

ACÉLSZERKEZETEK

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



A TARTALOMBÓL:

- In Memoriam Dr. Csapó Ferenc – In Memoriam Talián Attila***
- A sátorlajújhelyi gyalogos kötéltér szereléstechológiai tervezése***
- Szakmai beszámoló az IABSE szimpóziumáról***
- Acélszerkezet és épülethéj – Kihívások az Alba Aréna kivitelezésénél***
- A tervezés jövője: digitalizációs technikák, programozott tervezés***
- A Tomori Pál híd tervezési sajátosságai***
- A Mohácsi Duna-híd tervezése: Parametrikus & BIM-modellezésen alapuló együttműködés***

TERRA NX 400 PMC DUALFEEDER

DUPLA HEGESZTÉS, DUPLA ELŐNY

Nagyobb termelékenység: az új DUALFEEDER-rel az ügyfélnek mindig kéznél van a megfelelő huzal, függetlenül attól, hogy két különböző hozaganyagról vagy huzalátmérőről van szó.

2x DUPLA ELŐNY



- Két huzalelőtoló egység:
egy beépített és egy külön levehető előtoló.
- Két 3,5" LCD grafikus színes kijelzős felhasználói panel
- MIG/MAG és impulzus MIG/MAG hegesztés Böhler Welding által fejlesztett 4 féle ívkontrollal.
- Akár 600 Böhler Arc hegesztési program.

BESZÁMOLÓ A MAGÉSZ KÖZGYŰLÉSÉRŐL

I. Beszámoló a MAGÉSZ közgyűléséről

A MAGÉSZ 2025. évi közgyűlését május 14-én a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken tartottuk.

Aszmann Ferenc, a szövetség elnöke köszöntötte a megjelenteket, majd megállapította, hogy a közgyűlés megkezdése a meghívó szerinti időpontban (10.00 óra) nem lehetséges, mivel a szavazásra jogosult 50% + 1 fő nem jelent meg, és így a közgyűlés határozatképtelen, azt a meghívóban közölt módon egy óra elteltével összehívottnak kell tekinteni, és a közgyűlés 11.00 órakor megtartható.

Napirenden kívül

A megismételt közgyűlés megkezdéséig az elnök javaslatára az idei Év Acélszerkezete Nívódíj nyertesei ismertették pályázati anyagukat és a diplomadíjasok közül Barbély László, MSc I. díjas ismertette nyertes pályázatát.

Elsőként **Wunderlich István**, a Duna Aszfalt képviseletében a „Kalo-csa–Paks Új Duna-híd és a kapcsolódó útbálozat tervezése és kivitelezése” témakörben ismertette a nyertes pályamunka tartalmát.



Wunderlich István átveszi az Év Acélszerkezete Nívódíját

Másodikként **Szigeti Zoltán**, az MSc Kft. részéről tartott előadást a „Zemplén 723 – A Nemzeti Összefogás hídja – A világ leghosszabb gyalogos kötélpálya” témakörben.

Ez a pályázat is az Év Acélszerkezete Nívódíj nyertese lett a 2025. évben.

Harmadikként **Barbély László**, MSc I. díjas tartott előadást „Bridge Weight-in-Motion System Development for Railway Bridge” címmel.

Az előadások után Aszmann Ferenc elnök átadta az Év Acélszerkezete Nívódíjat és a diplomadíjasoknak a kitüntető okleveleket.

TARTALOM CONTENTS

Szövetségi hírek	1
In Memoriam Dr. Csapó Ferenc ..	4
In Memoriam Talián Attila	5
A sátorlajújhelyi gyalogos kötélpálya szereléstechológiai tervezése	6
Harmincöt év néhány percben ...	16
Szakmai beszámoló az IABSE szimpóziumáról	18
Acélszerkezet és épülethéj. Kihívások az Alba Aréna kivitelezésénél	24
A tervezés jövője: digitalizációs technikák, programozott tervezés	34
A Tomori Pál híd tervezési sajátosságai	42
A Mohácsi Duna-híd tervezése. Parametrikus & BIM-modellezésen alapuló együttműködés koncepciótervtől gyártmánytervig a hazai gyakorlatban	48
A magyar tűzihorganyzó ipar mérföldköve: megnyitotta új horganyzóját Tiszacsegén a NAGÉV Csoport	61
Hatékony automatizálás a gyártásban: CLOOS QINEO hegesztéstechnika ArcBoT és Dobot CRA kollaboratív rendszerekkel	64
A Limmat folyó hídjai	66



Az MSc Kft. és a Graboplan Kft. képviselői átveszik az Év Acélszerkezete Nívódíjat



A Duna Aszfalt Zrt. és a CÉH zRT. képviselői átveszik az Év Acélszerkezete Nívódíját



Nagy Botond, a MAGÉSZ Különdíjasa



Barbély László, a MAGÉSZ Díplomadíj MSc I. helyezette



Marton Laura, a MAGÉSZ Különdíjasa

Az Év Acélszerkezete Nívódíjat a Kaloosa–Paks híd pályázatnál a Duna Aszfalt és a CÉH zRT., míg a Zemplén 723 pályázatnál az MSc Kft. és a Graboplan Kft. képviselője vette át.

A napirend folytatása

1. napirend:

A közgyűlés határozat-képességének megállapítása

A szövetség elnöke a megismételt közgyűlést 11 órakor megnyitva megállapította, hogy a megismételt közgyűlés a meghívó szerint közölt napirendi kérdésekben határozatképes. A megismételt közgyűlés megkezdte munkáját.

Ezt követően a közgyűlés megválasztotta a **közgyűlés tisztségviselőit:**

Levezető elnök személyére Aszmann Ferenc, jegyzőkönyvvezetőnek dr. Borókai László ügyvéd, hitelesítőkné pedig dr. Kövesdi Balázs és dr. Dunai László a javasolt közgyűlési tisztségviselő.

Közgyűlési tisztségviselőkre további javaslat nem lévén, a közgyűlés nyílt szavazással az alábbi egyhangú határozatot hozta.

1/2025. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés egyhangú határozatával levezető elnöknek Aszmann Ferencet, jegyzőkönyvvezetőnek dr. Borókai Lászlót, jegyzőkönyv-hitelesítőnek dr. Kövesdi Balázst és dr. Dunai Lászlót egyhangúlag megválasztotta.

A levezető elnök ismertette a közgyűlési meghívóban meghirdetett napirendi pontokat, mely szerint

1. A közgyűlés határozatképességének megállapítása
2. Az elnökség beszámolója
3. A 2024. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása
4. A 2025-es munkaterv jóváhagyása
5. A 2025. évi tagdíjak megállapítása
6. A 2025. évi költségvetés elfogadása
7. Egyebek

További napirendi javaslat nem volt, a levezető elnök szavazásra hívta fel

a tagokat, majd kihirdette a közgyűlés határozatát.

2/2025. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés a beterjesztett javaslattal egyezően, egyhangú szavazattal elfogadta a közgyűlési napirendi pontokat.

A közgyűlés megkezdte a többi napirendi pont megtárgyalását:

2. napirend:

Az elnökség beszámolója

Az elnök megtartotta az elnökségi beszámolót. Hivatkozott arra, hogy annak részletes ismertetése a szövetség 2024-es évről rendezvényén is megtörtént, és megismerhető volt az Acélszerkezetek című újság 2025/1. számából. Kérdés, észrevétel a beszámolóval kapcsolatban nem volt.

3/2025. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés egyhangú szavazattal a szövetség elnökségének 2024. évi beszámolóját elfogadta.



3. napirend:

A 2024. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása

A MAGÉSZ 2024. évi gazdálkodását az elnökség megvitatta, és azt közgyűlés elé terjesztésre megfelelőnek ítélte. Az egyszerűsített mérleget és a gazdálkodásról szóló beszámolót minden jelenlévőnek a meghívóval együtt átadtuk. Ebben az összes bevételt és az összes kiadást részletesen ismer tettük. A mérleget, „tervezetben”, aláírás nélkül adtuk át, mivel azt csak a közgyűlés elfogadása után lehet véglegesíteni.

4/2025. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a szövetség 2024. évi gazdálkodásáról készített beszámolót és a 2024. évi egyszerűsített mérleget 16615 Eft mérleg-főösszeggel, valamint -3847 Eft mérleg szerinti eredménnyel.

4. napirend:

A 2025. évi munkaterv jóváhagyása

Az elnökség a közgyűlést megelőző ülésén előzetesen áttekintette a 2025. évi munkatervet és az elnökségi ülésen megfogalmazott ajánlásokból elkészített 2025. évi munkaterv-tervezetet. Kisebbségi javításokkal és időpontmódosításokkal a dokumentumot a közgyűlés elé terjeszhetőnek ítélte. A munkatervet a tagok a meghívóval megkapták.

5/2025. sz. Közgyűlési határozat.

A közgyűlés egyhangú szavazattal elfogadta a MAGÉSZ 2025. évi munkatervét.



Aszmann Ferenc megmutatja az elnökség beszámolóját

5. napirend:

A 2025. évi tagdíj megállapítása

A MAGÉSZ elnöksége a tagdíj mértékét a 2024. évre elfogadott tagdíjtáblázat alapján javasolta változtatás nélkül a 2025. évre is megállapítani és elfogadni.

6/2025. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés egyhangú szavazattal a tagdíj mértékét a 2024. évre elfogadott tagdíj-táblázat alapján, változtatás nélkül a 2025. évre is megállapítja és fenntartja.

6. napirend:

A 2025. évi költségvetés elfogadása

Az elnökség javasolta, hogy a közgyűlés a MAGÉSZ 2025. évi költségvetését 21 600 Eft bevétellel és 21 350 Eft

fogadja el. A költségvetés-tervezetet a tagok a meghívóval együtt megkapták.

7/2023. sz. Közgyűlési határozat

A közgyűlés egyhangú szavazattal elfogadta a MAGÉSZ 2025. évi költségvetését, 21 600 Eft bevételi és 21 350 Eft kiadási összeggel.

7. napirend:

Egyebek

A levezető elnök megkérdezte a jelenlévőket, hogy kívának-e közérdekű bejelentést tenni, vagy a napirenden szereplő kérdés megtárgyalását kezdeményezni.

Hozzászólás hiányában a levezető elnök a közgyűlést 12 órakor berekesztette.



A közgyűlés résztvevői

IN MEMORIAM DR. CSAPÓ FERENC



Elbunyt DR. CSAPÓ FERENC.

Ennyi a rövid hír.

Mi, akik a Magyar Acélszerkezeti Szövetséghez kötődünk, nekünk a Hír mögött csupa nagybetűvel egy EMBER jelenik meg.

Dr. Csapó Ferenc Békés megyében született. Épületgépészeti és gazdasági mérnöki diplomáját 1984-ben műszaki doktori címmel erősítette meg. Pályafutása során kettő igazi elkötelezettsége volt.

Az első a csőszeres korszak volt.

Szakmai tevékenysége döntően a Csőszerezőipari Vállalathoz kötődött. Két ciklusban 1959–1966 és 1972–1993 különböző beosztásokban töltött be felelősségteljes, irányító beosztásokat a vállalatnál.

Részt vett az északkelet magyarországi iparosítási programokban. Szakembertársainkkal jelentős szerepet vállaltak a térség kohászati üzemének (Lenin Kohászati Művek, Ózdi Kohászati Üzemek), a térségi erőművek (Tiszai, Borsodi, Mátrai) és a vegyipar fellelővárainak (TVK, BVK, ÉMV) valamint a gyógyszergyárak (Alkaloida, Biogál) beruházásaiban.

Ezen beruházások során számtalan személyes munkakapcsolatot alakított ki ezen nagyvállalatok vezetőivel. Megbízhatóságáért, a hozzá köthető kiemelkedő munkateljesítményekért számos céges és személyes elismerést kapott.

A kilencvenes évek politikai és gazdasági nehézségei 1993-ban a „csőszeres” pályafutás elhagyására kényszerítették.

Ekkor került pályázat útján a Dunaferr Rt.-hez. Az acélszerkezeti üzletág tevékenységének és céljainak ismerőjeként egyik kezdeményezője lett a Magyar Acélszerkezeti Szövetség (MAGÉSZ) megalapításának.

Következett a második korszak.

A MAGÉSZ alapító oklevelét 1998. szeptember 29-én 29 tagvállalat írta alá. Az acélszerkezeti szakma (tervezés, gyártás, szerelés) célul tűzte ki a szereplők érdekképviseletét és a szakma elméleti és gyakorlati fejlődésének elősegítését, továbbá az eredmények dokumentálását.

Keresztes László, az első elnök felkérésére dr. Csapó Ferenc elvállalta a MAGÉSZ Magyarországi Acélszerkezet Gyártók és Építők Szövetsége titkári feladatait, melyet több mint húsz esztendőn át becsülettel, magas színvonalon ellátott.

„A szó elszáll, az írás megmarad” tartja az ősi római mondás, melynek máig ható igazsága a digitális korban sem veszít jelentőségéből.

Már az alapításkor elhatározta a tagság egy MAGÉSZ-Hírlevél megjelentetését. 1999-ben jelent meg az első szám, melynek terjedelme 12 oldal volt. A címlapon Keresztes László elnök tájékoztatta az olvasókat a szövetséggel és a lappal kapcsolatos legfontosabb tudnivalókról, a hátsó borító belső oldalán pedig ezek részleteiről. Felelős szerkesztő dr. Csapó Ferenc, munkatársa Nagy József, a lap a dunaújvárosi TEXT Nyomdaipari Kft.-nél készült.

2004-ben a Hírlevél már MAGÉSZ Acélszerkezeti formában jelenik meg.

Dr. Csapó Ferenc közel két évtizedig adta nevét ehhez a mind formájában, mind minőségében kimagasló szakfolyóirathoz. A szakma elméleti és gyakorlati eredményeinek – cékitűzéseiben is hangsúlyozottan megfogalmazott – közzététele, a szakmai információáramlás és archiválás feladatának megvalósítása jelentős nemzeti érdeket szolgál. A MAGÉSZ honlapján elérhető digitális archívum a jövő szakembereinek is jó szolgálatot tesz.

Dr. Csapó Ferenc áldozatos munkáját ezúton is megköszönve megígérhetjük, hogy ezt a munkát továbbvisszük.

Elköszönünk dr. Csapó Ferencről, nyugodjon békében.

Aszmann Ferenc





IN MEMORIAM TALIÁN ATTILA

Búcsúzunk tőled, Attila!

Barátként és kollégaként most nehéz megszólalni. TALIÁN ATTILA barátunk, a Ferrov Kft. fő tulajdonosa és ügyvezetője nincs többé velünk – nem megbalt, hanem elment. Elment egy útra, amelyről nincs visszatérés, de emléke és hatása itt marad köztünk.

Szerette a munkáját, elhivatottan végezte szakmai tevékenységét. Szenvetélyel fordult a hivatása felé, és ugyanilyen lelkesedéssel űzte hobbiját, a vadászatot is, amely számára nem a zsákmányról, hanem a természet közelségéről, a csendről és az odafigyelésről szólt.

Mindig felnéztem rá. Példát mutatott embersegből, hozzáállásból, szakmaiságból.

A Magyar Tűzihorganyzó Szövetség megalakulásában meghatározó szerepet vállalt. Ki kell mondani: az, hogy a Szövetség a mai napig működik, jelentős részben az ő érdeme. Közel harminc évvel ezelőtt még ő győzködött bennünket arról, mennyire fontos a tapasztalatsere, a szakmai összefogás – versenytársakként is, de barátként működünk együtt. Ma már én sem vitatom, igaza volt.

A szakmában mindig naprakész volt. Ha kérdés merült fel, ő tudta a választ. Emlékszem egy esetre, amikor kötőelemeket rendeltünk Kínából, ám a bevonat egy hónap alatt lekopott. Ő azonnal felismerte az okot: olyan technológiával horganyozták, amelyet Európában már évtizedek óta nem használtak. Attila ezt is ismerte.

Hatalmas tudással rendelkezett, de soha nem félt tanácsot kérni. Értő figyelemmel hallgatta a javaslatokat, meglátta bennük az értéket, és ha kellett, javító szándékkal, de mindig érthetően fogalmazta meg a kritikáit.

Nem ismert sablonokat. Nyitott volt új megoldásokra, kész volt újragondolni a régi, már lezártak hitt problémákat is.

Szerette a vitát, a gondolatok ütköztetését – és ebben a fiatalabbakra is partnerként, egyenrangú félként tekintett. Aki figyelt rá, sokat tanulhatott tőle.

Egy vezetőt nem feltétlenül az minősít, hogy szeretik-e a munkatársai – de az embert igen. És őt szerették.

Közeli munkatársainak sokkal több volt, mint kolléga. Hiánya fájó űrt hagyott maga után.

Szerettük őt, mert egyenes, közvetlen, melegsívű és önzetlen ember volt.

A vadászatban is a természet védelmét tartotta szem előtt. Nem a lövés számított neki, hanem az erdőjárás, a csend, a szépség.

Több mint harmincéves ismeretségünk a szakmán keresztül kezdődött, de hamar barátként tekintettünk egymásra. Amikor másfél évtizede letettem a vadászvizsgát, őt hívtam fel először. Az első mondata az volt: „Akkor itt leszel tag nálunk!”

Attila, soha nem felejtünk. Bízom benne, hogy az örök vadászmezőkön is megtalálod a helyed.

Nyugodj békében!

barátsággal

Tarány Gábor

A SÁTORALJAÚJHELYI GYALOGOS KÖTÉLHÍD SZERELÉSTECHNOLÓGIAI TERVEZÉSE

A 2024. június 4-én átadott, majd 2025. január 29-én Guinness világrekorder minősítést szerzett [1] sátoraljaújhelyi gyalogos kötélhíd tervezéséről a MAGÉSZ Acélszerkezetek 2024/2. számában írtunk [2]. Itt részletesen bemutatottuk a projektet, a megvalósult szerkezetet, illetve annak erőtani érdekességeit is ismertettük. 2025 májusában a híd elnyerte a MAGÉSZ Év Acélszerkezete Nívódíját. Ennek apropóján mostani cikkünkben szeretnénk betekintést adni a kötélszerkezet különleges mérnöki kihívásokkal teli technológiai tervezésébe is.

Az MSc Kft. nemcsak az engedélyezési, tender- és kiviteli terveket készítette, hanem a Generálkivitelező, Graboplan-Industrie Kft. megbízásából a híd felszerkezetének szereléstechológiai tervezése is a feladatunk volt. Erről több szakmai fórumon is beszámoltunk már, köztük a tavalyi Hidász Napokon. Cikkünk ezen konferencia előadásait megjelentető kiadványban található összefoglalónk [3] kibővített leírása. Részletesen ismertetjük a híd kábel- és pályaszerkezetének hazai viszonylatban kuriózumnak számító szerelési módját, kezdve a tervezőasztali elképzeléseinktől egészen a szerkezetkész állapotig.

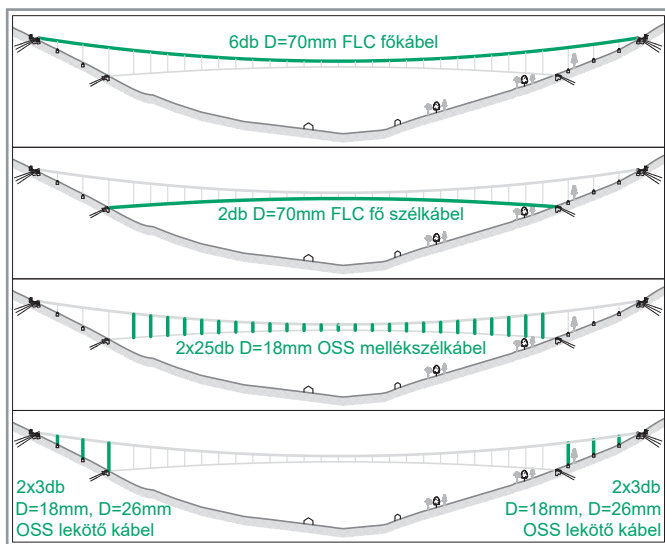
A HÍD RÖVID BEMUTATÁSA

A turisztikai céllal épített, nagyfeszítávú, gyalogos függőhidak egyre népszerűbbek szerte a világban. Sátoraljaújhelyi Önkormányzata 2014 környékén határozta el, hogy csatlakozva a nemzetközi trendhez, az általuk működtetett Zemplén Kalandpark új attrakciójaként egy világrekorder gyaloghídat építtet. A régóta dédelgetett álmuk 10 év elteltével válhatott valóra, a Zemplén 723, avagy a Nemzeti Összetartozás Hídjának átadásával, amely szakmai körökben sátoraljaújhelyi kötélhíd néven ismert. 700,0 m-es támaszkoze hasonló típusú szerkezetek között jelenleg a világ leghosszabbja (1. ábra).

A tartószerkezeti rendszerét tekintve kötélhíd, vagyis a klasszikus függőhidakkal ellentétben pilonok és függesztők nélkül épült, ezáltal a gyalogos hossz-szelvénye a hat darab acél főkábel parabolikus alakját követi. Az 1,2 m pályaszélességű, kétirányú forgalmat bonyolító hídszerkezet legnagyobb völgy fölötti magassága kb. 84 m. A szerkezetet egy elleníves, lefeszítő szélkábelerendszer merevíti, amely kiegészül a híd induló szakaszain 3–3 keresztmetszetben található lekötőkábelekkal. A felszerkezet főbb kábelelemeit a híd oldalnézeti vázlatrajza mutatja be (2. ábra).



1. ábra: A megvalósult híd



2. ábra: A híd felszerkezetét alkotó kábelek

TECHNOLÓGIAI TERVEZÉSI FELADATOK

Már a tendertervek is tartalmazták a híd építéstechnológiai elképzelését. Természetesen ebben a szakaszban még kivitelező nélkül, pusztán tervezői ötleteink, illetve külföldi, megépült példákról fellelhető szakmai anyagok tanulmányozása alapján készültek a szerelési fázistervek. A megvalósítási szakaszba érve, a kivitelező kollégákkal együttműködve, a tendertervi elképzelésre alapozva dolgoztuk ki a felszerkezet végleges szerelési koncepcióját.

Feladatunk volt a szereléstéchnológiai fázistervek elkészítése, a fázisok statikai számítása, az ideiglenes és végleges szerkezeti kábelek szerelési terveinek előállítás, illetve ezek gyártási (levágási) hosszainak megadása. A kábeltervek alapvetően a beépítendő kábelek alak- és erőbeállítását segítették elő, külön figyelmet fordítva a hőmérséklet-változás, illetve a kábelek lassú alakváltozásának várható hatására.

A felszerkezet szereléséhez számos segédszerkezetre (ideiglenes támaszok, rögzítőelemek, bekötőszerkezetek, súrlódásos megfogások, sajtózó gerendák, vontatóegységek stb.) volt szükség. Ezek részlettervezését is az Msc Kft. végezte, természetesen minden esetben még koncepcionális szinten egyeztetve a kivitelezővel.

A FELSZERKEZET SZERELÉSI FOLYAMATA

Az olasz Redaelli Techna S.p.A. gyártóüzemében a tervezett hossza előre levágott, majd dobra feltekert, nagyjából 700 m hosszú, 70 mm átmérőjű főkábelek egyenkénti tömege kb. 21 tonna volt, azonban nem is ennek a tömegnek a megmozgatása jelentette az igazán nagy kihívást, hanem a kötél szerkezetekre jellemző, belógástól függően bennük ébredő vízszintes húzóerő felvétele, amely akár az önsúlyuk többszöröse is lehet. A hídfők megépítését követően a végleges szerkezeti főkábeleket úgy kellett kifeszíteni a várhegyi és szárhegyi hídfőkben található bekötési pontok közötti 700 m-es távolságon, hogy azok nem érhetek le a völgybe. A helikopterrel történő átjuttatás részben a szükséges vontatókapacitás bizonytalansága, másrészt pedig a híd völgyében érvényes repülési tilalom miatt nem volt lehetséges. Ezért a híd főkábeleinek szereléséhez első lépésként kisebb átmérőjű acélsodrony segédkábelekkel álló vontatópályát kellett kiépíteni a két hegyoldal között.

Első fázis: segédkábelek szerelése

A segédkábelekkel álló áthúzópálya kiépítését egyre növekvő teherbírású kötelek egymás utáni áthúzásával oldotta meg a kivitelező. Először egy fonott horgászszinórt reptettek át drón segítségével (3. ábra), majd ezzel egy kevlárszinórt húztak át kézi erővel. Ezután egy alpínkötél következett, de a növekvő vízszintes erőkomponens miatt innentől már növekvő kapacitású csörlők segítségével volt szükség. Az alpínkötél már kellő teherbírással rendelkezett egy $D = 12$ mm-es acélsodrony áthúzásához, amely innentől egy 10 tonnás csörlővel kiegészülve vontatókötélként funkcionált.

Később ezzel húzták át azt a két, egymástól 60 cm-re futó $D = 28$ mm-es acélsodronyt (4. ábra), melyekből a nagy átmérőjű szerkezeti kábelek áthúzópályája állt össze.



3. ábra: Az első zsinórt áthúzó drón



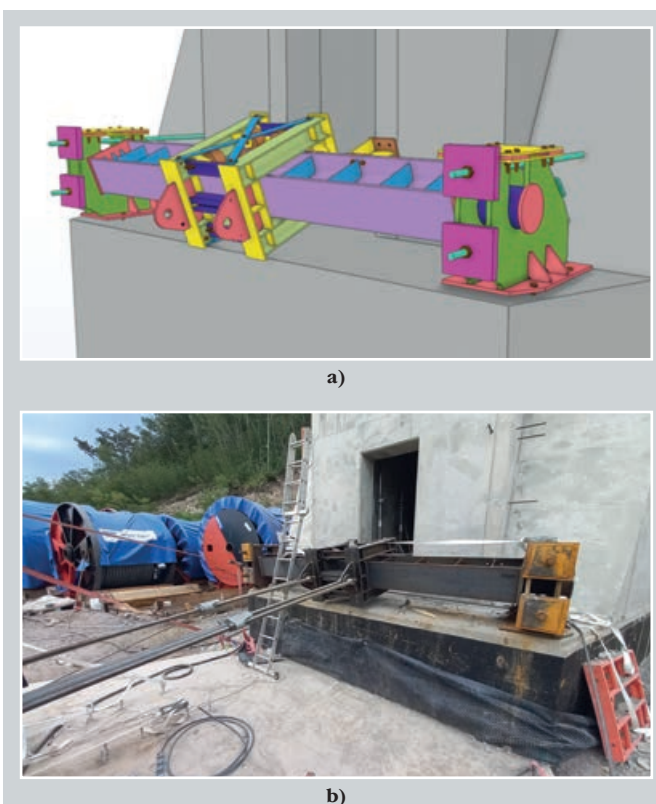
4. ábra: Vontatókötél (alul) és a dobról lefejtett $D = 128$ mm-es segédkábel

Ezek a kötelek fix végpontokhoz csatlakoztak, ezáltal gyár-
tandó hosszukat előre meg kellett adni, ezzel gyakorlatilag
meghatározva az áthúzópálya hossz-szelvényét. A végponti
bekötésük egy speciális, erre a célra tervezett ideiglenes
acélszerelvényhez történt [5. a)–b) ábrák], amely azon
túl, hogy képes volt felvenni a kötélvégek szögforgását,
lehetővé tette az áthúzópálya terhelt állapotában történő
keresztbe mozgatását is. Ezt beépített waltzwagenek és
görgők segítségével értük el.

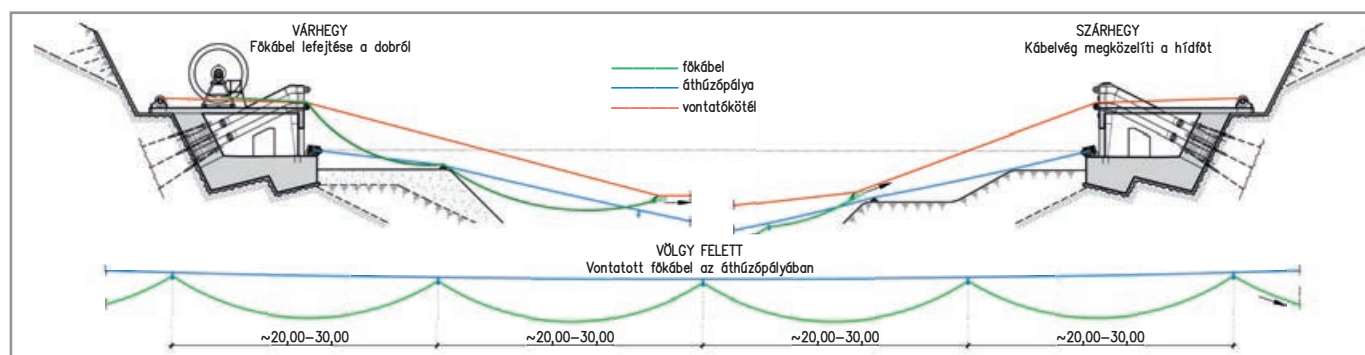
Második fázis: főkábelek szerelése

A főkábelek a vontatókötél segítségével az áthúzópályát
alkotó kötelekre 30 méterenként felszerelt görgős böl-
csőkön keresztül jutottak át a Várhegyről a Szárhegyre
(6. ábra). Ennek a módszernek nagy előnye az volt a szaba-
don történő áthúzással szemben, hogy a saját súlyából szár-
mazó húzóerőn kívül a főkábelek esetében csak a görgők
(7. ábra) között kialakult lokális belógásokból (8. ábra)
származó vízszintes kábelerő komponenst kellett felvennie
a vontatókötélnek. Ily módon az indítódobról folyamatosan
lefejtve a főkábeleket, a szárhegyi hídfő bekötési pontjait
15–20 m-re lehetett megközelíteni.

Elérve a szárhegyi hídfő környezetét, a végleges bekötési
műveletet megelőzően az egész áthúzópályát keresztbe kel-
lett tolni a benne lévő főkábellel együtt. Ugyanis az elsőként
beszerelt felső főkábelek elhelyezkedése miatt az áthúzást
kizárólag hídtengelyben lehetett végrehajtani, utána viszont
egy ettől eltérő tengelybe kellett bekötni a kábelvégeket
(9. ábra), és felő volt, hogy keresztbetolás nélkül a beköté-



5. ábra: a) Áthúzópálya keresztbe mozgatható
bekötőszerelvényének 3D modellje
b) Bekötőszerelvény a hídfőhöz rögzítve



6. ábra: Főkábeláthúzás fázissterve



7. ábra: Görgős bölcső



8. ábra: Főkábel áthúzása



9. ábra: Főkábelbekötés hídtengelyből fotózva



11. ábra: Főkábelbekötés a szárhegyi hídfőbe



10. ábra:
Főkábel kiemelkedése a vontatópályából

si művelet közben kiemelkedő főkábel kiborította volna az áthúzópályát. Ezt követően az indító várhegyi oldalon viszonylag kis erővel, autódaru segítségével be lehetett akasztani az ottani kábelvéget a fogadó csomópontba, majd ezután kezdődhetett a Szárhegyen az utolsó 15–20 m-es távolság „leküzdése” pászmasajtók (strand jack) segítségével. A bekötési művelet közben a főkábel fokozatosan emelkedett ki az áthúzópályából, majd kb. 25 m emelkedést követően (10. ábra) érte el a végpontja a bekötő acélszerelvényt (11. ábra).

A felkötéshez már azokat a végleges bilincseket alkalmazták, amelyekhez később a mellékszélkábelek csatlakoztak (14. ábra). Ebben a fázisban is külön kihívást jelentett a kábeldobok szükséges fékezőerejének meghatározása, illetve annak konstrukciós megoldása.

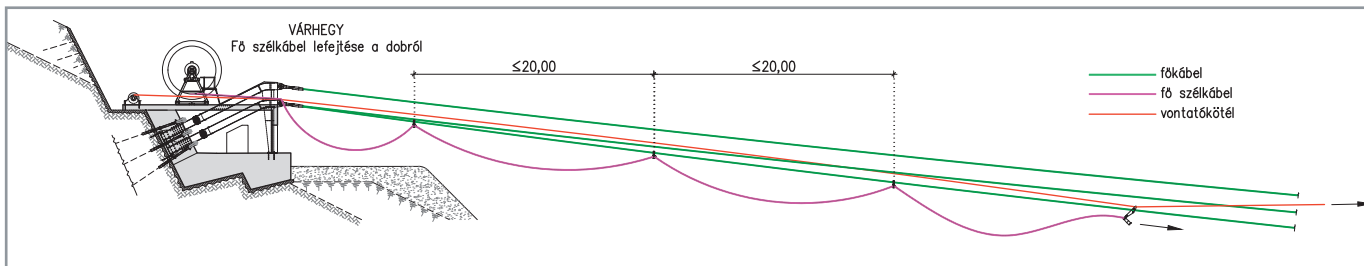
Az alsó-belső főkábelek a rajtuk nyugvó fő szélkábelek súlya alatt jelentősen lesüllyedtek, így a továbbiakban a pályaszerkezet elemeinek, vagyis a pályatartó keretek és a rácsos pályatáblák beszerelése a maradék négy főkábelen történt.

Harmadik fázis: fő szélkábelek ideiglenes pozícióba húzása

A főkábelek szerelése után a $D = 70$ mm-es fő szélkábelek behúzása következett. Ezek az alsó-belső főkábelekre görgős akasztókkal „függönykarnisszerűen” felagatva és vontatva jutottak be a híd közepére, vagyis hosszirányú értelemben a körülbelüli végleges pozíciójukba (12–13. ábrák).

Negyedik fázis: pályaszerkezet szerelése

A műveletet a két hídfőtől szimmetrikusan befelé haladva hajtották végre alpinisták (15–16–17. ábrák), akik gyakran 80 m-es magasságban dacoltak az időjárási elemekkel (ebbe a fázisba a 2023–24. évi téli időszak is beleesett). A szereléshez a kivitelező egy saját tervezésű mozgóállványt (18. ábra), illetve a felső kábelekben gördülő bakdarut használt.



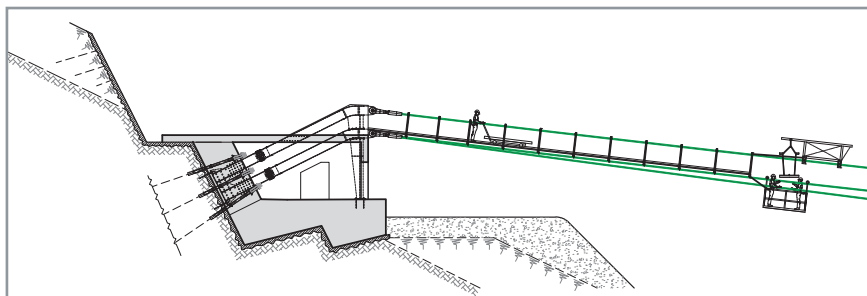
12. ábra: Fő szélkábelek ideiglenes behúzásának fázissterve



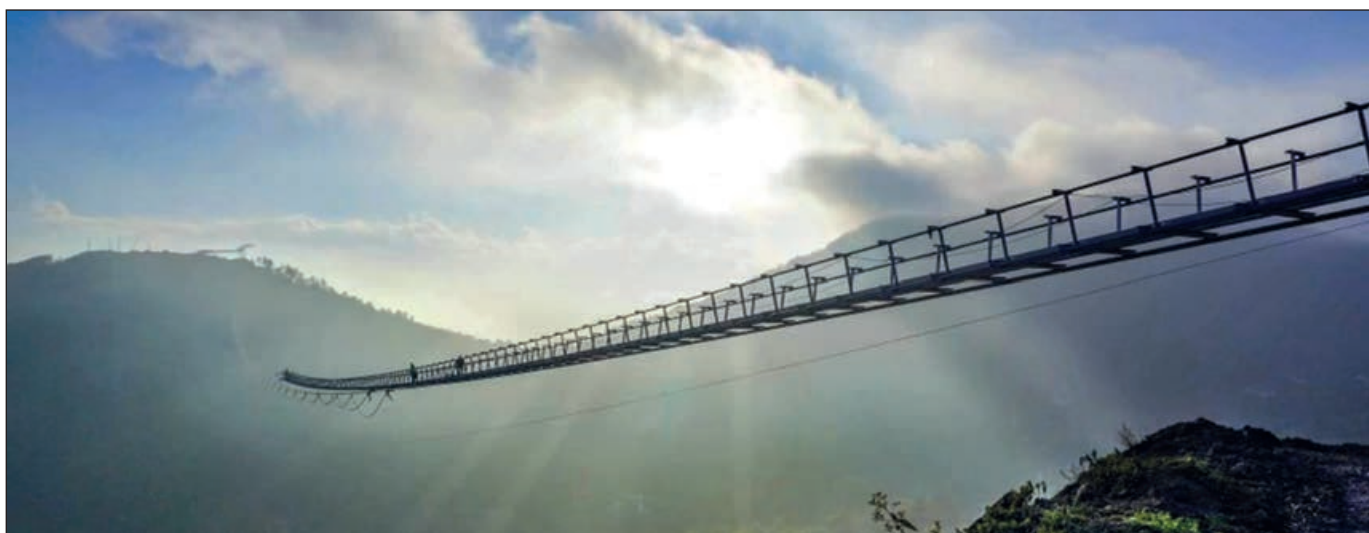
14. ábra: Behúzáshoz használt görgős akasztók



13. ábra:
Fő szélkábelek ideiglenes behúzása
az alsó belső főkábeleken



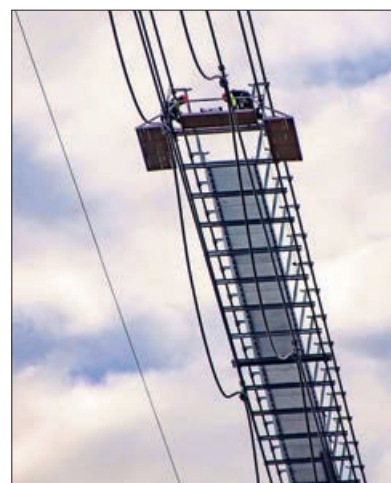
15. ábra:
Pályaszerkezet szerelési fázis terve



16. ábra: Pályaszerkezet szerelése a Szárhegy felől



17. ábra: Már csak a hídközépi üvegelemeket fogadó pályatáblák hiányoznak



18. ábra: Szerelőplatform

A technológia előnye az volt, hogy mindig maguk előtt építhették a pályát, vagyis a már kész szakaszokat fel tudták használni a beépítendő 100–200 kg-os elemek (pályatartó keretek és pályatáblák) behordására.

Ötödik fázis: szélkábelrendszer installálása

Amikor elkészült a pályaszerkezet a négy főkábelen, a fő szélkábelek még mindig a két alsó-belső kábelen nyugodtak. Ezért ezeket a szélekről befelé szimmetrikusan haladva át kellett terhelni a mellékszélkábelek segítségével a pályatartó keretekre, majd leengedni az egész rendszert a híd alá (19–20. ábrák). Amikor ez megtörtént, a 2 darab alsó-belső főkábel tehermentesült, és alulról hozzáidomult a pályatartó keretekhez, vagyis a már kialakult hossz-szelvényhez.

Ezután pedig a leengedett, ernyedt állapotban lévő szélkábelrendszert a négy végponthoz kellett húzni, feszíteni (21. ábra). Ezt a tervezett bekötési ponttól való távolság függvényében előre meghatározott erők ismeretében kezdetben munkagépek segítségével, majd sajtózással hajtotta végre a kivitelező.

Hatodik fázis: lekötőkábelek

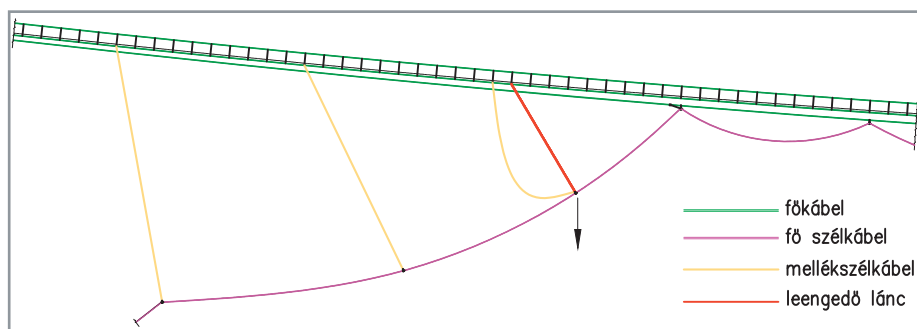
A szélkábelrendszer kifeszítését követően már csak a híd indulószakaszain 3–3 keresztmetszetben megtalálható, összesen 12 darab lekötőkábel befeszítése volt hátra ahhoz,

hogy a híd szerkezetkész legyen. Ez a korábbiakhoz képest már egy relatíve egyszerűbb művelet volt, melyet egy kisebb segédgerenda és láncos feszítők segítségével végeztek el [22. a)–b) ábrák]. Mivel a bekötő csomólemezek tényleges pozíciója néhány esetben minimálisan eltért a tervezettől, ezért kisebb utánállításokra volt szükség ahhoz, hogy kellően feszesek legyenek ezek a kábelek is.

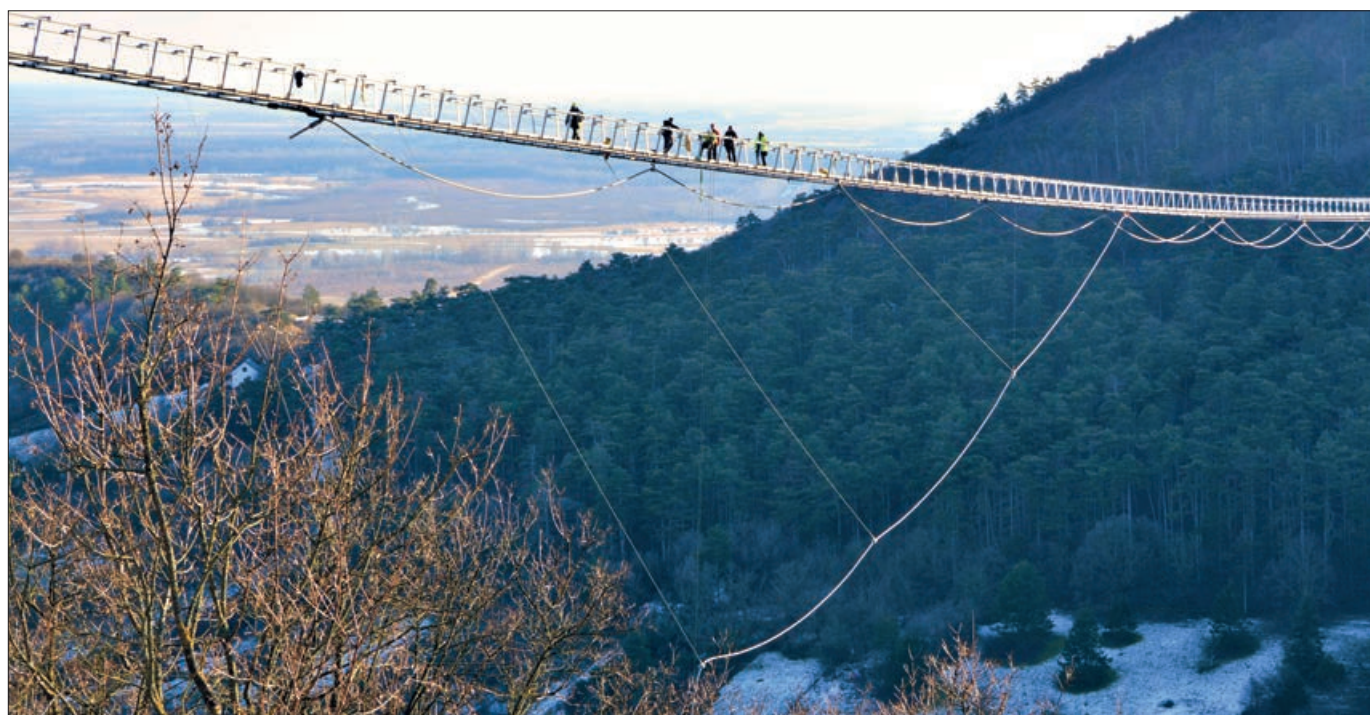
KÁBELALAKOK ÉS KÁBELERŐK KONTROLLJA

A hídszerkezetbe beépített acél kábeleket az olaszországi gyárban előre méretre szabták, és különböző típusú, de minden esetben állítható kábelvégekkel látták el. A kábelek méretre vágása a tervezett végalak (hossz) és a hozzá tartozó kábelero mellett történt a várható kúszási hossz értékével csökkentve. A gyártó, a kivitelező és a tervező között többkörös egyeztetésre volt szükség ahhoz, hogy az egyes kábelek megfelelő méretben érkezenek meg a helyszínre.

Természetesen az esetleges gyártási pontatlanságokból így is adódhattak a tervezettől eltérő állapotok, amelyek kontrollja, illetve az állítható kábelvégeknek köszönhető esetleges korrekciója az egyes szerelési fázisok részét képezték. Kötélszerkezet lévén, a geometria alapvetően meghatározza a kábelekben kialakuló erőket, amely visszahat a végleges szerkezet merevségére és ezáltal a statikus és



19. ábra: Szélkábelrendszer leengedésének fázissterve



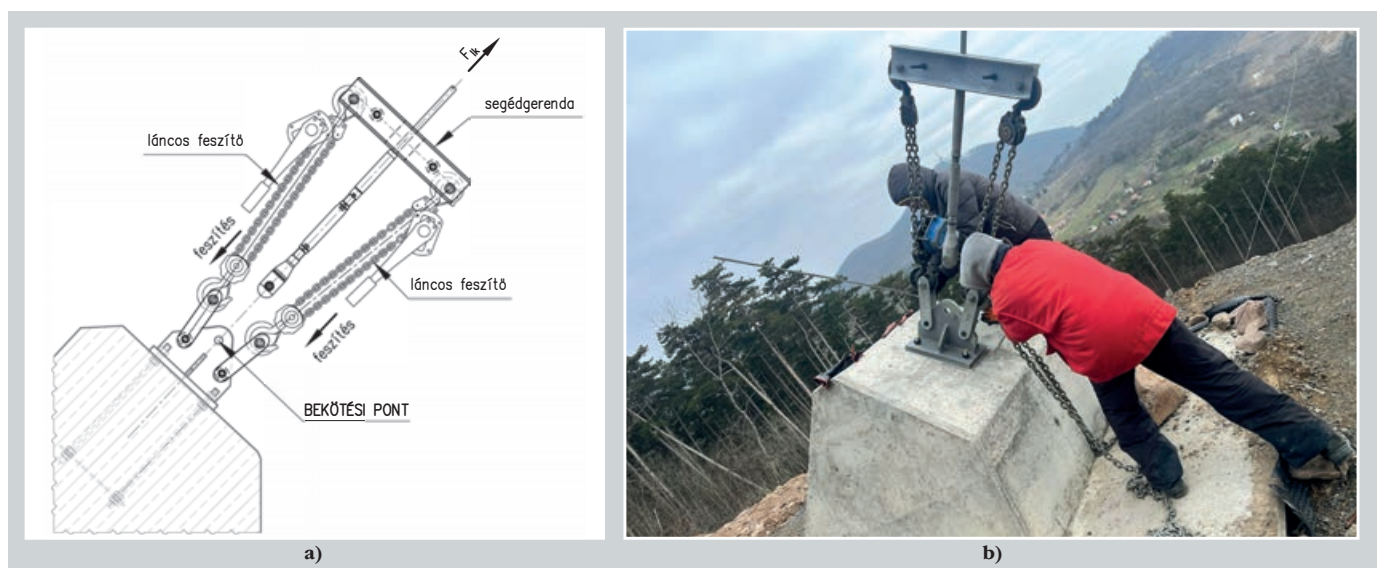
20. ábra: Szélkábelrendszer leengedése

dinamikus terhekkel szembeni viselkedésére. Részben emiatt, részben pedig a további építhetőség miatt, a tervezett alaktól való eltérés csak minimálisan volt megengedett, hiszen pl. a pályaszerkezet szerelhetősége érdekében a főkábelek csak egy bizonyos tolerancián belül léphettek ki a tervezett síkjukból. A szerkezet mérete és újszerűsége, illetve a szereléstechnológia egyedisége miatt az eltérések megtűrhetőségének megítélésében a számításokon túl főként a mérnöki tapasztalatunkra és intuíciónkra tudtunk csak hagyatkozni.

Arra is fel kellett készülni, hogy a napi hőingás jelentősen befolyásolja a várt alakot és kábelerőket, illetve ugyanígy az egyes kábelek beszerelésének (vagyis megterhelésének) pillanatától a kúszás időbeni előrehaladtával ezek a jellemzők változtak. Előbbi hatását a számítási modell segítségével jó pontossággal meg lehetett határozni, utóbbit viszont csak bizonyos alsó és felső határok között lehetett becsülni, hiszen a kábelek pontos kúszási viselkedésére csak körülbelüli diagrammok álltak rendelkezésünkre.



21. ábra: Szélkábelrendszer kifeszítése



22. ábra: a) Lekötőkábelek bekötési technológiai terve
b) Bekötési művelet

A továbbiakban a főkábelek bekötési és a szélkábelrendszer lefeszítési művelete kapcsán mutatjuk be az előbbiekből kifejtett érzékenységeket és a szükséges kontrollműveleteket.

Főkábelek utánállítása

A főkábelek bekötését követően szükség volt a kábelerő ismeretére, illetve a kábelalak bemérésére. Az erő kontrollját a pázmasajtón mutatott maximum nyomási értékből lehetett átszámítani. A mért és számított (23. ábra) értékek nagyon jó egyezést mutattak (~800 kN). A 6 darab főkábel beszerelését követően a kábelek közepére ideiglenesen felszerelt segédgerendák geodéziai bemérése következett. Itt azt tapasztaltuk, hogy a kábelek átlagos belógása szintén nagyon jó egyezést mutat a tervezett beszerelési magassággal. A korábban említettek szerint a szerkezeti hőmérséklet hatásán kívül (24. ábra) itt az első kábel szerelésétől a mérésig lejátszódott maximum kb. kéthetes kúszási időt is számításba kellett venni a belógások ellenőrzésénél.

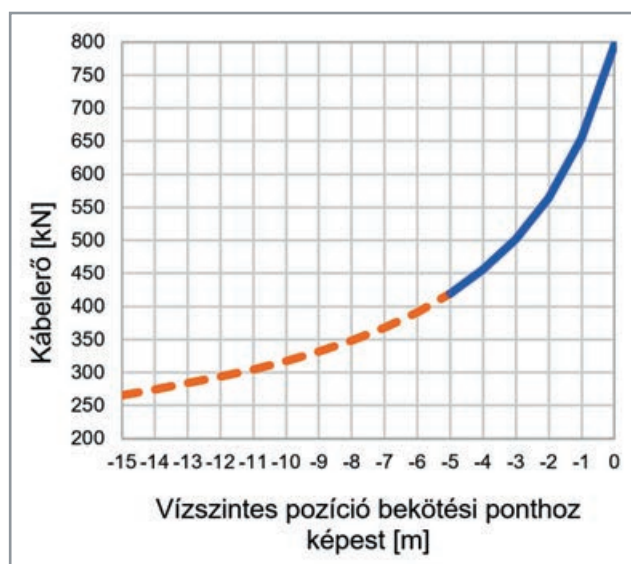
Végül csak két kábel magassági korrekciójára volt szükség ahhoz, hogy a híd pályaszerkezetét alkotó merev acélke-

retek bilincselő pontjaihoz képest maximum 15–20 mm alakhiba maradjon a kábelekben hídközépen. Ez a tolerancia elegendőnek bizonyult a pályaszerkezet beszerelhetőségéhez. A magassági korrekciót a kábelvégek néhány centiméteres hosszállítással lehetett végrehajtani a pázmasajtók ismételt felszerelésével. A szükséges állítási hosszok a kábelek merevségét ($E \times A$) ismerve (gyári körülmények között ki lett mérve) előre számíthatók voltak (24. ábra).

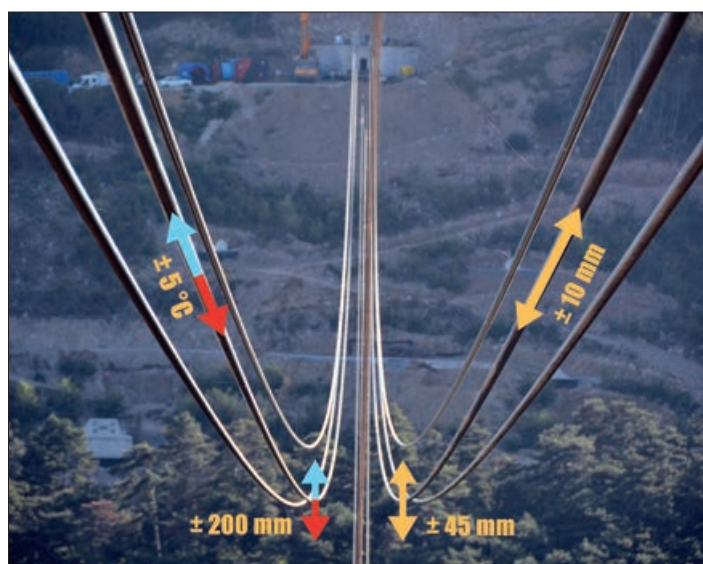
Az állítás utáni geodéziai visszamérés azt mutatta, hogy a kábelek belógása az egymáshoz képesti toleranciahatáron belülre került, illetve a globális hidalakot nézve a beszerelési fázishoz tartozó tervezett belógáshoz képest ~1,5% eltérés adódott csupán, amit megfelelőnek ítéltünk a tovább építés szempontjából.

Szélkábelrendszer lefeszítése

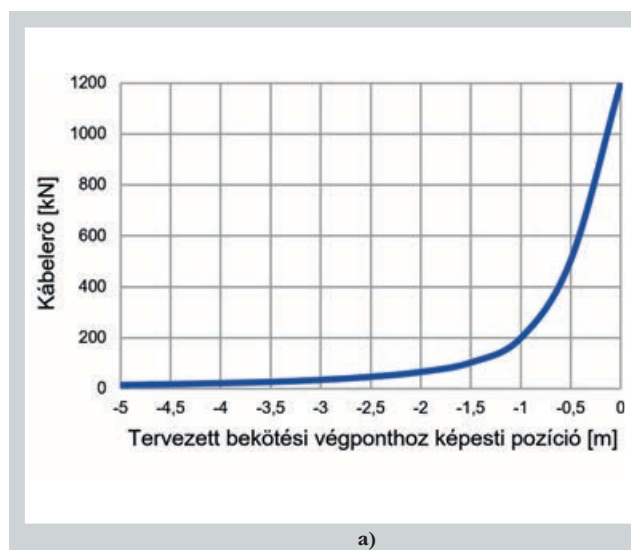
A szélkábelrendszer négy végpontjához történő lefeszítése alapvetően egy erő által vezérelt művelet volt. A tervező által meghatározott bekötőerőnél (~1200 kN) kellett a kábelvégi acélszerelvényeket rögzíteni, természetesen itt is figyelve hőmérséklet-változás kábelerőre gyakorolt hatására.



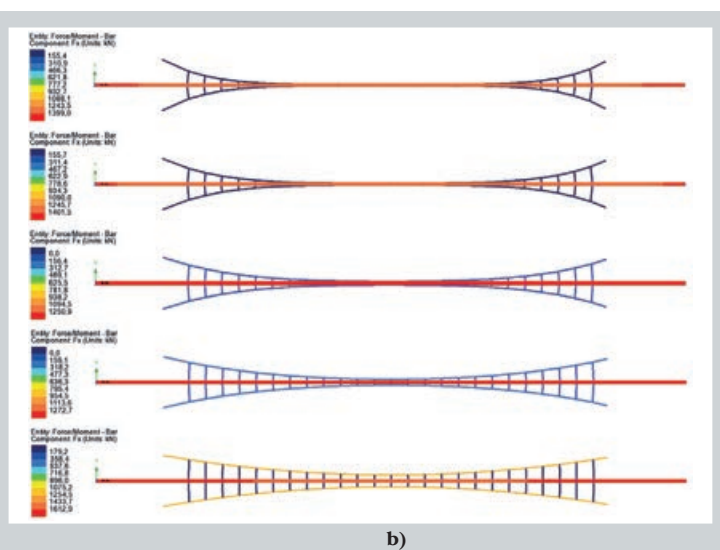
23. ábra: Főkábelek bekötési erejének számított felépülése



24. ábra: Főkábelek belógásának érzékenysége a hőmérséklet-változásra, illetve a hosszállításra



a)



b)

25. ábra: a) Szélkábelerek felépülése a bekötési művelet közben
b) Számítási felülnézeti eredményábrák

A kábelerők várható felépülését [25. a)–b) ábrák], illetve a tervezett bekötőerő elérésekor esetlegesen szükséges finomhangolások hatását előre meghatároztuk. Utóbbira egyébként nem volt szükség.

Itt kontrollként a sajtónyomásból átszámított tervezett bekötőerő elérésénél az ehhez az erőhöz tartozó tervezett, elméleti bekötési ponttól való távolság mérését kellett elvégezni. 10 cm alatti eltérések adódtak, amiket, tekintve a nagy feszítávot, a szélkábel-alépítmények, illetve a bekötő acélszerelvények esetleges kitérés és építési pontatlanságait, elfogadhatónak tartottunk.

Természetesen ezen fázis végén is szükség volt a globális hídalak (hídközépi belógás) geodéziai bemérésére, illetve az ekkor már kész hídpálya vízszinteségének ellenőrzésére, de ilyen tekintetben további utánállításra már nem volt szükség. A híd belógása ekkor a tervezett hídalaktól ~1%-os magassági eltérést mutatott.

ÖSSZEFOGLALÁS

A felszerkezet szerelése összesen 10 hónapot vett igénybe a segédkábelek kihúzásától a hídvégi lekötőkábelek befejezéséig. A megvalósult technológia Magyarországon bizonyosan egyedülálló, de a híd mérete, illetve szerkezeti kialakítása miatt jó eséllyel mondhatjuk, hogy bizonyos megoldások nemzetközi viszonylatban is újszerűek voltak.

A kivitelezés folyamatos tervezői támogatás mellett történt, és számos esetben helyszíni jelenlétet, művezetést igényelt. A főbb technológiai fázisokat számításokkal kellett lekövetni, illetve a mérések alapján ellenőrizni annak érdekében, hogy a tényleges kábelerők és -alakok a tervezettnek megfelelően alakuljanak.

Elmondható, hogy a tervezett technológia jól vizsgázott, hiszen az igen nehéz helyszíni körülmények és a határidő állandó sürgetése ellenére is a nagy pontossággal sikerült megépíteni a híd felszerkezetét. Mindez nem sikerülhetett volna a kivitelezőcsapat és a tervezők között kialakult kölcsönös bizalom, a konstruktív együttműködés és a résztvevők feszített, áldozatos munkája nélkül.

HIVATKOZÁSOK

- [1] <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/717931-longest-span-traditional-pedestrian-suspension-bridge>
- [2] Szigeti Zoltán és Gondár Péter (2024.) A sátoraljaújhegyi gyalogos kötélföld tervezése. *MAGÉSZ ACÉLSZERKEZETEK 2024 XXI. évf. 2. szám.* 84–95. o.
- [3] Gondár Péter (2024.) Sátoraljaújhegyi gyalogos kötélföld technológiai tervezése. *Hidász napok 2024 előadásainak gyűjteménye.* 469–484. o.



26. ábra: A szerkezetkész híd ködben (pályáról fotózva a Szárhegy felől)



27. ábra: A szerkezetkész híd (Várhegy felől fotózva)



M6 ap. feletti bólyi vasúti híd

HARMINCÖT ÉV NÉHÁNY PERCBEN

Egy időutazással egybekötött névsorolvasásra invitálnám Önöket, akkor is, ha tudható, hogy az említettek jelentős része már sajnos nem válaszolhat „Jelen!”-nel.

És akkor ugorjunk egy nagyot vissza az időben, kb. 35 évet. 1989. végén járunk, még Uvaterves vagyok, és egyik kollégám, **dr. Kékedy Pál** megkér, számolnék neki valami részletet az asztalán lévő hídhoz. Ekkor találkozom először a Déli összekötő vasúti híddal, pontosabban annak harmadik szerkezetével, hisz akkoriban még az elképzelés az, hogy a harmadik hídra elsősorban azért van szükség, mert a leromlott állapotú két meglévő hidat, a forgalom fenntartása mellett, csak így lehet felújítani. Kékedy Pali korának egyik kimagasló koponyája, innovátora, a nevéhez fűződik többek között az NF-csavarok meghonosítása Magyarországon, de az első alumíniumszerkezetű hazai hidat is ő tervezte. Munkásságáért Széchenyi-díjban részesült, ezt rendkívül kevés hidász mondhatja el magáról. Pali hídja még oszlopos rácsoszású, és ágyazatátvezetéses, de a támaszközei már a maival egyezően 50 m–4 × 100 m–50 m. Pali partnere a megbízói oldalról **dr. Koiss Iván**, a MÁV hídosztály főtanácsosa, a híd megszületésének lelkes támogatója. Kollégája, a szintén MÁV főtanácsos **Forgó Sándor** sokat foglalkozik a híd mederpilléreinek állapotával, amely a függőleges feltárfúrások alapján rendkívül heterogén, a minősége pedig helyenként a C4-et sem éri el. 1995-nél

tartunk, a pilléreket injektálni kell. Sanyi bácsi, aki ennek szükségességét nem vitatja, azért csendben megjegyzi, „Gyerekek, én nem aggódom nagyon, ezek a pillérek akkora kubatúrák, ha tehéntrágyából lennének, akkor is megállnának.” A MÁV hídosztályának vezetője ekkoriban már **Vörös József**, ő is szorgos előmozdítója a harmadik hídszerkezetnek, mely híd aztán egész hátralévő életét végigkíséri.

Ismét elszalad pár év, beköszönt a 2K, már az MSc-nél telnek a napjaim, és ekkor már az én asztalomon fekszenek a harmadik szerkezet először engedélyezési, majd kiviteli, végül tendertervei. A közvetlen partnerünk megbízói oldalról a MÁV BLO jeles munkatársa, **Moldovány Ildikó**, igazi harcos amazon, oroszlánként küzd a híd megvalósulásáért, és nem rajta múlik, hogy a megszerzett építési engedély kétszer is úgy jár le, hogy a kivitelezés irányában előrelépés nem történik. Pedig a kapcsolatunk a Vasúti felügyelettel kiváló, először **Evers Antallal**, később **Mátyássy Lászlónéval** remek munkakapcsolat alakul ki, észrevételeik a híd érdekében előremutatóak. És muszáj megemlítenem még néhány nevet a MÁV hídszakai közül, elsőként **Kiss Józsefné Editkéét**, aki a területileg illetékes Budapesti igazgatóság mérnök főtanácsosaként tett rengeteget a régi és az új hidakért is, **Puskás Györgyét**, aki a MÁV Budapesti igazgatóságának hídszaként szó szerint



kezét-lábát törte a híderért, **Káldi Istvánét**, aki a MÁV fejlesztési főmérnökeként mindvégig támogatta a híd megszületését, és **Sujtó Géza** hidász területi főmérnökét, aki az Edilon-rendszer hazai meghonosításának legfontosabb motorja volt.

Aztán megint ugrunk jó pár évet, 2011-ben járunk, és a MÁV megbízásából elkészítjük a pillérek megerősítésének, víz alatti részeinek javítási terveit. Ekkoriban már **Erdődi László** a MÁV főhidásza, remek kolléga, sok-sok éven át partner a híd megújításában.

2013. sorsfordító év a Déli összekötő történetében, ekkor készül el a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékének egy rendkívül alapos tanulmánya, amely felméréseken és részletes teherbírasi és tartóssági ellenőrzésen alapul, s melynek kulcsmegállapítása, hogy a meglévő szerkezetek felújítása immár nem tekinthető gazdaságos megoldásnak, azok helyett is új felszerkezet szükséges. Innentől datálható tehát a „három új híd” gondolatköre. Ennek a tanulmánynak a szerzője pedig nem más, mint egy újabb Széchenyi-díjas, **dr. Dunai László**.

A BME álláspontját erősítendő, 2017-ben az MSc elvégzi a meglévő hidak H.4 Utasítás szerinti felülvizsgálatát, mely azzal zárul, hogy e szerkezetekben már 4 tengelyű járművek is okoznak meg nem engedhető mértékű igénybevételeket. A MÁV-os partnerünk ekkoriban már **Tóth Axel**, a hídosztály fiatal vezetője, és szorgos jobb keze, **Győri Enikő**.

És innen már kiegyenesedik a pálya, a NIF még 2017-ben szerződést köt a tervezőkkel az engedélyezési tervek elkészítésére, melyek 2018. áprilisára el is készülnek. A tervezés, majd a kivitelezés ideje alatt az építető NIF nevében **Csizmár-Csomós Anna** tartja határozott kezében a gyeplőt. Említettem a híd kapcsán már két Széchenyi-díjas is, nos, három az igazság, a híd igencsak egyedi, úsztatásos



építéstechnológiájának megálmodója **Horváth Adrián**, mit ad isten, szintén Széchenyi-díjas mérnök.

A többi pedig már történelem.

Még szeretném két MSc-s kollégám nevét megemlíteni, akiknek sokat köszönhetek e híddal kapcsolatos sok évtizedes kötődésem kapcsán, először **Solymossy Imrét**, akitől a szakmai tudásom legnagyobb részét kaptam, és e híddal is rengeteget foglalkozott, mind Uvaterves, mind MSc-s korszakában, a másik pedig **Gyurity Mátyásé**, aki ezen hidak tervezésének az egyik legfontosabb szereplője, a mindennapok apró harcainak megvívója. És végül, de nem utolsósorban, szeretnék köszönetet mondani az egész MSc teljes tervezőgárdájának, mert lelkes munkájuknak és ezernyi ráfordított munkaórájuknak köszönhetően készültek el azok a tervek, melyek valósággá lett példányaiban most mindnyájan gyönyörködhetünk.

MCE
part of the family
HABAU GROUP

MCE Nyíregyháza
hidak kivitelezője

www.mce-hg.com

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.

SZAKMAI BESZÁMOLÓ AZ IABSE SZIMPÓZIUMÁRÓL

Az International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE, 2025. május 19–21. között rendezte nemzetközi szimpóziumát Tokióban, a Waseda Egyetemen (1. ábra).

A rendezvényen közel 800 résztvevő volt jelen a világ sok országából. Legtöbben természetesen a japánok voltak. Engem a rendezvényre az oszakai egyetemi barátom, Mikihito Hirohata hívott, és közös cikket ajánlott. A végén két közös cikkünk készült, illetve még egyet az új-zélandi HERA cég kollégáival írtam.

A szimpózium háromnapos volt, megelőzte egy egynapos IABSE Young Engineers Colloquium for East Asia and Germany rendezvény.

Három napon át, kilenc párhuzamos szekcióban zajlottak az előadások.

Az egyes fő tématerületek a következők voltak:

Zöld infrastruktúra.
Új energetikai létesítmények.
Szén-dioxid-semleges technológiák.
Fenntartható fejlődési célok (SDG-k).
Faanyagok és más természetes anyagok.
Katasztrófákkal szembeni ellenálló képesség.
Fenntartható struktúrák és projektek.
Korszerű tervezés és szerkezeti elemzés.
Építési, üzemeltetési és karbantartási technológiák.
Digitális iker és a mesterséges intelligencia.

IABSE

Q Search

JOIN NOW

IABSE ► MEMBERSHIP ► COMMITTEES ► NATIONAL GROUPS ► EVENTS ► ELEARNING ► PUBLICATIONS ► MEDIA ► ONLINE SHOP ► ...

IABSE Symposium Tokyo 2025

May 18 - May 21, 2025
Waseda University and Rihga Royal Hotel, Tokyo

Environmentally Friendly Technologies and Structures
-Focusing on Sustainable Approaches-

WELCOME TO IABSE SYMPOSIUM TOKYO 2025!

The International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) is delighted to be invited to visit Japan at the Symposium in Tokyo in May 2025. The theme of the symposium is *Environmentally Friendly Technologies and Structures: Focusing on Sustainable Approaches*.

The Japanese archipelago is exposed to several types of natural hazards, such as earthquakes, tsunamis, typhoons, and, more recently, heavy rains and floods due to climate change. Learning from the past, engineers strive to support a resilient society by providing structures and infrastructure systems with substantial reliability, robustness, and redundancy. Our responsibility, however, goes beyond this: The most pressing issue of our time is responding to the climate emergency and to address the radical changes we need to make in the way we approach the built environment.

Tina Vejrum, Denmark
President of IABSE

1. ábra

Ezen belül voltak a szekciók:

Hulladék és újrahasznosított anyagok a betonban a fenntartható építés érdekében.

Megvalósítható-e az acél újrafelhasználása?

Rugalmas híd-infrastruktúra.

Alkalmazkodás, mérséklés és ellenálló képesség az éghajlatváltozással szemben.

Az ellenálló képesség növelése az infrastrukturális eszközgazdálkodásban.

A rugalmasságon alapuló tervezés és az intelligens karbantartás előre lépései az életciklus-alapú alagútépítésben.

A hidak és infrastrukturális rendszerek szeizmikus és többféle veszélynek való ellenállóképessége.

A polgári építmények állapotértékelése és kárenyhítése természeti veszélyek és éghajlatváltozás esetén.

Szerkezeti teljesítmény és biztonság értékelése szélsőséges terhelések esetén.

A természeti katasztrófák bizonytalansági jellemzése és ennek hatása a műszaki szerkezetek biztonságának értékelésére és ellenálló képességének fokozására.

A szeizmikus szigetelés és a reakciószabályozás korszerű technológiái a fenntartható szociális infrastruktúrához.

Hosszú fesztávú hidak teljesítményértékelése.

Rendszerazonosítás és aktív vezérlés.

Dinamikus hídértékelés és teljesítmény.

Hídmérlegelés a fenntartható hídgazdálkodás érdekében.

Innovatív adatvezérelt módszerek alkalmazása az eszközgazdálkodás döntéshozatali folyamatainak javítására.

Nagyszámú kis híd kezelése korlátozott munkaerővel.

Korszerű technológiák a szerkezetek és az infrastruktúra karbantartási ciklusához.

Meglévő hidak és a BIM-kiterjesztése a hídkezelési rendszerekre.

Infrastruktúra-menedzsment és teljesítményoptimalizálás.

Az infrastruktúra digitális ikrei a fejlett tervezés, építés, irányítás és katasztrófavédelem érdekében.

Fejlett digitális iker technikák a polgári infrastruktúra számára.

Adatvezérelt és fizikailag informált gépi tanulási módszerek a hidak szerkezeti állapotának figyeléséhez.

Digitális ikrek a kritikus infrastruktúrák számára.

A fenntartható épületekhez hozzájáruló homlokzatok.

Caisson-alapozás – megbízható, fenntartható megoldás hidak számára.

Örvényáram-csillapítás, elektromágneses csillapítás és rezgésszabályozás.

A fejlett számítási és valószínűségi modellezés gyakorlati alkalmazásai és értéke az életciklus-technikában.

Néhány érdekesebb előadást kiemelnek:

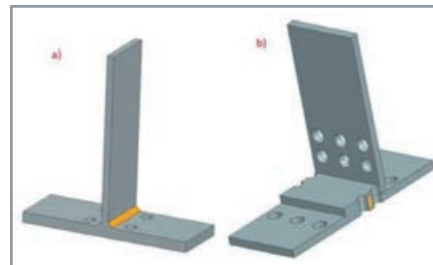
Cato Dørum, Johannes Veie, Simen Hellgren Holtberget: **Laser- and laser-hybrid welding of steel bridge structures**, Norwegian Public Roads Administration, Structures, Norway.

Ez a tanulmány a lézerhegesztés és a lézer-hibrid hegesztési technikák innovatív alkalmazásával szerzett tapasztalatokat mutatja be három norvégiai kísérleti híd építése során: Ya híd, Frønes híd és Elverhøy híd. A munka célja a lézerhegesztés hatékonyságának, szerkezeti integritásának

és környezeti előnyeinek fejlesztése és demonstrálása a hídépítésben. A lézer- és lézer-hibrid hegesztés a hagyományos ívhegesztési módszerekhez képest kevésbé energiaigényes, kevesebb torzulást eredményez, és csökkenti a hőegyengetés szükségességét. A technológiai minősítési program laboratóriumi és ipari gyártósoron végzett hegesztési kísérletekből áll. A fásztási vizsgálatok minden esetben a referencia FAT-görbét jóval meghaladó átlagos görbék eredményeztek. Az esettanulmányok gyakorlati betekintést nyújtanak a fejlett hegesztési technológiák megvalósításába, bemutatva a bennük rejlő lehetőségeket a jövőbeli projektek számára (2–3. ábrák).



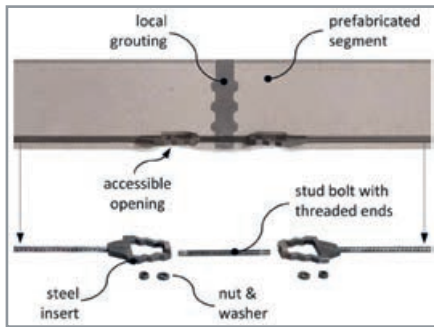
2. ábra: Frønes gyalogoshíd



3. ábra: Fáradási próbatestek: T varrat húzással (a) kétoldali varrat nyírásra (b) tompavarrat húzásra

Benedikt Strahm, Lucio Blandini: **Investigations on a Demountable Connection for Reusable Concrete Slab Segments**, Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design (ILEK), University of Stuttgart, Germany

Az elemek újrafelhasználása jelentősen csökkentheti a betonépítés környezeti hatását. Az újrafelhasználás megkönnyítésének egyik kulcstényezője a helyreállítható kapcsolatok, amelyek lehetővé teszik a visszanyerést és az új szerkezetekben való újbóli összeszerelést. Ez a munka egy szétszerelhető kapcsolatot javasol szegmentált újrafelhasználható betonlapokhoz, és bemutatja a kapcsolat hajlító teherbíró viselkedésének legújabb vizsgálatát. Továbbá, az összeszerelési, szétszerelési és újbóli összeszerelési folyamatot végezték el, hogy megvizsgálják a teherbíró viselkedést, amikor a szegmenseket felhasználják, visszanyerik és újrafelhasználják. Kimutatták, hogy a szegmentált betongerendák ugyanazt a teherbírási és alakváltozási viselkedést tudják elérni, mint a folytonos gerenda, és hogy a kapcsolat lehetővé teszi a szegmentált szerkezet összeszerelését, szétszerelését és újbóli összeszerelését. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a javasolt kapcsolat potenciális megoldást jelent a szegmensek folytonos szerkezetbe történő összeszerelésére, amely szétszerelhető és később újrafelhasználható (4. ábra).



4. ábra:
Újrahasználható
vasbeton elem

Alexander Kjellgren, Helén Broo, Per Kettl, Mikael Johansson, Rasmus Rempling, Mats Granath: **Aspects of Buildability for Automated Bridge Design**, Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering & Skanska, Sweden AB, and University of Gothenburg, Sweden

Az építhetőség és az éghajlati hatás szempontjai központi szerepet játszanak az építőmérnöki projektekben, azonban az éghajlati hatás nem élvez elsőbbséget az építhetőség-gel szemben. Következésképpen kihívást jelent olyan tervek meghatározása, amelyek mind az építhetőségi, mind az éghajlatra gyakorolt hatásra vonatkozó célkitűzéseknek megfelelnek. A gépi tanulással történő tervautomatizálás javasolt megközelítés, bár a beépíthetőség számszerűsítése nehézkes. E tanulmány célja a gyakorlati építhetőség feltárása, ahol a cél az építhetőségi szempontok megállapítása és felsorolása volt. Félig strukturált interjúk sorozatát végezték el tapasztalt építőmérnökökkel. Az eredmény azt mutatja, hogy a gyakorlati építhetőség magában foglalja a követelmények szisztematikus kezelését, a függőségek elágazásainak rögzítését, a módszertani döntéseket, a tervezési lehetőségeket, a bináris megvalósíthatóságot, az erőforrásokat, a hozzáférhetőséget és a rendelkezésre állást, valamint az időt és az ütemezést. Ezért lehetséges a számszerűsítés, bár az egyes építhetőségi szempontokra csak specifikusan.

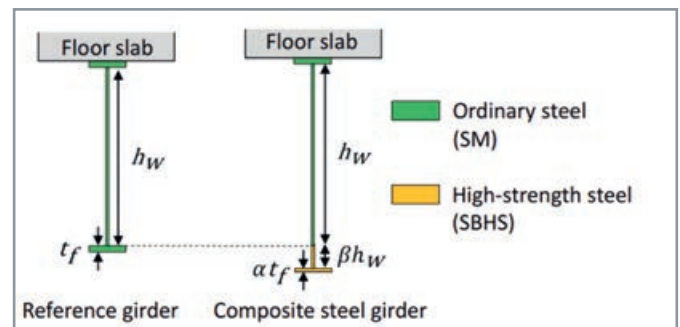
Paul Gauvreau and Ruixuan Liu, **An Application of Machine Learning to the Detailed Design of Bridges**, University of Toronto, Entuitive Corporation, Toronto, ON, Canada

Ez a cikk a gépi tanulás hídtervezésre történő alkalmazását írja le. Ez az egyik első ilyen alkalmazás, amelyet rendszert a részletes (végleges) tervezés során meghatározott jellemzők előrejelzésére fejlesztettek ki, és ezt a célt olyan

gépi tanulási modellekkel éri el, amelyeket valódi, elkészült hidak építési rajzaiból kinyert információkból összeállított adatbázis alapján képeztek le. A cikk az adatbázis és az abban szereplő adatok általános tendenciáinak leírásával kezdődik. Ezt követi a felhasznált gépi tanulási modellek leírása, beleértve azok felépítését, képzését, validálását és tesztelését. Az így kifejlesztett modellek ezután fizikai ellenőrzésen mentek keresztül, amely egy tervsomag generálásából és a kanadai tervezési szabvány kritériumai alapján történő validálásból állt. Az eredmények ígéretesek, különösen a modellek képzéséhez használt adatbázis viszonylag kis mérete miatt. (5. ábra).

Mikihito Hirohata, Aoi Utou, Kotaro Murabayash, Károly Jármái, Jun Ito, Seiji Okada: **A Proposal of I-section Girder Assembled by Dissimilar Steels with Different Strengths**, The University of Osaka, Suita, Osaka, Japan, University of Miskolc, Miskolc, Hungary, IHI Infrastructure Systems Co., Ltd., Tokyo, Japan

Vizsgálatsorozatot végeztek egy olyan I szelvényű gerendát javasolva, amelyet különböző szilárdságú, eltérő acélokból állítottak össze, az általános szerkezeti acél és az újonnan kifejlesztett nagy teljesítményű acél (Steels for Bridge High-performance Structures: SBHS) felhasználására. A hajlítóterhelésnek kitett szelvény alapkonceptiójaként a felső övlemez és a gerinclemez felső részét 320 N/mm² folyáshatárú közönséges acélból (SM400), míg az alsó övlemez és a gerinc alsó részét 454, 535 és 849 N/mm² folyáshatárú növelt folyáshatárú acélokból (SBHS400, SBHS500, SBHS700) állították össze. A övlemezek és a gerinclemez méreteit a nagy hajlítószilárdság, a nagy merevség és a könnyű súly elérése érdekében optimalták. A különböző acélokkal kombinált I gerenda hajlítóterhelés alatti folyási nyomatéka és merevsége javult a csak közönséges acélból álló referencia I gerendához képest (6. ábra).



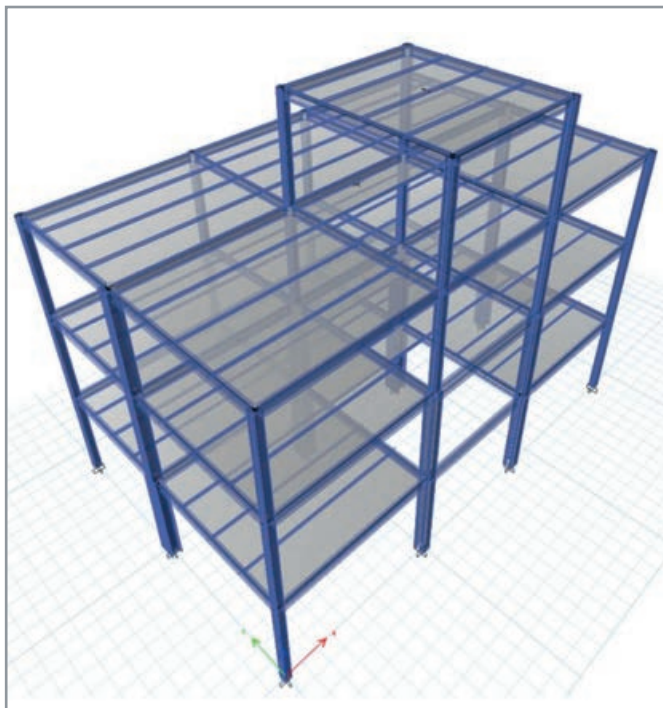
6. ábra: Az I szelvény felépítése



5. ábra: Példa kétfeszítávú hídra, mely benne van az adatbázisban

Bimarsha Kaphle, Wonsiri Punurai, Arman Kakaie: **Reliability-based Assessment of Structural Steel Design Code of Nepal**, *Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Thailand, Centre for Marine Technology and Ocean Engineering (CENTEC), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal*

Ez a tanulmány egy valószínűségi módszert mutat be a nepáli acélszerkezet-tervezési szabályok megbízhatóságának értékelésére, figyelembe véve a regionális helyzetet, például a terhelések és ellenállások statisztikai paramétereit, amelyek döntő fontosságúak a szerkezeti megbízhatóság értékelésében. Ebben az elemzésben a környezeti terhekkel, köztük a széllel és a földrengéssel kapcsolatos bizonytalanságokat a Nepálra jellemző adatok felhasználásával értékelik. Egy reprezentatív nepáli archetípust több szerkezeti elemét megbízhatósági értékelésnek vetik alá, hogy értékeljék a kódkalibráció hiányából eredő potenciális biztonsági hiányosságokat. A gerenda kritikus hibamódja a hajlítás, és néhány elem szeizmikus terhelési kombinációk esetén alulteljesít. Az oszlopok esetében a tengelyterhelés és a kéttengelyű hajlítás válik kritikussá, ha szeizmikus terhelést vezetnek be. Bár ezek az eredmények rávilágítanak



7. ábra: A vizsgált keretszerkezet

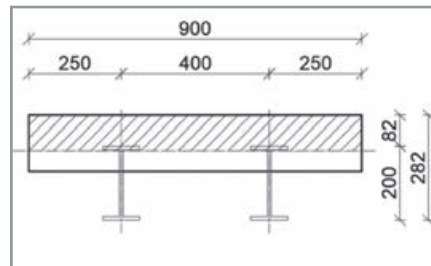
1. táblázat: Az egyes híd típusok környezeti hatásai

Material/ Bridge type	GHG emissions [kgCO ₂ /m ³]	GFRP	Steel-concrete	Concrete
Concrete [tonCO ₂]	416,00	808.70	1024.36	1186.10
Reinforcement [tonCO ₂]	2,10	-	0.13	0.33
Steel [tonCO ₂]	2,90	-	0.74	-
GFRP [tonCO ₂]	18,80	0.19	-	-
GFRP reinforcement [tonCO ₂]	18,80	0.19	-	-
Carbon footprint [tonCO ₂]	-	809.08	1025.22	1186

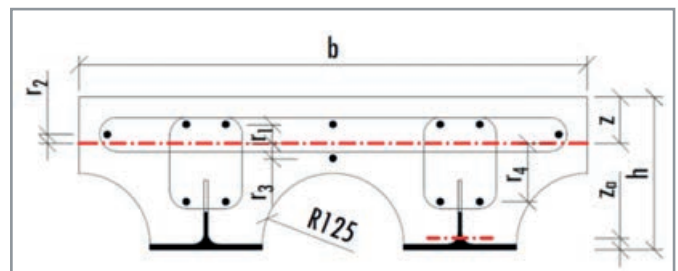
a legfontosabb biztonsági aggályokra, az általánosításhoz további, több archetípust és kiterjedt adathalmazt felölelő kutatásokra van szükség (7. ábra).

Patricia Vanova, Stefan Kusnir, Michala Weisssova, Daniel Dubecky, Vincent Kvocak: **Carbon footprint of innovative bridge structures with regards to their resistance**, *Technical University of Kosice, Faculty of Civil Engineering, Kosice, Slovakia*

A modern hídtervezésben egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezeti hatások minimalása. A kompozitanyagok, köztük az üvegszál-erősítésű polimer (GFRP) legújabb fejlesztései ígéretes megoldásokat kínálnak. Ez a cikk háromféle híd-pálya szén-dioxid-kibocsátását vizsgálja és hasonlítja össze: hagyományos beton, acél-beton kompozit és GFRP-beton kompozit. Az egyes híd típusokat a szerkezeti ellenállás és a szénlábnyom szempontjából értékeli. Ez a vizsgálat jelentősen hozzájárul a fenntartható infrastruktúra fejlesztéséhez, mivel bemutatja, hogy az innovatív anyagok hogyan teremthetnek egyensúlyt a szerkezeti teljesítmény és a környezeti felelősségvállalás között (8–9 ábrák, 1. táblázat).



8. ábra: GFRP-beton híd



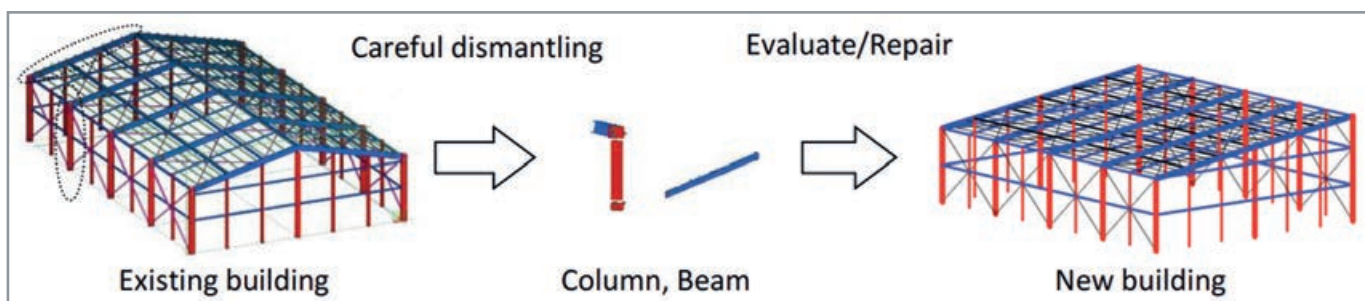
9. ábra: Vasbeton híd

Masanori Fujita, Yangfan Li: **Test on beam-to-column connection of existing steel buildings for reuse**, Kanagawa University, Yokohama, Japan, Kanagawa University, Yokohama, Japan

Az acélszerkezetek újrafelhasználása magában foglalja a meglévő épületekből származó elemek, például oszlopok, gerendák és algerendák összegyűjtését, felújítását és új épületekben történő újrafelhasználását. A korábbi tanulmányok alapján az acélszerkezetű épületek újrafelhasználásának tervezési módszerei közé a rugalmas viselkedésre való tervezés, a csökkentett teljesítményre való tervezés és az új acélként való tervezés tartozik. Japánban 1981-ben vezették be az új szeizmikus tervezési módszert nagyobb földrengés esetén. Ha az épületszerkezetek nem felelnek meg a megengedett feszültségnek, akkor úgy kell tervezni,

hogy az épületszerkezetek teherbírása meghaladja az előírt teherbírást. Ez azt jelenti, hogy a nagy földrengésnél fellépő tagfeszültségnek az acélok szilárdságának és alakíthatóságának kell ellenállnia. Ez a dokumentum az 1970-es években újrafelhasználásra elkészült meglévő acélvázak szerkezeti teljesítményét írja le (10. ábra).

A konferencián a fiatal előadókat a két szekcióelnök és még egy külső szakember minősítése alapján rangsorolták és díjazták. Nagy örömmre szolgált, hogy a szekcióba tartozó egyik fiatal német kolléga, Benedikt Strahm nyerte a fődíjat, aki a vasbeton elemek újrahasznosításával foglalkozott (második cikk ismertető). A szekció előadói a két elnökkel a 11. ábrán láthatók.



10. ábra: A korábbi keretszerkezet elemeinek újrafelhasználása



11. ábra: A szekció előadói és két elnöke. Mellettem (középen) a másik elnök az IABSE 2025–28 időszakra megválasztott elnöke Dr. Harshavardhan Subbarao volt

Making our world more productive



Linde Green

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

www.lindegas.hu

ACÉLSZERKEZET ÉS ÉPÜLETHÉJ

Kihívások az Alba Aréna kivitelezésénél

Egy gondolat a kivitelezés előtt: az épület megálmodói rengeteg energiát fektettek a koncepció kidolgozásába, ez az energia végigkísérte a teljes kivitelezést, valamint rengeteg közös gondolkodásnak adott teret és alapot a feladat teljes átgondolásához, megvalósításához.

Ezúton is köszönöm, hogy a KÉSZ csoport velük dolgozhatott a feladaton!

AZ ÉPÜLET SZÁMOKBAN ACÉLSZERKEZETI ÉS ÉPÜLETBURKOLATI SZEMÜVEGGEL

Felelős tervezők	Balázs Mihály és Tárnóczky Tamás Attila
Acélszerkezet	2000 tonna
Szelemenek	14 000 folyóméter
Lemezfedés	14 000 négyzetméter Zambelli RIB_ROOF
Vápaszerkezet	800 méter
Belső álmennyezet	14 000 négyzetméter

A tervezők által készített koncepciótervek feldolgozása mára már nem a szabadkézi rajzok digitalizálását jelenti, vagy a síkok találkozásának egymás mellé rajzolását, mára már a paraméterek felismerését és azok megfelelő feldolgozását és használatát, a gyártási és szerelési feladatok harmonizálását jelenti a piaci résztvevőknek.

Ezen adatok adnak alapot a szaktervezésnek, a műszaki előkészítésnek és a kivitelezés résztvevőinek, és egyes esetben az üzemeltetési funkciókban is megjelennek.

Az épület megvalósításakor a rengeteg adat feldolgozása komoly mérnöki kihívások elé állított minket, melyből párat az alábbi sorokban mutatunk be. A KÉSZ Metaltech Kft. mellett a KÉSZ Ipari Gyártó és a bim.Group is részt vett a mérnöki kihívások kezelésében, és velünk együtt valósította meg ezt a fantasztikus projektet.



FŐ FELADATAINK

- Rövid határidővel történő acélszerkezet gyártása:** a gyártás szerelőközpontú előkészítése és standard csomóponti megoldások alkalmazása.
- Pontos kivitelezés:** A fogadó szerkezeteket a terveknek megfelelően 3 mm pontossággal kellett megépíteni, további kompenzálásra nem volt lehetőség.
- Burkolatok helyszíni gyártása:** A lemezek 100%-át a helyszínen készítettük 6 hét alatt. A lemezek gyártása külön organizációs feladat volt.
- Lemezfedés szerelése:** A tetőfelület szerelési irányát a tervezőasztalon kijelölték szerint kellett végezni, egy irányból haladva a teljes tető felületén.



Pár fogalom, mely mindenki számára ismerős lehet, de talán a mérőszámokkal párosítva egészen más figyelmet kapnak

Célgép: 750 tonnás mobil autódaru, melyet a helyszínen szereltek össze 10 kamion által szállított alkatrészekből.

Emelési egység: egyenként 60 tonnás emelt tömeggel.

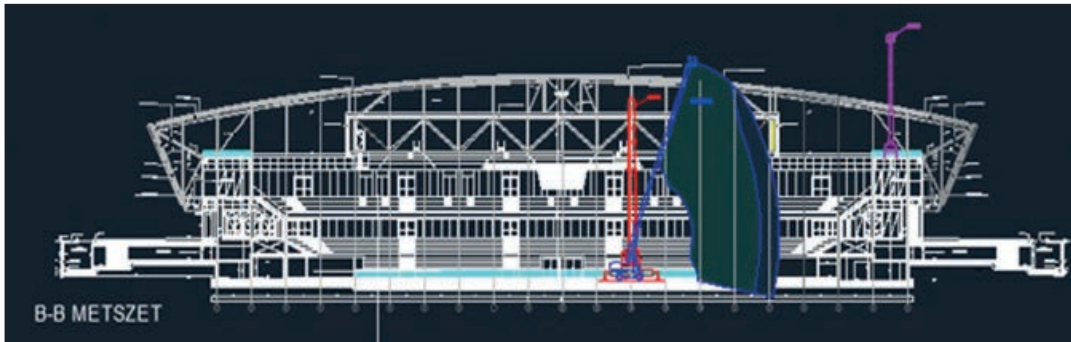
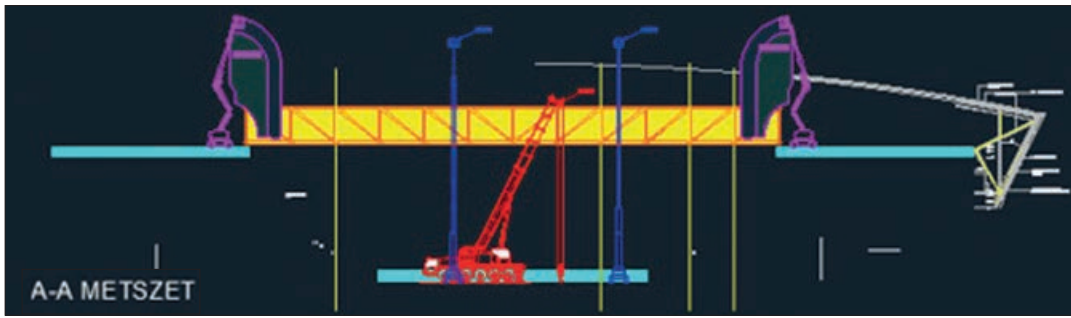
Rácsos tartó: 15 darab 60 méter hosszú rácsos tartó, mely a küzdőtér lefedését biztosítja.

Gyártott lemezhossz: 40 méter hosszú, helyszínen gyártott, egyedi profilozású, kónikus lemez.

A célgép fogalma mára már minden kivitelezési tevékenységben helyet kapott. A célgépek a fő eszközök egy projekt kivitelezési tevékenységében, mondhatjuk, hogy a projekt vezetői ehhez a géphez illesztik az órájukat. Ebben az esetben azonban többről volt szó!

A projektfeladat megvalósítására több koncepció is született, pont úgy, mint az építész tervasztalán a jégcsarnok kialakítására, de ezen koncepciók közül a rendelkezésre álló idő választotta ki, hogy mit mivel fogunk szerelni-kivitelezni.





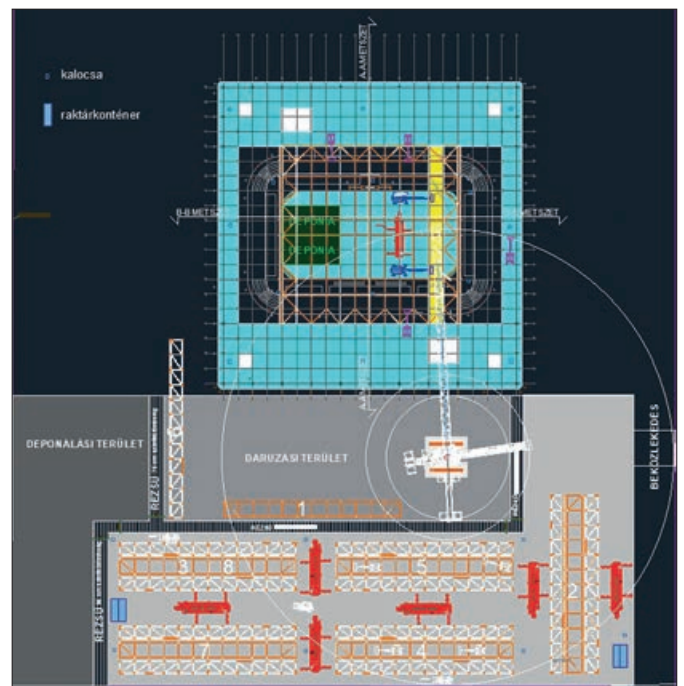
A projekt egy előszerelési és egy nagyelemes beépítési műveleteket tartalmazó feladattá alakult át, így a fő géppark ehhez igazodott, és az előkészítési feladatokat is ennek megfelelően szerveztük.

A tetőszerkezet három fő részből állt:

1. **Főtartó szerkezet** – térbeli rácsos tartó, mely csak funkcionálisan értelmezhető térlefedés szerepet látott el, és biztosította a burkolatot fogadó acélszerkezet alátámasztását, összesen 1000 tonna.
2. **Másodlagos tartószerkezet** – mely az épület alakját biztosította és fogadta a tető héjszerkezetét, úgynevezett „jéglencse” szerkezet, összesen 1000 tonna acélszerkezet valamint 14000 folyóméter szelemen szerelése.
3. **Tetőfedés** – 14000 m² egyedi profilozású, helyszínen gyártott lemez.

1. FŐTARTÓ SZERKEZET, A JÁTÉKTÉR LEFEDÉSE – kihívás a célgép kiszolgálása, veszteségmentes szerelés biztosítása

A kivitelezési célgépünk organizációja és a szerelési fázisok modellezése volt az egyik legfontosabb feladat. Nemcsak a 750 tonnás autódaru mozgását és emelési paramétereit kellett figyelembe venni, hanem a kiszolgálógépek pozícióját, helyzetét, és a további emelőgépek munkavégzését is. Itt úgynevezett időkapukban tudtunk dolgozni, azaz mindennek megvolt a helye és ideje! A tervezőasztalon lemodellezett emelések a valóságban hibamentesen tudtak megvalósulni. A szerelésvezetők és az építésvezetők összehangolt munkájának eredményeképpen az 1000 tonna térbeli rácsos tartó, mely a küzdőtér lefedését biztosítja, egy hónap tiszta szerelési idő alatt került a helyére. A kiegészítő szerkezetek szerelése további egy hónapnyi időt jelentett, mely az előszerelést, vasbeton szerkezetek mérését és feldolgozását, valamint a szerkezethez köthető másodlagos szerkezetek szerelését tartalmazza. Összesen 5 darab előszerelő terület, további 4 darab autódaru valamint 10 darab személyi emelőgép biztosította a célgép-ként használt autódaru kiszolgálását és a szerelési fázisok támogatását.



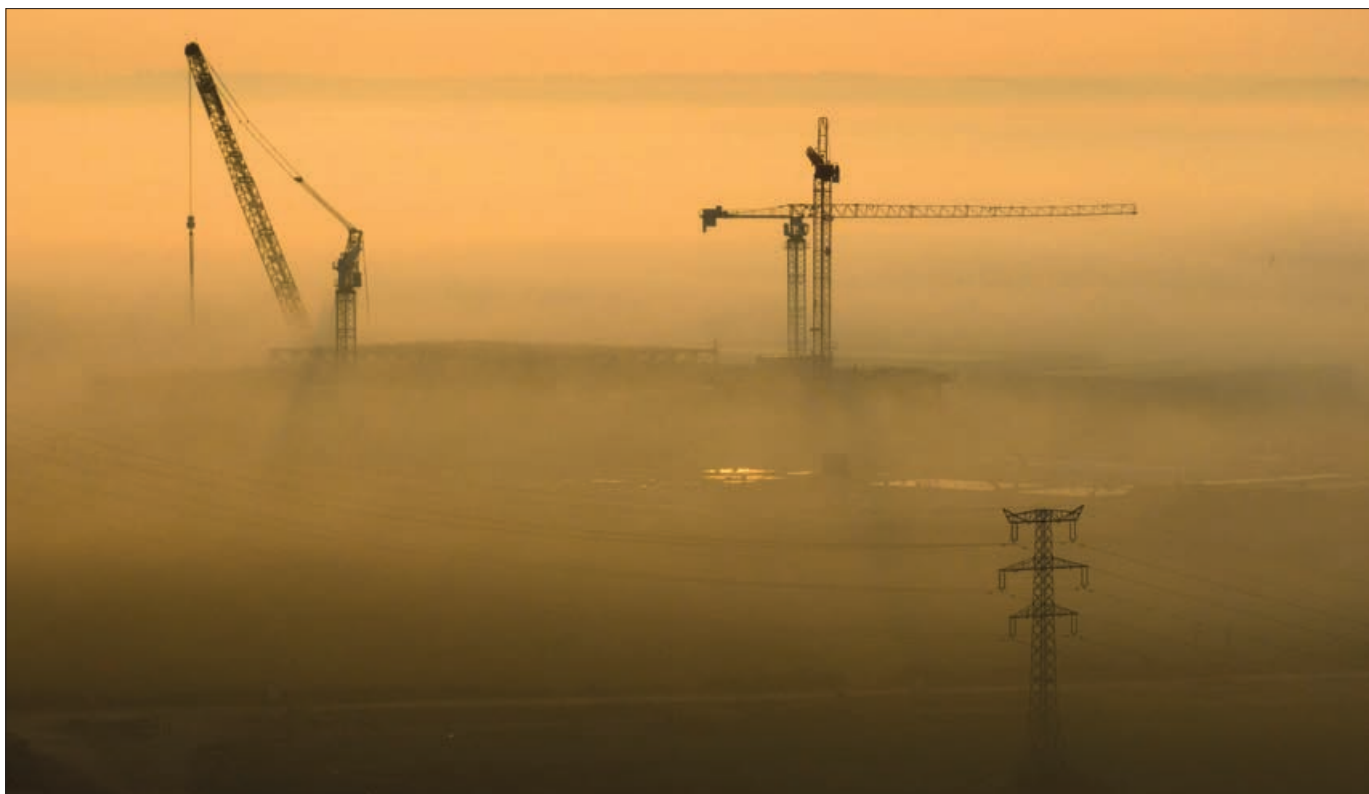


A szerelési feladatok folyamatosságát az elemek előre gyártása, a standard csomópontok használata, a helyszín és kapcsolódó pontok geodéziai felmérése, az elemek előszerelése, valamint az összehangolt munkaterület biztosította.

2. MÁSODLAGOS TARTÓSZERKEZET, ACÉL A JÁTÉKTÉREN KÍVÜL – kihívás a szerkezet kivitelezése 3 mm-en belül

Az épület formai követelményei magasra tették a mércét. A tervezőasztalon megszületett koncepció átfuttatása a szaktervezésen lehetett volna rutinfeladat is, de a méretek miatt nem csak a „szokásos feladatként” volt szükséges a mérnöki előkészítő munkákat elvégezni. A tetőlemezek

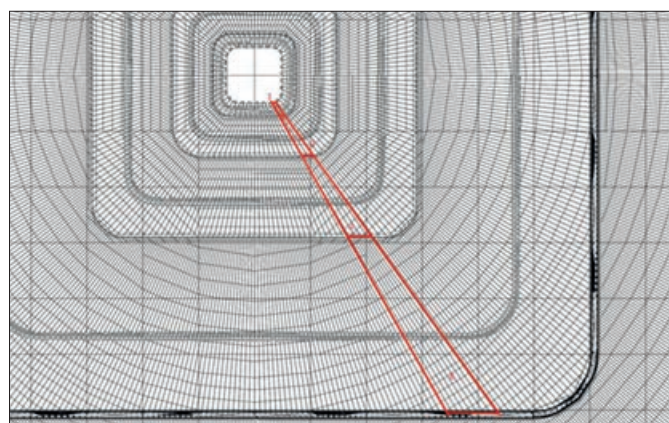
alszerkezeteként szolgáló „jéglencse szerkezet” méretpontossági kívánalma összesen 3 mm-t engedett meg (azaz 1,5 mm plusz és mínusz), ha lehet így mondani, nem volt nagy a játéktér a játéktéren kívül. A szerkezet tervezésekor a korábban felmért vasbeton szerkezet és a megvalósult acélszerkezet adatait kielemezve arra az elhatározásra jutottunk, hogy amennyiben szükséges korrekció, úgy azt a lemezfogadó szerkezeteknél, azaz a szelemeneknél fogjuk kezelni. A szerelés autó- és toronydaruk összehangolt munkájával valósult meg, mely már kiselemes feladat volt, rengeteg élőmunkaigénnyel. Az átfutási idő a 3 fő egységre bontott szerkezetnél 7 hónapra datálódott az ütemtervben. A szerelési időket 1 hónappal tudtuk csökkenteni, köszönhetően a folyamatos kooperációknak a szakágakkal, társvállalkozókkal, így a teljes átfutás 6 hónapig tartott.



Az épület formáját adó tartószerkezetet, vagyis a szelemeket, melyek a másodlagos acélszerkezetre kapcsolódtak, mintegy 50 000 kötőelemmel kapcsoltuk össze, és rögzítettük pozíciójába, biztosítva a burkolat síkpontossági követelményeit. Ilyen méretű lemezfedésű szerkezeteknél a lemezt fogadó felfekvési felület egyenetlensége komoly kihatással lehet a burkolat vízzárósági tulajdonságára.

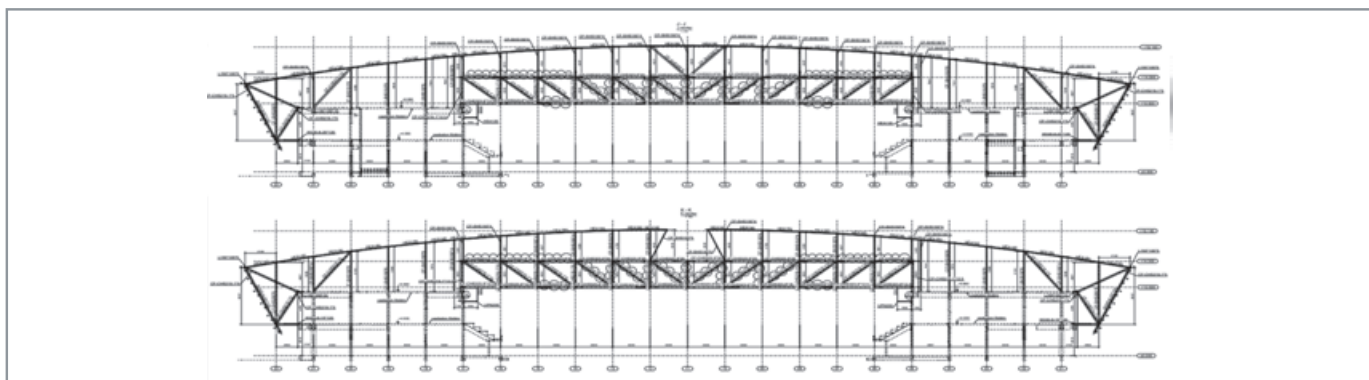
3. TETŐFEDÉS, MINÉL HOSSZABB ANNÁL JOBB – kihívás a lemezek helyszíni gyártása, organizáció és szerelés. 6 részre tagolt tetőszerkezet, vápa és dilatációs elemek elkészítése

A forma körvonalai ezen a ponton kerülnek reflektorfénybe, és nyeri el az épület az ikonikusnak mondható formáját, végleges kinézetének nagy részét. A 14 000 m² tetőfedés elkészítése komoly mérnöki munkát igényelt, a tető ekkora felületnél már komoly mozgásokat végez, így nem csak a gyártási de a szerelési és a megvalósítás utáni mozgásokat is figyelembe kellett venni. A felület méretét jól mutatja, miszerint a központi részben elhelyezett 1 darab lemeznek az épület szélső szálában már 16 lemeznyi csatlakozása volt, azaz minden egyes körmérettel duplázódott a fekte-



tett lemezek darabszáma. A fektetett lemezek nemcsak darabszám-változásban, hanem méretben is növekednek, az elején elindított párméteres lemezek a szélső szálakon elérték a 40 méter hosszát is.

Az összesen 14 000 m² lemezfedés elkészítése a helyszínen történt. Az elemekhez szükséges alapanyagot és a gyártásukhoz szükséges gépeket a helyszínre szállítottuk, és egy úgynevezett előgyártási és válogatóterületet alakítottunk ki.



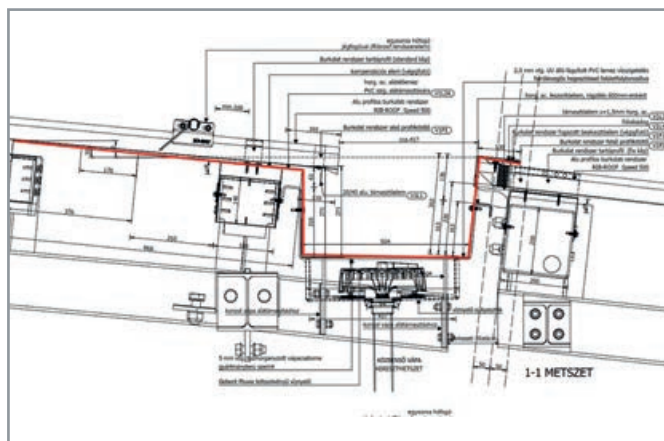
A ZAMBELLI RIB-ROOF termékcsalád nagy előnye, hogy a helyszínen szinte bármilyen méretű és alakú hosszirányú lemez gyártható. A 40 méteres lemez helyszíni gyártásához ~100 méteres hosszanti területre volt szükség. A lemezek beadagolása után egy speciális görgősor munkálja meg a lemezt oda- és visszafelé irányítottan, így a lemez profilozása és alakja is kialakul több körön keresztül. A gyártó- és válogatóterületeket a szereléshez legközelebb helyeztük el, hiszen a hosszú lemezek szállítása már komoly eszközt igényel. A lemezek szereléséhez autó- és toronydarus emelést és egy himbarendszer alkalmaztunk.

Ezenfelül a gyártó- és válogatóterület egy komoly organizációt kívánt, hogy minden gyártott elem a helyes sorrendben és minőségben álljon rendelkezésre a beépítéskor. Az előkészítő és felmérési munka elengedhetetlen a pontos és egyszeri gyártási feladatokhoz.

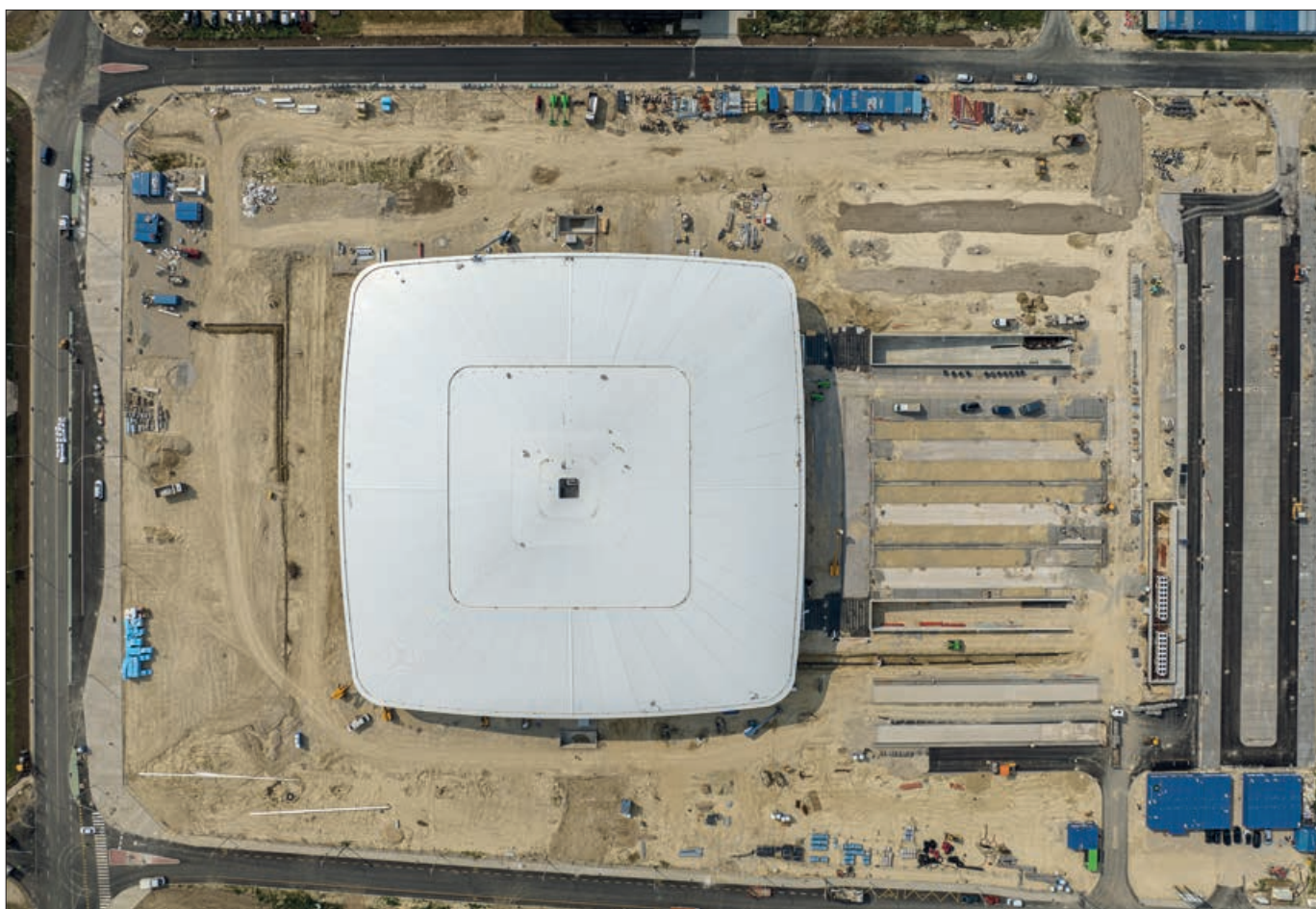
Fontos kiemelni a geodéziai méréseket

Minden mérés számít! A bemért vasbeton szerkezet elengedhetetlen a gyors és pontos szereléshez. A vasbeton kapcsolatok pontatlansága már a gyártási terveken jelen tudott lenni a korai felmérések eredményeképpen, így korrigálni tudtunk a gyártáskor. Egyes esetekben, ha nem vesszük figyelembe ezeket az eltéréseket, melyeket még szabvány megengedhet, óriási károkat okozhattunk volna a helyszínen. A kész szerkezet bemérése pedig a burkolat-szerelés tervezéséhez adott adatot, minden elemnek 3 mm-en belül kellett lenni, hogy a fedés anyagát, jelen esetben a RIB-ROOF fedést fogadni tudja. Ez nem kis feladat, tekintve a 14 000 m² burkolandó felületet. Az épület főtartó acélszerkezete nem csak a pálya lefedéséből áll. A főtartók a teljes épületen jelen vannak, és az épület formáját is meghatározták.

Ilyen feladatoknál elengedhetetlen a megbízható geodézia munkája, aki milliméter-pontosan képes adatot szolgáltatni, megfelelve az EXC osztálynak.







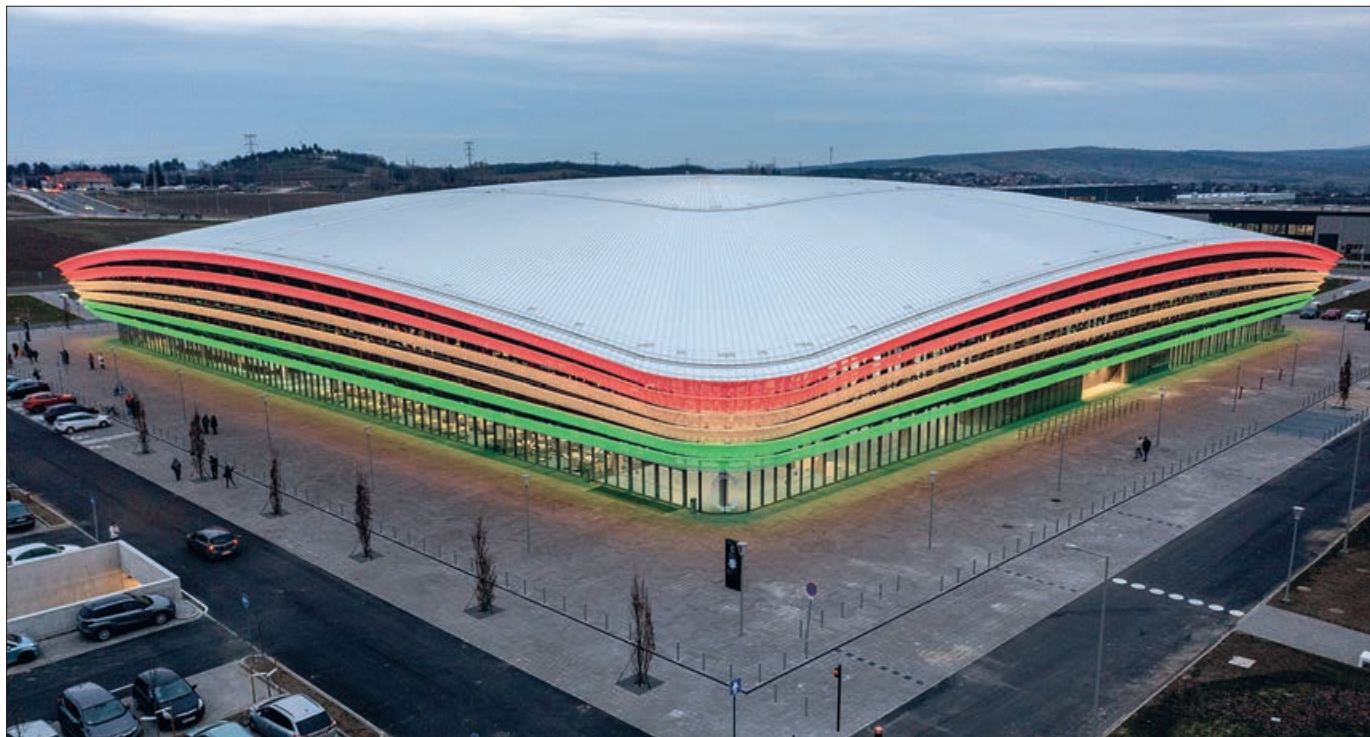
Végezetül pár gondolat a fenntarthatóságról

Fontos, hogy minden tudatos kivitelezés ebben is gondolkodjon, és erőforrást vagy anyagot takarítson meg az előkészítés és odafigyelés révén. Részünkről a projekt során a

- gépidők csökkentése,
- az anyagokkal való helyes gazdálkodás,
- és az újrahasznosítás jelentette a fenntarthatóság jegyeit.

Zárásként szeretném megköszönni

- kollégáim kitartó munkáját és magas színvonalú szakmai teljesítményét,
- a kivitelezésben részt vevő partnerek együttműködését,
- a kiváló csapatmunkát a tervezés, a gyártás és a kivitelezés résztvevőinek.



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.



FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK



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 behatásától védett kültéri acélszerkezetek tűzvédelmére, 90 perces tűzállóság.

SC902

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



ETA
20/1210

mipa

Professional Coating Systems

MIPA HUNGARIA KFT
8000 SZÉKESFEHÉRVÁR,
ZSÚRLÓ UTCA 2.

Tel: +36 22 514 510

Fax: +36 22 514 517

info@mipahungaria.hu

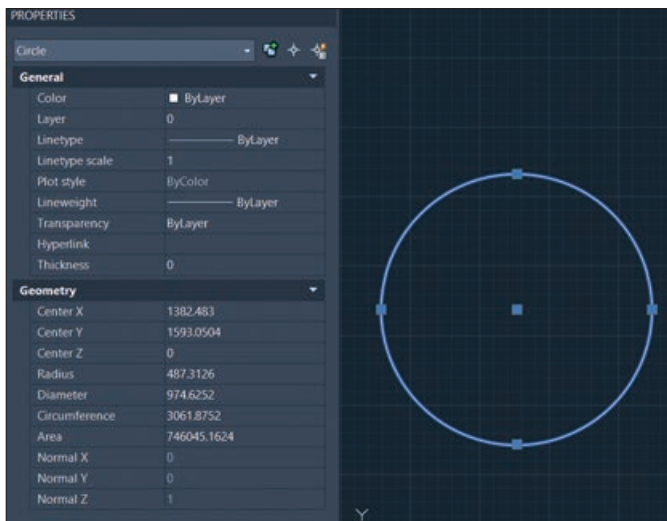
www.mipahungaria.hu

A termékek gyártója:

 Construction
Products Group
Europe



ETA
20/1216

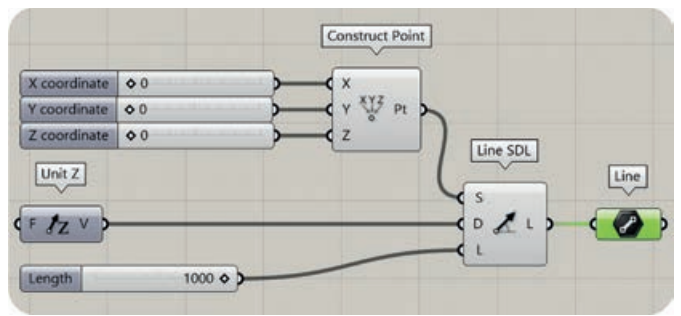


1. ábra: Parametrikus modellobjektum AutoCAD

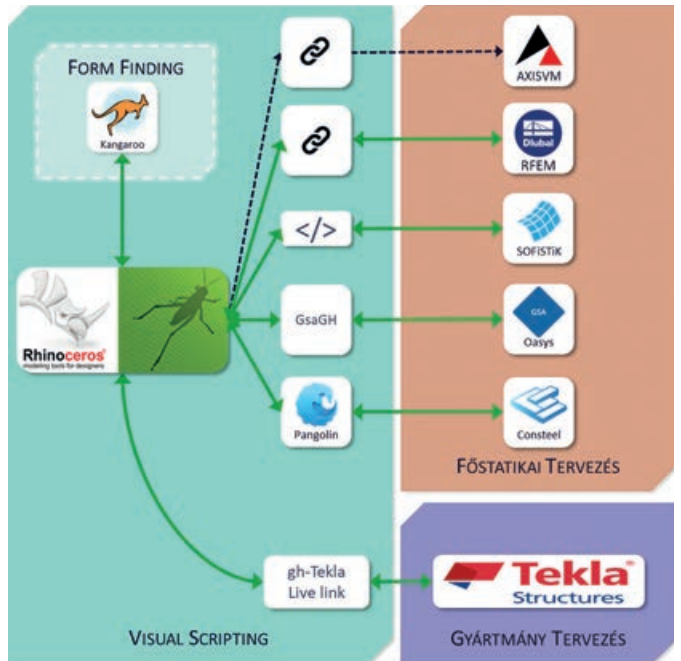
valamely felmerült probléma megoldására alkalmas. Jelen esetben ez a lépéssorozat a tervezési és modellezési folyamatokat írja le, amelyeket egy végrehajtható logikai struktúrába szervezünk.

Az egyes műveletek közvetlen kapcsolatban állnak egymással, jellemzően a paramétereken keresztül. Az algoritmusokat a gyakorlatban vizuális szkripting felületeken hozzuk létre, ahol komponensek logikai összekapcsolásával építjük fel a működési logikát. Ilyen eszköz például a Rhino szoftverhez kapcsolódó **Grasshopper**, vagy az Autodesk termékekbe integrált **Dynamo**. Ezek a rendszerek lehetővé teszik, hogy programozási ismeretek nélkül, vizuális elemek segítségével hozzunk létre összetett algoritmusokat.

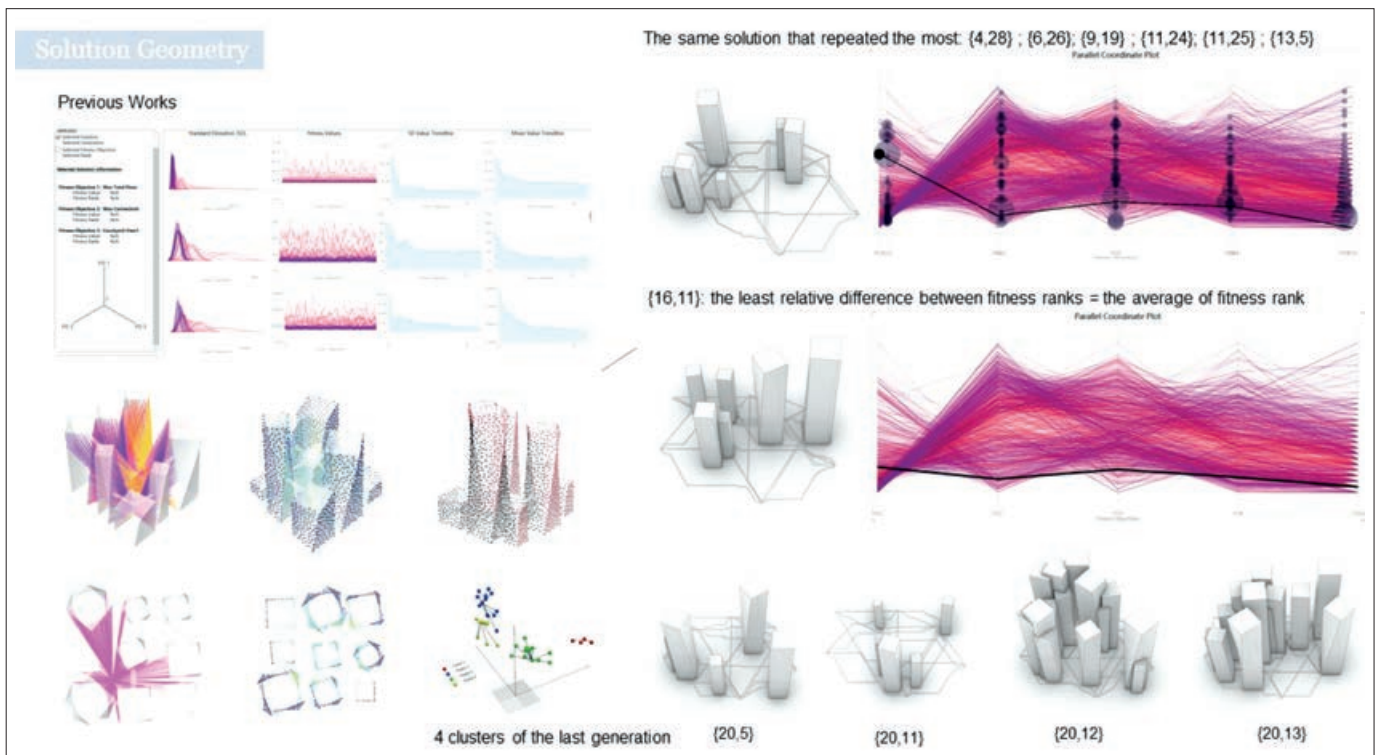
Az algoritmus futtatásával a modellobjektumok és azok attribútumai automatikusan generálódnak, akár több szoftver valós idejű együttműködésével. Az algoritmus tetszőlegesen újra futtatható: bármely paraméter vagy lépés



2. ábra: Grasshopper szkript részlet



3. ábra: Rhino/Grasshopper és a natív tervezői szoftverek együttműködése



4. ábra: Wallacei Grasshopper plug-in

módosítása automatikusan frissíti a modellt. Ez a módszer különösen hatékony a változtatások gyors és pontos lekövetésében, valamint nagyszámú, azonos logikájú, de eltérő paraméterű modellezési feladat automatizált elvégzésében.

Tervezői szempontból az algoritmikus tervezés a CAD megjelenése óta a legnagyobb áttörésnek tekinthető – a BIM-módszertanhoz képest nagyságrendekkel nagyobb hatékonyságot és rugalmasságot kínál a tervezési folyamatokban.

Míg egy algoritmus egyszeri futtatása egyetlen modellváltozatot eredményez, a **generatív tervezés** eszközeivel lehetőség nyílik az algoritmus többszöri, automatizált futtatására, különböző paraméterkombinációk alkalmazásával. Ennek eredményeként nagyszámú, egymástól eltérő megoldás jön létre. Ezek a változatok különböző szempontok szerint kiértékelhetők, így kiválasztható a többdimenziós értelemben optimálisnak tekintett megoldás.

A generatív tervezés jellegzetes alkalmazási területei közé tartozik az épülettömegek generálása, az alaprajzi elrendezések optimalizálása, valamint a tartószerkezetek formai és anyagfelhasználásának optimalizálása – például kábel-szerkezetek esetében az alakkeresés.

A **programozással támogatott tervezés** olyan megközelítés, amely túlmutat a natív szoftverek által kínált alapfunkciókon. Ilyenkor gyakran rövid programkódokat (szkripteket) használunk, amelyek a legtöbb tervezőszoftverben belülről futtathatók. A fejlettebb megoldást az API-k („Application Programming Interface”) jelentik: ezek lehetővé teszik, hogy külső programok a szoftverrel adatot cseréljenek vagy funkciókat hívjanak meg. Így például modellezési, riportálási, vagy adatgyűjtési feladatokat automatizálhatunk klasszikus programkódok segítségével.

A dobozos, nyilvánosan elérhető mesterséges intelligencia (AI) megoldások mellett célunk olyan felhasználási területek feltérképezése, ahol saját AI-alapú megoldások beépítése a tervezési folyamatba érdemi hatékonyságnövekedést eredményezhet. Bár ennek a folyamatnak még az elején járunk, meggyőződésünk, hogy az algoritmikus gondolkodás, az automatizált adatgyűjtés, valamint az algoritmus-vezérelt tervezés szilárd alapot biztosítanak a mesterséges intelligencia implementációjához.

COMPUTATIONAL DESIGN A GYAKORLATBAN

A tervezési folyamataink programkódokkal, szkriptekkel való segítségével főbb célja a tervezési idő csökkentése, a hibák elkerülése vagy kiszűrése, a változások hatékony kezelése, valamint bonyolult matematikai, geometriai problémák megoldása.

Egyik célterületünk azon repetitív, monoton munkafolyamatok, melyek egyszerű szabályokkal leírhatók. Az ilyen folyamatok hatékonyan kiválthatók vagy gyorsíthatók automatizmusokkal. Az „unalmas” feladatot a gép végzi, így a tervezői kapacitás a kreatív munkafolyamatokra fordítható. Ilyenek például a tervezést közvetve érintő adminisztratív folyamatok automatizálása, mely tehermentesíti a tervezőt, valamint segíti a menedzsmentet.

Szintén jelentős hatékonyságnövelés érhető el komplex matematikai, geometriai problémák esetén, például free-form épületek tartószerkezeti geometriájának szerkesztése. Az ilyen szerkezeteknél nemcsak a geometria megalkotásában, de a változások kezelésében is jelentős előnyökkel bírnak a parametrikus, algoritmikus megoldások.

A parametrikus vagy programozási tevékenységeink a **bim.GROUP**-on belül nyolc fő területhez kapcsolódnak:

- építészeti tervezés,
- tartószerkezet-tervezés,
- épületvillamossági tervezés,
- épületgépészeti tervezés,
- épületburok-tervezés,
- BIM-menedzsment,
- projektmenedzsment,
- termékfejlesztés.

A tervezési folyamatokhoz igen változatos szoftverparkot veszünk igénybe (lásd alábbi ábra). Ezekhez a területekhez és szoftverekhez való kapcsolódáshoz túlnyomórészt 4 szkriptelési platformot használunk:

A **C#** és a **Python** a klasszikus programozási nyelvek. Ezek segítségével tudunk kapcsolódni az egyes szoftverekhez az API-jukon keresztül, és tudjuk vezérelni azok funkcióit.

A **Grasshopper** és – a Revitbe épülő – **Dynamo** vizuális szkriptelési platformok. A Dynamo-t elsősorban a Reviten belüli műveletek gyorsítására és automatizálására használjuk. A parametrikus tervezési folyamataink motorja a Grasshopper szoftver.



6. ábra: Tevékenységi körök és alkalmazott tervezői szoftverek



5. ábra: Mesterséges Intelligencia szintjei

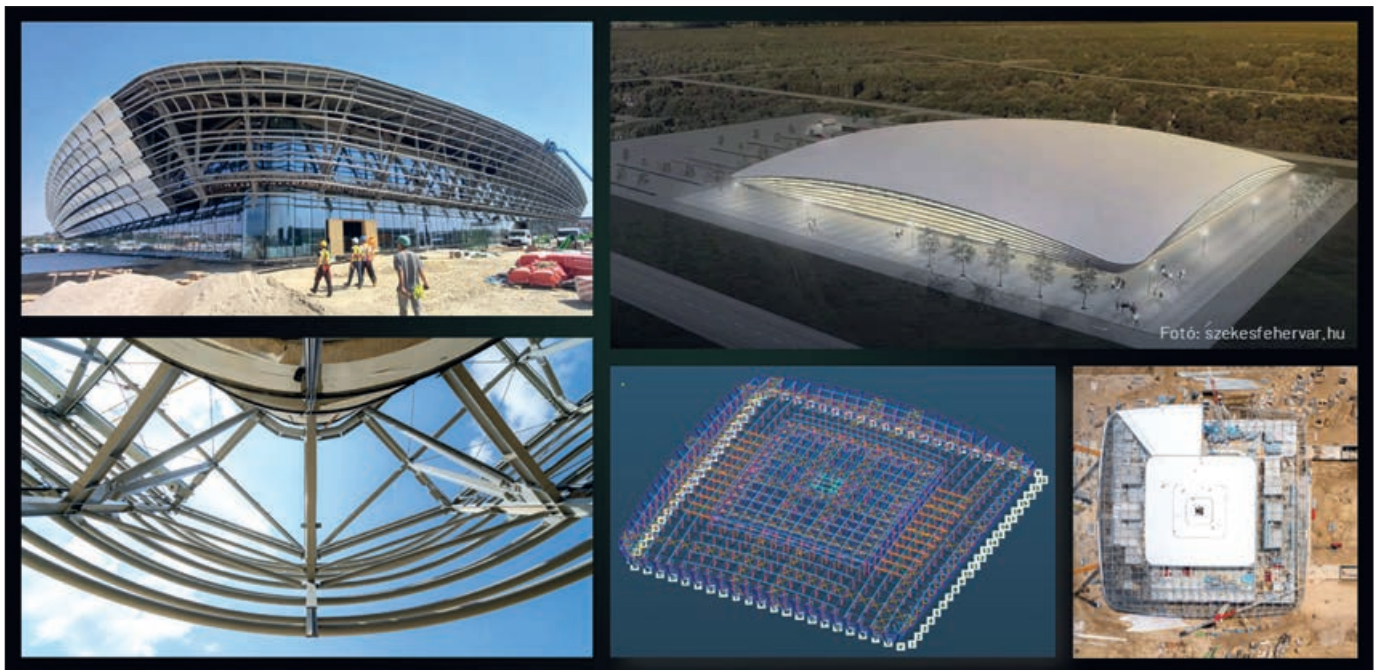
Parametrikus tervezés

Parametrikus tervezés során a feladatot – például komplex geometria kiserkesztése, terhelési mezők és teherintenzitások meghatározása, csomópontok geometriai összefüggései – lefordítjuk a „matematika nyelvére”. A parametrikus eszközökkel előállított modell esetén a geometria nem a BIM vagy CAD szoftverben jön létre, azt nem szerkesztjük ki a hagyományos, direkt modellezésnél megszokott módon, hanem a geometriát matematikai összefüggésekkel leíró szkriptet írunk, és a szkript generálja a geometriát. Mivel ezeket a matematikai függvényeket változókkal, paraméterekkel definiáljuk, ha módosítjuk a változót, az algoritmust újra tudjuk futtatni a módosult paraméternek megfelelően.

Automatizálást nem csak a geometria előállításában alkalmazunk. Az Alba Aréna acélszerkezeteinek tervezésénél például a szelemenek geometriai kiosztásán túl az egyes

szelemenekre jutó terhelési mezők méretét is a Grasshopper segítségével, automatikusan határoztuk meg, akár csak az EC szabvány szerinti különböző szélteherzónákat. Tehát minden egyes szelemenre ható teher intenzitását automatikusan számítottuk ki az egyes szelemenekre jutó terhelési mező mérete, valamint az automatikusan meghatározott terhelési zónák függvényében. Ez a cca. 3500 darab szelemenre vonatkozóan igen nagy mennyiségű számítási feladat. Parametrikus, algoritmikus módszerek alkalmazása nélkül olyan közelítésekkel lettünk volna kénytelenek élni, amik csak kevésbé gazdaságos szerkezet tervezését tették volna lehetővé.

A végeleses számítási modell mellett a BIM-modell előállítása is parametrikusan történt. A rúdváz-geometria és a szelvények kiosztásán túl a csomópontok jelentős részét szintén a Grasshopper segítségével, automatizáltan hoztuk létre vagy helyeztük el a Tekla Structures BIM-modellben.



7. ábra: Alba Aréna, Székesfehérvár

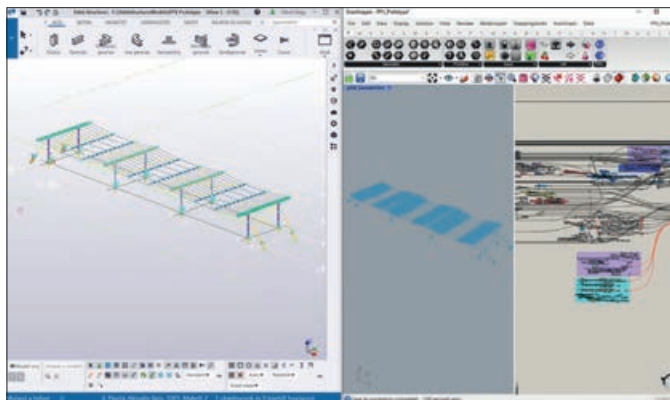


8. ábra: Alba Aréna – Parametrikusan modellezett csomópontok a BIM-modellben és a megvalósult állapotban

KÉSZ Greentech Solar Parking

A KÉSZ Greentech Solar Parking a német **sbp sonne**, a **KÉSZ Metaltech** és a **bim.GROUP** közös fejlesztése. Egy olyan gazdaságos parkolólefedés, amely egyben egy nagy hatékonyságú naperőmű is. A gazdaságossághoz pedig nagyban hozzájárult a mérnöki esztétikára való törekvés. A feszített, dominánsan húzott erőjátékú kialakítással rendkívül filigrán szerkezeti rendszert hoztunk létre, ami mind új, mind meglévő parkolóknál is kialakítható, minimális az anyagfelhasználása, és még a szemnek is kellemes.

A gazdaságosság mellett a hatékonyságra is nagy hangsúlyt fektettünk, így a rendszer egyik legnagyobb innovációja az, hogy a teljes tervezési folyamatot irányító algoritmust alkotunk, amely az első koncepcióktól a számítási modellen át a gyártmánytervek létrehozásáig mindent automatizál és optimalizál – ráadásul anélkül, hogy egyetlen vonalat is manuálisan hoznánk létre.



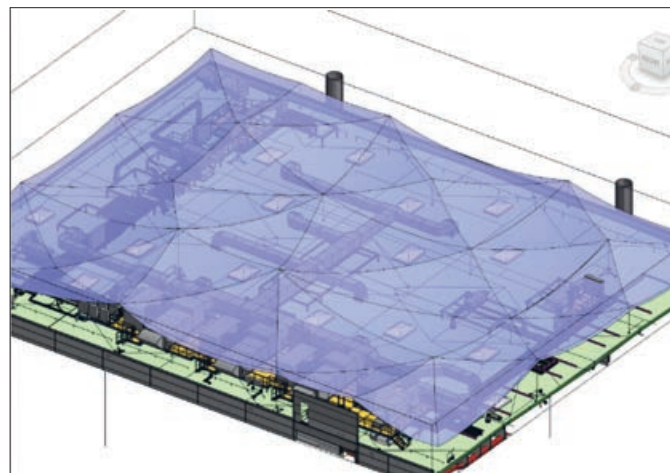
9. ábra: Greentech Solar Parking – Parametrikus modellépítés

SAJÁT FEJLESZTÉSŰ PLUG-IN-EK

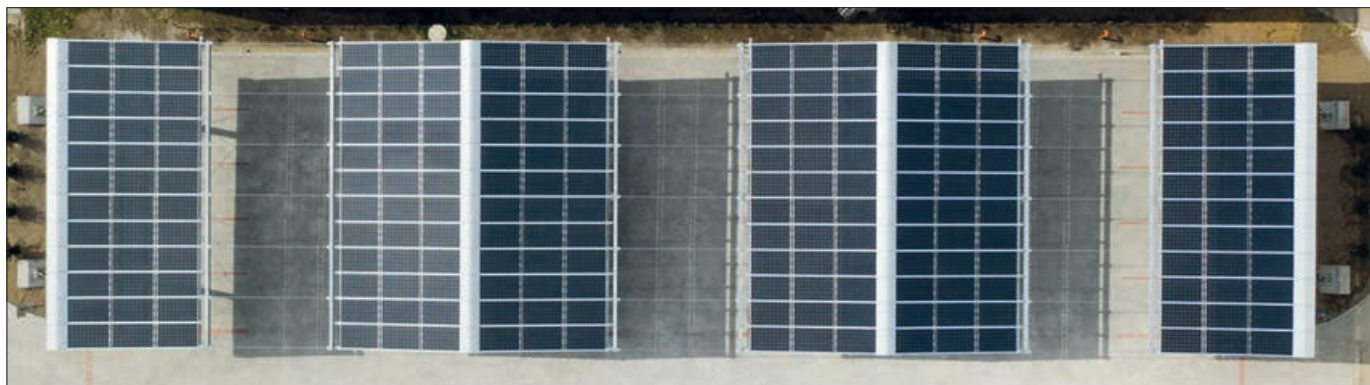
Villámvédelmi védett tér meghatározása

A villámvédelmi felfogók – köznyelvi megnevezéssel villámhárítók – hálózatának tervezési elve, hogy a villámvédelmi felfogók közé ültetett, ún. gördülőgömbök által kirajzolt lepelforma alatti tér a védett tér. Ha valamilyen objektum ezen lepel felé emelkedik, akkor nem megfelelő a villámvédelmi felfogók sűrűsége vagy magassága. Ennek a lepelnek a meghatározására fejlesztettünk egy szkriptet.

A villámvédelmi hálózat modellezése **Revitben** történik. A **Grasshopper** betölti a hálózat geometriáját, és teljesen automatizáltan itt zajlanak le azok a matematikai műveletek, amik eredménye ez a lepelforma. Majd ezt a formát, mint Revit objektumot a szkript létrehozza a Revit modellben, és az ütközésvizsgálat már itt zajlik.



11. ábra: Villámvédelmi lepel



10. ábra: Greentech Solar Parking – Megépült szerkezet



12. ábra: Villámvédelmi védett tér ellenőrzése – Folyamatábra

Gyártási dokumentáció generálása

Ahhoz, hogy a BIM szoftverben gyártmánytervi szinten be-modellezett szerkezetből valós gyártmányok készülhessenek, az acélszerkezet-gyártó részére át kell adnunk egy gyártási dokumentációt, mely többek között tartalmazza az elem- és gyártmányterveket, különböző listákat, 3D fájlakat, és a gyártógépek számára szükséges specifikus formátumú fájlakat. Ennek a dokumentációnak az előállítása időigényes és monoton feladat, ezért fejlesztettünk egy **plug-int** a **Tekla Structures** szoftverhez, ami ezt a dokumentációt automatizáltan előállítja, ezzel jelentős időt megspórolva a gyártmánytervező kollégák számára. A plug-in a Teklából indítható, felugrik egy saját fejlesztésű felhasználói felület, ahol a gyártmánytervezők megadhatják a futtatás beállításait. A fájlok a gyártó által kívánt mappastruktúrában és elnevezéssel jönnek létre. Ezt követően a dokumentációt feltöltjük a Plandoc rendszerre, így adjuk át a gyártónak.

A **Plandoc** rendszer alkalmazásával egy jól szabályozott adatbázis jön létre, melyből szűréseket, kimutatásokat tudunk készíteni. Ezen riportokat szintén automatizáltan generáljuk az adatbázisból kinyert információk alapján.

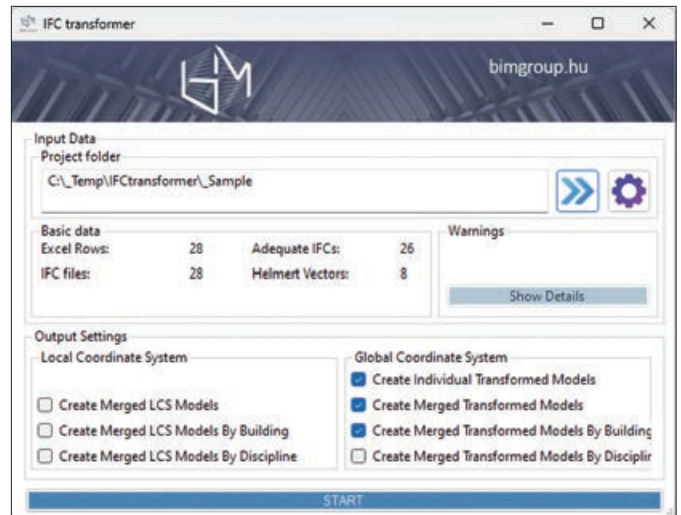
IFC modellek kezelése

– Ellenőrzés, transzformáció és összefűzés

Ez az eszköz lehetővé teszi IFC fájlcsomagok gyors és automatizált **ellenőrzését**. A fájlokat beolvasva egy ún. **QA** (Quality Assurance) Excel táblázatban összesíti a modellek főbb attribútumait és jelzi, ahol a kívánt értéktartományon kívül esik a tényleges érték, vagyis hibát tartalmaz a modell. Ez az előzetes ellenőrzés száz modell esetén is egy percen belül feltölti a táblázatot anélkül, hogy a BIM menedzser kollégának meg kellene nyitnia a modellt.

Az alkalmazás egy másik kiemelt funkciója, hogy több épületet tartalmazó projektek esetén az egyes épületekhez tartozó, lokális koordinátarendszerben lévő IFC modelleket automatikusan **elmozgatja** a globális, helyszínhez illeszkedő **CPO** (Common Point of Origin) koordinátarendszerbe. Így a szakági tervezőknek elegendő csak a lokális koordináta szerint exportálni az IFC modelleket, és az épületpozíciók változása esetén nincs szükség újabb modellek exportjára.

Emellett az alkalmazás lehetőséget biztosít a modellek **egyesítésére** épületenként, szakáganként, vagy akár az egész projektet egyetlen IFC modellebe.

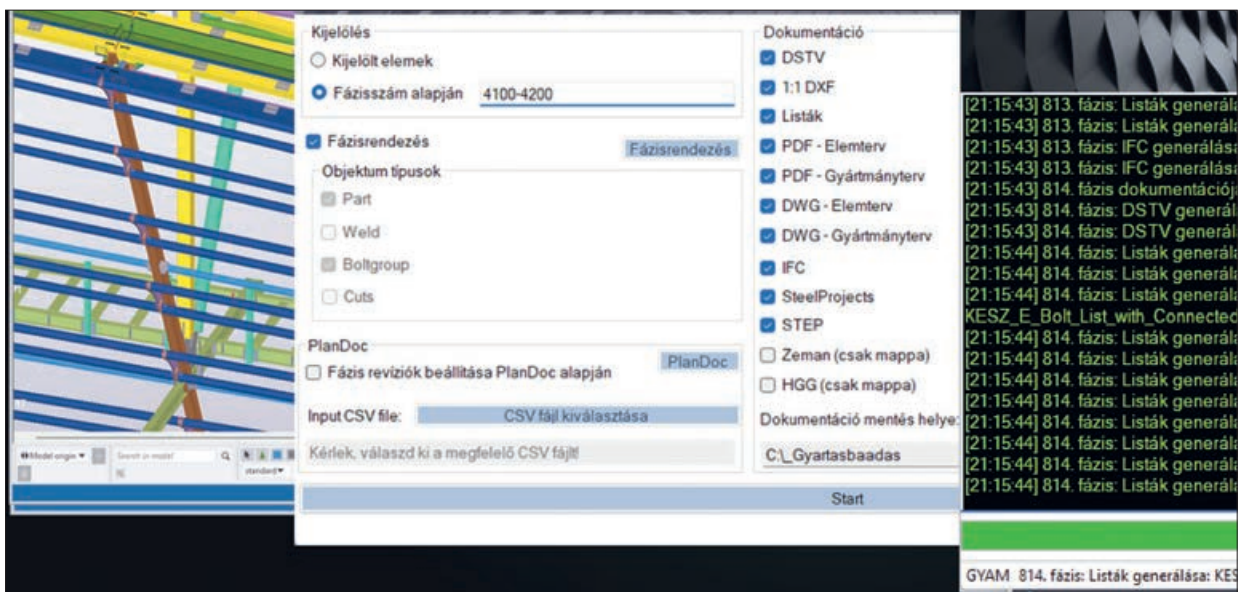


14. ábra: IFC transformer – IFC modellek automatizált elmozgatása és összefűzése

Projektmenedzsment-rendszer automatizálása

A bim.GROUP a projektmenedzsment hatékonyságának növelése érdekében az EasyProject rendszer bevezetése mellett döntött. A platform lehetőséget kínál a projektek pénzügyi, kapacitás- és időtervezésére, valamint ezek visszakövetésére. A projektek és szerződések hierarchikus struktúrában kezelhetők, és átfogó kalkulációk is készíthetők.

A rendszer egyik legnagyobb előnye a rugalmas API-kapcsolódás, amelyet kihasználva egyedi fejlesztésű programot készítettünk. Ez a megoldás képes automatizáltan betölteni és frissen tartani az összes korábbi és aktuális projektadatot – táblázatokból, külső adatbázisokból (például számlák, jelenléti ívek, fedezetkalkulációk) – az EasyProject rendszerében. Az így kialakított integráció jelentősen csökkenti a manuális adatkezelés igényét, és támogatja a pontosabb, naprakész projektmenedzsmentet.



13. ábra: Gyártási dokumentáció generálása saját fejlesztésű plug-in segítségével



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.

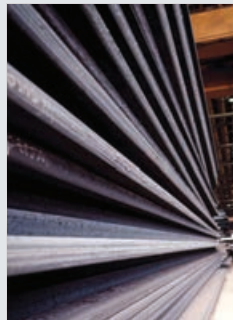
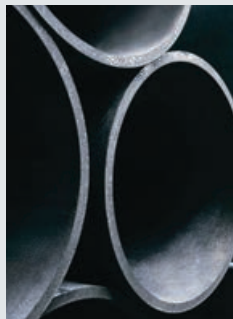
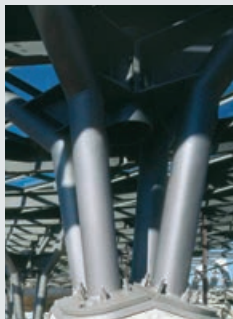
Telefon: +361 393-5220

info@salzgitter.hu

ACÉL

TERMÉK, LOGISZTIKA, SZOLGÁLTATÁS

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



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

A TOMORI PÁL HÍD TERVEZÉSI SAJÁTOSSÁGAI

A Tomori Pál hidat 2024 júniusában adták át. A mederhíd szerkezeti kialakítása, műszaki paraméterei alapján a MAGÉSZ a 2025. évben Az Év Acélszerkezete Nívódíjjal ismerte el a Duna Aszfalt Zrt. mint kivitelező és CÉH zRt. mint tervező munkáját. A hídról az Acélszerkezet újság 2023/4. számában részletes leírás szerepel, amelyben bemutattuk a teljes műtárgy ártéri hidakat és mederhíd adatait valamint az alkalmazott építéstechnológiát. A megvalósítás különlegességeiről pedig 2024/1. számban olvashatunk. Jelen cikk keretében a tervezői oldalról a mederhídnál megtapasztalt különlegességeket ismertetjük.

FELSZERKEZET ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

Az extradosed kialakítású, kábelekkal felfüggesztett mederhíd építése a folyami hidaknál bevált, általánosan alkalmazott konzolos szabadszerelés és szabadbetonozás építési technológia alkalmazásával történt. A technológiai alkalmazhatóságához a mederhíd felszerkezetét 5 m-es szerelési egységekre, ún. zömökre bontottuk szét. Az építés a mederpillérektől az indító vasbeton zöm megépítését követően a part- és mederirányban indulhatott meg. Az építési mód nagy előnye, hogy a munkafolyamatok és ezzel természetesen párhuzamosan a statikai számítás lépései ismétlődő ciklikusokra bonthatók.

Az alkalmazott építési mód viszont jelentős építési segédstruktúrákat igényel. A híd szakaszainak stabilizálására és az ideiglenes állapotban keletkező igénybevételek

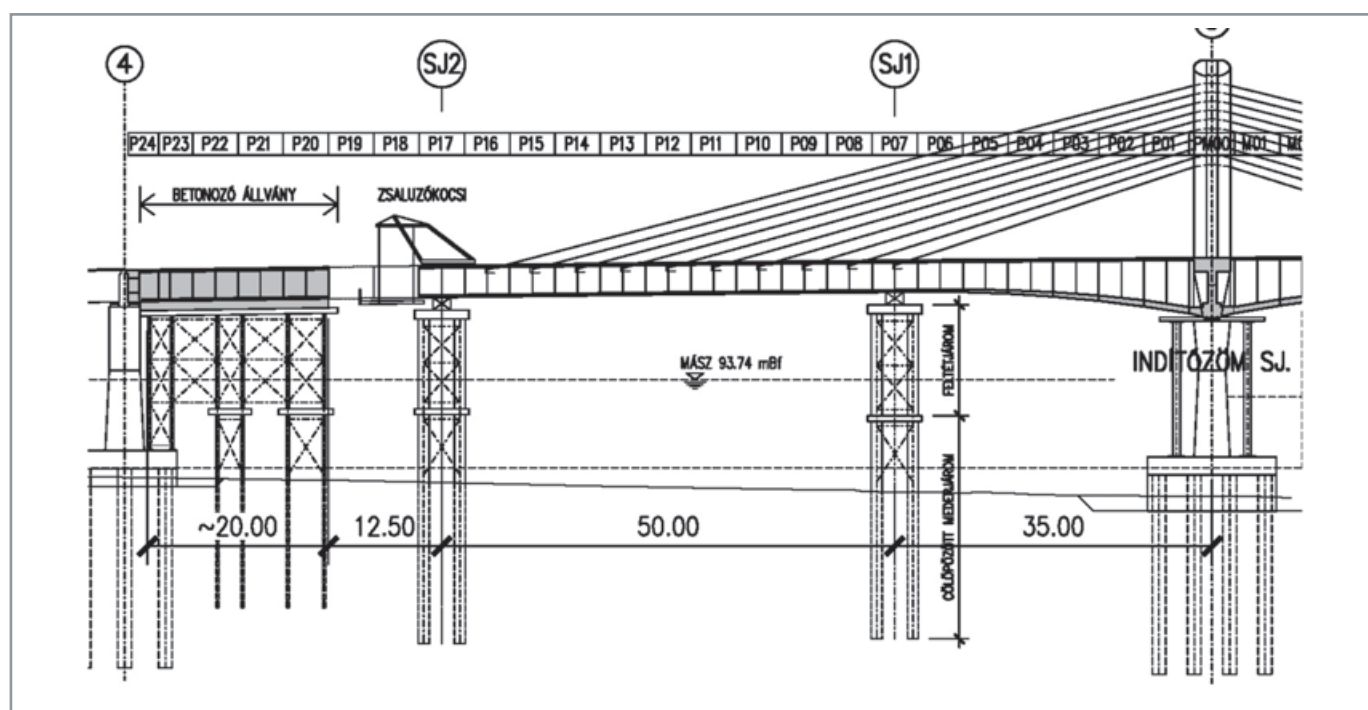
felvételére segédjármokat terveztünk. Az ideiglenes megtámasztások ellenére a felső pályalemez, ill. bizonyos építési fázisokban az alsó fenéklemez vasbeton szerkezetében jelentős húzófeszültségek keletkezhetnek volna, ezt a hatást tapadóbetétes kábelek alkalmazásával, a szerkezeti részekbe bevitt plusz nyomófeszültséggel elimináltuk. A következő bekezdésekben a számításban alkalmazott fázisokat, építési segédstruktúrákat és a feszítési rendszereket mutatjuk be.

SZABADSZERELÉS ÉS BETONOZÁS

A zömök építésének ütemezésére már a tenderterv is tartalmazott építési fázistervet, amelyet a kivitelező a rendelkezésére álló technológia és géppark alapján még részletesebben kidolgozott és az alábbi 7 fő lépésre bontott:

- I. fázis: Indítózöm építése (SJ5 járom és indítóállványzat)
- II. fázis: Zsaluzókocsi telepítése, zömök építése 02 elemig
- III. fázis: Zömök építése 05 elemig
- IV. fázis: Zömök építése 07 elemig
- V. fázis: SJ1 járomra történő átterhelés, zömök építése 12 elemig
- VI. fázis: SJ2 járomra történő átterhelés, P19 parti zárás
- VII. fázis: MM20 mederzárás, befejező munkafolyamatok

A fázisterv az építési állapot statikai számításának kiindulási adata volt, ezért a pontos betartása mind teherbírás, mind az alakbeállítás miatt kulcsfontosságú volt az építés alatt.



1. ábra: Segédstruktúrák sematikus rajza

Az építési fázisterv a növekvő hídhossz alapján határozta meg a szükséges építési lépéseket. A fázisokon belül még további lépésekre, ütemezésekre volt szükség, hogy az egyes építési egységek megépítése hogyan történik meg. Mint a korábbi cikkben is szerepelt az egy építési zömhöz tartozó szabadszerelési ciklus a kivitelezői oldalról 150 munkafolyamatból állt. A statikai számításokban nem volt szükség ennyi lépésre, de minden olyan lépést figyelembe vettünk, ami a szerkezetre vonatkozóan alakváltozást, ill. mérhető hatást okozott.

A híd építése során röviden összegezve az egy zöm építésénél ezek a ciklusok ismétlődtek:

- zsaluzókocsi előretolása és lehorgonyozása az előző elemhez,
- acél főtartó beemelése a zsaluzókocsin elhelyezett ideiglenes alátámasztásokra,
- előző elemek pozíciójának geodéziai mérése és övlemezeinek méretre szabása,
- acél főtartó elem végleges hegesztéses toldása az előző elemhez,
- alsó lemez zsaluzatának beállítása, alsó lemez vasszerelése, betonozása,
- pályalemez zsaluzása, vasszerelése és betonozása,
- végül a tapadóbetétes kábelek befűzése, feszítése majd injektálása.

A fenti fázisok és ütemek alapján a globális statikai számításban a komplett híd szabadszerelése közel 300 lépést jelentett.

SEGÉDJÁRMOK

A tervezés során a gazdaságosságot szem előtt tartva fontos szempont, hogy az építési/ideiglenes állapotokban keletkező hatások ne legyenek kedvezőtlenebbek, mint a végleges állapotban keletkező hatások. Nagy műtárgyak esetében ez a szempont nem minden esetben tartható be teljes mértékben, de a segédjármok pozíciójának kiválasztásával törekedtünk egy optimális megoldásra. A mederpillérektől indulva az alábbi segédjármokat alkalmaztuk:

Indítóállvány

A mederpillérek mindkét oldalán a cölöpösszefogó gerendára letámasztva HEB800-as tartókból álló jármot alakítottunk ki, amely két funkciót látott el: elsőként a felszerkezet építésének kezdő fázisában egy 3 zömből álló, 15 m hosszú szakasz épült meg, amely a zsaluzatának, ill. a munkaszintnek az alátámasztását végezték a tartók. Másodsorban az indítószakasz elkészítését követően a zsalukocsi alkalmazásával épített szakasz esetében a felszerkezet stabilizálása volt a feladata. A járom méretezése nyomó- és húzóerőre történt.

SJ1 és SJ2 segédjármok

A parti nyílásban a mederpillértől 35 m az SJ1, ill. 85 m távolságra SJ2 jelű segédjármokat alkalmaztunk. Az SJ1 segédjárom a 8-as építési egység acél főtartó elemének beépítését követően támasztotta meg a felszerkezetet, egészen a 18-as acél főtartóelem beépítéséig. A 18-as egy-



2. ábra: Mederpillér/indítóállvány és 1-es zömök



3. ábra: Segédszerkezet a kalocsai oldalon

séget követően a felszerkezetet az SJ2 járom támasztotta meg. Szerkezeti kialakításuknál fogva a jármok mind nyomást, mind húzást fel tudtak venni.

Szabadon szerelt építéstechnológia esetében a konzolos építésmód miatt alapvetően szimmetrikusan, ún. mérlegszerűen kell építeni a felszerkezetet, de az építési fázisok során előfordulhatnak tervezetten aszimmetrikus állapotok. Fenéklemez és pályalemez betonozása, ill. a zsalukocsik előreállítását is nem azonos, hanem egymást követő lépésekben végezték el. Az aszimmetriát tovább növelte, hogy a modernylásban tervezett csúszóbetétes kábelek lehorgonyzó tömbjei miatt a mederoldali zömök tömege nagyobb volt a parti nyílás zömeihez képest. A tervezés során ezek a fázisok mértékadóak a felszerkezet ill. segédszerkezetek

méretezésének szempontjából, ezért tervezési diszpozíció szerint az építési fázisok mindig a part felé térhetek el. A jármokban számított húzás felvételéhez feszítőrudakat alkalmaztak. Az SJ1 járom esetében 6500 kN, az SJ2 járomnál 2600 kN húzóerő felvételéről kellett gondoskodni.

Betonozóállvány a P24–P20 szakasz építéséhez

A parti közös pillér előtti P24-tól P20-ig terjedő ~20 m hosszúságú szakasz teljes aláállványozott szerelési móddal épült, mivel a főtartó elemek beemelése, pozícióba juttatása a toronydarúval nem volt megoldható. Az állványzaton megépített szakasz és a konzolos szereléssel megépült szakasz folytonossá tétele a P19-es zöm megépítésével, ún. parti zárással történt.



4. ábra: SJ2 segédjárom és betonozóállvány a közös pillér előtt

FESZÍTÉSI RENDSZEREK

A konzolosan épített szerkezetek esetében a vasbeton pálya-, ill. fenékmezben keletkező húzófeszültséget tapadóbetétes kábelek segítségével szüntettük meg. A kábeleket a vasszereléssel egy időben elhelyezett burkolócsövekbe fűzik be, a pályalemez betonozását követő fázisban. Tapadóbetétes kábelként a Dywidag gyártmányú, Y1860S7 típusú 150 mm^2 felületű pászmaikat építettünk be. A kábelek lehorgonyzására aktív/passzív végen azonosan, ún. MA típusú lehorgonyzófejet alkalmaztunk. Az építési állapot számításai alapján, figyelembe véve a kábelek elhelyezhetőségéhez tartozó geometriai méreteket, 12 és 15 pászmas kábeleket terveztünk be. Kivitelezési okokból végül minden kábelnél a 15 pászmas feszítéshez tartozó fejet helyeztünk el. A gyártó előírásai alapján 13 pászma befűzése szükséges a lehorgonyzófej központos terhelése miatt, így fejenként 2 pászmani tartalék volt képezhető.

A kábelek feszítését általában a 15 pászmas nagy sajtóval végezték el, kivétel a parti nyílás végénél a P24-es zömben lévő kábeleknél, ahol monosajtót is alkalmaztak.



5. ábra: Pályalemez feszítőkábel lehorgonyzása

Végleges állapotban a hasznos teherből keletkező plusz feszültségek felvételére a medernyílásban, a szekrény belsőjében, a vasbeton szerkezeten kívül vezetett, ún. csúszóbetétes feszítőkábel-rendszert terveztünk. A betervezett pászma Y1860S7 anyagminőségű, 150 mm^2 felületű. Kialakítás szempontjából a 4 szalagból álló, szalagonként 4 darab pászmat tartalmazó rendszert ($4 \times 4-150$) alkalmaztuk. A kábelrendszer megnevezése VBT-System, gyártója Gleitbau GmbH. Keresztmetszetenként összesen 4 darab kábelt terveztünk be. A leghosszabb 95 m-es kábelnél az egyoldalról elvégzett feszítés alapján $\sim 660 \text{ mm}$ nyúlás adódott.

EXTRADOSED KÁBELEK

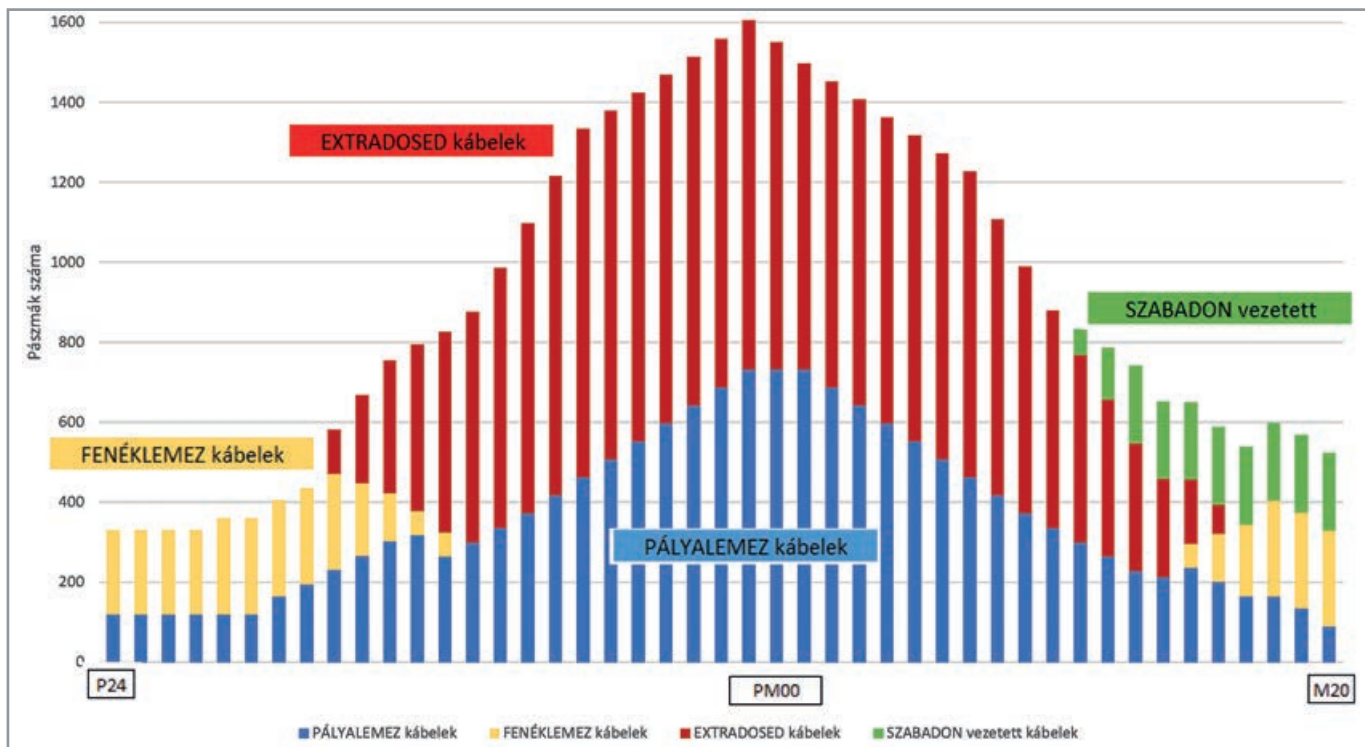
A merevítőtartó felfüggesztését a parti és medernyílásokban pilononként 10–10, tehát összesen 80 darab változó hajlású extradosed kábel biztosítja. Az alkalmazott feszítőkábel-rendszer Freyssinet H2000 típusú. A kábelek típusa: 7 eres pászmaiból álló, párhuzamosan kötegelt kábel, a pászma anyagminősége Y1860S7. Az alkalmazott 37, 43 és 55 pászmas kábelek lehorgonyzása és feszítése a pályalemezkonzol alatt kialakított vasbeton lehorgonyzó tömböknél történt. A kábelek felső passzív lehorgonyzását a pilonba bebetonozott linkelem vasbeton keresztmetszetén kívüli részében végezték.

A kábelek pályalemezzel bezárt függőleges síkú szöge $13,9^\circ$ és $18,3^\circ$ között, hosszuk $34,5-80,3 \text{ m}$ között változik. Mind a parti, mind a medernyílásban a 9. és 10. kábeleket lengéscsillapítóval látták el.

A kábelek feszítése két ütemben, Isotension eljárással, pászmankénti feszítéssel történt. A feszítési munka a kifolyási oldali parti és medernyílásban lévő kábelek egy idejű feszítésével kezdődött. A kábelek pályalemez alatti ún. aktív végén a számított előfeszítő erő 70%-át alkalmazták az I. ütemben. Követő lépésként a befolyási oldali kábelpár 70%-ra történő feszítését végezték el. Az I. ütemű feszítés végén a merevítőtartó és a pilon elmozdulását bemértük a feszítés megkezdése előtt kijelölt és bemért pontok visszamérésével.



6. ábra: Medernyílás, építési állapot



7. ábra: Feszítópázmák száma az 1/2 hídon ábrázolva

A mérési pontok elmozdulásai és a megfeszített kábelekben mért feszítőerő értéke alapján határoztuk meg a feszítés II. ütemű részét. A kiértékelés alapján ideális esetben a II. ütemben az előfeszítő erő további 30%-os feszítési értékét aktualizáltuk.

A kidolgozott mérési rendszer és a statikából kinyert elmozdulások alapján meghatározott elmozdulások, kábelnyúlások jól vizsgáltak. A kábelek feszítésének befejezését követően a mért és tervezett kábelerők maximális eltérése 5% volt, de a 80 darab kábelből 60 darab kábel esetében az eltérés $\pm 2\%$ alatt maradt.

A komplett feszítési rendszer a tapadóbetétes, csúszóbetétes, ill. extradosed feszítésekből tevődik össze. Ezeknek a kábeleknek a feszítési feszültsége, működési elve és geometriája is jelentősen eltérő. A fent megadott diagram alapján az 1/2 hídra vonatkozóan a rendszerenként alkalmazott pázsmamennyiségeket megadtuk.

SARUK, DILATÁCIÓK

A felszerkezetet a háromgerincnes keresztmetszet alapján minden támasznál 3 darab MAURER gyártmányú saru támasztja alá. A középső saruk keresztirányban fix kialakításúak. A két szélső saru a 4j., 6j. és 7j. pilléreknel mozgó, az 5j. pillérenél hosszirányban fix kialakítású. Építéstechnológia szerint a mederhíd saruit a felszerkezet építése alatt már a végleges pozícióknak megfelelően építettük be. Ez a tervezési körülmény a 6j. pillér külső, hosszirányban szabadon elmozdulni tudó saruinak esetében azt jelentette, hogy építési állapotban ideiglenesen plusz segédszerkezet beépítésével fixre alakították át. A híd nagyságát jól szemlélteti, hogy a mederpillér külső oldali saruinak függőleges teherbírása 55 000 kN!

A szerkezetek csatlakozásánál 4. sz. pillér felett MAURER DS 320/400, a 7. sz. pillér felett MAURER DS 640/800 tí-



8. ábra: Maurer-saru az 5j. mederpillérenél

pusú vízzáró dilatációs szerkezetek, a gyalogjárdareszen csúszólemez megoldás készült.

ÖSSZEGZÉS

A híd felszerkezetének egyedi kialakítása, vasbeton és acélszerkezetek együttes alkalmazása, különböző feszítési rendszerek egyidejű használata, trapézgerinc viselkedése és nem utolsósorban az építéstechnológia komoly kihívást jelentett.

Az építés követése, mind az ütemezett tervszállítások esetében, mind a statikai számítások, építési alak meghatározásában jelentős időt igényeltek.

Az építés közel 3,5 éve alatt ezeket a problémákat kivitelező és tervező szorosan együttműködve, sikeresen megoldotta.

ZSENIÁLISAN EGYSZERŰ BRUTÁLISAN HATÉKONY

X3S FASTMIG

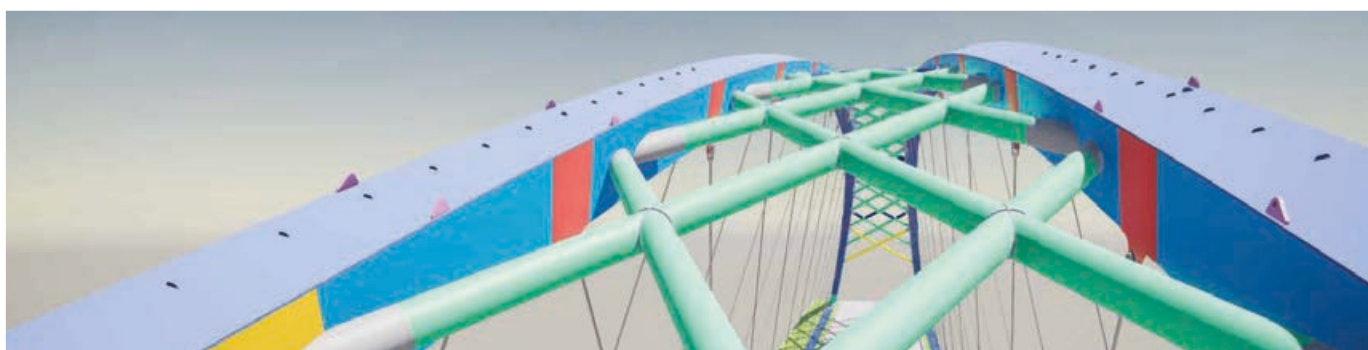
 **KEMPPi**

 **Corweld+**

Hivatalos magyarországi képviselő

2049 Diósd, Balatoni út 21/e

www.corweldplus.hu



MOHÁCSI DUNA-HÍD
LÁTVÁNYVIDEÓ



SPECIÁLTERV

INNOVATIVE SOLUTIONS IN CIVIL ENGINEERING

Pál Gábor alapító, vezető tervező
Zádori Gyöngyi projektvezető, stratégiai igazgató
Mészáros Norbert tervező, BIM szakmérnök
SPECIÁLTERV Kft.
Süle Attila felelős tervező
FŐMTERV Zrt.

A MOHÁCSI DUNA-HÍD TERVEZÉSE

Parametrikus & BIM-modellezésen alapuló együttműködés konceptiótervtől gyártmánytervig a hazai gyakorlatban



1. ábra: A Mohácsi Duna-híd látványterve

A PROJEKTRŐL

Az épülő Mohácsi Duna-híd és kapcsolódó úthálózat tervezése 2019-ben kezdődött. A közel 30 km hosszúságú út tervezési projekt főtervezője a SPECIÁLTERV Kft., a Duna feletti folyami híd a SPECIÁLTERV Kft. és a FŐMTERV Zrt. közös alkotása.

A 756 m teljes hosszúságú új Duna-híd szerkezete három egymást követő ívhíd sorozataként valósul meg. A projekt teljes tervezési koordinációját és két darab, egyenként 230 m és 250 m fesztávú ívszerkezet komplett tervezését a SPECIÁLTERV végezte.

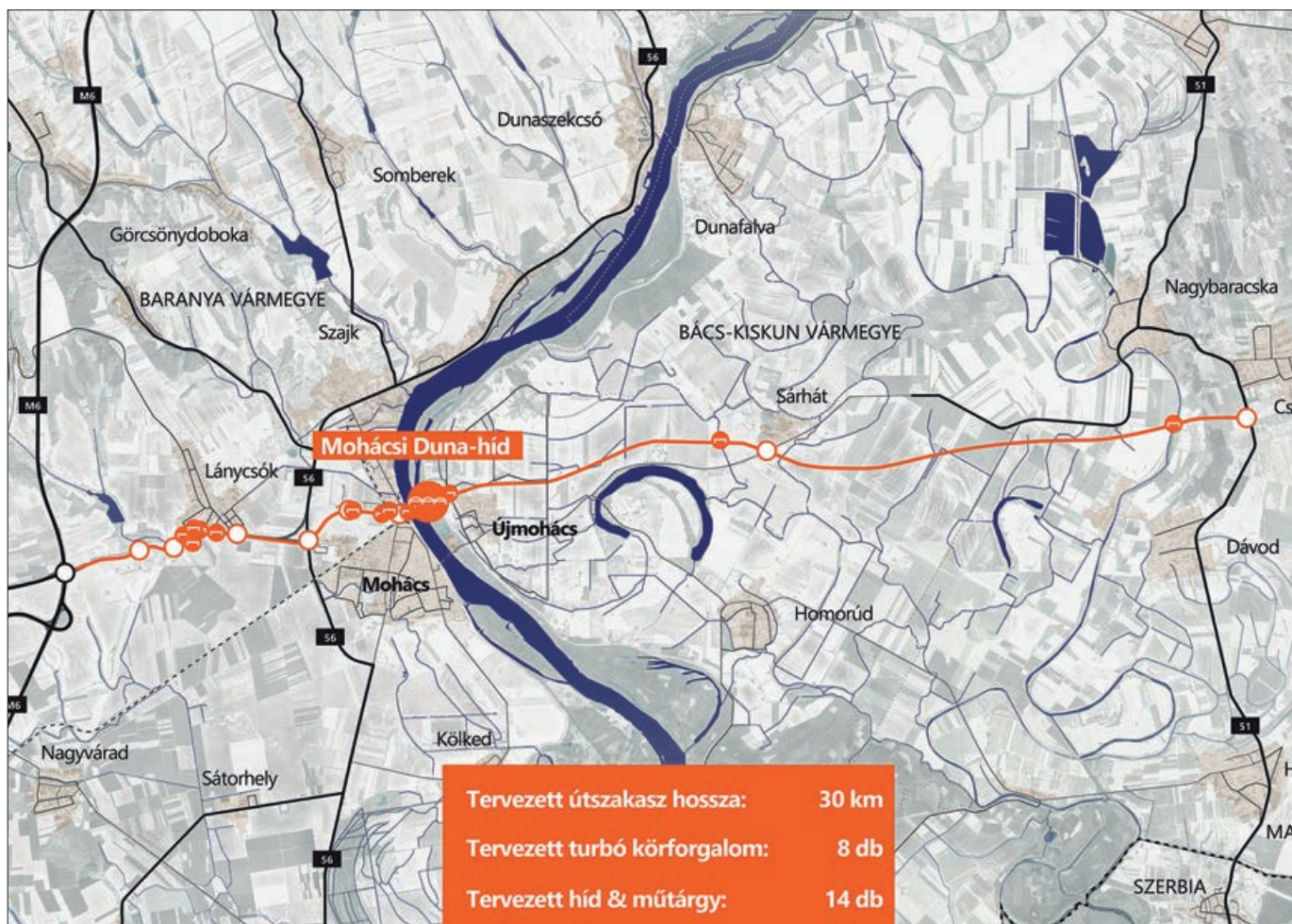
A 270 m-es fesztávolságú „mederhíd” szerkezet-, engedélyezési, kiviteli és gyártmányterveit a FŐMTERV Zrt. készítette.

A szerkezeti kialakítás alapelvei azonosak, a három ív geometriájában és szerkezeti rendszerében vannak minimális eltérések az egyes egységek méreteihez és technológiai adottságaihoz igazodva. A tervezési folyamat során a két iroda szorosan együttműködött, a főbb koncepcionális és részletszintű döntések közösen születtek meg.

A helyszín kiválasztását a környezetvédelmi szempontok befolyásolták.

A tanulmányokat az új Duna-hídi átkelő engedélyezési eljárása, részletes kiviteli tervezése követte, mely 2022-ben fejeződött be.

A kivitelezési technológia az egyes egységek esetében eltér a helyszíni adottságok és szerelési körülmények következtében. Az eltérő építési technológiától függetlenül a híd egységes szerkezeti rendszerként valósul meg, a különböző részegységek integrált módon illeszkednek. A kiviteli tervek alapján kiírt építési tendert a Duna Aszfalt Zrt. nyerte meg, a szerződés 2024. augusztus 30-án lépett hatályba.



2. ábra: A projekt keretében mintegy 30 km hosszúságú út és több 100 m feletti híd valósul meg

KONTEXTUS

A Duna-híd egy nagyobb infrastrukturális projekt része. Az új átkelő lehetőséget biztosít, hogy összekössék az M6-os autópályát az 51-es úttal, így összességében mintegy 30 kilométernyi új utat, csomópontot és 13 további műtárgyat is magában foglal a projekt. A Duna-híd mellett több jelentősebb műtárgy, egy 163 méter hosszú mohácsi komplex felüljáró a vasút és közutak felett, továbbá egy 234 méter hosszú Ferenc-csatorna-híd is épül.

A tervezett út dunántúli szakasza már eredetileg is 2×2 sávós volt, azonban a beruházó Építési és Közlekedési Minisztérium (ÉKM) elrendelte az alföldi útszakasz 2×2 sávósítását is, melynek áttervezése folyamatban van. A Duna-híd keresztmetszete 2×2 sávós közúti forgalmat bonyolít majd le.

A Duna-híd 756 méter hosszú híd-szerkezete három nyílásból áll, melyeket két köztes pillér támaszt meg.

Az egyik közbenső pillér a parton, a másik a Duna medrében épül. A támaszpontok kijelölését a környezetvédelmi és vízügyi korlátozások és előírások határozták meg.

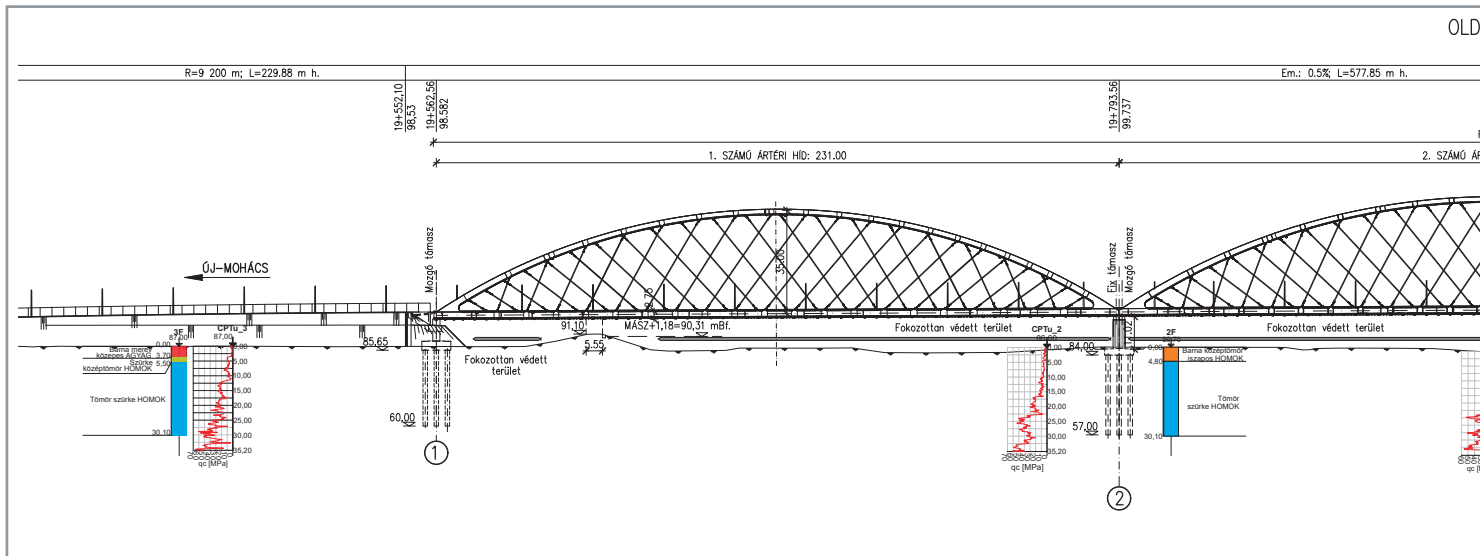
Ez az elrendezés három részre osztotta a szerkezetet, az épülő felszerkezetek 230 méteres, 250 méteres és 270 méteres fesztávolságú alsó pályás ortotrop pályalemezzel épülő acél ívhidak, S355 és S460 minőségű acélból.

A DUNA-HÍD ACÉLSZERKEZETÉNEK GYÁRTÁSA ÉS ÉPÍTÉSE

A Duna-híd építése a 2024. évben elkezdődött, jelenleg az acélszerkezetek szerelőterületeinek kialakítása és az aléptményi elemek cölöpözése zajlik, illetve ezzel párhuzamosan az acél felszerkezetek gyártása. A helyszíni szerelés 2025 májusában indult, az építés várhatóan 3 évet vesz igénybe.



3. ábra: A híd látványterve



4. ábra: A híd elrendezési terve – oldalnézet

ENGEDÉLYEZÉSI ÉS KIVITELI TERV

A Duna-híd 3 darab azonos szerkezeti rendszerű, de különböző támaszközű hídszerkezetből áll, kéttámaszú tartók sorozataként.

Szerkezeti rendszer: kéttámaszú, alsó pályás acél ívhíd, zárt szekrény keresztmetszetű merevítőtartókkal és ívekkel, ototrop acél pályalemezzel, kétoldali, hálózatos rendszerű felfüggesztéssel.

A híd engedélyezési tervei a tervszűri döntésének megfelelő kialakítással készültek, eleinte a 2×1 sávról 2×2 sávra bővíthető útpályával, majd – a Megrendelő döntésének megfelelően – az egy ütemben kiépülő, 2×2 sávú keresztmetszettel.

A híd déli oldalán 3,30 méter hasznos szélességű Euro-Velo kerékpárútnak kellett helyet kapnia.

A merevítőtartók 1,80 méter magasak, nem járhatók, azonban a légzáró kialakítású, zárt keresztmetszet megakadályozza, hogy pára és oxigén jusson a szerkezet belsejébe, így a korrózióhoz szükséges feltételek közül kettő is hiányzik. A keresztartók alsó öve lefelé domborodóan íves kialakítású. A pálya alatt három kezelőjárda fut, ezért vizsgálókocsra nincs szükség. A három ívszerkezet támaszköze rendre 270, 250 és 230 méter. A mederpillér a folyó kanyarulatának belső oldalára, így áramlástanilag kedvező helyre került, a 180 méter széles hajóút pedig megfelelően kijelölhető.

ACÉL FELSZERKEZET

Az acélszerkezetet gyártási és szerelési egységekből állítják össze. A „klasszikus” ortotrop pályalemez mellett több ezer tonna zárt keresztmetszetű szekrénytartós elemet is beépítenek a merevítőtartó és az ív elemeiként.

Ezek a szekrénytartók légtömör varrattal, zárt kialakítással készülnek. A felső keresztmegerítő hálózat „historizáló” jelleget kölcsönöz a történelmi város közelében épülő hídszerkezetnek.

KERESZTKÖTÉSEK

A keresztköteéseknél a függesztőkábelek látképére utaló elrendezést választottunk, mely esztétikus és egyedi. Ez a kialakítás ugyanakkor a tervezés során komoly kihívást jelentett, mivel a kis szögű bekötés miatt az ívben levő nyomóerőből a keresztköteésekben jelentős igénybevételek jelentkeztek.

KÁBELKÉP

A felszerkezet hálós elrendezésű függesztőkábelekkel felfüggesztett merevítőtartós acél ívhíd. Az elmúlt évtizedekben a nemzetközi gyakorlatban a hálós elrendezésű felfüggesztési rendszerű ívhidak széles körben elterjedtek. Jelentős előnyeik:

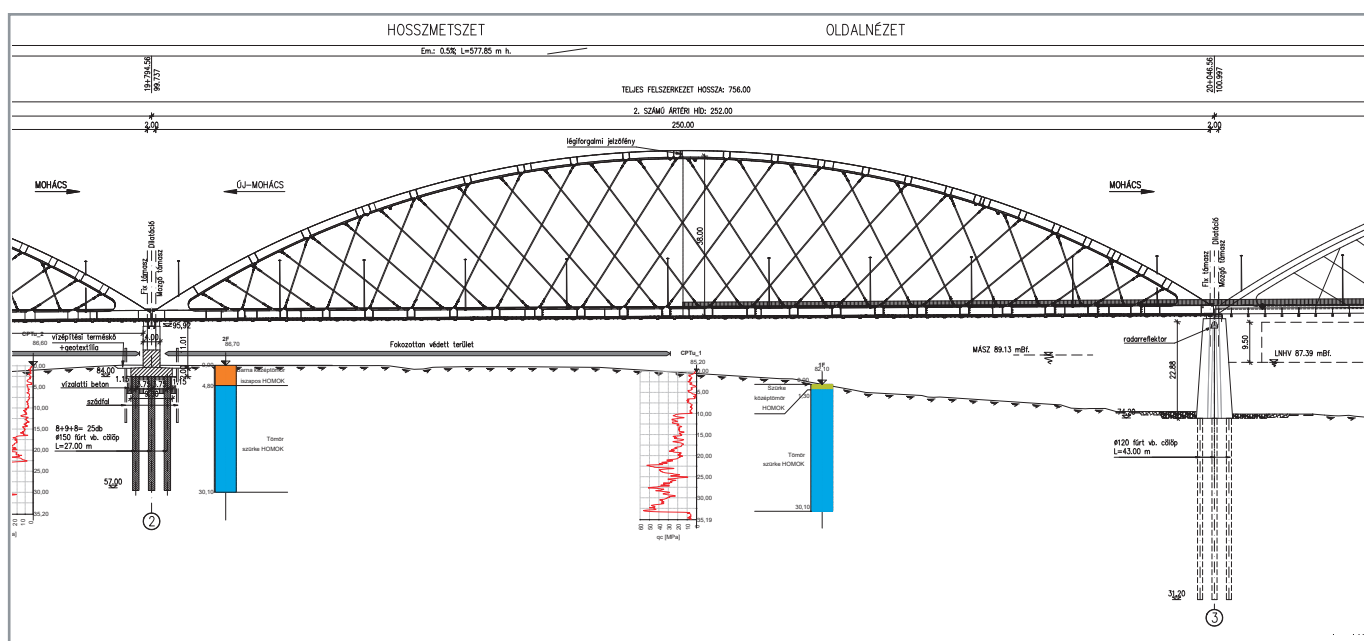
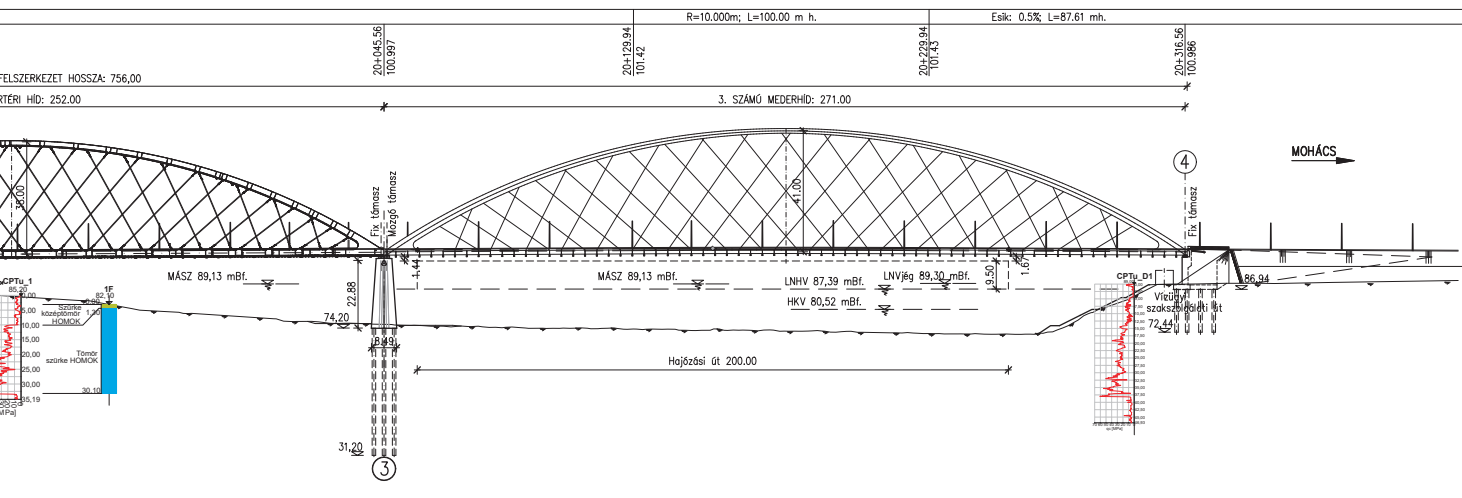
Az ív síkjában levő ferde felfüggesztések a koncentrált hasznos terheket a híd hossza mentén hatékonyan elosztják, ezáltal csökken az ívekben és a merevítőtartókban jelentkező nyomatékok nagysága, ezért kisebb magasságú keresztmetszetek alkalmazhatók.

A KIVÁLASZTOTT HÍDVÁLTOZAT ADATAI

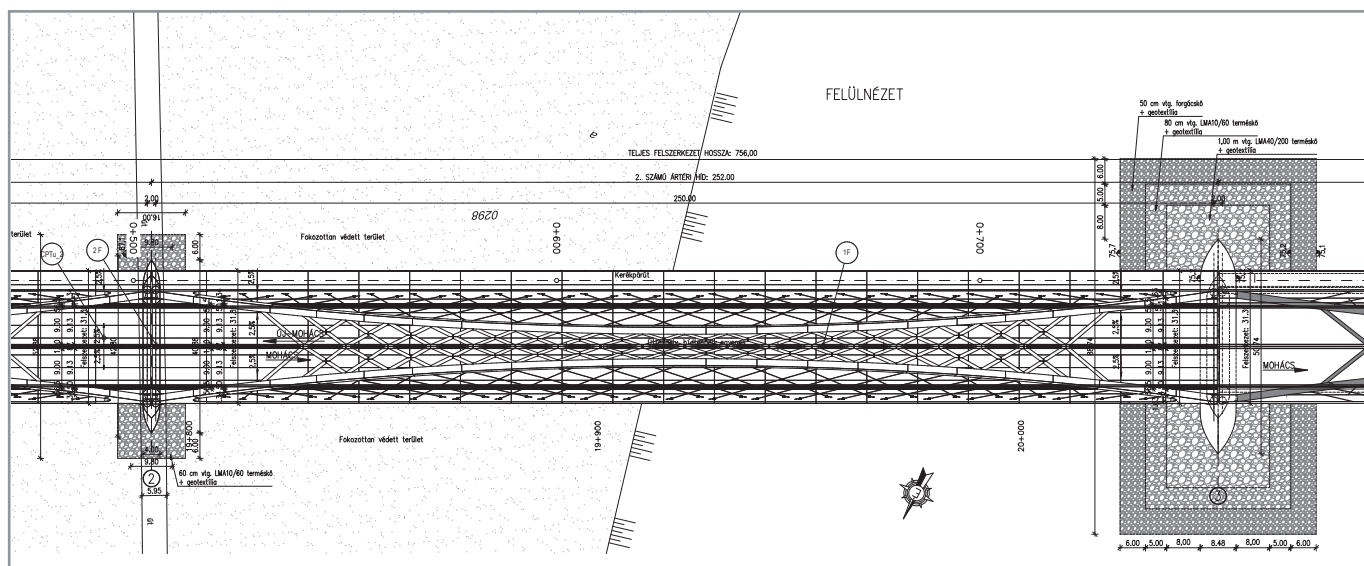
hossz:	756 m
ívhidak felszerkezetének támaszközei:	230.0+250.0+270.0 m
alépitmény támasztengelyek távolsága:	231.0+252.0+271.0 m
magasság:	43.75 m
szélesség:	31.49 m
szerkezeti acél:	15 000 tonna

A PROJEKT RÉSZTVEVŐI

építtető:	ÉKM
kivitelező:	Duna Aszfalt Zrt.
generáltervező:	SPECIÁLTERV Kft.
B1, B2-es hidak (250 és 230 m fesztáv):	SPECIÁLTERV Kft.
B3-as híd (270 m támaszköz):	FŐMTERV Zrt.
Duna áramlástan vizsgálatok:	BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék
távfelügyeleti terv:	BME Hidak és Szerkezetek Tanszék



5. ábra: A B2 híd általános terve – oldalnézet



6. ábra: A B2 híd általános terve – felülnézet



12. ábra: A B2 híd segédszerkezeteinek Tekla-modellje

TEKLA-MODELL HIERARCHIA

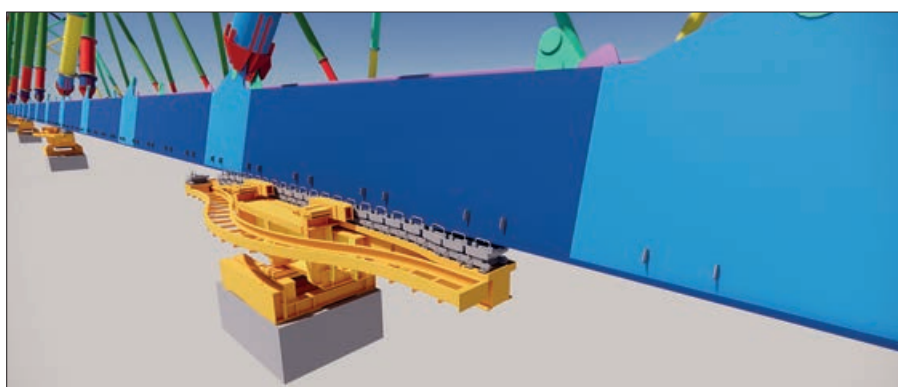
A „B1” és „B2” hidak felszerkezetének és megépítéséhez szolgáló építéstechnológiai segédszerkezetek modelljét a SPECIÁLTERV Kft., míg a „B3” híd felszerkezetének modelljét a FŐMTERV Zrt. készítette. A közös együttműködés a készülő modellek és információk folyamatos megosztásával történt.

A modellek felépítéséhez egy hierarchiát kellett kialakítani. A hidak felszerkezetének a fő alkotóelemei a pályaszerkezet, illetve az ívtartó. E szerkezeti elemeket további egységekre osztottuk fel az építési technológiát és a szerkezeti adottságokat figyelembe véve.

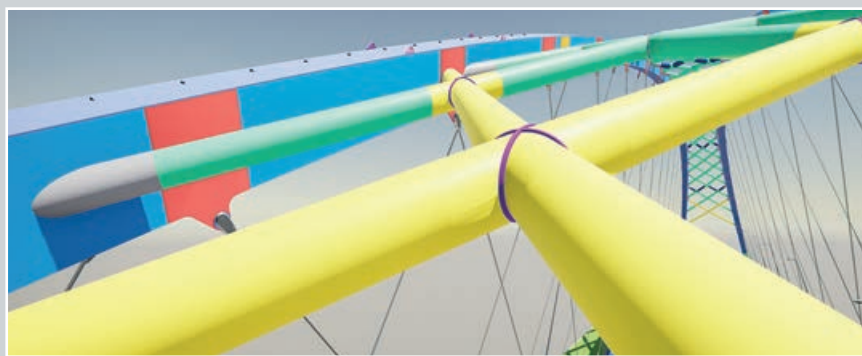
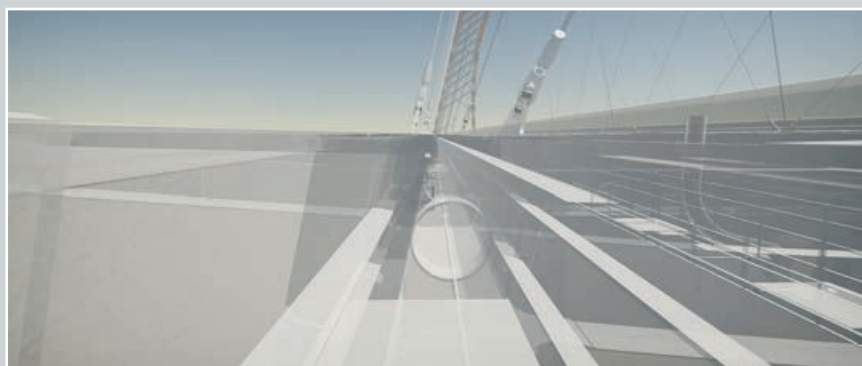
A „B1”-es híd pályaszerkezete 13 darab, a „B2”-es híd 14 darab szerelési egységből tevődik össze, mindkét híd ívtartója 10 darab szerelési egységre tagolódik.

Az ívtartó és a pályaszerkezet szerelési egységeit is több gyártási egységre bontottuk. A felosztásuknál a főbb tényezők a gyártási egységek nettó tömegei és a maximális méreteik voltak.

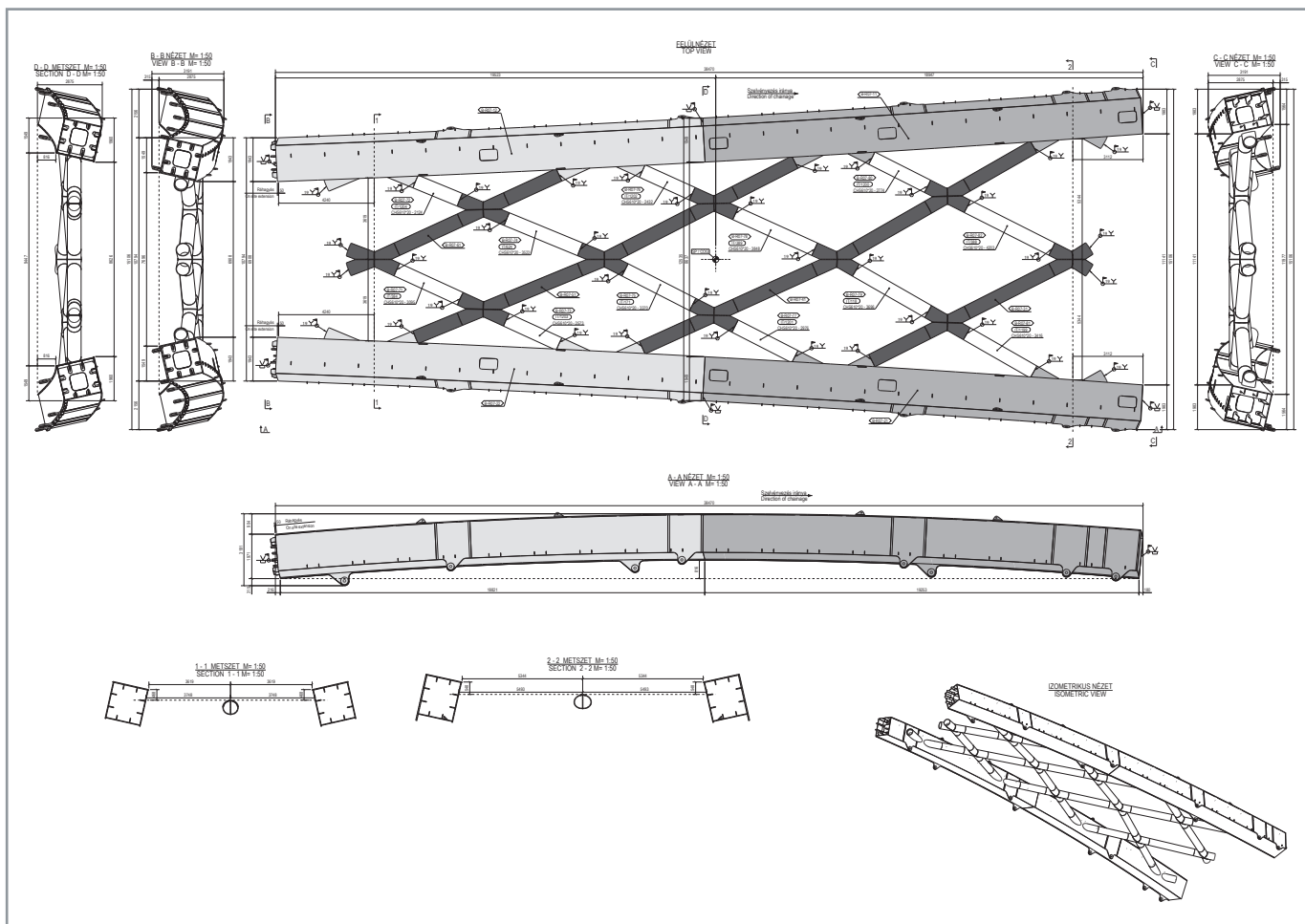
A felszerkezet Tekla-modellek szervezésénél figyelembe kellett vennünk mind a gyártói, mind az építési technológiai igényeket. A gyártási egységekhez, illetve a helyszínen összeállított szerelési egységekhez többszintű gyármányokat (assembly-eket) kellett alkalmaznunk a adatok gyors kinyerése érdekében.



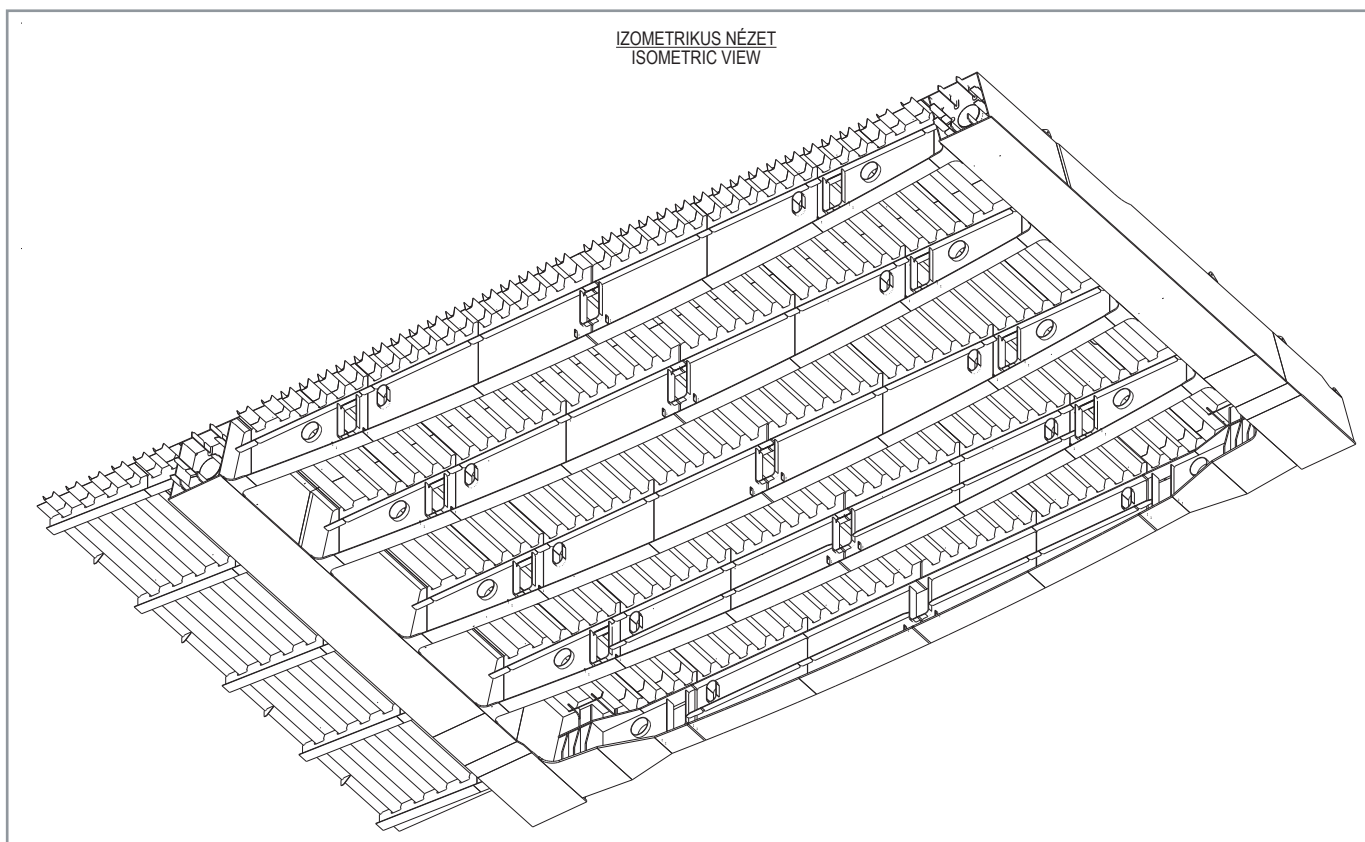
13. ábra: A B2 híd segédszerkezeteinek Tekla-modellje



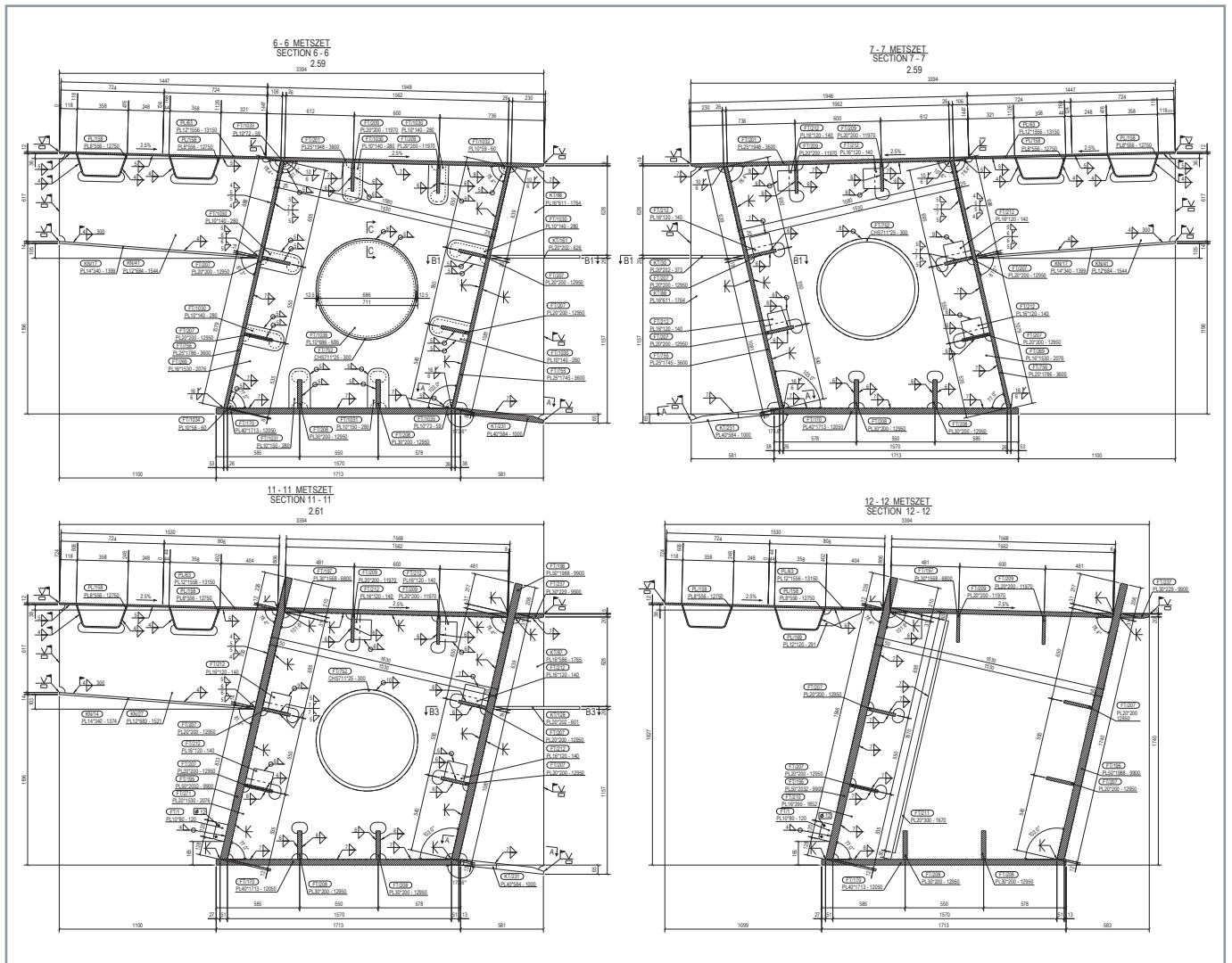
14. ábra: Kiviteli tervi szintű BIM-modell



15. ábra: A B1-es és B2-es hidak ívtartója 10 darab szerelési egységre tagolódik



16. ábra: A felszerkezetek is szerelési egységből tevődnek össze



17. ábra: 14. szerelési egység – P1 pálya gyártmányterv részlet

A következő építési technológiai segédstruktúrákat modelleztük a Teklában:

- betolócsőr – a hidak betolását segíti,
- segédrácsrudak – a híd betolása közben merevítik a hidat,
- szerelőállványok – az ívtartók megépítésére alakítottuk ki,
- tolópadok – a hidak alatt helyezkednek el betolás közben.

A modellek szervezésében egy egyedi adatstruktúrát kellett kialakítani, mely pontosan meghatározta, hogy mely szerkezeti elem mely phase-re kerüljön, mely gyártmányok milyen assembly prefix-szel rendelkezzenek, mely elem (part) milyen névvel, part prefix-szel és egyéb tulajdonságokkal rendelkezzen.

MODELL- ÉS TERVKÉSZÍTÉS

A pályaszerkezet modellezésénél segéd dwg-rajzokat használtunk, melyeket referenciamodellként raktunk be, illetve több egyedi custom component-et is alkalmaztunk.

A hídmodell építése közben egy éles elméleti határt kellett húznunk a parametrizálások (automatizálások) kapcsán. Komoly mérlegelést igényelt, hogy mely elemeket érdemes parametrizáltan megadni, illetve, mely elemeket célszerű egyedileg bemodellezni. A komplex geometriájú lemezek leélezése, egyes egyedi, ritkán előforduló elemek esetében hatékonyabbnak bizonyult a manuális átvezetés.

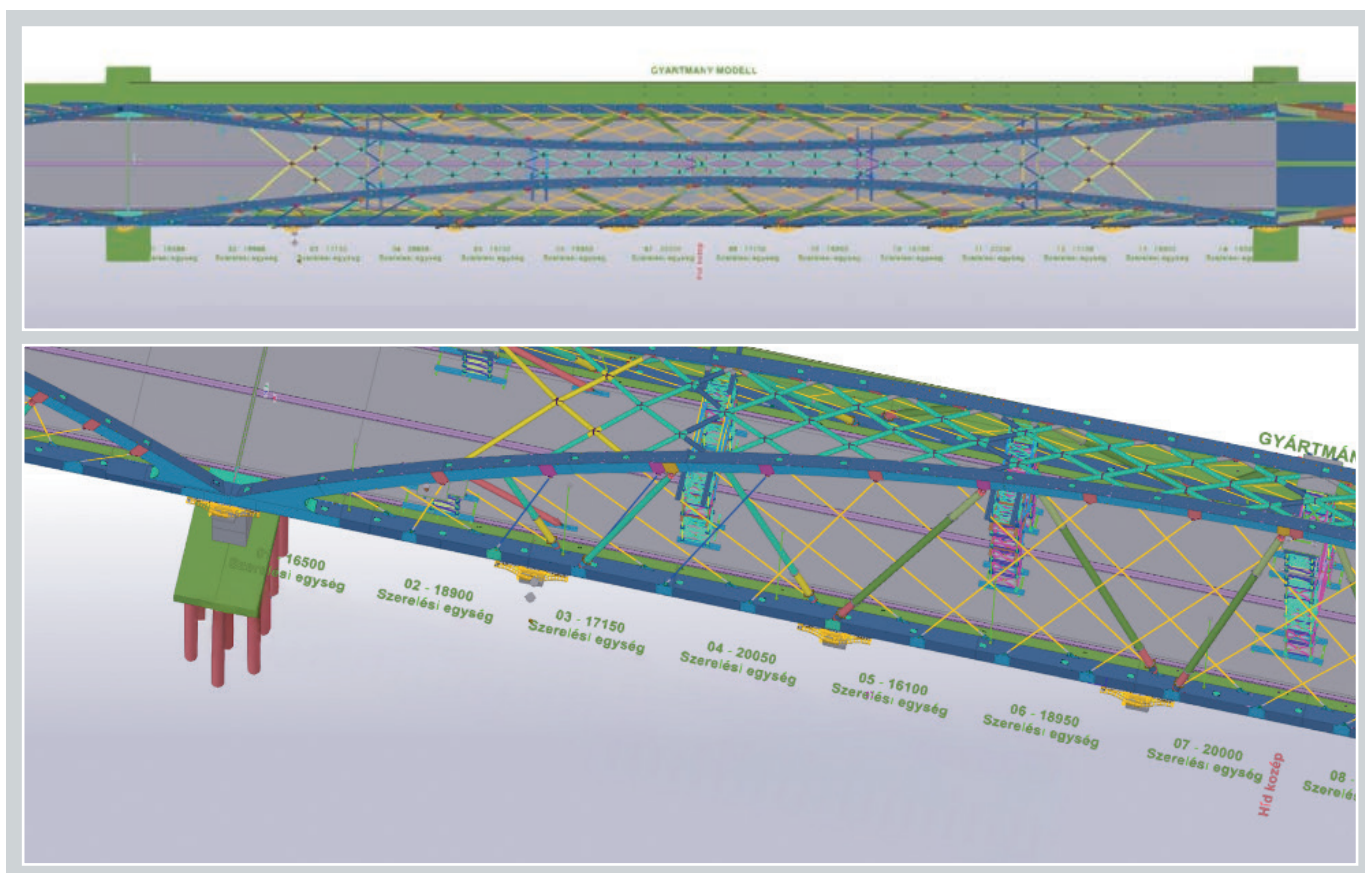
A modellek építése közben nagy figyelmet kellett fordítani arra is, hogy

a modellt oly módon építsük fel, hogy a készülő gyártmánytervek könnyedén klónozhatók lehessenek. A modellépítések közben alkalmazott custom component-eket a modell megépítését követve felrobbantottuk a tervek stabilitása érdekében.

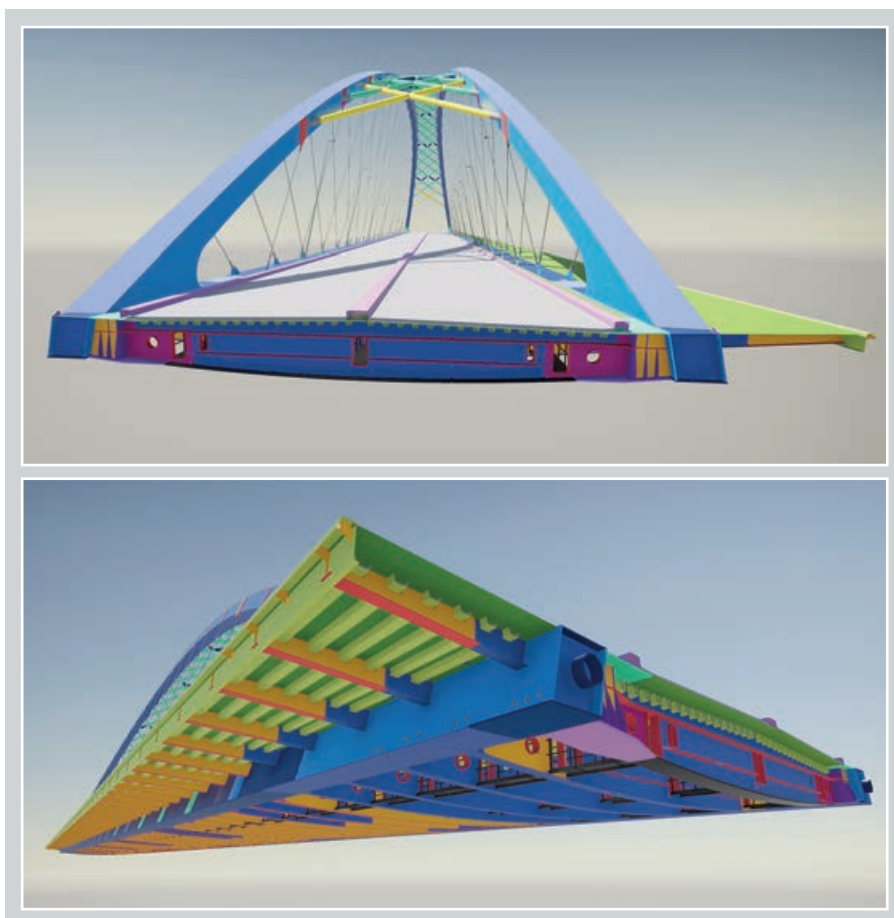
ÖSSZHANG ÉS ELLENŐRZÉS

A modell építése folyamán többfajta ellenőrzést kellett végrehajtani. Több-típusú adat ellenőrzéséhez többfajta ellenőrzési formát kellett kialakítani.

Az előre meghatározott adatstruktúrának köszönhetően, könnyedén és gyorsan végrehajthatóak voltak azon ellenőrzések, melyeket egyszerű szűrők segítségével ellenőrizhettünk.



18. ábra: Az ívtartó és a pályaszerkezet szerelési egységeit is több gyártási egységre bontottuk



19. ábra: Anyagminőség színezéshez mintamodellt készítettünk, melyek Trimble Connectben leszűrhetőek

A modell építésének főbb fázisainál mindig végeztünk ütközési vizsgálatot. Különböző reprezentációs szűrőket alakítottunk ki annak érdekében, hogy nem Tekla-felhasználók is ellenőrizni tudják a modellt Trimble Connect segítségével.

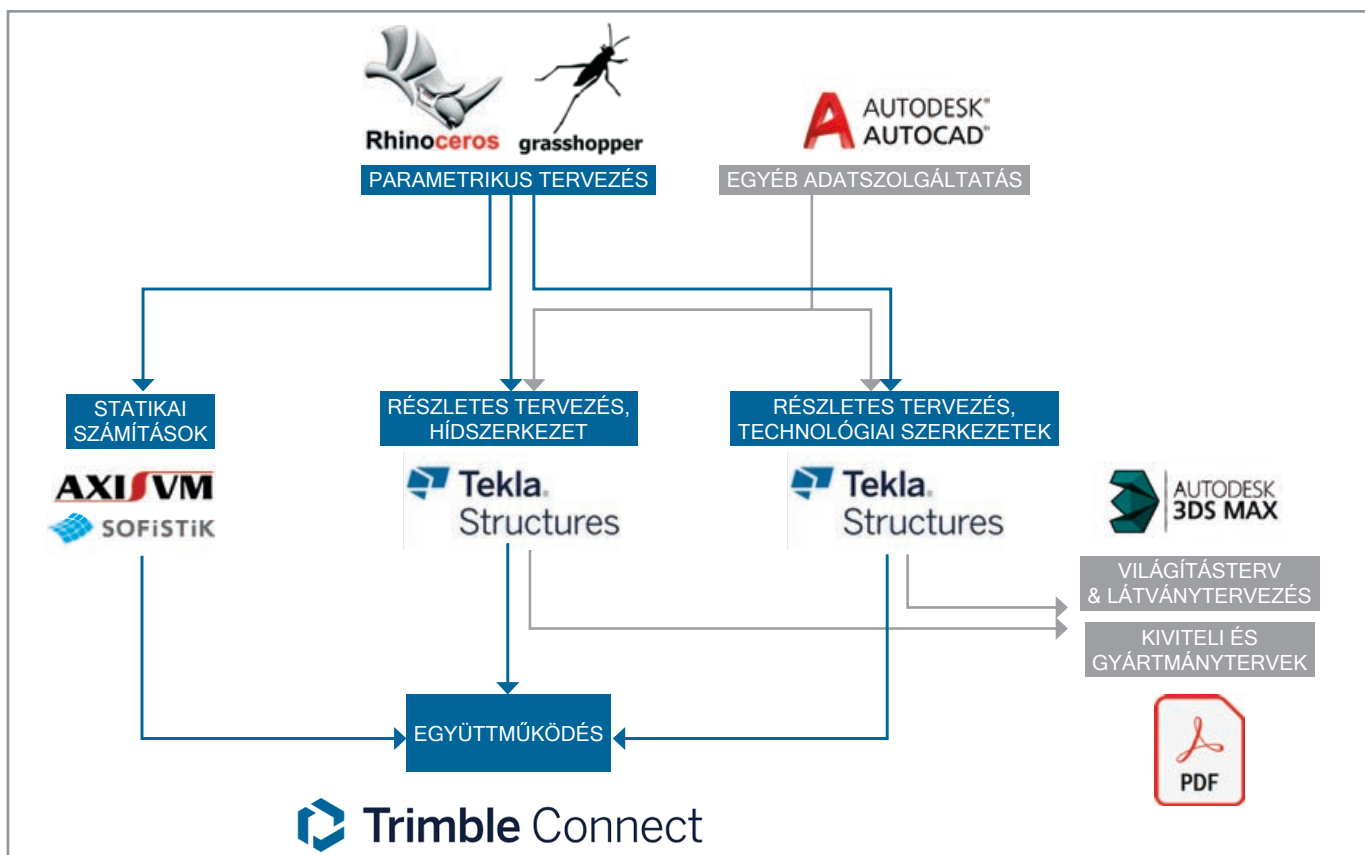
INTEGRÁLT SZOFTVERHASZNÁLAT

A teljes ívtartó és a pályaszerkezeten lévő csomólemezek modellezése Rhino & Grasshopper szoftverek alkalmazásával történt. Nagy segítség volt a parametrikus tervezőszoftver annak érdekében, hogy az ívelt szerkezeti elemeket pontosan be tudjuk modellezni, illetve némely elemek kiosztását optimalizálni tudjuk.

A Grasshopper és Rhinoceros szoftverek minél integráltabb bevonása a tervezési folyamatba elősegíti a tervezési és modellezési folyamatot.

A statikusok és a modellezők közötti ellenőrzést Trimble Connect-ben végeztük el. A Tekla-modellt három reprezentációs módban exportáltuk:

- A szerkezeti elemek könnyebb megkülönböztetését eltérő színhasználattal segítettük elő.
- Az anyagminőség színezéshez mintamodellt készítettünk, melyek



20. ábra: Tervezési folyamat modellje – integrált szoftverhasználat

Trimble Connect-ben leszűrhetőek, és a színezés segítségével könnyen azonosíthatóak.

– Külön reprezentációs szűrőt állítottunk be a lemeztvagságok azonosításának elősegítésére, mellyel a statikusok munkáját könnyítettük meg.

A 3D-ben modellezett állomány a világítástervezési folyamatot is nagyban elősegítette, és biztosította, hogy valóságghú világítási koncepcióterv születhessen.

KIHÍVÁSOK

A tervezési feladat komplexitásából fakadóan kiemelt feladat volt, hogy minél több gyártmányterv klónozzható legyen. Akadály főleg az ívelt elemek, illetve a főtartó esetében jelentkezett. A klónozzható elemek automatizálása nagyban elősegítette azt, hogy ezekre az elemekre elég figyelmet tudjunk fordítani, és ezáltal egyedi eljárással kezelhessük.

További nagy kihívás a változások frekvenciája és volumene volt – ebben nagyon sokat segítettek az ellenőrzési státuszok, az ütközésvizsgálat, anyagminőség- és lemeztvagság-vizsgálat annak érdekében, hogy minél több hibát kiszűrjünk a módosításokat követően.

A gyors és hatékony modellezésben nagyon hasznosnak bizonyult, hogy sok klónozzható elemmel dolgoztunk, melynek köszönhetően kevés utómunkával tudtunk használható gyártmányterveket készíteni

TAPASZTALATOK

Munkánk során nagyon hasznos következtetéseket vontunk le, mely a továbbiakban még hatékonyabbá fogja tenni a modellezési folyamatot. A Tekla-modell több, kisebb szerkezeti egységre való lebontása nagyban növeli a tervezés folyamatának hatékonyságát, eképp előkészítve több tervező egymástól függetlenül, mégis egységes szerkezetben tud előrehaladni. Ennek a módszernek is vannak hátrányai (tervpecsételés kérdései), azonban a modellezés és a tervezés hatékonyságát nagyban elősegíti.

További tanulság, hogy amikor valós gyártmányokat vonunk össze Teklán belül, az ezekre alkalmazott custom componentek felrobbantása elengedhetetlen az előrehaladáshoz.

A custom component változtatásakor valójában nem módosítás történik, hanem a meglévő component törlése, melynek helyére egy új component kerül. Ez azt eredményezi, hogy az adott component új számot kaphat,

esetenként átnevezésre is kerül. Ennek eredményeképp a Teklában átnevezett gyártmány – assembly – szétesik. A felrobbantással hatékony változtatási lehetőséget áldoztunk fel, azonban nagymértékű tervgenerálási stabilitást nyertünk, mely a tervezés egészét tekintve nagyobb prioritással bírt.

A Tekla Structures használata egy magas szinten strukturált, mégis átlátható tervezési folyamatot biztosított a két tervezői csapat között. A gyártmánytervek elkészítési idejét jelentősen lecsökkentette a szoftver által biztosított számos automatizálási lehetőség amellet, hogy azok a legmagasabb kidolgozottsági fokon álltak már a tervezés korai stádiumában is.

A közeljövőben a szerkezet építéstechnológiájáról további cikkeket tervezünk megjelentetni.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: SPECIÁLTERV-FŐMTERV
2. ábra: SPECIÁLTERV
3. ábra: SPECIÁLTERV-FŐMTERV
- 4–7. ábra: SPECIÁLTERV
- 8–9. ábra: FŐMTERV
10. ábra: SPECIÁLTERV-FŐMTERV
- 11–14. ábra: SPECIÁLTERV
15. ábra: SPECIÁLTERV-FŐMTERV
- 16–21. ábra – SPECIÁLTERV



21. ábra: A mohácsi Duna-híd látványterve

SPECIÁLTERV

FŐMTERV





TOMORI PÁL HÍD

📍 Kalocsa–Paks Duna-híd

A MAGYAR TŰZIHORGANYZÓ IPAR MÉRFÖLDKÖVE: MEGNYITOTTA ÚJ HORGANYZÓJÁT TISZACSEGÉN A NAGÉV CSOPORT



Új korszak kezdődött a hazai tűzihorganyzó iparban: a több, mint 30 éves múltra visszatekintő NAGÉV Csoport ünnepélyes keretek között átadta legújabb, csúcstechnológiával felszerelt tűzihorganyzó üzemét a Hajdú-Bihar vármegyei Tiszacsegén. Büszkeséggel tölt el bennünket, hogy az új üzemünk megnyitásával Magyarországon immár két csúcstechnológiával működő tűzihorganyzó üzem működik: mindkettő a NAGÉV Csoport tulajdonában. Az ország legnagyobb horganyzóját 2011-ben nyitotta meg a cégcsoport a Pest vármegyei Ócsán, most pedig a tiszacsegei üzem is Európa legjobbjai közé emelkedett.

TRADÍCIÓ ÉS INNOVÁCIÓ

A NAGÉV Csoportnak eddig is volt tűzihorganyzó üzeme Tiszacsegén, az 1998-ban megnyitott üzem viszont már kitöltötte idejét, elengedhetetlen volt a megújulás. Mivel a régi épületeket és technológiát fejleszteni nem lett volna már érdemes, ezért a Tulajdonosok úgy döntöttek: új alapokra helyezik a tiszacsegei horganyzóüzemet. A több mint két évig tartó beruházás eredményeként a 2025 májusi megnyitó ünnepségen Nagy Antal János, a NAGÉV Csoport tulajdonos-ügyvezetője beszédben idézte fel a döntésük hátterét. Az új üzem helyszínének kiválasztásában

több dolog játszott szerepet: eredetileg a logisztikai szempontok előtérbe helyezése volt a fő cél, így sokkal inkább Polgár települése tűnt előnyösebbnek, a végső döntés mégis Tiszacsege mellett született meg. Ennek egyik legfontosabb oka az volt, hogy a horganyzóüzem dolgozóinak túlnyomó többsége Tiszacsegén él. A vezetés számára pedig evidens volt, hogy nem hagyhatják cserben azokat az embereket, akik hosszú évek, sőt évtizedek óta megtisztelik a céget megbízható, lojális munkájukkal. Ahogyan Nagy Antal János fogalmazott: egy gyár önmagában mit sem ér, ha nincs, aki működtesse. Egy korszerű ipari létesítmény a benne dolgozó emberek tudása, elkötelezettsége és kitartása révén válik valóban működőképessé, márpedig a tiszacsegei dolgozók nagyon elszánt, magabiztos emberek, óriási potenciál van bennük.

Ez a szemlélet határozta meg azt is, hogy a gyár irányítása során kiemelt figyelmet kap a munkaerő továbbképzése. A vállalat saját fejlesztésű termelésirányítási rendszerét alkalmazza az üzem működtetésében, amely számítógépes vezérlésen alapul, és annak kezelését minden dolgozó elsajátíthatja. Külön kihangsúlyozta: sosem probléma, ha valaki nem tud valamit, lehetőséget kap rá, hogy megtanulja. A NAGÉV Csoport összes üzeme mindent megtesz azért, hogy dolgozói a legmagasabb szintű tudással rendelkezzenek, a vállalat elmúlt három évtizedében már számtalan példa bizonyította, hogy ez a hozzáállás működik.

EURÓPA TECHNOLÓGIAI ÉLVONALÁBAN AZ ÚJ ÜZEM

Megnyitó beszédében **Uzonyi Imre**, a NAGÉV Kft. ügyvezetője számszerűsítette azokat a technológiai szuperlatívuszokat, melyek jól bemutatják a NAGÉV Csoport új gyárát. Az új tiszacsegei üzem alapterülete több mint 5000 négyzetméter, 16 méteres belmagasságával és fejlett infrastruktúrájával a térség egyik legnagyobb és legmodernebb ipari csarnoka. Az építkezés során több mint 3000 köbméter betont és 1000 tonna szerkezeti acélt használtak fel. A gyártócsarnokban mintegy 68 kilométernyi kábelt fektettünk le: ez a kábelhossz nagyobb, mint a Tiszacsege és Debrecen közötti távolság. A horganyzókád mérete is önmagáért beszél: a 9,5 méter hosszú, 1,4 méter széles és 3,2 méter mély kád lehetővé teszi, hogy az üzem nagyméretű acélszerkezetek horganyzását is elvégezze, ami különösen fontos az építőipar, valamint az energetikai és infrastruktúra-fejlesztési projektek szempontjából. Az üzem megvalósításában számos nemzetközi és hazai partner vett részt: a darutechnológiai rendszerért a nagynevű, németországi Scheffer céget illeti köszönet, a vegyi előkezelő rendszere az osztrák Koerner cég munkájának gyümölcse, míg a hőtechnikai rendszereket a magyar Grafitherm Kft. konstruálta.

Az új gyárban alkalmazott technológiai megoldások mindegyike a legkorszerűbb ipari trendeket követi: többek között a teljes darurendszer automatizált, így emberi beavatkozás nélkül képes az acélszerkezetek mozgatására a tűzhorganyzás folyamata során. Ez jelentős mértékben növeli a termelékenységet és a biztonságot, miközben

csökkenti a hibalehetőségeket. A hőtechnikai rendszer különlegessége, hogy több ponton hulladékhő-hasznosítást alkalmaz, így a gyártás során keletkező hő egy részét visszaforgatjuk. Mindezek mellett a környezettudatosság is meghatározó szerepet kapott a beruházás tervezésekor: A csarnok tetejére telepített 1200 darab napelem révén az üzem jelentős mennyiségű zöldenergiát termel, ami hozzájárul az ESG (Environmental, Social and Governance) elvárások teljesítéséhez. Mindezek három forrásból valósultak meg: önerőből, banki hitelből, valamint egy 1,5 milliárd forintos állami támogatásból.

TERMÉSZET ÉS IPAR HARMÓNIAJA

A fent felsorolt, kiemelkedő technológiai színvonal mellett az új tiszacsegei üzem kialakításánál arra is nagy hangsúlyt fektetett a NAGÉV Csoport, hogy az új gyár tájba illeszkedő módon épüljön fel, és környezetbarát működést valósítson meg. Szükséges volt mindez abból az okból, mivel az üzem különleges környezeti helyszínen, a Hortobágyi Nemzeti Park szomszédságában található. Ennek jegyében a területen 150 előnevelt fát ültettek el, valamint Magyarország legnagyobb felületű zöldfalát is kialakították. A zöldfalat 70 darab futónövény – vadszőlő, borostyán és más őshonos faj – alkotja, amelyek nemcsak esztétikai értéket képviselnek, hanem a helyi madárfajok, különösen a fecskék számára is védelmet nyújtanak. A cégvezetés számára a környezetvédelem nem új keletű szempont: a NAGÉV már korábbi üzemeiben is törekedett arra, hogy működése ne jelentsen indokolatlan terhelést a természetre. Ez a szemlélet továbbra is meghatározza a vállalat jelenlegi és jövőbeni fejlesztéseit.



Korrózió ellen –
a természet erejével



TŰZIHORGANYZÁS – A SZÁRNYALÓ VÉDELEM

Uzonyi Imre kiemelte, hogy a NAGÉV Csoport olyan, mint a szárnyaló fecske: gyorsan reagál, gondoskodik, és hosszú távon is megbízható. A megnyitó esemény szimbólumaként éppen ezért választotta cégcsoportunk a szárnyaló fecskét, hiszen a fecske nemcsak az új gyár környezetéhez való kötődést jelképezi, hanem a cég szellemiségét is: fejlődni, alkalmazkodni, és közben hű maradni az értékekhez. Ahogy a fecske évente visszatér régi fészkéhez, úgy tért

vissza a NAGÉV is Tiszacsegére – de már egy új, modern, jövőbe mutató üzemmel.

A magyar tűzihorganyzó ipar történetében ez a beruházás igazi mérföldkő: a technológiai színvonal, a környezeti tudatosság, a társadalmi felelősségvállalás és a szakmai tapasztalat példás egységet alkot ebben az új horganyzóban. A NAGÉV Csoport ezzel nem csupán egy újabb gyárat nyitott meg – hanem jövőt épített. Egy olyan jövőt, amelyben a magyar ipar, a korszerű technológia és az emberi értékek egymást erősítve működnek együtt a fejlődés érdekében.

Géper

Gépek és Rendszerek
Szolgáltató Kft.

H-6000 Kecskemét,
Irinyi u. 29.

www.geper.hu

messer.geper@t-online.hu

Messer
Cutting
Systems
Magyarországi
Képviselő

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



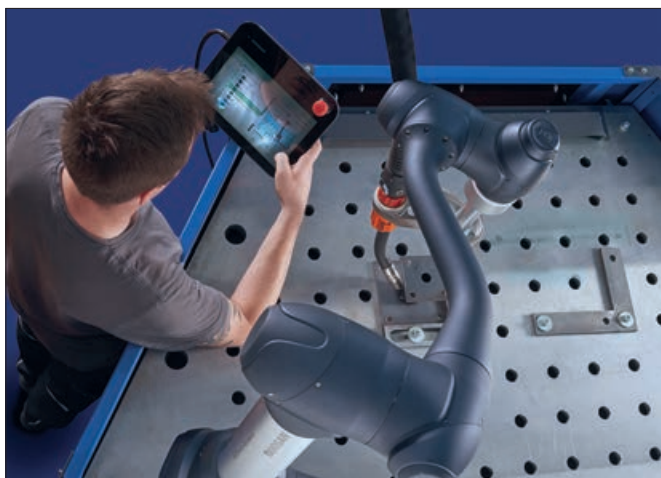
HATÉKONY AUTOMATIZÁLÁS A GYÁRTÁSBAN: CLOOS QINEO hegesztéstechnika ArcBoT és Dobot CRA kollaboratív rendszerekkel

A hegesztés automatizálásának szükségessége napjainkban egyre hangsúlyosabbá válik. A munkaerőhiány kezelése, valamint a termelékenység folyamatos fenntartása a modern ipar legnagyobb kihívásai közé tartoznak, ezért a hatékonyság növelése érdekében rohamosan bővül az automatizálás iránti kereslet. Ahogy fejlődik a világ, a robohegesztés szerepe és felhasználási köre is egyre nő, ezen belül is számottevő a kollaboratív robotok, másnéven kobotok térhódítása.

A CROWN International Kft. által forgalmazott kollaboratív robotok, a CLOOS QINEO ArcBoT és a DOBOT CRA rendszerek hatékonyak, biztonságosak és könnyen beilleszthetők különböző ipari környezetekbe, már meglévő gyártósorokba és folyamatokba. Ezáltal mérsékelhető az állásidő, növelhető a gyártási kapacitás és javulhat a termelékenység. Intuitív programozásuknak köszönhetően betanításuk minimális időt vesz igénybe, így csökkenthető a kezdeti ráfordítás. A kollaboratív robotok segítségével optimalizálhatók az erőforrások, és biztonságosabbá, hatékonyabbá válhatnak a munkafolyamatok.

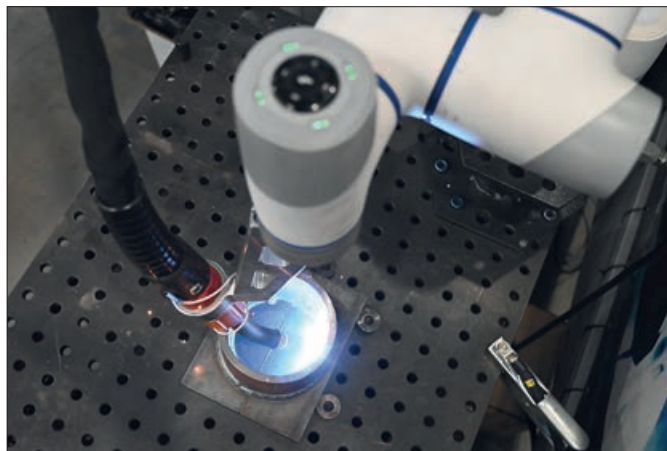
A CLOOS QINEO ArcBoT hegesztőrendszer kiválóan alkalmas kis sorozatok, egyedi munkadarabok vagy akár sorozatgyártott termékek gazdaságos és egyenletesen magas minőségben történő hegesztésére. A nagy pontosságú kobotot tökéletesen kiegészítik a csúcstechnológiás CLOOS QINEO hegesztő-áramforrások stabil ívvezetésükkel és sokoldalú hegesztési eljárásaikkal.

A hat tengelyen elhelyezett, rendkívül érzékeny nyomatékszenzorok precíz és kifinomult mozgások elvégzésére teszik alkalmassá a kobotot, mindez kimagasló munkabiztonsággal és ütközésérzékenységgel párosul. A kezelő a speciálisan a hegesztéshez kifejlesztett makrók segítségével akár percek alatt is megadhat egyedi beállításokat a felhasználóbarát érintőképernyős kezelőpanelen (1. kép)



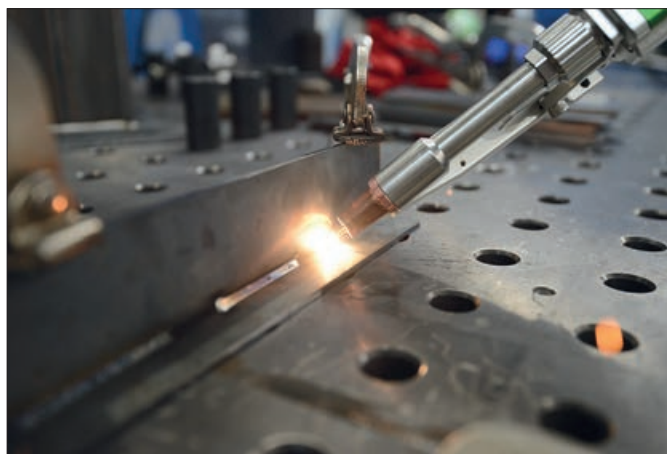
CLOOS QINEO ArcBoT

A DOBOT CRA rendszerek szintén remek választást jelentenek a hegesztés automatizálására. A rendszer könnyedén integrálható különböző hegesztéstechnikai megoldásokkal (2. kép).



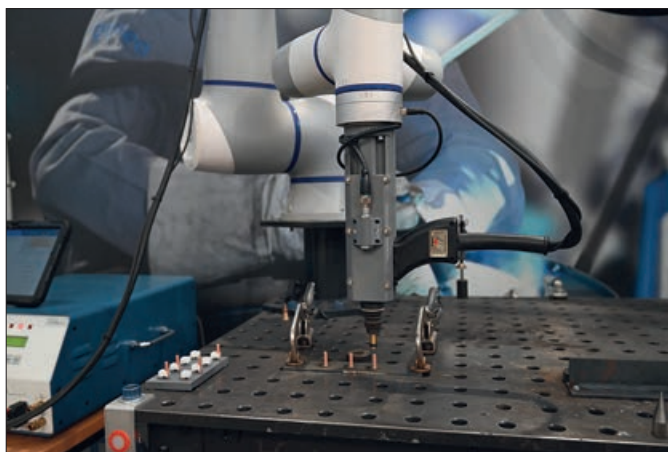
2. kép: DOBOT rendszer hegesztés közben

A DOBOT CRA a CLOOS QINEO hegesztő-áramforrásokkal együttműködve stabil, kiváló minőségű hegesztést kínál, kis és közepes sorozatok esetén is gazdaságos alternatívát jelent a kézi munkával szemben. A rendszer gyorsan betanítható, a hegesztési feladatok precízen ismételhetők (3. kép).



3. kép: Lézeres hegesztés kobottal

A másik integrációs lehetőség a DXTECH lézeres hegesztő- és tisztítóberendezéssel valósítható meg. A lézeres technológia mérsékli a hegesztés hőhatása miatti deformációt, csökkentve az utómunkával kapcsolatos költségeket. A rendszer nemcsak hegesztésre, hanem varratok tisztítására, oxidréteg vagy szennyeződések eltávolítására is alkalmazható. A vegyszermentes tisztítás környezetbarát megoldást kínál (4. kép).



4. kép: DOBOT kobot SOYER csaphegesztő technikával

A Dobot integrálható továbbá SOYER csaphegesztő technikával, amely gyors és precíz csaphegesztést tesz lehetővé különféle fémfelületeken. Ez az automatizált megoldás nemcsak a sorozatgyártás hatékonyságát növelheti, hanem a selejtarányt is jelentősen csökkentheti, állandó, megbízható minőséget biztosítva a kézi hegesztéshez képest.

Az ArcBoT és a Dobot CRA rendszerek az ember és gép hatékony együttműködésére épülnek, egyszerre szolgálva a minőséget, a hatékonyságot és a munkavállalók biztonságát.

A CROWN International Kft. nemcsak a megfelelő berendezéseket biztosítja, hanem teljes körű támogatást is nyújt partnereinek: a tervezéstől kezdve a telepítésen, oktatáson át egészen a karbantartásig, szervizelésig és javításig.

Tekintsék meg holnapunkon forgalmazott termékeinket,
kérjenek részletes tájékoztatást kollégáinktól:

www.cloos.hu

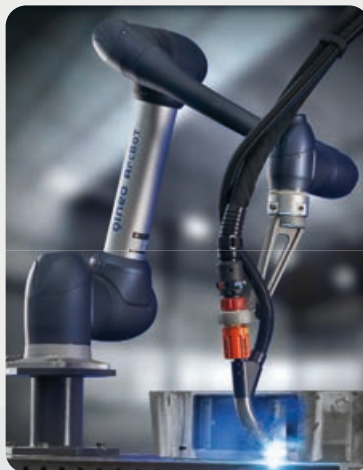
▶▶ FOLYAMATAIK AUTOMATIZÁLÁSÁN GONDOLKODNAK?

HATÉKONY MEGOLDÁST KÍNÁLUNK KOLLABORATÍV ROBOTOKKAL!

A CROWN International Kft. - CLOOS Magyarország kínálatában elérhetőek a CLOOS QINEO ArcBoT és a DOBOT CR10A kollaboratív robotok, melyek ideális megoldást nyújtanak akár kis- és középvállalatok számára is.

Konzultáljanak velünk, és éljenek a tesztelési lehetőséggel!

CLOOS | QINEO



DOBOT CR10A



MIÉRT VÁLASSZA A KOBOTOT?

- ✔ **Gyors telepítés:** könnyen beilleszthetők különböző ipari környezetekbe, már meglévő gyártósorokba és folyamatokba.
- ✔ **Biztonságos ember-gép együttműködés:** a beépített szenzorok és biztonsági funkciók lehetővé teszik a közvetlen együttműködést a kezelőszeméllyel.
- ✔ **Magas költséghatékonyság és kompakt kialakítás:** rövid megtérülési idő, optimalizált méretek, könnyű felhasználhatóság jellemzi
- ✔ **Lehetséges alkalmazási területek:** hegesztési megoldásokhoz, anyagmozgatáshoz, szerelési feladatokhoz.
- ✔ **Reprodukálható hegesztési eredmény:** megbízható teljesítmény egyedi daraboktól a sorozatgyártásig a hibalehetőségek minimalizálásával.
- ✔ **Könnyen integrálható más rendszerekkel:** ideális például lézeres hegesztéshez és tisztításhoz, MIG/MAG illetve csaphegesztéshez.



+36 20 290 5582



robot-welding@cloos.hu



www.cloos.hu



A LIMMAT FOLYÓ HÍDJAI

A mindössze 35 km hosszú Limmat a Zürichsee északi részén ered, és Gebenstornnál ömlik az Aare folyóba. A vízi út Svájc legnagyobb városát, Zürichet és legismertebb fürdővárosát, Badent szeli ketté. A folyón összesen 88 hídart vertek, ebből 47 gyalogos, 33 közúti és 8 vasúti. Írásomban a két város folyami átkelői közül mutatok be néhány érdekesebb szerkezetet, továbbá megismerhetünk két vasúti pálya felett átvelő felüljárót is. A cikk fotóit a szerző készítette.

A 430 ezer lakosú **Zürich**, a magas hegyekkel körülvett, kristálytisza vizű Zürich tóval és az abból kilépő 8 km hosszú Limmat-partszakasszal a vizek városa.

A Limmat folyási irányát követve első városi hidunk a **Quaibrücke**. Az átkelő építésére vonatkozó döntést 1873-ban hozta meg a városvezetés. A híd tervezésével Arnold Bürkli (1833–1894) építészre bízta meg. Az építési munkálatokat 1884 végére



2. kép: Zürich, Quaibrücke

fejezték be. Az ötnyílású, acél/beton gerendahíd teljes hossza 121 méter, a legnagyobb fesztávú középső ív 26,5 méter. A Quaibrücke szélessége átadásakor 20 méter volt, mely a többszöri rekonstrukciót követően érte el a mai, 30 méteres pályaszélességét. A hídon 2 villamosvágány, 2 gyalogos járda és

4 forgalmi sáv vezet át. Tervezőjének a bal oldali hídfőnél kialakított tér, a „Bürkli platz” elnevezés állít emléket.

Következő hidunk a 300 méterre álló **Münsterbrücke**, nevét a hídfők közelében álló két monumentális templom – a Fraumünster és a Gross-



1. kép: A Zürich tóból kilépő Limmat és első hídja, a Quaibrücke



3. kép: Zürich, Münsterbrücke

münster – után kapta. Helyén már a római időkben is átkelő volt, amelyet később fahíddal váltottak fel. A ma álló Münsterbrücke-t 185 éve, 1838-ban adták át két évig tartó kivitelezést követően. Tervezője Alois Negrelli (1799–1858) építőmérnök volt, aki Svájcban, Németországban és Olaszországban több híd, vasútvonal és csatornarendszer kialakításán dolgozott. A Limmat-on épült szerkezet 80 méter hosszú, négyívű kőhíd. Az egyes ívek belső átmérője egyenként 15 méter, szélessége 9 méter. Az 1900-as évek elején még villamos közlekedett a hídon, ma már főleg gyalogosok és kerékpárosok veszik igénybe, a gépkocsi forgalom korlátozott. Különösen szépek a híd kovácsoltvas díszei, a korlátok és a kandeláberok.

A Limmat folyót követve a Münsterbrücke-től alig 150 méterre egy különös szerkezethez érünk, ez a **Rathausbrücke**, amely több mint egy gyalogoshíd, piac és népszerű közösségi tér egyben. Az átkelő története a középkorra nyúlik vissza, amikor he-



4. kép: Zürich, Rathausbrücke

lyén fából ácsolt híd állt, amelyet a mindenkori igényeknek megfelelően folyamatosan bővítettek. Az 1800-as évek végére a híd tölgyfa elemeit kő és öntöttvas szerkezetekre cserélték ki. Az 1972–1973-ban nagyobb felújítások voltak, ezek eredményeként a Rathausbrücke elnyerte mai arculatát. Tervezésekor különös figyelmet fordí-

tottak a rendkívül népszerű városnéző és menetrend szerinti hajók forgalmának biztosítására. A platform szélessége 50 méter, hossza 40, 47 és 55 méteres szelvényekből áll.

Negyedik Limmat-hidunk, a **Rudolf Brun Brücke**. Helyén már az 1400-as években Oberen Mühlesteig néven



5. kép: Zürich, Rudolf Brun Brücke

fából készült átkelő volt, melynek érdessége, hogy fedélzetén malmok és gyárak működtek. Az elavult híd környezetében az 1900-as évek elején komoly városrendezési munkák folytak, ennek keretében utak és monumentális épületek születtek, indokoltá vált új átkelő építése. Ehhez a város megvásárolta, majd lebontatta a fából készült szerkezet építményeit. Tervezője Gustav Gull (1858–1942) svájci építész volt. Nevéhez több zürichi középület (Főposta, Svájci Nemzeti Múzeum stb.) tervének elkészítése fűződik. Az építési munkák 1911-ben indultak, és 2 évig tartottak. A 80 méter hosszú, 23 méter széles beton gerendahíd 5 nagy, 12,9 méteres és a partoknál két 4 méteres ívből áll. Az átkelőt 1989–1991 között felújították. A hídpályán 1914-től 1989-ig villamos közlekedett. Jelenleg 3 forgalmi, 2 kerékpársáv és 2 széles gyalogos járda vezet át. Különösen szépek a híd rozettás kőkorlátai. A híd névadója Rudolf Brun (1290–1360), Zürich első polgármestere volt.

Miután megtekintettük Zürich belvárosának 4 történelmi hídját, tovább követjük a Limmat folyási irányát, és a város „Margitszigetére”, a Werdinsel-re jutunk. A 800 méter hosszú szigetet több híd köti össze Alstetten és Höngg városrészekkel. A **Werdinselbrücke** gyalogoshíd Alstetten irányába a Limmat főágán jelent kapcsolatot a szigettel. Az 1988-ban épült 70 méter hosszú, 4 méter széles acél függőhíd mindkét pilonját a parton helyezték el. A Werdinsel szigetcsücskétől 300 méterre egy másik, ugyancsak 1988-ban épített gyalogoshíd áll, a **Werdholzli-brücke**, amely hossza 104 méter.

A Zürich belvárosában lévő főpályaudvarhoz vezető vasúti vágányok áthidalása rendkívül fontos a város észak–déli közlekedési kapcsolatainak biztosításához. A belváros legforgalmasabb közúti felüljárója a Hauptbahnhof-tól északnyugatra mintegy 2 km-re álló **Hardbrücke**. A jelenlegi híd helyén már az 1800-as évek végén acélhíd állt. A mai, 1350 méter hos-

szú vasbeton szerkezetű gerendahíd 1969–1972 között épült. A műtárgy több fel-, és lehajtó ágával fontos közlekedési csomópont. A 28 méter széles útpályán 4 közúti sáv, 2 villamosvágány és betonfallal elválasztott gyalogos/kerékpáros út vezet át. A felüljárón villamos- és buszmegálló, kerékpártároló van, továbbá közvetlen kapcsolatot építettek ki a híd alatti S-Bahn állomással. Érdekességként említjük meg, hogy a jobb oldali hídfő északi oldalának közelében áll Zürich legmagasabb, egyben Svájc második legmagasabb épülete, a 2011-ben épült, 125 méter magas, 36 emeletes Prime Tower, irodaház.

A forgalmas Hardbrückétől 1,2 km-re keletre, a Főpályaudvar (Hauptbahnhof) lefedett vágányaitól mindössze 300 méterre nyugatra épült a **Negrellisteg** gyalogos- és kerékpárosshíd. A 2021-ben megnyitott átkelő tervezője az ARGE Negrelli svájci iroda volt. A 160 méter hosszú acélszerkezet 5 nyílású, leghosszabb



6. kép: Zürich, Werdinselbrücke



7. kép: Zürich, Werdinselbrücke



8. kép: Zürich, Werdholzlibrücke



9. kép: Zürich, Hardbrücke, háttérben a város legmagasabb épülete

áthidalása 78 méter. A hídpálya szélessége 5,0 méter. A konstrukció érdekessége a hídfők csigavonalú kiképzése, amely a kerékpárosok mozgását könnyíti meg. A gyalogosok fel- és lejutásához a hengeres végpontokba automata felvonókat építettek be.

A lüktető világvárost elhagyva a kanyargós folyó áramlását követve több autópályahidat keresztezve érjük el a katedrálisáról ismert **Wettingent**. A település nyugati parton épült új lakó- és irodanegyedét egy 60 méter hosszú 3 méter széles betonhid köti össze a városközponttal. A hídfő technikai érdekessége az automatikus működésű sikló.

Wettingentől mintegy 8 km-t megtéve érjük el a káprázatos fekvésű **Badent**. A jelenleg mintegy 20 ezer lakosú kisváros már 1297-ben városi rangot kapott. Az 1847. év fontos dátum a település történetében, ekkor érkezett meg a vasút Zürichből. Ez volt Svájc első vasútvonala. Baden nevezetessége a hangulatos óváros, a kastély, a termálfürdő és a kaszinó. Hídnéző sétánk során 4 Limmat-hidat érintünk a belváros felé haladva.



10. kép: Negrellisteg, gyalogos- és kerékpároszíd



11. kép: Wettingen, gyalogos-, kerékpárhíd



12. kép: Wettingen, automatikusan működő síkló



13. kép: Baden, Eisenbahnbrücke, Wettingen-Baden

Első hidunk az **Eisenbahnbrücke, Wettingen-Baden**. A ma forgalomban álló híd 1922-ben épült, kiváltva az 1875-ben épített vasúti hidat. A alsó-rácsos acélszerkezet hossza 133 méter, két falazott pillérét a folyóban helyezték el. A 16 méter széles hídpályán 3 vasúti vágány és elkülönített gyalogos, kerékpáros pálya vezet át. Az átkelő érdekessége, hogy a szerkezet folyómederrel 30/60°-os szöveget zár be.

A vasúti hídtól mintegy 1 km-re északra áll a **Limmat Hochbrücke**. Az 1924–1926 között épült, ötnyílású, vasbeton szerkezetű ívhíd hossza 275 méter. A folyó feletti áthidalás 72 méter, magassága 24 méter. A 18 méter széles pályatesten 3 közúti, 2 kerékpáros sáv és gyalogos járda vezet át. A járműforgalom számára 50 km/órás sebességkorlátozást vezettek be, hosszabb távon a híd autómegosztását tervezik.

Következő hidunk, Badent köti össze a Limmat nyugati partján lévő Ennetbaden településsel. A **Schiefebrücke** felépítése előtt komp biztosította – főleg – a fürdővendégek jövesmenését. A híd 1871–1874 között épült. A tervezők és az építők számára



15. kép: Baden, Schiefebrücke

kihívást jelentett a két part közötti 9 méteres szintkülönbség kompenzálása, amelyet a hídpálya 7,5%-os lejtésével oldottak meg Edenbaden irányába, ezért az átkelőt a népnyelv röviden csak „ferde hídnak” nevezte. A rácsos, acélszerkezetű híd 60 méter hosszú és 10 méter széles hídpályá-

ján 2 forgalmi sávot és két oldalán gyalogos járdát alakítottak ki. Egyetlen pillérét a folyómederben helyezték el.

2006-ban kitiltották a személyautókat, és kizárólag a turistabuszok számára engedélyezik az áthaladást 20 km/óra sebességgel. A hidat 2008-ban felújították.



14. kép: Baden, Limmat Hochbrücke



16. kép: Baden, Mercierbrücke

A Schiefebrücke-től északra mindössze 100 méterre egy újabb, a negyedik gyalogos átkelő köti össze a két partot. Az 1968-ban átadott **Mercierbrücke** nevét a fürdő egykori masszórának, Henry Merciernek az

emlékére kapta. Az acél/beton szerkezetű híd hossza 38 méter.

A 35 kilométer hosszú Limmat turisztikai jelentőségén túlmenően fontos energiaforrás, gyors folyását kihasználva 10 vízi erőművet építettek rá. A ma is működő első egységet 1893-ban helyezték üzembe Zürichben. A Limmat, Badentól mintegy 7 km-re éri el Svájc leghosszabb folyóját, a Berni-Alpokban eredő 295 km hosszú Aare-t.



WEINBERG

A JÖVŐT ÉPÍTJÜK ACÉL ALAPOKON



Acélszerkezet-gyártó üzemünk automatizált gyártósorral, felületkezelő, fúró- és darabológépekkel, hegesztőállomásokkal és hegesztőrobottal felszerelt.

MIÉRT ÉRDEMES MINKET VÁLASZTANIA?

- Magyarország korszerű acélszerkezet-gyártó üzeme
- egyedülálló acélszerkezeti megoldások
- 15 000 m²-es daruzott gyártóbázis, 80 tonnás emelési kapacitás
- hegesztett és megmunkált szerkezetek gyártása
- nagy pontosságú épületszerkezetek, komplex megoldások
- testre szabott kiszolgálás, rövid határidővel, költséghatékonyan.



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, stancolás, 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 agráripárban, 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 kerámikád
-Manuális- és robothegesztés
(EN 1090-1:2009/AC:2010, DIN 18800-7 D osztály
és DIN EN 3834-2)
-galvanizálás automatizált soron

-kötőelem gyártás (5.6-8.8-10.9) anyagminőségig:
M8-M36 mérettig.)
Egyenes és hajlított rúdcsavak M8-as mérettől.
-lézervágás (CNC) – lemez és cső
-esztergálás (CNC)
-elhajlítás (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)



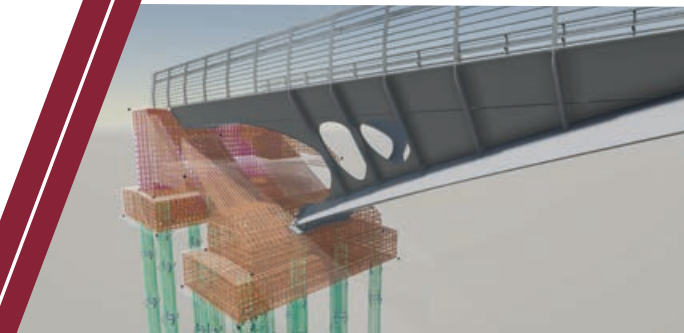
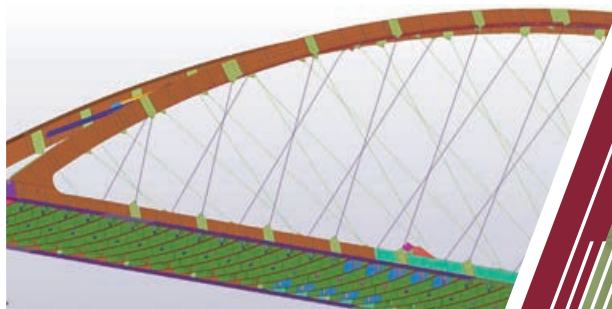
FOMTERV

.... 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

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:

jnagy62@freemail.hu

Azon partnereink részére,
akik minden számban hirdetnek (4 db/év),
10% kedvezményt adunk.



MAGÉSZ[®]

ACÉLSZERKEZETEK

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

www.magesz.hu

Kiadja a Magyar Acélszerkezeti Szövetség, 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





GRABOPLAN

www.graboplan.hu

info@graboplan.hu



- ➔ alumíniumvázás sátrak sport, szabadidő, raktározási célokra, egyedi kivitelben
- ➔ alumíniumvázás sátrak, repülőgéphangárok, szerelőcsarnokok egyedi kivitelben
- ➔ feszített térlefedések, stadiontetők, acélszerkezetek fedése
- ➔ légtartásos sátrak sportcélokra
- ➔ biogáztározók, víztartályok, árvízvédelmi gátak

