

2. kép: A híd kiviteli tervi hosszszelvénye, oldalnézete

félbevágott csőből összeállított összetett szelvény helyett szimpla cső keresztmetszetre módosítottuk az ívtartó kialakítását.

A főtartó ív sugara $R=78,00$ m. Az ív $\varnothing 610/12$ cső keresztmetszettel, kibetonozott acél kialakítással készült. Az ív a cölöpösszefogókba mereven bekötve, bebetonozott acélszerelvényekhez hegesztve csatlakozik. A vasbeton pályalemez a két szélén futó, utólag kibetonozott $\varnothing 508/12,5$ keresztmetszetű acélcsőből álló merevítőtartókhöz és a keresztartókhöz együttdolgoztató fejes csapok segítségével kapcsolódik. Mind az ívszerkezet acélcsöve és mind a pályalemez körülölelő hosszartó csövek kibetonozottak.

A pályalemez szerkezeti magassága: 20–30 cm között változó. A pályalemez felső síkja akadálymentességre tervezett útpályára vonatkozó szabvány pontjainak megfelelően 9,00 m hosszan lejt a domború lekerekítő ívnek megfelelően (maximum 75 cm-t), majd 1,50 m hosszú, 0,5% lejtésű pihenő következik. A vízvezetést középre lejtetve oldottuk meg, így csökkenthető a szélsős csövek tövében a vasbeton pályalemez csatlakozásánál történő korróziós kockázat, illetve a lefolyó vizek várhatóan a kétirányú gyalogos és kerékpáros forgalom között folynak le. A pályalemez felső síkja végül a rámpa- és pihenőfelületekből adódó tördelt felületből állt össze, így ezen akadálymentességi követelményeknek köszönhető a „furcsa” vonalvezetése.

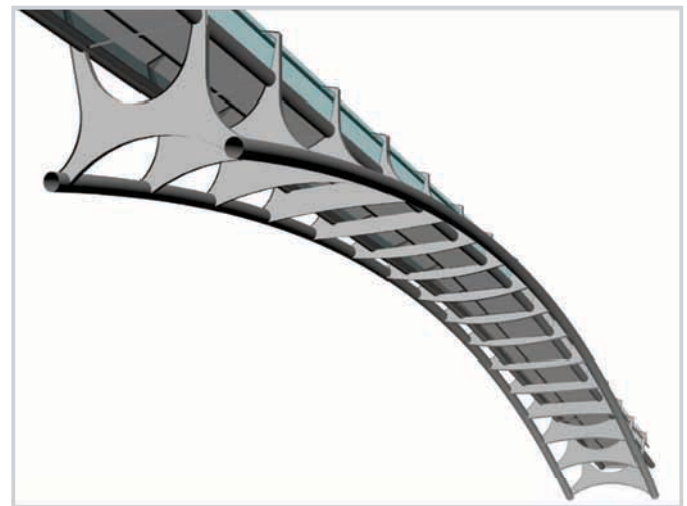
A lejtés változását a pályalemez vastagságának változtatásával alakítottuk ki. A tördelt alakot elrejtendő, a pályalemez szélein futó acélcsövek tiszta ívként készültek, így oldalról a tört vonal nem látszik, az mindössze a hídpályán haladva érzékelhető.

Az ívhíd az alépítményekbe mereven befogott. Vízzintes erőkre méretezett támaszokat terveztünk, melyek felveszik az ívhíd statikai rendszeréből adódó, jelentős, vízszintes erőket. Az engedélyezési terven a vízszintes merevséget növelendő, a háromsoros cölöpözés hátsó sorának cölöpjeit ferde kialakítással terveztük, mely kialakítás kiülföldön járatos, rendszeresen alkalmazott, az alaptest vízszintes teherhordó képességét jelentősen és gazdaságosan növeli. Sajnos a hazai cölöpözési technológia ezt nem tudta megoldani, így végül a híd és az alapozás újraszámolásával, illetve a cölöpfejek nyírási teherbírásának bebetonozott acélszerelvényekkel való növelésével sikerült a vízszintes erők felvételét biztosítani: felsőpályás ívhíd építeni az Alföldön. Tovább segítette e kialakítást, hogy a Türr-csatorna, melynek partjébe az alépítményeket besüllyesztettük, egy védett mederrel rendelkező, homogén, kemény homokos altalajba készített, mesterséges vízi út, melyben jelentős a víz áramlása, és ezáltal üledékképződés nem alakult ki.

Így végül egy mély bevágásába kerültek a hídfők, melyek ellenfalának a vízszintes megtámasztása is biztosított volt, vagyis a hídfő és a cölöpök együttesen szolgáltatják a vízszintes megtámasztást (lásd részletesen a statikai megfontolások leírásánál).

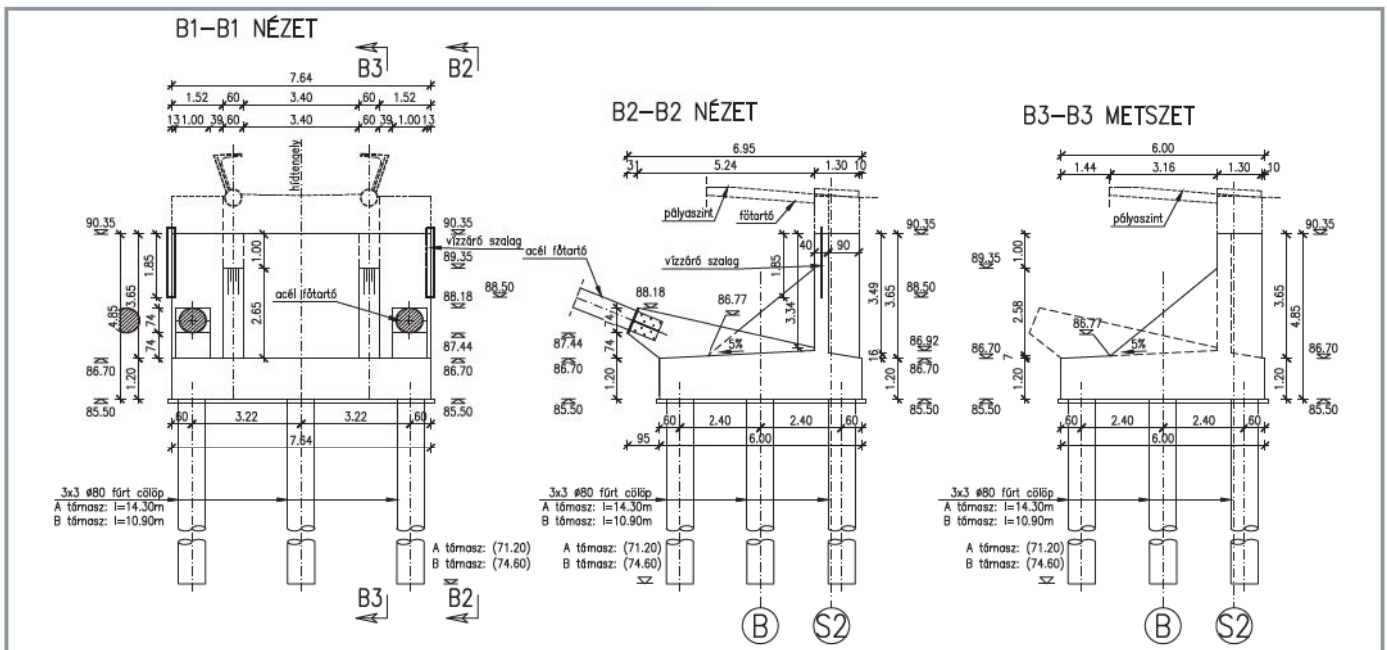
Az alsó ív is befogott a cölöpösszefogóba, és a felső ív és a vasbeton pályalemez is mereven kapcsolódnak a hídfők vasbeton tömbjeibe.

A folytatólagos pályalemez és az ív kapcsolatát 18 ponton, 4,52–4,03 méterenként acél keresztartók és a két végkeresztartó biztosítják. A keresztartók síkjában a vasbeton pályalemez csapokkal kapcsolódik a IV–X keresztartóknál a keresztartó felső övéhez. A keresztartók kialakítása – a hídközéppontra szimmetrikus értelemben – páronként különböző, a merevítőtartókat és a pályalemez alulról támasztják meg. Az egyedi keresztartók a támasztól indulva előbb homorú, majd mezőközépen domború kialakítással készültek, a hídnak egyedi jelleget biztosítva.



3. kép: Az acélszerkezet térbeli kialakítása

A vasbeton cölöpösszefogó alapteste a hídfő felmenő szerkezetével egybevasalva készült és kiemelkedő pengéfalakkal támasztja meg az ívet, melyek szélessége 1,00 m. A felszerkezet alatt a pengék között szerkezeti gerenda készül, amelybe a felszerkezet merevítőtartói be vannak fogva. A szerkezeti gerenda magassága változó, minimum 1,00 m. A pengék között a háttöltés megtámasztására 40 cm vastag vasbeton fal készül, mely alsó élén a cölöpösszefogóba, felső élén a szerkezeti gerendába, az oldalain



4. kép: A vasbeton alépítmény kialakítása

pedig a pengékbe köt be. A 14,3 m, illetve 10,9 m hosszú, 80 cm átmérőjű CFA technológiával fűrt vasbeton cölöp-alapok a cölöpösszefogó gerendába kötnek be, a befogási környezetben, 4 m hosszon I400-as tartóbetét erősítéssel.

A szerkezet két végén a pályalemez a hídfófallal és támfallal körülvett, 11,56 m x 18,00 m befoglaló méretű, tengelyszimmetrikus, sokszög alaprajzú bástyákhoz csatlakozik. A bástyák közösségi életnek nyújtanak teret, rajtuk kerékpártárolók és padok találhatóak. A bástyák vasbeton szög-támfallal körülvett földszerkezetek. A vasbeton szög-támfalak a hídfők pengéihez csatlakoznak a hídfő mindkét oldalán, így a háttöltés megtámasztásáról is gondoskodnak.

A bástyákhoz vasbeton rámpák csatlakoznak, melyek felvezetik a csatlakozó kerékpárutat a hídra. A hídra felvezető rámpák síkalapokra támaszkodó, pengefalás szerkezetek. A Nagy-Pandúr-szigeten a bástya északnyugati oldalán csatlakozik egy, a Petőfi-szigeten a bástya északi és déli oldalán csatlakozik egy-egy darab rámpa. A hídra felvezető rámpák síkalapokra támaszkodó, vasbeton, pengefalás szerkezetek. A síkalap 4,00 m széles, 50 cm magas, felső síkja 5%-ot lejt, azon a szakaszon, ahol a rámpa egyben árvízvédelmi funkciót is ellát, a vízfolyás felőli szélén a föld alatt 50x120 cm elcsúszás elleni és az átszivárgást lezáró „fog” található. Amikor a rámpák pályalemeze a terepszint közelébe kerül, a szerkezet keresztmetszetváltással tömör vasbeton tömbként folytatódik. Az alaptest, a felmenő fal és a pályalemez tengelyszimmetrikus kialakítású, a korlátok aszimmetrikusan készülnek. A vízfolyás felé eső mellvéd fal árvízvédelmi szerepet lát el, magasságát ez a funkció határozta meg.

A hídon és a rámpákon teljes hosszán a kerékpáros forgalomra tekintettel 1,40 m magas, sodronyos acélkorlát készült. A korlát oszlopaiként a keresztartók merevített gerince szolgál. A korlát felmenő fala 110 mm kiosztású kézléccel párhuzamos, sodronyköteles kialakítású, a kézléc fa burkolatot kapott. A járófelületet a korlátban elhelyezett világítótestek világítják meg, a híd pedig a mederburkolatban elhelyezett díszmegvilágítást kapott.

A híd alsó felületét a mederburkolatban elhelyezett díszmegvilágítás emeli ki, mely a főtartó íveit teljes hosszban fénnel kíséri. A víz alatt is üzemképes lámpák nagy víz esetén a víz alóli derengéssel teszik érdekessé a látványt.

A híd főbb adatai

Az ív alátámasztásainak támaszköze	62,00 m
Az ív húrmagassága	6,60 m
Az ív sugara	78,00 m
Az alépítményeknek tengelyeinek távolsága (A – B tengelyek)	67,60 m
Szabad nyílás	60,80 m
Hídfő falak közötti nyílás	70,25 m
Felszerkezet szélessége korlát nélkül	4,51 m
Felszerkezet szélessége korláttal	5,17 m
A teljes szerkezet szélessége	7,00 m
A pályalemez szerkezeti magassága	200–300 mm
A főtartó ív szerkezeti magassága	610 mm
Az ív húrmagassága	5,99 m
Az ív függőleges sugara tengelyben	77,24 m
Korlátok közötti szélesség a hídon	3,50 m

2 Statikai megfontolások

Ahogy előző cikkünkben írtuk, a szerkezetnek egyszerre volt szükséges a megrendelői igények szerinti karcsú, légiés vonalakkal rendelkeznie, valamint – a süllyesztett pályaszint miatt – hajóútközésre alkalmasnak lennie. Ez további statikai vizsgálatokat jelentett, a kihívásnak a választott, kibetonozott acélcsovekből kialakított, felsőpályás ív-híd kiválóan megfelelt.

A kiválasztott, befogott ívhidas statikai rendszer merevsége erősen függ a befogott cölöpök körüli talaj és a nagy felületű hídfő mögötti háttöltés megtámasztó hatásától. A talajmechanika által szolgáltatott adatokat és azok bizonytalanságát mérlegelve kellett a szerkezet modellezését végrehajtani, kellően biztonságos – azonban a jelentős nyílásra tekintettel – a hídalakat is megfelelően meghatározó közelítésekkel élni.

Ilyen esetekben a számítást több, a talaj összenyomódási modulusából származtatott lineáris vagy lineáris-képlékeny „rugóval” modellezzük térbeli végeselemes modellen. Az így képzett támaszok merevségét akár egy nagyságrenddel is változtatva vizsgálhatóak az igénybevételek, feszültségek és alakváltozások a szerkezeten, majd végrehajtható a szerkezeti elemek ellenőrzése.

A talaj valós viselkedése függ a terhelés nagyságától és idejétől is, tartós jellegű terhekre konszolidálódik, nagyobb alakváltozásra képes, mint pillanatnyi hasznos vagy rendkívüli (pl. hajóütközés) teher hatására. A statikus tervező felelőssége kiválasztani, hogy mely esetben milyen értékkel számol, esetenként (a biztonság javára tett közelítéssel) mit hanyagol el, az építés közbeni alakmérés és a próbatelhelés pedig végül kiváló lehetőséget ad a feltételezések ellenőrzésére.

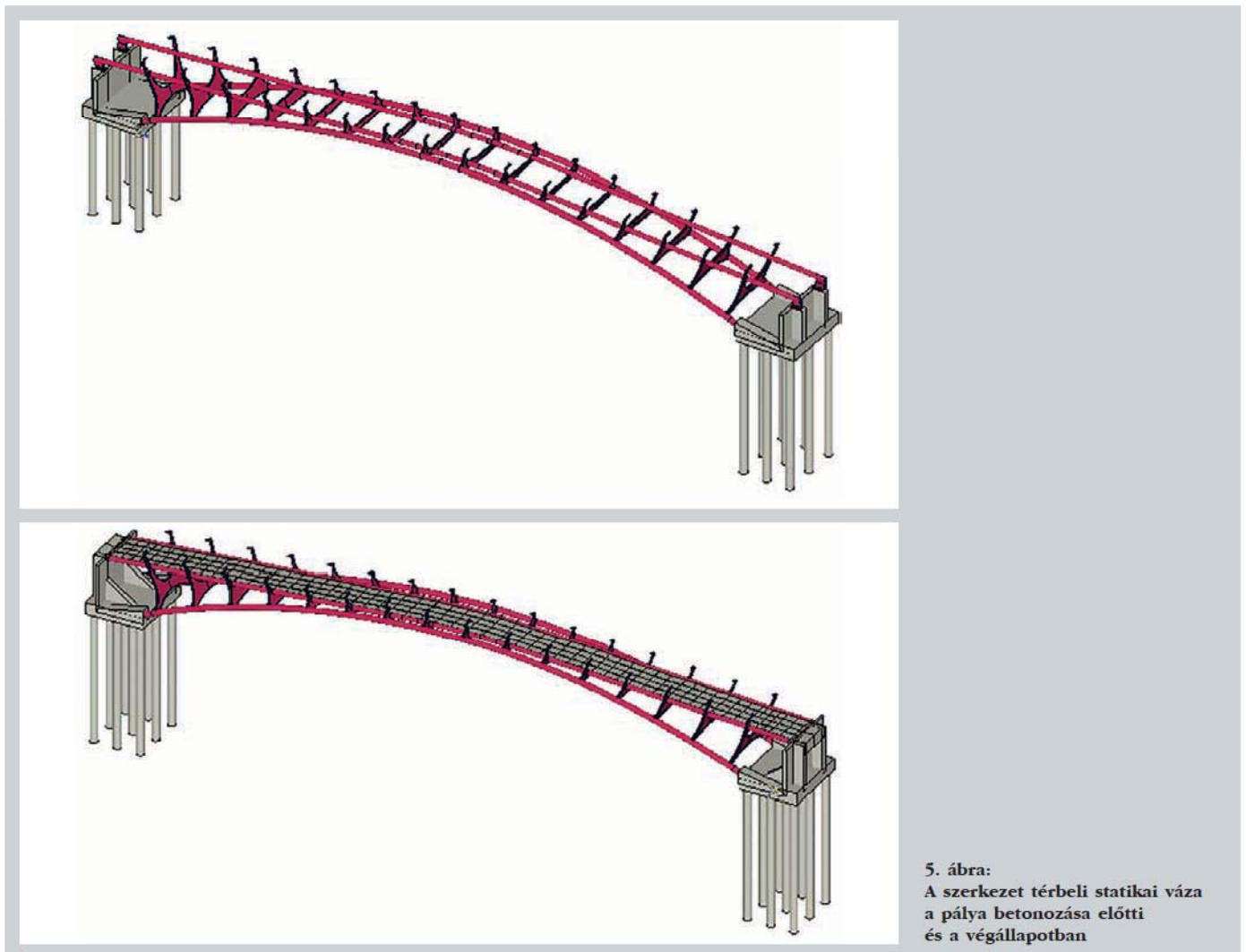
Esetünkben a talajbizonytalanságon túl még a kibetonozott acélcső és az öszvérjellegből adódó „szokásos” betonrugalmassági modulus – ez utóbbi időben is változó – bizonytalansága okozta a mérlegelés tárgyát. A statikai számításban és az azt igazoló független ellenőrző statikai számításban is kimutatható volt, hogy a kibetonozott acélcső és a befogott statikai rendszer jelentős teherbírás-tartalékokkal bír az önsúly és a hasznos terhek figyelembevételekor, azonban a szerkezeti kialakítást, a már így is kellően karcsú és esztétikus kialakítás és a helyszíni adottságok alapján reális eséllyel bíró hajóütközésre tekintettel nem változtattuk.

Az előzőek alapján a statikai számítást a következő elvi alapokon végeztük el:

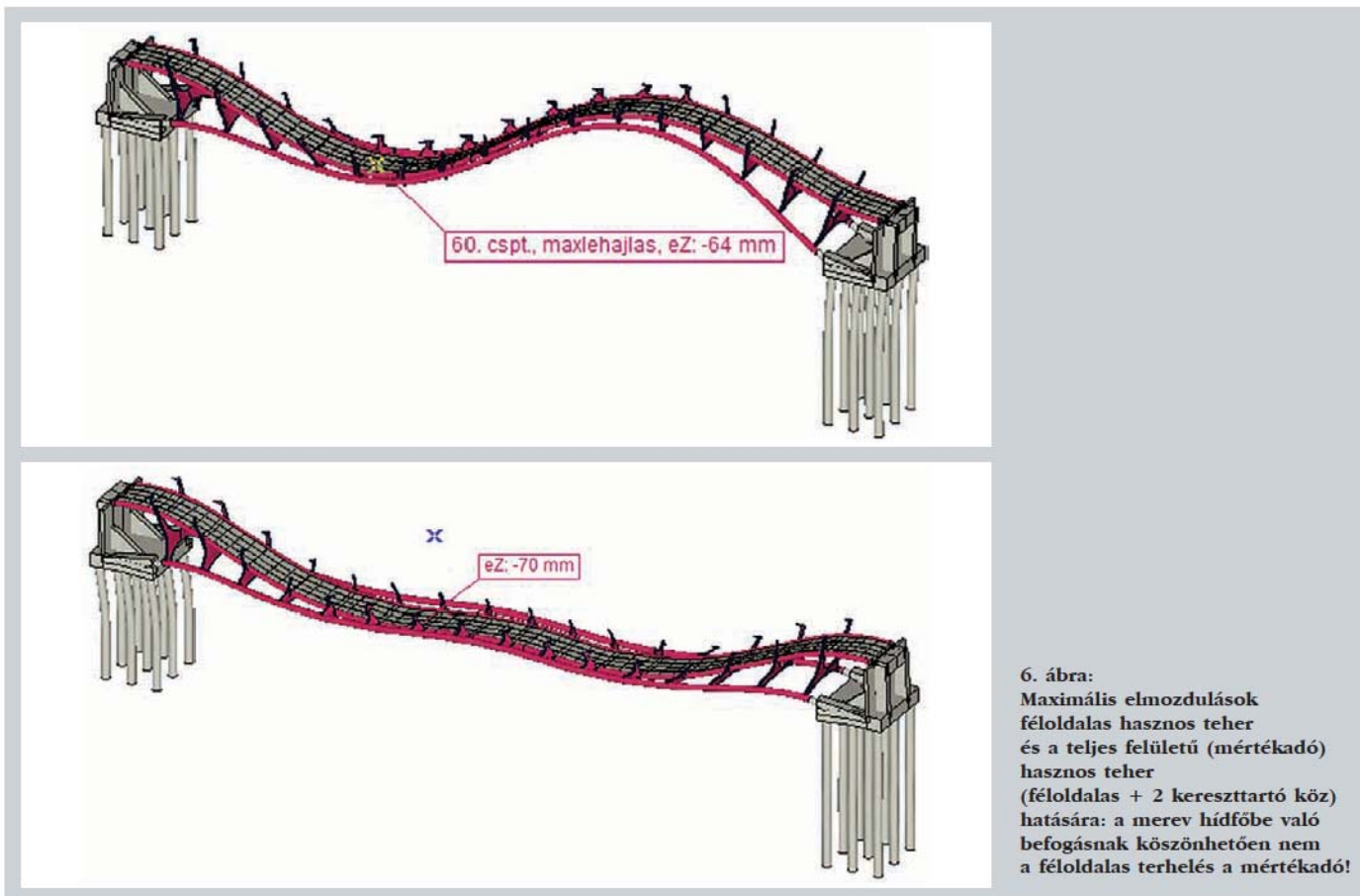
Az amúgy is többszörösen határozatlan szerkezet statikai viselkedésének a pontos modellezését a befogási viszonyok bizonytalan volta tovább nehezítette. A szerkezet megtámasztását a hídfőfal mögötti föld és a cölöpök vízszintes támaszrugói együttesen szolgáltatják. Az alapozás, a fúrások szerint homokra épült, a háttöltés a tervezési előírások szerinti töltésanyagból lett tervezve, megépítve. A tervezés során a befogási viszonyok jó modellezésére különös gond fordítottunk, mivel az nemcsak a szerkezet erőjátékát, hanem annak alakját és rezgéstani viselkedését is jelentősen befolyásolja. A számításokat előzetesen minden ebből adódó feltétel megvizsgálásával elkészítettük:

- ferde cölöpök lágy és kemény rugókkal megtámasztva, a hídfő megtámasztó hatása nélkül,
- egyenes cölöpök lágy és kemény rugókkal megtámasztva, a hídfő megtámasztó hatása nélkül,
- a két előző esetben a hídfő megtámasztó hatását lágy, illetve kemény rugókkal figyelembe véve.

Az előzetes számítási eredményekből kiderült, hogy a jelentősen eltérő befogási paraméterekre a szerkezet erőtanilag a befogás környezetében hasonlóan viselkedik, ám a mezőben a főtartóban keletkező igénybevételek a megtámasztás folyamatos kilágyításával 30–40%-kal megnőnek. Ez a tartószerkezet jellegével (ívhid) magyarázható. Az apró, vízszintes elmozdulásra az ív laposabb lesz, ezáltal



5. ábra:
A szerkezet térbeli statikai váza a pálya betonozása előtti és a végállapotban



6. ábra:
Maximális elmozdulások
féloldalas hasznos terhelés
és a teljes felületű (mértékadó)
hasznos terhelés
(féloldalas + 2 keresztartó köz)
hatására: a merev hídfőbe való
befogásnak köszönhetően nem
a féloldalas terhelés a mértékadó!

a mezőben az igénybevétel megnő. Az előbbieket szerint a szerkezet lehajlásában is jelentős különbségek voltak tapasztalhatóak. A mereven megtámasztott szerkezet önsúlyból várható lehajlása a lágyan megtámasztott szerkezet 60–65%-ára adódott.

Mivel a híd rezgéstani viselkedését (a számított érték 1,3–1,5 Hz között volt általában) és a hídszerkezet megfeleltethetőségét a megtámasztás jelentősen nem befolyásolta, így a szerkezetet a lágyan és a mereven megtámasztott rugókkal is megvizsgáltuk és a méretezését az így kialakuló burkolóra végeztük el. Ez az acélszerkezetben is, és az alapozásban is csak minimális anyag többletet jelentett, viszont a szerkezet erőtanilag alkalmas volt a két megtámasztási szélsőség okozta igénybevételek elviselésére is. Erre azért volt szükség, hogy a felszerkezet legyártása után, illetve az alépítmény megépítése után a szerkezet esetleges megerősítését elkerüljük.

Az így tervezett szerkezetben egyetlen bizonytalanság merült fel, az alak. Mivel a két szélsőséges megtámasztásra a számított deformáció az önsúlyból 35–104 mm közötti értékre adódott, tervezési szempontból úgy döntöttünk, hogy a megépítés során az egyes építési fázisokban a szerkezet folyamatos mérésével a tervezett alak ebben a tartományban korrigálható. A viszonylag sok építési fázis során a folyamatos számítással a szerkezetet így a megfelelő alakra tudtuk beállítani.

A szerkezet megépítése utáni a próbaterhelés során kapott mérési eredmények egyértelműen azt igazolták, hogy a szerkezet mereven megtámasztott és statikailag nagy belső merevséggel rendelkezik, amit tervezőként mind a kiviteli tervi számításoknál, mind az építés során történő alakszabályozásnál is tapasztaltunk. Összességében elmondható, hogy az egyedi szerkezeten kedvező tapasztalatokat szerez-

tünk, ajánljuk hasonló konstrukció tervezését más projektek esetében is.

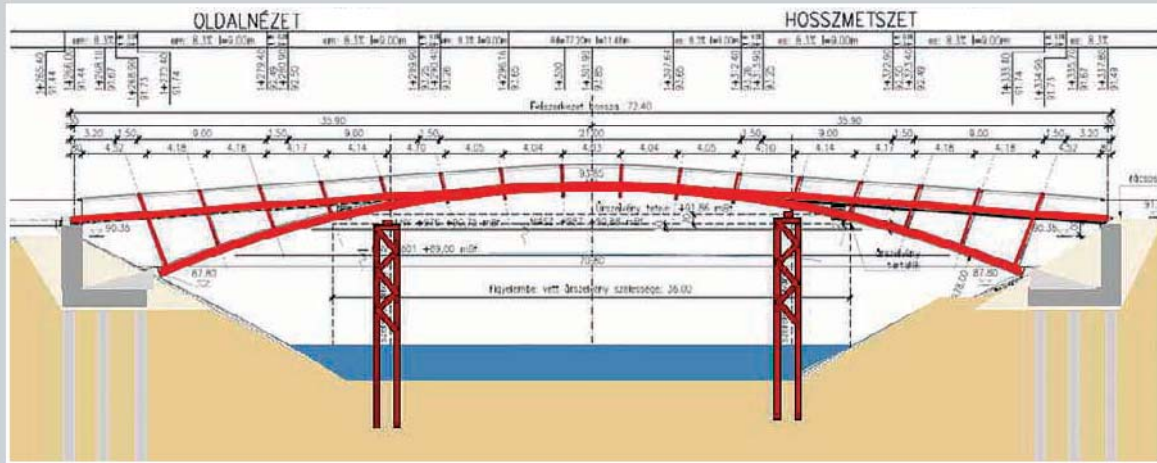
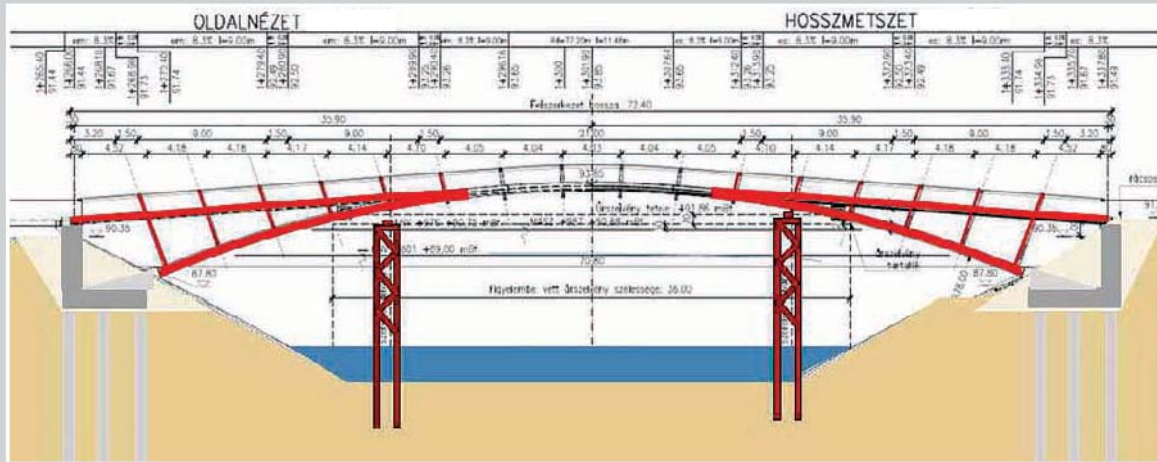
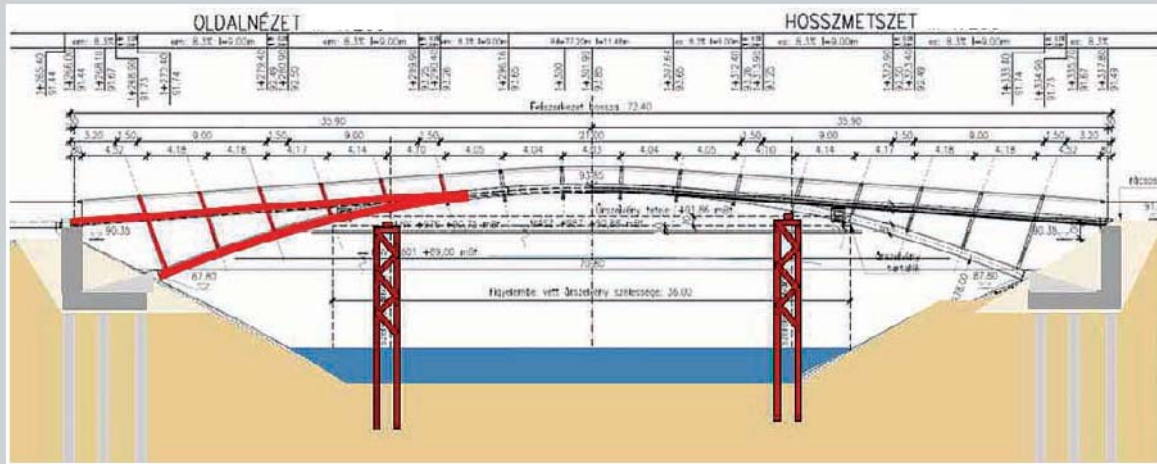
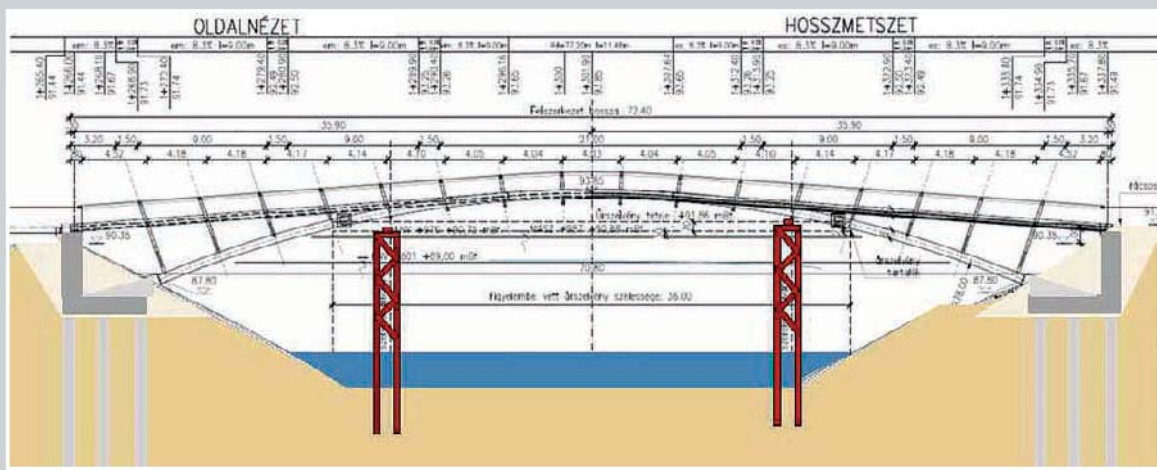
Azon túl, hogy a hídnak gyalogos terhelése meg kell felelnie (ÚT 2-3.401:2004 szerinti "önálló gyalog- és kerékpárhíd hasznos terhe": 5kN/m²), a tervezési folyamat alatt tartott egyeztetéseken felmerült, hogy különleges esetben mentőautó is áthaladhasson a hídon, mivel a sziget egyetlen közúti kapcsolata húszperces kerülőt jelent, ami vészhelyzet esetén tetemes kiesés. A műtárgyat így nemcsak statikailag, de geometriailag is meg kellett feleltetni gépjárművek áthaladására.

További kérésként a fentiek alapján megtervezett szerkezetet tűzoltóautó terhére is ellenőriztük, és megállapítottuk, hogy a híd mind statikailag, mind geometriájában alkalmas „B” jelű jármű átvezetésére, természetesen csak rendkívüli teherként, különleges esetekben.

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

A műtárgy építéstechnológiájának alkalmazkodnia kellett a különleges környezethez. Az előtervezés során a folyami szállítás is szóba került, de végül a helyszín többszöri átvizsgálása után a Kivitelező úgy döntött, hogy a híd acélszerkezetét közúton szállítja a helyszínre, ott emelési egységekkel összeilleszti, majd az összehesztett emelési egységeket külön-külön emeli végső helyére, a meder fölé.

Ezek után a szerkezet gyártási egységeinek méretét a közúti szállíthatóság befoglaló mérete határozta meg. A hidat 27 gyártási egységre bontották. A gyártási egységek egyenként utaztak a helyszínre, ahol azt három emelési egységgel hegesztettek össze. Már a gyártási egységek tervezésénél figyelembe kellett venni az építéstechnológiát, az összeépítési sorrendet, mivel az elemek túlelemeléssel készültek.



7. ábra:
A hídszerelés
lépései
fázisonként

A túlemelés mértéke több építési helyzet szuperponálásából adódott. Figyelembe vettük az önállóan beemelt emelési egységek önsúly-terhét és a ideiglenes megtámasztási pontoknak megfelelően történő alakváltozását, majd a középső emelési egység terhét a parti emelési egységeken.

Számítással követtük a középső emelési egység behelyezésekor a segédjármokon fellépő reakciókat, az esetleges járomsüllyedés hatását, majd azok eltávolítását, végül figyelembe vettük a betonpálya és végül a főtartó csöveket kitöltő beton terhét. Az építési fázisok közbeni alakváltozások a számításunkkal jó egyezést mutattak, az építési és végállapotban mért hidalakok megfeleltek a tervezetteknek: a statikai feltételezések igazolódtak.

A híd építéséhez szükséges kiegészítő hídtervezői feladatként adódott még a Pandúr-szigeti építést biztosító két meglévő csatornahíd statikai ellenőrzése a cölöpözögép és a betonmixerek terhére.

A KIVITELEZÉS KÉPEKBE

A híd építése a szükséges közműkiváltások megvalósulása után, az alépítmények elkészítésével kezdődött.

Az acélszerkezet 3 emelési egységből áll. Egy emelési egységet a Nagy-Pandúr-szigeti oldalon, kettő emelési egységet a Petőfi-szigeti oldalon szerelték össze szállítási egységekből.

A szerkezet végleges helyén történő pozicionálásához csöcölöp segédjármokat alkalmaztunk. A jármok a felszerkezetet építési állapotban az 5. keresztartóknál támasztották alá.

Az összeszerelt emelési egységek mozgatása a hídfők mögött elhelyezett, 400 tonnás autódaruval történt. Az első ütemben beemelt parti egységek a csöcölöp segédjármokra és a hídfőn elhelyezett acél fogadószerevényekre támaszkodtak fel. Második ütemben a középső építési egység került beemelésre.

Az acélszerkezet összehegesztése után történt a főtartó és a merevítőtartó csöveinek kibetonozása.

A csövek kibetonozását követően volt elkészíthető a monolit vasbeton pályalemez és a végkeresztartók.

A pályalemez elkészülte után a kivitelezést a korlátok készre szerelésével folytatták.

Ezután a csatlakozó parti szerkezetek és a köz- és díszvilágítás megépítése követte a híd építését.

Építési sorrend:

- alépítmények elkészítése,
- acélszerkezet parti elemeinek beemelése,
- acélszerkezet középső elemének beemelése,
- acélszerkezet készrehegesztése,
- a főtartó és merevítőtartó csöveinek kibetonozása,
- monolit pályalemez és végkeresztartók elkészítése,
- korlátok szerelése,
- csatlakozó parti szerkezetek építése,
- köz- és díszvilágítás megépítése.

Az következő képsorozat pár lépésben bemutatja a hídépítés és az egyedi szerkezet gyártásának és szerelésének lépéseit.



8. kép: Cölöfemek és elkezdett cölöpösszefogó betonacél szerelése, láthatóak a cölöpfejekben elhelyezett acél tartóbetétek



9. kép: Vasbeton cölöpösszefogó betonozása



10. kép: Acélső ívet fogadó szerelvény elhelyezése a vasbeton cölöpösszefogóban



11. kép: Mindeközben a gyárban: acélsővek és egyedi formájú keresztartók összeillesztése



12. kép: Gyártás: elemek összeállítása



13. kép: A főtartó ív egy csődarabja: 610 mm átmérő, 12 mm falvastagság



14. kép:
Helyszíni szerelés: szállítási elemek
beemelési egységgyé illesztése



15. kép: Csőcölöpök a mederben



16. kép: Beemelések képei

A PRÓBATERHELÉS ÉS EREDMÉNYEI

A híd próbaterhelését a HÍD Mérnöki Kft. készítette 2014. novemberében. A méréssel a főtartó szerkezetek megfelelő viselkedését kellett ellenőrizni. Ehhez a statikus próbaterhelés folyamán a nyílásközép és a nyílásnegyed keresztmetszetekben (egy-egy kereszttartó csatlakozási vonalában) a merevítőtartókon kialakított mérőcsúcsokon felsőrendű szintezéssel mérték a függőleges elmozdulásokat. Továbbá a főtartó íveken a nyílásnegyedekben kialakított prizmás merőpontokon a Petőfi-szigeti parton telepített geodéziai munkaállomásokkal is mérték a függőleges és vízszintes eltolódásokat. A dinamikai vizsgálatban a hídpálya szélső vonalaiban, a várható csomópontoktól a lehető legtávolabb kijelölt merőhelyeken rögzítették a függőleges, a hosszirányú és a keresztirányú rezgés gyorsulásokat időfüggvényeit.

A próbaterhelést részben humán terheléssel, részben járműves terheléssel hajtották végre. A statikus vizsgálatban a humán terhelést ~120 fő jelentette, akikkel a hídszerkezet féloldalas, ill. sakkárta terhelését valósították meg. A járműves statikus vizsgálatához két darab kéttengelyes tehergépkocsi állt rendelkezésre.

A sajátfrekvenciák meghatározásához a hídszerkezet dinamikus terhelésére, gerjesztésére van szükség. Ezt közúti hidak esetében az áthaladó próbaterhelő jármű dinamikus gerjesztő hatásával szokás megvalósítani, azonban jelen esetben a híd es a feljárók geometriai kialakítása ennek a megoldásnak a biztonságos alkalmazását kizárta. A dinamikai vizsgálatban a humán gerjesztést a ~120 fő rendezetlen

átfutásával és a Petőfi- és a Pandúr-szigeti nyílásnegyed, ill. a nyílásközép feletti ütemes ugrálásával valósítottuk meg. A járműves gerjesztésben az 1. jelű jármű hátsó tengelyével felhajtott egy 15 cm magasságú rámpára, és onnan ledöcseve gerjesztette a hidat.

A próbaterhelés eredményei alapján a híd számított lehajlásának a mért lehajlás nagyon egyenletesen 30–40% körüli értékekre adódott. Az általunk számított 1,38 Hz, illetve 1,49 Hz sajátfrekvencia a mérések alapján 2,3–2,4 Hz körüli értékekre adódott.

A próbaterhelés alapján a következő következtetések vonhatóak le:

- A szerkezet alakváltozásainak iránya a számított és mért értékkel minden esetben megegyeztek, tehát a szerkezet alapvető viselkedése a számított modellel megegyezik.
- A tényleges szerkezet a számított modellhez képest jelentős többletmerevséggel rendelkezik, amit mind a mért és számított elmozdulások, illetve a nagyobb sajátfrekvencia értéke is egyértelműen megmutat.
- A nyílásnegyedekben elhelyezett terhekből a hídközépre szimmetrikus helyzetű elmozdulások eltérése 10%-on belüli, ami a szerkezet hosszirányú szimmetriájának a meglété igazolja.

A próbaterhelés során, nemcsak a szerkezet számítás szerinti viselkedése igazolódott, hanem azt is kimutatta, hogy a megépült híd jelentős merevségi tartalékokkal rendelkezik a számítás során felvett alapadatokhoz képest.



17. kép: A próbaterhelés képeiben

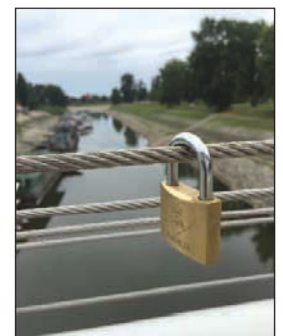


18. kép: Az elkészült híd éjjel/nappal

ÖSSZEFOGLALÓ

Több évtizedes előkészítő munka után megvalósult a bajai Petőfi-sziget–Pandúr-sziget közötti összeköttetés, melynek megvalósításában felemelő érzés volt részt venni.

A hosszas – szinte minden létező szerkezetípust végigjáró – tervezési folyamat végeredményeként kialakult szerkezet egyedi megjelenésével a város látványossága lett.



20. kép: A helyiek birtokba vették és a kor divatjának megfelelően is elkezdték használatát

← 19. kép: Alulnézet: karcsú és egyedi szerkezeti forma