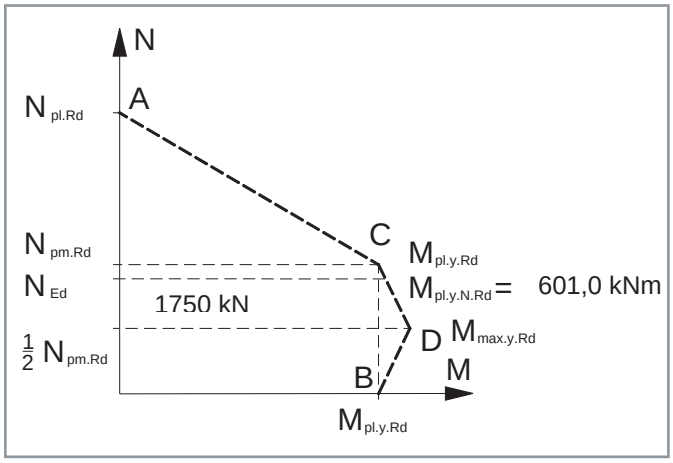
$$M_{pl,y,N,Rd} = M_{pl.y.Rd} + 2 \cdot M_{n,y,Rd} \cdot \frac{N_{pm,Rd} - N_{Ed}}{N_{pm,Rd}} =$$

$$= 562 + 2 \cdot 62{,}0 \cdot \frac{2505{,}1 - 1750}{2505{,}1} = 601{,}00 \text{ kNm}$$

A μ_{dy} *y–y* tengely körüli hajlításra vonatkoztatott μ_d tényező;

$$\mu_{dy} = \frac{M_{pl,y,N,Rd}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{601{,}00}{564{,}00} = 1{,}07 > 1{,}0$$

Esetünkben az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.6. szakasz (2) bekezdése teljesül (az M_{Ed} nyomaték az N_{Ed} normálerő külpontosságából származik), ezért a μ_{dy}=1,07 értéket vesszük számításba.



3.7. ábra: Kölcsönhatási poligon. $M_{pl,N,Rd}$ és N_{Ed} értékek ábrázolása

b) Másodrendű számítás elvégzésének szükségessége

A beton effektív rugalmassági modulusa:

$E_{c,eff}$ = 12587,2 N/mm^2

Az effektív hajlítási merevség:

$$(EI)_{eff,y,II} = K_0 \cdot \left(E_a \cdot I_{y,a} + E_s \cdot I_{y,s} + K_{e,II} \cdot E_{c,eff} \cdot I_{y,c}\right) =$$

$$= 0{,}9 \cdot (21000 \cdot 14920 + 21000 \cdot 2189{,}6 +$$

$$+ 0{,}5 \cdot 1258{,}72 \cdot 196223{,}8) = 4{,}35 \cdot 10^8 \text{ kNcm}^2$$

A kritikus normálerő:

$$N_{cr,y,eff} = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_{eff,y,II}}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 4{,}35 \cdot 10^8}{700^2} = 8752{,}1 \text{ kN}$$

A rugalmas kritikus teherparaméter:

$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr,y,eff}}{N_{Ed}} = \frac{8752{,}1}{1750} = 5{,}0$$

α_{cr} = 5,0 < 10, másodrendű számítást kell végezni!

c) Nyomott és *y–y* tengely körül egyirányban hajlított öszvéroszlop számításának gyakorlati végrehajtása

Nyomaték tervezési értéke az oszlop tetején *(3.8. ábra)*:

$M_{y.Ed.top}$ = 380 kNm

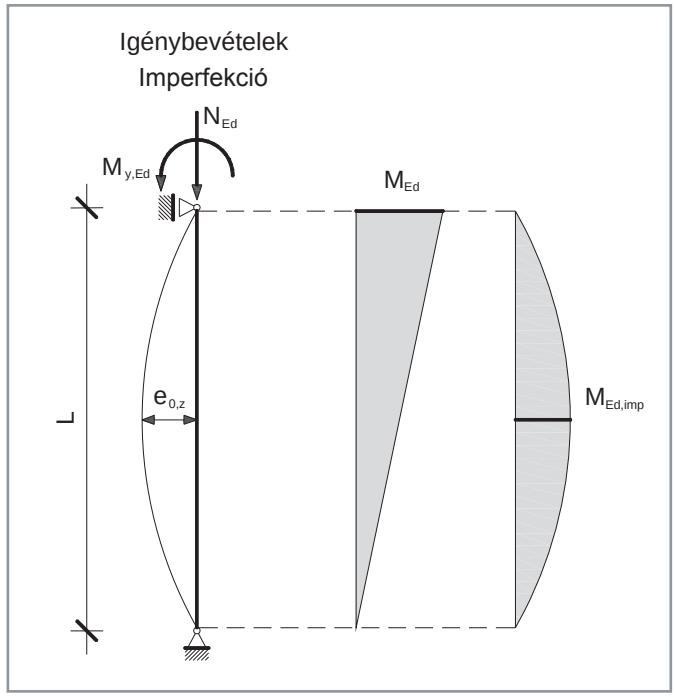
Nyomaték tervezési értéke az oszlop alján:

$M_{y.Ed.bot}$ = 0 kNm

A nyomaték tervezési értéke imperfekcióból (MSZ EN 1994-1-1 6.5. táblázat):

$$e_{0,z} = \frac{L}{200} = \frac{700}{200} = 3{,}5 \text{ cm}$$

$$M_{y.Ed.imp} = N_{Ed} \cdot e_{0,z} = 1750 \cdot 0{,}35 = 61{,}25 \text{ kNm}$$



3.8. ábra: Elsőrendű igénybevételek, imperfekció

Igénybevételek másodrendű számításhoz

A végnyomatékok aránya (MSZ EN 1994-1-1 6.4. ábra):

$$r_1 = \frac{M_{y.Ed.bot}}{M_{y,Ed.top}} = 0, \text{ mivel } M_{y.Ed.bot} = 0 \text{ kNm}$$

Egyenértékű nyomatéki tényező:

$$\beta_1 = 0{,}66 + 0{,}44 \cdot r = 0{,}66 \geq 0{,}44$$

$$k_{1,M} = \frac{\beta_1}{1-\dfrac{N_{Ed}}{N_{cr,y,eff}}} = \frac{0{,}66}{1-\dfrac{1750}{8752{,}1}} = 0{,}82 < 1{,}0.$$

A $k_{1,M} > 1{,}0$ feltétel nem teljesül. A $k_{1,M} = 0{,}82$ értéket alkalmazzuk a továbbiakban, mert a másodrendű számításnál tartalék van.[13]

Imperfekció másodrendű számításhoz

Egyenértékű nyomatéki tényező:

$\beta_1 = 1{,}0$ (MSZ EN 1994-1-1 6.4. táblázat)

$$k_{2.imp} = \frac{\beta_2}{1-\dfrac{N_{Ed}}{N_{cr,y,eff}}} = \frac{1{,}0}{1-\dfrac{1750}{8752{,}1}} = 1{,}25 > 1{,}0$$

feltétel teljesül!

Másodrendű nyomaték igénybevételből és imperfekcióból:

$$M_{y,Ed,II} = k_{1,M} \cdot M_{y,Ed,I} + k_{2.imp} \cdot M_{y.Ed.imp} =$$
$$= 0{,}82 \cdot 380 + 1{,}25 \cdot 61{,}25 = 390{,}04 \text{ kNm}$$ (14)

Nyomott és *y–y* tengely mentén egyirányban hajlított öszvéroszlop ellenőrzése az alábbi egyenlőtlenség teljesítét jelenti;

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\alpha_{M,y} \cdot \mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} \le 1{,}0$$

$$M_{y,Ed} = M_{y,Ed,II} = 390.04 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = \alpha_{M,y} \cdot \mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd} = 0{,}9 \cdot 1{,}07 \cdot 564{,}0 = 540{,}9 \text{ kNm}$$

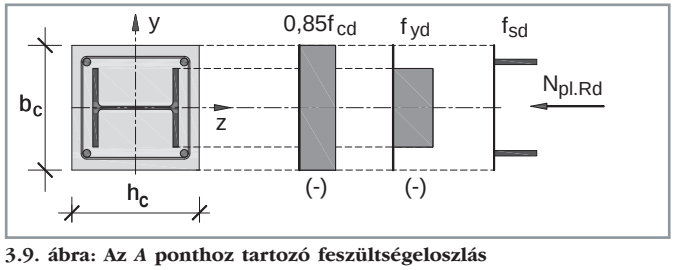
$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{390{,}04}{540{,}9} = 0{,}72 < 1{,}0 \quad \text{megfelel!}$$

3.3.2. Nyomott és egyirányban, a *z–z* tengely mentén hajlított öszvéroszlop ellenőrzése az egyenértékű elemimperfekciók számításbavételével

a) A kölcsönhatási görbe/poligon pontjainak meghatározása

A számításhoz szükséges formulákat [1], [2], [3] és [7] tartalmazza.

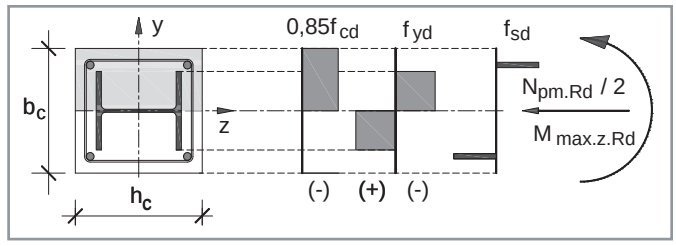
A pont



3.9. ábra: Az *A* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$N_{pl,Rd} = 6988$ kN [lásd a 3.1.4. szakasz (b) bekezdését].

D pont



3.10. ábra: A *D* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

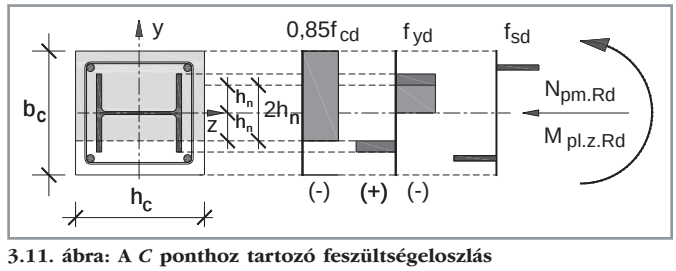
$$M_{\max,zRd} = W_{pl,z,a} \cdot f_{yd} + 0{,}5 \cdot W_{pl,z,c} \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} + W_{pl,z,s} \cdot f_{sd} =$$
$$= 602{,}2 \cdot 35{,}5 + 0{,}5 \cdot 15265{,}1 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}0 + 132{,}7 \cdot 34{,}8 =$$
$$= 389{,}7 \text{ kNm}$$

$$N_{pm,Rd} = A_c \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} = 1473{,}6 \cdot 0{,}85 \cdot 2 = 2505{,}1 \text{ kN}$$

(a beton nyomóerővel szembeni ellenállásának tervezési értéke)

$0{,}5 \cdot N_{pm,Rd} = 1252{,}5$ kN

C pont



3.11. ábra: A *C* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$A_{sn} = 0$ cm^2

(feltételezzük, hogy a h_n régióban nincs betonacél).

Feltételezzük, hogy $t_w/2 < h_n \le b/2$.

A képlékeny semleges tengely helyzete:

$$h_n = \frac{N_{pm,Rd} - A_{sn} \cdot (2 \cdot f_{sd} - 0{,}85 \cdot f_{cd}) + t_w \cdot (2 \cdot t_f - h) \cdot (2 \cdot f_{sd} - 0{,}85 \cdot f_{cd})}{2 \cdot h_c \cdot 0{,}85 \cdot f_{cd} + 4 \cdot t_f \cdot (2 \cdot f_{yd} - 0{,}85 \cdot f_{cd})} =$$

$$= \frac{2505{,}1 - 0 \cdot (2 \cdot 34{,}8 - 0{,}85 \cdot 2{,}0) + 1{,}0 \cdot (2 \cdot 1{,}75 - 26) \cdot (2 \cdot 34{,}8 - 0{,}85 \cdot 2{,}0)}{2 \cdot 40 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}0 + 4 \cdot 1{,}75 \cdot (2 \cdot 35{,}5 - 0{,}85 \cdot 2{,}0)} =$$

$= 1{,}523$ cm

$N_{pm,Rd} = 2505{,}1$ kN

Plasztikus keresztmetszeti tényezők a $2 \cdot h_n$ régióban:

Szerkezeti acél:

$$W_{pl,z,a,n} = 2 \cdot t_f \cdot h_n^2 + \frac{(h - 2 \cdot t_f) \cdot t_w}{4} =$$
$$= 2 \cdot 1{,}75 \cdot 1{,}523^2 + \frac{(26 - 2 \cdot 1{,}75) \cdot 1{,}0}{4} =$$
$$= 13{,}74 \text{ cm}^3$$

---

13 Az oszlop számításba vehető nyomatéka: a végnyomatékok vagy az oszlop hosszán keletkező nyomatékok legnagyobbika. Itt a végnyomatékot együtt alkalmazzuk az imperfekcióból tartóközépen keletkező nyomatékkal, mely tartalék.

14 Az MSZ EN 6.7.3.4. szakasz (5) bekezdése szerint: „Az oszlop hosszán belül a másodlagos hatások figyelembe vehetők az elsőrendű számításból kapott **legnagyobb M_{Ed} hajlítónyomaték** tervezési értékének *k* tényezővel való szorzásával, amely a következő kifejezéssel számítható."

Vasalás

$W_{pl,z,s,n} = 0\ \text{cm}^3$

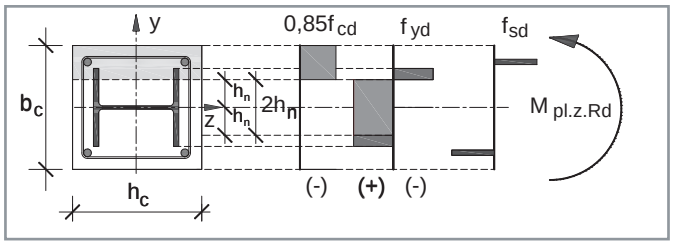
Beton:

$$W_{pl,z,c,n} = h_c \cdot h_n^2 - W_{pl,z,a,n} - W_{pl,z,s,n} =$$
$$= 40 \cdot 1{,}523^2 - 13{,}74 - 0 = 79{,}01\ \text{cm}^3$$

$$M_{n,z,Rd} = W_{pl,z,a,n} \cdot f_{yd} + W_{pl,z,s,n} \cdot f_{sd} + \frac{W_{pl,z,c,n} \cdot f_{cd}}{2} =$$
$$= 13{,}74 \cdot 35{,}5 + 0 \cdot 34{,}8 + \frac{79{,}01 \cdot 2{,}0}{2} = 5{,}67\ \text{kNm}$$

$$M_{pl,z,Rd} = M_{\max,z,Rd} - M_{n,z,Rd} = 389{,}69 - 5{,}67 = 384{,}02\ \text{kNm}$$

B pont



3.12. ábra: A *B* ponthoz tartozó feszültségeloszlás

$M_{pl,z,Rd} = 384{,}02\ \text{kNm}$ (lásd a C pontot).

A μ_d nyomás és egytengelyű hajlítás tervezésére vonatkozó tényező számításához először az ACDB kölcsönhatási poligon segítségével meghatározzuk az N_{Ed} tervezési normálerőhöz tartozó $M_{pl,z,N,Rd}$ nyomatéki ellenállás értékét;

$$M_{pl,z,N,Rd} = M_{pl.z.Rd} + 2 \cdot M_{n,z,Rd} \cdot \frac{N_{pm,Rd} - N_{Ed}}{N_{pm,Rd}} =$$
$$= 384{,}02 + 2 \cdot 5{,}67 \cdot \frac{2505{,}1 - 1750}{2505{,}1} = 387{,}44\ \text{kNm}$$

A μ_{dz} *z–z* tengely körüli hajlításra vonatkoztatott μ_d tényező;

$$\mu_{dz} = \frac{M_{pl,z,N,Rd}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{387{,}44}{384{,}02} = 1{,}010 \approx 1{,}0 \quad \text{megfelel!}$$

b) Másodrendű számítás elvégzésének szükségessége

A beton effektív rugalmassági modulusa:

$E_{c,eff} = 12587{,}2\ \text{N/mm}^2$

Effektív hajlítási merevség:

$$(EI)_{eff,z,II} = K_0 \cdot (E_a \cdot I_{z,a} + E_s \cdot I_{z,s} + K_{e,II} \cdot E_{c,eff} \cdot I_{z,c}) =$$
$$= 0{,}9 \cdot (21000 \cdot 5135 + 21000 \cdot 2189{,}6 +$$
$$+ 0{,}5 \cdot 1258{,}72 \cdot 206008{,}8) = 2{,}551 \cdot 10^8\ \text{kNcm}$$

A kritikus normálerő:

$$N_{cr,z,eff} = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_{eff,z,II}}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2{,}55 \cdot 10^8}{700^2} = 5138{,}7\ \text{kN}$$

A rugalmas kritikus teherparaméter:

$$\alpha_{cr} = \frac{N_{cr,y,eff}}{N_{Ed}} = \frac{5138{,}1}{1750} = 2{,}94$$

$\alpha_{cr} = 2{,}94 < 10$, másodrendű számítást kell végezni!

c) Nyomott és *z–z* tengely körül egyirányban hajlított öszvéroszlop számításának gyakorlati végrehajtása

Nyomaték tervezési értéke az oszlop tetején *(3.8. ábra)*:

$M_{z.Ed.top} = 50\ \text{kNm}$

Nyomaték tervezési értéke az oszlop alján:

$M_{z.Ed.bot} = 0\ \text{kNm}$

Az MSZ EN 1994-1-1 6.5. táblázatából, a *z–z* tengely menti hajlításból az egyenértékű elemimperfekció L/150, a kihajlási görbe pedig *c* jelű.

$$e_{0,y} = \frac{L}{150} = \frac{700}{150} = 4{,}67\ \text{cm}$$

Imperfekciós tényező: $\alpha_c = 0{,}49$

Nyomaték imperfekcióból:

$M_{y.Ed.imp} = N_{Ed} \cdot e_{0,y} = 1750 \cdot 0{,}467 = 81{,}67\ \text{kNm}$

$k_{2.imp}$ faktor meghatározása igénybevételekhez

$$r_1 = \frac{M_{z,Ed,bot}}{M_{z,Ed,top}} = \frac{0{,}0}{50} = 0{,}0$$

Egyenértékű nyomatéki tényező:

$\beta_1 = 0{,}66 + 0{,}44 \cdot r_1 = 0{,}66 + 0{,}44 \cdot 0{,}0 = 0{,}66$

$\beta_1 = 0{,}66 > 0{,}44$ feltétel teljesül.

$$k_{1,M} = \frac{\beta_1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z.eff}}} = \frac{0{,}66}{1 - \frac{1750}{5138{,}7}} = 1{,}0$$

$k_{2.imp}$ faktor meghatározása imperfekcióhoz

Az MSZ EN 1994-1-1 6.4. táblázatából a β_2 egyenértékű nyomatéki tényező:

$\beta_2 = 1{,}0$

$$k_{2.imp} = \frac{\beta_2}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z.eff}}} = \frac{1{,}0}{1 - \frac{1750}{5138{,}7}} = 1{,}52$$

A másodrendű nyomaték:

$$M_{z,Ed,II} = k_{1,M} \cdot M_{z,Ed,I} + k_{2.imp} \cdot M_{z.Ed.imp} =$$
$$= 1{,}0 \cdot 50{,}0 + 1{,}52 \cdot 81{,}67 = 173{,}88\ \text{kNm}$$

$M_{z,Ed} = M_{z,Ed,II} = 173{,}88\ \text{kNm}$, $\alpha_{M,z} = 0{,}9$, $\mu_{dz} = 1{,}01$

$M_{z,Rd} = \alpha_{M,z} \cdot \mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd} = 0{,}9 \cdot 1{,}01 \cdot 384{,}02 = 348{,}7\ \text{kNm}$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{173{,}88}{348{,}70} = 0{,}5 < 1{,}0 \quad \text{megfelel!}$$

3.4. Egyidejű nyomás és kéttengelyű hajlítás

Az MSZ EN 1994-1-1 6.7.3.7. szakaszának (1) bekezdése értelmében mindkét hajlítási síkban végrehajtjuk az egyidejű nyomás és kéttengelyű hajlítás vizsgálatát, mivel nem ismerjük a tönkremenetel síkját, azaz a kritikus síkot.

3.4.1. A feltételezett tönkremenetel az *y–y* tengely körüli hajlítási síkban történik

a) A másodrendű $M_{y,Ed,\mathrm{II}}$ nyomatékot és az $e_{0,z}$ egyenértékű elemimperfekciókat figyelembe vesszük:

$k_{1M} = 0{,}82$

$k_{2,imp} = 1{,}25$

$M_{y,Ed,\mathrm{I}} = 380$ kNm

$M_{y,Ed,\mathrm{imp}} = 61{,}25$ kNm

$$M_{y,Ed,II} = k_{1,M} \cdot M_{y,Ed.I} + k_{2,imp} \cdot M_{y,Ed.imp} =$$
$$= 0{,}82 \cdot 380 + 1{,}25 \cdot 61{,}25 = 390{,}04 \text{ kNm}$$

b) A másodrendű $M_{z,Ed,\mathrm{II}}$ nyomatékot figyelembe vesszük és az $e_{0,y}$ egyenértékű elemimperfekciókat figyelmen kívül hagyjuk:

$k_{1M} = 1{,}01$

$M_{z,Ed,\mathrm{I}} = 350$ kNm

$$M_{z,Ed,II} = k_1 \cdot M_{z,Ed} = 1{,}01 \cdot 50 = 50{,}5 \text{ kNm}$$

Az interakciós formulákba behelyettesítve;

$$\frac{M_{y,Ed,II}}{\alpha_{M,y} \cdot \mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} = \frac{390{,}04}{0{,}9 \cdot 1{,}07 \cdot 564{,}0} = 0{,}72 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

$$\frac{M_{z,Ed,II}}{\alpha_{M,z} \cdot \mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} = \frac{50{,}5}{0{,}9 \cdot 1{,}01 \cdot 384{,}02} = 0{,}14 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

$$\frac{M_{y,Ed,II}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed,II}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} =$$
$$= \frac{390{,}04}{1{,}07 \cdot 564{,}0} + \frac{50{,}5}{1{,}01 \cdot 384{,}02} = 0{,}78 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

3.4.2. A feltételezett tönkremenetel a *z–z* tengely körüli hajlítási síkban történik

a) Az $e_{0,z}$ egyenértékű elemimperfekciókat elhanyagoljuk, a másodrendű $M_{y,Ed,\mathrm{II}}$ nyomatékot figyelembe vesszük:

$k_{1M} = 0{,}82$

$M_{y,Ed,\mathrm{I}} = 380$ kNm

$$M_{y,Ed,II} = k_1 \cdot M_{y,Ed} = 0{,}82 \cdot 380 = 313{,}48 \text{ kNm}$$

b) A másodrendű nyomatékot és az $e_{0,y}$ egyenértékű elemimperfekciókat figyelembe vesszük:

$k_{1M} = 0{,}82$

$k_{2,imp} = 1{,}25$

$M_{z,Ed,\mathrm{I}} = 50$ kNm

$M_{z,Ed,\mathrm{imp}} = 81{,}67$ kNm

$$M_{z,Ed,II} = k_{1,M} \cdot M_{,Ed.I} + k_{2,imp} \cdot M_{z,Ed.imp} =$$
$$= 0{,}82 \cdot 50 + 1{,}25 \cdot 81{,}67 = 173{,}88 \text{ kNm}$$

Az interakciós formulákba behelyettesítve;

$$\frac{M_{y,Ed}}{\alpha_{M,y} \cdot \mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} = \frac{313{,}48}{0{,}9 \cdot 1{,}07 \cdot 564{,}0} = 0{,}58 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

$$\frac{M_{z,Ed}}{\alpha_{M,z} \cdot \mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} = \frac{173{,}88}{0{,}9 \cdot 1{,}01 \cdot 384{,}02} = 0{,}5 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} =$$
$$= \frac{313{,}48}{0{,}9 \cdot 564{,}0} + \frac{173{,}88}{0{,}9 \cdot 384{,}02} = 0{,}97 < 1{,}0$$

feltétel teljesül!

Végül megjegyezzük, hogy az öszvéroszlop nyírás vizsgálatát – terjedelmi okok miatt – nem mutatjuk be; de ez számításaink szerint nem is mértékadó.

3.5. A számpéldából levonható következtetések

Jelen számpélda bemutatta egy körbebetonozott szelvényű tartójú öszvéroszlop méretezését. Az alábbiakban ismertetjük a legnagyobb kihasználtságokat:
– kihajlás: 57%,
– nyomás és egyirányú hajlítás (y–y): 72%,
– nyomás és egyirányú hajlítás (z–z): 50%,
– egyidejű nyomás és kéttengelyű hajlítás: 97%.

Az öszvéroszlop nyírási vizsgálata nem mértékadó (terjedelmi okok miatt nem mutattuk be a számítást).

4. KÖVETKEZTETÉSEK, ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmány összefoglalta öszvéroszlopok lehetséges keresztmetszeteit és alkalmazási területeit. Az elméleti összefoglaló kitért e szerkezet Eurocode szerinti méretezésére, majd egy számpélda részletesen bemutatta egy öszvéroszlop tervezését. A kidolgozott példát munkájuk során mérnökhallgatók és gyakorló mérnökök vélhetően használni fogják.

HIVATKOZÁSOK

[1] Beton-Kalender 1993. Taschenbuch für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau sowie die verwandten Fächer. Tl.2. 82.Jg. EIBL, Josef (Herausgeber). Berlin (Deutschland, Bundesrepublik). Ernst und Sohn. 1992. XV. 815 S. Serie: Beton-Kalender; 82. Teil II.

[2] Dujmović, D., Androić, B., Lukačević, I.: Composite Structures according to Eurocode 4. Wilhelm Ernst &

Sohn. 2015. Berlin. Germany. ISBN: 978-3-433-03107-0. 890 p.
[3] Johnson, R.P. & Anderson, D.: (2004) Designers' Guide to EN 1994-1-1: Eurocode 4, Design of Composite Steel and Concrete Structures. Part 1-1, General rules and rules for buildings. Appendix C. Thomas Telford. 2004. London. ISBN: 0 7277 3151 3. pp. 217-223.
[4] MSZ EN 1992-1-1:2010. Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
[5] MSZ EN 1993-1-1:2009. Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
[6] MSZ EN 1994-1-1:2010. Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
[7] MSZ ENV 1994-1-1:1999. Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
[8] MSZ EN 1994-2:2009. Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 2. rész: Általános és a hidakra vonatkozó szabályok.
[9] Szabó B.: Hajlított, nyírt öszvértartók tervezése az Eurocode-dal összhangban. TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Budapest. 2017. ISBN: 978 615 5445 491, 215 p.

Linde

GENIE®

A jövő gázpalackja

Innovatív, intelligens, hordozható

Könnyebb, de 30%-kal több gázt tartalmaz, mint a hagyományos palack.

Linde Gáz Magyarország Zrt.
9653 Répcelak, Carl von Linde út 1.
www.lindegas.hu/shop

MEGRENDELŐLAP

Előfizetésben megrendelem a MAGÉSZ Acélszerkezetek

című folyóiratot . . . . . példányban.

Előfizetési díj: 1 évre 10 000 Ft+áfa és postaköltség.

Megrendelő: . . . . . .

. . . . . .

Számlázási cím: . . . . . .

. . . . . .

Postacím: . . . . . .

Telefon/fax/e-mail: . . . . . .

Kelt: . . . . . .

P.H.

. . . . . .
aláírás

A megrendelőlapot
MAGÉSZ 1161 Budapest, Béla utca 84.
Tel./fax: 1/405-2187 E-mail: magesz@t-online.hu
címre kérjük.

HIRDETÉS

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

www.magesz.hu

Kiadja a Magyar Acélszerkezeti Szövetség, 1161 Budapest, Béla u. 84.
Mobil: +36 30 946-0018, E-mail: magesz@t-online.hu, Fax: (1) 405-2187

Felelős kiadó: a MAGÉSZ elnöke
Felelős szerkesztő: Dr. Csapó Ferenc
A szerkesztő munkatársa: Nagy József

Kérjük szerzőinket, hirdetőinket, hogy a fényképeket, ábrákat ne Word-be ágyazva küldjék. Ajánlott formátum fotóknál: eredeti jpg, tif; ábráknál: eps, pdf. A képek jó minőségét csak így lehet biztosítani.

ISSN: 1785-4822

A tördelést és a nyomdai munkákat a TEXT Nyomdaipari Kft. készítette.
2400 Dunaújváros, Papírgyári út 49., 2401 Pf. 262
Telefon: 25/283-019, E-mail: studio@textnyomda.hu; andrea@textnyomda.com

ÉMI-TÜV

Értéket teremtünk.
Bizalmat építünk.

Szolgáltatások hegesztőüzemek számára

Akkreditált, notifikált státuszban, illetve nemzeti kijelölés alapján kiadott tanúsítványok

Milyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

- **Személytanúsítás**
  Hegesztők, forrasztók, gépkezelők, műanyaghegesztők minősítése, vizsgáztatása, tanúsítása, jóváhagyása, tanúsítványok meghosszabbítása
  Választható érvényességi idő
  – EN ISO 9606-1/2/3/4/5
  – EN ISO 14732
  – EN ISO 13585
  – EN 13067
  – EN ISO 17660-1
  – AD 2000 HP3
  – 2014/68/EU - PED-2014 / 44/2016 (XI.28) NGM rendelet
- **Hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése, jóváhagyása**
  – MSZ EN ISO 15614-1:2017
- **Hegesztőbázisok, képzőhelyek tanúsítása**
- **Hegesztőüzemi tanúsítások**
  – EN ISO 3834-2/3/4
  – 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet
  – 1/2016 (I.5.) NGM rendelet
  – CPR/EN 1090-1 – CE jel
  – EN 1090-2, EN 1090-3
  – EN 1090-4, EN 1090-5 ***ÚJ!***
  – 2014/68/EU (PED-2014)
  – EN 15085-2
  – MSZ ISO/TS 22163 (IRIS) ***ÚJ!***

További szolgáltatások hegesztőüzemek számára:

- 2014/68/EU/ 44/2016 (XI.28) NGM rendelet szerinti megfelelőség tanúsítás - CE jel
- TPED/ADR/RID
- MIR (ISO 9001:2015), KIR (ISO 14001:2015)
- EMAS-2017
- Energiagazdálkodási Irányítási Rendszer, EIR (ISO 50001:2011)
- MEBIR/OHSAS és SCC
- Információbiztonsági Irányítási Rendszer, IBIR (ISO 27001)
- Szakvélemény készítés, szakértői közreműködés, állásfoglalások készítése
- Komplex műszaki felügyeleti tevékenység
- Állapotfelmérés, káresemények kivizsgálása

ÉMI-TÜV SÜD Kft. 2000 Szentendre, Dózsa György út 26.
(+36) 26 501 120 info@emi-tuv.hu www.emi-tuv.hu

TÜV®

PURE DIGITAL

FOCUS.ARC P
Tökéletesen digitalizált csúcstechnológia

REHM Hegesztéstechnika

FOCUS ban a művészet