

A photograph of a modern bridge with multiple white, curved arches spanning a body of water. The bridge features a blue corrugated metal railing. The scene is captured at sunset, with the sky in shades of orange and yellow, and the sun's reflection on the water. The bridge arches recede into the distance, creating a sense of depth.

TISZA-TAVI
KERÉKPÁROS
HIDAK

TARTALOM

I. Igény, helyszín

1. Helyszín	5
1.1. A Tisza-tó születése	5
1.2. A tó részei	5
1.3. A tó környezeti jellemzői	6-7
2. Előzmények	8-9
3. Az építés célja	8
4. Poroszló – Tisza-Híd közötti szakasz	8
5. Tisza-híd – Tiszafüred Közötti szakasz	9

II. Tervezés – SPECIÁLTERV Kft.

1. Konceptió tervezés, tanulmányok	10-19
2. Eger- és Szomorka-patak hidak	20-29
3. Tisza-híd	30
3.1. Meglévő, rácsos öszvér híd	30
3.2. Tervezett kerékpáros híd	31-37
4. X. sz. Öblítőcsatorna műtárgya	38
4.1. Mozgatható hidak	38
4.2. Tervezés	38-41

III. Kivitelezés – HÓDÚT Kft.

1. Eger- és Szomorka-patak hidak	42
1.1. Előzmény, organizáció	42
1.2. Alépítmények	42
1.3. Gyártás	43-45
1.4. Helyszíni szerelés	46-49
2. Tisza-híd	50
2.1. Előzmény, organizáció	50
2.2. Alépítmények, konzolok	50-51
2.3. Gyártás, szállítás	52
2.4. Helyszíni szerelés	53-61
3. X. öblítőcsatorna nyitható hídja	62
4. Próbaterhelés	63
4.1 Dinamikus próbaterhelés	63
4.2 Statikus próbaterhelés	65

IV. A megvalósult hidak

66

V. Végszó

94

A megvalósítás során közreműködő szervezetek	95
--	----

I. IGÉNY, HELYSZÍN

1. HELYSZÍN

1.1. A Tisza-tó születése

A Kárpát-medence második legnagyobb állóvize a Tisza folyón, annak alföldi szakaszán, Jász-Nagykun-Szolnok és Heves megye határán helyezkedik el. A terület mai megjelenését alapvetően meghatározza a korábbi korok építőmérnök nemzedékeinek egymásra épülő munkássága. A XIX. század második felében a Vásárhelyi Pál által tervezett folyószabályozás formálta át a Tiszát és környezetét, létrehozva a folyót ma is határoló árvízvédelmi védvonalakat. Később a Kiskörei vízlépcső 1967 és 1974 közötti megépítésével, a folyó visszaduzzasztásával jött létre a Tisza-tó - eredeti nevén a Kiskörei víztározó - hazánk legnagyobb mesterséges tava.

1. kép: 33-as keresztezése a Tisza-tavon



A tározó hullámtere a Tisza folyó 404 és 440 folyamkilométer szelvényei közötti szakaszon, Kisköre és Tiszabábolna között terül el, összesen 127 km²-en. A korábban gazdálkodásra használt síkvidéki területet több ütemben árasztották el, a tó mai nyári vízborítottsága 1978-ban jött létre. Az azóta eltelt több mint 40 évben fokozatosan fejlődött ki egy változatos, az ősi ártéri Tisza tájhoz hasonló környezeti adottságokkal rendelkező, páratlanul gazdag élővilág.

Napjainkban nagy kiterjedésű nyílt vízfelületek, mocsári és hínári növényzetekkel benőtt vizes területek, holtágak, morotvák, természetes vízfolyások, fokok, öblítő csatornák, szigetek és félszigetek tarkítják, teszik változatossá és egyedülivé a területet.

1.2. A tó részei

A Tisza-tó öt nagyobb medencére tagolódik:

- Tiszavalki-medence
- Poroszlói-medence
- Tiszafüredi-medence
- Sarudi-medence
- Abádszalóki-medence

A medencék és öblözetek vízmélysége igen változatos. A nagy kiterjedésű, közel sík területeken 0,8 m-2,0 m, a természetes vízfolyások, holtágak és öblítő csatornák vízmélysége 2,0-5,0 m közötti, a legnagyobb mélységek pedig a főmederben mérhetőek, 10-20 m.

A medencék belső áramlási rendszerét az öblítő csatornák táplálják, melyek megteremtik a kapcsolatot a Tisza folyó, mint főmeder és hullámtere, mint tározótér (tó) között. A medret övező parti sáv (övezőterület) természetes állapotában folyamatosan töltődik, kiemelkedik és nem teszi lehetővé a folyón érkező frissítő víz szétterülését. Az öblítő csatornák a frissítő víz bejuttatását, szétosztását, ill. elvezetését biztosítják az övezőterületekkel kirekesztett medencékbe.



2. kép: Tisza-tó látképe

1.3. A tó környezeti jellemzői

1.3.1. A terület domborzati adottságai

A Tisza tó környezetében 85 és 90 m közötti tszf-i magasság a jellemző. A relatív relief nagyon kis értékű, a legnagyobb szintkülönbség a 2 m/km²-t sehol sem haladja meg. É-i (Borsodi ártér) része 87,3 és 98,1 m tszf között változik. Az átlagos relatív relief értéke itt 1 m/km². A felszín legnagyobb része alacsony ártéri és ármentes síkság, É-i részén ármentes részekkel tagolt, de egészében ártériszintű tökéletes síkság.

1.3.2. Vízrajzi jellemzők

A Tisza-tó mesterséges létesítmény, lényegében egy átfolyásos tározó, szintjének helyzete a folyó mindenkori vízjárásának is függvénye. A duzzasz-tómű csak a kiskörei szelvényben tartja a vízszintet egy adott intervallumon belül, a tározó felszínének esése az érkező vízhozamtól függ. A tó sajátossága, hogy vízjárása szabályozható. A Tisza folyó önálló mederben – főmeder, vagy úgynevezett anyameder – folyik át a tározótéren. A főmederrel párhuzamosan, annak jobb és bal oldalán húzódik az övzátonyok vonulata – ezek alkotják a szigetek és félszigetek rendszerét –, amely elválasztja a folyó medrét a tározó medencéitől. A tározó jelenlegi térfogata 253 millió m³, melyből 132 millió m³ hasznosítható. A vízkészlet vízelosztó hálózatának legfontosabb létesítményei a Jászsági (kapacitása: 48 m³/sec) és a Nagykunsági (kapacitása: 80 m³/sec) öntöző főcsatornák, amelyek biztosítják a környező térségek öntözővíz ellátását és halastavi vízpótlását. A Nagykunsági főcsatorna a mezőgazdasági vízigények kielégítése mellett, gravitációs átvezetéssel nagy szerepet játszik a Körös-völgy vízhiányának enyhítésében és ökológiai vízpótlásában.

1.3.3. Tisza tó vízvédelmi bemutatás

A Tisza-tó Magyarország második legnagyobb tava, amely vízgyűjtőgazdálkodási szempontból a Nagykunsági alegységhez tartozik. A tóban egy 33 km-es szakaszon folyik át az élő Tisza. A Tisza tó környezetében számos kijelölt, vízbázis védelmi védőterület/védőidom található.

1.3.4. Élővilág

A Tisza-tó első védett területe a Valki-medencében elhelyezkedő Tiszafüredi madárrezervátum, melyet 1972-ben alapítottak 3 400 hektáron. A természetvédelmi területet 1993-ban a Hortobágyi Nemzeti Park részévé nyilvánították, majd 3 600 hektárral kibővítették a Poroszlói- és Sarudi medencék részleges védetté nyilvánításával. Az országos jelentőségű védett természeti területek egyben a Ramsari-egyezmény hatálya alá tartozó, ún. nemzetközi jelentőségű vizes élőhelyek, valamint a Hortobágyi Nemzeti Park részeként 1999 óta az UNESCO világörökség részét is képezik. A Tisza-tó egész területe az Európai Unió természetvédelmi hálózatába, az ún. Natura 2000 hálózatba tartozik, mint kiemelt jelentőségű természetmegőrzési és különleges madárvédelmi terület. A tó egyes részei emellett a Hortobágyi Nemzeti Park bemutatóterületeit is képezik. A tó páratlan vadvízi világot rejt, kalandos utazásra csábítva a természetjárókat, minden évszakban más és más szabadidős lehetőséget kínálva. Egész évben válogathatunk az útvonalak között, és bejárhatjuk a vidéket gyalog, kerékpárral, lóháton, vagy akár csónakba is szállva. A Tisza-tó változatos élőhelyeinek, mozaikosságának köszönhetően igen gazdag élővilág alakult ki. Területén 14 féle növénytársulást tartanak számon. A kerékpárút mentén a természetes, illetve természetserű élőhelyek száma csekély. Poroszlóról indulva a nyílt vízén elsősorban tündérfátyol, fehér tündérrózsa, viziťok és sulyom alkotta hínártársulások a jellemzőek. A sekélyebb részek elterjedt fajai a süllőhinár, a közönséges rence, a tavi káka és a virágkáka. A partok mentén keskeny sávot foglal el a széleslevelű gyékény és a nád. A fával borított területek domináns faja az őshonos fehér nyár és fehér fűz, de a kerékpárút mentén elterjedtek a tájídegen invazív fajok is, mint az amerikai kőris, a zöld juhar vagy a gyalogakác. Az ártéri erdők aljnövényzete szegényes, de több helyen előfordul a védett nyári tőzike.

A Tisza-tó halfaunája rendkívül gazdag, több mint 50 faj előfordulása ismert, melyek közül elterjedt a dévérkeszeg, a nyurga ponty, az ezüst kárász, a folyami harcsa és a csuka. A horgászat a szabályok betartása mellett engedélyezett. Kételtűek közül leggyakoribb a tavi, kis tavi és kecskebéka, de elterjedt a vöröshasú unka és a zöld levelibéka is, míg a dunai tarajosgőte ritkán kerül szem elé. Hüllőket a vízisikló és a mocsári teknős képviseli.

A Tisza-tó minden évszakban jelentős madárélőhely, a tavon és környékén több mint 200 fajt figyeltek meg. Tavasszal és nyáron a félszkelő madarak lepik el a tavat. Egyedülálló a Tiszafüredi madárrezervátum gémtelepe, melyben fészkel a kis kárókatona, kis kócsag, nagy kócsag, szürke gém, bakcsó. A háborítatlan ártéri erdők fészkelője a rétisas, a barna kánya és a fekete gólya. A fészkelésen túl a tó szerepe a madárvonulásban is kiemelkedő. Ősszel és télen vízimadarak százazrei keresik fel a tavat. A tőkés récék és nagy lilikek tömegei mellett a Tisza-tónak kiemelkedő szerepe van a barát-, kontyos és kerцерécék vonulásában, de a fokozottan védett vörösnyakú lúd is egyre nagyobb számban pihen meg a tavon. Alföldi viszonylatban egyedülálló a tavon átvonuló, hazánkban szórványosan előforduló búvárok vagy füstös récék jelenléte. A kerékpárút mentén a Tisza-tavi Vízi Sétányon és Tanösvényen számos madárfaj közelről is megfigyelhető. A nádasokban nádi énekesek és barkóscinegék élnek, a nyílt vizek mentén pedig a tavon előforduló szinte összes vízimadár előfordul. A nyomvonal menti hazai nyarasok jellemző madárfajai az örvös galamb, a nagy fakopáncs, a barát-poszáta, a csilpcsaplfűzike és a széncinege.

Emlősök közül a visszatelepülő hód egyre gyakoribb a területen, de előfordul a vidra és a vadmacska is. A hátasabb részeken, szigeteken őzek és vaddisznók is megtalálták az élőhelyeik kedvező feltételeit.

3-4. kép: Madárvilág



2. ELŐZMÉNYEK

A NIF Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. K033.08 PST. számú beruházásában, a Hódút Kft. Fővállalkozói kivitelezésében 2017-2020 között megvalósuló kerékpárforgalmi fejlesztés alapját a Tisza-Tavi Turizmus Fejlesztő Egyesület megbízásából a TANDEM Mérnökiroda Kft. által készített a „Versenyképes turisztikai termék- és attrakciófejlesztés” tárgyú ÉAOP-2.1.1/E-12-K1-2012-0009 kódszámú projektben kidolgozott engedélyezési tervei és a „Versenyképes turisztikai termék- és attrakciófejlesztés” tárgyú ÉMOP-2.1.1/A-12-K1-2012-0008 kódszámú projekt tervei adták. Az engedélyezési és kiviteli terveket több tanulmány terv előzte meg, melyek elsősorban a műtárgyak és a kerékpárút nyomvonal optimális megépíthetőségét vizsgálták. A teljes beruházási program Poroszló – Tiszafüred – Hortobágyi halastavak útvonalon, mintegy 42 km hosszúságú kerékpárforgalmi nyomvonalat tartalmaz négy új híddal.

3. AZ ÉPÍTÉS CÉLJA

Alapvető cél a biztonságos kerékpáros közlekedés feltételeinek megteremtése volt a 33 sz. főút mentén Poroszló és Tiszafüred között, csatlakoztatva a Tisza-tó körül már meglévő, üzemelő kerékpárforgalmi létesítményeket a nyugati és a keleti partok között. A megvalósítás után elvárt eredmény a 33 sz. főút kerékpáros forgalomtól való mentesítése, ezáltal a forgalombiztonság növelése. A megépült létesítmény a térség turisztikai és hivatásforgalmi kerékpáros igényeit egyaránt szolgálja.

4. POROSZLÓ–TISZA-HÍD KÖZÖTTI SZAKASZ

A létesítmény első szakasza területileg az Észak-Magyarországi Régióhoz tartozik és Heves Megyében található. A kerékpárút Poroszló közigazgatási területén, az Eger-patak árvédelmi töltésének tetejéről, lakott területen kívül indul, folytatásaként az árvédelmi töltésen már korábban kialakított aszfaltburkolatú kerékpáros útvonalnak. A töltést a 33 sz. főút déli oldalán elhagyva a nyomvonal első és egyből egyik legimpozánsabb építménye az Eger-patak új kerékpáros hídja. Ezt követően a kerékpárút a főúttal közel párhuzamosan halad tovább Tiszafüred felé. A helyszínrajzi vonalvezetés kihasználta a korábbi és már felhagyott 33 sz. főút aszfalt burkolatú útpályáját, mely meglévő töltés déli oldali lábánál jelentős hosszban rendelkezésre állt. A kialakított kétirányú kerékpárút, az Eger-patakot és a Szomorka-patakot áthaladó kerékpáros hidak között a meglévő, felhagyott útpályát hasznosítva épült. A vízfolyás keresztezések környezetében pedig, új a hidakra felvezető útpálya szakaszok készültek. A Szomorka-pataktól a Kis-Tisza zsilipig a szintén a rendelkezésre álló régi 33 sz. főút felhagyott burkolatán útpálya rekonstrukcióval került kiépítésre a kerékpárút. A Kis-Tisza zsiliptól a 33 sz. főút 32+520 km sz. térségében lévő üzemi létesítményig pedig üzemi út létesült részben új pályaszerkezettel, részben pedig útpálya rekonstrukcióval. A Tisza-híd északi hídfőjénél található Fehér Amur Halászcserda épülete előtt a kerékpáros nyomvonal kissé eltávolodik a közút mellől, helyet hagyva a meglévő rézsú felületébe épített kétoldali támfalas megtámasztásnak. A több, mint 4,4 km hosszú nyomvonalon a kétirányú kerékpárút mellett két önálló hídműtárgy épült, valamint a főút rézsúje és a tervezett kerékpárút között teljesen új vízelvezető rendszer valósult meg.

5. TISZA-HÍD – TISZAFÜRED KÖZÖTTI SZAKASZ

A nyomvonal területileg az Észak-Alföldi Régióhoz tartozik és Jász-Nagykun-Szolnok megyében található. Az új kerékpáros Tisza-híd hídszerkezetéhez csatlakozóan a kerékpárút támfalas megtámasztású szakasszal indul. A tervezett nyomvonal a kerékpáros Tisza-híd után követi a 33. sz. főút helyszínrajzi kialakítását, hasonlóan a Tisza előtti szakaszhoz, közel párhuzamos vonalvezetéssel, önálló kétirányú kerékpárút jelleggel. Az önálló kerékpárút vége a főút mellett található üzemi út a 3+645 km szelvény környezetében. Ez a több, mint 300 m hosszú vegyes használatú szakasz a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság üzemi útjaként épült ki úgy, hogy az alkalmas a fenntartó járművek és a fakitermelés anyagkihordására használt nagy tengelyterhelésű járművek időszakos teherviselésére is. A szakasz csatlakozik a túlméretes szerelvények visszafordítójáig (parkoló, mely a napi forgalmi rend szerint pihenő hely funkciókat is ellát). A 33. sz. főút nyomvonalával párhuzamosan (fióktöltésen) haladva érjük el Tiszafüred határát. Majd a 33. sz. főúttól kissé eltávolodva, rövid töltésen érkezünk meg a ún. X. sz. öblítőcsatorna zsilipműtárgyához, melyet új, nyitható kivitelű „Holland típusú” nyitható hídszerkezet hidal át. A műtárgy után a kerékpárút íves vonalvezetéssel éri el a Tisza Balneum Thermal Hotel előtti területet és ismét igazodik a 33. sz. főút nyomvonalához. Ez a szakasz szintén megerősített pályaszerkezettel épült, hogy a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság nagy tengelyterhelésű fenntartó járműveinek teherviselésére alkalmas legyen.

A kerékpáros útvonal Tiszafüred belterületén belül több irányba válik szét, és több végponton ér véget a beavatkozás. Az északi irányba tovább haladó nyomvonal a Balneum Thermal Hotel előtt keresztezi a 33. sz. főutat, majd a 108. sz. Debrecen-Füzesabony vasútvonalat, ahonnan a Tisza árvédelmi töltésén csatlakozik a meglévő, árvédelmi töltésen vezetett EURO Velo 11 nyomvonalhoz a Kakukk utcánál. Déli irányban a Balneum Thermal Hotel mellett elhaladva egy szakaszon ismét árvédelmi töltés nyomvonalán csatlakozik a Kis-Tisza utca meglévő burkolatához. Ezt követően a meglévő útpályán vezet végig az Ady Endre utcáig, ahol elérhető a korábbi beruházásban megvalósult kerékpársáv és csatlakozó kerékpárút. Ezen szakaszok elemei az EURO Velo 11 nyomvonalhálózatának. A harmadik irány az árvédelmi üzemi útból kiválva keresztezi a 103. sz. Karcag – Tiszafüred vasútvonalat, és a Pankotay Józsa György utca kiépítésével önálló kétirányú kerékpárútként csatlakozik a 33. sz. főút mellett megépült kerékpárforgalmi nyomvonalhoz. Tiszafüred belterületén a Pankotay Józsa György utca nyomvonalán épülő kerékpárút és vasúti átjáró megvalósítása kapcsolja össze a tervezett árvédelmi töltésen vezetett kerékpározható üzemi utat és a 33. sz. főutat. Ezen a területen található a Tiszafüredi Kerékpár-kölcsonzó és Szervizpont épülete és kiszolgáló létesítményei, mint a Tisza-tavat megkerülő kerékpáros körutak egyik központi infrastrukturális csomópontja.

5. kép: Tisza-tó vízfelülete Poroszló mellett az elkészült Eger-híddal



II. TERVEZÉS

– SPECIÁLTERV KFT.

1. KONCEPCIÓ TERVEZÉS, TANULMÁNYOK

A tavi kerékpárút fejlesztéséhez szükséges tanulmányok és fejlesztési elképzelések a 2000-es évek eleje óta folyamatosan napirenden voltak. A hazai kerékpáros turizmus térnyerése az utóbbi évtizedekben exponenciális volt, a tavat átszelő 33-as út azonban kiemelt baleseti kockázatot jelentett. A TANDEM Mérnökiroda Kft. és cégünk a SPECIÁLTERV Kft. mérnökei 2006-ban készítették első tanulmányaikat. Elsődleges célunk a forgalombiztonság megteremtése volt, azonban kiemelt igényként határoztuk meg a gazdaságosság és a tájba illeszkedő mérnöki megoldások alkalmazását.

A nyomvonal négy jelentősebb vízfolyáskeresztezése esetén eltérő műszaki problémákat kellett gazdaságos szemlélettel megoldanunk. Az egyes helyszínek sajátosságait figyelembevéve három eltérő környezetet különböztettünk meg:

- Az Eger és Szomorka-patakok a klasszikus duzzasztott tó környezetet képezték. Sekély, csak kis víz esetén értelmezhető vízfolyással, az Eger-patak esetében közel 300 m-es, a Szomorka-pataknál kb. 80 m-es vízfelülettel.
- A Tisza folyó hajózható fő medre esetében a meglévő közúti híd robusztus alépítményeinek tehervirágási tartalékaiban rejlő lehetőségekre alapoztunk.

- Tiszafüred előtt a X. számú öblítőcsatorna keresztezésének tervezésénél a csatorna átlagos szélessége 80-100 m és további vízügyi igényként az időszakonkénti mederkarbantartást végző úszóművek az áthaladását is meg kellett oldanunk.
- Minden egyes helyszínen más evolúció vezetett a végül megépült műtárgyakig.

Eger és Szomorka patak-hidak

A 33-as sz. főút megépült közúti hídjainak alépítményei elő voltak készítve egy utólagos felszerkezet szélesítésre az északi (vasút felőli) oldalon. Evidensnek tűnhetett ezen meglévő alépítményi elemek felhasználásával, azokra új felszerkezeteket építve gazdaságosan átvezetni a kerékpárosokat. A kerékpárút viszont délről közelíti meg a helyszínt és a csatlakozó szigeteken is a déli oldalon halad. Így a meglévő híd alépítmények lehetőségének kiaknázása esetén a 33-as út közúti forgalmát minimum négyszer kellett volna kereszteznünk. Forgalmobiztonsági okokból ezt a megoldást elvetették és a déli oldalon vezetett megoldási lehetőségek vizsgálata került előtérbe. A déli oldalon az első közös beruházói és tervezői szándék szintén a meglévő alépítmények szélesítésével kalkulált, amely az Eger patak esetében 17 db és a Szomorka pataknál pedig 4 db közbenső támaszszélesítést jelentett volna. Párhuzamosan a hidak tájba illeszkedésének igénye és egy, a tóra és környezetére jellemző formai szimbólum keresése vezette a szerkezet tervezésének formai irányait. Számos kidolgozott megoldás közül végül a hullám geometriáját választottuk, melyben a természeti környezet tájképi tisztelétét és tartószerkezeti megfelelést kompromisszum nélkül megvalósíthatónak láttuk.

Az első verziókban még a közúti híd kiszélesített alépítményeihez igazodó kisnyílású felszerkezetek két „hullám” formát imitáltak: A gerendahíd változó szerkezeti magasságú gerinclemezes főtartói a lágy hullámokat formálták, míg a rácsos főtartók igénybevétel követő hegyes nyomatéki ábra-szerű alakja már-már historizáló formát eredményeztek. A hegyes hullámok a viharos vízben kialakuló tarajos hullámokat imitáltak. A szélesebb rácsos főtartó esetében pedig már vizsgáltuk a külön alépítményeken történő támaszkodás lehetőségeit is.

Eredeti koncepcióban az öblítő csatorna műtárgya is ezen azonos szisztémával épült volna a meglévő 33 úti hídra vagy közvetlenül mellé elhelyezve.

Az így kialakuló hídhosszak az alábbiak voltak:

Eger patak-híd: 288,06 m

Szomorka patak-híd: 83,84 m

X. Öblítő csatorna hídja: 97,87 m

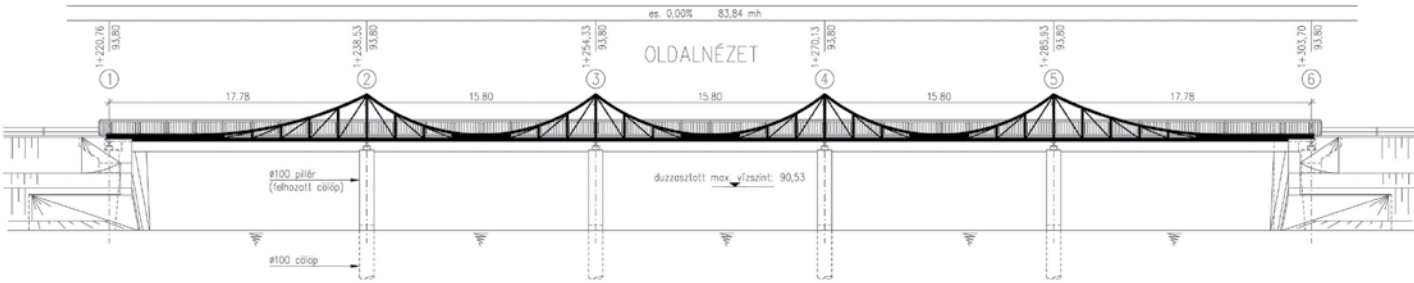
A mederben való alapozási nehézségek darabszámának csökkentése érdekében megnöveltük az új híd nyílásait oly módon, hogy a „tavi” hidak esetében a szomszédos közúti híd minden harmadik támasza mellé került új alépítmény. Így a megnövelt nyílásokat egy könnyű acél-szerkezettel hidaltuk át, tartva az összhangot a szomszédos szerkezetek ismétlődésében.

Az öblítőcsatorna műtárgyánál a megoldás más irányba mozdult el. A Vízügygel megegyezés született a nyomvonalról alig néhány 10 m-re

délre lévő meglévő zsilipműtárgyuk hídként való a felhasználhatóságáról, ezzel jelentős költségcsökkentést elérve. A műtárgyon az üzemeltetési és kerékpáros forgalmi igényeket egy ideiglenesen nyitható híd alkalmazásával oldottuk meg. A meglévő vasbeton műtárgy felhasználásával a létesítendő híd hossza a korábbi 97 m-ről mindössze 6 m-re redukálódott, mely még a mozgató gépészet többlet költségével együtt is jelentős megtakarítást eredményezett.



8. kép: Nyitható hídszerkezet



6. ábra, 7. ábra: Gerenda és rácsos tartós verziók az Eger patak esetében – Tanulmányterv 2006

A megbízói és környezeti adottságok együttes formai igénye továbbra is fennállt, így a tájba illeszkedő szimbólum kiemelésére egy újabb alternatívát készítettünk.

Az Eger- és Szomorka-patakok esetében az 50 m fölé növelt támaszkö-zők már új léptékben tették lehetővé számunkra a hullám-motívum ki-dolgozását. Egy folyamatos szinusz hullámot fejtettünk ki a támaszokra, mely a pálya alatt és felett haladva egy folytonos vonalat eredménye-zett. A kialakuló természetes vonal egyszerre imitálta a tó lágy hullámaint és a mindenséget alkotó rezgések hullámainak alap formáját.

A forma megtalálása után annak az optimális statikai peremfeltétele-it rendszerét hozzáhangoltuk a kiválasztott alakhoz. A szerkezetet ún. „vegyespályás”-sá alakítottuk, vagyis a támaszok felett felsőpályás, míg mezőben alsópályás vezetésűre terveztük. A felsőpályás szakaszon nyomott rácsrudakkal, míg az alsópályás részen húzott függesztő ru-dakkal kapcsoltuk a pályát a folytatólagos ívhez.

Ezen a nyílástartományon az ívhidak általános esetben két főtartóval készülnek, melyek jellemzően szélrácsokkal egymáshoz merevítve vagy egymáshoz csatlakozva („kosárfül” ívek) adnak térbeli merevséget a szerkezetnek. E többlet formák a szándékolt tiszta hullámot „újabb

elemekre bontották volna” ezért egy darab kellő átmérőjű csavaróme-rev csőszelvény ívtartó és annak a merev támaszba befogása mellett döntöttünk.



9. ábra: Eger- és Szomorka-patak hidak – Támaszkoncepció vázlata

A merev befogás érdekében a vasbeton támaszba bekötött íveket kel-lően merev, azonban mégis esztétikus megfogással igyekeztünk ösz-szekapcsolni. Az első verziókban az ív a közúti híd felé aszimmetrikusan helyezkedett el, majd a tervek tovább dolgozása során áttértünk a szim-metrikus kialakításra.

Végül az íveket hídtengelybe pozícionáltuk, a merevítőtartóhoz mereven csatlakoztatva és azon átvezetve, a teljes szerkezet térbeli merevségét biztosító, a vasbeton pillérek tetején kialakított lekötésbe fogva. A pálya elcsavarodás elleni stabilizálását részben a keresztmetszet csavaró-merev szekrényes kialakításával, részben pedig a pálya alatti tér-rács alátámasztással oldottuk meg.

A hidakon az útpálya lokális szélesítésével a természet megcsodálására kiálló helyeket is javasoltunk, beterveztünk, mely a Beruházók tetszé-sét is elnyerve a megvalósuló szerkezeteken is megjelentek. Még egy úszó pontonon létesítendő kishajókikötő átszálló helyhez való hídról való csatlakozást is javasoltunk, de ez végül balesetvédelmi és üzemeltetési okokból nem valósult meg.



10. kép: Eger- és Szomorka-patak hidak – Kishajókikötő (nem került megvalósításra)



11. kép Eger-patak híd: Kiviteli tervi látványterv

Tiszafüredi Tisza-híd szélesítése

A 33-as sz. főút a Tisza folyót annak 430+53 fkm. folyási szelvényében keresztezi. Itt egymással párhuzamosan egy közúti és egy vasúti Tisza-híd már évtizedek óta üzemel.

A közúti és a vasúti hidak szerkezete a két szélső nyílásban két-két felsőpályás gerendahíd, míg a főmeder felett egy-egy alsópályás rácsos szerkezet. A vasúti hidak három darab független kéttámaszú szegecselt tartóból állnak, a közúti híd háromnyílású, folytatólagos rácsos tartó, hegesztett szelvényekből NF csavaros illesztésekkel.

Tisza fő medrének a keresztezésénél a meglévő közúti Tisza-híd felhasználásával igyekeztünk gazdaságos kerékpárút átvezetést biztosítani. Az első vizsgálatainkban a medernyílásokban a közúti híd rácsos felszerkezetéhez történő konzolokra helyezett új pályalemez bővítés lehetőségeit jártuk körül. A szélső nyílásokban pedig – igazodva a szomszéd hidak kialakításához – felsőpályás szerkezet vázlatterveit dolgoztuk ki. A javasolt szerkezet típus egy acél térrács volt, a meglévő vasbeton alépítményekre rögzített konzolos acél fejgerendán támaszkodva.

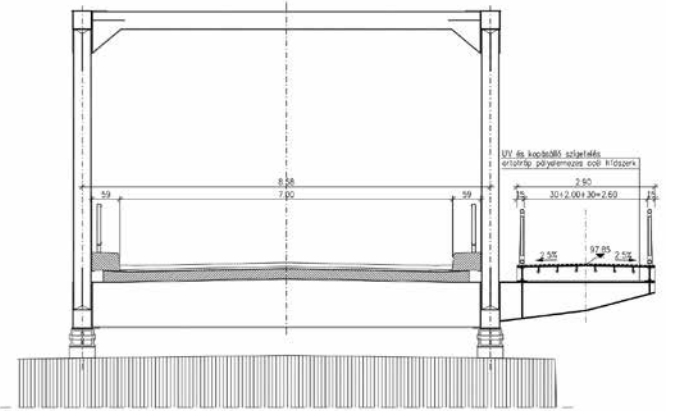
A részletesebb vizsgálataink kimutatták, hogy a közúti hidat gazdaságosan tervezték. A karcsú szelvényei nem adtak kellő teherbírási tartalékot a külpontos kerékpáros teher felvételére. A szerkezet megerősíthetőségét is vizsgáltuk, de a csomóponti kialakítások azt költséghatékony módon szintén nem tették lehetővé. Mindezek után a kerékpáros pályát új szerkezetre kellett helyeznünk.



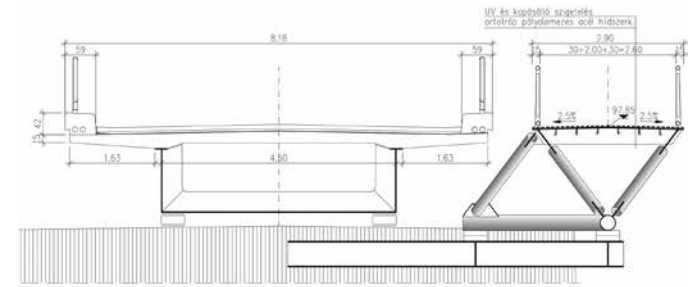
12. kép: Meglévő, üzemelő Tisza-hidak

Az új felszerkezetet független hídként vagy a meglévő alépítmények konzolos bővítésével lehetett elkészíteni. Új pillérek építése a Tisza medrében igen jelentős többlet költséggel járt volna, így egyértelműen

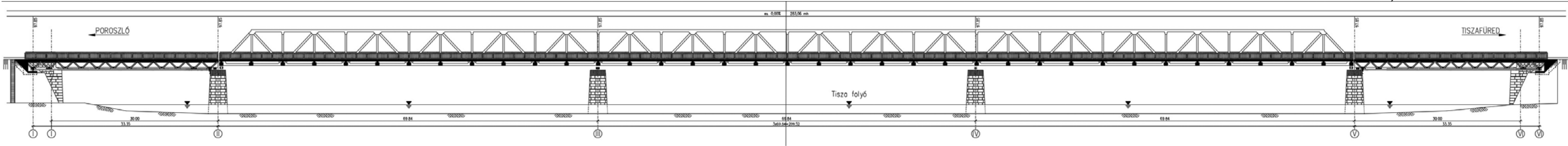
az alépítmények bővítése volt a gazdaságosabb, kötelezően vizsgálandó megoldás. A geotechnikai számítások a mederpillérek keszon alapjaira komoly teherbírási tartalékokat mutattak ki, így a megoldandó műszaki feladat a megfelelő konzolos kibővítés megtervezése volt.



13. ábra: Tiszafüredi Tisza híd felszerkezetének konzolos bővítése – műszaki javaslat 2005



14. ábra: Az ártéri nyílásokra javasolt szerkezet: térrács az alépítményre építendő acél konzol bővítőműven – műszaki javaslat 2005



15. ábra: A szélesített híd oldalnézete - műszaki javaslat 2005



16. kép: Tiszahíd szélesítés elvi megoldása virtuális 3D „makett”

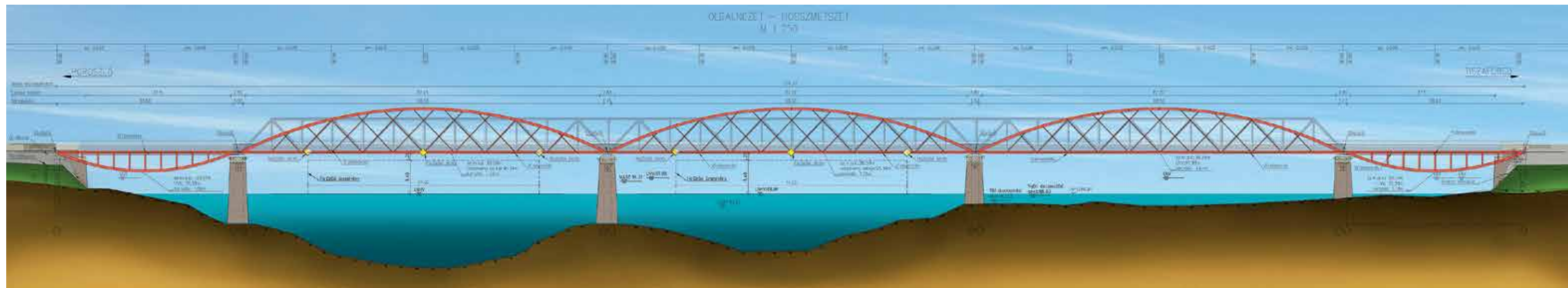
A fejgerenda meghosszabbítására, „kinyújtására” több acél, beton, tartóbetétes beton és feszített beton megoldást is vizsgáltunk. Végző eredményként egy hagyományos vasbeton verzióra jutottunk, mely a meglévő fejgerendákat körbeköpenyezve, azokon átfúrt nyírt csapokkal és befűrt beragasztott vasbeton tüskékkel kapcsolja az új konzolos fejgerenda bővítményt a meglévőhöz.

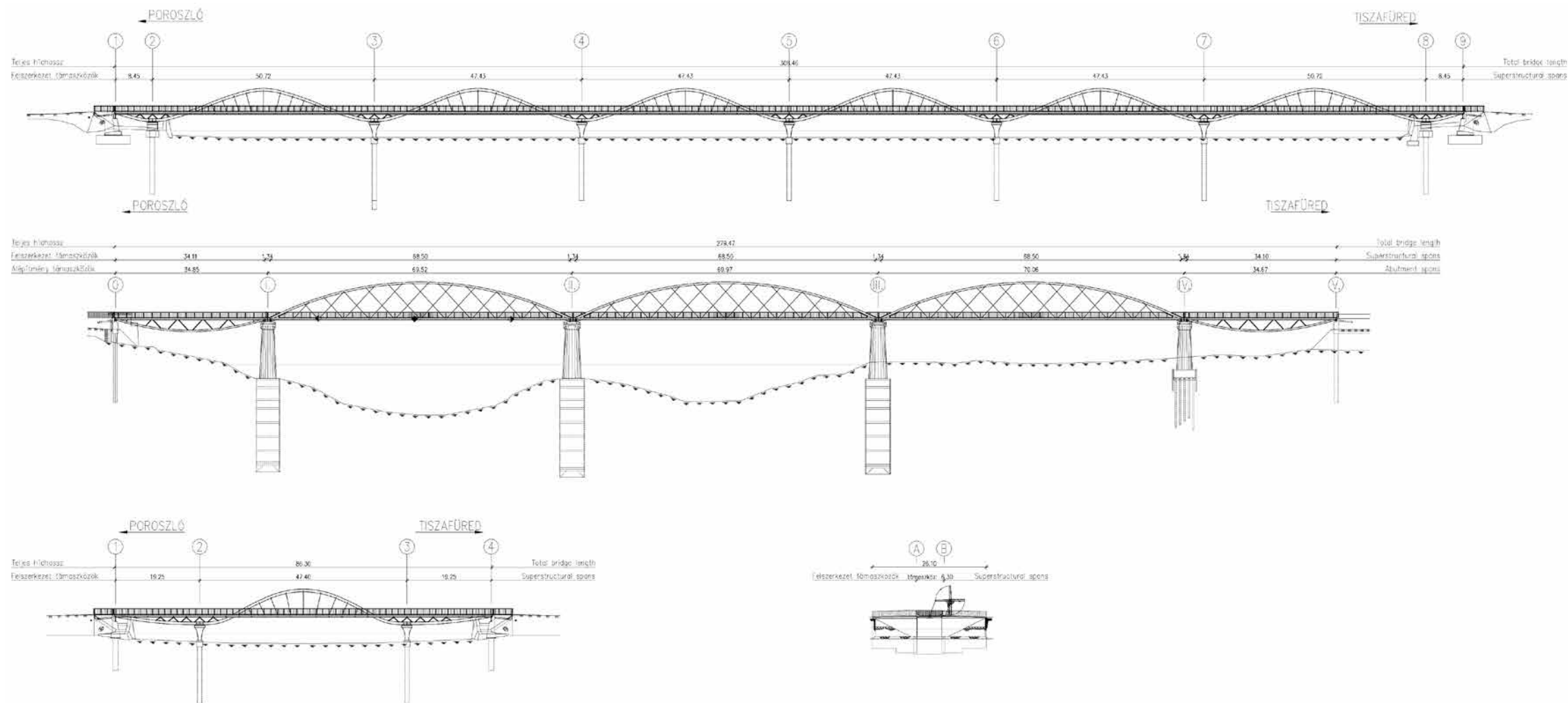
A szélesítés alátámasztásainak kidolgozásával lehetőség nyílt egy a szomszédos, párhuzamosan futó hidakkal azonos támaszközü kerékpáros felszerkezet létesítésére. A tervezés ezen fázisára az Eger- és Szomorka-patak-hidak „szinuszos hullám” koncepciója már kialakult, így egy azokkal és a szomszédos hidakkal is összhangban lévő felszerkezeti rendszert kerestünk.

Az első nyílást – a környező hidakhoz hasonlóan – felsőpályásra, míg a közbenső nyílásokat alsópályásra kialakítva íves vonalvezetésű tartókkal imitálni tudtuk a „tavi hidak” hullám játékát, ezzel végig megjelenített a tó környezetében létesített kerékpáros nagyműtárgyak organikus motívuma. Tekintettel a hajózási úrszelvényre a középső felszerkezet nem lehetett „fejfel lefelé”, így a hullám közepén transzformált abszolútértéke a következetes függvénynek.

A végül kialakult hídforma a szélső nyílásban felsőpályás feszítőmű íves vonalvezetésű alsó övvel, 34,10 m-es támaszközzel. A közbenső nyílások 68,50 m támaszközü, alsópályás ívhidak, hálózatos függesztő rendszerrel. A függesztő rudak pozícióját hozzá igazítottuk a szomszédos közúti híd ferde rácsrúdjaihoz, így oldalról tekintve a hidakra, azok geometriájának ritmusa azonos, szerkezeti rendezettséget is sugall.

17. kép: Tiszahíd színezett korai Vázlatterve, még Vierendeel szélső nyílásokkal





A Tisza tavi hidak végleges formája:

Eger-patak:

Támaszok: 8,45 m + 50,72 m + 4 x 47,43 m + 50,72 m + 8,45 m

Híd hossz: 308,46 m

Acél felszerkezet tömege: 383 t

Tisza-híd:

Támaszköz: 34,11 m + 3 x 68,50 m + 34,10 m

Híd hossz: 279,47 m

Acél felszerkezet tömege: 362 t

Szomorka-patak:

Támaszok: 19,25 m + 47,40 m + 19,25 m

Híd hossz: 86,30 m

Acél felszerkezet tömege: 112 t

X. Öblítő csatorna híd:

Támaszköz: 6,30 m

Hídszélesség pályalemezen: 2,80 m

Acél felszerkezet tömege: 9 t

2. EGER- ÉS SZOMORKA-PATAK HIDAK

Több tanulmánytervi fázis után a Poroszló és Tiszafüred közötti kerékpárút a Poroszlótól a Tisza-híd északi hídfőjéig tartó szakaszának útépítési engedélyezési terveit TANDEM Mérnökiroda Kft. készítette, a műtárgyak tervezését az összes tervfázisban a Speciálterv Építőmérnöki Kft. végezte. A kerékpárút nyomvonala Poroszlót elhagyva a 33. számú főúttal és a 108. számú Debrecen-Füzesabony vasútvonallal párhuzamosan haladva keresztezi a Tisza-tó Poroszlói-medencéjének nyíltvízi szakaszát. A meglévő infrastruktúra töltésen vezetett, a Szomorka- és Eger-patak nevű belső vízfolyások fölött pedig többlettámaszú hidak segítségével szeli át a tározót.

Az Eger-patak a Tisza-tó természetes belső vízfolyása, a IX-es öblítő csatornarendszer egyik eleme. Csak a téli, kisvizes időszakban válik önálló mederré, ezért hagyományos értelemben vett vízfolyásként csak a tél idején mutatja meg magát. A Szomorka-patak (Bocskoros-híd) esetében pedig még mederjellegű terepalakulat sincs a hídnylásban. A „patakhidak” környezete hullámtér, mely az év nagyrésében vízzel borított. A hídszerkezetek a tározó egymással összefüggő vízfelületeit áthidalva biztosítanak közlekedési kapcsolatot a Tisza-tó medencéi között.

Engedélyezési tervek

A tanulmányterv megállapításai nyomán a kerékpárutat a vízfolyások felett a közúti és vasúti hidaktól független, kizárólag a kerékpáros forgalom részére kialakított hídszerkezetekkel vezettük át.

Az új hidak nyílásainak meghatározásakor figyelembe vettük a patakmeder és a tározó szélességét, a mértékadó árvízszintet, valamint a szomszédos közúti hidak nyílásbeosztását is.

A jelentős hosszban műtárgyakon vezetett nyomvonal miatt a kerékpárút költségei fajlagosan drágábbak, így a költséghatékony megoldás a hídtervezés során alapvető szempontként fogalmazódott meg. Ugyanakkor célul tűztük ki, hogy a tó környezetében létesítendő műtárgyak a gazdasági szempontokon túl megfeleljenek a különlegesen szép természeti környezetnek is. A műtárgyaknak tájba illeszkedőknek kellett lenniük, és akár a Nemzeti park szimbólumaként is értelmezhető formai elemet hozva.

A tanulmánytervben bemutatott „hullám” koncepciónak megfelelően kidolgozott folytatólagos ívek alkotják a főtartószerkezetet melyre a pályát fel-támasztottuk vagy függesztettük. Az ívek sugara változó, szinusz hullámhoz hasonló geometriájú. Támaszoknál az ívtartó a merevítő tartó alá bukik, mezőkben pedig a merevítőtartó fölött íveli át a hídnylást. Az ívek tetőpontjának magassága a merevítő tartó felett 5.81 m, a merevítő tartó alatt pedig 2.30 m.

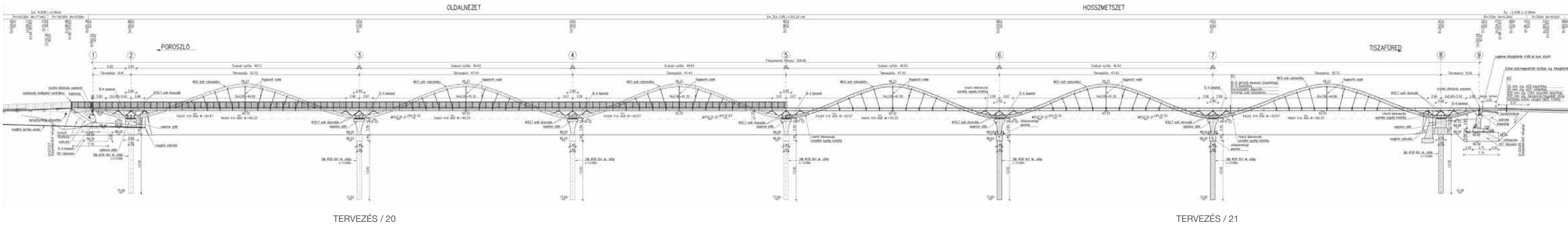
Az **Eger-patak** híd véglegesített szerkezete egy kilenc-támaszú, 8.45 m + 50.72 m + 4x47.43 m + 50.72 m + 8.45 m támaszkiosztású ortotróp pályalemezes, alsó- ill. felsőpályás acél ívhíd szekrény-keresztmetszetű merevítőtartóval. A felszerkezet teljes hossza 308.46 m.

A **Szomorka-patak** hídja pedig egy négytámaszú, 19.25 m + 47.40 m + 19.25 m támaszkiosztású, ototróp pályalemezes, alsó- ill. felsőpályás acél ívhíd, szekrény-keresztmetszetű merevítőtartóval. A felszerkezet teljes hossza 86.30 m.

A hidak teherbírása az e-UT 07.01.11:2011 Útügyi műszaki előírás szerinti 5 kN/m2 nagyságú gyalogos és kerékpáros teher. A hidakon 2x1.00 m széles kerékpáros forgalmi sávot vezetünk át. A két hídszerkezetet azonos típusú felszerkezettel, hasonló geometriájú alépítményekkel alakítottuk ki. Az eltérő támaszkiosztások miatt azonban – az inflexiós pontok számán kívül – az ívtartók alakja is kis mértékben különbözik a két híd esetében. Mindkét híd hegesztett acélszerkezetű, szekrénytartós felszerkezetének szélessége 3.91 m, a szerkezeti magassága pedig 60 cm. A hidakat közepén a pálya 5.81 m-re szélesítésével egy-egy pihenőhellyel is kibővítettük a tanulmánytervi koncepciónak megfelelően. A szekrény keresztmetszetű merevítő tartók felső öve 1.95 m, alsó öve pedig 1.36 m széles, melyhez 0.98 m hosszúságú, változó keresztmetszetű konzolos keresztartók kapcsolódnak. A vasbeton hídfők tömőrfalas szerkezetűek, merőleges, függő szárnyfalakkal. A hídfőket sicalapozással terveztük, a pillérek cölöpalapozásúak.

A híd tervezéséhez vízügyi alapadatokat a vízfolyást kezelő Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (KÖTIVIZIG) egyeztetttük.

18. ábra: Eger-patak híd oldalnézete és hosszszetsze



A hidépítési engedélyezési tervekre Nemzeti Közlekedés Hatóság Ütügyi, Vasúti és Hajózási Hivatala 2013. augusztus 30.-án szakhatósági állásfoglalásában hozzájárulást adott. Az engedélyezési terveire Heves Megyei Kormányhivatal Közlekedési Felügyelősége út- és műtárgyépítési engedélyét 2013. október 8.-án adta meg.

Kiviteli tervek

Az 1. és 2/A projektelemeket tartalmazó Poroszló-Tisza-híd északi hídfő közötti szakasz út- és vízépítési, forgalomtechnikai, hid- és műtárgy kiviteli tervek készítését Pannonway Építő Kft. nyerte és végezte el. A hidépítési szakági tervezési feladatokat a Speciálterv Építőmérnöki Kft. készítette.

Alépítmények

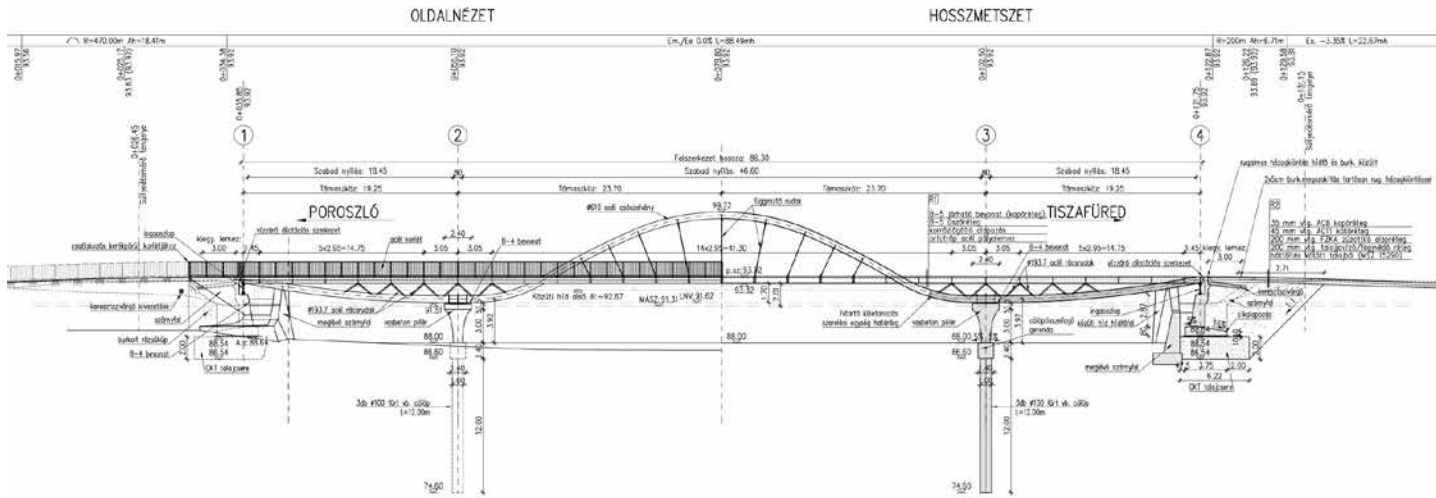
A hídfőket sicalapozással terveztük. A hídfő alaptestek 3.75x5.00 m alapterületűek, 40-80 cm között változó vastagsággal. Felső síkjukat 5%-os keresztelésű.

A vasbeton hídfő tömör szerkezetű, 3,91 m szélességű és változó vastagságú. A hídfőfallal egybeépülnek a 30 cm vastagú, függő vb. szárnyfalak. A felszerkezetet megtámasztó ingaoszlopok mögötti földtömeget a nyílás felé 30 cm vastag, a hídfőfallal egybebetonozott térdfal határolja.

A közbenső pillérek alatt 3 db Ø100 cm átmérőjű fúrt cölöpből álló cölöpalapozást terveztünk. A cölöpök tengelytávolsága 3.00 m, a cölöpök hossza 13.00 m. A cölöpösszefogó gerendák 8.00 x 1.40 x 1.40 m befoglaló méretűek, a pillér alatt szélességük 1.40 m-ről 3.00 m-re növekszik. A 3 – 7 jelű támaszoknál a cölöpösszefogó gerendák 8.00 x 1.40 x 1.40 m-esek. A cölöpösszefogók felső síkja 5%-os keresztelésű. A pilléreket a cölöpösszefogó gerendákba befogottan alakítottuk ki.

A pillérek a cölöpösszefogó gerenda felső síkjáról indulnak, ovális keresztmetszeti kialakítással. A hidak mederpilléreinek keresztmetszete felfelé haladva 3.00 m magasságig sudarasodik. A pillérek tetején az ívtartók fogadására kialakított ovális alaprajzi kialakítású, 51.5 cm vastagságú szerkezeti gerendák készültek. A teljesen egyedi megjelenésű, minden irányból karcsú megjelenésű pillérek geometriai tervezése 3d modellezéssel készült. Az alsó és a felső ovális keresztmetszetek főtengelyei egymásra merőlegesek. A pillérek alján a vízfolyás irányában, felül pedig a híd hossz tengelye irányában állnak. A függőleges pillérvasak egyedi alakjait a térbeli felület modelljén felvett keresztmetszetek segítségével szerkesztettük ki.

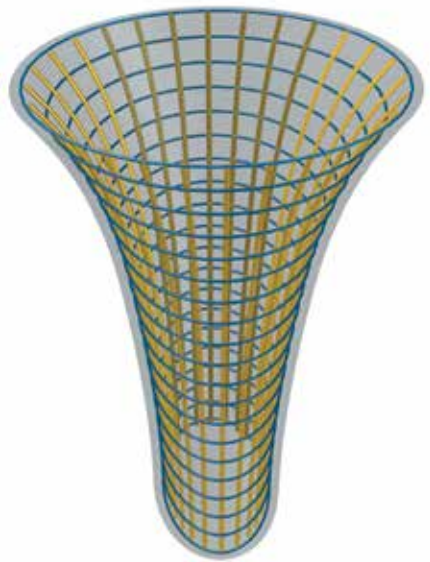
19. ábra Szomorka-patak híd oldalnézete és hosszmetsete



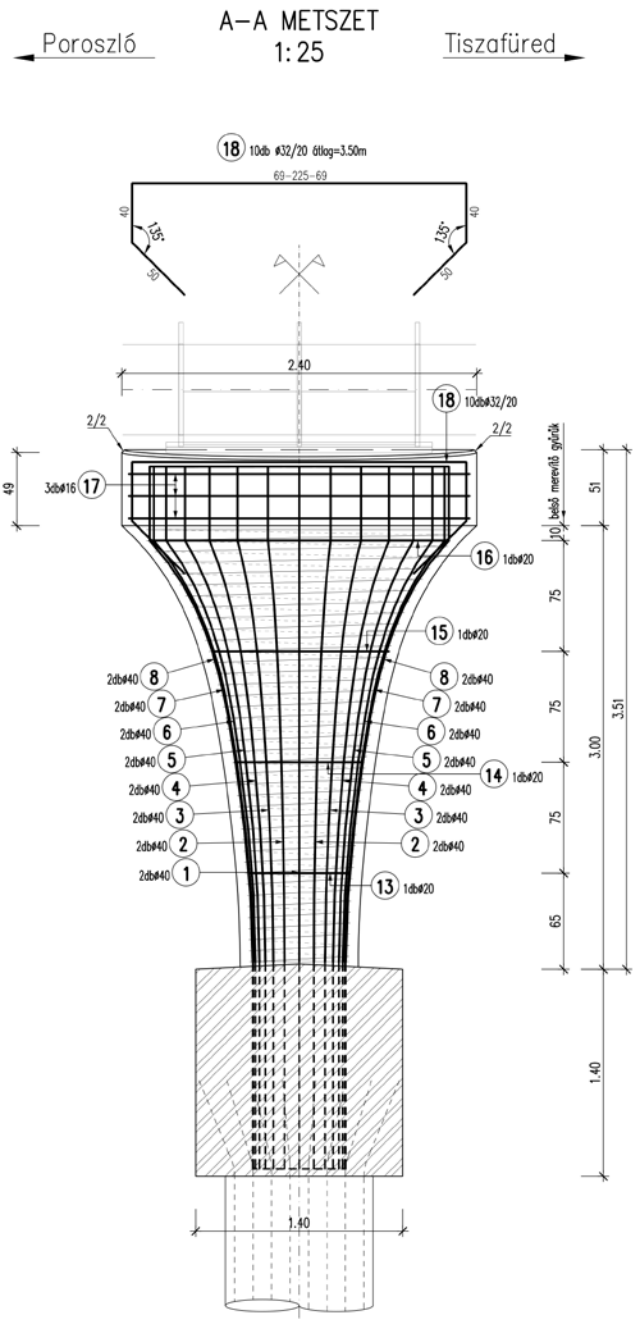
Felszerkezetek

Az Eger- és Szomorka-hidak felszerkezete ortotróp pályalemezes, alsó-ill. felsőpályás acél ívhíd szekrény-keresztmetszetű merevítőtartóval. A szerkezeti magasság 60 cm. A szekrény keresztmetszetű merevítő tartók felső öve 1.97 m, alsó öve pedig 1.39 m szélességű. A pályalemez 100x12 mm keresztmetszeti méretű hosszbordákkal merevített, melyek távolsága 400 mm. A szekrénytartó gerincei a függőleges irányhoz képest 29°-kal kifelé döntöttek.

A szekrénytartó gerincéhez 0.98 m hosszú változó keresztmetszetű (h=60-31cm) konzolos keresztartók kapcsolódnak, távolságuk között 2.95 m, a támaszok mellett pedig 3.05 m. A pályalemez teljes szélessége 3.91 m, lemezvastagsága 12 mm. A pályalemez 3%-os két irányú keresztelésű, hosszirányú emelkedése nincs. A középső támaszközbén mezőközépen a pályalemez 6.31 m-re szélesedik, alaprajzilag íves kialakítással.



20. kép: A pillérek kontúrvasalásának térbeli modellje



21. ábra Pillér vasbeton terve

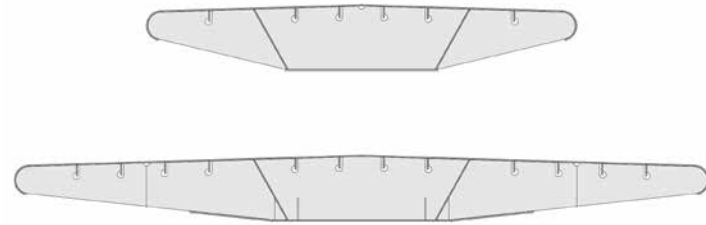
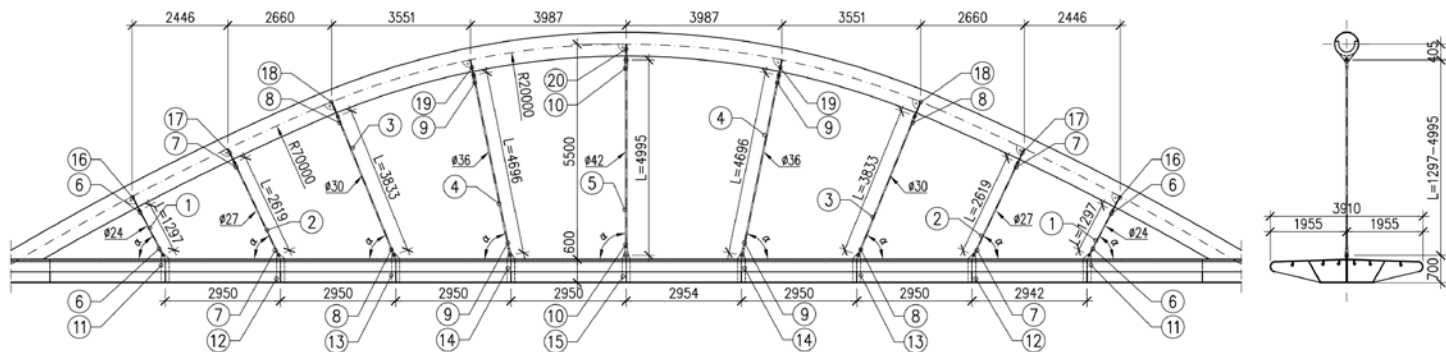
A főtartó ívek sugara változó, mindkét híd szerkezeti hossza mentén több inflexiós pontban változtatja előjelét.

Az ív tetőpontjának magassága a pályaszinttől mérve a merevítő tartó felett 5.81 m, a merevítő tartó alatt pedig 2.31 m. Az ív fő-tartók Ø610 keresztmetszetű csőszelvények, változó falvastagsággal. A pillérek felett a csőtartó 3.00 m-en vízszintes, falvastagsága 40 mm. A vízszintes szakaszon a csőben hosszirányú merevítő bordákat terveztünk. A pillér és hídfő között a csőtartó falvastagsága 16 mm. A pillérek közötti szakaszokon 16 mm-es és 10 mm-es falvastagságú szelvényeket alkalmaztunk.

Az ívtartó pillérekhez kapcsolódó alsó szakaszait az alsó szerelési egység határáig kibetonozással merevítettük. A betonozó-levegőztető nyílásokat az acélszerkezet gyártmányterveinek készítésekor alakítottuk ki.

A merevítőtartó és az alatta vezetett csőtartó között Ø193.7x20 mm csőszelvényű rácsozás biztosítja a merevítőtartó alátámasztását. A rácsrudak a merevítő tartó gerincvonalába kötnek be. A rácsrudak alsó végeiken közvetlenül az ívtartó palástjához csatlakoznak, az ívtartó belsejében a csomópontokat körbemenő keresztirányú bordával merevítettük.

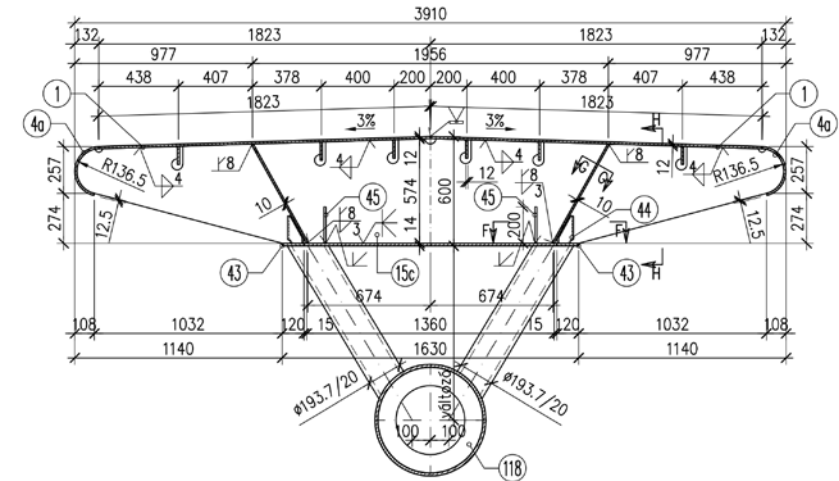
23. ábra: Függesztőrudak



22. ábra: Merevítőtartó keresztmetszete normál és szélesített szakaszon

A merevítő tartó és a felette vezetett csőszelvény között sugarasan elhelyezett függesztő rudak találhatóak. A függesztő rudak keresztmetszete az igénybevételekhez igazodva Ø24-42 között változó.

A függesztő rudak alsó csomópontjai a kereszttartók vonalába csatlakoznak. A hídfő támaszoknál a reakciók felvételére a merevítő tartóban végkereszttartókat alakítottunk ki. A végkereszttartók magassága megegyezik a közbenső kereszttartókkal, lemezzavastagságuk 16 mm. A hídfőknél a felszerkezet vízszintes keresztirányú elmozdulását acélszelvényekkel akadályoztuk meg.



24. ábra: Felsőpályas szakasz keresztmetszet

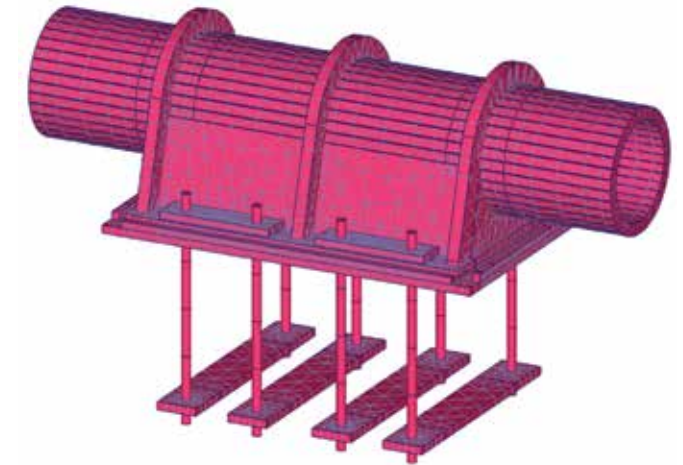
Statika

A felszerkezet és az alépítmény kapcsolatának megtervezésekor egyedi megoldások alkalmazására volt szükség. A hosszú, helyszínrailag egyenes, csőtartókon támaszkodó szerkezeteken a megtámasztásoknak nyomatékíró merev befogást kellett biztosítanunk a tér minden irányában (M_x, M_y, M_z), ezért a klasszikus saruszerkezeteket, saruelrendezési megoldásokat nem alkalmazhattuk.

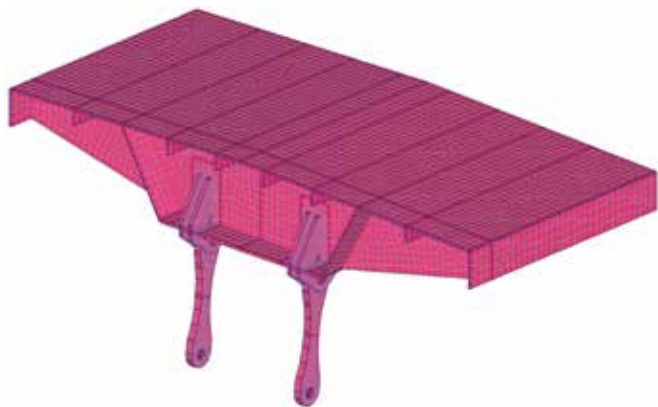
Az ívtartók alátámasztása a pillérekön hossz- és keresztirányban nyomatékíró kapcsolattal történik. A merevített lekötő szerelvény fix megtámasztást biztosít a pillérfejekbe bebetonozott tőcsavarokkal.

Az Eger-híd felszerkezete a középső 3 pilléren fix megtámasztású, a szélső 2-2 pilléren a hosszirányú elmozdulás a lekötő szerelvénybe helyezett teflonréteggel biztosított. A Szomorka-híd felszerkezete mindkét közbenső pilléren fix megtámasztású. A hőmozgások mindkét műtárgy esetében a két hídfő felé egyenletesen alakulnak ki.

A hídfőknél a függőleges megtámasztást 2-2 ingaoszlop biztosítja. Az ingaoszlopok a híd hőtágulásból adódó hosszirányú mozgását engedik, a függőleges erőt pedig közvetítik a hídfőre. A hídvégek keresztirányú elmozdulását a hídfő térfalakra rögzített nyíró tüskék gátolják meg – cső a csőben rendszerrel, a dilatációs mozgások akadályozása nélkül. A folytatódó többszörös, hullámzó ível merevített híd a közbenső támaszoknál mereven, a hídfőknél csuklósan megtámasztott. A merev közbenső megfogások miatt a felszerkezet és az egysoros cölöpös alé-



25. kép: Csőtartó egyirányban mozgó lekötésének végelelemes modellje



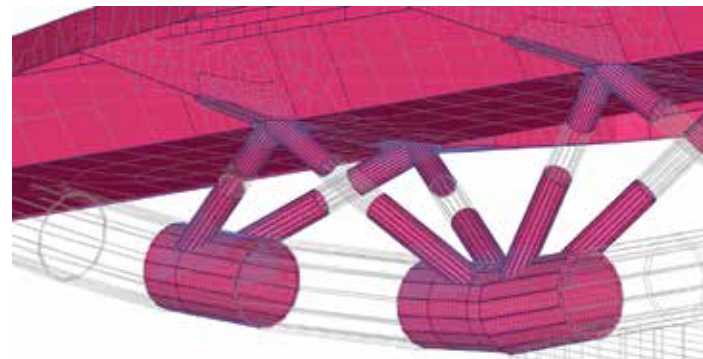
26. kép: Végkereszttartó és ingaoszlopos támaszok végelelemes modellje

A pillérek geometriája az esztétikai szempontok mellett statikai szempontokat is követ. Cél volt az igénybevételkövető kialakítás, mely révén a cölöpösszefogó felé haladva a pillér merevségét fokozatosan csökkentettük.

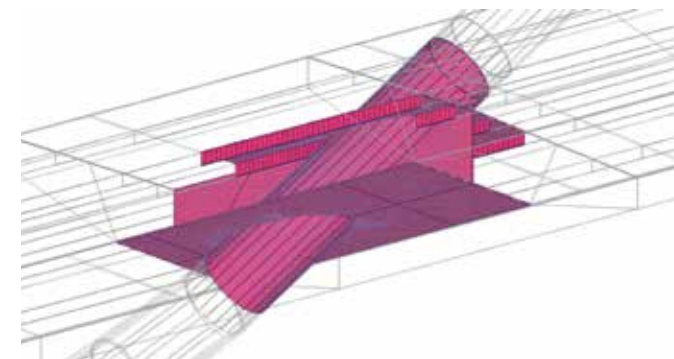
Mivel a szerkezet a cölöpökkel az altalajba befogott, és a talaj befogási merevsége visszahat a felszerkezet igénybevételeire, a cölöpök ágyazási merevségét szélesebb tartományban, több esetre is vizsgáltuk. A cölöpöket határrugós ágyazással modelleztük. Az Eger-patak esetében a közbenső 3 pilléren lévő fix megfogás a fentiek alapján végzett eredmények alapján megfelelőnek bizonyult.

Az ív kialakításakor a szinusz hullámot idéző alak koncepcionális döntés volt. Ennek aránya és optimális geometriája a tervezés fázisai során többször módosult, hangolódott, hogy egyszerre feleljen meg a statikai, esztétikai, és a gyárthatóság szigorú feltételeinek.

27. ábra: Eger-patak híd végelelemes modellje



28. kép: Övlemezrel merevített kereszttartók végelelemes modellje a kiszélesedő pályalemezél

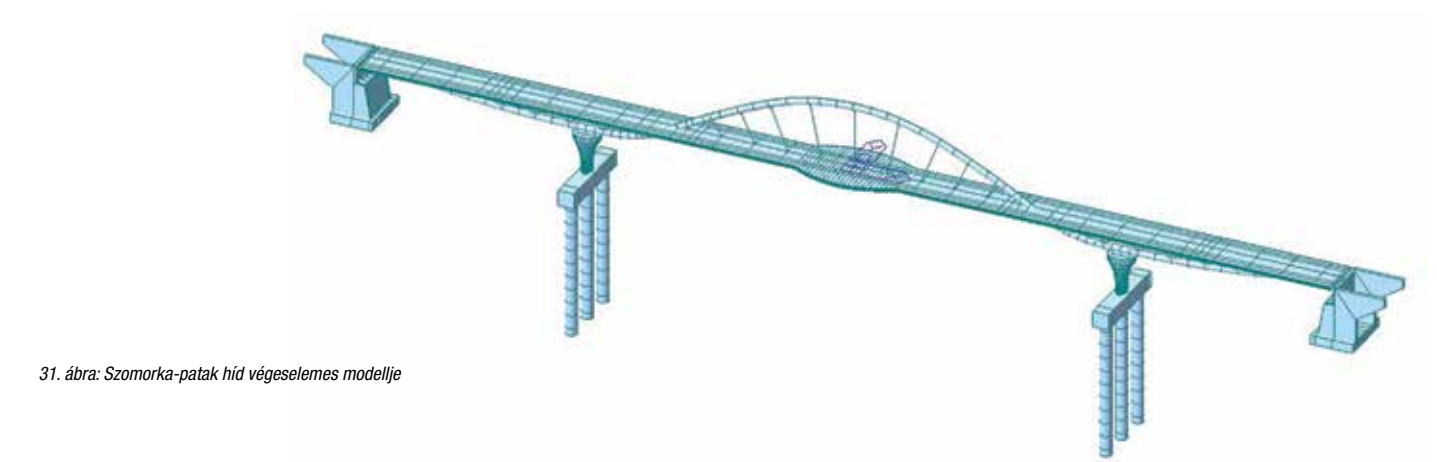


29. kép: Merevítőtartó és ívtartó kapcsolata

A függesztőrudak az építéstechnológia részeként kerültek megfeszítésre. Oly módon, hogy a merevítő tartó és az ívtartó készre hegesztését követően a megadott sajtóerővel meg kellett emelni a merevítőtartót a mezőközépen 15mm-rel, hogy utána a járom reakciókat és hozzáadott sajtolási erőt megszüntetve, a rudakban a megfelelő feszítő (húzó)erő ébredjen. Ezáltal a rudak egyesével való feszítése elkerülhető volt, amely nagy könnyebbséget jelentett a kivitelezés során.

30. ábra: Rudak feszítése a merevítőtartó megemelésével





31. ábra: Szomorka-patak híd végeseleemes modellje

Dinamika

Az Eger- és Szomorka-hidak sajátossága, hogy mindösszesen egy ívvel merevítettek. Bár a merevítőtartó csavarómerev szekrény keresztmetszetű, ugyanakkor a hidak csak a pillérek feletti pontokban vannak befogva egy nagy falvastagságú csőkeresztmetszettel. A kiviteli tervezés során, teherbírási (szilárdsági, stabilitási) és a használhatósági (hasznos terhekből keletkező alakváltozás) megfelelések kimutatását követően elvégeztük a hídszerkezet dinamikus terhelésekre való vizsgálatát is. A dinamikus terhelésekre kapott szerkezeti válaszokból kimutatható volt, hogy a felszerkezet csavarási merevségének növelése volt szükséges, mivel a kitűzött komfortfokozathoz tartozó gyorsulási kritériumokat a szerkezet első körben még nem teljesítette. A komfortérzettel kapcsolatos kritériumokat általában akkor szükséges igazolni, ha a felszerkezet alaprezgésszáma kisebb, mint 5.00 Hz függőleges rezgések esetén, 2.50 Hz vízszintes síkú (keresztirányú) és csavarási regések esetén. A két híd több sajátrezgés-alakja is a gyalogosdinamikailag érzékeny tartományba esett. A hidak alapvetően kerékpáros funkció kiszolgálására épültek, és a kerékpáros nem okoz olyan jellegű dinamikus hatást, mint egy hídon áthaladó gyalogos, ugyanakkor fontos volt a hidak dinamikai megfelelőségének, komfortérzetének javítása.



- A dinamikai érzékenység csökkentésének érdekében a következő eszközökkel éltünk:
- dinamikus terhelés számításakor a támaszrugók merevségét növeltük – a nemzetközi szakirodalmi ajánlásoknak megfelelően,
 - a korábban alkalmazott Ø100x20-as rácsrudak keresztmetszetét Ø193.7x20 szelvényre növeltük,
 - az alsó ív szakaszokat részben kibetonoztuk, amellyel a merevség növeltük és az alkalmazott beton által javult a szerkezet csillapítása is.

- A felsorolt módosítások hatására az **Eger-patak** hídjánál
- az 1. csavaró rezgés frekvenciája 1.61 Hz-ről 2.41 Hz-re,
 - az 1. hosszirányú rezgés frekvenciája 1.47 Hz-ről 1.95 Hz-re,
 - az 1. hajlító rezgés frekvenciája 2.54 Hz-ről 2.74 Hz-re növekedett.

HOSSZIRÁNYÚ REZGÉS
1.
1.95

CSAVARÓ REZGÉS					
1.	2.	3.	4.	5.	6.
2.41	2.41	2.50	2.58	2.63	2.70

HAJLÍTÓ REZGÉS						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
2.74	2.78	4.67	4.91	5.29	4.47	4.70

Az így számított frekvenciák és a hozzájuk tartozó rezgésalakok a következők:



- A módosítások változtatások hatására a **Szomorka-patak** hídjánál:
- az 1. csavaró rezgés frekvenciája 1.91 Hz-ről 2.43 Hz-re,
 - az 1. hosszirányú rezgés frekvenciája 2.53 Hz-ről 3.63 Hz-re,
 - az 1. hajlító rezgés frekvenciáját 4.80 Hz-ről 5.72 Hz-re növekedett.

Hosszirányú rezgés	Csavaró rezgés			Hajlító rezgés	
1.	1.	2.	3.	1.	2.
3.63	2.43	3.86	5.57	5.72	6.48

Az így számított frekvenciák és a hozzájuk tartozó rezgésalakok a következők:

A dinamikai számítások során a hídon gyér gyalogos forgalmat feltételeztünk. A gyalogosdinamikai ajánlások szerinti besorolásban: „Átlagos használatú gyalogos híd, amelyen alkalmanként nagyobb gyalogos csoport halad át”.

3. TISZA-HÍD

3.1. Meglévő, rácsos öszvér híd

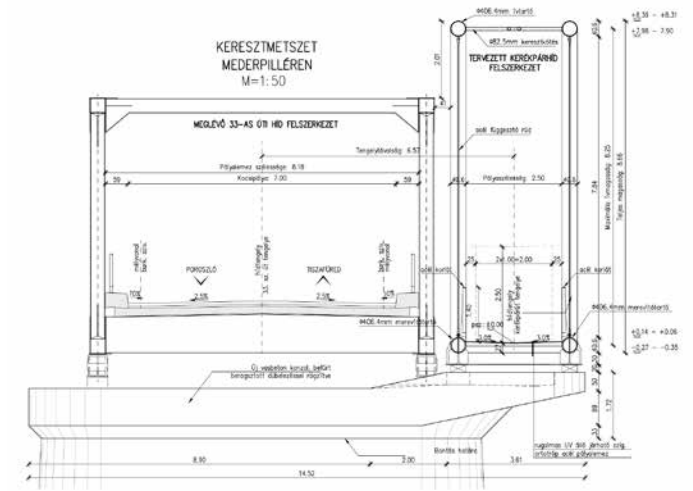
A Poroszló és Tiszafüred közötti közúti átkelés lehetősége 1891 óta adott volt a térségben. A Tiszán közúti-vasúti híd biztosította az átjutást. A közúti-vasúti híd két mederpillérét 1919-ben felrobbantották, majd a világháborút követően a szerkezetet helyreállították. 1937-ben a közúti-vasúti hídon az elégtelen teherbírás miatt forgalomkorlátozást kellett bevezetni. Ekkor új vasúti híd építését vették tervbe, a kifolyási oldalon vele párhuzamosan, azonos támaszkiosztással közúti átkelő építésével együtt. A közúti átkelő alépműveit 1941/42-ben készítették el. Azonban a háborús cselekmények miatt a felszerkezet elhelyezésére már nem volt mód. A meglévő pilléreket a háború során nem robbantották fel, azonban kis mértékű károsodások érték őket. A végleges közúti átkelő tervezése 1962-ben kezdődött. A tervező az UVATERV (Kékedy Pál) volt. A kivitelezett híd hegesztett rácsos acél-szerkezetű medernylásokkal, és szekrényes öszvérszerkezetű ártéri nyílásokkal valósult meg.

A híd alépítményeit érintő jelentős változtatás az átadás óta nem történt. Az I.-III. jelű pillérek keszon alapon állnak. A keszon alaprajzi mérete ~5.5x11.0 m. A pillérek 1:20 hajlással készültek. A külső felületükön terméskő burkolattal ellátva. A kitöltő anyag a teljes szerkezetben vasalattal betonszerkezet. A keszon mélysége rendre 21.23 m, 22.53m és 21.85 m. A IV. jelű pillér facölöpös alapozású. A cölöpösszefogó magassága 1.80 m. A teljes falazat úsztatott betonból készült.

3.2. Tervezett kerékpáros híd

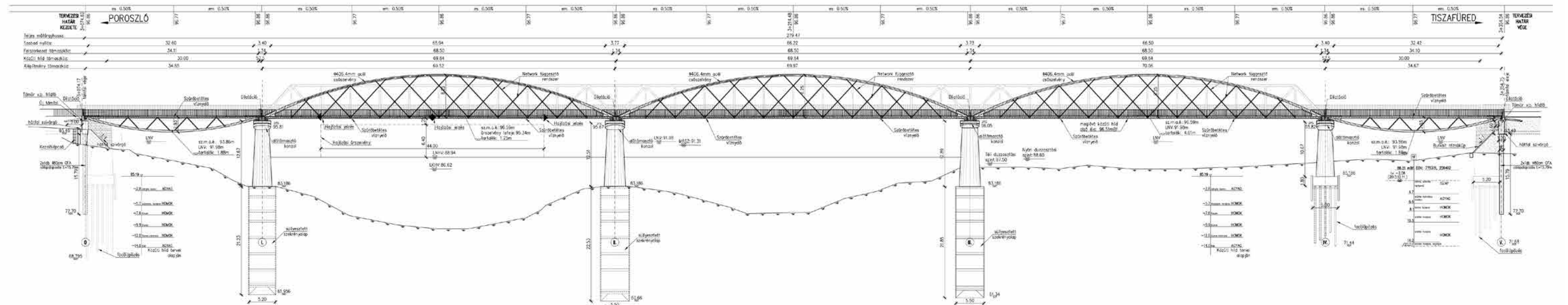
A tervezett kerékpáros Tisza-híd a meglévő közúti híd kőborítású beton pillérjeit felhasználva, a vasbeton konzolokon támaszkodik fel. Az új híd szélső támaszaiként pedig új vasbeton hídfők készülnek a közúti híd hídfői mellett. A meglévő hídpillérek fejerendáinak 50-50 cm-es szélesítése azok körbeköpenyezésével és az új vasbeton fejerendakiegészítés konzolos kialakításával.

Az új szerkezetet befűrt, beragasztott betonacélokkal és az új vasbeton köpenynek a régi felületre történő feszítésével rögzítettük a régi fejréndákra.



33. ábra: Tisza-híd – Általános terv részlet

32. ábra: Tisza-híd – Általános terv – oldalnézet



Az új kerékpárhíd felszerkezeti rendszere a szélső mezőkben kéttámaszú felsőpályás rácsos szerkezetű, a közbelső három mezőben pedig kéttámaszú alsópályás acél ívhidak sorozata. A tervezett karcsú ívhíd szerkezet kiválasztásakor meghatározó szempont volt, hogy a felszerkezet minél kisebb súlyú legyen, hogy az új vasbeton konzolra minél kevesebb teher jusson. Az ívtartó függesztő rúdjai network rendszerben kerültek kialakításra, melynek hálózata követi a meglévő közúti híd rácsos tartójának rácsrúd-kiosztását. A network hálós ívhidak előnye, hogy a merevítőtartóról a ruda-kon keresztül felvett terheit az ívszerkezet az egymást keresztező függesztőelemekből álló hálós kialakítás miatt egyenletesebben kapja meg, mint a hagyományosabb, függőleges- vagy radiális felfüggesztésű ívhidak eseteiben. Ez a kialakítás a jelentős hasznos teher/önsúly aránnyal rendelkező hidaknál jelent különösen előnyt a nagy koncentrált terhelések esetére, ilyenek a vasúti hidak és a gyalogos hidak.

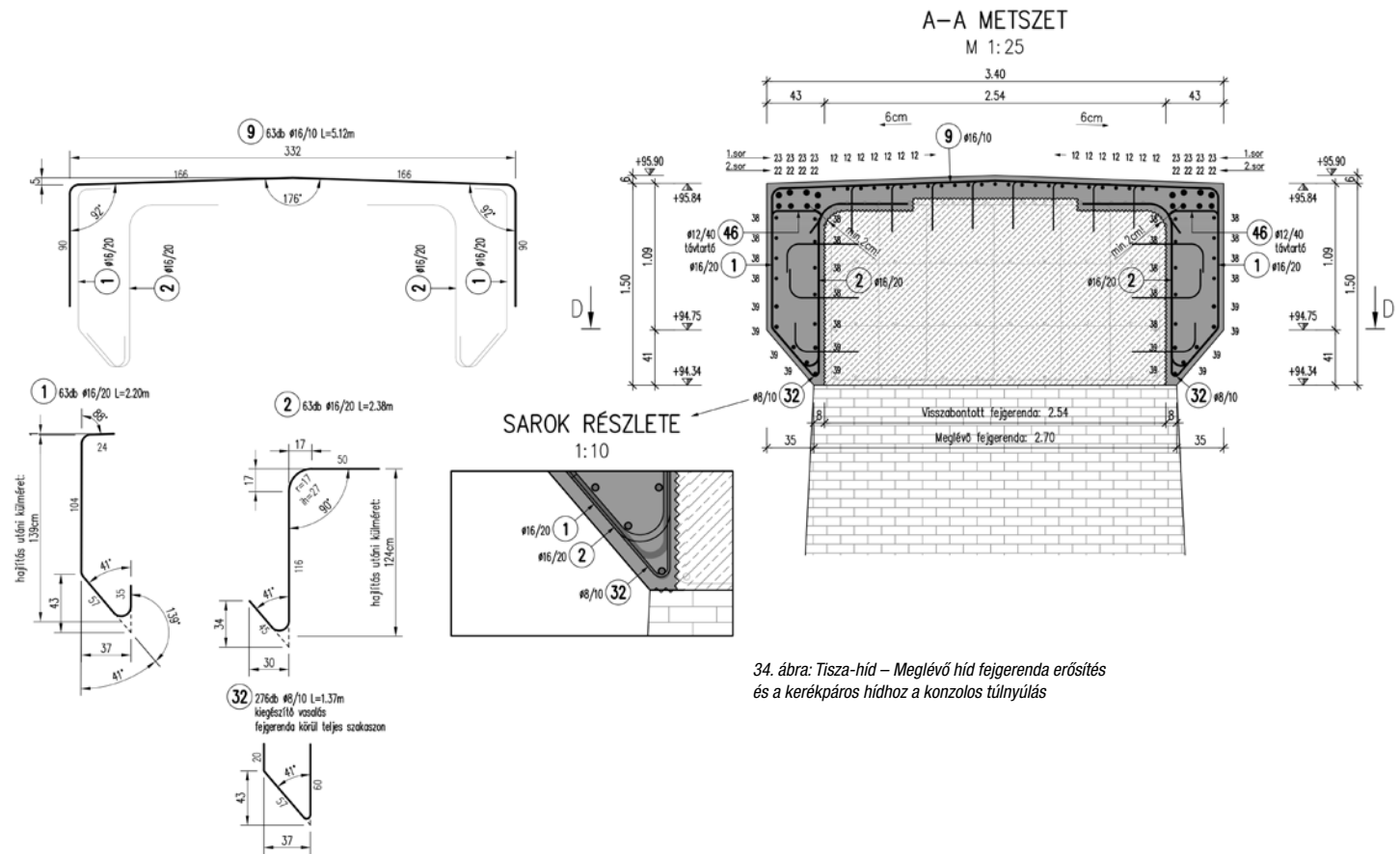
Jelenlegi műtárgy felhasználása közbelső támaszokként

A kerékpáros híd a fejgerendák oldalirányú szélesítéseit mind acél majd vasbeton konzol figyelembevételével is vizsgáltuk. A kiviteli tervhez készített szakértői vélemény kiemelten vizsgálta a közúti híd meglévő fejgerendáinak állapotát. A szakértői vélemény – összhangban a 2012-ben készült hídvizsgálattal – a szerkezeti gerendákat felületét leromlott állapotúnak ítélte, ezért a szerkezeti gerendára rádúbelezett acélkonzol acél-beton kapcsolatánál a befűrt beragasztott acélbetétek mellett az átmenő acélcsapokat is szükségesnek tartotta. A régi és új beton együtdolgozás erősítésére a feszített kapcsolat adta a legjobb lehetőséget.

A kiviteli tervek alapján a fejgerendákat felületén min 10 cm-ben vissza kellett vésni minden oldalon és az így felszínre kerülő betonacélok tisztítás és passziválás után az új betonba bekötve felhasználhatóvá váltak. Ezt követően befűrt beragasztott tüskékkel a teljes fejgerendát körbe kellett köpnyezni monolit vasbeton szerkezettel és a tervezett kerékpáros híd felé a vasbeton fejgerendaerősítést konzolos túlnyújtani. A konzolosan túlnyújtott fejgerendába eredetileg egy-egy acél merevbetétet terveztünk, melyek a régi szerkezethez hozzá lettek volna tüskézve és a végleges teherbírásuk mellett az ideiglenes állványt és zsaluzatot is rájuk lehetett volna függeszteni. A szak kivitelező végül a pillértestre felrögzített állványokat alkalmazott, így a merev tartóbetétek elhagyhatóvá váltak.

A kivitelezés során a meglévő pillér falazatok hiányzó részeinek fugázása is elkészült, mint ahogyan a kőfalazat mögötti pillértest homogenitását ellenőrző magminták vétele. A magminták a pillértestet homogén kitöltött állapotúnak mutatták, beavatkozást nem igényeltek. Az építési fázisban a zsaluzat másfajta függesztése miatt a merevbetétek elhagytuk és a fejgerendákat Dywidag feszítőrúdadkkal erősítettük. A feszítés a kapcsolódó „súrlódó” felületekre adódó normálerejével növeli a régi és új beton kapcsolat biztonságát. A feszítőrúd alternatívájaként felmerült a pászmás feszítés lehetősége is, de a szak kivitelezővel egyeztetve a Dywidag rudas megoldás mellett döntöttünk a következő okok miatt:

- A keresztirányú feszítés elemei rövidek így az ékcsúszás hatása kevésbé jelentős.
- Dywidag rúd esetén nem volt szükség helyigényes trombitafej alkalmazására.
- A lehorgonyzó lemez mérete tetszőlegesen felvehető volt így a felhasadás hatását csökkenteni tudtuk.
- A feszítőrúd fajlagos felülete kisebb, ezért a korróziós érzékenysége alacsonyabb. Továbbá az injektálás is biztonságosabban kivitelezhető volt.
- A feszítőrúd a feszítőerő későbbi csökkenése esetén is – mivel kiinjektált – csaphatással is képes nyírásra dolgozni.



34. ábra: Tisza-híd – Meglévő híd fejgerenda erősítés és a kerékpáros hírhoz a konzolos túlnyúlás

35. kép: Tisza-híd – Kiviteli látványterv



Hídfők

Az új hídfők helyszíni betonozással, monolitikusan készültek.

A vasbeton hídfő tömör szerkezetű, 4.60 m szélességgel és 1.20 m vastagsággal. A 2.56 ill. 2.60 m magasságú hídfőfal tetején 50x50 cm alapterületű, 25 cm magas saruzsámolyokat alakítottunk ki a felszerkezet saruinak fogadására. A saruk mögötti földtömeget a nyílás felé 40 cm vastag, a hídfőfallal egybebetonozott térdfal határolja, valamint a hídfőfal hátsó síkjától indított „U” alakú súlytámfalak.

Felszerkezet

Pályalemez, merevítőtartók

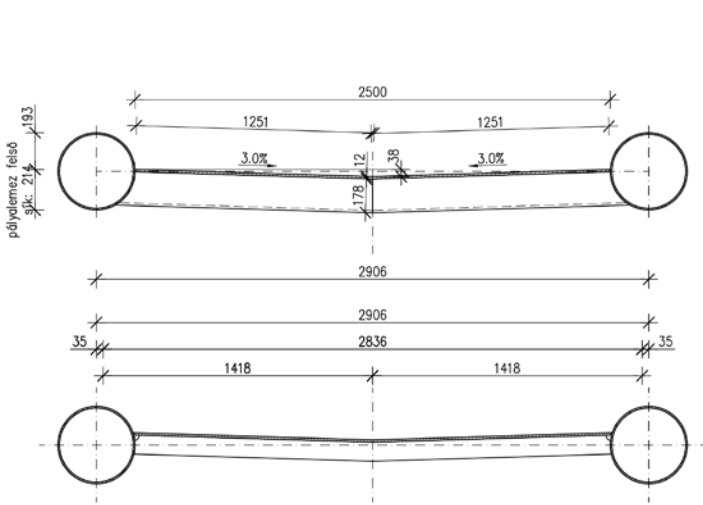
A 3.31 m széles felszerkezeten az ívek között 2.50 m-es útpálya szélesség biztosított. A merevítőtartók és az ívtartók Ø406.4 mm átmérőjű CHS szelvény-keresztmetszetűek, keresztirányú 100 mm x 10 mm keresztmetszetű laposacél bordás ortotróp pályalemezzel. A rúdbekötéseknél félcső keresztmetszetű keresztartók találhatók. A szerkezeti magasság megegyezik a cső átmérőjével. A pályalemez teljes szélessége 2.50 m, vastagsága 12 mm, kétoldali 3%-os keresztessel a középvonalonban elhelyezett mélyvonal irányába. A híd hosszirányú lejtése 0.5%-os hullámoztatással került kialakításra, 17.5 m-ként víznyelőt elhelyezve.

Ártéri hidak, feszítőmű

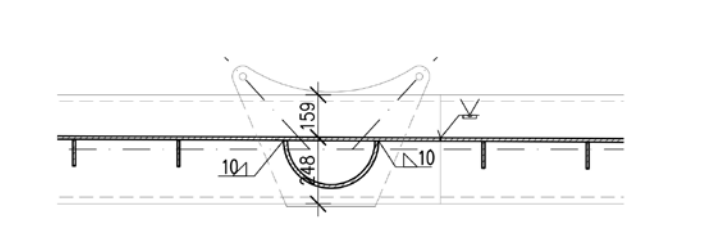
A hídszerkezet szélső, 34.11 m támaszközü mezőit felsőpályás feszítőműves szerkezeti rendszerrel terveztük. A feszítőmű tengelye íves, melynek belógása a pályaszinttől 2.90 m. A feszítőmű alsó övrúdjai Ø355.6 mm átmérőjű változó vastagságú CHS szelvény-keresztmetszetűek.

A ferde kitámasztó rudak Ø101.6 mm átmérőjű CHS szelvény-keresztmetszetűek.

A kéttámaszú tartók végkereszttartóinak gerince 580 mm x 20 mm, övei pedig 300mm x 20 mm keresztmetszetűek. Az 5.82 m-ként elhelyezett keresztartók félcső keresztmetszetűek 195.51 mm külső sugárral.



36. ábra: Tisza-híd – Merevítőtartó keresztmetszet

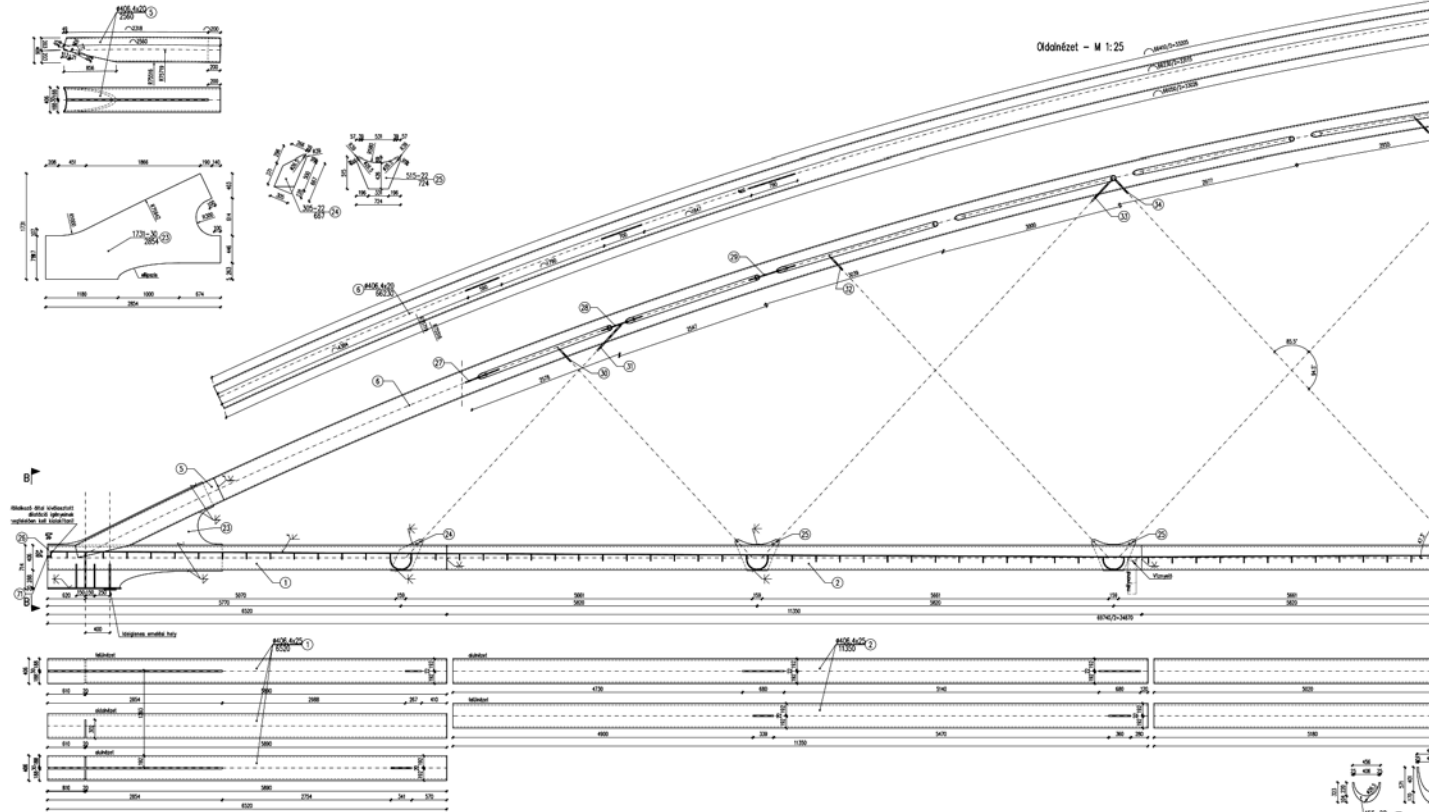


37. ábra: Tisza-híd – Merevítőtartó rúdbekötés

Mederhidak, ívtartó

A 3 db 68.50 m támaszközü közbenső nyílások szerkezeti rendszerre kéttámaszú alsópályás acél ívhíd. Az ív tengelyének magassága a pályaszint felett 8.187 m, szelvénye Ø 406.4 mm átmérőjű változó falvastagságú körszelvény-keresztmetszetű. Az ívhíd nyílmagassága igen lapos $f/L \sim 0.12$.

Az ívtartó függesztő rúdjai un. network rendszerűek, melyek hálózata követi a szomszédos közúti híd rácsos tartójának rúdkiosztását, így az alsó függesztő pontok távolsága 5.83 m. A függesztő rudak keresztmetszeti kialakítása Ø27 mm átmérőjű tömör szelvényű rudak. Az ívtartó keresztkötései Ø82.5 mm átmérőjű 7.1 mm falvastagságú körszelvény-keresztmetszetű rudak.



38. ábra: Tisza-híd – Meder híd elem gyártmányterv részlet

A kéttámaszú tartók végkereszttartóinak gerince 582 mm x 20 mm, övei pedig 300 mm x 20 mm keresztmetszetűek. A 4.00 m-ként elhelyezett keresztartók gerince 160 mm x 12 mm, övei pedig 140 mm x 14 mm keresztmetszetűek.

A híd főbb paraméterei:

• Támaszköz:	34.11 + 3x68.50+34.10 m
• Felszerkezet hossza:	279.47 m
• Hídszélesség:	3.312 m
• Átvezetett út szélessége:	2.00 m
• Kerékpáros úrszelvény:	2.50 m

Statikai viselkedés

Az ívhíd nyílmagassága lapos $f/L \sim 0.12$, de a network rendszerű hidak előnyéből fakadóan az ív nem kap akkorai hajlítást, mint a függőleges vagy sugaras rudazatú ívhidaknál. Az ív karcsúságával a szélfelület csökkenthető volt, ugyanakkor a nyílások méretéhez képest a keskeny híd kedvezőtlen, mivel a szél borító hatására érzékenyebb a szerkezet. Ezért a saruknál szükség volt húzott saruk alkalmazására.

A híd tervezett teherbírása 2.50 kN/m² gyalogos-kerékpáros teherre lett méretezve, az e-UT 07.01.12:2011 külterületi hidakra tett előírásnak megfelelően, e teher azonos az MSZ-EN előírásaival.

A híd hasznos parciális leterheléseiből kialakuló burkoló lehajlási ábrát alapján a kialakuló alakváltozások az útügyi műszaki előírás L/400-as kritériumát messzemenőleg teljesítik. Az L/400-as határérték a kis nyílás esetén 85 mm, míg a nagy nyílás esetén 171 mm.

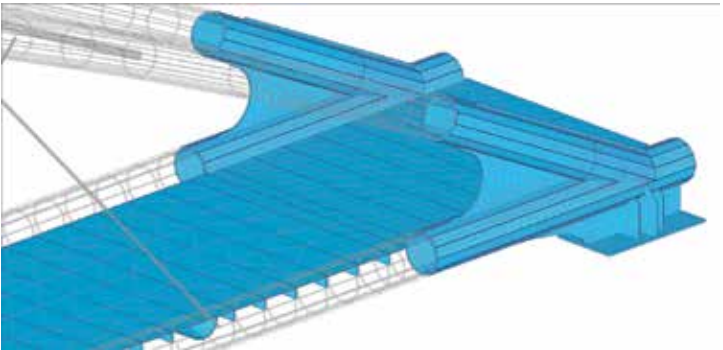
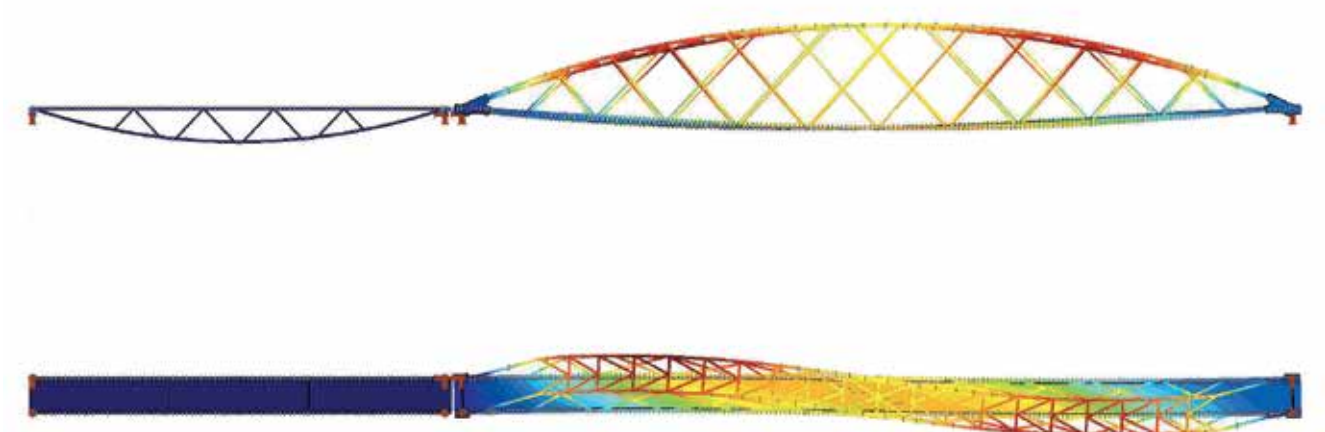
A híd szerkezet kellően merev ezért elhangolásra, beépített csillapítókra nem volt szükség. Kezdeti tervfázisban felmerült a csövek kibetonozása, de végül a többlett súlyra nem volt szükség, azt az acélszerkezeti elemek vastagságaival kezelni tudtuk és így a meglévő híd fejgerendájára is kisebb tömeg hárult.

A híd sajátfrekvenciái önsúlyra:

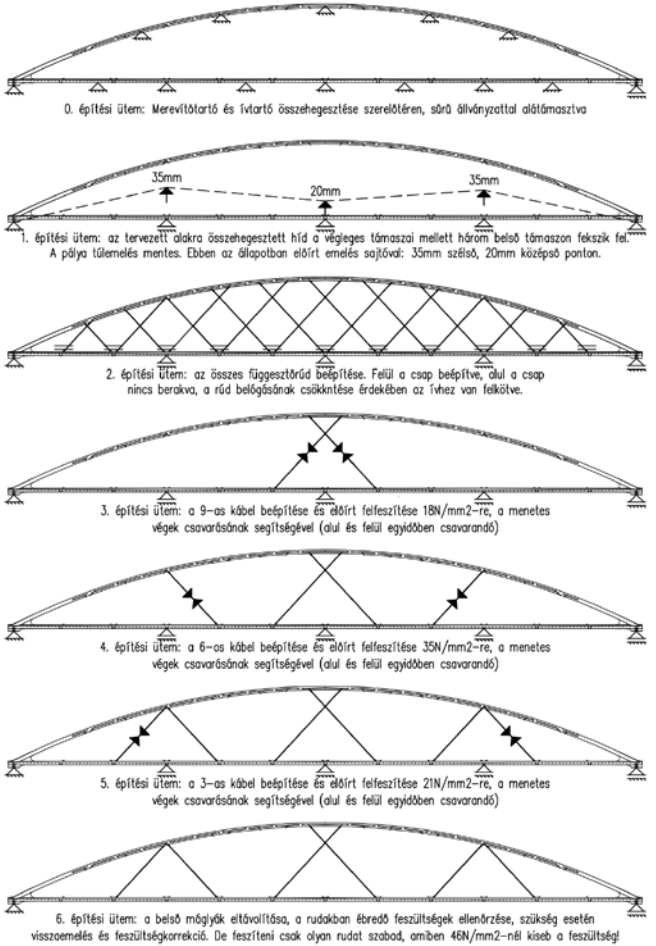
- 1.43 Hz – Meder elem oldalirányú lengése, a pályalemez kissé csavarodik
- 2.88 Hz – Meder elem oldalirányú lengése, a pályalemez és az ív ellentétes irányba leng ki
- 3.81 Hz – Ártéri elem oldalirányú lengése, a pályalemez kissé csavarodik
- 4.12 Hz – Meder elem csavaró lengése kombinálódik a híd hajlító rezgésével
- 4.17 Hz – Meder elem csavaró lengése kombinálódik a híd hajlító rezgésével
- 4.85 Hz – A híd fél szinusz alakú hajlító lengése

A fenti sajátfrekvenciaértékek nem esnek bele a gyalogosoknál érzékeny frekvenciatartományokba. A hidak alapvetően kerékpáros hidak és a kerékpáros nem okoz olyan jellegű dinamikus hatást, mint a gyalogos, de a Csárda melletti szakaszon fennáll a lehetősége annak, hogy az emberek felsétáljanak a hídra. Az ívszerkezet keresztkötéseinek hálózátát több változattal is vizsgáltuk és végül a „K” rácsozású rendszert választottuk ki. A keresztkötés cső átmérőit a kapuzat és annak közelében lévő csomópontok igényei határozták meg. Azért, hogy a cső átmérőket ne kelljen növelni az alsó csomópontokba rejtett csomólemezes bekötéseket terveztünk. A fentebb elhelyezkedő rudak falvastagságait fokozatosan csökkenteni tudtuk a csomólemezek elhagyása mellett. Az összetettebb csomópontokhoz, mint a keresztkötések csomópontjaihoz, a rúdbekötések csomópontjaihoz és a ívváll és merevítőtartó kapcsolatához részletesebb végeselemes hég modelleket készítettünk és a mértékadó feszültségeket azokon vizsgáltuk.

39. ábra: Tisza-híd – Sajátfrekvencia 4. alak

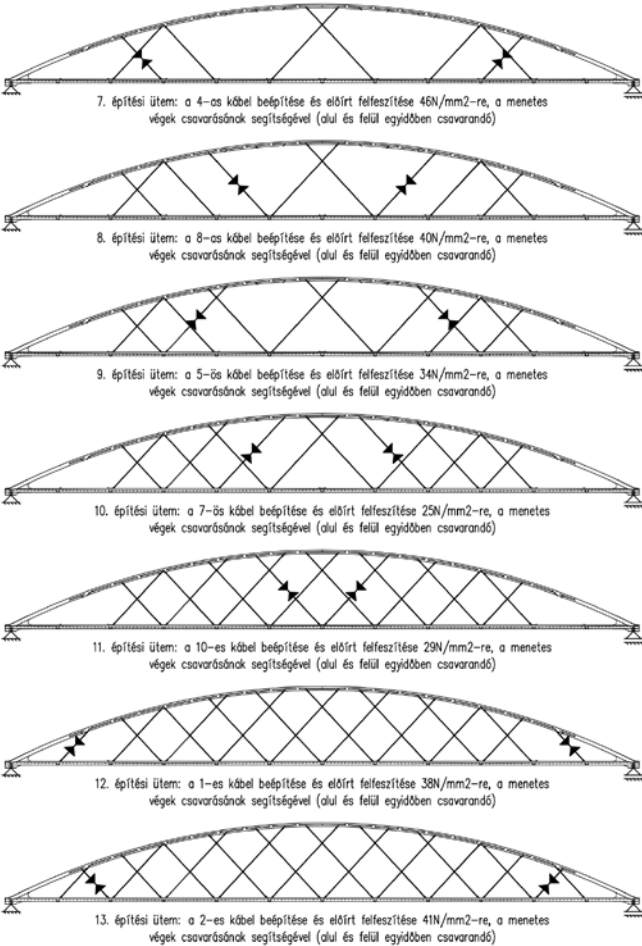


40. ábra: Tisza-híd – Ívváll és végkereszttartó végeelem modell



A mederelemeknél a network hálózat és a kis önsúly miatt nagy figyelmet kellett fordítani a rúdszabályozásra. Egy esetlegesen rosszul megválasztott építési sorrenddel és a rudak feszítése nélkül a rudakban nyomás is kialakulhatott volna, akár már önsúly hatására is. Mindezek miatt a szereléskor sűrű alátámasztást alkalmaztunk és a rudakat adott sorrendben kellett behelyezni és a támaszokat adott sorrendben kellett kivenni. A rúdfeszítés 13 db fázisban valósult meg, tervezett ütemei a következők voltak.

41. ábra: Tisza-híd - Feszítési fázisok



4. X. SZ. ÖBLÍTŐCSATORNA MŰTÁRGYA

4.1. Mozgatható hidak

A mozgatható hidaknak nagy népszerűsége van olyan helyeken, ahol alapvetően sík környezetben vagyunk és a tájat a víz lépten nyomon hajózható csatornákkal szabdalja fel. Ilyen helyeken a fix hídhoz a magas felvezető töltés esztétikailag zavaró és a tereket elválasztaná egymástól. A mozgatható hidak egyik legfontosabb csoportosítása maga a mozgásmechanizmus szerinti besorolás. Az összes mechanizmus viszszevezethető az eltolás és a forgatás kombinációira. Kis nyílások esetén az egyik legalapvetőbb mozgatható híd típus a csapó híd.

A külső ellensúllyal kialakított tengelycsapos csapóhidak egy fajtája a lengőkarú, vagy más néven „Holland-típusú” csapóhíd. Ez a korai konstrukció úgy is ismert, mint „emelő híd”. A szerkezet egy egyszerű emelő elvén működik. A szárny csuklóján túl egy fix alátámasztáson (hídfőn) nyugszik az a lengő kar, melynek part-felőli végén az ellensúly helyezkedik el. Másik vége pedig egy rúddal (vagy kábelrel) van a szárnyhoz kötve. Kisebb „lefelé húzó” erőt kifejtve az ellensúly tömegközéppontjára az ellensúlyt tartó elem elfordul az alátámasztási pont körül így húzva fel a szárnyat.

Annak érdekében, hogy a rendszer egyensúlyban legyen a nyitás során minden szögben, az A-B-C-D pontoknak egy paralelogrammát kell alkotniuk. A felépítmény csakis önsúlyteherre és szélteherre van igénybe véve (a lengő kar, a torony, az ellensúly és a mozgó szárny egy részének súlya terheli). Csukott helyzetben egy-szerűen a parti hídfő támasztja alá a hídpálya szerkezetet és veszi fel az esetleges terheket éppúgy, mint az önsúly terhet. Kétszárnyas elrendezésnél a stabilizáláshoz további megtámasztásra van szükség. A klasszikus kétszárnyas elrendezés ismert a híres Van Gogh festményről.

4.2. Tervezés

Az illetékes vízügyi igazgatósággal egyeztetve a meglévő zsilipműtárgyat felhasználhattuk a mozgatható híd fogadására. A zsilip a X-es számú öblítő csatornán keresztül Tiszafüred – Örvény térségének vízvédelmét biztosítja a főmederben érkező szennyeződésekkel, hordalékkal szemben, a belső terek folyamatos vízcseréjének ellátása és élővíz kapcsolatának fenntartása mellett. A zsilip alépítménye egy a közel-



42. kép: Vincent Van Gogh - The Langlois Bridge at Arles (1888)

múltban megvalósult, a teljes tározótér vízepítési megújítása keretében megerősítést kapott, mivel a kedvezetlen iszapos altalajban megsüllyedt és megbillent.

Műtárgy szerkezeti elemei

A zsilipműtárgy felépítése tömegbeton szádpallók között. A hídfők alapozása CS2 szádlemez köpenysor, a felső síkban, és a homlokfelületen monolit beton, valamint különböző magasságokban acél szerkezetű pántokkal merevítve. Az alapozási sík magasságát nem a talajadottságok, hanem a szádlemezek geometriai méretei határozták meg. Keresztirányban a pillérek alapozása a parti rézsút követve a legmélyebb ponton 8 m-es, majd 6 m-es szádlemezek beépítésével történt. A szádlemezfel felső síkja a jelenlegi kezelőfelület magasságával azonos, értéke ~91,50 mBf. A CS lemezekben belüli monolit beton szerkezetek minősége C12-32/K, a vízalatti betonozással kialakított tömbök minősége C16-48/K.

A fenékküszöb ~0,5 m vastagságú monolit beton réteg, két oldalon szádlemez lehatárolással.

Az elzáró szerkezet 6,0 m szabad nyílású, 8 db betétgerendával. A betétgerendák mozgatása mobil, elektromos futómacskás emelőszerkezettel történhet.



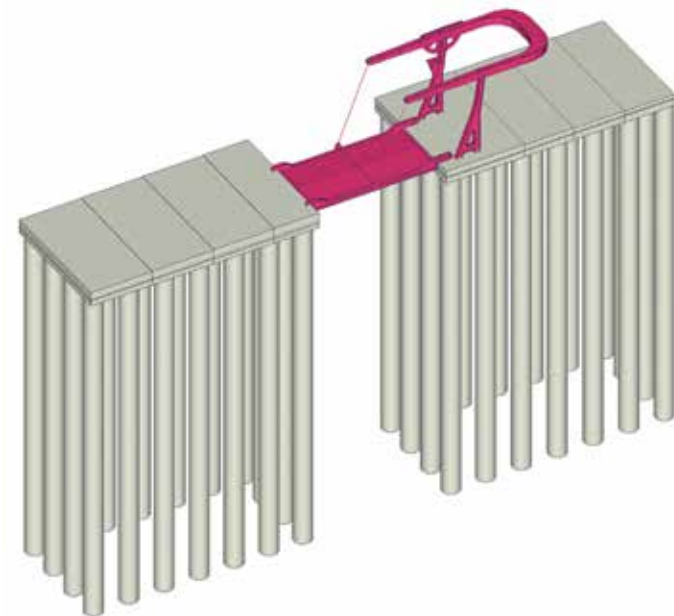
43. kép: X. Öblítő műtárgy – Ráépítés utáni állapot

A vízepítési műtárgy és rekonstrukciója

A szabályozó műtárgyat 1991-ben adták át, rekonstrukciója 2014 év végén fejezték be. A rekonstrukciós munkálatok stabilizáló, állagjavító, korszerűsítő, kezelhetőséget javító beavatkozások voltak, az átbocsájtó képességet, egyéb hidraulikai jellemzőket, a meglévő műtárgy alapszerkezetét nem módosították. A hídfőket a rekonstrukció során megerősítették. A helyszíni körülmények, megközelíthetőség, talajadottságok, áramló közeg jelenléte miatt a megerősítés technológiájára Jet-cölöpös stabilizálást választottak ki. A műtárgyat hídfőnként 18-18 db Ø80 cm átmérőjű JET-Grouting cölöpalappal erősítették meg, továbbá kitöltötték a szádlemezek közötti rosszminőségű kiüregelődött betont is. A cölöpalapok a hídfők kerülete mentén 1,50-1,60 m-es tengelytávolsággal vannak kiosztva. A cölöpök alapozási síkja 74,40 mBf.

Jelenlegi műtárgy felhasználása hídfőkként

A meglévő zsilipműtárgy a jet-groutingos megerősítés után már megfelelően tudta fogadni a könnyű acélszerkezetű csapó hidat. Az acélszerkezet fogadásához a meglévő beton tömbbel alaprajzilag megegyező vasbeton lemezt terveztünk, melybe a felszerkezetet fogadó acélszerelvények bebetonozásra kerültek. A Tiszafüred felőli hídfőnél a lemez befoglaló mérete 5,5mx10,2m, vastagsága 10-36cm, melynek



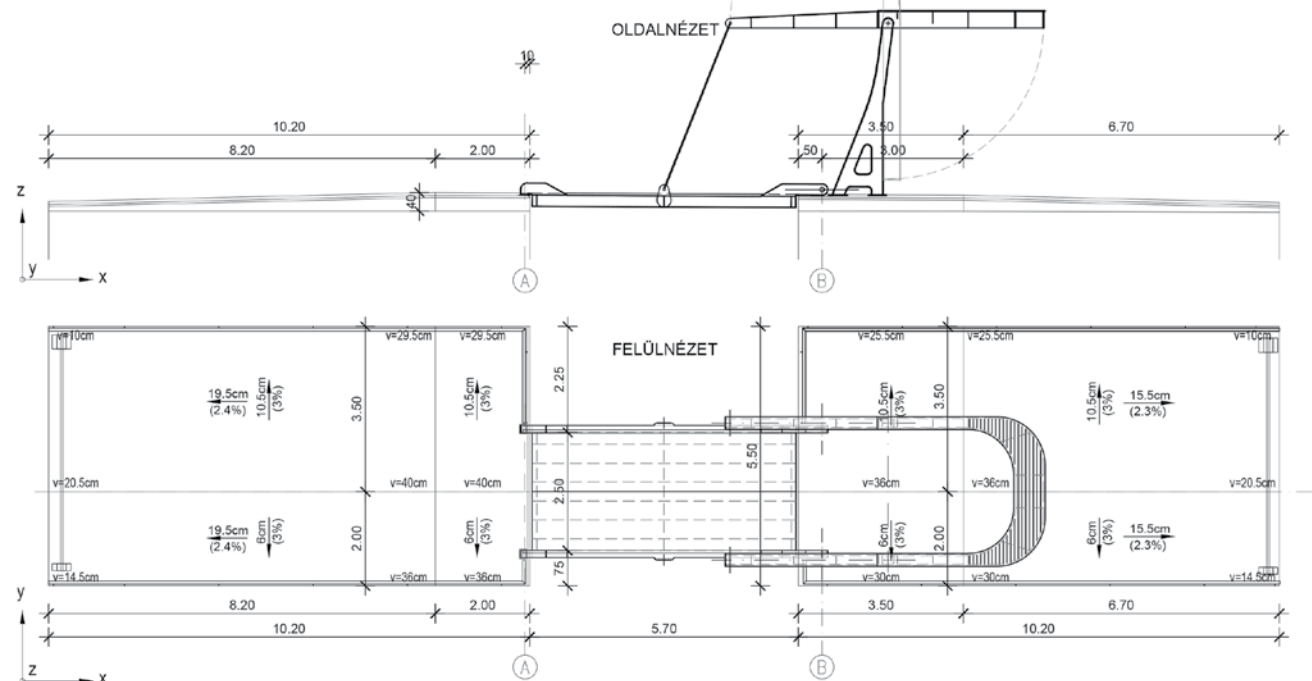
44. ábra: Alapozásra jutó többletterhelés vizsgálata statikai programban

A tervezett híd

A meglévő vízepítési műtárgyra telepített hídnak a vízepítési igények miatt nyithatónak kellett lennie. A mindössze 5,70 m nyílású szerkezet mozgatásához az egyik leggazdaságosabb megoldást választottuk. A korábban már bemutatott lengőkarú, vagy más néven „Holland-típusú” csapóhidat, mely esetén a nyitás-zárást egy külső ellensúllyal biztosítottuk.

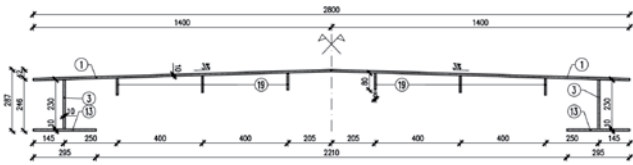
A híd pályalemeze kéttámaszú ortotróp felsőpályás acél nyitható gerendahíd. A mozgatás a Tiszafüred felőli hídfőn elhelyezett csuklók körül történik. A híd felnyitását oszlopokra támaszkodó acél emelő gémszerkezet végzi, melynek híddal ellentétes oldalán vasbeton ellensúly található. A kerékpáros híd emberi erővel emelhető ellensúlyos szerkezet, amelynek mozgatása csigahajtóművel, illetve a hozzá kapcsolódó lánc-hajtással történik. Felnyitott állapotban ellensúlyos reteszeltető szerkezet rögzíti a szerkezetet.

45. ábra: A nyitható híd oldalnézete és felülnézete



A híd főbb paraméterei:

- Támaszköz: 6.30 m
- Szabad nyílás: 5.70 m
- Híd szélesség pályalemezen: 2.80 m
- Teljes szélesség oszlopoknál: 2.74 m
- Átvezetett út szélessége: 2.00 m
- Kerékpáros úrszelvény: 2.50 m
- Alépitmények szélessége: 5.50 m



46. ábra: A híd acélszerkezeti tervének részletterve – Pályalemez keresztmetszet

A híd kezelése

A híd emeléséhez két ember szükséges. A nyitás-zárás művelete a következő:

- A műtárgy lezárása.
- A kézi hajtóműbe a bajonett záras hajtókar felhelyezése.
- A kézi kar forgatásával híd emelése addig, míg a híd oszlopain elhelyezett ellensúlyos reteszelő szerkezetek nem záródnak.
- Leengedéskor egy-egy ember az ellensúlyos reteszelő szerkezetet a híd két oldalán oldja, majd a kézi kar segítségével a hidat alsó holtpontra mozgatja.
- Az emelő kart eltávolítása.

A híd részletes gépészeti tervezésére a kiviteli tervek során került sor.

Gépészet

A tervezés elején a kötélcsörliős megoldás felé indultunk, de ezt a tervezés során elvetettük, mivel a kötél inkább könnyebb szerkezeteknél – járórácsos vagy faserkezetű – mozgatható hidaknál ad jó megoldást. Hajtóműves mozgatást terveztünk be, az emelő keret szárán el tudtuk helyezni a fogazott ívet, amelyen keresztül átadtuk gémmre a szükséges forgatóerőt. Ennek áttétele $i_1 \sim 6$.

Hajtóműnek csigakerekes megoldást választottunk ki az alábbi okokból:

- viszonylag kevés helyet foglal,
- egyszerű és alacsony szintű karbantartási igény,
- kedvező költség.

Önzáró tulajdonsága miatt nagyszerűen megfelel tervezett feladatnak. Amennyiben a kezelő személyzet valamilyen okból emelés/eresztés közben megszakítja a műveletet, akkor a híd megáll, nem mozdul tovább. A kiválasztott hajtómű Bofiglioli VF-130-100. Ennek áttétele $i_2=100$ üzemi nyomatéka 1350Nm. Tervezett terhelésnél fellépő nyomaték $M_{ht}=550Nm$ Így túlterhelhetőség 2,5 –szeres.

Ahhoz, hogy az eredő áttétel olyan legyen, hogy kézzel mozgatáskor a sebesség ne legyen lassú, ezért egy 1:2 –es áttétellel gyorsító szög-hajtómű került beépítésre a hajtásláncba.

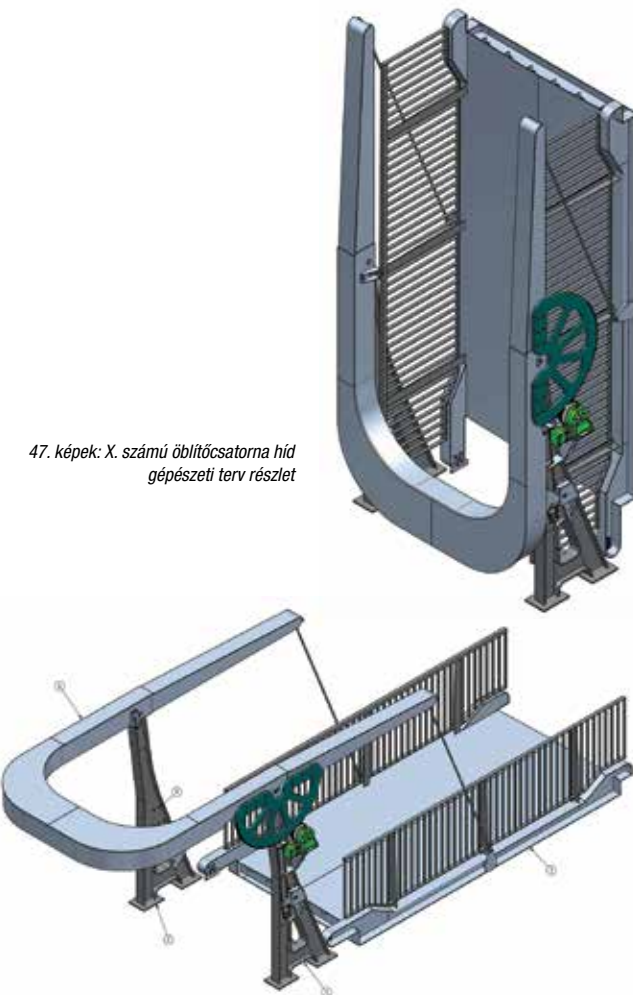
A hajtóművet az észak-kelti irányban elhelyezkedő oszlophoz kívülről rögzítettük.

A csigahajtómű forgatása lánc-hajtással, kézi karral végezhető, ami ugyanezen az oszlopon helyezkedik el. A kar illetéktelenek használatát megelőzendő leszerelhető kivitelű.

Az így felépített mozgató mechanizmussal a hidat a hajtókarnak kb 80 elfordításával 1-1,5 perc alatt fel lehet emelni illetve le lehet zárni. A hajtókaron kifejtendő erő max 25N.

A teljesen nyitott állapotban az ellensúly reteszelésére van szükség, hogy az esetlegesen fellépő szélvihar a szerkezetet ne károsítsa.

47. képek: X. számú öblítőcsatorna híd gépészeti terv részlet



III. KIVITELEZÉS – HÓDÚT KFT.

1. EGER- ÉS SZOMORKA-PATAK HIDAK

1.1. Előzmény, organizáció

A Tisza-tó gyönyörű természeti értékeit megcsodálni vágyóknak a tó körbe kerékpározása páratlan élményt nyújt. Ehhez a kikapcsolódáshoz a 33-as számú főúttól délre, a vízügyi töltéseken a kerékpározás már évek óta biztonságosan megtehető volt, azonban a nagy forgalmú 33-as főúton mindenki kerülte a kerékpáros közlekedést és csak autóból csodálta a tó szépségeit.

A Poroszló – Tiszafüred közötti kerékpárút megvalósítása projekt kivitelezésére írt pályázatot a Hódút Kft. nyerte el. A projektszapat feladata ennek keretében négy híd, két támfal és 6,5 kilométer kerékpárút megvalósítása volt. A két település között több vízfelületen keresztül kellett megoldani a kerékpárosok átközlekedését. Keresztezni kellett két helyen a Tisza-tó vízfelületét, a Tisza-folyót és a tó vízutánpótlását szolgáló egyik csatornát is.

1.2. Alépitmények

Az Eger és Szomorka-patak hidak kivitelezését az tette igazán nagy kihívássá, hogy a Tisza-tó kialakítása előtt ezeken a helyeken két patak folydogált, azonban a tó felduzzasztásakor itt nagy, széles vízfelületek alakultak ki. A közel 50 éve vízzel borított alföldi területen körülbelül 1 méter mélységű víz alatt 2,0-2,5 méter iszap található. A hidak helye így nehezen megközelíthető volt.

A bárkákról, úszóművekről történő folyami hídépítés a kis vízmélység miatt nem volt megoldható, ezért más technológia mellett kellett döntelnünk, hogy minden körülmény mellett be tudjuk juttatni a kivitelezéshez szükséges eszközöket. A Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság szakembereivel egyeztetve építettünk kőanyagból bejárutakat az Eger és Szomorka-patak hidakkal párhuzamosan, a támaszoknál és járomhelyeknél felszigeteket képezve. Így már biztonsággal le tudta fúrti a CFA technológiával kivitelezendő cölöpöket a fúrógép, le tudtuk vibrálni a szádlemezeket az alépitményi szerkezetek kivitelezési munkagödréhez.

A munkagödör kiemelése után a vasbeton cölöpösszefogók és egyedi keresztmetszetű pillérek kialakítása következett. A pillérek alakja illeszkedik a híd felszerkezet kecses, légies formájához. A vízszintes keresztmetszete ellipszis formájú és mindez tölcselesen nyílik felfelé. A kis keresztmetszet és belső erők eredményeként a pillér fővasai 40 mm átmérővel rendelkeznek. Valamint a pillérekbe nagy átmérőjű, M42 mm keresztmetszetű menetes szárazakat és egyéb bebetonozandó acélszerkezeteket is el kellett helyezni az acél felszerkezet lekötésé céljából.

Mindezek összessége miatt a pillér építést csakis nagyfokú precizitás mellett lehetett megoldani. Egyszerűen szólva, mindennek passzolnia kellett. A Magyar Doka Zsalutechnika Kft. vállalta az egyedi formájú pillérzsazatokat legyártását, melyből három készletet forgatott a RO-LY BAU Kft.

48-49. kép - Pillér vasalása és a kiszaluzott vasbeton szerkezete



szerkezetépítő vállalat a pillérek ütemes kivitelezése érdekében. Az épített bejárót alkalmas volt a cölöpözés, a munkatérhatárolás kialakítására, az alépitményi vasbeton szerkezetek kivitelezésére és az acél felszerkezet túlméretes járművekkel való beszállítására, beemelésére. El tudtuk végezni róla a híd minden befejező munkáját a saruzástól kezdve, a főtartó ívek alsó kibetonozásán át, a korrózióvédelemmel bezárólag. A hidak kivitelezése után kevés idő állt rendelkezésre, hogy a bejárótunkat visszabontsuk és visszaadjuk a tágas vízfelületet az élővilágnak. Körülbelül három hét leforgása alatt kellett 15 000 tonna andezit követ visszanyernünk és elszállítanunk a megépített kerékpárút megóvása mellett.

Az Eger és Szomorka-patak hidak hídfői is CFA cölöpalapozásra támaszkodnak, melyeket az eddigi közúti híd töltés részüjében kellett kiviteleznünk. Ez szintén szádlemezes munkatérhatárolás mellett volt megvalósítható, mivel a cölöpözőgépnek szükséges volt egy vízszintes cölöpözési lavírsík kialakítás és a hídfő felmenőfalakat a szárnyfalakkal együtt innen tudtuk kivitelezni.

1.3. Gyártás

Az Eger-patak híd (383 t) acélszerkezetének gyártása a cégcsoport dél-lengyelországi gyárában, a BANIMEX Sp.z o.o. csarnokaiban, történt, míg a Szomorka-patak híd (112 t) elemeinek gyártása a kapacitástervezés mutatói és a szoros ütemterv tarthatósága érdekében Sárospatakon – a Weinberg '93 Kft. gyártóüzemében – történt.

Ütemtervi megfontolásból az Eger-patak- és Szomorka-patak híd gyártása a Tisza híd szerkezet gyártás kezdetét követően, azzal párhuzamosan történt.

Mind az Eger-patak híd, mind a Szomorka-patak híd fő tartóelemeit, a 610 mm átmérőjű, variálódó falvastagságú acél csöveket a németországi székhelyű Mannesmann cég gyártotta. A gyártókapacitás lekötését a teljes mennyiségre volt célszerű megtenni, ezért az Eger-patak- és Szomorka-patak híd gyártásához szükséges csövek ugyanazon hengerműből, egyidőben kerültek átszállításra Hollandiába a Kersten Europe üzemébe, ahol a csövek hajlítása történt.



50. kép - Eger-patak- és Szomorka-patak híd cső főtartóinak hajlítása

A gyártóüzemekbe - a dél-lengyelországi Będzin-be, valamint Sárospatakra - már csak a kész hajlított cső főtartók kerültek átszállításra.



51. kép - Eger-patak- és Szomorka-patak híd hajlított cső főtartói

A hajlított tartók ívsugara az Eger-patak- és Szomorka-patak híd esetében 15 és 63 méter közötti, a falvastagság a 10 és 60 mm tartományba esik. A szerkezetek könnyedségét, a hidak szépségét éppen az ezekből a hajlított csövekből kialakuló lendületes vonalak és ívek adják.



52. kép – Munkában az új 3D plazmavágó berendezés

kezet belső kialakítása miatt. Folyamatos optimalizálás volt szükséges a hegesztési varratok tervezése és kivitelezhetőség kapcsolatának biztosításaként, melyet a Hódút Kft. Hegesztésfelügyelete és a Speciálterv Kft. tervező csapata közötti folyamatos és gördülékeny kommunikációval volt csak lehetséges.

A szerkezet könnyedsége tette lehetővé az egy főtartós kialakítást, bár a támasz reakciók ezzel fordított arányban nőttek a külpontos hatások miatt. A fellépő támaszerőket csak robosztus kialakítású „klasszikus” saru gyártmány alkalmazásával lett volna lehetséges felvenni, mely jelentős ráfordítást és egyben a hídszerkezet összhangjának megbontását eredményezte volna. Így született meg a hosszirányú mozgások és a felszakító erők felvételére alkalmas támaszelem, az ún. „hurkatöltő”.



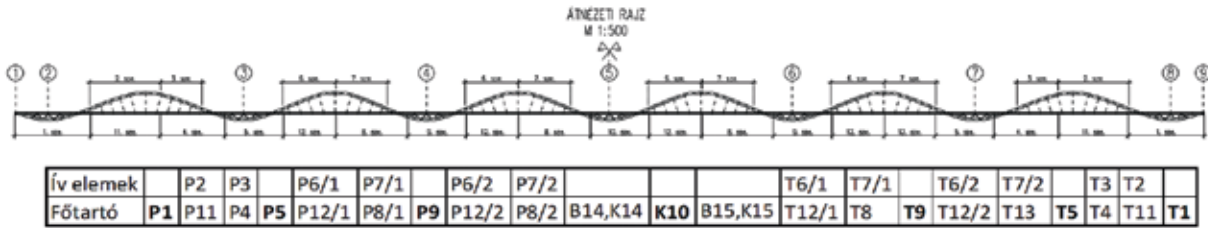
53. kép – A „hurkatöltő” támasz (Eger-patak- és Szomorka-patak híd támaszelem)

A támaszos elem az egyedi geometriájú pillérekbe előzőleg bebetonozott fogadó lemezhez, M42/M50 menetes szárazhoz csatlakozik.

A hídelemek gyártása során a teljes 3,91m keresztmetszeti szélesség megtartása mellett döntöttünk, mérlegelve a közúti szállítás korlátait, a helyszíni szerelés többlet idő- és kapacitásigényét is.



54. kép - Szomorka-patak híd pálya próbaszerelése



56. ábra - Eger-patak híd elemosztás

A szállítást megelőzően - a gyártási sorrendnek megfelelően- történt az elemek próbaszerelése. Igen impozáns látvány amikor egy bonyolult térgeometria próbaszerelés során már a csarnokban megmutatja magát a szerkezet kis része és előrevetíti a majdani híd szépségét.

57. kép - Eger-patak híd P1-P11 elemek próbaszerelése

1.4. Helyszíni szerelés

A helyszíni kivitelezési technológia tervezésekor fő szempont volt, hogy a Tiszán pár folyamkilométerre párhuzamosan futó nagyprojekt hivatalt terelőútja a 33.sz. főút volt. Ennek eredményeként a főút forgalma nem volt korlátozható jelentős mértékben. Az előző fejezetben említett betöltés biztosította minden körülmény mellett a zavartalan kivitelezést. Nagy kihívás volt a szállítványozó cégek számára a 3,91m széles, 12-22 m hosszú és 0,8-3,5m magas, több esetben ~30to tömegű túlméretes hídelemek szállítása, melyek kizárólag este léphettek be a közúti forgalomba. Külön megoldást kívánt a tervezett formából adódó magas súlypontú támaszos elemek stabil állapotának fenntartása szállítás közben, mely külön erre a célra tervezett szállító bölcsők alkalmazásával volt biztosítható.

A helyszíni szerelést Hódút Kft. megbízásából ACÉLHIDAK Kft. in-situ végezte, azaz a legyártott, próbaszerelt hídelemek a szállító járművekről a tervezett helyükre lettek egyből beemelve. A szerelés közbeni stabilitást a már előzőleg elkészült egyedi vasbeton pillérek és azok két oldalán telepített acél járomszerkezetek adták. A helyszíni szerelés során a betöltés szélességi korlátai miatt a hídelemet szállító trailer és a beemelést végző daru elhelyezkedése csak egy tengelyben volt lehetséges, mely a nagyobb elemek esetében 160-200 to teherbírású autódaru felvonulását igényelte mindkét híd esetében.

Az Eger-patak- és Szomorka-patak híd szerkezeti geometriája nagyon hasonló, így 7 db acél járomszerkezet gyártásával és azok megfelelő logisztikájával mindkét hídszerkezet szerelése kiszolgálható volt.



58. kép - Szomorka-patak híd építés közben

59. kép - Szomorka-patak híd betöltés és szerelőterület



60. kép - Szomorka-patak híd T2 jelű elem beemelése

átfolyást a betöltésbe előre beépített 1,8m átmérőjű Rocla átereszek mellett. A fenntartandó „folyó” szakaszon csőcölöpökre telepített jármok szolgáltak támaszként a hídelemek beemelésekor.

Az Eger-patak híd helyszíni szerelése során az elemek beépítése mindig támasztól támaszig tartott. A pillérekre kialakított, előre bebetonozott M50/M42 menetesszarakra daruzott támaszos főtartó elemeket a közbelső merevítőtartók követték, melyek alátámasztása az ideiglenes segédjármokon valósult meg. A gyártás során az egyes merevítőtartók végén kialakított 100mm szerelési ráhagyás levágása után vált folytonossá a szerelésbe fogott támaszköz. Az ívtartók beemelése és szerelése az erre kialakított ívszerelő állványok segítségével történt.

61. kép - Szomorka-patak híd T2 jelű elem érkezése





62. kép - Eger-patak híd ívtartó szerelése

A függesztőrudak feszítése a Szomorka-patak hídon ismertettek szerint zajlott, annyi módosítással, hogy a feszítés mindig a következő támasz-köz ívtartójának szerelése után valósulhatott meg.

A szerkezetek a funkciójuk és elhelyezkedésük alapján egyaránt érzékenyek a gyalogosok illetve a szél által keltett dinamikus gerjesztésre. A sajátfrekvenciák elhangolása érdekében a cső főtartók szakaszosan kibetonozásra kerültek.

A hídelemek korrózióvédelmét COLOR HELP Kft. végezte üzemben és helyszínen, így nyerte el a bevonat végleges 320µm száraz rétegvastagságát. A színválasztás során fontosnak tartottuk, hogy a hídszerkezetek jelkép státusza és légiessége egyaránt hangsúlyos, esztétikus legyen. A Megrendelővel és leendő Üzemeltetővel történt egyeztetés folyamánként a hídszerkezetek fedőrétegeként RAL 9018 papirusz fehér szín került meghatározásra.

63. kép - Szomorka-patak híd szerkezete a víz felett



64. kép - Eger-patak híd

Az Eger- és Szomorka-patak hidak alépítményi, felszerkezeti és teljes logisztikai kivitelezése nagy kihívás volt a csapat részére, mely nem kis fáradtsággal járt, azonban az elkészült híd látványa felülír minden korábbi erőfeszítést. Amikor Poroszló végén rákanyarodunk a Tiszafüred felé vezető egyenesre, már az Eger-patak híd ívei tündökölnék a parti nyárfák között. Onnantól az ember csak kíváncsian figyeli, milyen nagyszerű szerkezetek készültek is itt valójában. Nem sok idő kell ahhoz, hogy a most készült hidak, igazi jelképei legyenek a Tisza-tónak, melyre a négy darab most készült híd közül méltóságával, hosszával, de mégis légies, kecses szerkezetével az Eger-patak híd pályázik a legnagyobb eséllyel.

2. TISZA-HÍD

2.1. Előzmény, organizáció

A kivitelezés előkészületeikor bejárást tartottunk a kerékpárút teljes szakaszán. A Tisza-híd környéke okozta azonban a legnagyobb fejtörést, hogyan is lehetne megvalósítani. Északról sorban a Debrecen – Füzesabony vasútvonal vasúti hídja, valamint a 33-as főút közúti hídja sorakoznak. A közlekedésről teljesebb képet mutatna a következő sor: vasúti híd, közúti híd és egy kerékpáros híd. Tovább nehezítette a megvalósítást, hogy a Tisza jobb partján a Halászcsernye a közúti híd közvetlen közelében fekszik. Oda kellene még férnünk egy kerékpárúttal, híddal is? – tettük fel a kérdést. Majd megnéztük közelebbről, és igen, ott kell legyen a kerékpárút. A bal parton elrejtett földutakon be lehetett jutni a vasúti és közúti hidak alatt elterülő hullámtérre. Itt építettünk végül bejáratot és nagyságrendileg 6 000 négyzetméteres szerelőterületet a felvonulási létesítményeknek és az acélszerkezetet összeállító kollégáknak a szerelőpályák és tolopálya kialakítására. Itt valósult meg a Tisza-híd próbacölöp vizsgálata is.

2.2. Alépitmények, konzolok

A kerékpáros Tisza-híd építés nagy kihívása volt, a közúti híd meglévő 1800-as években készült, többször újjáépített, felújított vízben álló pillérjeinek kiegészítése egy-egy vasbeton konzollal, valamint a helyszűke. A Magyar Doka Zsalutechnika Kft-vel és RO-LY BAU Kft-vel történő közös egyeztetések végére kialakult az az alátámasztó állványrendszer, munkaszint, mely alkalmazásával biztonságosan terhelhető volt az új konzolok betonozása és meg is valósítható a Tisza fölött a levegőben.

A munkaszintek kiépítése után következett a meglévő közúti fejgerendák betontakarási „kérgének” eltávolítása, levésése 10-15 centiméter mélységig, hogy a meglévő vasbeton szerkezethez precízebben csatlakozva meg tudjunk építeni az erősített, köpenyezett, konzollal ellátott fejgerendát a Speciálterv Kft. tervei alapján. Pillérenként több mint 550 darab betonacél tüskét kellett befúrni, és nagy szilárdságú ragasztóval beragasztani minden egyes fejgerendába.

65. kép – Tisza-híd fejgerenda visszavésés



66. kép – Tisza-híd fejgerenda tüskézés



Konzoloként nagyságrendileg összesen 12 000 kg betonacél szerelése valósult meg. A meglévő fejgerendák rossz állapota miatt sarutengelyekben átfúrással, azokat keresztirányban saruzónában utólagos feszítéssel is el kellett látnunk. Ezt végül 36 milliméter átmérőjű Dywidag rudakkal oldottunk meg. Mondhatjuk, hogy a Tisza fölött és a közúti híd felszerkezete alatt összetett feladat volt megvalósítani mindezeket: az állványozást, a betonacél szerelést, a betonozást, valamint az utólagos feszítési feladatokat és minden kapcsolódó munkafázist. De felejtethetlen kihívásokkal lettünk gazdagabbak és a híd páratlan szépségeért ezt is megérte végigcsinálni.

67. kép – Tisza-híd fejgerenda vasszerelés

A hídfők a belső támaszokkal ellentétben független cölöpalapozásra támaszkodnak. A kihívást igazából a közúti híd és a Halászcsernye közti kevés terület szolgáltatta. A közúti híd mellett elhelyezett szádlemez munkatérhatárolás és töltéstestek alkalmazásával sikerült bejuttatnunk a 96 tonnás cölöpözógépet egy kis szűk és magas helyre, ahol le tudta fúrni a közúti hídtól pár centiméterre elhelyezkedő CFA technológiájú cölöpöket. Ezek után a Tiszafüred felé eső, bal parti hídfő cölöpözése már kisebb kihívást jelentett számukra. Bár itt is töltéstestek építése és szádlemez munkatérhatárolás vált szükségessé a cölöpözés kivitelezéséhez, a hídfők és a csatlakozó „U” alakú támfalak megépítéséhez. Ezek a támfalak mindkét hídfőhöz biztonságos megtámasztást nyújtva vezetnek fel a kerékpárosokat a Tisza-hídra.

68. kép – Tisza-híd elkészült fejgerenda



2.3. Gyártás, szállítás

A Tisza híd (362 t) acélszerkezetének gyártása – időrendileg az Eger-patak híd gyártását megelőzve - a cégcsoport dél-lengyelországi gyárában, a BANIMEX Sp.z o.o. csarnokaiban, történt.

A szerkezet össztömege bár elmarad a hasonló feszítávú hidakétól, ám a tervezés és a teljes kivitelezési folyamat összetettsége vetekedik azok idő és kapacitás ráfordításával.

A szerkezetek fő tartóelemei a varratmentes 406mm átmérőjű csövek, melyeket a Tisza híd esetében a lengyel Báthory csőgyár gyártott. A hajlított tartók ívsugara 75 méter. A Tisza híd szerkezeti csomópontjairól – az előző két híddal hasonlóan - szintén elmondható, hogy bővelkedik egyedi cső-cső áthátásokban, melyek leszállása 3D plazmavágó be-
rendezéssel történt.



71. kép - Tisza híd cső főtartó csomópont

A vonatkozó gyártási szabványoktól szigorúbb tűrések szerint történt a gyártás, melyet az alkalmazott HALFEN Detan függesztőrúd rendszer állítási tartománya miatt volt szükséges előírunk.

A szállításokat megelőzően minden hídelem próbaszerelve lett, ellenőrizve a megadott szigorúbb tűréseket.

Az előírásokban ugyan nem szerepelt, de az elemek speciális vízpróbának is alá lettek vetve. A pályaelemeket a beépítési pozícióba állítottuk, és a magas pontról egy vödör vizet óvatosan kiöntve figyeltük meg hogyan folyik rajta végig a csapadék elvezető nyílásig. A víznyom szemléletes visszajelzést adott arról, hogy mennyire lett pontos és egyenes a pálya, a kereszt- és hosszabordák hegesztéséből adódó deformációk egyértelműen behatárolhatóvá váltak, ezzel meghatározva a szükséges egyengetések mértékét és behatási övezetét.

Tisza híd gyártás előkészítése során is az elemtagolás döntő jelentőségű volt, optimalizálva a túlméretes szállítmányok számosságát és a helyszíni szerelhetőséget.

A választott szereléstechológia alapján az ártéri elemek szállítása két részletben történt, a meder elemek pályalemeze 5 részre, míg a párosított főtartó ív 6 részre tagolt.



72. kép - Tisza híd elem indulásra készen

2.4 Helyszíni szerelés

2.4.1 Technológia tervezése, előszerelés

Tiszafüredi parton a meglévő közúti híd kifolyási oldalán eredetileg bozótos ártéri erdő volt. A szerelőtér végleges kialakításának tervezése előtt a terület vagyonkezelőjével, hatóságokkal történt egyeztetés.

A kezdeti fázisban több szereléstechológiát vizsgáltunk.

- hosszirányú betolás
- in-situ építés járműveken
- beúsztatás bárkákkal

Az első kettő irány gyorsan elvethető volt a híd tömegéhez képest indokolatlanul nagy segéd szerkezet igény miatt. Minden ezt követő tervezés a beúsztatásra épült, ennek lett alárendelve a szerelőtér kialakítása, hídelem gyártmányok tagolása.

A beúsztatás, vízi kiszolgálás megvalósításához HSP Kft. biztosította az úszóműveket. Az egyeztetések előre haladtával egyre tudatosult a résztvevőkben, hogy a kivitelezési folyamat e speciális munkarésze nem mindennapi kapacitást, odafigyelést igényel.

A vízi munkafolyamatokat részletes technológiai tervezés előzte meg, mely során a bárka stabilitása, bárkára telepíthető daru mérete, egyenlőtlen bárka süllyedés, medergeometria, bárkák szinkron mozgatása, hídelem reakcióerők folyamatos kiegyenlítése a mozgatások során, mind-mind fontos befolyásoló tényező volt.



69. kép - Tisza híd ártéri elem próbaszerelése fejtetőre állítva

70. kép - Tisza híd meder elem próbaszerelése



A helyszíni szerelés technológia kialakítása érdekében irtás, terület-rendezés és terepegyengetés történt, majd a megfelelő teherbírás biztosítása érdekében feltöltés készült a parti szerelőtéren 40...60 cm vastagságban tömörített zúzottkővel. A végleges térszint az optimális 90,25 mB.f.- re lett felvéve, ami a 88,60 mBf nyári víz fölött az előntéssel szemben már biztonságos magasságban volt, de nem igényelte túlzott többlet feltöltőanyag helyszínre szállítását. A feltöltés erősített kivitelben készült a III. és IV. pillérek környezetében a későbbi nagydarus beállításokhoz.

A szerelőtér határa a kerékpárhíd tengelyétől 35,0 m-re lett megállapítva, figyelembe véve a kisajátítási terület minimalizálását és a szomszédos romos magtár épülettől való megfelelő távolság megtartását.

A hídelemek beúsztatását végző TS40 bárkák beállításához a behúzó sínpálya tengelyében megfelelő kikötőre volt szükség. Mivel a partél eredetileg ferde vonalú volt, ezért azt ki kellett egyenesíteni a híd-tengelyre merőleges bárkabeállítások érdekében. A kikötő kialakítása háromoldalú alakzatban végzett szádfalveréssel történt, Larssen L603 típusú, 8 m hosszú elemek alkalmazásával. A szádfal oldalai közé betöltés készült a szerelőtéri szintnek megfelelő magasságig. A geotechnikai méretezésnél a földnyomáson kívül a hídelemek behajózásakor jelentkező mozgó terheléseket is figyelembe kellett venni, ezért a szádfalat hátra kellett horgonyozni.

A mederfelmérés eredményeként - a Dunán korábban tapasztaltakhoz képest - a Tisza érintett szakaszán általános 15-18 m-es mélységek meglepőek voltak, bár a kikötésre szánt partélben a bárkák merülésének biztosítása érdekében mederkotrást volt szükséges végrehajtani a szádfal vízi oldalán az alkalmazott TS40 típusú bárkák hosszának megfelelően 86,0 m B.f. szintig, a nyári vízmagassághoz igazodva.

A szádfal vonala a kotrási és feltöltési mennyiségek optimumaként lett megállapítva, továbbá figyelembe kellett venni egy a vízfelszín alatt lévő, korábban elsüllyedt uszályroncs helyzetét is, melyhez a korábban végzett mederfelmérés adott támpontot.

A kivitelezés, tervezés során a Tiszán pár folyamkilométerre párhuzamosan futó nagyprojekt által adott kötöttségeket is figyelembe kellett vennünk. Ennek érdekében a kihirdetett hajózási zárlat kezdete előtt már szükséges volt az összes tervezett úszóművet a Kisköre Vízlépcső felvízére mozgatni és a kivitelezés teljes ideje alatt ott tartani.

Az előkészítést követően a helyszíni szerelési munkákat Hódút Kft. megbízásából ACÉLHIDAK Kft. végezte.

A szerelőtéren az öt hídelem összeállítása két fázisban történt:

Első szerelési fázis: az úsztatott elemekhez (1 db 35m hosszú ártéri elem és 2 db 70m hosszú meder elem) a terület következő felosztására volt szükség:

- behúzó és tároló sínpálya
- szerelő (összeállító) terület
- daruzó- és elemtároló terület
- elembeszállítási útvonal és daru beléptetés bárkákra

Második szerelési fázis: a parti elemek (1 db 70m hosszú meder elem és 1 db 35m hosszú ártéri elem) mozgatás nélkül, csak darus beemeléssel kerültek a helyükre, ezért a szerelőterület organizációját - ennek megfelelően optimalizálva - át kellett rendezni. A feleslegessé vált sín pályák elbontásra kerültek és a szerelőállványok áttelepítése is megtörtént, hogy a hídelemek összeállítását a beemelési hely közelében lehessen elvégezni.

A hídelemek összeállítása vasbeton teherelosztó lapokon megfelelő kiosztás szerint elhelyezett acélszerkezetű állványokon és szerelőbakokon történt.

A rácsos szerkezetű ívállványok kialakítása modul rendszerben történt, hogy a kapcsolódó hidak (Eger-patak- és Szomorka-patak híd) szerelésénél is alkalmazhatók legyenek.

A szerelés a korlátelemek felhelyezése nélkül történt a mozgatott tömeg csökkentése céljából. Az elemfogadás és a szerkezet összeállítása egy 160 to és 25 to-s autódaruvál történt.



73. kép - Tisza híd szerelőtér

A szerelés során először a pálya keresztmetszet illesztések hegesztése történt meg szerelőbakokon, majd utána az ívek szerelése az ívszerelő állványokon. A szerkezet összeállítása és az ívállványok kiszabadítása után az ív főtartó önhordóvá vált, ekkor kezdődhetett a feszítőrudak behelyezése. Meder elem oldalsíkonként 20db egymást keresztező rúd helyezkedik el network rendszerben, azaz a 3 mederelemre összesen 120db rúd került felszerelésre.

A network rajzolatú rúdrendszer elemeinek feszítési állapota közvetlen kölcsönhatásban van a kapcsolódó és valamennyi másik függesztő-rúddal is, ezért kulcsfontosságú volt a rudak behelyezési és feszítési sorrendje, mely 13 fázist tett ki. Az egyes fázisokban elvégzendő rúd-feszítések pontosságát valósidejű feszültségméréssel volt szükséges validálni. A feszítés monitoringot Hódút Kft. megbízásából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke végezte nyúlásmérő bélyegek felhelyezésével.



74. kép - Tisza híd meder elem szerelése



75. kép - Tisza híd meder elem rúdfeszítés folyamatban



76. kép - Tisza híd TM1 és TM2 mederelem a szerelőtérén

A feszítés befejezése után a közbenső bakok eltávolításával a szerkezet kéttámaszúsítása következett, mellyel a szerkezet mozgathatóvá vált. A szerelés befejeztével COLOR HELP Kft. által megtörtént az üzemi korrózióvédelem javítása helyszíni varratok környezetében, majd a teljes felület fedőfestésével.

A készre szerelt hídelemek szerelőtéri mozgatása a keresztpályán egyszerű WälzWagen görgőkkel, hosszirányban pedig speciálisan erre a célra tervezett kocsikkal történt az alsó sínpályán magas, az indítóállványon és a bárkákon pedig alacsony kivitellel. A magas kocsikba beépített és hidraulikusan összekötött sajtók segítségével folyamatosan lehetőség nyílt a sínpálya terheléseinek kontrollálására mozgatás közben is. A mozgatás a kocsikba oldalvezetéssel ellátott WW görgőkön történt. A mederelemek ívtartói, ennek megfelelően csak a végeiken voltak alátámaszthatók vagy függeszthetők a darus emelések alkalmával. Az ártéri elemek rácsos tartók, így a végein kívül a csomópontok közelében is terhelhetők voltak.

2.4.2 A bárkafedélzetek berendezése

Az elembeemelésekhez az alkalmazott 2 db TS40 típusú bárkára előzetesen egy-egy LIEBHERR LTM 1200 - 5.1 típusú, 200 t teherbírású autódarut kellett feltelepíteni, amelyekkel a gémkinyúlás csökkentése érdekében minél közelebb kellett a pillérekhez állni.

Kézenfekvő megoldás lett volna az oldalról való daruzás, de ekkor a bárkatengelyből való - 2m-t meghaladó - kitérés miatt az úszáshelyzet instabillá vált volna. Ezért a tat felől kellett megoldani a feladatot a pillérekhez való közvetlen ráállással, ami által csak szűk terület maradt a bárka sínpálya és a daru elhelyezésére. Az aszimmetrikus elhelyezés a bárkatest hosszirányú dőlését is eredményezte, ezért ennek kiegyenlítésére a hajóornál vasbeton lap depóniákból képzett ellensúlyozást kellett alkalmazni.

Az autódaruk behajózása a szerelőtérrel egy ideiglenesen létesített bejáró hídon át történt, a két bárkát egymásnak farral pozicionálva. A daru beléptetése a mederben a folyásirányra merőlegesen egy összefüggő 100m akadályt jelentett.



77. kép - 200t teherbírású daruk beléptetése a TS40 bárkákra

A beemelések során a darutalpak alatt fellépő igénybevételek elviselésére a bárkafedélzet önmagában nem lett volna alkalmas, ezért a talpalások alatt teherelosztó gerendapár került elhelyezésre keményfa alátéteken keresztül a hajóbordákra letámasztva. A darutalpakat ezen kívül borulás ellen is le kellett kötni a fedélzethez. Mivel a műveletek során a bárkák úszáshelyzete folyamatosan változott és az autódaruk csak kivízszintezett helyzetben tudnak dolgozni, ezért azt folyamatosan ellenőrizni kellett és szükség esetén után kellett állítani a darutalpak hidraulikáival. Mindazonáltal a vízen végzett beemelés a daruk szempontjából meglehetősen veszélyes műveletnek minősült a terhelésváltozásra folyamatosan mozgó bárkafedélzet következtében, ami gondos előkészítő munkát igényelt.

A bárka sínpályák a szerelőtéri hosszpálya folytatásaként, a bárkák hossz tengelyére merőlegesen, a parti indítóállványhoz csuklósan rögzítve kerültek kialakításra. A sínpályák megtervezésekor figyelembe kellett venni, hogy a bárkák csak közép vonalukban terhelhetők, valamint teher hatására nemcsak süllyednek, hanem hosszirányban billennek is, ezért a pályát olyan csuklós kapcsolatokkal kellett kialakítani, amelyek a hídelemek bemozgatásakor fellépő összes deformációt le kellett tudja követni.

A pályák HEB gerendás, a vízálláshoz és a bárka merüléshez igazodó magasságú máglyás alátámasztással, rácsokkal összerögzítve, teherelosztó gerendák alkalmazásával lettek telepítve.



78. kép - Tisza híd indulásra készen

2.4.3 Hídelemek mozgatása bárkákra és beemelés

A két TS40 bárka szinkron úsztatása kulcsfontosságú volt a szállítmány épségének megőrzése kapcsán, ezért a beúsztatások és beemelések idejére teljes mederszélességben hajózási zárlat lett elrendelve. A munkafolyamatokat megelőzően a közúti és vasúti hidakra kihelyezésre kerültek az áthaladni tilos A.1 jelzések, valamint a hidak fölött és alatt 500-500 méterrel is bójákra kihelyezett A.1 táblákkal jeleztük a tiszai hajósok számára, hogy a speciális munkafolyamatok ideje alatt nem tudnak hajóval áthaladni a híd alatt.

A lehetőségekhez mérten igyekeztünk szabad áthaladást biztosítani a hajóval áthaladni szándékozókknak, ezért a part menti mozgatások során egy hídnyílás mindig közlekedhető maradt kíméleti hajózás előírása mellett.

A műveletek megkezdése előtt először az úsztatásban részt vevő bárkákat kellett a kikötőben egymás mellé beállítani, majd a sínpályákkal összekötni őket. Az elemmozgatások során amint a hídszerkezet eleje elhagyta az indítóállványt, megkezdődött a bárkák terhelése és ezáltal fokozatos süllyedésük is, ami később a terhelés csökkenésével emelkedésbe váltott át. Mivel a bárkák aszimmetrikus terhelése és süllyedése miatt az első kocsi alatt a sínpálya csavarodott, ezt a hatást a parti sínpályán mozgó magas kocsival hidraulikus módon menet közben le kellett követni a pálya túlterhelésének elkerülése érdekében. A hátsó hídvég indítóállványra történő felléptetése után a hátsó kocsikba beépített hidraulikák a magassági korlátok miatt elmaradtak, ezért a csavarodási utánállítást a mozgatással időnként megállva és a hátsó hídvéget sajtóra véve kellett elvégezni a magasság beilagolással történt rögzítésével.

Amikor az első kocsi beért a külső bárka közepére, ott rögzíteni kellett, majd az összekötő sínpálya szétcsavarozásával a két bárkát egymástól el kellett oldani. A külső bárka ezután együtt mozgott a híddal, addig, ameddig a hátsó kocsi is a másik bárka közepéig nem ért.

A bárka parttól való eloldásával a hídelem teljes egészében a vízre került és megkezdődhetett a pillérekhez való beúsztatás.

79. kép - Tisza-híd szélső nyílás szállítása a szerelőtérrel a csárda melletti támaszhoz



80. kép - Tisza híd első mederelem beúsztatása

Első mederelem a bárkákon lévő két 200t-s daru páros emelésével került a helyére.

A beemelés fázisai:

- felemelés daruval
- ráúszás bárkával pillérig
- gémdöntés hídtengely fölé
- leeresztés

Kiemelt fontossággal bírt a HSP Kft. által megtervezett kikötési pontok, horgonyok telepítése, melyek a teljes mozgatási folyamat során precízen biztosították a mozgatott 70m fesztávú hídelemek stabilitását és a kivitelezési fázis sikerességét.

Az emelés közbeni stabilitást a bárkák mellé szorosan rögzített segéduszályok növelték.

A második mederelem beemelése az egyik bárkára telepített 200 t daru és egy parti 200 t daru páros emelésével történt a fent már ismertetett módon. Parti daruként az időközben feleslegessé vált másik bárkás daru lett alkalmazva. A szinkron úsztatások és pillérközeli vízi manőverek az összeszokott csapatnak köszönhetően gyorsan, precízen történtek.

A szárazföld feletti hídelemek páros darus emeléssel kerültek felemelésre.



81. kép – Tisza híd első mederelem beúsztatása



82. kép - Tisza híd első mederelem beemelése



A munkák végeztével örömmel néz vissza az ember a nagy nehézségek árán elkészült kecses konzolokra, felszerkezetre. A terület egyedülállóan sorakoztat fel különböző korszakokban tervezett, megvalósított áthidalásokat a vasúti híddal, a közúti híddal és az új kecses kerékpáros híddal, mely reméljük megfelelően szolgálja majd a túrázni és kikapcsolódni vágyókat. Reméljük, hogy megpihelve, megállva egy pillanatra majd bennük is felmerül a kérdés, hogy annakidején a kivitelezők hogyan is oldották meg ezt az összetett feladatot.

83. kép – Az elkészült Tisza híd

3. X. öblítőcsatorna nyitható hídja

A Poroszló-Tiszafüred közötti szakaszon a legkisebb és legegyszerűbb híd a X. sz. Öblítő csatorna hídja a maga 5,5 m szabad nyílásával és nyitható kialakításával.

Hódút Kft. megbízásából Weinberg '93 Kft. gyártásában és DLW 91 Kft. helyszíni szerelésével valósult meg a 8 t össztömegű szerkezet. Gyártás során rendkívül precíz ellenőrzéssel lehetett csak a gépészeti elemek és szerkezeti acél elemek olajozott együttműködését biztosítani.

A gyártási folyamat során több alkalommal történt próbaszerelés üzemi körülmények között, ahol a gépészet működését tesztelték. Nagy szerepet kapott a gém hátsó ívébe tervezett ellensúly, melyet acéllemezből kialakítva sikerült a szerkezetet finomhangolni.

A korrózióvédelmet üzemi körülmények között COLOR HELP Kft. végezte a szerkezeten, mely a bevonat száradását követően szétszerelt állapotban került kiszállításra helyszínre. A telepítés a gyári próbaszereléseknek köszönhetően, gyorsan és problémamentesen zajlott.



84. kép - X. Öblítő híd üzemi próbaszerelése



85. kép - A X. Öblítő híd helyszíni telepítése

4. Próbatelherelés

4.1 Dinamikus próbatelherelés

A fennálló körülmények folyamánként a dinamikus próbatelherelés ki-vitelezése Hódút Kft. saját létszámmal történt, mely egy régi hagyomány felidézése a hídépítés szakmában - évtizedekre visszatekintve egyedül-álló esemény volt.

A dinamikus próbatelherelést 56 fő kolléga részvételével hajtottuk végre, több különböző nagyságú és különböző sebességgel haladó csoporttal. A hídon való rendezett áthaladás során kulcsfontosságú volt a csoport alakzat és lépés frekvencia tartása.



86. kép - A megvalósult X. Öblítő híd felnyitás közben

A futamok stratégiájának és tervezett sorrendjének célja a szerkezetek-re mértékadó gerjesztő frekvenciák meghatározása volt. Ennek érdeké-ben a három híd terhelését egy nap alatt végeztük el, azonos program szerint. Hidanként 28 futam volt tervezve, mely a csoportokban részt vevő személyek számára 12-16 áthaladást jelentett mindegyik hídon (sétálva / futva, 90-150 m-es sétálási/futási távolsággal).

A dinamikus és statikus próbatelherelések során szükséges méréseket és a mérési eredmények kiértékelését a Budapesti Műszaki és Gazda-ságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tan-szék végezte.

A futamok során a hídon gyorsulásmérők kerültek elhelyezésre a fu-tamok során a szerkezet függőleges és vízszintes gyorsulásértékeinek meghatározására, illetve a híd különböző pontján 3-4 fő komfortérzet szempontjából értékelte a híd dinamikai viselkedését.



87. kép - Szomorka-patak híd dinamikus próbaterhelés Hódút Kft. kollégáinak közreműködésével

A próbaterhelés során a különböző sebességű, létszámú futamok kombinálásából adódott a 28 db terhelési eset, melyek a következők voltak:

- 2 fő
- 10 fő
- 26 fő
- 56 fő
- lassú séta 3-4 km/h
- gyaloglás 5-6 km/h
- kocogás 8-9 km/h
- futás 10-15 km/h

88. kép - Hódút Kft. próbaterhelő csapat



89. kép - Szomorka-patak híd dinamikus próbaterhelése felülnézetből



90. kép - Eger-patak híd dinamikus próbaterhelése

A dinamikus futamok nagyrésztében a csoport rendezett lépésben, vezényszóra lépve haladt át a szerkezeteken, de voltak rendezetlen, nem összehangolt lépéses futamok is. Ezen kívül a futamok között volt két olyan is, amikor egy-egy 10 fős csoport kocogás, illetve futás után a híd közepén hirtelen megállt.

A szubjektív komfortértékelők megítélése alapján a dinamikai szempontból mértékadó futamok áthaladása során is csak kismértékben, illetve mérsékelt módon zavaró rezgések keletkeztek a szerkezeten.

4.2 Statikus próbaterhelés

A statikus próbaterhelést mindhárom híd esetén vízzel feltöltött IBC tartályokkal végeztük el. Az alkalmazott tartályszámok:

- Szomorka-patak hídja: 116 db
- Eger-patak hídja: 128 db
- Tisza-híd: 100 db

A vizes tartályok darabszáma úgy lett meghatározva, hogy a próbaterhelés során elérjük a tervezési teherszint min. 80%-át. A szerkezeteket 6 – 9. különböző teherállásban terheltük, és minden teherállásban szintezéssel mértük a hídszerkezetek alakját (lehajlását) felsőrendű szintező műszerekkel, $\pm 0,5$ mm pontossággal. A próbaterhelés során mindegyik hídszerkezet esetén vizsgáltunk hosszirányú parciális terhelést, totális terhelést, féloldalas és csavaró jellegű terhelést is.



91. kép – Eger-patak híd statikus próbaterhelése



92. kép - Szomorka-patak híd statikus próbaterhelése

A statikus próbaterhelés eredménye igazolta a hídszerkezetek terv szerint viselkedését az ingaoszlopos lekötések speciális szerkezeti viselkedésének figyelembevételével és a szerkezetek kellő teherbírását. A mérési eredmények igazolták, hogy a hídszerkezet kielégíti az ÚT 2-2.208-2004 Útügyi Műszaki Előírás vonatkozó előírásait és forgalomba helyezhető.

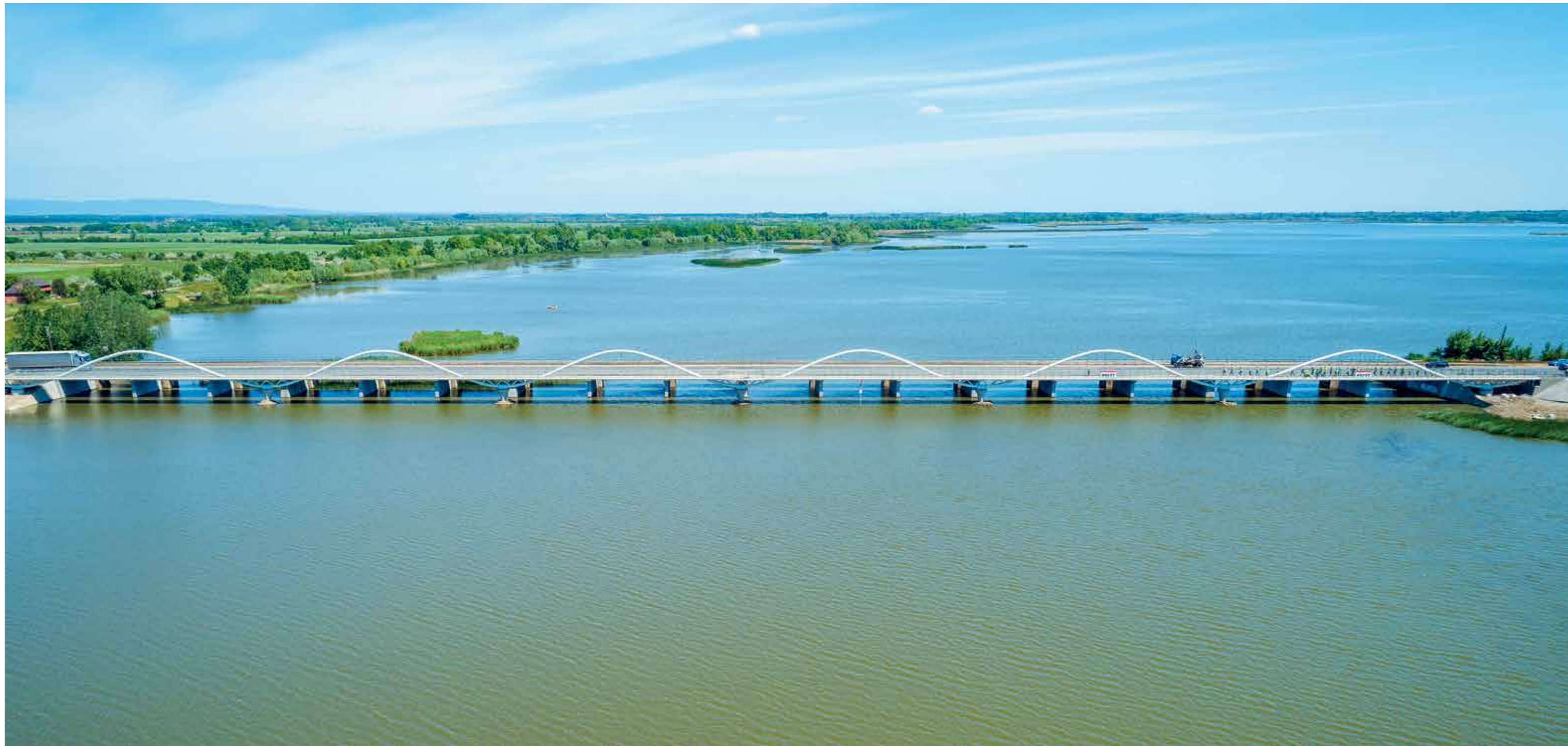


93. kép – Szomorka-patak híd statikus próbaterhelése

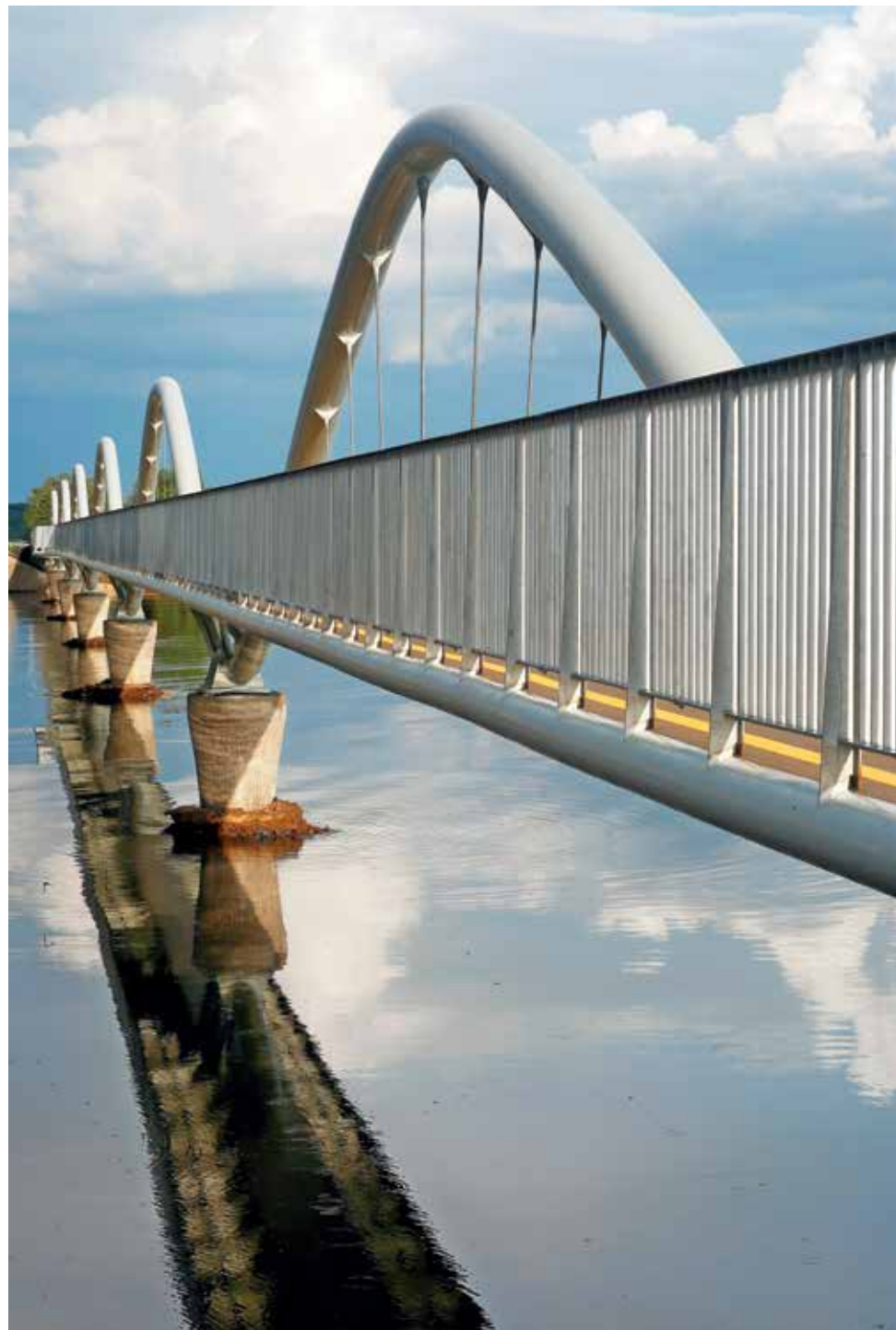
IV. A MEGVALÓSULT HIDAK

1. EGER PATAK HÍDJA





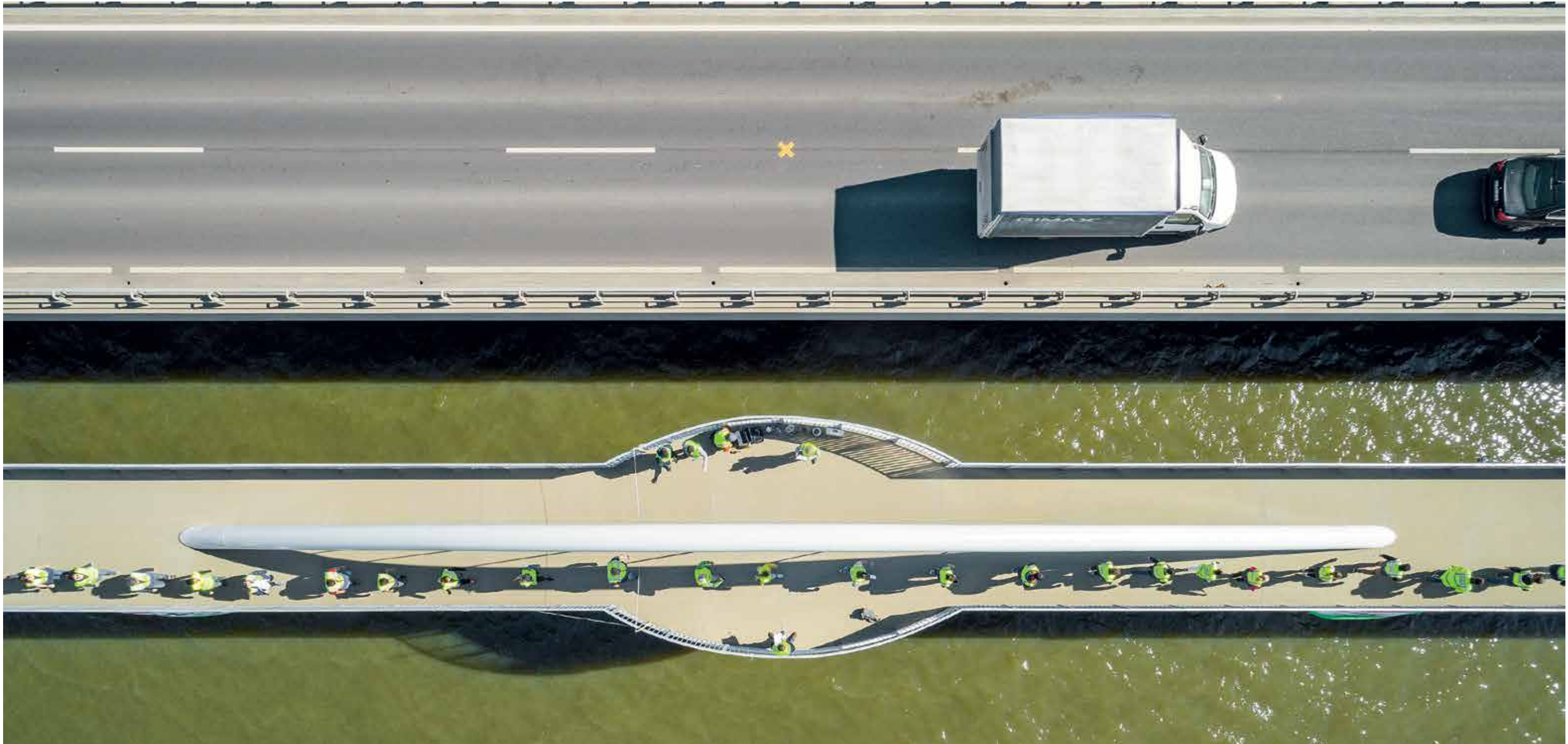






2. SZOMORKA PATAK-HÍD





3. TISZA-HÍD









4. X. ÖBLÍTŐCSATORNA NYITHATÓ HÍDJA







V. VÉGSZÓ

A Tisza tavi folytatólagos ívekkel merevített hidak formája nemzetközi szinten is egyedülálló, a kilenc nyílású 308 m hosszú felszerkezet létesítését a hőmozgásnak teret adó egyedi statikai döntések és részletmegoldások tették lehetővé. A híd viselkedésének az analíziséhez használt módszerek, a talaj rugalmas ágyazásának figyelembevétele és a felszerkezet-alépítmény részlegesen merev befogása és az alépítmény-altalaj iteráció több talajparaméterrel való statikai vizsgálata – az elmúlt évtizedben fejlődtek ki, így mondhatni, hogy innovatív új híd épült.

A Tisza folyó feletti fejgerenda-szélesítésen épülő új acélhidak gazdaságos és esztétikus kerékpárút átvezetést tettek lehetővé, melyek megépítéséhez a nagy méretű elemek vízről beemeléséhez bravúros kivitelezői munkára volt szükség.

A X. öblítőcsatorna műtárgya Magyarország első nyitható kerékpáros hídja.

A megvalósítás során közreműködő szervezetek:



NIF
Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.
– Beruházó –



Speciálterv Kft.
– Híd- és műtárgy tervező –
Tanulmány, engedélyezési és kiviteli tervek,
továbbá a Kivitelezési fázisban út- és generáltervező



Hódút Kft.
– Generálkivitelező –
és acélszerkezeti generálkivitelező



METRÓBER Kft.
– Mérnökszervezet –
Kivitelezés



Acélhidak Kft.
Acélszerkezet szerelést végző
alvállalkozó



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
– Hidak és Szerkezetek Tanszék –
Tisza-híd függesztő rendszer
szabályozási-méréstechnológiai
alvállalkozó

KÉPLISTA

1. kép: 33-as keresztezése a Tisza-tavon	4	22. ábra: Merevítőtartó keresztmetszete		45. ábra: A nyitható híd oldalnézete és felülnézete	40	74. kép – Tisza-híd meder elem szerelése	55
2. kép: Tisza-tó látképe	5	normál és szélesített szakaszon	24	46. ábra: A híd acélszerkezeti tervének részletterve		75. kép – Tisza-híd meder elem rúdfeszítés folyamatban	56
3. kép: Madárvilág	7			– Pályalemez keresztmetszet	40	76. kép – Tisza-híd TM1 és TM2 mederelem a szerelőtéren	56
4. kép: Madárvilág	7	23. ábra: Függesztőrudak	24			77. kép – 200t teherbírású daruk beléptetése	
5. kép: Tisza-tó vízfelülete Poroszló mellett		24. ábra: Felsőpályas szakasz keresztmetszet	25	47. képek: X. számú öblítőcsatorna híd gépészeti terv részlet	41	a TS40 bárkákra	57
az elkészült Eger-híddal	8	25. kép: Csőtartó egyirányban mozgó lekötésének		48. kép – Pillér vasalása és a kiszaluzott vasbeton szerkezete	42		
		végeselemes modellje	25	49. kép – Pillér vasalása és a kiszaluzott vasbeton szerkezete	42	78. kép – Tisza-híd indulásra készen	57
A 6. ábra, 7. ábra: Gerenda és rácsos tartós verziók						79. kép – Tisza-híd szélső nyílás szállítása a szerelőtérről	
az Eger patak esetében – Tanulmányterv 2006	11	26. kép: Végkereszttartó és ingaoszlopos támaszok		50. kép – Eger-patak- és Szomorka-patak híd		a csárda melletti támaszhoz	58
		végeselemes modellje	26	cső főtartóinak hajlítása	43		
8. kép: Nyitható hídszerkezet	11			51. kép – Eger-patak- és Szomorka-patak híd hajlított cső főtartói	43	80. kép – Tisza-híd első mederelem beúsztatása	59
9. ábra: Eger- és Szomorka-patak hidak – Támaszkoncepció vázlata	12	27. ábra: Eger-patak híd végeselemes modellje	26	52. kép – Munkában az új 3D plazmavágó berendezés	44	81. kép – Tisza-híd első mederelem beúsztatása	60
		28. kép: Övlemezrel merevített kereszttartók		53. kép – A „hurkatöltő” támasz		82. kép - Tisza-híd első mederelem beemelése	61
10. kép: Eger- és Szomorka-patak hidak		végeselemes modellje a kiszélesedő pályalemezél	27	(Eger-patak- és Szomorka-patak híd támaszelem)	44	83. kép – Az elkészült Tisza-híd	61
– Kishajó kikötő (nem került megvalósításra)	13					84. kép – X. Öblítő híd üzemi próbaszerelése	62
		29. kép: Merevítőtartó és ívtartó kapcsolata	27	54. kép – Szomorka-patak híd pálya próbaszerelése	45	85. kép – A X. Öblítő híd helyszíni telepítése	63
11. kép Eger-patak híd: Tanulmánytervi látványterv	13	30. ábra: Rudak feszítése a merevítőtartó megemelésével	27	55. kép – Bebetonozandó elemek “hurkatöltő” fogadásához	45	86. kép – A megvalósult X. Öblítő híd felnyitás közben	63
12. kép: Meglévő, üzemelő Tisza-hidak	14	31. ábra: Szomorka-patak híd végeselemes modellje	28	56. ábra – Eger-patak híd elemosztás	45	87. kép – Szomorka-patak híd dinamikus próbaterhelés	64
13. ábra: Tiszafüredi Tisza-híd felszerkezetének konzolos		32. ábra: Tisza-híd – Általános terv – oldalnézet	30	57. kép – Eger-patak híd P1-P11 elemek próbaszerelése	45	Hódút Kft. kollégáinak közreműködésével	
bővítése – műszaki javaslat 2005	15	33. ábra: Tisza-híd – Általános terv részlet	31	58. kép – Szomorka-patak híd építés közben	46	88. kép – Hódút Kft. próbaterhelő csapat	64
		34. ábra: Tisza-híd – Meglévő híd fejgerenda erősítés		59. kép – Szomorka-patak híd betöltés és szerelőterület	46	89. kép – Szomorka-patak híd dinamikus próbaterhelése	
14. ábra: Az ártéri nyílásokra javasolt szerkezet:		és a kerékpáros hídhöz a konzolos túlnyúlás	33	60. kép – Szomorka-patak híd T2 jelű elem beemelése	47	felülnézetből	64
térrács az alépítményre építendő acél konzol bővítményen				61. kép – Szomorka-patak híd T2 jelű elem érkezése	47		
– műszaki javaslat 2005	15	35. kép: Tisza-híd – Kiviteli látványterv	33	62. kép – Eger-patak híd ívtartó szerelése	48	90. kép – Eger-patak híd dinamikus próbaterhelése	64
		36. ábra: Tisza-híd – Merevítőtartó keresztmetszet	34	63. kép – Szomorka-patak híd szerkezete a víz felett	48	91. kép – Eger-patak híd statikus próbaterhelése	65
15. ábra: A szélesített híd oldalnézete - műszaki javaslat 2005	15	37. ábra: Tisza-híd – Merevítőtartó rúdbekötés	34	64. kép – Eger-patak híd	49	92. kép – Szomorka-patak híd statikus próbaterhelése	65
16. kép: Tiszahíd szélesítés elvi megoldása virtuális 3D „makett”	17	38. ábra: Tisza-híd – Meder híd elem gyártmányterv részlet	35	65. kép – Tisza-híd fejgerenda visszavésés	50	93. kép – Szomorka-patak híd statikus próbaterhelése	65
17. kép: Tisza-híd színezett korai Vázlatterve,		39. ábra: Tisza-híd – Sajátfrekvencia 4. alak	36	66. kép – Tisza-híd fejgerenda tűskézés	50		
még Vierendeel szélső nyílásokkal	16	40. ábra: Tisza-híd – Ívváll és végkereszttartó végeselem modell	37	67. kép – Tisza-híd fejgerenda vasszerelés	51	Fotók:	
		41. ábra: Tisza-híd – Feszítési fázisok	37	68. kép – Tisza-híd elkészült fejgerenda	51	Gyukics Péter: 3., 4., 5. sz. képek és IV. fejezet	
18. ábra: Eger-patak híd oldalnézete és hosszmetzete	20	42. kép: Vincent Van Gogh – The Langlois Bridge at Arles (1888)	38	69. kép – Tisza-híd ártéri elem próbaszerelése fejtetőre állítva	52	Bernát Benjámin, magyarepitok.hu: 1., 2. sz. kép	
19. ábra Szomorka-patak híd oldalnézete és hosszmetzete	22	43. kép: X. Öblítő műtárgy – Ráépítés utáni állapot	39	70. kép – Tisza-híd meder elem próbaszerelése	52	Dernovics Tamás, magyarepitok.hu: 63., 87., 88., 89. sz. képek	
20. kép: A pillérek kontúrvasalásának térbeli modellje	23	44. ábra: Alapozásra jutó többletterhelés vizsgálata		71. kép – Tisza-híd cső főtartó csomópont	52	HÓDÚT Kft: III. fejezet	
21. ábra Pillér vasbeton terve	23	statikai programban	39	72. kép – Tisza-híd elem indulásra készen	53	HSP Kft: 77. sz. kép	
				73. kép – Tisza-híd szerelőtér	55	Speciálterv Kft.	





SPECIÁLTERV
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KFT.

