

ACÉLSZERKEZETEK

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



ROBINSON HÍD – AZ ÉV TARTÓSZERKEZETE

Cikkünk a 48–49. oldalakon

Forrás: Magyar Építők

A TARTALOMBÓL:

- **Bevezetés a nyitható hidak világába. Így épült a Friesenbrücke**
- **A Mohácsi Duna-híd mederhídjának gyártása**
- **Footbridge 2025 (Chur) – Konferenciabeszámoló**
- **Beszámoló a Hidász Napok 2025-ről**
- **Színusz hullám-gerincű rozsdamentes gerendák nyírási ellenállása**
- **Stabil minőség és kézzelfogható megtakarítás a porszórásban**
- **Kaukázus – Hidak, magasházak, különleges szerkezetek – II. rész: Georgia**

GO WELD IT!
WITH CORE.

A hegesztőgépek új
korszaka.



További információért
keressen minket



ESEMÉNYEK, TERVEK

A szövetség elnöksége 2025. december 3-án tartotta szokásos évzáró rendezvényét a Budapesti Műszaki Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszékén. A rendezvényen **Aszmann Ferenc** elnök beszámolt az idei év eseményeiről.

2025-ben az Év Acélszerkezete Nívódíjat az elnökség két pályázatnak ítélte oda:

- A **Duna Aszfalt Zrt.** és a **CÉH Zrt.** nyújtotta be a *Paks–Kalocsa új Duna-Híd és a kapcsolódó útbálozat kivitelezése* pályázatot.
- A **Graboplan Kft.** és az **MSC Kft.** nyújtotta be a *Nemzeti Összefogás Hídja – A világ leghosszabb gyalogos kötélbídja* pályázatot.

A 2025-ös évben kiemelkedő színvonalú diplomadíj-pályázatok érkeztek be szövetségünkhöz. A elnökség BSc és MSc kategóriában egy-egy I. díjat és két-két különdíjat osztott ki.

- BSc kategóriában **Gyimesi Kristóf**: *Acél FRP-távvezeték tartó oszlop tervezése* témájú pályamunkája,
- MSc kategóriában **Barbély László**: *Vasúti hidak tengelyterhelésének becslési módszereivel* foglalkozó pályamunkája nyert.

Az elnök beszámolt a szövetség anyagi helyzetéről, és a gazdálkodást stabilnak és kiegyensúlyozottnak értékelte.

Ezután felkérte a jelenlévő tagságot, hogy a 2026-ban tervezett acélszerkezeti konferenciára már most szülessenek meg a konferencia előadásainak ötletei, és a tagok jelezzék vissza az elnökség felé.

A szövetség 2026. évre is meghirdeti a diplomadíj-pályázatát BSc és MSc kategóriában. A felhívást az Acélszerkezetek 2025. évi 4. számában tesszük közzé.

Meghirdetjük továbbá a 2025-ben megvalósult projektek részére az „Év Acélszerkezete” nívódíjat is. Ezt a felhívást is az Acélszerkezetek 2025. évi 4. számban tesszük közzé.

Az elnöki beszámoló után meghívott vendégünk, **Csepreghy Nándor**, az Építési és Közlekedési Minisztérium államtitkára, miniszterhelyettes tartotta meg tájékoztatóját. Beszélt az építési szabályozás változásairól, az állami szerepvállalás új irányairól, és jelezte a közeljövőben indításra váró projektek helyzetét. A miniszterhelyettes úr beszámolója után a jelenlévők kérdéseire adott választ.



Csepreghy Nándor tájékoztatóját tartja a MAGÉSZ évzáró rendezvényén

A közelgő ünnepek és új év alkalmából ezúton kívánok a szövetség tagjainak és újságunk olvasóinak áldott, békés karácsonyi ünnepeket és az új esztendőben sok sikert az egyéni és szakmai életben.

TARTALOM CONTENTS

Szövetségi hírek	1
A MAGÉSZ pályázati felhívásai: – Acélszerkezeti Diplomadíj	2
– Acélszerkezeti Nívódíj	3
Bevezetés a nyitható hidak világába. Így épült Európa legnagyobb feszítávú elforgatható hídja, a Friesenbrücke	4
A Mohácsi Duna-híd mederhídjának gyártása	12
Footbridge 2025 (Chur) – Konferenciabeszámoló	20
Beszámoló a legnagyobb hazai hídmérnöki konferenciáról, a Hídász Napok 2025-ről	33
Színusz hullám-gerincű rozsdamentes gerendák nyírási ellenállása	40
Robinson híd – Az Év Tartószerkezete	48
Stabil minőség és kézzelfogható megtakarítás a porszórásban	52
Acéllépcsők a gyártás szolgálatában	54
Felhívás előadásra és részvételre. 5. Magyar-koreai-japán közös szeminárium hegesztett acél- szerkezetek tervezéséről, gyártásáról és karbantartásáról, 2026 (IIW C-XV)	58
Kaukázus – Hidak, magasházak, különleges szerkezetek II. rész: Georgia	62
A CLOOS 2025-ös globális sikerei – digitális innováció, automatizálás és iparági mérföldkövek	68

A Magyar Acélszerkezeti Szövetség meghirdeti az



„ACÉLSZERKEZETI DIPLOMADÍJ”

pályázatot

A diplomadíj célja

A MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség figyelemmel kíséri a hazai szakmai utánpótlás alakulását. Az acélipar hazai fejlődése egyre több felsőfokú képesítéssel rendelkező ipari szakembert igényel. A szakember-utánpótlás hosszú távú megoldásának egyik alapvető feltétele az acélszerkezeti szakma rangjának visszaállítása, emelése. A MAGÉSZ Diplomadíj az előbbi törekvés egyik megjelenési formája. A díj azoknak a mérnökhallgatóknak adományozható, akik szakdolgozatukat, illetve diplomaterveket – a MAGÉSZ tagvállalatainak profiljába eső témában – kiemelkedő színvonalon készítették el. A *Diplomadíj*, a kezdő szakemberek anyagi támogatása mellett, elsősorban *magas szakmai elismerés*, illetve lehetőség a szakmai elismerés korai megszerzésére (a díjnyertesek pályázati munkáját szakmai lapunkban, a MAGÉSZ „Acélszerkezetek”-ben közzétesszük).

Pályázati feltételek

- Felsőfokú intézményben 2025-ben, vagy 2026. február 20-ig megvédett, jeles (5) minősítésű diplomamunka/szakdolgozat és az intézmény javaslata.
- A diplomamunka/szakdolgozat tárgya legyen kapcsolatos az acélszerkezetekkel, feleljen meg a tagvállalatok profiljának.
- A diplomamunka/szakdolgozat és a konzulens támogatásával ellátott pályázati űrlap határidőre való benyújtása a felsőoktatási intézmény szervezeti egységénél.

A pályázat benyújtása

A diplomamunkát/szakdolgozatot és a kitöltött pályázati űrlapot az intézmény MAGÉSZ által felkért szervezeti egységénél kell benyújtani és a MAGÉSZ címére kell eljuttatni (ferenc.aszman@gmail.com) legkésőbb 2026. február 20-ig.

A benyújtás helyei

- BME, Hidak és Szerkezetek Tanszék
- Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
- Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Építőmérnök Tanszék
- Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék

Az elbírálás kiemelt szempontjai

- a probléma megoldásának újszerűsége,
- valamely rutinfeladat magas szintű, egyéni megoldása,
- a probléma innovatív megközelítése.

A pályázat elbírálása

Az intézmények által rangsorolt pályázatok végső sorrendjét a MAGÉSZ elnöksége határozza meg. A döntésről minden pályázó írásos értesítést kap legkésőbb 2026. március 31-ig.

A MAGÉSZ Diplomadíj díjai

- MSc Diplomamunka Díj:
150 000 Ft pénzjutalom + MAGÉSZ egyéni tagság, mely az első két évben tagdíjmentes.
- BSc Diplomamunka Díj:
120 000 Ft pénzjutalom + MAGÉSZ egyéni tagság, mely az első két évben tagdíjmentes.

Jelentkezési lap: www.magesz.hu

A díjakat a nyerteseknek a MAGÉSZ éves közgyűlésén ünnepélyes keretek között adjuk át.

MAGÉSZ elnöksége



A Magyar Acélszerkezeti Szövetség meghirdeti az



„ACÉLSZERKEZETI NÍVÓDÍJ” pályázatot

A pályázat célja

A kiemelkedő szakmai színvonalon megvalósult acélszerkezeti termékek, építmények alkotóinak (tervezők, gyártók, kivitelezők) erkölcsi elismerése.

Pályázhat

Magyarországon bejegyzett társaság vagy vállalkozó, elkészült és 2025. évben átadott, Magyarországon saját erőforrással gyártott acélszerkezettel. A szerkezet nem lehet alkatrész jellegű. Egy cég több, a felhívást kielégítő pályázat benyújtására jogosult. Tervezők, gyártók és kivitelezők önállóan vagy együttesen is pályázhatnak. Önálló pályázat esetén a másik két résztvevőt meg kell jelölni.

A pályázat jellege

Országos, nyilvános, egyfordulós.

A pályázat tartalmi és formai követelményei

- összefoglaló a pályázó adataival, tömör témaleírás, a díjra terjesztés rövid indoklása;
- a szerkezet rövid bemutatása, alkalmazott anyagok, gyártás- és szerkezettechnológia;
- tervező megnevezése, tervezés bemutatása, alkalmazott módszer, szoftver stb.;
- műszaki-gazdasági paraméterek, megvalósítási idő;
- mellékletként: vázlatok, fényképek, minőséget tanúsító iratok, referenciák, szakvélemény, vevő véleménye, szaklapcikk stb. becsatolása.

A benyújtott pályázat az öt oldal terjedelmet nem haladhatja meg (a mellékletek terjedelme nincs korlátozva). A pályázatot a MAGÉSZ elnökségi ülésén max. 10 perces, vetített előadásban is be kell mutatni.

Az értékelés szempontjai a hazai és külföldi referenciák alapján

- újszerűség,
- esztétikai követelmények kielégítése,
- minőség,
- műszaki színvonal,
- gazdaságosság.

Évente egy első díj ítélhető oda, a II. és III. helyezett oklevélben részesül.

Beadási határidő: 2026. február 20.

A pályázatokat 1 példányban az alábbi címre kérjük eljuttatni:

ferenc.aszman@gmail.com

További információ:

Aszmann Ferenc,

Mobil: 20/479-6309

Honlap: www.magesz.hu

A díjakat a nyerteseknek a MAGÉSZ éves közgyűlésén ünnepélyes keretek között adjuk át.

MAGÉSZ elnöksége

BEVEZETÉS A NYITHATÓ HIDAK VILÁGÁBA. ÍGY ÉPÜLT EURÓPA LEGNAGYOBB FESZTÁVÚ ELFORGATHATÓ HÍDJA, A FRIESENBRÜCKE

A PROJEKT HELYE ÉS JELENTŐSÉGE

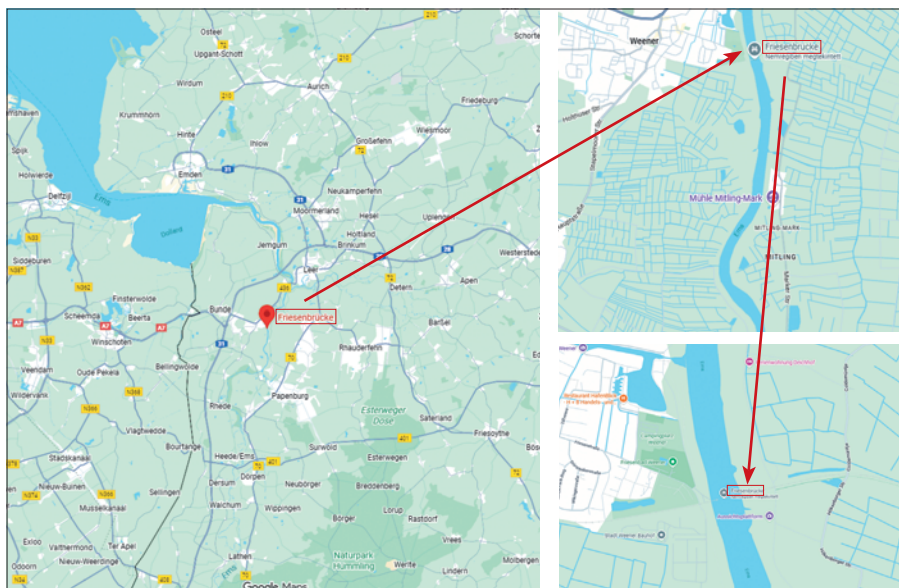
Németország északnyugati részén, Alsó-Szászország tartományban, a kelet-frízöldi régióban található a Friesenbrücke. A híd az Ems folyó felett ível át, összekötve Weener és Leer városokat. Bár a híd hivatalosan Weener közelében található, gyakran említik a közeli Papenburg miatt is, mivel a Meyer Werft hajógyár Papenburgban van, és a híd az ott épült hajók szállítási útvonalán fekszik (1. ábra).

Friesenbrücke a régió gazdasági és infrastrukturális életének egyik fontos átjárója, hiszen Németország és Hollandia közötti vasúti kapcsolat kiépítése elősegíti a határokon átnyúló kereskedelmet és turizmust (2. ábra). A híd hiánya vagy sérülése jelentős hatással van mind a vasúti közlekedésre, mind a hajózásra. Emellett gyalogos- és kerékpárutat is magában foglal, így a helyi közlekedésben is fontos szerepet játszik.

A híd különlegessége, hogy mozgatható szerkezetű: az eredeti konstrukció egy felnyitható híd volt, amely lehetővé tette a hajók áthaladását az Ems folyón, különösen a Papenburgban működő Meyer Werft hajógyár által épített óceánjárók számára (3. ábra). Ezért a híd nemcsak a vasúti és helyi forgalom, hanem a hajózás szempontjából is stratégiai jelentőségű. Érthető okokból mind a német, mind a holland kormányknak fontos célja, hogy az itt fennálló vasúti híd mindig járható legyen.

A PROJEKT TÖRTÉNETE

Az első Friesenbrückét 1874 és 1876 között építették a Német Birodalom és Hollandia közötti 1874-es egyezmény részeként, amely az Ihrhove és Nieuwe Schans közötti vasútvonal megépítését célozta (4. ábra). Ez egy 345 méter hosszú forgóhíd volt. Azonban 1922-ben oly mértékű deformációt szenvedett, mikor egy hajó nekiütközött, hogy javítása nem volt megvalósítható.



1. ábra: A Friesenbrücke földrajzi elhelyezkedése



2. ábra: A Bréma Groningen várost összeköző Wunderline



3. ábra: A Meyer Werth GmbH által gyártott óceánjárók

1924 és 1926 között épült meg a második híd (5. ábra), néhány méterrel délebbre az első hídhöz képest. Ez a híd rácsos szerkezetű volt, hat darab 50 méteres támaszközzel és egy 29 méteres felnyitható résszel. A második világháborúban, 1945-ben a német Wehrmacht felrobbantotta a hidat a kanadai csapatok előrenyomulásának megállítására.

A harmadik hidat a világháború után, 1951 és 1952 között építették a második híd tervei alapján, amely továbbra is kiszolgálta a vasutat és a hajózást (6. ábra). Bár a híd a maga korában korszerűnek számított, a 25 méteres hajózási szélesség az 1980-as évekre már nem volt elegendő a Meyer Werft Papenburgban gyártott nagyméretű hajóinak áthaladásához. Emiatt a híd mellett egy kiegészítő nyílást alakítottak ki, amelyet úszódaruvál nyitottak meg évente többször a hajók áthaladásakor. 2015. december 3. – az Emsmoon nevű teherszállító hajó nekiütközött a zárt hídnak. A baleset következtében a híd középső, mozgatható része megsemmisült, és a szerkezet használhatatlanná vált.

A jelenleg épülő híd egy új, korszerűbb kialakítású kivitel. Építése 2021-ben kezdődött. Európa legnagyobb fesztávú forgó-emelő hídja lesz (7. ábra). A tervek szerint 2026-ban adják át a vasúti forgalomnak a forgó-emelő hidat, melynek acélszerkezetét az MCE Nyíregyháza Kft. gyártotta, előszerelte és végső helyén szerelte.

AZ MCE NYÍREGYHÁZA KFT. SZEREPE A PROJEKTBEN

Vállalatunk a híd kivitelezésének szinte minden pontjában részt vett, a gyártási tervezéstől a készre szerelésig, beleértve a gyártással kapcsolatos technológizálást, kiemelve a hegesztési technológia részt. Közreműködünk a mérési tervek és a roncsolásmentes vizsgálatok tervezésénél, az acélszerkezetek legyártásában, valamint a helyszínen végzett szerelési munkálatok is vállalatunk feladata volt.

A Friesenbrücke megközelítőleg 3500 tonna össztömegű híd, melyet 3 fő részre tagolunk. A 8. ábrán látható balról jobbra az egynyílású, – a forgó – és a kétnyílású egység. A korrózióvédelem előírásait az aktuális német szabványok (Blatt 87) szerint a Deutsche Bahn adta meg. A rétegrendje 80 mikron alapozó-, két rétegben 80–80 mikron közbenső, valamint egy helyszíni 80 mikron fedőréteg.



4. ábra: Az első Friesenbrücke 1876-ban



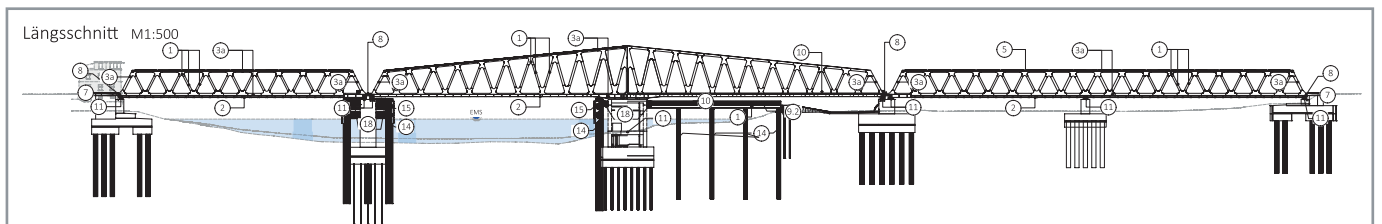
5. ábra: A második Friesenbrücke építése 1926-ban



6. ábra: A harmadik Friesenbrücke használat közben



7. ábra: A negyedik Friesenbrücke nyitáspróbája 2025-ben



8. ábra: A Friesenbrücke műhelyrajzi hosszszete

RÉSZLETEK A GYÁRTÁSRÓL

Az egy- és kétnyílású hidak gyártása nem jelentett nagy kihívást, mert az ilyen jellegű hidak gyártása rutinfeladatnak számít még akkor is, ha az egy vastag lemezből tervezett konstrukció és a Deutsche Bahn-nak készül [9. a)–e) ábrák].

Mivel a forgó hídrész volt a legbonyolultabb egység, ezért ehhez a részhez 3D modell is készült, hogy mind a gyártás, mind a hegesztőfelügyelet egyértelműen láthassa a beépülő alkatrészek hozzáférhetőségét és szükséges varratok ekézíthetőségét (10. ábra).

A termék az emelés, forgatás miatt jóval nagyobb igénybevételnek van kitéve, mint az általános vasúti hidak, látványosan a varratméretek is jóval nagyobbak voltak a megszokotthoz képest [11. a)–b) és 11. c) ábrák].

Külön kiemelő, hogy ezen varratok szinte kivétel nélkül teljes keresztmetszetben áthegesztettek, így ezek

jóságát roncsolásmentes vizsgálatokkal is igazolni kellett.

A hídelemeket a szokásos méret és varratminőség mellett légtömörségre is vizsgáltuk. Mind a gyártási folyamatot, mind a korrózióvédelmet a Deutsche Bahn szigorú felügyelete alatt végeztük.

Helyszínre szállításkor a nagy távolság, a helyszíni munkavégzés és a gazdaságosság szempontjait figyelembe véve alakítottuk ki a szállítási egységek méreteit (12. ábra).

ELŐSZERELÉS

A helyszíni adottságok miatt az egységeket nem lehetett közvetlenül a beépítési hely mellett szerelni. A szükséges terület nem állt rendelkezésre az ártéri oldalon. Előszerelesre alkalmas felületet a beépítési helytől 7 kilométerre, a Meyer hajógyár közelében találtunk.

A nyílt tengertől kb. 40 km-re voltunk, az időjárás tengerpartira emlé-

keztetett. A szinte állandó szél, illetve eső miatt szükséges volt a hidakat teljesen beházalni, szem előtt tartva a munkaszintek kialakítását (13. ábra).

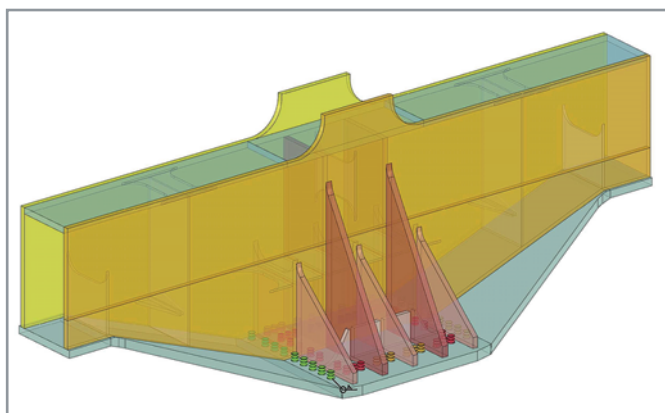
Az előszerelés során először az egy-nyílású, majd a kétnyílású egység készült el a folyóra merőlegesen, majd a forgóegységet szereltük meg a folyóval párhuzamosan építve (14. ábra). Az egy-nyílású egység nettó kb. 677 tonna, a kétnyílású egység kb. 1140 tonna és a híd központi forgatható egysége mintegy 1477 tonna tömegű.

BEÜSZTATÁS

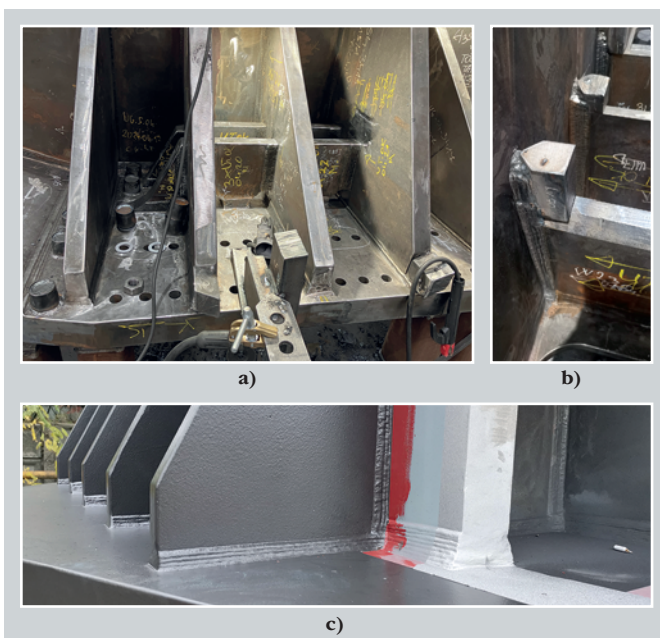
Mind a három előszereles egységet külön technológiákkal kellett a beépítési helyre szállítani. Az első szállítandó tétel a kétnyílású egység volt, 4 darabban szállították a helyére. A 4 darab szállításhoz úszódarus szállítási technológiát határoztak meg, így első körben az előszereles helyről el kellett juttatni az egységeket a



9. ábra: a)–b) vastag lemezes alkatrészek; c)–d) a főtartó alsó ív hegesztése; e) a kész alsó ív szerkezete a korrózióvédelem előtt



10. ábra: A modell egy részlete a varratokkal



11. ábra:
a)–b) hegesztési varratok munka közben; →
c) hatalmas mennyiségű hegesztési varrat



12. ábra:
A forgógység indulásra készen
Nyíregyházáról



a)

b)

14. ábra: a) kiépült fedett munkaterület; b) 3 szintes munkatér



14. ábra: A készülő forgógység a már kész egy- és kétnylású egységgel



15. ábra: Úszódarun történő szállítás

folyópartra. Ott felvette az úszódaru, és a beépítési helyig vitte (15. ábra).

A szárazföldön való mozgatásra SPMT szállító járműveket alkalmaztunk. Az SPMT hidraulikával megemelte az elemet, majd a folyópartra gurult vele. A szállításnál kiemelkedő jelentősége volt annak, hogy az SPMT szállító járművek kerekei több mint 90 fokban tudnak fordulni, így könnyen manőverezhetőek voltak az elkészült elemek.

A következő szállítandó elem az egynyílású egység volt, melyet szintén SPMT-vel mozgattunk a partra, ahonnan uszályra gurult az elemmel az SPMT. A hidat a szállítóeszközzel együtt úszlatták be a beépítési helyre. Uszályal történő mozgatás során több mint 700 tonnát kellett egyszerre mozgatni, a teljes hossza elérte a 70 métert.



16. ábra: Útközben az egynyílású parti híd



17. ábra: Két uszályra moztatják a forgó hídegységet

Az uszály 7 km hosszon folyásirányban vitte a beépítési helyig a hídelemet (16. ábra).

A forgórész szállítására ismét más technológiát kellett alkalmazni. Ebben az esetben is SPMT-vel történt a hídelem moztatása, azonban a forgórész geometriájából adódóan két helyen kellett egyszerre felvenni a hidat. Az SPMT-szinkronban haladva, kettő darab különálló uszályra szállították az elemet (17. ábra).

A vízi szállítás a két uszály összehangolt moztatásával valósult meg. A beépítési helyszínre érve az SPMT eszközök fordították a hídelemen az uszályon fordulva, hogy a beépítési irányban tudják elhelyezni a forgó hídegységet (18. ábra).



18. ábra: Szállítás közben a forgóegység

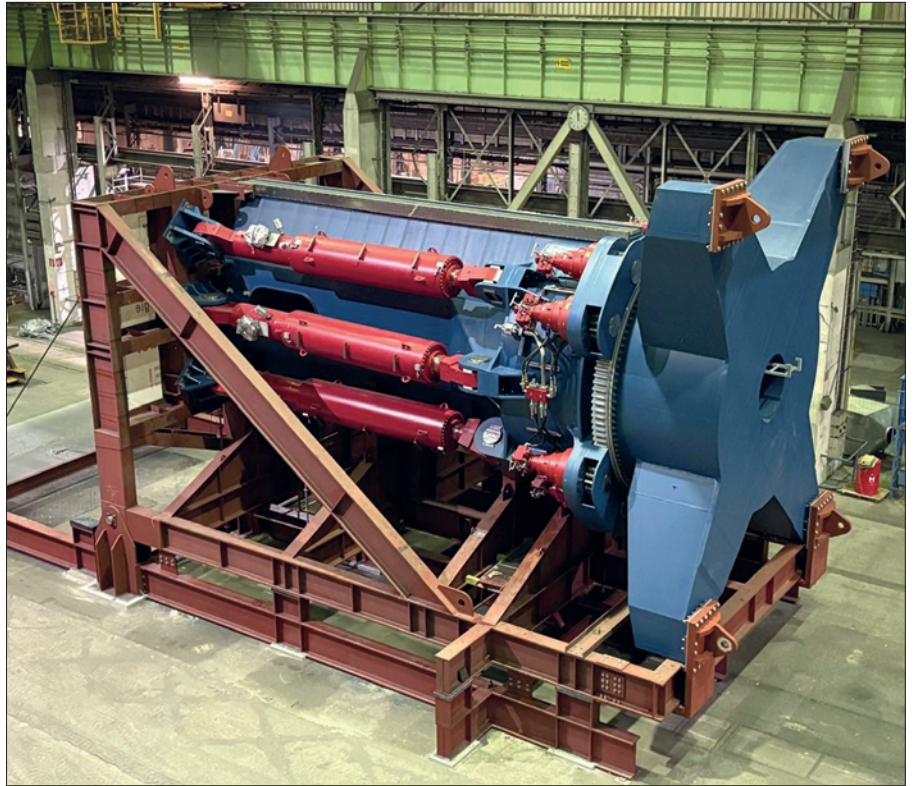
GÉPÉSZET

A forgóegység mozgatásához szükséges emelő- és forgatóberendezést a Hermann GmbH Maschinenbautechnologie gyártotta, a hozzá tartozó fogaskerekeket pedig a Liebherr Components szállította.

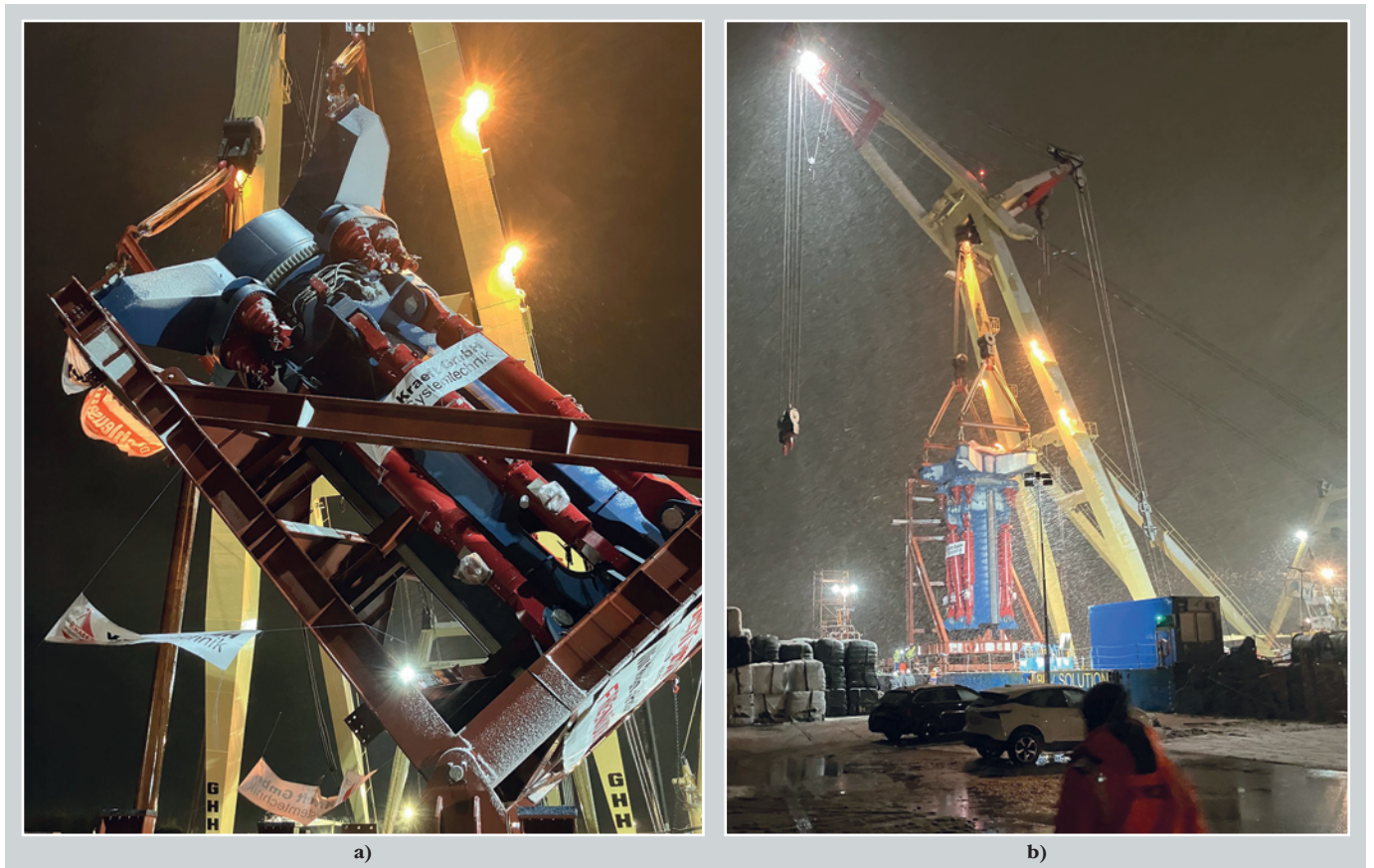
Az emelő- és forgatóberendezés össztömege elérte a 400 tonnát. A szerkezetet méretéből adódóan fektetve lehetett a helyszínre szállítani (19. ábra).

A Liebherr által gyártott fordítócsapágy különleges funkcióval rendelkezik, egy ún. fejlett csapágytávolságellenőrző rendszerrel. Ez nyomon követi az axiális futópálya kopását, és lehetővé teszi a karbantartás hatékony tervezését. Az érzékelők közvetlenül a csapágyba vannak beépítve, az adatokat pedig közvetlenül az ügyfél rendszerébe táplálják a felügyelethez.

A kiszállítás télen történt, így az elkészült berendezés beemelése rendkívül zord időjárási körülmények között zajlott úgy, hogy a híd szerelése szempontjából ez a szerelés egyik legprecízebb momentuma. Az intenzív havazás alatt milliméter pontosan behelyeztük a forgatómechanizmust [20. a) és 20. b) ábrák].



19. ábra: Hidraulikus sajtó fogaskoszorúval szállítókeretben



20. a)–b) ábrák: A hidraulikus sajtó beemelése

A MOHÁCSI DUNA-HÍD MEDERHÍDJÁNAK GYÁRTÁSA

Magyarország jelenlegi legnagyobb hídépítési projektje a Mohácsi Duna-híd építése. Cikksorozatunk első részében áttekintettük a híd és a kapcsolódó úthálózat főbb jellemzőit. Most az acél ívhídból álló szerkezetsorozat legnagyobb ívhídjának gyártási kihívásait mutatjuk be. A mederhíd főtartó szerkezete 5000 tonna, amely mellé még közel 4000 tonna segédszerkezetet – alátámasztó bakok, ívszerelő állványok, N merevítés, tolójármok – is szükséges legyártani a szereléshez és mozgatáshoz. A híd gyártása során komoly kihívást jelentett a vastag falú cső keresztmetszetek élélőkészítése, beállítása, hegesztése. Ezen felül óriási feladat a híd mérete, a szűk határidő, valamint az, hogy a legbonyolultabb elemek – a végkeresztmetszetek, az ívek, a pályatáblák, a merevítőtartók, az N merevítők és a segédszerkezetek – gyártását egy időben kellett megkezdeni. További nehézséget jelentett a befelé hajló ívek milliméteres pontosságú elkészítése, mivel a vastag lemezek hegesztése során keletkező hőváltozás miatt különösen nehéz volt biztosítani a pontos geometriai méreteket.

A GYÁRTÁS SZEREPLŐI

Az Építési és Közlekedési Minisztérium megrendelése alapján a Duna Aszfalt Zrt. végzi a projekt kivitelezését. A projekt generáltervezője a SPECIÁLTERV Kft., a B3 jelű mederhíd szakági tervezője a FŐMTERV Zrt. A Duna Aszfalt Zrt. megvizsgálta a lehetséges szerelési módszereket, és a kiválasztott szereléstechológia alapján a FŐMTERV Zrt. elkészítette a gyártmányterveket. A mederhíd gyártási munkáit az MCE Nyíregyháza Kft. végzi, a Duna Aszfalt Zrt. műszaki felügyelete mellett.

A MEDERHÍD ACÉLSZERKEZETÉNEK ALAPADATAI

A 756 méter teljes hosszúságú Duna-híd három kéttámaszú, alsópályás acél ívhíd sorozatából áll, amelyek ívei kosárfül alakban rendeződnek el, és kábelekkel függesztett pályaszerkezetet tartanak. A legnagyobb mederhíd 270 méter, a két ártéri híd 250 és 230 méter hosszúságú. A merevítőtartó szerepét maga a pályaszerkezet tölti be. A hajózási úrszelvényt 200 méter szélesnek és 9,5 méter magasnak vették figyelembe, a híd alatti szabad magasság 10,94 méter. A hidak teherbírása az e-UT 07.01.12 szerinti „A” terhelési osztály. A híd keresztmetszete világosan tükrözi a funkcionális elrendezést, a felszerkezet legnagyobb szélessége 31,07 méter. A bal oldali merevítőtartó mellett, konzolosan helyezkedik el a kerékpárút, amelynek pályalemeze 4,90 méter széles, a kerékpárút hasznos szélessége 3,30 méter. A kocsipálya és a kerékpárút elrendezése úgy történik, hogy a bal oldalon a merevítőtartó után az üzemi járda és a vezetőkörlát következik, ezt követi a két-két forgalmi sávot magában foglaló 19 méter széles

kocsipálya közepén kiemelt szegéllyel, majd ismét üzemi járda és vezetőkörlát, végül a jobb oldali merevítőtartó. Ez a kialakítás biztosítja a járművek, a gyalogosok és a kerékpárosok optimális elhelyezését, miközben a híd statikai szerkezetének egyenletes terhelését is támogatja. Az egymás felé döntött ívek 13°-os dőlésszöggel készültek. Az ívet alkotó zárt szelvény keresztmetszete közepén 1,6 méter magas és 1,6 méter széles; magassága a pályalemez felé fokozatosan növekszik, a legalsó ponton elérve a 3 métert. A két ívet rendkívül esztétikus, X rácozósú keresztmetszetrendszer kapcsolja össze, amely vizuálisan a függesztőkábelek hálós mintázatát idézi. Ez a megoldás egyedi, esztétikus látványt ad a hídnak. A kis szögű bekötések miatt azonban a kialakítás komoly tervezési, gyártási és szerelési kihívást jelent. A merevítőtartó 1,80 méter magas; alsó öve vízszintes és 1,7 méter széles. Gerinccel az ívek dőlését követik, míg a felső öv a pályalemez kereszteléséhez igazodva 2,5%-os lejtéssel készül. A keresztmetszetek 4 méteres tengelytávolsággal támasztják alá a pályát, amelyek fordított T keresztmetszetűek, magasságuk a pályalemeztől mérve közepén 2,6 méter. A szerkezeti magasság 2,75 méter.

Az ortotrop acél pályalemezt a közúti pálya alatt 300 milliméter magas trapézbordák erősítik, 600 milliméteres bordatávolsággal. A felfüggesztési rendszert „FLC – full locked coil” típusú, villás bekötésű függesztőkábelek alkotják. A kábelrendszer segítségével az ívek karcsúak, a híd oldalnézete pedig légi és arányos. A kábelként működő, valójában sodronyból álló elemek áttetsző megjelenést biztosítanak.

A híd ív- és végkeresztmetszeteinek, továbbá az erősített merevítőtartó-szakaszoknak és a kábelbekötés csomólemezeinek anyagminősége az MSZ EN 10025-4 szabvány szerinti S460 M, a további tartószerkezetek az MSZ EN 10025-2 szabvány szerinti S355, míg a keresztmetszetek anyaga az MSZ EN 10210-1 szabvány szerinti S460 MH.

A GYÁRTÁSI MÉRETEK MEGHATÁROZÁSA

A gyártási méretek meghatározása volt a gyártmánytervezés első lépése. A tervező elkészítette az elem- és keresztmetszet-kiosztásokat, majd ezt követően a gyártmányterveket. Az elemek méretének meghatározásakor kiemelt szempont volt, hogy a lehető legnagyobb elemekben szállítsák a helyszínre, ezzel csökkentve a környezeti terhelést és a helyszíni hegesztési munkák mennyiségét. Üzemi körülmények között egyszerűbb a hegesztéshez szükséges hőmérséklet fenntartása és a hegesztéshez szükséges forgatások, manipulációk elvégzése (1. ábra).

A méretek felső határát egyrészt a szállíthatóság határozta meg, vagyis az elemek befoglaló mérete nem haladhatta meg a 32 méteres hosszúságot, a 4 méteres szélességet és a 3,5 méteres magasságot. A méret meghatározásának második peremfeltétele a tömeg volt. A gyártóüzemben három daru működik, egyenként 32 tonna teherbírással, ami lehetővé tette, hogy a legnagyobb kiszállított elemek tömege elérje a 80 tonnát (2. ábra).





1. ábra: Pályaszakasz forgatása



2. ábra: Ívelem szállítása

A kialakult feltételek alapján a mederhíd keresztmetszete 1 járdakonzorból, 2 merevítőtartóból és 5 pályaszakaszából áll. A híd hossz szerinti felosztása – a kezdő- és záróelem kivételével – egyenként 24 méter hosszú. A mederhíd teljes hossza 273 méter, ezért 12 keresztmetszetre osztották fel.

A szerelést három mozzgatási ütemre bontották, melyekhez rendre 5, 3 és 4 keresztmetszet legyártása tartozik.

MEREVÍTŐTARTÓK GYÁRTÁSA

A merevítőtartók gyártásánál fontos szempont volt a helyszíni hegesztési munkák csökkentése és egyszerűsítése, ezért a gyártási méreteket úgy határozták meg, hogy a merevítőtartó hídtengely felőli oldalához csatolják a pályaszerkezet egy részét és a külső oldalához a szegély egy részét. Ezáltal a merevítőtartó melletti 3 trapézbordát és a hozzá tartozó keresztartókat még az üzemben elhe-

lyezhették. Így a belső gerinc és a keresztartók közötti „K” varratot nem a helyszínen, hanem a csarnokban, üzemi körülmények között el tudták készíteni (3. ábra).

A merevítőtartó gyártásának egyik leglényegesebb eleme a kábelbekötő fülek elkészítése volt. A fülek furatai túrt méretűek, és a feszítés során fellépő erők miatt a belső gerinc nyúlványát mindkét oldalon kiegészítő gyűrűkkel kellett megerősíteni. Ez jelentősen befolyásolta a gyártási technológia menetét és sorrendjét. A kábelbekötő elemre először felhegesztették a gyűrűket, majd az egységet lap formában forgácsolták. Miután elkészültek a forgácsolt furatok, elkészítették a gerincek tompavarratos toldását, párhuzamosan az övek toldásával. Ezt követően a gerincekre és az övekre felhelyezték a diafragmákat és a keresztbordákat, így megkezdődhetett a dobozolás (4. ábra).

A felső ív elhelyezése bizonyult a legprecízebb munkafolyamatnak, mivel ezen az elemeken a kábelbekötő fü-



3. ábra: Merevítőtartó pályacsonkkal felhegesztve



4. ábra: Hosszbordák hegesztése

lek helye előre kialakított, így hosszirányban nincs mozgásteret a dobozolás lezárásakor. A dobozolás hegesztését követően a hegesztési varratok tömörségének vizsgálatára nyomáspróbát végeztek a szerkezeten. A dobozolás elkészítése után került fel a merevítőtartó mellé a két pályacsonkszerkezet.

PÁLYATÁBLÁK GYÁRTÁSA

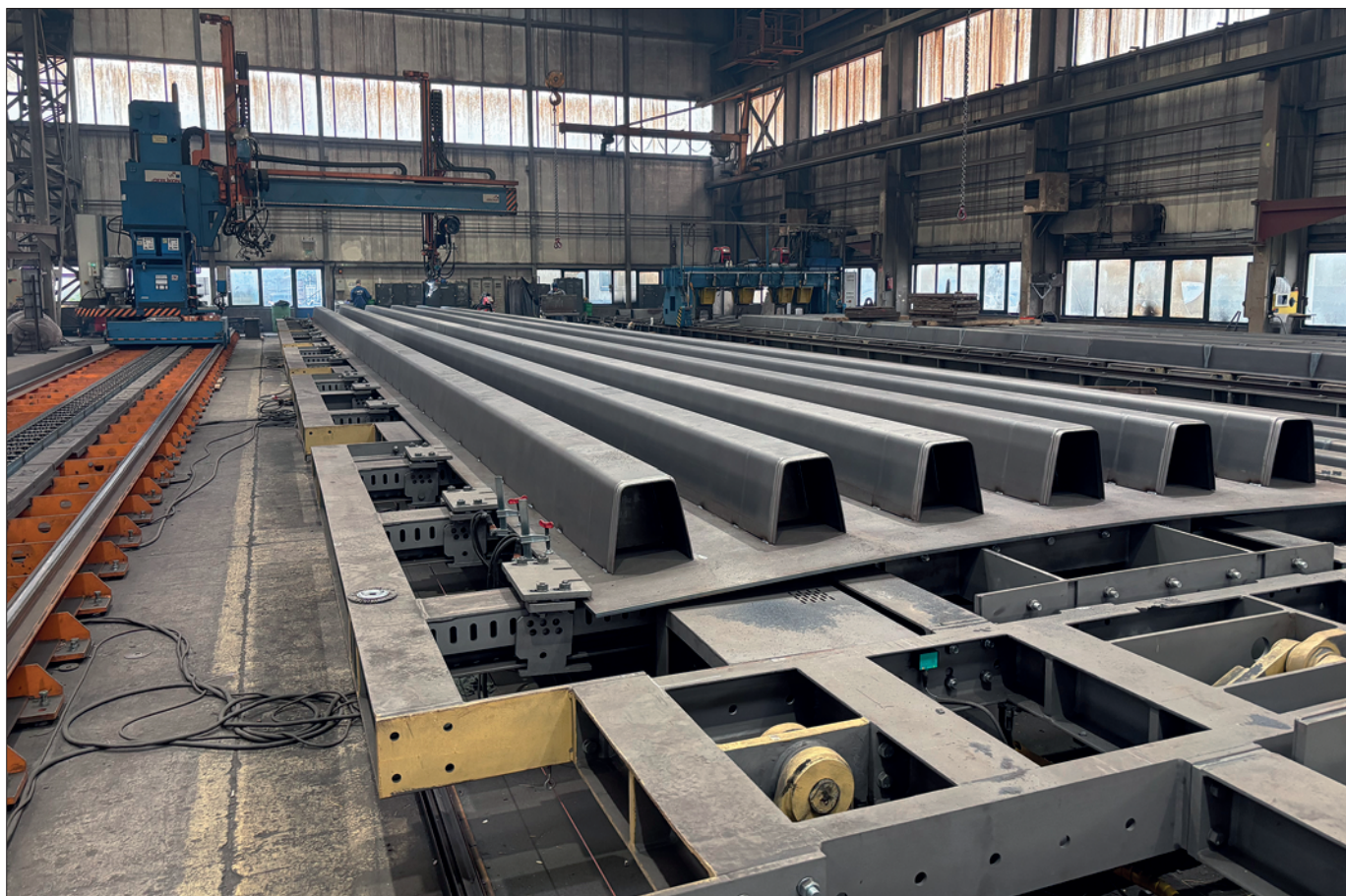
A pályatáblák gyártásának felgyorsítása érdekében már az alapanyagok megrendelését is tudatosan tervezték meg. A pályalemezeket közel négy méter széles táblákban szerelték be, amelyeket vasúton szállítottak az üzembe. Ezzel a megoldással el tudták kerülni a hosszoldások üzemben belüli elkészítését, ami egyúttal egy fontos hibaforrást is kiiktatott a gyártásból. A modern technológiai fejlesztések lehetővé tették, hogy a pályalemezek keresztoldását „I” varrattal, leélezés nélkül készítsék, mindezt kiváló mechanikai tulajdonságok igazolhatósága mellett. Az eljárás tovább javítja a gyártási hatékonyságot, az előírt minőség tartása mellett.

A pályalemezek elkészülte után a trapézlemez felrögzítése következett, amelyet a trapézoló célgéppel végeztek. A 12 méteres hosszban beszerzett trapézlemez esetében mindössze egy kényszeroldásra volt szükség. A trapézoló gép hidraulikus működésű, és a trapézforma ellendarabjának segítségével nyomja rá az elemeket a pályalemezre mindaddig, amíg a szükséges fűzővarratok el nem készülnek. Az eljárás előnye, hogy a lemez és a trapéz közti hézag mindvégig 0 milliméterhez közel marad, így a hegesztések egyenletes minőségben készülhetnek el.

A trapézlemez rögzítése után a munkadarabot a portálhegesztő gépre helyezték. Ez a berendezés fedőporos eljárással, leélezés nélkül, egyetlen menetben képes elkészíteni a mély beolvadású a8-as sarokvarratokat. A géphez tartozó hidraulikus asztal a pályalemezt hossz- és keresztirányban is képes előfeszíteni, számítógépes vezérléssel. Ez jelentősen csökkentette a hegesztést követő egyengetési feladatokat mennyiségét (5. ábra).

A pályalemezek gyártásával párhuzamosan készítették a kereszttartókat is, amelyek búvó- és kábelátvezető nyílásokkal, valamint járda fogadó elemekkel rendelkeztek. Minden pályatáblán hat kereszttartót kellett elhelyezni, 4 méteres távolságokra, a terhelés függvényében teljes beolvadású „K” varrattal, vagy kétoldali a4-es sarokvarrattal. Ez a gyártási fázis bizonyult a legkritikusabbnak, mivel egy pályatábla hat hosszirányú trapézlemez tartalmaz, és a kereszttartó bordák ellendarabjainak pontosan kellett illeszkedniük a trapézlemezhez, hogy a darab megfelelő hegesztési hézaggal készülhessen el (6. ábra).

A hegesztést követően a darabot beépítési pozícióba forgatták, majd az erre a szerkezetre tervezett szállítókeretre helyezték. Ezen a kereten történt a lehegesztett elem tisztítása és minőség-ellenőrzése. Az átvételt követően ugyanazon a szállítókereten szállították a darabot a szemcseszűrőbe, majd végül a festőkabinba. A kész, festett pályatáblák biztonságos szállításához az üzemi szállítókerethez hasonló alátétbakokat gyártottak. A termék testtömegközéppontja a legalsó ponttól mérve közel két méter magasan helyezke-



5. ábra: Előfeszített pályalemez portálhegesztés alatt



6. ábra: Pályalemez „T” bordázása



7. ábra: Pályaszakaszhoz szállítás előtt

dett el, ezért a stabil szállításhoz a tömegközéppont felett alátámasztást kellett alkalmazni, és az elemeket le kellett feszíteni a pótkocsikhoz (7. ábra).

ÍVEK GYÁRTÁSA

A legnagyobb befoglaló mérettel rendelkező elemek az ívek, amelyek elkészítése komoly logisztikai és technológiai feladatot jelent. Az ívindító csonkot közel öt méter széles egységként gyártják és szállítják a szerelőterre, míg a többi egység hossza meghaladta a 30 métert.

Az ívindító csonkok gyártásakor minden irányban szögeket bezáró elemeket kell gyártani a híd kosárfüles szerkezete miatt. A kezdő és záró ívelemek gyártási méretét a szerkezet szerelhetősége határozta meg.

Az ívek S460M anyagminőséggel készülnek, ahol vastag lemezek esetén a gyártásnál rendkívül fontos a hegesztést megelőző előmelegítés. A lemezeket indukciós hőkezelő géppel melegítik elő a szükséges helyeken, így a leendő hegesztések helye egyenletesen melegszik. Az indukciós eljárás ráadásul gyorsabb átmelegedést biztosít, mint a hagyományos lánggal történő melegítés, illetve emellett biztosítja a kontrollált, egyenletes hűtési sebességet.

Az ívgyártás szerves részét képezte az N merevítés gyártása. A mederhíd betolása és beúsztatása során az ívet és a merevítőtartót ideiglenes acélmerevítéssel kell kiegészíteni, amely alakja miatt az N merevítés nevet kapta. Az N merevítés zárt oszlopokból és nyitott keresztmetszetű ferde rudakból áll. Az N magasabbik szárához 4 D95 FLC típusú ideiglenes hátrafeszítő kábel csatlakozik, ami által az N merevítés gyakorlatilag árbócként viselkedik. A merevítésnek az első két tolási szakaszban

aktívnak kell lennie, majd fel kell oldani, hogy a kábelek beépítéséhez szükséges alakbeállítás és a kábel feszítését el tudják végezni. A kábelfeszítés után a híd már kéttámaszú tartóként viselkedik, alátámasztása ennek megfelelően a híd két végén történik a teljes mozgatás alatt. A feszítéshez szükséges alakállításkor az N szárai rövidülnek. A két állapot működését egy beépített kazetta biztosítja, amit a kábelszerelés előtt eltávolítanak.

Az ívcsonkokat követő gyártási egység elkészítése is nagy odafigyelést igényel, mivel erre kell felhelyezni az N merevítő felső tagját. Ezzel csökkentették a helyszínen elvégzendő munka mennyiségét. Ugyanakkor ezek az elemek is több mint négy méter szélesek voltak, így a munkadarab manipulálása és forgatása különös körülményeket követelt. A testtömegközéppont jelentős elmozdulása miatt a felhelyezett N merevítő felső csonkjára, amely közel tíz tonnát nyomott, az ív végére kerülve orrnehézzé tette a szerkezetet.

A további ívelemek gyártásánál a technológia kialakításakor a hangsúlyt a kábelfogadó fülekre kellett helyezni, hasonlóan a merevítőtartó gyártásához. A füleken mindkét oldalon 40 milliméter vastag gyűrűk találhatók, és a furatok túrése csupán 0,5 milliméter, ezért forgácsolással érték el a szükséges furatátmérőt és az egytengelyűséget. A készre forgácsolt elemeket ezután a gerincek kényszerűtoldásához használták (8. ábra).

Az ívek közé kerülő keresztkötés csöveinek átmérője 610 milliméter, és a csövek az ív belső gerincéhez csatlakoznak. A csatlakozó helyeken az ív belsejében merevítőtámasztókat kellett elhelyezni (9. ábra). A keresztkötések gyártását és az alakbeállítás módszertanát a cikksorozat egyik következő része részletesen be fogja mutatni.



8. ábra: Merevítőtartó kábelfogadó füllel záródobozolás előtt



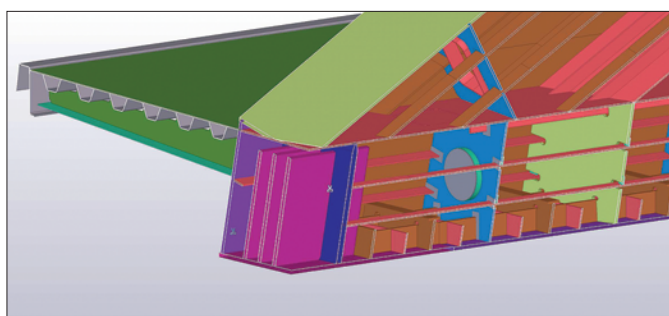
9. ábra: Keresztbordával ellátott ívelem

Az ívek gyártása végén nyomáspróbát végeztek a szerkezeten. A záródiafragmákat teljesen lezárták, és az eredményeket részletesen dokumentálták. Ezt követően készítették el a szerkezetek korrózióvédelmét.

VÉGKERESZTTARTÓ Gyártása

A végkeresztartó a hídszerkezetek egyik legösszetettebb eleme, és a mederhíd esetében sem volt ez másképp. A konstrukció rengeteg vastag lemezt tartalmaz, a legtöbb varrat teljes keresztmetszetben áthegesztett, és a gyártása általában kétszer-háromszor annyi időt és munkát igényel, mint ami a szerkezet általános részeihez szükséges. Az ívhidak esetében a végkeresztartótól indul még az ív szerkezete is, ami tovább növeli a komplexitást.

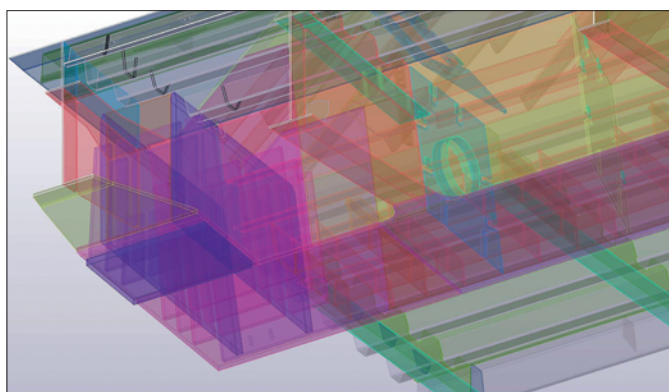
A végkeresztartót két részre osztották. Az egyik, egyszerűbb rész a pályaelemek kezdeti és lezáró szakasza a híd „végében”, ahol a megnövekedett terhelést a szerkezeti részek vastagságával és a varratok méretének növelésével kell ellensúlyozni (10. ábra).



10. ábra: Végkeresztartó 3D modell részlete

A végkeresztartó másik része, ahol az ív bekötése, az ideiglenes és végleges alátámasztási helyek és a merevítőtartó lezárása található. Ezen a szakaszon a teherelosztást csak számos vastag lemez nagy igénybevételű kapcsolatával lehetett megoldani (11. ábra). Az alsó öv, a gerincek, valamint a hossz- és keresztbordák varratait teljes keresztmetszetben kellett áthegesztetni. A gyártástechnológiában fontos volt szigorúan meghatározni a bordák elhelyezésének sorrendjét, a varratok típusát és alakját, hogy minden varrat terv szerint elkészíthető legyen. A tervezés és gyártás során szükséges volt figyelembe venni a varratok vizsgálatát és a technológiai várakozási idejét. Az egyes bordákat csak a vizsgálat kiértékelése és a hibamentes minősítés után lehetett elkészíteni (12. ábra).

A végkeresztartó anyaga S460M, ami a gyártás szempontjából kedvezőbb, kisebb előmelegítést igényel, mint



11. ábra: Végkeresztartó bordakiosztása 3D modellen bemutatva



12. ábra: Végkeresztartó záróbordái hegesztés után

az S355 anyagoknál szokásos. Különösen fontos ez olyan helyeken, ahol a kis bordatávolság miatt a hegesztők közel vagy nagyon szűk helyeken, a meleg lemezek mellett dolgoznak.

HÍDTARTOZÉKOK

A szerkezetek gyártásának utolsó lépéseként felhegesztették a díszvilágítás és a monitoringrendszer tartókonzolkjait, a vizsgálójárdák, alpinista kikötési pontok és a vízvezető rendszerek felfüggesztéseit, valamint a kandalábertartó talplemezeket és a kábelvezető csöveket. Emellett elhelyezték a hajózási és a légi akadályjelző fények tartóelemeit is (13. ábra).

KORROZIÓVÉDELEM

A híd szabadon álló létesítményként folyamatosan ki van téve a környezet korróziós és egyéb károsító hatásainak, ezért a szerkezet légköri korrózitási kategóriája C5, míg a bevonatrendszerek elvárt élettartama a vonatkozó MSZ EN ISO 12944-2:2018 szabvány szerint nagyon hosszú (VH), azaz legalább 25 év.

Az acélfelületeken cinkporos alapozást és legalább háromrétegű (MNOC) bevonatrendszert alkalmaznak, amely a gyártóművi felületeken átlagosan 320 µm, a helyszíni toldóvarratoknál pedig 360 µm vastagságú. A bevonatvastagságok kiértékelésénél a szabvány által előírt ISO 19840 szerinti módszert kellett alkalmazni, figyelembe véve a következő bekezdésben ismertetett Ry5 érdességi mélységhez tartozó, 25 µm-es korrekciós tényezőt is.

A festett acélfelületektől megkövetelt felületi tisztaság az MSZ EN ISO 8501-1:2008 szerinti Sa 2 1/2, az érdességi követelmény pedig az MSZ EN ISO 8503-1:2012 szerinti Közepes (G) kategóriájú, legalább 50 µm Ry5 értékű felület. A híd külső, látható szerkezeti elemei RAL 7035, világosszürke színű bevonatot kapnak.



13. ábra: Hídtartozékkal ellátott ívelem

A zárt szekrénytartók varratait légzáró módon kell kialakítani, ezért a tartót a gyártási folyamat során külön lezárt szakaszokra bontják. A lezárás előtt a tartó belsejében minimalizálni kell a levegő páratartalmát. A zárt terek nyomáspróbája biztosítja, hogy a rendkívül alacsony oxigéntartalom miatt belső korrózió ne alakuljon ki, így belső festés nem szükséges. A beépített távfelügyeleti rendszer folyamatosan méri az oxigénszintet.

ZÁRSZÓ

A Mohácsi Duna-híd mederhídjának gyártása jól példázza, milyen összetett és precíz mérnöki munka áll egy híd kivitelezése mögött. A projekt során a tervezéstől a gyártáson át a beépítésig minden lépés szoros együttműködést,

gondos előkészítést és tüpontoságot igényel. A gigantikus acélszerkezetek, az ívek, pályalemezek, merevítőtartók és segéd szerkezetek elkészítése komoly logisztikai és technológiai kihívásokkal jár.

Az eredmény egy nemcsak funkcionális, hanem esztétikailag is kiemelkedő szerkezet lesz, amely a magyar hídépítés egyik ékkövévé válhat.

A cikksorozat következő része a projekt ártéri hídjainak gyártását mutatja be.

A 4., 9. és 13. képet Andrónyi Tamás, a Magyarépítők.hu fotója készítette. A további képek a szerzők felvételei.



Áldott karácsonyt és eredményekben gazdag, békés, boldog új évet kívánunk minden kedves olvasónknak!

 **MAGÉSZ**[®]
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

FOOTBRIDGE 2025 (CHUR) – KONFERENCIABESZÁMOLÓ



Footbridge Chur 2025

in situ

3rd — 5th september

BEVEZETÉS

A Footbridge 2025 nemzetközi konferenciára 2025. szeptember 3–5. között került sor. A háromévente megrendezett esemény a világ egyik legjelentősebb gyalogos- és kerékpárossal foglalkozó szakmai eseménye, melynek idén a svájci Chur városa adott helyet. A Footbridge konferencia mára a gyalogoshíd-tervezés globális találkozó pontjává vált: mérnökök, építésszek, kutatók, önkormányzati szakemberek és kivitelezők érkeztek több mint ötven országból, hogy megosszák a legújabb fejlesztéseket, trendeket és gondolkodásmódokat.

A konferencia egyedi értéke, hogy egyszerre ötvözi a szerkezettervezés mély technikai tartalmát, a városépítészeti szemléletet és a gyalogos infrastruktúra társadalmi szerepének növekvő jelentőségét. Chur így nemcsak helyszíne, hanem inspiráló környezete is volt egy olyan eszmecserének, amely a következő évtized hídépítészetét ha-

tározza meg. A konferencia ezúttal az „in situ” jelmondat köré szerveződött, ami a gyalogoshidak tervezésében a helyspecifikus megoldások és a lokális értékek előtérbe helyezését jelenti.

Az „in situ” megközelítés lényege, hogy a hidak tervezésekor tudatosan figyelembe vesszük az adott hely sajátosságait – legyen az a helyi anyaghasználat, kézműves hagyomány vagy kulturális közeg –, szemben egy uniformizált, „nemzetközi stílussal”. Ez a szemlélet egyfajta „romantikus” attitűd: törekvés arra, hogy a gyalogoshidak ne csak funkcionális átkelést biztosítsanak, hanem szervesen illeszkedjenek környezetükbe, erősítve a hely identitását. Chur, Graubünden kanton sokszínű fővárosa ideális helyszín volt e gondolat jegyében, hiszen természeti és kulturális változatossága – a hegláncok közötti völgyekkel tördelt topográfia, a többnyelvűség, a hagyományos és modern elemek együttélése – mind jól példázza, miként találkozhat a lokális örökség és az innováció.

FŐ SZAKMAI FÓKUSZOK ÉS NEMZETKÖZI TRENDK

A konferencia előadásai rávilágítottak arra, hogy a gyalogoshidak tervezésében világszerte hasonló fő trendek körvonalazódnak.

Fenntarthatóság és anyag-innováció: az új alapérték

A konferencia egyik legerőteljesebb üzenete, hogy a gyalogoshidak tervezésében a fenntarthatóság immár nem külön fejezet, hanem kiindulópont. A bemutatott projektek többsége olyan anyagokkal és szerkezeti megoldásokkal dolgozott, amelyek csökkentik a beépített energiát, növelik az élettartamot, és minimalizálják a karbantartási igényt.

Előtérbe kerültek:

- az újrahajszosított acélszerkezetek,
- a csökkentett cementtartalmú vagy innovatív UHPC betonok,
- a hibrid szerkezetek, ahol az acél-fa kombináció nemcsak környezeti, hanem esztétikai előnyöket is kínál.



1. ábra: Kangaroo Point Bridge – A kiválasztott változat minimalizálja a Brisbane folyó medrébe való beavatkozási igényt, míg a városközpont sziluettjébe is illeszkedik

A fenntarthatósági megközelítés azonban nem merült ki az anyagokban: számos előadás hangsúlyozta, hogy a valós környezeti megtakarítás gyakran geometriai racionalizálással, szerelési lépések optimalizálásával, vagy éppen az üzemeltetési igények csökkentésével érhető el.

Számos előadó foglalkozott az anyaghasználat megújításával és a hídépítés karbonlábnyomának csökkentésével. A jövő gyalogoshídjai várhatóan olyan fejlett anyagokból készülnek, mint az ultranagy teljesítőképességű beton (UHPC), vagy a szálerezősítésű polimerek (FRP), illetve magas minőségű acélok, melyek növelik a tartósságot és egyben csökkentik az építés környezeti terheit. Ezzel párhuzamosan előtérbe kerülnek az okos technológiák, például a szenzorokkal támogatott szerkezetmonitoring-rendszerek, amelyek a hidak állapotát folyamatosan figyelve járulnak hozzá a biztonság és az élettartam növeléséhez. A digitális tervezőeszközök – a paraméteres tervezés és BIM – már most forradalmasítják a hídtervezést, lehetővé téve összetett formák optimális és hatékony megvalósítását.

Központi téma volt a gyalogos hidak szerepének bővülése az urba-

nisztikában. Egyre több város tekint a gyalogos- és kerékpárosszídakra, mint a fenntartható közlekedés kulcselemeire. Brisbane városa például kifejezetten azért építette meg a 460 méter hosszú Kangaroo Point Bridge (Kangaroo Point Bridge – A bridge for Brisbane's future, Thomas COOPER et al., WSP) gyalogos- és kerékpárosszíd, hogy ösztönözze az aktív közlekedést és terhermentesítse az autótutakat (1. ábra).

Ez az elegáns, íves híd a belvárost köti össze a Kangaroo Point nevű sűrűn lakott városrészszel, integrálva a város szövetébe azáltal, hogy a gyalogos és kerékpáros közlekedést a városfejlesztés szerves részévé teszi. A projekt kulcsszavai – „fenntartható építés, ikonikus híd, gyalogos dinamika, aktív közlekedés, digitális mérnöki megoldások, paraméteres tervezés” – jól mutatják, milyen sokrétű elvárásoknak kell ma megfelelnie egy városi gyalogoshídnak.

A konferencián sok szó esett a gyalogoshidak használhatóságáról és befogadó tervezéséről is. A világ számos pontján – így például Chilében (Aspects of the design and construction of Chilean footbridges, Matías A. VALENZUELA et al.) – a tervezők számára kiemelt szemponttá vált, hogy

a hidak mindenki számára hozzáférhetőek legyenek, beleértve az időseket, mozgásukban korlátozottakat vagy babakocsival közlekedőket. Ennek megfelelően olyan tervezési irányelvek kerültek előtérbe, mint a megfelelő rámpahajlások, csúszásmentes burkolatok, jól kialakított korlátok és pihenőfelületek biztosítása. A biztonság és tartósság is új megvilágításba került: míg a múltban egy gyalogoshídnál elsősorban a statikus terhekre koncentráltak, addig ma már olyan dinamikus hatásokat is vizsgálnak, mint a gyalogosok okozta vibráció, vagy a szélsőséges időjárási jelenségek hatásai. Kutatások vizsgálták például, hogyan befolyásolja egy kanadai vasútállomás (Fatigue loading analysis of pedestrian bridges at high voltage transportation hubs, Andrew PARK et al.) mellett átvezető gyalogoshíd szerkezetét az, ha a peronokra egyszerre nagy tömeg érkezik – azaz periodikusan fellépő tömeghatásokat modelleztek, és elemezték a fáradás szempontjából. Hasonlóképpen, a chilei tapasztalatok ráirányították a figyelmet a földrengésállóságra is, mivel szeizmikusan aktív területeken a gyalogoshidaknál is kritikus a rugalmas, tartós kialakítás.



2. ábra: Oruro Footbridge



3. ábra: A Zapallar felszerkezete



4. ábra: San Bernardo gyaloghíd



5. ábra: Gyalogos függőhíd a pakisztáni Kunhar folyó felett egy korábbi konzolos fahíd felhagyott hídfői mellett



6. ábra: Függőhidak Etiópiában (Localizing trail bridges: enhancing rural connectivity in Ethiopia, Hunde Tamane DIRIBASA)



8. ábra: Pleyel híd – A 'lebegő' tér



7. ábra: A Pleyel híd madártávlatból

Hátrányos helyzetű területeken kiemelt fontosságú a lakosság számára az alapvető infrastruktúra létrehozása. Erre nagyon jó kezdeményezés a Bridges to Prosperity és több ehhez hasonló szervezet, akik a legfejletlenebb régiókban építenek egyszerű módszerekkel gyalogoshidakat. A szabályozatlan folyók környékén épült hidak gyakran esnek áldozatul a rendkívüli időjárási körülményeknek, villámárvízeknek (Maintenance, retrofit, and replacement of pedestrian suspension bridges in Pakistan, Solene FERCOCQ et al.). Ezen tapasztalatok leszűrése szintén kiemelt fontosságot kapott a konferencia programjában.

Végül, de nem utolsósorban, ismét előkerült a gyalogoshidak esztétikai és közösségi szerepe. A modern gyalogoshidak tervezői már nem pusztán mérnöki feladatként tekintenek egy átkelőre, hanem városi téralkotó elemként is.

Több előadás hangsúlyozta, hogy egy jól megtervezett gyalogoshíd közösségi térként is funkcionálhat, kilátópontot, találkozóhelyet kínálva a használóknak, ezzel gazdagítva a városi élményt. Marc Mimram francia építész-mérnök előadásában (Theory of structure and public space, Marc MIMRAM) például bemutatott egy Párizs mellett tervezett, Pleyel Bridge nevű gyalogoshidat, amely 48 vasúti vágány fölött ível át mintegy 300 méter hosszán, és nem csupán összeköt két területet, de a szerkezet közepén egy „függőleges térként” szolgáló sétálóteret alakít ki. Ez a „lebegő tér” egyszerre mérnöki bravúr és városépítészeti gesztus: a híd public space-ként viselkedik, új kilátást

és találkozóhelyet nyújtva a városiakoknak a vasúti pályák felett (7. ábra).

A Pleyel gyalogoshíd koncepciója: a híd szerkezete a városi közösségi teret is bővíti – a Saint-Denis-ben tervezett, mintegy 300 méter hosszú híd a vasúti sínek fölött egy közepső „felfüggesztett teret” alakít ki, amely új perspektívát és találkozóhelyet teremt a környéken.

Upcycling és örökség-alapú fejlesztések: új élet a régi hidaknak

A konferencia egyik központi trendje a meglévő hidak újraértelmezése volt. Egyre több projekt bizonyítja, hogy a régi közúti vagy vasúti hidak gyalogos célú átalakítása – upcycling – nem kompromisszum, hanem magas minőségű, fenntartható alternatíva.

Az előadások számos példát mutattak:

- elbontás helyett gyalogoshíddá alakított acélhidak,
- városi környezetben „második életre keltett” ipari hidak,
- olyan szerkezetek, ahol az eredeti tartó valójában ikonikus városi elemmé vált.

Az upcycling nemcsak környezetvédelmi előnyöket kínál, hanem erősíti a városi identitást, és jelentős költségmegtakarítást eredményez – ezért a téma különösen hangsúlyos szerepet kapott az ideai konferencián, számos figyelemre méltó projekt és újszerű technológia mutatkozott be, amelyek jól példázzák a fenti trendeket.

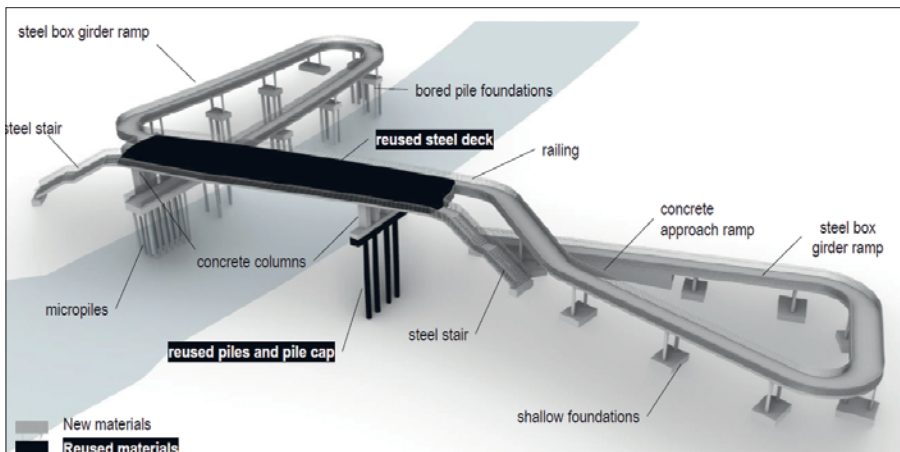
Kiemelkedő példaként szolgált a Párizs melletti Lucie Bréard gyalogoshíd (In situ bridge reuse: case study of a Paris 2024 Olympics footbridge,



9. ábra: Lucie Bréard híd – A Saint-Denis-csatorna eredeti átkelője



10. ábra: Az újraértelmezett híd oldalról



11. ábra: Újrahasznosított és új hídrészek

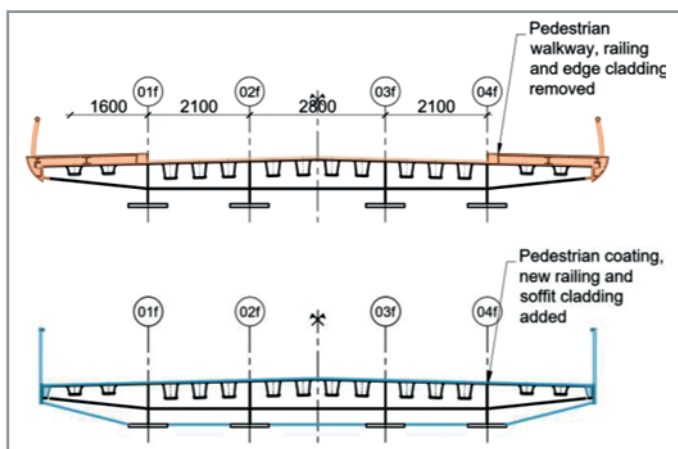


12. ábra: A Lucie Bréard gyalogoshíd Saint-Denis-ben

Apolline COURET et al.) esete, amelyet a 2024-es olimpiai játékok előkészületei keretében valósítottak meg. Itt a tervezők egy meglévő, 20 éves felnyitható acélhidat (amely korábban a Canal Saint-Denis felett állt) alakították át és hasznosították újra gyalogos-kerékpáros hídként. Ahelyett, hogy teljesen új hidat építettek volna, megtartották az 52 m hosszú és 13 m széles meglévő pályalemezt és a régi híd alapozásának egy részét, és erre építették rá az új átkelőt.

Ennek a kreatív „helyben újrahasznosításnak” több előnye is volt: egyrészt jelentősen csökkentette a projekt karbonkibocsátását (a számítások szerint mintegy 50%-kal kisebb beépített szén-dioxid-mennyiséget eredményezett az új híd a hagyományos megoldáshoz képest), másrészt megoldást nyújtott az akkoriban tapasztalható acélhiányra is, hiszen a 2022 tavaszán fennálló acélbeszerzési kockázatokat részben kiváltotta a meglévő szerkezet újrahasznosítása. A híd rekordidő, mindössze két nap alatt emelték a helyére – egy úszódaru és önjáró szállító kocsi segítségével –, köszönhetően annak, hogy a fő tartóelemet egyben át lehetett emelni az új helyszínre. Az új átkelő ráadásul alig egy hónappal a 2024-es olimpia előtt megnyitott a gyalogosforgalom számára, teljesítve a kitűzött célt mind a határidő, mind a fenntarthatóság terén. Ez a projekt jól mutatja, hogy egy meglévő híd helyben történő újrafelhasználása műszakilag is kivitelezhető, és jelentős környezeti előnyökkel jár.

Hasonló szemléletmód jelent meg a saját előadásunkban is. A budapesti „H-híd” gyalogoshidat, a déli vasúti



13. ábra: Lucie Bréard híd – Az eredeti hídpálya változtatásai

híd elbontott rácsos főtartó elemének „upcycling” jellegű újrahasznosításával teremtett volna új kapcsolatot a városi gyalogos hálózatban. A projekt háttere, hogy a 2019–2022 között átépítették a Déli összekötő vasúti Duna-hidat, és a régi acélrácsos hídszerkezetek – két, egyenként közel 400 méteres felsőpályás acél hídelem – funkció nélkül maradtak. A BFK megbízásából ezekből az elbontott elemekből választottunk ki egy kb. 74,5 méter hosszú szakaszt, amelyet egy új gyalogos- és kerékpá-

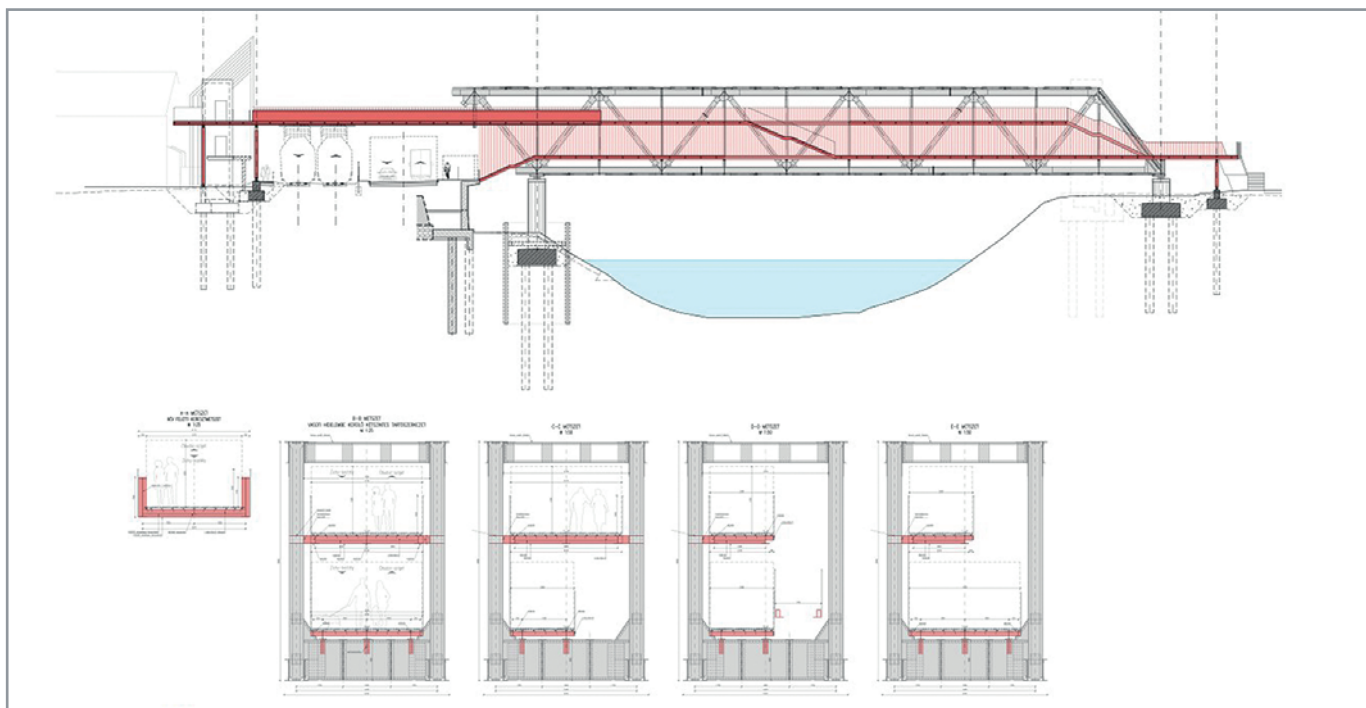
roshíd formájában kívántunk újra felhasználni Budapesten. Az újragondolt hídelem helyszínéül Óbudát jelölték ki: az Óbudai-(Hajógyári)-sziget és a budai Duna-part között ugyanis régóta szükség lenne egy új átkelőre, mivel a szigetre jelenleg csak egyetlen bejárat vezet. A tervezett híd ~111 m-es összhosszát a vasúti elemből kialakított fő nyílás és ahhoz csatlakozó könnyű acélrámpák adják; érdekessége, hogy a hídszerkezet kétszintes: a rácsos tartó belsejében egy alsó és egy felső járószint is kialakításra kerülne.



14. ábra: A H-híd látványterve

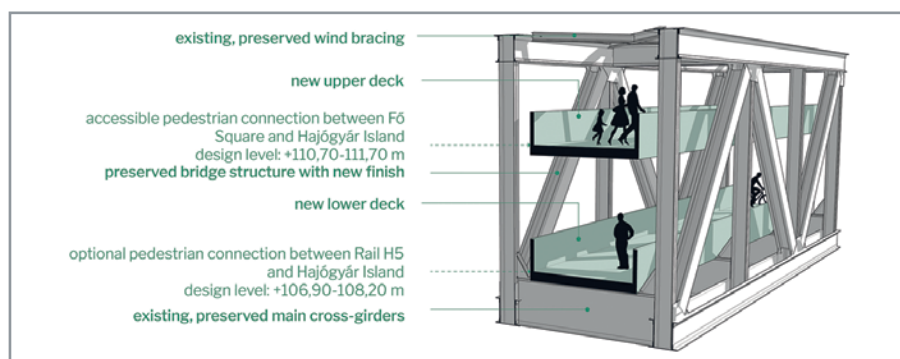


15. ábra: Kemenczés András előadása a H-hídról a Footbridge 2025 konferencián



16. ábra: H-híd – Általános terv

Ez a megoldás modern, előremutató példája lehet annak, hogyan lehet egy nagyvárosban az előregedett infrastruktúrát kreatívan új funkcióval felruházni, egyszerre szolgálva a fenntarthatóságot és a városi közlekedés fejlesztését. A projektet a konferencián élénk érdeklődés övezte, hiszen jól illeszkedik a nemzetközi trendekbe – több érdeklődő is volt a projekttel kapcsolatban.



17. ábra: A H-híd térmetszete



18. ábra: Látványterv a hídról



19. ábra: Padre Anchieta gyalogoshíd Tenerifén



20. ábra: A dániai Hvidkilde tó felett épült gyaloghíd



21. ábra: A svájci Altendorf mellett épülő Hirschen gyalogoshíd



22. ábra: Az Annie Vande Wiele híd

KIEMELT PÉLDÁK

A konferencián bemutatott új projektek között szerepeltek a városi mobilitást segítő látványos hidak is. Európában is láthattunk példát ikonikus gyalogoshidakra: a spanyolországi Padre Anchieta gyalogoshíd Tenerifén (The Padre Anchieta: Improving urban mobility in Tenerife, José Romo MARTÍN) egy 100 méter átmérőjű körgyűrű formájában valósul meg, amely egyszerre szolgál kilátóként és átjáróként egy forgalmas csomópont felett.

A tervezőknek olyan kihívásokkal kellett megbirkózniuk, mint a nagyméretű elemek összeszerelése és beemelése forgalom alatt álló utak fölé – de a végeredmény egy látványos, „szoborszerű tömeg” lett, amely éjjel díszvilágítással szinte világítótoronyként jelöli a város új jelképét.

Ugyancsak izgalmas megoldásként mutatták be a dániai Hvidkilde tó felett épült gyaloghídat (Curved footbridge in Hvidkilde Lake Denmark, M. B. RASMUSSEN et al.), amely egy kanyargós vonalvezetésű, acélszerkezetű híd azobé fa járőfelülettel – ez a híd finoman illeszkedik az erdős tópart környezetébe, formájával követve az utat és a part ívét. Ennél a projekt-nél külön figyelmet fordítottak a természetvédelmi szempontokra is, például a helyi vadvilág megővésére a kivitelezés során.

A magas szintű mérnöki innovációk sorát gyarapította a svájci Altendorf mellett épülő Hirschen gyalogoshíd bemutatása (Footbridge Hirschen in Altendorf an Ultrahin Bridge in UHFB, G. BRONZINI et al.). Ez egy 60 méteres fesztávú, íves gyalogoshíd, amelyet ultramagas szilárdságú betonból (UHPC) készítettek. A tervezők rámutattak, hogy a különleges anyag-nak köszönhetően a híd saját tömege csupán egyharmada egy hasonló méretű, hagyományos vasbeton hídnak. Ez nemcsak anyagtakarékosságot jelent, hanem nagy előnyt a kivitelezésben is: a kisebb önsúly miatt könnyebb volt a szállítás és a szerelés, kisebb alapozásokra volt szükség, és a 25 tonnás, előre gyártott hídelemeket két daruval egy éjszaka alatt be tudták emelni a helyükre a vasúti sínek felett.

A Hirschen híd látványosan ötvözi a mérnöki múltat és jövőt: íves formája a közeli, 1940-ben épült Maillart-féle betonhidak mellett emelkedik át az autóponton, mintegy kortárs párjaként a híres elődöknek, ugyanakkor anya-

gában és technológiájában a 21. század innovációit képviseli.

A bemutatott hidak között szerepelt a többszörösen díjnyertes Annie Vande Wiele híd is [The Annie Vande Wiele Bridge in Ghent (B) a site specific hybrid structure, S. VAN GEETERUYEN]. A Ghenti Watersportbaan felett átívelő kerékpáros- és gyalogoshíd egyedi formavilágát felhasználóközpontú elvek alakították – a tervező összefoglalója alapján a formavilág elsődleges célja a zavartalan kilátás és egy különleges térélmény biztosítása. A híd átgondolt megvilágításával meghatározó elemévé vált Ghent városképének.

DIGITÁLIS TERVEZÉS ÉS PARAMÉTERES ESZKÖZÖK TÉRNYERÉSE

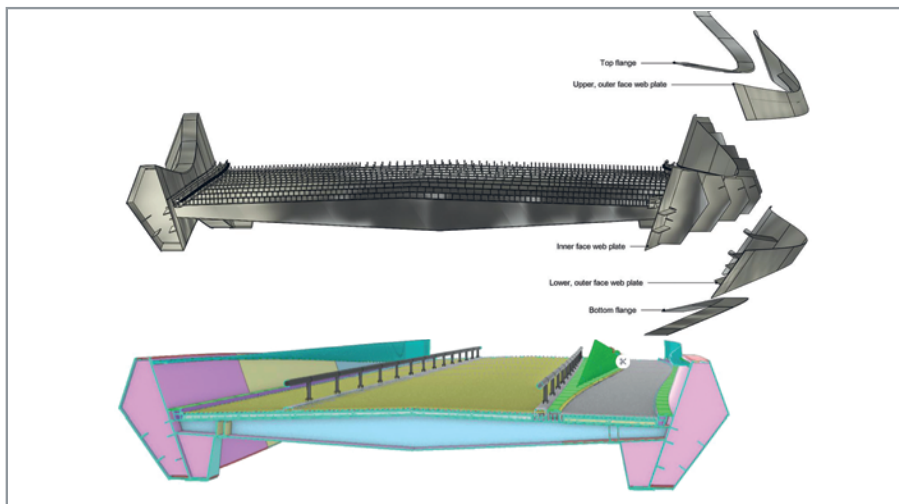
A konferencia egyik legizgalmasabb vonulata a digitális technológiák előretörése volt. Jól látszik: néhány év alatt a paraméteres modellezés kísérleti eszközből a mérnöki gyakorlat alapvető részévé vált.

A bemutatott projektekben kulcsszerepet kapott:

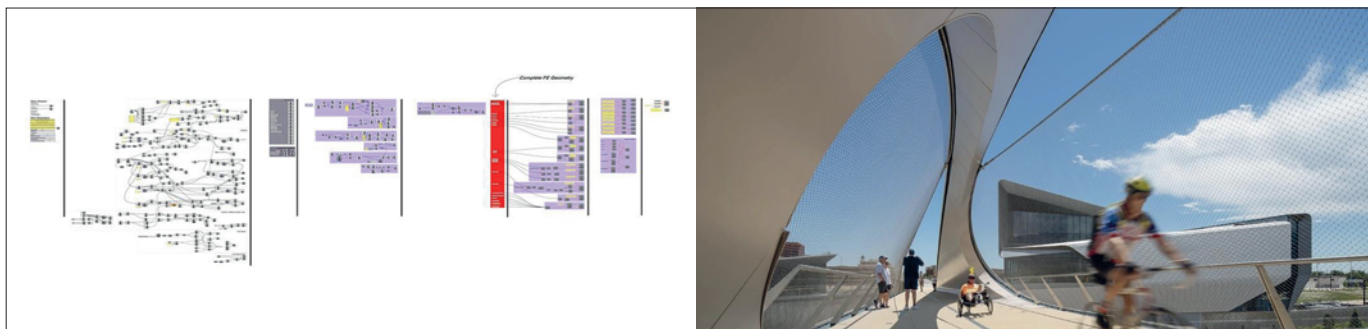
- a Grasshopper- és Dynamo-alapú geometriai generálás,
- a 3D FEM és BIM közötti kétirányú adatkapcsolat,
- a gyárthatósági ellenőrzések (DFMA) automatizálása,
- a valós idejű monitoringadatokkal frissített digital twin rendszerek.



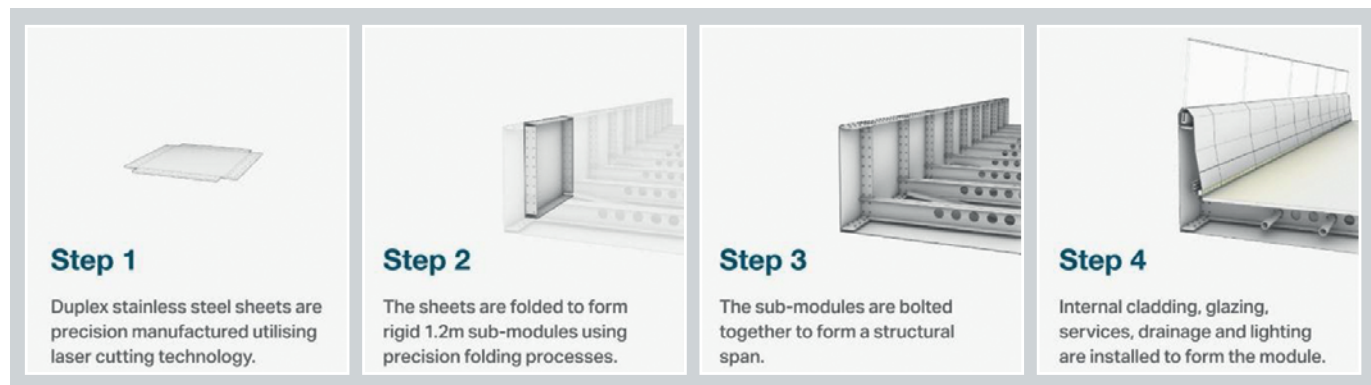
23. ábra: A ghenti híd több díjat is nyert



24. ábra: Fossvogur híd parametrikus modellje



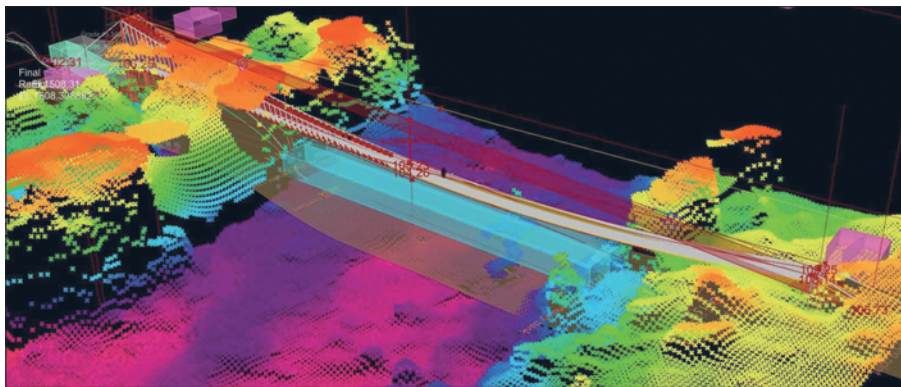
25. ábra: A Park Union híd modellje



26. ábra: Az Ava gyaloghíd gyártási folyamata



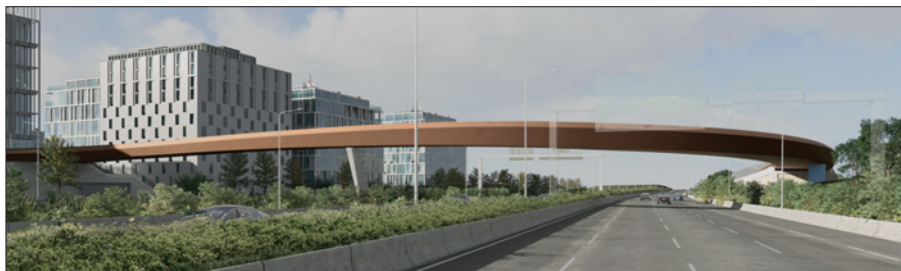
27. ábra: A Rochers Noirs viadukt felújítása



28. ábra: Nagy támaszközű függőhíd tervezése Ugandában



30. ábra: Hídforgatás SPMT-ken, Lucie Bréard gyaloghíd



31. ábra: A620 gyaloghíd látványterve

A folyamatok gyorsaságát és megbízhatóságát több előadás konkrét példákkal is illusztrálta: a paraméteres workflow segítségével sokkal több változatot tudnak vizsgálni, így a végső szerkezet statikai és vizuális minősége is magasabb.

AZ ÉPÍTÉSZET ÉS SZERKEZETTERVEZÉS INTEGRÁCIÓJA

A Footbridge konferencia mindig is a mérnöki és építészeti szempontok találkozási pontja volt, ám 2025-ben ez a kettősség különösen hangsúlyossá vált. Számos projekt bizonyította, hogy a gyalogoshidak akkor válnak igazán értékké, ha egyszerre felelnek meg:

- a statikai logikának,
- az építészeti minőségnek,
- a városi kapcsolódás, urbanisztikai integráció elvárásainak.

A kiemelt előadások nagy része azt mutatta, hogy ma már egyetlen sikeres gyalogoshíd sem kizárólag mérnöki vagy építészeti projekt: minden esetben a két szakma érett együttműködése hozza létre a karakteres, időálló megoldásokat.

KIVITELEZÉSI INNOVÁCIÓK ÉS GYORS ÉPÍTÉSI MÓDSZEREK

A konferencia külön blokkot szentelt a kivitelezési technológiák fejlődésének. Tovább erősödik az a trend, amely szerint a gyalogoshidak esetében a gyors, minimális környezetterhelésű kivitelezés válik meghatározóvá.

Bemutatott újítások:

- nagyméretű, előregyártott acélelemek úszódaruval történő beemelése,
- speciális ideiglenes acélszerkezetek alkalmazása szerelési fázisokra,
- drón- és lidar-alapú helyszíni ellenőrzések,
- gyors zsaluzási és szerelési rendszerek.



29. ábra: A620 gyaloghíd építése

Mindezek célja az volt, hogy a gyalogosforgalom és a környező közterületek minél kisebb zavarásával valósuljanak meg a projektek.

FOOTBRIDGE AWARDS 2025

Két hidunk is bekerült a Footbridge Awards 2025 döntőseként kategóriájuk 4 legjobbja közé.

X. Öblítőcsatorna hídja – Nyitható hidak kategória

Az X. Öblítőcsatornán épült híd Magyarország első nyitható kerékpáros-hídja. A csatorna 90 méter széles, azonban a hatóságokkal való egyeztetést követően lehetőség nyílt arra, hogy egy jelentősen rövidebb hidat tervezzünk, amely a meglévő zsilipszerkezetet használja fel. Így a beruházás megvalósítható volt a védett környezetbe való beavatkozás nélkül, jóval alacsonyabb költségekkel.

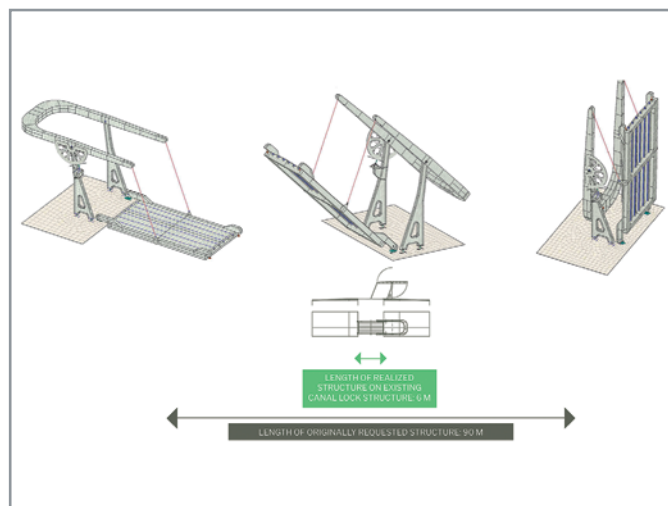
A híd kézzel működtethető – alacsony karbantartási igényű megoldásokat alkalmaztunk, miközben biztosítottuk, hogy a szerkezet harmonikusan illeszkedjen a vízközei környezetbe.

Tisza-híd bővítése Poroszlónál – Fenntartható hidak kategória

A tervezett kerékpáros Tisza-híd a meglévő közúti híd kőborítású betonpilléreit felhasználva, a vasbeton konzolokon támaszkodik fel. A meglévő hídpillérek fejgerendáinak szélesítése azok körbeköpenyezésével és az új vasbeton fejgerenda-kiegészítés konzolos kialakításával valósult meg. Mivel a szerkezet a szomszédos híd támaszait használja, a híd a meder bolygatása nélkül és a hagyományos megoldásoknál sokkal gazdaságosabb módon tudott megépülni.



32. ábra: Shortlist-es projektek: Poroszlói kerékpáros Tisza-híd és a X. Öblítőcsatorna nyitható hídja



34. ábra: Az X. Öblítőcsatorna nyitható hídja



36. ábra: Shortlist-es X. Öblítőcsatorna nyitható hídja



THE CYCLE BRIDGE OVER TISZA IS SUPPORTED BY CANTILEVERED REINFORCED CONCRETE BEAMS OF THE EXISTING STONE-COVERED CONCRETE PIERS.

33. ábra: A Poroszlói kerékpáros Tisza-híd a meglévő közúti híd pilléreire támaszkodik



35. ábra: Shortlist-es Poroszlói kerékpáros Tisza-híd

A híd formavilágában a szinusz-hullám továbbfejlesztése – a középső ív megfordításával biztosítottuk a hajózási úrszelvény számára szükséges helyet.

A hidak két további hidat és egy 7,3 km hosszú kerékpárutat magába foglaló projekt keretében valósultak meg, fontos kapcsolatot teremtve a Tisza-tó felett. A beruházás elősegíti a környezetbarát közlekedést és turizmust Magyarországon egyik legszebb tervében.

A shortlist-es projektek között egy további magyar tervezésű híd is szerepelt, a Long span kategóriába került be a Zemplén 723 gyaloghíd.

ÖSSZEGZÉS

A Footbridge 2025 konferencia rávilágított, hogy a gyaloghidak tervezése dinamikusan fejlődő terület, ahol a mérnöki, építészeti és környezeti szempontok egyaránt hangsúlyt kapnak. A bemutatott projektek és előadások tanúsága szerint a jövő gyaloghídjai egyszerre lesznek biztonságosak és befogadóak, innovatív anyaghasználatúak és okostechnológiákkal felszereltek, valamint szervesen illeszkednek a helyi környezetükbe – sőt, alakítják is azt.

A konferencia fő tanulsága, hogy a gyaloghidak mára túlnőttek pusztán közlekedési funkciójukon: a fenntartható városfejlesztés, a közösségi él-

hetőség és az esztétikai értékteremtés kulcselemeivé váltak. A tervezőknek így a jövőben is komplex kihívással kell szembenézniük: olyan hidakat kell alkotni, amelyek egyszerre szolgálják a közösséget, védik a környezetet és nyújtanak maradandó élményt a rajtuk áthaladóknak. A Footbridge 2025 konferencia példái és eszmecseréi mindenesetre inspiráló iránymutatást adtak ehhez az izgalmas feladathoz.

FORRÁSOK

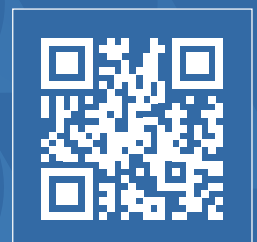
1–13.; 19–31. ábra: Footbridge 2025 Chur, full papers (<https://doi.org/10.24904/footbridge2025>)
14–18.; 32–36. ábra: SPECIÁLTERV
7–8., 10., 12. ábra: Google Maps



A HORIZONTOT ÉPÍTJÜK!

#DunaGroup
#BuildingHorizons

www.duna.group



FERROKOV

VAS ÉS FÉMIPARI KFT.

MÁR TÖBB MINT 30 ÉVE ÁLL A TÖKÉLETES FELÜLETVÉDELEM SZOLGÁLATÁBAN.

A folyamatos fejlesztéseknek, a magas szintű műszaki kultúrának, valamint a vevői minőségi elvárások mindenkor szem előtt tartásának köszönhetően mára a cég térségének egyik legjelentősebb munkáltatójává nőtte ki magát, és a dél-somogyi, segesi központ mellett Észak- és Kelet-Magyarországon is bír telephelyekkel.

Legfőbb erőssége acélszerkezetek, acélalkatrészek és kötőelemek sorozatgyártása, valamint azok felületvédelemmel (tűzhorganyzás, galvanizálás, porfestés, hagyományos festés) történő ellátása

A fentiekhez szükséges gyártási technológiák – (cső- és lemez)lézervágás, hajlítás, stanolás, kézi- és robothegesztés, CNC marás és -fúrás, felületvédelmi eljárások – alkalmazásához modern, folyamatosan frissülő géppark párosul.

A Ferrokov Kft. természetesen rendelkezik a megfelelő nemzetközi tanúsítványokkal, mind a minőségbiztosítás, mind a környezetirányítás, mind pedig a horganyzási-, hegesztési- és acélszerkezet gyártási technológiák tekintetében.

Mindezeknek köszönhetően a Ferrokov Kft nemzetközi elismertsége és keresettsége rendkívül magas szintű, ennek megfelelően forgalmának több mint 90%-át a nyugat-európai és tengerentúli exportpiacokon bonyolítja. Főbb partnerei között megtalálhatók globális piacvezető építőipari és energetikai cégek, de a cég által gyártott alkatrészek agrárparban, közlekedésiparban és egyéb gépipari környezetben is felhasználásra kerülnek.

PROFIL:

-acélszerkezet gyártás
-tűzhorganyzás mártásos és centrifugális technológiákkal
(EN ISO 1461/2000)
Horganyzó kádaink:
4000 x 1200 x 2300 mm-es acélkád
4900 x 900 x 1200 mm-es acélkád
2600 x 900 x 1200 mm-es kerámiakád
-Manuális- és robothegesztés
(EN 1090-1:2009/AC:2010, DIN 18800-7 D osztály
és DIN EN 3834-2)
-galvanizálás automatizált soron

-kötőelem gyártás (5.6-8 8.8-10.9) anyagminőségig;
M8-M36 méretig.)
Egyenes és hajlított rúdcavarak M8-as mérettől.
-lézervágás (CNC) – lemez és cső
-esztergálás (CNC)
-élhajlítás (CNC)
-festés, porfestés
-szemcseszórás
-nagy pontosságú CNC marás, megmunkálás

FERROKOV Vas-és Fémipari Kft. | H-7562 Segesd, Pálmaház utca 1.

Tel.: +36 82 598-900 vagy +36 82 598-919
Fax: +36 82 598-910
E-mail: info@ferrokov.hu
Web: www.ferrokov.hu

Gelicz József - termelési igazgató
(+36 20 9492-463)
Kocsis Péter - kereskedelmi vezető
(+36 20 6166-462)

2025. évi díjazottjaink

Hagyományosan a háromnapos konferencia első napján, az előadások után volt a szakmai díjak ünnepélyes átadása.

Clark Ádám-életműdíjban részesült **dr. Dalmy Dénes** és **dr. Köllő Gábor**. Gratulálunk gazdag életpályájukhoz. Dr. Dalmy Dénes életútját Kolozsi Gyula méltatta. Dr. Köllő Gábor laudációját dr. Dunai László akadémikus tartotta.

Az **Év hidásza díjat** a korábbi év hidászai belső szavazása alapján **Wunderlich István Péter** (Duna Aszfalt Zrt.) kapta. A kitüntetést és a vándordíjként egy esztendeig megőrzendő ördögszobrot is.



3. ábra: Az Év hidásza díj átadása (Gyukics Péter felvétele)

Wunderlich István 1987-ben született, 2013-ban szerzett mérnöki oklevelet a Műegyetemen. 2017-ben nemzetközi beosztómérnöki oklevelet szerzett.

Eddigi pályafutása a hidak kivitelezéséhez kapcsolódik. A hidépítést a Közgép Zrt.-nél kezdte. Első munkája a Szolnok-Szajol vasútvonal hidjainak felújítása, átépítése volt, majd részt vett az M4 Tisza-hídjának építésében, a Zalalövői völgyhid építésében.

2017-től a Duna Aszfalt munkatársa. Fontosabb munkái: komáromi Duna-híd, bajai Ferenc-csatorna-híd, a Százhalombatta-Ercsi vasútvonal korszerűsítése, a Poroszló-Tiszafüred közötti kerékpárút hídszerkezetei és a Kalocsa-Paks közötti Tomori Pál Duna-híd.

Jelenleg a Mobácsi Duna-híd vasbeton szerkezeteinek építéséért felelős projektvezető.

Az év hídkivitelezőjének alapított **Massányi Károly-díjat** 2025-ben **Heringer János**, a Cardium Kft. alapító mérnöke vehette át, elismerve több, mint három évtizedes lelkiismeretes hídfelújítási munkásságát.

Heringer János 1961-ben született, 1986-ban szerzett mérnöki oklevelet a Műegyetem Szerkezetépítő Szakán. Pályafutását tervezőként kezdte, néhány év után váltott és a kivitelezésben helyezkedett el. Szerkezetmegerősítési területen szerzett tervezői és kivitelezői tapasztalataival 33 évvel ezelőtt, 1992-ben megalapította saját kivitelező vállalkozását, amit azóta is személyesen irányít.

Vezetésével számos régi hídszerkezet erősítése, felújítása készült el országszerte. A lőtt betonos technológia alkalmazásának kiváló szakértője, gyakorlott kivitelezője.

A hidépítési munkák mellett szívesen vállalt más jellegű kivitelezési munkát is, különösen, ha a beavatkozás a



4. ábra: Heringer János, 2025. év Massányi-díjasa (Gyukics Péter felvétele)

tartószerkezetet, statikát érinti. Erősítés, hidgerendacsere, feszítőmű építése, nehezállványok és így tovább.

A kivitelezési munka mellett tervezési és szakértési feladatokat is vállal. Jellemzője a megbízhatóság. Elvállalt kivitelezéseket jellemzően mind személyesen irányítja, felügyeli. Amit megígért, azt minden körülmények között betartja.

Az év hídüzemeletetője díjat, az **Apáthy Árpád-díjat Dobó Gábor** kapta, aki szakmai pályafutásának legnagyobb részében műszaki ellenőr volt.



5. ábra: Dobó Gábor, 2025. év Apáthy-díjasa (Gyukics Péter felvétele)

Dobó Gábor 1960-ban született Budapesten, 1984-ben szerzett mérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. Pályafutását a Dunakiliti Duzasztómű műszaki ellenőreként kezdte. Vízépítési, tájépítési, magasépítési és infrastrukturális beruházások után 2000-től foglalkozik hidépítéssel. A Vegyépszert Rt.-nél, majd a MAHÍD 2000 Rt. főmérnökeként irányította az M9 autópálya műtárgyépítéseit.

A kivitelezésben töltött évek után ismét lebonyolítói oldalon vállalt munkát, 2004-től az Utiber Kft. munkatársa. Az M0 autópályán északi szektorának hidépítéseit felügyelte. Később számos kisebb és nagyobb közlekedésépítésnél dolgozott: Szolnoki Tiszavirág gyalogos Tisza-híd, Szolnoki vasúti Tisza-híd, M4 Tisza-hídja, Komárom, Monostori Duna-híd, tokaji Erzsébet királyné Tisza-híd rekonstrukció-

ja. Részt vett a Temesvár déli elkerülő építési munkáinak felügyeletében is.

Több cikke jelent meg szakmai folyóiratokban, és szakmai konferenciákon több előadást tartott. Aktívan bekapcsolódott a vasúti hídszabályzat kidolgozásába, 2024-ben Korányi Imre-díjban részesült.

Az év hídtervezője, **Feketeházy János-díjban** 2025-ben **Kővári Ákos** részesült (Unitef'83 Zrt.).



6. ábra: Kővári Ákos, Feketeházy-díjas év hídtervezője (Gyukics Péter felvétele)

Ákos 1987-ben született, 2011-ben szerzett mérnöki oklevelet a Műegyetemen. Diplomázása óta tervezőmérnökként dolgozik. Pályafutását a Speciálterv Kft.-nél kezdte, majd 11 éve az Unitef '83 Zrt. hídtervezője. Jelenleg irányító tervező, hídszakértő, vezető tervező.

A napi tervezési munka mellett példamutatóan nyitott az újdonságok, az innovációk irányába. Így foglalkozik a korrózióálló acélszerkezetek hidépítési alkalmazásaival, a szigetelés nélküli, nagy teljesítőképességű betonhidakkal és a betonhidak előregyártásának újabb irányjaival is.

Az újszerű megoldásokról szakmai folyóiratokban és konferenciákon számol be. 14 szacikke jelent meg, ezek közül kettő angol nyelven. A nemzetközi híd és szerkezetépítő egyesület, az IASBE tagja. Előadóként képviselte hazánkat Isztambulban 2023-ban, Manchesterben 2024-ben és 2025-ben pedig Gentben. Idén az IABSE kongresszusán három előadását is befogadták.

A Közúti Szakemberekért Alapítvány díjainak átadása is a konferencia programját gazdagította. Év fiatal mérnöke díjban részesült **Horváth Gábor** (Duna Aszfalt Zrt.) és **Tímár István** (A-HÍD Zrt.)

Néhány szóban az előadásokról

Hagyományos nyitó előadást **Sitku László**, a Hidász napok főszerzője, házigazdája, a Hidászokért Egyesület elnöke tartotta. Röviden beszámolt az egyesület évközi eredményeiről, a megújított honlapról és hírlevélről, valamint az egyéb szakmai rendezvényekről is.

A Hidász napok programját minden évben külföldi vendégeink gazdagítják előadásikkal, így köszöntötte a Romániából érkezett delegációt és csehországi vendégeinket is.



Sitku László megemlékezett az elmúlt esztendőben elhunyt kollégákról: **dr. Zvonimir Maročról** (1944–2024), **Németh Istvánról** (1935–2025) és **dr. Jancsó Árpádról** (1954–2025). Nyugodjanak békében.

A továbbiakban név szerint a Hidász napokon felszólaló előadókat említem meg, egyes előadásokhoz tartozó tár-előadók nevei a konferencia honlapján és az előadaskötetben megtalálhatók.



Dr. Kósza Péter, a németországi hídtervezés aktuális trendjeibe adott előadásával bepillantást, munkahelye, a Leonhardt André und Pertner néhány munkáján keresztül. Előadásának második részében a közúti hidak korszerűsítéséről, erősítéséről, modernizációjáról szólt.

Szabó Zoltán (MCE Nyíregyháza Kft.) Németország északnyugati részén, Alsó-Szászország tartományban, a kelet-frízföldi régióban épült, különleges forgóhídról, a Friesenbrücke gyártásáról és szereléséről számolt be, aminek acélszerkezetét Nyíregyházán készítették.



Alexandru Pelin (CNAIR) a romániai állami útfejlesztések híd szakági igazgatója egy hídmlásról tartott részletes beszámolót. Az 1971 és 1973 között épült ferde vasbeton függesztőrudakkal merevített, 216 m hosszú, háromnyílású Siret-híd egy szabálytalan jármű alatt összeomlott. Helyette teljesen új hidat kellett építeni.



Dr. Vít Krivý (Ostravai Műszaki Egyetem) az időjárásálló acél mintegy tízéves korróziós vizsgálati programjáról számolt be előadásában, amelyet Csehországban végez az osztravai műszaki egyetem. Csehországban jelentős hagyománya van a külön korrózióvédelem nélküli acélhidaknak, így üzemel 1975-ben épült hídszerkezet, számos további híd épült ebből az alapanyagból 1970-es, 1980-as években is és a 2000-es években is. Még ortotrop pályalemez híd is épült.



Horvai Péter (V-HÍD Zrt.) a budapesti körvasút Bartók Béla út feletti óriás acélszerkezetének átépítéséről beszélt. A kivitelezés két óriási kihívása a zsebkendőnyi munkaterület megannyi közművel és a híd alatti és a hídon átvezetett forgalom (gyalogos, közúti, villamos, nagyvasút) folyamatos fenntartása.



Dr. Boros Vazul (AIT, Bécs) a drezdai Carola híd 2024. szeptember 11-én bekövetkezett összeomlását követő vizsgálatokról ismertette. Arra a következtetésre jutottak, hogy nagy valószínűséggel ez a szerkesztelenség elsősorban a feszültségkorrózióra vezethető vissza. A híd tönkremenetelének közvetlen kiváltó oka feltehetően a hirte-

len fellépő hőmérséklet-zuhanásban kere-sendő.



Wunderlich István Péter (Duna Aszfalt Zrt.) 2025. esztendő Év hidásza díjasa aktuális munkájáról, a Mohácsi új Duna-hídról szóló előadásorozat bevezetőjét tartotta meg. A legjelentősebb aktuális magyarországi hidépítéssel négy egymást követő előadás foglalkozott.



Szabó Gábor (Duna Aszfalt Zrt.) folytatta az épülő Duna-híd kivitelezésének bemutatását. Bemutatta a mederhíd és a két kisebb ártéri híd szerelésének eltérő körülményeit és megoldásait, kitérve a kényeszerű párhuzamos munkavégzésekre is.

Pál Gábor (Speciálterv Kft.), a híd főtervezője a mintegy 15 ezer tonna tömegű új Duna-híd általános bemutatása mellett részletesen tárgyalta a bal parti szerkezetek építési mozgatóásával járó tervezési feladatokat és rendkívüli kihívásokat.



Süle Ferenc (Főmterv Zrt.) a Duna-híd tervezésének részleteit a mederszerkezet építéstechnológiai tervezésével folytatta. A legnagyobb támaszközü szerkezetet a jobb part felől ideiglenes segéd támaszok segítségével fogják betolni tervezett helyére.



Mátyássy László (Pont-TERV Zrt.) a 30 éves hídiroda munkásságát foglalta össze a megalakulástól napjainkig. Az elmúlt évtizedek meghatározó hídirodája számos óriási műtárgy tervezője volt. A megtervezett acélszerkezetek tömege ez idő alatt közel 100 ezer tonna volt.

Szmodics Zoltán (Uvaterv Zrt.) tervezőmérnök a BIM gyakorlati használatáról tartott előadást. Hangsúlyozta, a BIM sikeréhez nem a merev szabályokhoz görcsösen ragaszkodó tökéletességre van szükség, hanem a használhatóságra.



Nagy Botond Előd (StruSoft Zrt.) a Skandináviában piacvezető, parametrikus tervezésre alkalmas FEM-Design szoftver használatáról tartott inspiráló előadást. Egy komplex példán láthattuk a híd paramétereinek optimalizálását automatizált folyamatokkal támogatva.



Hegyessy Gergely (V-HÍD Zrt.) a Déli Körvasút budai szakaszának munkatér-határolási megoldásait mutatta be, kiemelve, hogy az építkezés során egyszerre kell biztosítani a vasúti, közúti, gyalogos és kerékpáros forgalom biztonságát.



Szatmári Gábor (Via-Pontis Kft.) a hídépítési és fenntartási gyakorlatban előforduló típushibákra fókuszált, különösen a víz és a szerkezeti elemek közötti kölcsönhatásokra. A bemutatott esettanulmány egy 2006-ban épült magyarországi híd példáján keresztül mutatta be a kialakult hibák okait és azok következményeit.

Kertes Tamás (MKIF Zrt.) a koncessziós társaság kezelésében lévő hidakkal kapcsolatos beavatkozásokat mutatta be: dilataciócsere az M1 Rába-hídon, sarucsera a Kőröshegyi völgyhídon és a Pentele Duna-hídon és egyéb munkák.



Kővári Ákos (Unitef '83 Zrt.) 2025. esztendő Év hídtervezője a vadátjárók környezeti szempontú szerkezetválasztásáról tartott előadást. Részletes elemzéssel bemutatta, hogy általánosan megfogalmazható, az anyagfelhasználás minimumra szorításával érhető el a legkisebb szén-dioxid-kibocsátás.



Dr. Kisbán Sándor (CÉH Zrt.) a Tomori Pál Duna-híd extradosed kábeleinek kialakításáról és feszítéséről számolt be.



Zádori Gyöngyi (Speciálterv Kft.) előadásában a Speciálterv hídiroda meg nem valósult álmait, avagy fiókban maradt terveit mutatta be. „Egy meg nem valósult hídváltozat azonban nem jelenti azt, hogy az ötlet nem él tovább. Egyes tervek saját életet élnek, folyamatosan fejlődnek és átalakulnak a tervezői pályafutás során.”



Pataki János (Pont-TERV Zrt.) a Hidászokért Egyesület 2025. év tavaszi, kínai tanulmányútjáról tartott fényképes, színes beszámolót. Az utazás célja elsősorban a világrekord új ferde kábeles híd megtekintése és az épülő következő világrekord függőhíd, a 2300 m támaszközü Jangce-híd munkahelyének látogatása volt.



Dezső Zoltán (Duna Aszfalt Zrt.) az M49 gyorsforgalmi út épülő új szakaszát, az M3 elválasztási csomópont és Ökörítőfülpös közötti szakaszát ismertette, benne a legnagyobb műtárggyal, az épülő Krasznahíddal.



Hodik Zoltán (Budapest Közút Zrt.) budapesti körképet adott: Flórián téri felüljáró, Árpád híd dilatációcseréje, további dilatációcserék, népligeti felüljáró, K-híd és Éles sarok támfala.



Parragi Szabolcs (Duna Hídépítő Zrt.) az M49 Krasznahídjának szerkezetépítésével folytatta. A 184,5 m hosszú öszvérhíd érdekessége, hogy a legnagyobb nyílása nem a Krasznára fölül épül, hanem annak árvédelmi töltése fölül, hogy ne legyen aléptítmény a töltésben.



Tihanyi Tamás



Kolozsi Péter



Hauser Gábor



Opoldusz Máté (Pannon Freyssint Kft.) előadásában három jelentős külföldi munka tapasztalatait foglalta össze: Norvégiában egy ferde kábeles híd az Északi sarkkör közelében; Lengyelországban a Kostrzyn nad Odrą hidat; Ruandában pedig egy 50 m fesztávú gyalogos függőhidat.

Tihanyi Tamás (KEPES Kft.), **Kolozsi Péter** (Via-Pontis Kft.) és **Hauser Gábor** (Hilti Hungaria Kft.) az M5 autópályán kísérleti jelleggel ma már több hídra is beépített ütközésvédelmi panelekről számolt be. A paneleket az előregyártott vasbeton híderendék gerincébe fűrt dűbelekkel rögzítik.



Leskó Ferenc (Silicone Protection Kft.) a szilános impregnálószerek alkalmazását mutatta be, kiemelve a költségek optimalizálását és az infrastruktúra kedvező fenntarthatóságát.



Kolozsi Gyula (Via-Pontis Kft.) kerekasztal-beszélgetést vezetett a megújuló közúti hídtervezésre vonatkozó útügyi műszaki előírás-sorozatról. A gigantikus, 6. éve folyó munkáról beszélgetés formájában számoltak be a MÁÚT által felkért munkabizottságok vezetői.

Tóth Axel (MÁV) a gubacsi vasúti Duna-ághíd kálváriájáról adott részletes ismertetőt. A koros és rendkívül rossz állapotú híd jelenleg a legsürgetőbb átépítési feladat a magyar vasúthálózaton. A hídon átvezetett iparvágány a csepeli szabadkikötő vasúti köldöksínórja. Legoptimistább számítás szerint is a meglévő hidat még legalább 2028. év végéig üzemben kell tartani.



Hajós Bence (Első Lánchíd Bt.) első előadásában rekordméretű, Szeged és Nagylak közötti, 720 tonna össztömegű közúti szállítási műtárgy megerősítési munkáiról számolt be. Második előadásában a Katonai Műszaki Doktori Iskolán folyó kutatáshoz kapcsolódóan készített, Leopard 2A7HU harckocsival végzett kísérleti célú közúti híd próbaterhelését és annak eredményeit mutatta be.

Póta András (MSc Kft.) a két gyulafiratói vasúti viadukt átépítésének (felszerkezetcsere) tervezését mutatta be. Az új felszerkezetek 2025 tavaszára készültek el. Az új szerkezetek bár korszerű hegesztett szerkezetek, tökéletesen visszaadják a régi szögcselt hidak megjelenését.



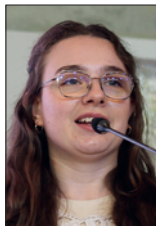
Feketéné Benkó Kata (Tokaj Hegyalja Egyetem) az Ipoly-völgy hídhányos állapotát elemezte a közlekedési jóllét aspektusainak szempontjából. Rámutatott a további hiányzó Ipoly-hidak szükségességére, azok periféria csökkentő potenciáljára, egyúttal a már megépült hidak túl szigorú közlekedéspolitikai súlykorlátozására is.



Csikócs Csaba (Magyar Közút Nonprofit Zrt.) az országos közúthálózat kritikus állapotú, feszített vasbeton hidjainak felügyeleti programját ismertette, amihez dr. Paulik Pétertől kaptak szakmai segítséget és támogatást a tavalyi Hidász napok előadásainak folyamányaként.



Tóth Tibor (Sztrádaline Kft.) szokásos módon a nagyvilág hídsz- és hídepítési híreiből készített színes és érdekes összeállítást.



Vitányi Borbála (BME, egyetemi hallgató) a fordított Fink-rendszerű hidakkal foglalkozó szakdolgozatát foglalta össze előadásában. Egy 60 m támaszközre mutatott be lehetséges felszerkezeti változatokat.



Kertész Zoltán (Pannon Freyssinet Kft.) Magyarországon újszerű emelőtechnikáról, a Flat Jack módszeről beszélt. Az eljárást sikeresen alkalmazták a Hungaroring felátjárójának átépítéséhez. A technológia előnye, hogy kis hézagokba is beépíthető az emelőpárna.



Kerner Gábor (Hídépítő Zrt.) a Kőröshegyi völgyhíd sarucseréjét mutatta be, amit 2024 márciusa és szeptembere között végeztek. A 2. és 3. támaszon összesen három sarut cseréltek ki, az előkészítő munkákat nem számolva öt munkanap alatt.



Gábrriel László (MKIF Infrastruktúra Üzemeltető Zrt.) a Pentele híd sarucseréjének kálváriáját mutatta be.



Balaton Tamás



Tigyí Béla

Balaton Tamás és Tigyí Béla (Duna Aszfalt Zrt.) az M7 autópálya feletti, balatoni kerékpárút részét képező kerékpárhíd teljes átépítésének aléptímenyi és acél felszerkezeti kivitelezéséről beszéltek.

Kertesy Zsolt (Uvaterv Zrt.) a Bartók Béla út feletti épülő körvasúti vasúti híd tervezésének erőtanai érdekességeiről szövegelt. Az épülő alsópályás ívhidak 93,0 m támaszköze a legnagyobb ilyen rendszerű vasúti híd lesz Magyarországon.



A Hidász napok 2025 **Sitku László** vezető elnök, a Hidászokért Egyesület elnökének gondolataival és összegzésével zárult.

A Hidász napok legfontosabb érdeme, hogy két és fél napra találkozhat személyesen egymással a teljes hídépítő szakma. A találkozás, személyes kapcsolatok mellett nem kevésbé fontos a konferencia szakmai programja sem. Az elhangzott előadások visszahallgathatóak és az írott előadások is elérhetőek. Az előadásokat gazdagította és jó tekintést adott külföldről érkezett vendégeink előadásai.

Köszönjük mindenkinek az aktív részvételt és különösen is mindazok munkáját, támogatását, akik a Hidász napok megszervezéséhez hozzájárultak. Ezúttal is köszönjük Gyukics Péter fotográfus felvételeit, mellyel a beszámolót színesíthettük.

Találkozunk jövőre is!



Géper

Gépek és Rendszerek
Szolgáltató Kft.

H-6000 Kecskemét,
Irlinyi u. 29.

www.geper.hu

Messer
Cutting
Systems
Magyarországi
Képviselője



Termikus vágógépek
Lézer- – Plazma- – Lángvágó
Forgalmazás – Vevőszolgálat – Szerviz

messer.geper@t-online.hu

Nullifire
Smart Protection

Teljeskörű termékkínálat!
Nullifire acél tűzvédő bevonatok



ETA
21/0683

SC605

Az SC605 oldószeres, borátmentes, magas szárazanyag-, alacsony VOC -tartalmú, tűzvédő bevonat. Bel és kültéri acélszerkezetek 60 perces tűz elleni védelmére optimalizálva.

SC803

Az SC803 vízzel hígítható tűzvédő bevonat. Beltéri és időjárás behatásoktól védett kültéri acélszerkezetek tűzvédelmére, 90 perces tűzállóságig.

SC902

Szabadalmaztatott hibrid technológián alapuló, alacsony VOC-tartalmú, kétkomponensű, egyrétegű tűzvédelmi bevonat. Gyors száradás, acélszerkezetek hatékony tűzvédelme, 120 perces tűzállóság.

optifire+

warrington
certification



ETA
20/1210

mipa

Professional Coating Systems

MIPA HUNGARIA KFT
8000 SZÉKESFEHÉRVÁR,
ZSURLÓUTCA 2.

Tel: +36 22 514 510

Fax: +36 22 514 517

info@mipahungaria.hu

www.mipahungaria.hu

A termékek gyártója:



Construction
Products Group
Europe



ETA
20/1216

SZINUSZHULLÁM-GERINCŰ ROZSDAMENTES GERENDÁK NYÍRÁSI ELLENÁLLÁSA

Mivel a rozsdamentes acél szinuszhullám-gerincű I tartók nyírási ellenállásának vizsgálatával korábban nem foglalkozott a szakirodalom, a cikk a témához kapcsolódó háttérutalásokat és analóg eredményeket tekinti át, megalapozva a további vizsgálatokat. A szinuszos hullámprofil alkalmazása rozsdamentes acél tartóknál világszerte egyedülálló, ezért szükségessé vált annak vizsgálata, hogy a jelenleg érvényes tervezési módszerek, mint például az EN 1993-1-5:2006 előírásai, alkalmazhatók-e ezen szerkezetek nyírási ellenállásának meghatározására. A rozsdamentes acélt egyedi tulajdonságai, mint a korrózióállóság, tartósság és kedvező mechanikai jellemzők, egyre vonzóbbá teszik az építőipari alkalmazások számára. Az elmúlt évtizedek tudományos kutatásai jelentősen hozzájárultak a rozsdamentes acél szerkezeti felhasználásának terjedéséhez. A cikkben ismertetjük a szakirodalomban megtalálható rugalmas kritikus lokális nyírási horpadási feszültség meghatározására alkalmas módszerek pontosságát, és megállapítjuk, hogy az elérhető módszerek jelentős szórással rendelkeznek. Végezetül megvizsgáljuk a szénacél hullámos gerendákhoz kalibrált nyírási ellenállási csökkentőtényezők megbízhatóságát rozsdamentes acél anyag esetén.

1. BEVEZETÉS

A rozsdamentes acél kiemelten értékes anyag és számos olyan előnyt kínál, amelyek hozzájárulnak a tartós, fenntartható és esztétikus épületek, szerkezetek kialakításához. A jövőbeli felhasználása várhatóan növekedni fog, mivel az építőipar egyre inkább előtérbe helyezi a kedvező anyagtulajdonságokat, a hosszú élettartamot, a minimális fenntartási költségeket és a környezeti hatásoknak való ellenállást. Napjainkban a fenntarthatóság prioritást élvez az építőmérnöki szerkezetek tervezése, építése és karbantartása során. Az Egyesült Nemzetek Szervezete 2015-ben hozta létre a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó fenntartható fejlődési menetrendet, 17 fenntartható fejlődési céllal együtt [1]. A „Következő lépések a fenntartható európai jövőért” című közlemény egyértelművé teszi, hogy az Európai Unió (EU) prioritásként kezeli a fenntartható társadalomra való áttérést. Az EU számára az egyik legnagyobb akadály az éghajlatváltozás csökkentésére irányuló céljának elérésében az épületek és az építőipar környezeti hatásainak mérséklése. Az EU-ban az építőipar a teljes energiafogyasztás mintegy 40%-áért, az üvegházhatású gázok kibocsátásának 35%-áért és az összes kitermelt anyag több mint 50%-áért felelős. A fenti célok elérése kapcsán például a hídépítésben egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a fenntartható fejlődés iránt, különösen a gazdaságra

és a környezetre gyakorolt potenciális hatásainak fényében. A rozsdamentes acélt egyedi tulajdonságai – a kiemelkedő korrózióállóság, a nagy szilárdság, a tartósság és az esztétikus megjelenés – teszik egyre vonzóbbá az építőipar számára. Míg kezdetben magasabb költségei miatt főleg „látszó” vagy kiegészítő elemeknél használták, az elmúlt évtizedek intenzív kutatásai megalapozták a rozsdamentes acél szélesebb körű szerkezeti alkalmazását is [2]. A rozsdamentes acél anyag világszintű építőipari felhasználása 2023-ban meghaladta a 8,5 millió tonnát. Egy imponáló példát az anyag felhasználásra az 1. ábrán láthatunk. A Kelta átjáró (angolul: The Celtic Gateway, walesiül: Porth Celtaidd) egy rozsdamentes acél gyalogos- és kerékpáros-híd Anglesey-ben, Walesben. A híd fő célja, hogy Holyhead vasútállomását és kompkihajtóját közvetlenül és akadálymentesen összekösse a városközponttal. A híd teljes hossza 160 méter, legnagyobb nyílása 70 m.

Az egyre nagyobb alkalmazási lehetőségek miatt kiemelt figyelmet kapnak, azok a tudományos vizsgálatok, amelyek a rozsdamentes acélból készülő gerendák mechanikai viselkedésének feltárására összpontosítanak.



1. ábra: A Kelta átjáró nevű gyalogos- és kerékpáros-híd Anglesey-ben, Walesben

Jelen tanulmány egy átfogó szakirodalmi áttekintést ad a hegesztett rozsdamentes acél I gerendák nyírási ellenállásának meghatározására irányuló kutatási eredményekről, illetve ismerteti a szénacél szinuszhullám-gerincű tartók tervezési eljárásainak fejlődését. A tanulmány bemutatja a hullámlemez gerinccel készült, rozsdamentes acél I gerendák rugalmas kritikus horpadási nyírófeszültségének meghatározására alkalmas eljárások pontosságát is. Korábbi kutatásaink során valós méretű, ausztenites rozsdamentes acélból (1.4301) készült próbatestek nyírási teherbírását határoztuk meg. A vizsgálatok eredményei megmutatták, hogy a tönkremenetel lokális jelleggel következik be [3]. A kísérleti adatok alapján hitelesített végeelemmodellek segítségével kiterjedt paraméteres vizsgálatot hajtottunk végre, amely alátámasztotta, hogy a rugalmas kritikus nyírófeszültség meghatározására használt formulák által kapott eredmények szórása nagy, javításuk szükséges a várható képlekeny ellenállás pontosabb meghatározása érdekében.

2. SÍK GERINCŰ, ROZSDAMENTES GERENDÁK NYÍRÁSI ELLENÁLLÁSA

A hegesztett szénacél gerendák nyírási ellenállásának meghatározására rendelkezésre álló szabványos formulák régóta ismertek, kidolgozásukhoz számos laborvizsgálat és numerikus szimuláció járult hozzá. A rozsdamentes acél esetében csak korlátozott számú kísérleti eredmény érhető el a nemzetközi szakirodalomban. A hegesztett, rozsdamentes acél gerendák nyírási ellenállása az EN 1993-1-4:2006 [4] szabvány 5.6 szakasza alapján határozható meg, amely az EN 1993-1-5:2006 [5] előírásain alapul, de igyekszik figyelembe venni az anyag nemlineáris viselkedését. Gardner alapján [6] keresztmetszet szinten a zömök elemek jelentős képlékeny többletterherbírása, míg a karcsú lemezek horpadási hajlama okozza a legnagyobb tervezési kihívást a rozsdamentes anyagú tartószerkezetek méretezése során.

Hidegen alakított, rozsdamentes anyagú elemek gerincének nyírási ellenállásának meghatározására vonatkozó első célzott kísérleti program Carvalho et al. [7] nevéhez fűződik. Olsson [8] egy mérőföldkőnek számító kutatási munkában összesen 8 hegesztett gerenda hárompontos hajlító kísérleteit hajtotta végre. A kísérleti eredmények és a numerikus vizsgálatok alapján egy szabványos tervezési eljárást javasolt, amely Höglund [9] forgatott feszültségmezős elméletére (rotated stress field theory) épült. Olsson munkája később beépült az EN 1993-1-4:2006 [4] szabványba, ahol a gerinclemez nyírási horpadási ellenállása [4]:

$$V_{bw,Rd} = \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} \quad (1)$$

Az (1)-ben a nyírási horpadási csökkentőtényező χ_w :

$$\chi_w = \eta \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w < \frac{0,6}{\eta} \quad (2.a)$$

$$\chi_w = 0,11 + \frac{0,64}{\bar{\lambda}_w} - \frac{0,05}{\bar{\lambda}_w^2} \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w \geq \frac{0,83}{\eta} \quad (2.b)$$

a fenti összefüggésekben $\bar{\lambda}_w$ a gerinclemez viszonyított nyírási-horpadási karcsúsága, h_w a gerinclemez magassága, t_w a gerinclemez vastagsága, f_{yw} a gerinclemez folyási határa és η az acél alapanyagától függő tényező (ajánlott értéke $\eta = 1,2$).

Real és munkatársai [10] kilenc hegesztett, rozsdamentes acél gerendán végeztek laboratóriumi vizsgálatokat, amelyek különböző gerinclemez geometriával rendelkeztek, lefedve a gerinclemez nyírási horpadási ellenálláshoz tartozó karcsúság széles tartományát. Estrada és munkatársai [11] a merev és nem merev gerendavég-kialakítások hatását vizsgálták a hegesztett rozsdamentes acél I tartók képlékeny nyírási teherbírására. Saliba és munkatársai [12] összegyűjtötték az irodalomban fellelhető kísérleti eredményeket, és összevetették őket az EN 1993-1-4:2006 tervezési javaslatával. A szerzők egy háromszakaszos nyírási horpadási görbét javasoltak a rozsdamentes acél gerendák nyírási ellenállásának meghatározására. Nem merev gerendavég-kialakítás esetén a javasolt nyírási horpadási csökkentőtényező [12]:

$$\chi_w = \eta \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w < \frac{0,65}{\eta} \quad (3.a)$$

$$\chi_w = \frac{0,65}{\bar{\lambda}_w} \quad \text{ha} \quad \frac{0,65}{\eta} \leq \bar{\lambda}_w < 0,65 \quad (3.b)$$

$$\chi_w = \frac{1,56}{0,91 + \bar{\lambda}_w} \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w \geq 0,65 \quad (3.c)$$

merev, véglehorgonyzást biztosító gerendavég-kialakítás esetén pedig:

$$\chi_w = \eta \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w < \frac{0,65}{\eta} \quad (4.a)$$

$$\chi_w = \frac{0,65}{\bar{\lambda}_w} \quad \text{ha} \quad \frac{0,65}{\eta} \leq \bar{\lambda}_w < 0,65 \quad (4.b)$$

$$\chi_w = \frac{1,19}{0,54 + \bar{\lambda}_w} \quad \text{ha} \quad \bar{\lambda}_w \geq 0,65 \quad (4.c)$$

A (3) és (4) egyenletek mechanikai háttere szintén Höglund forgatott feszültségmezős-elméletén alapul. A paraméteres vizsgálat eredményei alapján a javasolt módszer biztonságos, megbízható, és ausztenites, valamint duplex rozsdamentes acélokhoz is egyaránt alkalmazható.

Saliba és Gardner [13] kiterjesztették a folyamatos feszültség módszerét (Continuous Strength Method) a rozsdamentes acél gerinclemezes tartók nyírási ellenállásának meghatározására. Ez a deformációalapú módszer képes figyelembe venni a képlékeny felkeményedés hatását, és a szerzők szerint pontosabb a rendelkezésre álló tervezési módszereknél. A módszer használatához $\lambda_w \geq 0,65$ lemezkarcsúság esetén a szerzők az EN 1993-1-4:2015 szabvány alapján javasolják meghatározni a nyírási horpadási csökkentőtényezőket. Fortan és munkatársai [14] vizsgálták a lean-duplex anyagú rozsdamentes acél gerendák nyírási ellenállását. A paraméteres vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy az EN 1993-1-4 szabvány szerinti tervezési módszer kellően pontos, bár további javításokkal a pontosság növelhető. Nem merev gerendavég-kialakítás esetén a gerenda nyírási ellenállása:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} + \frac{I_f}{I_T} \frac{W_{pl,T}}{c} f_{yst} \quad (5)$$

ahol $V_{bw,Rd}$ és a $V_{bf,Rd}$ a gerinc és az övek hozzájárulása a nyírási ellenálláshoz, amelyek meghatározhatók az érvényben lévő szabvány előírásai alapján. A harmadik tag a merevítőbordák hozzájárulását veszi figyelembe. Az I_f és az I_T az öv és az egyenértékű T elem inercianyomatéka, $W_{pl,T}$ az egyenértékű T elem képlékeny keresztmetszeti modulusa, c a merevítőborda és a képlékeny csukló közötti távolság, f_{yst} a merevítőborda folyási határa. Az egyenértékű T elem a merevítőbordából és a merevítőbordával együtt dolgozó hatékony gerinclemez zónából áll. A merev véglehorgonyzást biztosító gerendavég-kialakítás esetén egy negyedik taggal egészíthető ki az (5) egyenlet.

Chen és munkatársai [15–16] kísérletileg vizsgálták a rozsdamentes acél gerendák hajlítónyomaték és nyíróerő együttes hatása alatti viselkedését, majd egy olyan tervezési módszert javasoltak a hegesztett, rozsdamentes acél gerendák nyírási teherbírásának meghatározására, amely összhangban van az AISC szabvány előírásaival. Abban az

esetben, ha a húzott mező hatását (tension field action) nem vesszük figyelembe, a gerenda nyírási ellenállása:

$$V_{b,Rd} = 0,6 \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w \cdot C_{v1} \quad (6)$$

ahol a szerzők által javasolt nyírási horpadási csökkentőtényező:

$$C_{v1} = 1 \quad \text{ha} \quad \frac{h_w}{t_w} \leq 0,85 \sqrt{\frac{E \cdot k_v}{f_{yw}}} \quad (7.a)$$

$$C_{v1} = \frac{1,55 \sqrt{E \cdot k_v / f_{yw}}}{0,7 \sqrt{E \cdot k_v / f_{yw}} + h_w / t_w} \quad \text{ha} \quad \frac{h_w}{t_w} > 0,85 \sqrt{\frac{E \cdot k_v}{f_{yw}}} \quad (7.b)$$

A fenti egyenletekben E az anyag rugalmassági modulusa, k_v a rugalmas nyírási horpadási tényező. A húzott mező hatásának figyelembe vétele esetén a (7) egyenletek további tagokkal egészülnek ki.

Nemrégiben Chen és munkatársai [17] megvizsgálták különböző tervezési szabványok (pl. EN 1993-1-4:2006 [4], GB 50017-2017 [18], ANSI/AISC 370-21 [19]) pontosságát hajlító- és nyíróerő kölcsönhatása esetén. A numerikus vizsgálat kimutatta, hogy az AISC előírás nagy hajlítónyomaték és nagy nyíróerő kombinációja esetén nem biztonságos eredményekhez vezethet. A fent említett kutatások alapján megállapítható, hogy a rendelkezésre álló tervezési ajánlások többnyire biztonságosak vagy konzervatívak a rozsdamentes acél sík gerincű tartók nyírási horpadási teherbírásának előrejelzésére. A tervezési ajánlások és azok továbbfejlesztései szorosan kapcsolódnak a hagyományos, Höglund [9] által eredetileg szénacél I tartókra kidolgozott forgatott feszültségmező-elmélethez.

3. SZINUSZHULLÁM-GERINCŰ, SZÉNACÉL TARTÓK NYÍRÁSI ELLENÁLLÁSA

Az EN 1993-1-5:2006 [4] szabvány D melléklete szerint a hullámosított gerincű tartók nyírási szilárdsága a következő képlettel határozható meg:

$$V_{b,Rd} = \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} \quad (8)$$

Fontos megjegyezni, hogy hullámos gerincű tartók esetén nem számíthatunk az övek hozzájárulására. A csökkentőtényező meghatározása során különbséget kell tennünk a lokális és a globális stabilitásvesztési módok között. Lokálisnak nevezzük azt a stabilitásvesztési módot, ami csak egy hullámot érint. A lokális és globális stabilitásvesztési módokhoz tartozó csökkentőtényezők [4]:

$$\chi_{c,l} = \frac{1,15}{0,9 + \bar{\lambda}_{c,l}} \leq 1,0 \quad (9.a)$$

$$\chi_{c,g} = \frac{1,5}{0,5 + \bar{\lambda}_{c,g}^2} \leq 1,0 \quad (9.b)$$

ahol a lokális és globális horpadáshoz tartozó karcsúsági tényezők:

$$\bar{\lambda}_{c,l} = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr,l} \sqrt{3}}} \quad (10.a)$$

$$\bar{\lambda}_{c,g} = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr,g} \sqrt{3}}} \quad (10.b)$$

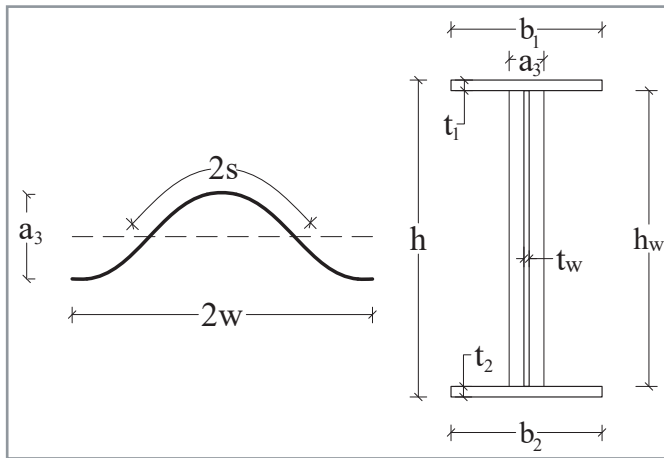
A (10) egyenletekben a $\tau_{cr,l}$ és $\tau_{cr,g}$ a hullámos gerinclemez rugalmas kritikus lokális és globális nyírási horpadási feszültségei. Pasternak és Kubieniec [20] nagy gerinc karcsúságú szinuszhullám-gerincű gerendák nyírási ellenállását határozták meg. A vizsgált tartók globális horpadási jelleggel mentek tönkre, és a szerzők megfigyelték, hogy ha a gerinc karcsúsági tényezője nagyobb, mint 0,74, akkor csökkentőtényezőt kell figyelembe venni. Wang et al. [21] olyan I tartók nyírási ellenállását vizsgálták, amelyek gerince alacsony frekvenciájú szinuszos hullámosítással rendelkezett. A numerikus vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy az egységnyi hosszra eső félhullámok számának növelésével a tartó nyírási szilárdsága növekszik. Nikoomanesh és Goudarzi [22] a szinuszos hullámgerincű szénacél I tartók nyírási horpadási ellenállását vizsgálták, és egy interakciós egyenletet javasoltak a nyírási horpadási ellenállás meghatározására. Kim és Park [23] paraméteres érzékenységi analízist végeztek a szinuszos hullámgerincű I tartók nyírási horpadási viselkedésének vizsgálatára. A nyírófeszültségek és a különböző tervezési változók közötti kapcsolatot egy nemlineáris regressziós modellel írták le. A regressziós modell fokszámának növelésével a numerikus szimulációk eredményeit pontosan előre tudták jelezni. Górecki és Sledziewski [24] kísérletileg értékelték a szinuszos hullámosítás geometriai paramétereinek hatását az I tartók teherbíró képességére egy négyponos hajlítóvizsgálat során. A kísérleti vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a hullámamplitúdó és a hullámhossz arányának növelésével a tartó nyírási horpadási szilárdsága csökken. Alzoubi et al. [25] összegyűjtötték az irodalomban található kísérleti vizsgálatok eredményeit, és összehasonlították azokat a rendelkezésre álló méretezési módszerek eredményeivel. A szerzők kimutatták, hogy a (8) egyenlet rendkívül konzervatív eredményekhez vezet, és jelentős szórással rendelkezik. Nemrégiben Li et al. [26] vizsgálták a merevített, kör alakú nyílásokkal ellátott hullámosított gerincű I tartók nyírási horpadási viselkedését. A szerzők megerősítették, hogy a kezdeti tökéletlenség amplitúdójának hatása a nyírási ellenállásra csekély.

Az EN 1993-1-5:2006 [5] alapján a szinuszos hullámgerinc rugalmas kritikus lokális horpadási feszültsége:

$$\tau_{cr,l} = \left(5,34 + \frac{a_w \cdot s}{h_w \cdot t_w} \right) \frac{\pi^2 E}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t_w}{s} \right)^2 \quad (11)$$

ahol a_w a hullám amplitúdója, s a félhullám kiterített hossza, E az anyag Young-modulusa és ν a Poisson-tényező. A geometriai jelöléseket a 2. ábra mutatja.

Az (11) egyenletet az Ausztriában használt szinuszhullám-geometriához vezették le, és Johansson et al. [27] szerint az összefüggés nem elég általános, és nem biztonságos eredményekhez vezethet, ha a hullám méretei eltérnek az osztrák típusú hullámosítástól. Az új EN 1993-1-5:2024



2. ábra: Geometriai jelölések

[28] szabványban a 13. szakasz tartalmazza a hullámosított gerinclemez kialakításához kapcsolódó tervezési szabályokat, és a szinuszos hullámgerincek esetében a rugalmas helyi nyírési horpadási feszültség [28]:

$$\tau_{cr,l} = \left(5.34 + \frac{5}{6} \frac{a_3 \cdot s}{h_w \cdot t_w} \right) \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_w}{s} \right)^2 \quad (12)$$

Vegyük észre, hogy a (12) egyenlet csak csekély módosítása a (11) egyenletnek. Sebastiao és Papangelis [29] összehasonlították a héj végeleemes modell lineáris horpadás-vizsgálatának eredményeit a (11) egyenlet használatával kapottakkal, és megerősítették, hogy az nem biztonságos eredményekhez vezethet. Ezért ennek az egyenletnek a használata zömök gerincek esetében nem javasolt. A pontosabb eredmények elérése érdekében a következő összefüggést javasolták a szinuszos hullámgerinc lokális nyírési horpadási feszültségének meghatározására [29]:

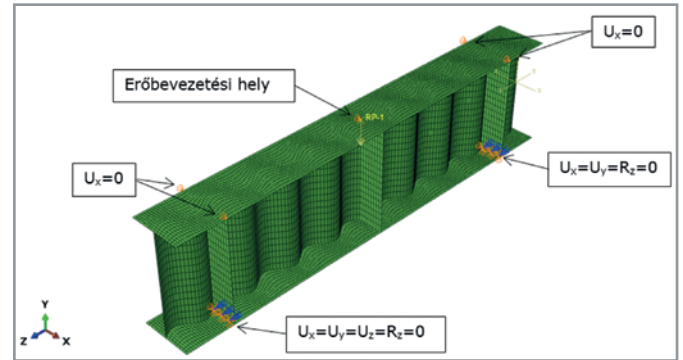
$$\tau_{cr,l} = 6.31 \left(\frac{0.5 \cdot a_3 \cdot 2w}{h_w \cdot t_w} \right)^{0.41} \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_w}{s} \right)^2 \quad (13)$$

Mint látható, számos tanulmány foglalkozott a szénacél szinuszos hullámgerinc nyírési viselkedésével. Az elmúlt három évtized átfogó szakirodalmi áttekintése megtalálható a [31]-ben. A mai napig csak Amani et al. [31] vizsgálták a trapéz hullámgerincű rozsdamentes acél tartók nyírési viselkedését. Négy hullámos gerincű gerenda nyírési ellenállását határozták meg hárompontos hajlítóterhelési elrendezésben. A vizsgált tartók nyírési jelleggel mentek tönkre, és a tartók tönkremeneteli nyírési szilárdsága nagyobb volt, mint a nyírési folyáshatár. A kísérleti vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a magasabb gerincarcúsági aránnyal rendelkező rozsdamentes acél hullámosított gerincű I tartó is elérheti a folyáshatárát. Meg kell említeni, hogy Pasternak és Kubieniec [20] hasonló viselkedést tapasztaltak a szénacél hullámosított gerincű tartóknál.

4. NUMERIKUS VIZSGÁLAT

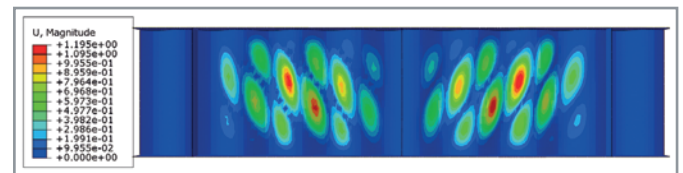
A [3]-ban bemutatott laborkísérletek alapján fejlett numerikus modellt készítettünk, és a modell helyességét a kísérleti eredmények alapján igazoltuk. A numerikus modellt az Abaqus CAE [32] szimulációs szoftver alkalmazásával hoztuk létre. A szerkezeti elemeket 4 csomópontú és 6 szabadságfokú héj végelelemmel (S4) modelleztük. Az alkalmazott héj végelelem alkalmas a képlékeny viselkedés és a nagy

alakváltozások figyelembevételére. Egy keresztmetszetben összesen 49 csomópontot alkalmaztunk, és a gerendákhoz tartozó modellfajlokat parametrizált környezetben hoztuk létre. Az alkalmazott anyagmodell rugalmas-képlékeny volt. A támaszoknál és az erőbevezetések helyén kontrollpontokat helyeztünk el a megtámasztási viszonyok definiálásának érdekében (3. ábra). A kontrollpontokhoz tartozó végelelem-csomópontokat pedig az ún. MPC (Multi Point Constraint) elemekkel kapcsoltuk össze. A terheket erőként működtettük a szerkezetre. A kezdeti imperfekció amplitúdója megegyezett a gerinc magasságának 200-ad részével [4].



3. ábra: Az alkalmazott végelelemmodell támaszviszonyai

A fent bemutatott modell alkalmas a szinuszhullámgerincű tartók rugalmas kritikus nyírési horpadási feszültségének a meghatározására. A 4. ábra a gerinclemez első, lokális sajátalakját mutatja. A vizsgált esetben a gerinclemez anyaga 1.4301, magassága $h_w = 330$ mm, vastagsága $t_w = 2,5$ mm, a hullámzás amplitúdója $a_w = 40$ mm és a felszínshullám hossza $2w = 160$ mm volt.



4. ábra: Az első lokális sajátalak

A (8) egyenlet alkalmazása megköveteli a rugalmas kritikus nyírófeszültség pontos meghatározását. Ahogy azt korábban is említettük, Johansson és munkatársai [27] szerint a (11) egyenlet nem elég általános, és akár nem biztonságos eredményekhez is vezethet. A felülvizsgált EN 1993-1-5:2024 szabvány a (11) egyenlethez képest csak kisebb módosítást tartalmazó (12) egyenlet használatát javasolja. A hullámos gerinclemez rugalmas kritikus nyírési horpadási feszültségének meghatározásában a szakirodalomból két jelentős megközelítés emelhető még ki: Nikoomanesh és Goudarzi [22] javaslata, valamint Sebastiao és Papangelis [29] módszere.

A következőkben megvizsgáljuk a (11–13) egyenletek pontosságát a numerikus modell lineáris stabilitásvizsgálatának (LBA) eredményéhez képest. A numerikus vizsgálat a geometriai jellemzők széles tartományát lefedte, melyet az 1. táblázat foglal össze. Összesen 294 tartót modelleztünk, három különböző gerincmagassággal és három eltérő hullámzási amplitúdóval. A paramétereket szisztematikusan változtattuk, hogy feltárjuk a lokális rugalmas kritikus nyírési horpadási feszültségre gyakorolt hatásaikat.

1. táblázat: A numerikus szimulációkhoz használt gerendák geometriai méretei

Gerenda neve	h_w [mm]	t_w [mm]	b_f [mm]	t_f [mm]	a_w [mm]	$2w$ [mm]	Gerenda hossza [mm]
SIPE360	330	1; 1,5; 2; 3	170	15	35; 40; 45	160	960; 1280; 1600; 1920; 2240; 2560; 2880; 3200; 3520
SIPE400	370	1; 1,5; 2; 3	180	15	35; 40; 45	160	960; 1280; 1600; 1920; 2240; 2560; 2880; 3200; 3520
SIPE450	420	1; 1,5; 2; 3	190	15	35; 40; 45	160	1600; 1920; 2240; 2560; 2880; 3200; 3520

A tartók hossza minden esetben a hullámhossz ($2w$) egész számú többszöröse volt, annak érdekében, hogy a tartó elején és végén is kétszer szimmetrikus keresztmetszet alakuljon ki. A támaszoknál és az erőbevezetési helyen alkalmazott merevítők vastagsága minden esetben azonos volt az övlemez vastagságával. A numerikus modellekben az alapanyag az EN 1993-1-4:2006 szabvány szerint az 1.4301 jelű volt a korábban elvégzett laborvizsgálatoknak megfelelően. A gerinclemezek esetén a hidegen hengerelt rozsdamentes acél folyáshatára $f_y = 230 \text{ N/mm}^2$, szakítószilárdsága pedig $f_u = 540 \text{ N/mm}^2$. Az övlemezeken a következő értékeket vettük figyelembe: $f_y = 210 \text{ N/mm}^2$ és $f_u = 520 \text{ N/mm}^2$. A Young-modulus értéke 200000 N/mm^2 volt.

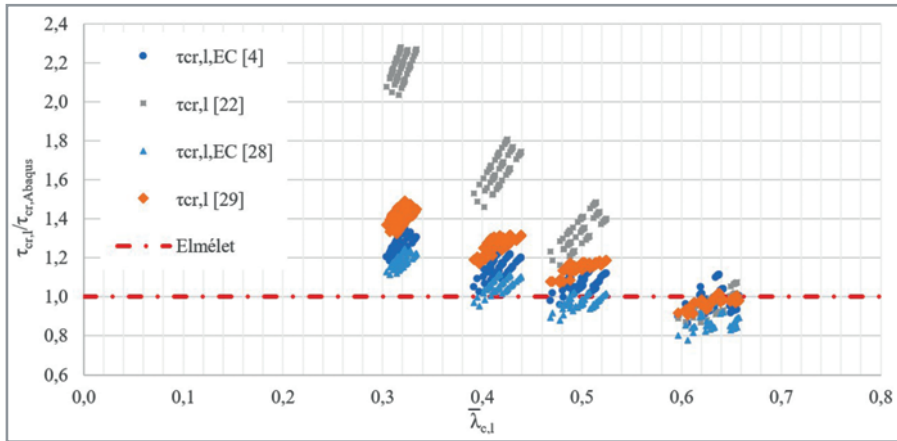
Az 5. ábra a különböző módszerek eredményeit hasonlítja össze a héj végelemmodelleken végrehajtott lineáris stabilitási analízis eredményével. Az ábra alapján kijelenthető, hogy a vizsgált tartományban minden módszer jelentős szórást mutat. A legnagyobb eltérés Nikoomanesh és Goudarzi [22] módszeréhez kapcsolódik. A vizsgált tartó-

mányban a rugalmas kritikus nyírófeszítés akár kétszerese is lehet a lineáris stabilitási analízis eredményének, ami azt jelenti, hogy az egyenlet használata nem biztonságos eredményre vezet.

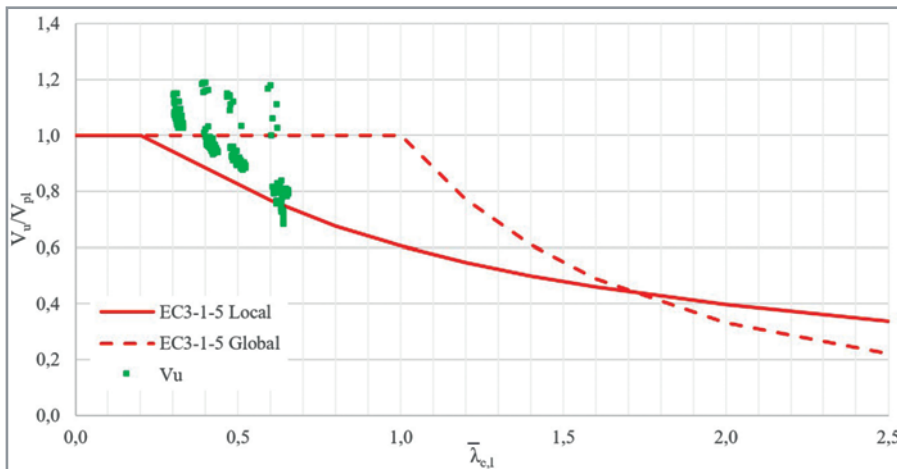
A másik három módszer hasonló mértékű szórást mutat, és néhány esetben a becült rugalmas kritikus nyírási horpadási feszültség 1,5-szerese is lehet a lineáris stabilitási analízis eredményének. A paraméteres vizsgálat alapján a (12) egyenlet adta a legkisebb szórást ($\sim 12\%$), ami elfogadhatónak tekinthető. A $\tau_{cr,l}/\tau_{cr,Abaqus}$ arány átlagértéke 1,02, ami azt jelzi, hogy az egyenlet jellemzően kissé nagyobb rugalmas kritikus helyi nyírási horpadási feszültséget ad, mint az alkalmazott héj végelemmodell.

A paraméteres vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a hullámos gerinclemez rugalmas kritikus lokális nyírási horpadási feszültségének meghatározására szolgáló elérhető módszerek pontossága továbbjavítható, amit a közeljövőben fogunk végrehajtani.

A 6. ábra a hullámos gerincű rozsdamentes acél gerendák numerikus szimulációval meghatározott nyírási teher-



5. ábra: A rugalmas kritikus nyírófeszítések összehasonlítása a lineáris stabilitásvizsgálat eredményeivel



6. ábra: A numerikus szimulációval meghatározott nyírási teherbírások összehasonlítása az EC1993-1-5:2006 szabvány nyírási ellenállásához tartozó csökkentőtényezőkkel

bírását veti össze az EN 1993-1-5:2006 szabvány lokális és globális nyírási csökkentőtényezőivel. A zöld pontok azt mutatják, hogy a vizsgált gerendák döntő többsége kis karcsúsági tartományba esik, ahol a hullámos gerinc nagy merevsége miatt a szerkezetek teherbírása megközelelti vagy meghaladja a szabvány által javasolt nyírási ellenállást. Ezzel szemben az EC1993-1-5 által megadott görbe – különösen a $\bar{\lambda}_{c,l} < 1$ tartományban – alábecsüli a tényleges viselkedést. Az összehasonlítás alapján megállapítható, hogy a jelenlegi szabványos eljárás nem írja le megfelelően ezen tartók várható nyírási ellenállását. A tervezési módszer megbízhatóságának növelését a közeljövőben kívánjuk megvalósítani.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben áttekintettük a rozsdamentes acél egyenes gerincű tartók nyírási ellenállására vonatkozó jelenlegi tervezési módszereket, valamint bemutattuk a szénacél hullámos gerincű gerendák vizsgálatához kapcsolódó legfontosabb kutatási eredményeket és eljárásokat. Ezt követően elemeztük a rozsdamentes acél hullámos gerincű gerendák esetében alkalmazható rugalmas kritikus nyírófeszültség-meghatározási módszereket, amelyek jelentős szórást mutattak a numerikus analízisek eredményeihez viszonyítva. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a jelenleg elérhető eljárások pontossága nem kielégítő, különösen akkor, ha a képlékeny teherbírás megfelelő becslése a cél. A jövőbeni kutatásaink a rugalmas kritikus feszültség meghatározásának továbbfejlesztésére és az anyag képlékeny viselkedésének részletes vizsgálatára irányulnak, ami várhatóan lehetővé teszi a rozsdamentes acél hullámos gerincű tartók nyírási teherbírásának pontosabb és megbízhatóbb becslését.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions Next steps for a sustainable European future European action for sustainability. 2016. Elérés: 2025. november 18. [Online]. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52016DC0739>
- [2] N. R. Baddoo, "Stainless steel in construction: A review of research, applications, challenges and opportunities", *J. Constr. Steel Res.*, köt. 64, sz. 11, o. 1199–1206, nov. 2008, doi: 10.1016/j.jcsr.2008.07.011.
- [3] G. Hajdú, I. Cserpes, G. Baranyai, and D. Harrach, „Hullámos gerincű, rozsdamentes acélgerendák kísérleti tapasztalatai,” *MAGÉSZ ACÉLSZERKEZETEK*, vol. 21, no. 2, pp. 97–102, 2024.
- [4] EN 1993-1-4:2006, Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1–4 – General rules – Supplementary rules for stainless steels. CEN. 2006
- [5] EN 1993-1-5:2006, Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1–5: Plated structural elements. CEN. 2006
- [6] L. Gardner, „Stability and design of stainless steel structures – Review and outlook”, *Thin-Walled Struct.*, köt. 141, o. 208–216, aug. 2019, doi: 10.1016/j.tws.2019.04.019.
- [7] Carvalho E.C.G., Van den Berg C.J., és Van der Merwe P., „Local shear buckling in cold-formed stainless steel beam webs.”, *Proc. Annu. Tech. Sess. Struct. Stab. Res. Counc.*, ápr. 1990.
- [8] Olsson A., „Stainless Steel Plasticity – material Modelling and Structural Applications”, PhD Thesis Lulea Univ. Technol., 2001.
- [9] T. Höglund, „Shear buckling resistance of steel and aluminium plate girders”, *Thin-Walled Struct.*, köt. 29, sz. 1, o. 13–30, szept. 1997, doi: 10.1016/S0263-8231(97)00012-8.
- [10] E. Real, E. Mirambell, és I. Estrada, „Shear response of stainless steel plate girders”, *Eng. Struct.*, köt. 29, sz. 7, o. 1626–1640, júl. 2007, doi: 10.1016/j.engstruct.2006.08.023.
- [11] I. Estrada, E. Real, és E. Mirambell, „General behaviour and effect of rigid and non-rigid end post in stainless steel plate girders loaded in shear. Part I: Experimental study”, *J. Constr. Steel Res.*, köt. 63, sz. 7, o. 970–984, júl. 2007, doi: 10.1016/j.jcsr.2006.08.009.
- [12] N. Saliba, E. Real, és L. Gardner, „Shear design recommendations for stainless steel plate girders”, *Eng. Struct.*, köt. 59, o. 220–228, febr. 2014, doi: 10.1016/j.engstruct.2013.10.016.
- [13] N. G. Saliba és L. Gardner, „Deformation-based design of stainless steel cross-sections in shear”, *Thin-Walled Struct.*, köt. 123, o. 324–332, febr. 2018, doi: 10.1016/j.tws.2017.11.035.
- [14] M. Fortan, G. Ferraz, K. Lauwens, T. Molken, és B. Rossi, „Shear buckling of stainless steel plate girders with non-rigid end posts”, *J. Constr. Steel Res.*, vol. 172, Art. no. 106211, Szept. 2020. DOI: 10.1016/j.jcsr.2020.106211.
- [15] X. W. Chen, H. X. Yuan, E. Real, X. X. Du, és B. W. Shafer, „Experimental behaviour of stainless steel plate girders under combined bending and shear”, *J. Constr. Steel Res.*, vol. 166, Art. no. 105900, 2020. DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.105900.
- [16] X. W. Chen, E. Real, H. X. Yuan, és X. X. Du, „Design of welded stainless steel I-shaped members subjected to shear”, *Thin-Walled Struct.*, vol. 146, Art. no. 106465, 2020. DOI: 10.1016/j.tws.2019.106465.
- [17] X. Chen, H. Yuan, és E. Real, „Bending-shear interaction buckling of stainless steel plate girders: Numerical investigation and design method”, *Structures*, vol. 47, pp. 2113–2128, 2023. DOI: 10.1016/j.istruc.2022.12.043. (A sorszámot a sorrend miatt [17]-re változtattam, feltételezve, hogy a [27] elírás volt.)
- [18] GB 50017-2017, Standard for design of steel structures. Beijing, China: China Architecture & Building Press, 2018. (Kínai nyelven)
- [19] ANSI/AISC 370-21, Specification for structural stainless steel buildings. Chicago, IL, USA: AISC, 2021.
- [20] Pasternak H. és Kubieniec G., „Present State of Art of Plate Web Girders with Sinusoidally Corrugated Web”, 10th Int. Conf. Stell, 2011.
- [21] P. Y. Wang, M. E. M. Garlock, T. P. Zoli, és S. E. Quiel, „Low-frequency sinusoids for enhanced shear buckling performance of thin plates”, *J. Constr. Steel Res.*, köt. 177, o. 106475, febr. 2021, doi: 10.1016/j.jcsr.2020.106475.
- [22] M. R. Nikoomehsh és M. A. Goudarzi, „Experimental and numerical evaluation of shear load capacity for sinusoidal corrugated web girders”, *Thin-Walled Struct.*, köt. 153, o. 106798, aug. 2020, doi: 10.1016/j.tws.2020.106798.



- [23] K. Kim és S.-J. Park, „Analysis of shear buckling for sinusoidal corrugated web beam”, Mech. Based Des. Struct. Mach., köt. 51, sz. 12, o. 6863–6880, dec. 2023, doi: 10.1080/15397734.2022.2075381.
- [24] M. Górecki és K. Śledziewski, „Influence of Corrugated Web Geometry on Mechanical Properties of I-Beam: Laboratory Tests”, Materials, köt. 15, sz. 1, o. 277, jan. 2022, doi: 10.3390/ma15010277.
- [25] R. Alzoubi, S. Barakat, és M. T. Junaid, „DATA-DRIVEN ASSESSMENT OF SHEAR STRENGTH OF SINUSOIDAL CORRUGATED STEEL WEBS”, Proc. Int. Struct. Eng. Constr., köt. 11, sz. 2, máj. 2024, doi: 10.14455/ISEC.2024.11(2).STR-29.
- [26] Z. Li, H. Pasternak, és F. Shi, „Shear buckling behaviour of sinusoidal corrugated web girders with stiffened circular openings”, J. Constr. Steel Res., köt. 221, o. 108872, okt. 2024, doi: 10.1016/j.jcsr.2024.108872.
- [27] Johansson B., Maquoi R., Sedlacek G., Müller C., és Beg D., „Commentary and worked examples to EN 1993-1-5 „Plated Structural Elements””, JRC Scientific and Technical Reports., Luxemburg:, 2007.
- [28] EN 1993-1-5:2024. in Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1–5: Plated structural elements, Brussel. CEN, 2024.
- [29] L. Sebastiao és J. Papangelis, „Elastic local shear buckling of beams with sinusoidal corrugated webs”, Structures, köt. 54, o. 684–692, aug. 2023, doi: 10.1016/j.istruc.2023.05.080.
- [30] S. A. Kumar, F. A. Sofi, J. A. Bhat, és M. Zhou, „Comprehensive analysis of corrugated-web girders: A systematic review”, Thin-Walled Struct., köt. 208, o. 112636, márc. 2025, doi: 10.1016/j.tws.2024.112636.
- [31] M. Amani, M. Al-Emrani, és M. Flansbjer, „Shear behavior of stainless steel girders with corrugated webs”, J. Constr. Steel Res., köt. 210, o. 108086, nov. 2023, doi: 10.1016/j.jcsr.2023.108086.
- [32] Dassault Systèmes, Abaqus CAE (Version 6.20), Dassault Systèmes Simulia Corp, USA, <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/abaquscae/>



WEINBERG

Kellemes karácsonyi ünnepeket és boldog új évet kívánunk!

+36 47 511 040 www.weinberg.hu steel@weinberg.hu



MAGYAR KORRÓZIÓS SZÖVETSÉG
Az Európai Korrozíós Szövetség (EFC) tagja
A Korrozíós Világszervezet (WCO) tagja

BATTA TUDOMÁNYOS TECHNOLÓGIAI PARK

2440 Százhalombatta, Iparos u. 11.

2441 Pf.: 86

e-mail: hunkor1992@gmail.com

www.hunkor.hu

HUNGAROKORR 2026

Pályázati felhívás

A Magyar Korrozíós Szövetség (HUNKOR) elnöksége pályázatot hirdet a HUNGAROKORR 2026 vándorkonferencia helyszínének biztosítására.

A konferencián magas színvonalú előadásokkal és kiállítással, ügyféltalálkozóval segítjük az ipar szereplőit a korrozíó elleni védekezésben. A helyszínt a HUNKOR elnöksége választja ki a pályázók közül, akinek ezzel lehetőséget biztosítunk a házigazdai teendőkkel együtt járó szakmai ismertség erősítésére. **A leendő házigazda feladata a helyszín biztosítása, a helyi támogatók bevonása, valamint a HUNKOR vezetőségével együttműködve a konferenciaprogram összeállítása.**

A pályázati adatlap az alábbi linken érhető el:

<https://forms.gle/jnEhPYDm2XKkkZMv7>

Vagy:



Jelentkezési határidő: 2026. január 31.

Budapest, 2025-12-04

Tisztelettel:

Dr. Ostorházi László
a Magyar Korrozíós Szövetség elnöke



ROBINSON HÍD – AZ ÉV TARTÓSZERKEZETE



1. ábra: Konzolos kialakítás, légius szerkezet (SPECIÁLTERV)



2. ábra: Az ívelt pályát 50 darab kábel tartja (SPECIÁLTERV)



3. ábra: Híd díszvilágításban (Magyar Építők)

A Robinson híd idén elnyerte a Magyar Mernöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata által meghirdetett Év Tartószerkezete díjat Híd kategóriában.

Idén nyáron adták át a kerékpáros és gyalogos forgalomnak a légius, Ráckevei Duna-ág felett átívelő ferde kábeles hidat. A híd sokoldalúsága mind szerkezeti kialakításában, mind megjelenésében megmutatkozik. A hazai viszonylatban egyedülálló formavilágú szerkezet tervezése és kivitelezése számos egyedi megoldást tett szükség-szerűvé ahhoz, hogy a híd nemcsak formabontó, de elegáns, karcsú szerkezet maradhasson.

A híd pályalemeze ortotrop acél pálya, a merevítőtartó zárt szekrényes főtartói és a konzolosan elhelyezett peremtartói utólagosan kibetonozott, hegesztett acélszelvények. Az utólagos kibetonozás jelentősen növeli a normálmerevséget és a híd keresztirányú hajlító merevségét, ezzel kedvező irányba módosítva a felszerkezet statikai paramétereit. A karcsú pilon szintén utólagosan kibetonozott. A dinamikai paraméterek javítására 5 keresztmetszetben függőleges, egy keresztmetszetben vízszintes csillapítókat alkalmaztunk.

A díj odaítélésénél zsűri az innovációt és a konstruktív szerkezeti ötletet díjazta. A híd épített környezetébe illeszkedve teremt izgalmas, különleges látványt, miközben lehetőséget ad a Dunával való kapcsolatteremtésre. A híd a pesti rakpart eddig elzárt részét teszi hozzáférhetővé, Budapestet eddig alig ismert szemszögből tárja fel.

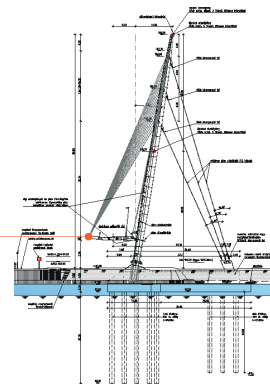
Támaszközei:	168,00 m alátámasztás nélkül
Híd-hossz:	168,90 m
Útpálya hasznos szélessége:	7,00 m
Teljes szélesség:	12,71 m
Pilonmagasság:	65,00 m (gyártott: 69,80 m)
Acélszerkezet:	900 t (pilon: 150 t + főtartó: 750 t)

A HÍDSZERKEZET KÉTTÁMASZÚ, EGYPILONOS, FERDE KÁBELES GYALOGOSHÍD, ACÉLSZERKEZETŰ MEREVÍTŐTARTÓVAL ÉS ORTOTROP PÁLYALEMEZZEL.

A HÍDPÁLYA KÖZBENSŐ FIX MEGTÁMASZTÁS NÉLKÜL ÍVEL ÁT A RÁCKEVEI (SOROKSÁRI)-DUNA TORKOLATA FELETT.

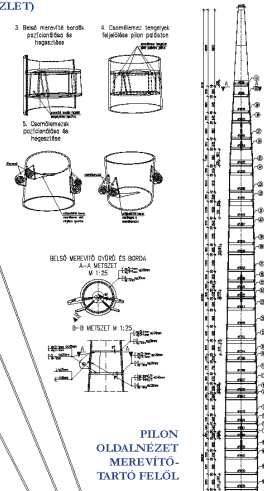
Az FLC (Full Locked Coil) kábelek elrendezése hosszirányban szimmetrikus, legyező alakú. A hídpályát összesen 53 db kis átmérőjű FLC függesztő kábel tartja.

A gyalogos úrszelvény magassága az íves alaprajzi hídon úgy volt biztosítható, hogy a kábelek a főtartókon kívül konzolosan kerültek bekötésre



A pilon teljes acélszerkezete 69,80 m hosszúságú, melyet 5 gyártási egységből állítottak össze egy TS80 birkán. A pilontest S460 ML szerkezeti acélból készült síklemezekből, speciális hengerítési eljárással. Az acél pilon szerelését követően a belső üreges keresztmetszet utólagos kibetonozásával vált teljessé a végleges teherhordó kialakítás.

PILON ACÉLSZERKEZETI TERVE (RÉSZLET)



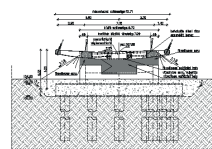
ÁLTALÁNOS KERESZTMETSZET

A pályalemez két oldalán hegesztett, zárt keresztmetszetű, utólagosan kibetonozott szekrényes főtartók találhatóak, melyek között ortotrop acél pályalemez készült, 40 cm-ként hosszbordával merevítve. Az íves alsó övű, 90 cm magas keresztartók sugárirányban vannak elhelyezve, 6,0 m-es kiosztással.



“C” HÍDFŐ NÉZETE

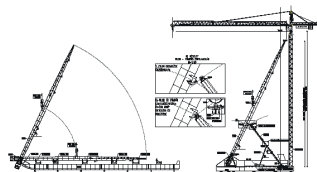
A hídfő és felszerkezet közötti reakcióerő átadás egyedi sarrendszerrel történik: hídfőnként 3 db saru támaszja meg a felszerkezetet.



A pilon stabilizáló hátrahorgonyzás a pilontól 25 m-re létesült, melyhez 3 db nagyobb átmérőjű kábelt alkalmaztunk.

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA (RÉSZLET)

Az osztószigeten épülő pilon elemét Csepelen emelték birkára és illesztették. A pilont 2022. január 7-én egy darabban emelte be a Clark Ádám úszódaru.



“B” PILON ALAPTEST GEOMETRIAI TERVE



A szigeten épülő egyedi, nagyméretű közbenső támasz cölöpalapozási monolit vasbeton szerkezet. Funkciója kettős: egyrészt alátámasztja és befogja az acélszerkezetű pilont, másrészt biztosítja a pilon stabilizáló hátraható kábelek lehoronyzását is.

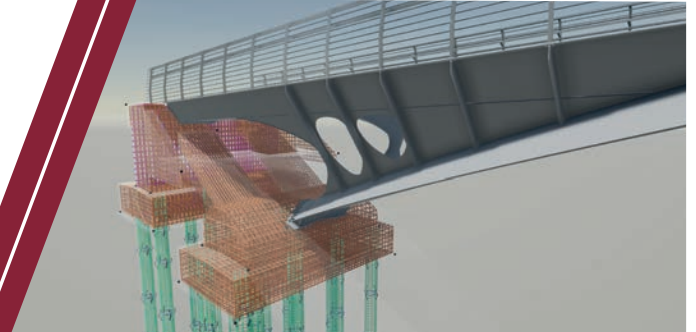
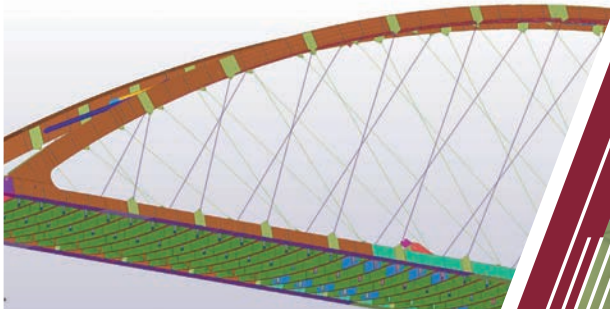
FOMTERV

... mert az alkotás
a tervezéssel kezdődik ...



- Tervezés BIM környezetben
- Közúti, vasúti alul- és felüljárók
- Gyalogoshidak, gyalogos-aluljárók, csarnokok
- Közúti, vasúti folyami hidak
- Föld alatti műtárgyak, szerkezetek
- Csarnokok, ipari létesítmények, magasépítési szerkezetek
- Műtárgyak felújításának optimalizálása, élettartam tervezés
- Támfalak, bélésfalak
- Hagyományos és különleges alapozások
- Hidak és műtárgyak szerkezeti vizsgálata

Úton a megvalósulás felé ...



www.fomterv.hu

CLOOS

Kollaborálj a csúcstechnológiával

Bemutató robotok, kobotok és hegesztőgépek készletről,
akár 20-30% kedvezménnyel.

Lehetőség bemutató és használt berendezések vásárlására gyors szállítási határidővel, kedvező áron! Készletről elérhetők a legújabb kollaboratív robotok, (kobotok), QINEO hegesztőgépek, CLOOS bemutató és használt hegesztőrobot rendszerek – most akár 20-30% kedvezménnyel. Ez a különleges ajánlat nemcsak gyorsabb beszerzést tesz lehetővé, hanem komoly előnyöket is nyújt a termelésben.

Ajánlatkérés:

+36 20 290 5582

robot-welding@cloos.hu

www.cloos.hu/keszletunk/

CLOOS

#CONNECTWITHUS



Making our world more productive



Linde Green

A Linde Green gázok előállításához 100%-ban megújuló energiát használunk.

www.lindegas.hu

STABIL MINŐSÉG ÉS KÉZZELFOGHATÓ MEGTAKARÍTÁS A PORSZÓRÁSBAN

A PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Az ipari ellátási láncban egyre nagyobb elvárás a folyamatos fejlesztés és a költségcsökkentés. Az ipar állandó fejlesztési tervei mellett a magyarországi munkaerőhiány és a 2022-ben berobbant energiaárak együtt olyan nyomást gyakorolnak a beszállítókra, amelyek beruházás nélküli optimalizálással már nem kezelhetők. Az M.L.S. Magyarország Kft. egyik partnerénél a porszórás volt a szűk keresztmetszet, mivel a kézzel végzett szórás folyamat magas porfelhasználást eredményezett, miközben a gyártás erősen függött az emberi tényezőtől is (jó szakember megtalálása), ráadásul ergonómiai nehézségek is fennálltak (pl. meleg üzemtér). A festő előtt torlódtak a félkész darabok, a szerelősor pedig rendszeresen alapanyaghiányt szenvedett – emiatt pedig heti szinten történtek kényszerleállások, valamint a hétvégi túlóra is rutinszerű volt náluk.

Technológiai oldalról nézve a porfestés önmagában korszerű és környezetkímélő megoldás, mivel oldószermentes, zárt technológia esetén a por visszanyerhető, sok színnel lehet egyszerre együtt dolgozni, illetve a késztermék gyorsan elérhető. Ebből látszik, hogy a porfestés önmagában még hatékonyabbá tehető korszerű porközpont kialakításával, illetve az automatizálás bevezetésével.

A FOLYAMAT FELTÉRKÉPEZÉSE

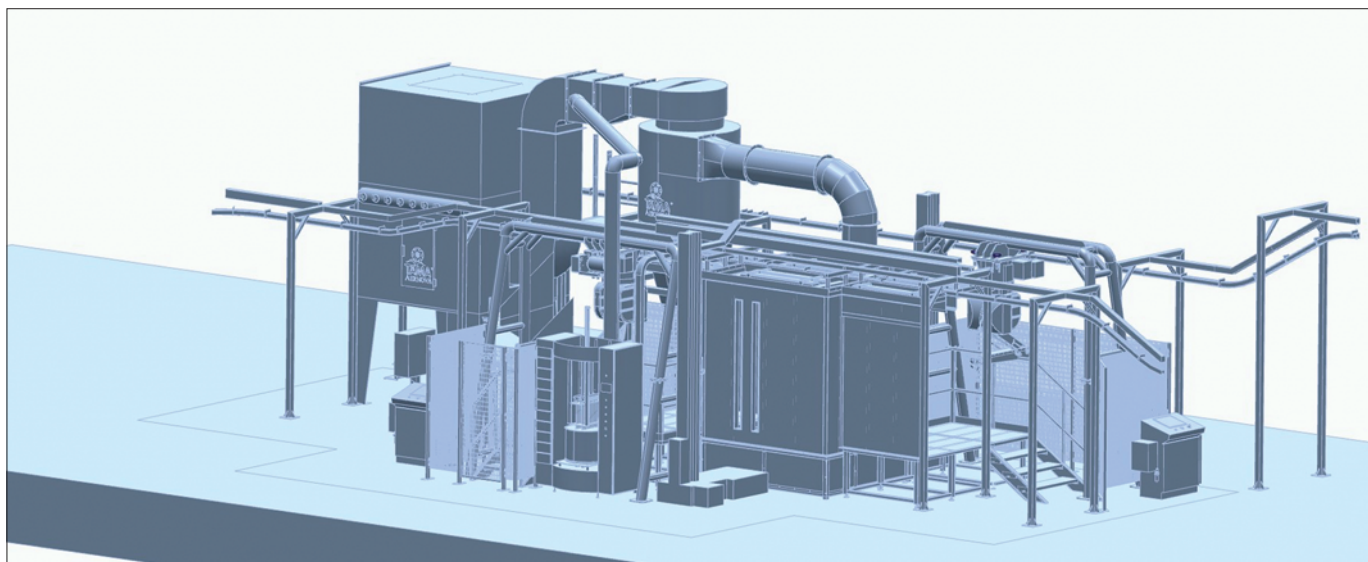
Az M.L.S. Magyarország partnerének porszóró sorának felépítése a klasszikus elrendezést követte: előkezelés, szárítás, szórás, beégetés, majd a termékek leemelése. A folyamatos üzemű konvektor 1 m/perc sebességgel haladt, a szórás pedig két kézi állomás és automata reciprokátorok segítségével zajlott, kézi–automata–kézi sorrendben, két ol-

dalról. A részletes vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy manuális rásegítés nélkül a nehezebben hozzáférhető felületeken festékhiányos részek maradtak, míg a fedett zónákban a rétegvastagság szélsőségesen, 10 és 107 μm között változó rétegtöbbletet mutatott. Mivel a belső előírások 60–120 μm tűréshatárt írtak elő, a biztonságos fedettség érdekében a könnyebben hozzáférhető helyeken értelemszerűen túlrétegezés alakult ki, ez pedig jelentős porfelhasználást eredményezett.

Az időgazdálkodás elemzése további problémákra derített fényt. Az első kézi állomáson az operátor 94%-os ciklusidő-kihasználtsággal dolgozott, ami gyakorlatilag teljes leterheltséget jelentett, míg a második oldal mindössze 53%-os kihasználtságot mutatott. Ez az aszimmetria kizárta a pályasebesség növelésének lehetőségét. A helyzetet súlyosbították a rendszeres leállások: hétfőnként közel 40 percet vett igénybe az újraindítás, az előkezelő hibáiból adódóan további 19 perc üresjárat keletkezett, a kemence kiürítése napi 38 perc állásidőt jelentett, amihez hozzájárult még a 70 perces műszakszünet. Mindezek mellett a minőségbiztosítást 100%-os vizuális ellenőrzés formájában kellett fenntartani, ami tovább növelte a dolgozók vállára nehezedő terhet.

A MEGOLDÁS: ROBOTIZÁCIÓ, DE OKOSAN

A céggel folytatott beszélgetések során körvonalazódott a cél; egy olyan, két robotot integráló rendszer telepítése, amely mindkét oldalról lefedi a felületeket, és állandó mozgásprofil nyújt. A rendszer alapját az MLS által forgalmazott Lesta Lebot MV-A6 6 tengelyes, ATEX-minősítésű festőrobot adta, amely kézi betanítási móddal rendelkezik,



így a tapasztalt festő mozdulatsora a robot „alapnyelvévé” válik, paramétereit pedig utólag még módosítani is lehet (sebesség, porlasztás, levegő, ventilátor).

Az M.L.S. Magyarország által tervezett rendszer kulcselemei közé tartozik a pályára szerelt Syncro sebességleolvasó, amelynek segítségével a robot mozgása azonnal hozzáigazodik a konveor sebességéhez. A Wagner elektrosztatikának köszönhetően a festés végig egyenletes lesz a munkafolyamat során. Az Image Match 3D Pro szkennerek biztosítja a termékelismerést és pályakorrekciót, hogy a függesztékekből adódó pozícióeltéréseket a rendszer valós időben korigálja, valamint automatikusan a megfelelő programot hívja be különböző típusú termékek feldolgozása esetében. A Coatmaster AG beégetés és érintés nélküli rétegvastagság-mérője lehetővé teszi a program optimalizálása során a gyors iterációt, miközben drága selejt keletkezése nélkül biztosítja a pontos és megbízható eredményeket. A biztonság és folyamatszerzés érdekében a robotok mágneszárral és vészleállítókkal ellátott zárt cellákban helyezkednek el, melyek ütközésgátló egységgel is fel vannak szerelve. Emellett a gépkezelők számára megmarad a kézi hozzáférés is a hibás vagy eseti darabok kezelésének érdekében.

AZ EREDMÉNYEK ÖNMAGUKÉRT BESZÉLNEK

Az MLS által telepített rendszer eredményessége nem sokkal a beüzemelést követően meg is mutatkozott. A konveor sebessége 1,0-ről 1,2 méter/perc értékre nőtt (+20%), miközben a robot folyamatos üzemeltetésével elkerülhetőek lettek a korábbi leállások, a napi 70 perc kiesés pedig felügyelettel teljesen megszüntethető. Ezek együttesen mintegy 29%-os termelékenységnövekedést eredményeztek partnerünknek.

A rétegvastagság-szórás a korábbi 60–90 μm eltérési tartományról 20 μm körülire csökkent, ami a felületeloszlás alapján 29%-os por megtakarítást vonzott maga után. Az éves, nagyjából 13 000 kg por felhasználás mellett ez jelentős költségcsökkentést jelent a vállalat életében. Az energiafelhasználásban a nagyobb átmenő kapacitás ellensúlyozza a kemence esetleges hőmérséklet-emelését, így a fajlagos energiaigény is mérséklődött.

Az emberi erőforrást tekintve is jelentős megtakarításokról beszélhetünk; a két manuális porszóró állomás kivál-



tásával 4 fő, a hétfélig üzem megszüntetésével további 10 fő bérköltségét tudták átcsoportosítani az M.L.S. Magyarország segítségével. Ezek összesen havi mintegy 10 129 euró költségcsökkenést jelentenek, amelyek alapján a beruházás megtérülése körülbelül 20,6 hónapra tehető – a vevői reklamációk redukálásából származó további előnyök figyelembevétele nélkül.

MIÉRT MŰKÖDIK EZ HOSSZÚ TÁVON?

A Lesta robot nemcsak gyorsabb, hanem folyamatos teljesítményt, illetve állandó és egyenletes minőséget is nyújt a gyártósoron. Az Image Match 3D Pro felismerő rendszer és a Syncro sebességleolvasó rugalmasan kezeli a gyártást és a valós üzem közbeni ingadozásokat. A biztonsági architektúra pedig úgy választja le az ember-robot teret, hogy közben meghagyja a kézi beavatkozás lehetőségét is egyedi darabok esetében. Ugyanakkor az emberi tényező megőrzése is hangsúlyt kapott a rendszer tervezésekor, mivel az operátorok tudása nem vesz el, hanem szabványosított mozdulatsorok formájában épül be a robotprogramokba, ezáltal csökkentve a fluktuációból és a betanításból fakadó kockázatokat.

Az M.L.S. Magyarország Kft. komplett, automatizált porfestő rendszerének integrációja kapacitást szabadít fel, stabilizálja a minőséget és csökkenti a költséget. Ezen esettanulmányból remekül látszik, hogy a megtérülés rövid, a működés fenntarthatóbb, a gyártás pedig kiszámíthatóbb, mert a porszórásban az automatizálás nem csak egy lehetőség, hanem üzleti szükségszerűség. (X)



Honlapunkon a MAGÉSZ Acélszerkezetek
előző számai is olvashatók.

www.magesz.hu



ACÉLLÉPCSŐK A GYÁRTÁS SZOLGÁLATÁBAN

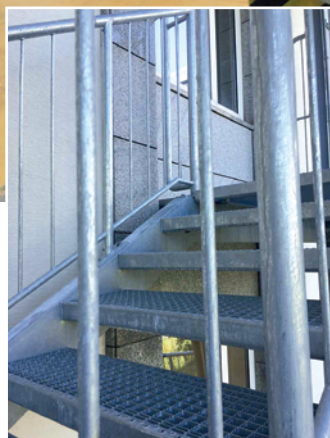
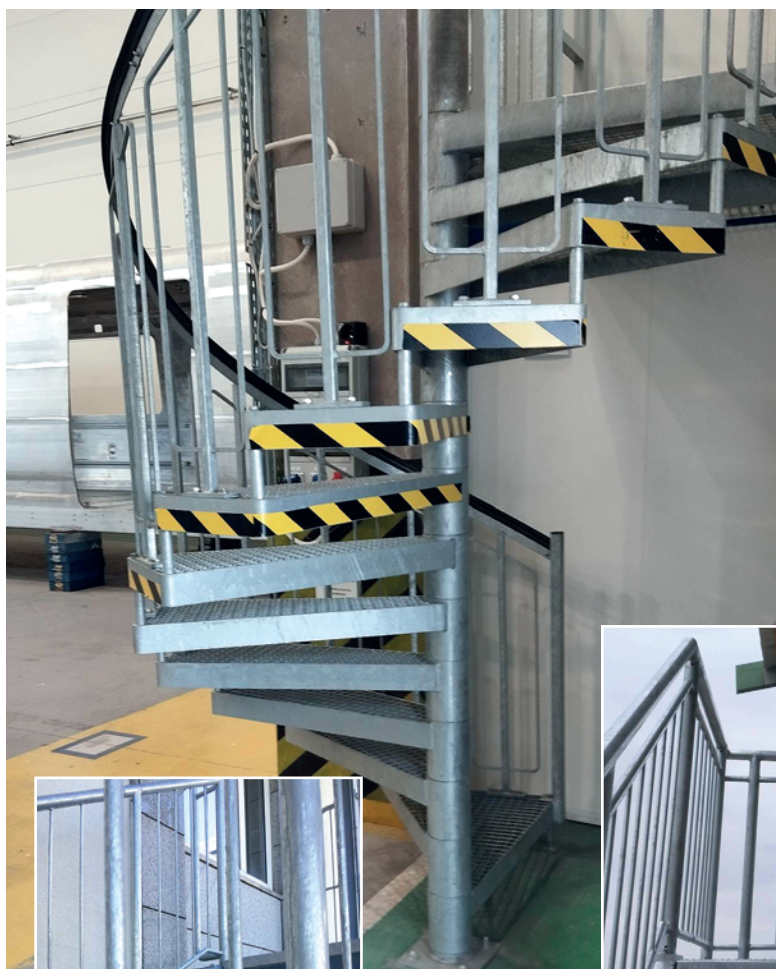
Jelen írás a korábbiakban bemutatott ipari és mezőgazdasági területeken igényelt, acélból készült feljárók tervezési szempontjait veszi sorra. A kifejezetten ipari, nagy igénybevételű környezetekben jól körülhatárolt megközelítéseket érdemes figyelembe venni a szerkezeti részletek kidolgozása során. Kiemelt jelentősége van ezek között a **funkcionalitásnak, a biztonságnak és a tartósságnak.**

Funkcionális követelmények és helyszíni sajátosságok

Személyforgalom során a közlekedés kényelme mellett a lépcsőnek meg kell felelnie speciális igénybevételeknek is. Előfordulhat, pl. műszakváltások idején, hogy egyszerre na-

gyobb embertömeg jelenik meg a feljárón. A torlódás elkerülése érdekében a járószelességet szükséges megfeleltetni a munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági előírásoknak is.

Belső logisztikai oldalról nézve kritikus hiba lehet, ha tervezési opciók közül kihagyjuk a kézi anyagmozgatás lehetőségét. Üzemi közegben nehéz szerszámok, alkatrészek, emelőeszközök kerülhetnek fel (vagy le) a karbantartási szintre. Ezekben az esetekben a lépcső ellenállóbb a koncentrált terheléssel szemben. Más megközelítésben pedig a targoncaútvonalak keresztezése kerülendő a lépcsővonalal. De szükség esetén megfelelő védőkorláttal, figyelemfelkeltő jelzésekkel biztonságosabbá tehető a közlekedésre fenntartott sáv.



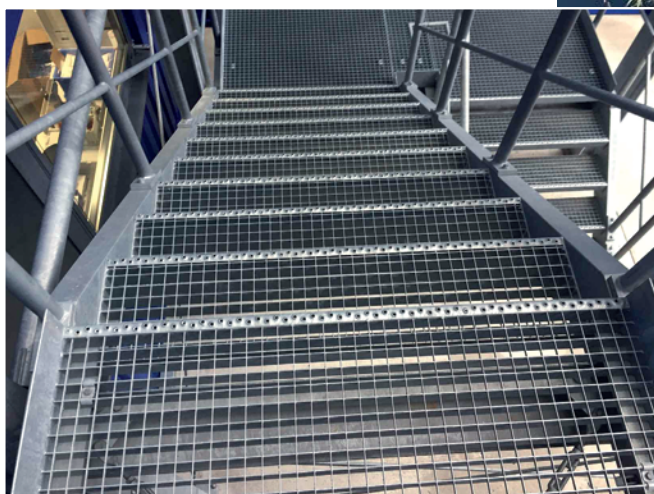
Teherbírás és statikai megfontolások

A közlekedésre alkalmas szerkezetek esetén a szabványos terhelési osztályok határoznak meg iránymutatást. Lakossági épületekhez képest a gyártóüzemi környezetben használt acéllépcsők kitettek lehetnek extrém terhelésnek is. Lényeges ezért a biztonsági ráhagyással történő tervezés, figyelembe véve a dinamikus igénybevételeket és a potenciális túlterhelést.

A tervezés alapját a vonatkozó nemzeti és európai szabványok (ilyenek az MSZ EN 1991-1-1 és az MSZ EN ISO 14122 szabványsorozatok) képezik, amelyek meghatározzák a minimális hasznos terhelési értékeket. Gyártócsarnokokban, karbantartó szinteken és gépészeti pódiumokon a szabványok általában 1,5 kN/m² és 5,0 kN/m² közötti terhelést írnak elő, attól függően, hogy a területet milyen célra

használgják (pl. kis forgalmú gyalogos vagy teherrel történő közlekedés stb.).

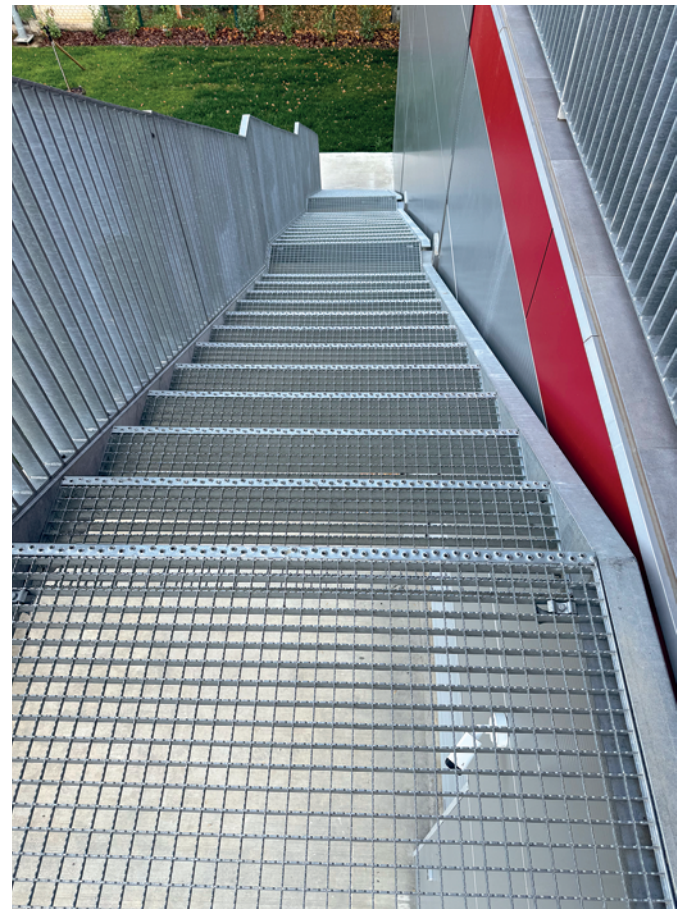
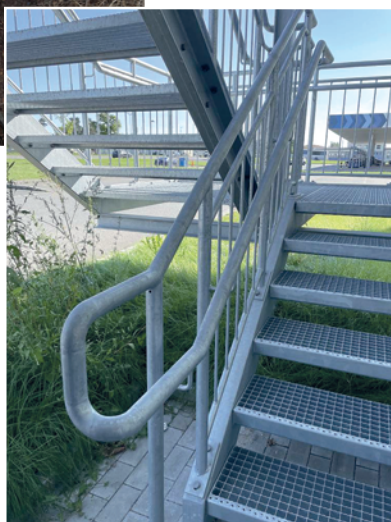
A lépcsők fő tartószerkezete jellemzően melegen hengerelt gerendákból készülhet. Csomóponti tervezés szempontjából ezek kívánatosabbak, mint akár a vastag falú, zárt szelvények. A választott profilok méreteit statikai számításokkal szükséges igazolni. A tűzi horganyzott felület – korrózióvédelem mellett – a fizikai sérülésekkel szembeni ellenállás miatt fontos. A meghatározott támaszok és merevítések felelnek a stabilitásért. A megengedett túli lehajlások nemcsak kényelmetlenek lehetnek, hanem balesetveszélyesek is. A csavarozott, hegesztett kapcsolatok precíz kivitelezése pedig az időállóságot, valamint a könnyű helyszíni szerelhetőséget biztosítja. Szerkezeteink tartósságát a környezeti hatásoknak leginkább ellenálló felületvédelemmel ellátott kötőelemek megválasztásával is garantáljuk.



A biztonságos közlekedés garanciája

Ipari környezetben a padlóburkolatok gyakran szennyezettek lehetnek olajjal, zsírral, hűtőfolyadékkal vagy porral. Ezért a zárt járófelületek alkalmazása kizárt. A lépcsőbiztonságot kívánatos szintre az alábbi 3 kritérium figyelembevételével jelentősen lehet optimalizálni.

1. Járórácok alkalmazása. Vélhetően ez a legelterjedtebb és legbiztonságosabb megoldás. A rácsok nyitott szerkezete lehetővé teszi, hogy a folyadékok és a szennyeződések áthulljanak a lépcsőn. Így megakadályozható a felületen való felhalmozódás és kiküszöbölhető a csúszásveszély.
2. Profilozott felület, csúszásmentes bordák. Ez a maximális tapadás érdekében kialakított bordafelületre vonatkozik a járórácstáblákban. A kicsípések a felület teherhordó képességét nem csökkentik, azonban a vizes vagy olajos munkavédelmi bakancsok talpán is kiváló súrlódást biztosítanak.
3. Biztonsági belépőélek. Az egyeneskarú lépcsőfokok élén kötelezően elhelyezendő perforált szalag. Kialakítása eltérő a járófelület rácsképtől, ezért jól látható. Vizuálisan kiemeli a lépcsőfok határát, így növeli a biztonságot lefelé haladáskor.



Jelen írás előzményei:

- MAGÉSZ 2025. 1. szám – 58./ Tartály-, siló- és üzemi lépcsők.
- MAGÉSZ 2025. 3. szám – 72./ Mezőgazdasági létesítmények és üzemek feljárói.

Összefoglalva, az ipari lépcsők esetében a funkcionális tervezés a „**túltervezés**” irányába mutat. A cél nem csupán a szabványok szerinti megfelelés, hanem a hosszú távú, karbantartásmentes üzemeltetés biztosítása a legszigorúbb üzemi körülmények között is.

(X)

További kérdések, műszaki egyeztetés, illetve ajánlatkérés esetén kérjük, keressen bennünket bizalommal.

www.ferroste.hu **ur.norbert@ferroste.hu**
Tel.: +36 25 511 033, +36 20 53 46 546

AKÁR 50%-S
KÖLTSÉGCSÖKKENTÉS



KIEMELKEDŐ
TERMELÉKENYSÉG



MEGBÍZHATÓAN
ROBOSZTUS



KIVÁLÓ
ERGONÓMIA



5 ÉV
GARANCIA*

* áramforrásokra vonatkozik:
3 év normál garancia
2 további év a végfelhasználó
regisztrációjától számítva.

SPEEDTEC® PULSE RANGE TÖKÉLETES TELJESÍTMÉNY

Az új SPEEDTEC® 400SP és 500SP harmadik generációs, többfunkciós áramforrások, amelyek kiemelkedő minőségű hegesztéssel és magas hatékonyságú eljárásaikkal növelik a termelékenységet és a újabb lépést jelentenek a professzionális hegesztés jövőjének útján.

- **Speed Short Arc**: gyorsabb hegesztés alacsonyabb hőbevitel mellett.
- **High Penetration Speed™** a mély beolvadású hegesztési folyamatokhoz.
- **Soft Silence Pulse™** csökkenti a zajt és egyértelműen jobban nedvesíti a rozsdamentes acélt.
- **MECHAPULSE™** kiváló minőségű varratok pikkelyezett varrat megjelenéssel.
- Magas bekapcsolási idejű, többféle eljárásra alkalmas áramforrások.
- Mindkétoldalon teljesen szigetelt PCB, kiválóan ellenáll a pornak, nedvességnek, rázkódásnak vagy rezgésnek.
- 5 éves garanciával megerősített igazán nagy teherbírás.
- Moduláris koncepció bármilyen követelmények megfelelő konfiguráció kiépítéséhez.
- Az ergonómikus tervezés megkönnyíti a hegesztők munkáját.

☎ +36 70 610 9582

✉ svegso@lincolnelectric.eu

www.lincolnelectriceurope.com

LINCOLN®
ELECTRIC



FELHÍVÁS ELŐADÁSRA ÉS RÉSZVÉTELRE

5. Magyar-koreai-japán közös szeminárium hegesztett acélszerkezetek tervezéséről, gyártásáról és karbantartásáról, 2026 (IIW C-XV)

1. Cél

Ez a közös szeminárium a magyar, koreai és japán szakemberek közötti tudáscserét szolgálja a hegesztett acélszerkezetek tervezése, gyártása és karbantartása terén a gépészet, az autóipar, az építészet és a mélyépítés területén. A szemináriumon bemutatják az egyes országokban folyó kutatási tevékenységeket, hogy erős kapcsolatok alakulhassanak ki közöttük. Az első szemináriumot 2021 szeptemberében, a másodikat 2023 márciusában, a harmadikat 2024 márciusában, a negyediket 2025 februárjában tartották. Ez az ötödik szeminárium. Bármely más országból származó, ezekkel a témákkal foglalkozó kutatók és mérnökök csatlakozhatnak a találkozóhoz.

Ezenkívül ez a szeminárium közbenső találkozóként is szerepet játszik a Nemzetközi Hegesztési Intézet (www.iiwelding.org) XV. bizottságában (Hegesztett szerkezetek tervezése, elemzése és gyártása).

2. Dátum

2026. március 6. 08:00–11:00 (CET)
16:00–19:00 (JPT)

3. Stílus

Hibrid (személyes részvétel és online)

Fizikai részvétel:

Nakanoshima Center, Oszakai Egyetem, Oszaka, Japán, 6. emelet, 6A szemináriumi terem
<https://www.onc.osaka-u.ac.jp/>;
<https://www.onc.osaka-u.ac.jp/access/>

Online:

ZOOM

<https://us02web.zoom.us/j/89523162086?pwd=st-F6vET2na03MJRltLIF4WnZLTJZHN.1>
Találkozó azonosító: 895 2316 2086
Jelszó: 569781

4. Előadás

Előadás: 10 perc; vita: 4 perc, előadóként.

5. Publikálás

A szervezőbizottság gondoskodik a prezentációk publikálásáról. Az előadók beküldhetik tanulmányaikat szakértői bírálatra a „*Welding in the World*” vagy a „*China Welding English Edition*” folyóiratokba.

(Szervezés alatt)

6. Kapcsolattartási címek

- Jármái Károly (Miskolci Egyetem, Magyarország):
karoly.jarmai@uni-miskolc.hu
- Kyong-Ho Chang (Chung-Ang Egyetem):
changkor@cau.ac.kr
- Koji Azuma (Sojo Egyetem):
azuma@arch.sojo-u.ac.jp
- Mikihito Hirohata (Osakai Egyetem):
hirohata@civil.eng.osaka-u.ac.jp

7. Jelentkezés

Ha részt kíván venni a szemináriumon és/vagy előadást tartani, kérjük, vegye fel a kapcsolatot a következő címen: Mikihito Hirohata (Osakai Egyetem), hirohata@civil.eng.osaka-u.ac.jp

Kérjük, adja meg az előadás címét és az előadó nevét.

Jelentkezési határidő: 2025. december 31.

Csak részvétel (előadás nélkül) is lehetséges.

8. Megközelítés a Nakanosima Központoz

<https://www.onc.osaka-u.ac.jp/access/>

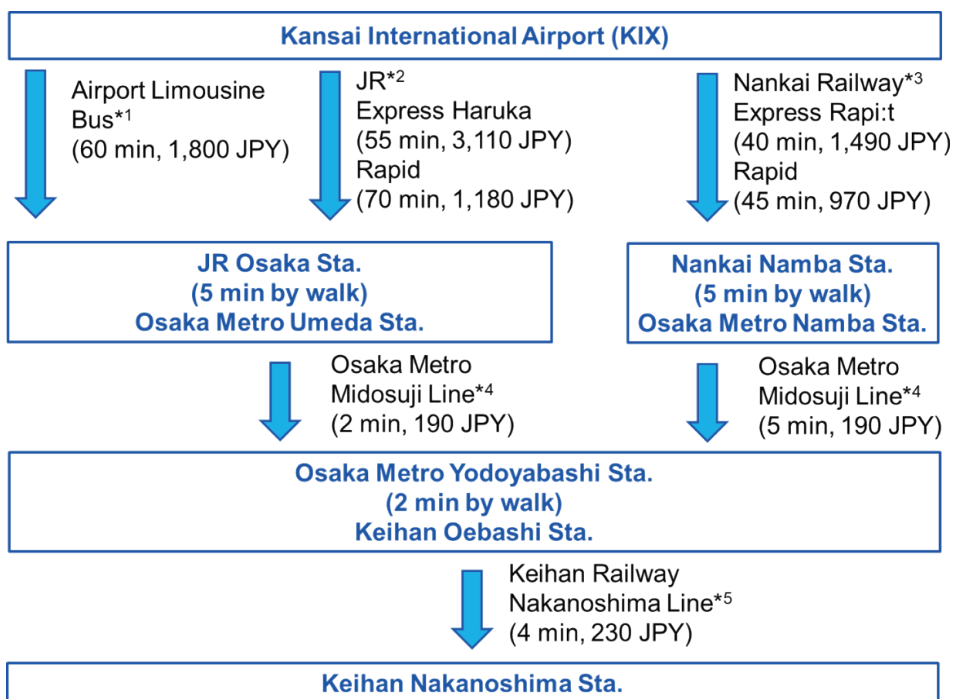
Cím: 3-53, 4-chome, Nakanoshima, Kita-ku,
Osaka 530-0005 | Tel.: 06-6444-2100

Legközelebbi állomás:

Keihan Nakanoshima állomás



A Kansai repülőtérrel (KIX) a Keihan Nakanoshima állomásig



*1 <https://www.kate.co.jp/en/>

*2 <https://www.westjr.co.jp/global/en/travel/shopping/access/train.html>

*3 https://www.nankai.co.jp/en_railway

*4 <https://subway.osakametro.co.jp/en/index.php>

*5 <https://www.keihan.co.jp/travel/en/trains/>

A Keihan Nakanoshima állomástól a Nakanoshima Centerig (5 perc sétával)

Szállás



- RIHGA Royal Hotel Osaka | <https://www.rihga.com/osaka>
- Mitsui Garden Hotel Osaka Premier | <https://www.gardenhotels.co.jp/osaka-premier/eng/>
- RIHGA Place Higobashi | <https://www.rihga.com/place-higobashi>
- APA Hotel Osaka Higobashi Ekimae | <https://www.apahotel.com/hotel/kansai/osaka/osakahigobashi-ekimae/>
- Smile Hotel Osaka Nakanoshima | <https://smile-hotels.com/hotels/show/osakanakanoshima>



SALZGITTER MANNESMANN ACÉLKERESKEDELEM

A Salzgitter Csoport vállalata

Jelenlét a világ minden pontján



SALZGITTER
MANNESMANN
ACÉLKERESKEDELEM

A Salzgitter Csoport vállalata



SALZGITTER
MANNESMANN
HANDEL

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe



SALZGITTERAG
Mensch, Stahl und Technologie

www.salzgitter.hu

H-1027 Budapest, Horvát u. 14-24.

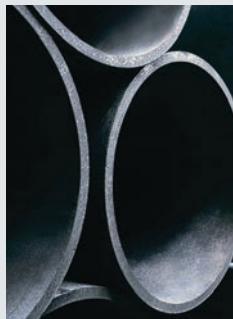
Telefon: +361 393-5220

info@salzgitter.hu

ACÉL

TERMÉK, LOGISZTIKA, SZOLGÁLTATÁS

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



NORD-LOCK® ÉKZÁRAS ALÁTÉTEK ACÉLSZERKEZETEKHEZ

MEGFELELŐ ÉS JÓVÁHAGYOTT

Egyedül a Nord-Lock ékzárás alátétek rendelkeznek épületgépészeti engedéllyel az acélszerkezeteknél használt valamennyi csavarkötéshez. Függetlenül attól, hogy előfeszített vagy előfeszítés nélküli, HV-, HR- vagy SB-csavaros szerelvényről, átmenő vagy zsákfuratról, esetleg anyával ellátott menetes rúdról van szó.



MIÉRT ÉS MIKOR?

Ha a csavarkötésen belül relatív elmozdulás lép fel, a csavar a menetemelkedés következtében automatikusan kilazulhat. Ez az alkatrészek szétesését, vagy csavartörést okozhat. Az ok elsősorban ütés vagy dinamikus terhelés, illetve rezgés lehet, de az eltérő hőmérsékletek is kiválthatják. A Nord-Lock ékzárás alátétek könnyen ellenállnak ezeknek a terheléseknek, megbízhatóan és hosszú távon biztosítják a csavarkötéseket.



Nord-Lock s.r.o. • Tel: +420 412 150 157 • office.czech@nord-lock.com • www.nord-lock.com
© Copyright 2025 Nord-Lock Group.

FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK



NORD-LOCK
GROUP

ZSENIÁLISAN EGYSZERŰ BRUTÁLISAN HATÉKONY

X3S FASTMIG



Corweld+

Hivatalos magyarországi képviselő
2049 Diósd, Balatoni út 21/e

www.corweldplus.hu

KAUKÁZUS

– HIDAK, MAGASHÁZAK, KÜLÖNLEGES SZERKEZETEK

II. rész: Georgia

Kaukázusi cikksorozatam első részében Azerbajdzsánba, jelen írásában az ugyancsak Európa és Ázsia határán fekvő Georgiába (Grúziába) kalauzolom el olvasóimat. A Fekete-tenger keleti partvidékén fekvő, egykori szovjet tagköztársaság 1991-ben nyerte el függetlenségét. Az ország történelmi emlékei mellett, látványos építészeti megoldásokkal nyűgözi le látogatóit. A cikk fotóit a szerző készítette 2024 őszén.

Georgia gazdasági struktúrájában meghatározó szerepe van a szolgáltatási ágazatnak, részesedése eléri a GDP 60%-át, ezen belül jelentős a turizmus. A 3,7 milliós lélekszámú országot 2024-ben mintegy 7 millió külföldi kereste fel, közülük 5 millió turistaként látogatott az országba. A legtöbben Oroszországból, Törökországból és Örményországból érkeztek. Több hazai idegenforgalmi iroda szervez georgiai utakat. Az ipar 30%-kal járul hozzá a gazdaság teljesítményéhez, kiemelkedő a kohászat, a vegyipar és az élelmiszeripar. Az agrárium részesedése 10%-os.

HIDAK

Georgia folyója a Kelet-Törökországban eredő Kura. Az 1514 km hosszú vízi út észak-dél irányban szeli át az országot. A 350 km hosszú georgiai szakasz keresztül folyik a fővároson, Tbiliszin, majd Azerbajdzsánban ömlik a Kaszpi-tengerbe. Az alábbiakban a belváros három leglátványosabb és egy, a fővárostól északra álló vasúti átkelőjét nézzük meg.

Első átkelőnk az 1966-ban megnyitott **Nikoloz Baratashvili híd**, névadója az 1817–1845 között élt grúz költő. A 150 méter hosszú, konzolos híd két pillérét a folyómederben helyezték el. A 25 méter széles pályán 2 × 3 forgalmi sáv fut, járdával. A szerkezet érdekessége az útpálya alatt kialakított gyalogos folyosó. Az átkelőt a korlátokon elhelyezett bronz, sze-



1. kép: Nikoloz Baratashvili híd

relmespárokat mintázó szobrai miatt a köznyelv a „szerelmesek hídjának” nevezi.

A Nikoloz-tól mintegy 400 méterre délre áll a főváros legismertebb hídja, a **Béke hídja**. A 2010-ben átadott ultramodern, acél-üveg szerkezet 160 méter hosszú. A gyalogosátkelőt De Lucchi olasz építész tervezte a tenger hullámzását mintázva. A hídelemeket

Olaszországban gyártották, és azokat alkatrészekben szállították a helyszínre. Gyönyörű kilátást nyújt az óvárosra, az erődre és a folyópartra. Különleges az esti kilágítás LED-es fényekkel, tervezője Philippe Martinaud francia fényművész volt. Több mint 10 000 LED izzót telepített, amit 90 perccel napnyugta előtt kapcsolnak be. A híd 2012-ben felkerült „a világ legszokatlanabb hídjainak” listájára.



2. kép: A Béke hídja 1.



3. kép: A Béke hídja 2.



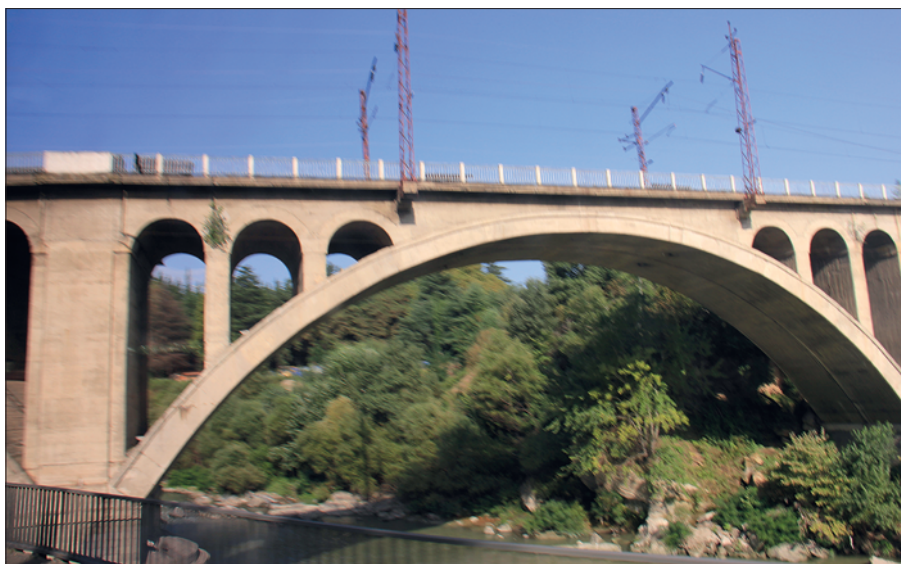
4. kép: A Béke hídja 3.



5. kép: Metekhi híd

A Kura folyási irányát követve a Béke hídjától 330 méterrel délre vezet át a folyón a belváros harmadik hídja, a **Metekhi**. Helyén már a középkorban fából ácsolt átkelő állt, amelyet többször átépítettek. A híd nyugati hídfője melletti szikla tetején áll a VI. században épült grúz ortodox templom. A jelenlegi szerkezetet 1951-ben adták át a forgalomnak, hossza 120 méter, szélessége 24 méter. A kétnyílású híd egyetlen ível szeli át a folyót, a másik íve a folyópart nyugati oldalán futó út felett vezet át. 2×3 közúti sáv és két gyalogos járda keresztezi a folyót. Különösen szépek a híd kovácsoltvas korlátai. A nyugati hídfő közelében lévő Rike Parkból kabinos kötélpályával juthatunk fel a főváros egyik nevezetességéhez, a Narikala erődhöz.

Tbiliszitől mintegy 20 km-re északra áll a **Zahesi Railway Bridge**, amely része a fővárost elkerülő vasúti körgyűrűnek. Jelentőségét az adja, hogy az olajszállító szerelvények ezáltal elkerülik a fővárost. A betonnál készült feljáróival 200 méter hosszú szerkezet 3 nyílású, a Kura feletti középső íve 50 méteres. A két szélső ív a folyó menti főutakat íveli át. Az átkelő $30\text{--}60$ fokos szöveget zár be a folyóval. A pályán két vágány fut.



6. kép: Zahesi Vasúti híd



7. kép: Tbilisi Telekommunikációs Torony 1.



8. kép: Tbilisi Telekommunikációs Torony 2.



9. kép: Rike Zenés Színház és Kiállítási Központ

ACÉLSZERKEZETEK

A főváros és egyben a Kaukázus legmagasabb építménye a 720 méter magas hegyen álló **Tbilisi Telekommunikációs Torony**. A 275 méter méteres szerkezet a város szinte valamennyi pontjáról jól látható, és egyben látogatói számára kitűnő rálátást biztosít a városra. A torony 1972-ben épült. Kommunikációs rendszerei közé tartozik a rádióadás, a személyhívó és a mobilhálózat, a kereskedelmi televízió és az amatőr rádiózás egyaránt. A torony este különböző színekben ragyog. Az objektumban rádiótörténeti kiállítás is várja az érdeklőket.

Tbiliszi belvárosának különleges látványossága a Kura folyó közelében, zöldövezetben álló, 2013-ban átadott **Rike Music Theater and Exhibition Center**. A fejlesztés tervezője Massimiliano and Doriana Fuksas olasz iroda. A tervezők nevéhez számos különleges projekt kapcsolódik világszerte. Régióinkban, Salzburgban építettek bevásárlóközpontot. A Tbilisziben megvalósult épület két különböző átmérőjű, csőszerű, egymással hegyesszöglet bezáró, támfallal összekötött egységből áll. Anyaga feszített beton, acél és üveg. Az objektum északi, szélesebb szárnyában rendezték be az 560 férőhelyes Zenei Színházat előcsarnokával és a hozzá tartozó kiszolgálóegységekkel. Az épületrész hossza: 80 méter, szélessége a folyó felé néző bejáratnál 25 méter, a záró betonfalnál 46 méter. A folyó felőli bejárat üvegezett előcsarnokából pompás kilátás nyílik a történelmi belvárosra. A kiállítóteremnek berendezett kisebb déli szárny szélessége a folyó felőli rámpán álló bejáratnál 15 méter, míg a záró falnál 20 méter, teljes hossza ugyancsak 80 méter. A különleges épület sajnos jelenleg nem látogatható.

MAGASHÁZAK

Georgia magasházai jellemzően nem az 1,3 millió lakosú fővárosban, hanem az ország Fekete-tengeri kikötővárosában, a 180 ezer lakosú Batumban épültek. A jelenlegi listavezető, a 200 méter magas 2012-ben épült Batumi Tower. Tbilisziben egyre nagyobb számban épülnek különleges formájú felhőkarcolók. A főváros legismertebb toronyháza a belvárosban álló, 138 méter magas **Biltmore Hotel**. A 2016-ban átadott ház építése 32 hónapot vett igénybe, összterülete 45 ezer m². 214 luxus berendezésű szobával várja

vendégeit. A 32 szintes szálloda különleges díszkivilágítása révén a város számos pontjáról jól látható.

2025 tavaszán jelentették be, hogy a neves Zaha Hadid Architects iroda toronyházat épít Tbilisziben. A „Cityzen Tower” néven futó komplex fejlesztés

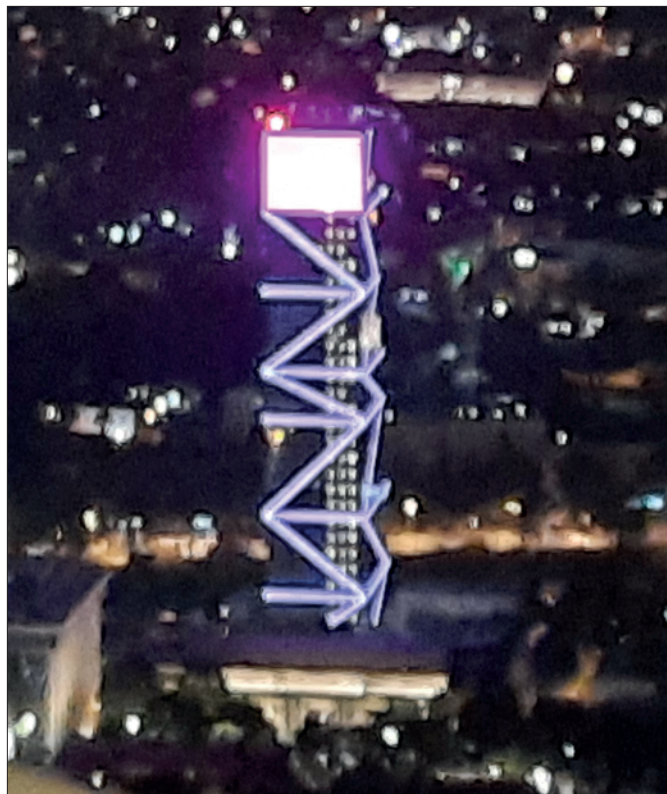
keretében a város jelenleg elhanyagolt külterületén, egy 42 emeletes épületet húznak fel a hozzá kapcsolódó 23 ezer m² parkosított területtel, szolgáltatásokkal egy új városközpontot alakítanak ki. Az épülő torony első 8 pódiumsztíjén kereskedelmi, egészségügyi és turisztikai funkciók

kapnak helyet, a további szinteken lakásokat terveznek.

A városrészt metróvonal kapcsolja majd össze a belvárossal. Az iroda által tervezett toronyház sziluettjében hasonlít a budapesti MOL Campushoz. A fejlesztés várhatóan 2028-ra valósul meg.



10. kép. Biltmore Hotel 1.



11. kép: Biltmore Hotel 2.



12. kép: Egy belvárosi magasház koraesti fényben



13. kép: Az épülő Cityzen Tower látványterve.

Forrás: <https://www.zaha-hadid.com/architecture/cityzen>

A GRÚZ HADIÚT MENTI FEJLESZTÉSEK

Georgia leglátogatottabb turisztikai attrakciója a Kaukázust átszelő **Grúz Hadiút**. Az építési munkálatait 1799-ben kezdték. A 210 km hosszú E117 jelű út a grúz fővárostól, érintve az Ananuri erődöt, hegygerinceken, völgyeken át vezet az oroszországi Vlagyikavkazig. A grúz szakasz hegyi tájaival, történelmi helyszíneivel lenyűgözi az utazókat. Különleges látványt nyújt, az út 5054 méteres vulkanikus eredetű Kazbek hegység alatti pályaszakasza. A havas hegycsúcs Grúzia második legmagasabb hegycsúcsa.

A 2 × 1 pályás, kanyargós, hidakkal, alagutakkal szabdalts út ma már nem felel meg a növekvő forgalom követelményeinek, több helyen építési munkálatokkal találkozhat az utazó.



14. kép: Az Ananuri erőd menti völgyhíd



15. kép: A kanyargós hadiút 1.



17. kép: Alagútbejárat



16. kép: A kanyargós hadiút 2.



18. kép: Alagútépítés



19. kép.
Hidépítés

ENERGETIKAI LÉTESÍMÉNYEK

Georgia energiaszükségletének jelentős hányadát vízi energiából fedezi. Az országban számos vízi erőmű termel. Az ország legnagyobb vízierőműve az Enguri folyóra épült 1978-ban.

Tbiliszi energiaellátásában kiemelt szerepe van a Zahesi erőműnek. A fővárostól északnyugatra Mtskheta város közelében, az Aragvi folyó, Kura folyami torkolatától délre telepítették a Zahesi (Zemo) Vízierőművet. Az alacsony nyomású energetikai létesítmény első blokkját közel 100 éve, 1929-ben helyezték üzembe. A jelenleg működő 3 egység a folyó vízhozamát egy 3,5 km-es szakaszon használja fel áramtermelésre. Az erőmű beépített teljesítménye 38,6 MW.



21. kép: Az erőmű 1. blokkja



22. kép: Az erőmű 2. blokkja



23. kép: Az erőmű 3. blokkja

A CLOOS 2025-ÖS GLOBÁLIS SIKEREI – DIGITÁLIS INNOVÁCIÓ, AUTOMATIZÁLÁS ÉS IPARÁGI MÉRFÖLDKÖVEK

A CLOOS 2025-ben tovább erősítette pozícióját a világ vezető hegesztéstechnológiai szállítói között. A vállalat fejlett automatizálási megoldásai, digitalizációs platformjai és ipari automatizálási kompetenciái olyan cégek gyártásában értek el áttörést, mint a Mercedes-Benz Truck, a Volvo, az AGCO, vagy a gym8. A következőkben bemutatjuk azokat a kiemelt iparági sikereket, amelyek jól példázzák, hogyan támogatja a CLOOS az ipar szereplőit hatékonyságnövelésben, minőségbiztosításban és a jövő gyártási modelljeinek kialakításában.

Összefogással az innovációért – a CLOOS közös pilot projektje a franciaországi Mercedes-Benz Truckkal

A franciaországi Molsheim városában található Mercedes-Benz Truck közreműködésével fontos előrelépést teszünk digitális fejlődésünkben. Az együttműködés mindkét vállalat számára valódi hozzáadott értéket teremt:

- Az innováció piaci előnyt nyújt – közösen tesztelünk új, korai fázisban lévő digitális megoldásokat, és alakítjuk ki a jövőbeni alkalmazásukra vonatkozó követelményeket.
- Gyorsabb fejlődés, értékes visszajelzések – a közvetlen kapcsolatnak és a gyakorlati teszteknek köszönhetően a fejlesztések sokkal gyorsabban valósulnak meg, és célzottan tudjuk tökéletesíteni a kiválasztott funkciókat.
- Ügyfélközpontú, gyakorlatorientált eredmények – a szoros együttműködés garantálja, hogy megoldásaink pontosan megfelelnek a való életben történő alkalmazás támasztotta elvárásoknak.

A CLOOS kiemelten köszöni a Mercedes-Benz Truck Molsheim csapatának bizalmát és nyitottságát. Örömmel folytatjuk a közös munkát a gyártás további digitalizációja érdekében.



Együttműködés a VOLVO Construction Equipment-tel

A Volvo időről időre a CLOOS-hoz fordul, hogy közösen dolgozzanak ki új megoldásokat. Legutóbb a Volvo észrevette, hogy a képzett munkavállalók egyre több időt töltenek nem értékteremtő feladatokkal. Ez időt és energiát emésztett fel, amelyet fontosabb munkára lehetett volna fordítani. „Évtizedek óta dolgozunk együtt” – mondja Nate Alleman, a VOLVO Construction Equipment gyártási folyamataiért felelős vezetője. „A CLOOS csapatával ápolt kapcsolatunknak köszönhetően mostanra minden robotunkat teljes mértékben CLOOS-ra cseréltük.”

A problémára adott CLOOS megoldás: A Volvoval és egy másik, autonóm járművekre szakosodott beszállítóval együttműködve a CLOOS egy csúcstechnológias robothegesztési megoldást hozott létre, amelyben a különböző rendszerek összehangoltan működnek. Egy autonóm mobil robot (AMR), önállóan veszi fel az anyagot a cellából, átszállítja a gyártócsarnokon, és betölti egy másik automatizált cellába.

- Nőtt a termelékenység: az automatizált megoldás drasztikusan csökkentette a ciklusidőket, így a Volvo a minőség csorbitása nélkül képes kielégíteni a növekvő gyártási igényeket.
- Javult a hatékonyság: az automatizált folyamat kevesebb kézi beavatkozást igényel, felszabadítva a képzett hegesztőket fontosabb, kritikus feladatokra.
- Erősödött a partnerség: a CLOOS és a Volvo közös munkája bizonyítja, hogy az automatizálási kihívások megoldása nem csupán a robotokon múlik, hanem a hatékony együttműködésen is.





AGCO – Ipar 4.0 a traktorfülkék gyártásában CLOOS technológiával

A világ egyik legjelentősebb mezőgazdasági gépgyártója, az AGCO évente mintegy **30 000 traktorfülkét** gyárt a Fendt és a Massey Ferguson számára az Asbach-Bäumenheim-i üzemben. A vállalat több mint **40 CLOOS hegesztőrobotra**, munkadarab-pozicionálókra és kézi hegesztési megoldásokra támaszkodik az egymással összekapcsolt gyártó-sorokon.

C-Gate: Valós idejű digitális gyártásfelügyelet

A termelés szíve a CLOOS C-Gate **digitalizációs platformja**, amely valós időben gyűjti, elemzi és értékeli a gyártás minden kulcsadatát. A C-Gate segítségével a hegesztési adatok más termelési területek információival is összekapcsolódnak, így az optimalizálás vállalati szinten, folyamatosan történik. Ennek eredménye:

- jelentősen alacsonyabb hibaarány,
- stabilabb folyamatok,
- magasabb hegesztési minőség.

Ipar 4.0 a gyakorlatban

Az AGCO és a CLOOS együttműködése mára iparági referenciává vált: a digitalizáció és az automatizáció integrálása példát mutat arra, miként lehet a mezőgazdasági gépgyártásban a hatékonyságot és versenyképességet jelentősen növelni.

gym80 – Maximális minőség és hatékonyság a fitnessiparban

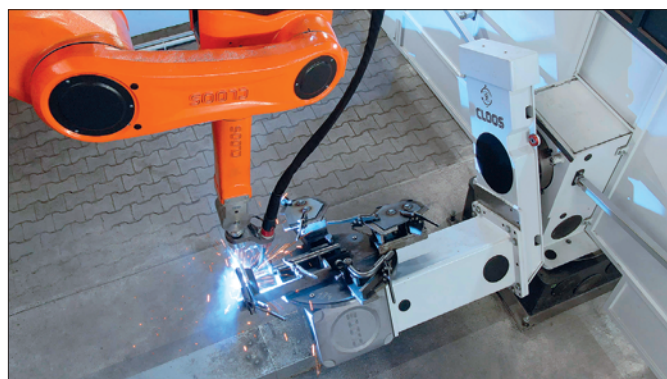
A német gym80 a fitnessipar egyik leggyorsabban fejlődő és legismertebb gyártója. A vállalat több mint **10 CLOOS robotcellát használ prémium kategóriás fitnessz és orvostechnikai eszközei gyártásában.**

20 év automatizált hegesztés CLOOS robotokkal

A cég első CLOOS robotcellája **2003 óta megbízhatóan működik**, mára pedig teljes gyártási folyamatukat automatizált, stabil, nagy pontosságú robohegesztési megoldások támogatják.

Folyamatos kapacitásbővítés

A gym80 jelenleg egy **ötödik gyáracsarnok** megépítésén dolgozik, ahol a hegesztőüzem teljes egészében új logisztikai és technológiai elrendezést kap. A cél a jövőálló, automatizált termelés további megerősítése – a CLOOS robotikai technológiára alapozva.



A Német vasutak megrendelésére kivitelez az MCE egy különleges vasúti hídegyüttest. Az észak-németországi Friesenbrücke három, egymás után épülő híd mindhárom tagja helyére került, a forgatható híd sikeres próbaüzeme is lezajlott. A forgatható híd képen látható állása a hajóforgalmat engedi a folyón, 90 fokkal elfordulva a vasúti közlekedés haladhat rajta. A híd gyártásáról, szereléséről részletes leírást ebben a számban olvashat a 4–11. oldalakon.

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 1025 Budapest, Boróka utca 10. I. em. 3.

E-mail: magesz@t-online.hu címre kérjük.

H I R D E T É S

1 oldal (A/4) színes:

MAGÉSZ tagoknak 100 000 Ft+áfa
külső cégeknek 140 000 Ft+áfa

1/2 oldal (A/5) színes:

MAGÉSZ tagoknak 50 000 Ft+áfa
külső cégeknek 70 000 Ft+áfa

Nagy József

Telefon:

06 20 468-4680

Telefon/fax:

06 25 581-623

E-mail:

janagy62@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, 1025 Budapest, Boróka u. 10. I/3.
Mobil: +36 30-1378332, E-mail: magesz@t-online.hu

Felelős kiadó: a MAGÉSZ elnöke
Felelős szerkesztő: Aszmann 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

Ha a
tartósság a cél.

Wagner magasnyomású pumpák és szórópisztolyok

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





WE CREATE



AZ ÉPÜLŐ LUAPULA HATÁRHÍD LÁTVÁNYTERVE
A Kongói Demokratikus Köztársaság
és Zambia között

EGYEDI HIDAK
TERVEZÉSE 1999 ÓTA

SPECIÁLTERV