

Dr. Teiter Zoltán¹, Bedics Antal²

Öszvérszerkezetű ferdekábeles híd tervezése íves kialakítású vasbeton pilonnal

Az alábbiakban beszámolunk egy hazai viszonylatban formabontó híd kiviteli tervezéséről, megemlítve annak történetét az ötlettől a kivitelezési ajánlati felhívásig.

Előzmények

Öt éve az újrainduló hidász konferenciák balatonfüredi eseményén számoltunk be az M44 gyorsforgalmi út Tisza felett létesítendő hídjáról. Akkoriban felelevenítettük, hogy hogyan született meg hajdan a híd meghatározó formája, ezt most röviden ismét megteesszük.

Esztergom Város Önkormányzata 2005-ben egy meghívásos tervpályázatot írt ki tanulmány szinten az „Új közúti Duna-híd Esztergom-Šturovó között” címmel. Az UVATERV Zrt. által bemutatott egyik változat a 2. helyen végzett. A mederhíd nyílása 200 m-re adódott, miközben a megkövetelt szélesség 34,5 m-re rúgott.

Az ötlet lényege a nagy szélesség keresztben, ívvel való „átugrása” volt, majd a felszerkezet erre való kábeles felfüggesztése. A vázolt szerkezet így egy ferdekábeles híd lett, amely két, íves formájú pilonnal rendelkezik. Azt, hogy ez térben, különböző pontokról nézve hogyan mutat, egy egyszerű felépítésű 3D modellel vizsgáltuk meg. Miután a látvány minden szögből elfogadható volt, tanulmány- és látványtervet készítettünk (lásd az 1., 2. és 3. ábrákat).

A pályázat ugyan sikeres volt, de a helyszínen sajnos azóta semmilyen híd nem épült, mivel a Budapestet keletről elkerülő, északi irányú nemzetközi folyosó kezdettől fogva több előnnyel kecsegtetett.

¹ UVATERV Zrt. Hídirroda igazgatóhelyettese, teiter@uvaterv.hu;
Széchenyi István Egyetem adjunktusa, PhD, teiter@sze.hu

² UVATERV Zrt. Hídirroda igazgatója, bedics@uvaterv.hu



1. ábra: Látványterv a Dunáról



2. ábra: Látványterv a Bazilikáról



3. ábra: Látványterv a hídról

A sikeres pályaművet nem engedték feledésbe merülni. A lehetőségekhez képest több tanulmánytervben is szerepeltettük, mint lehetséges változatot. Így volt ez az M44 Körös-híd esetében is, ahol négy változathól nem ezt, hanem a középíves változatot választotta a megyei közgyűlés (4. ábra). Az M43 autópálya Tisza-hídjának esetében is csak a 2. helyen vették meg az íves pilonú változatunkat (5. ábra).

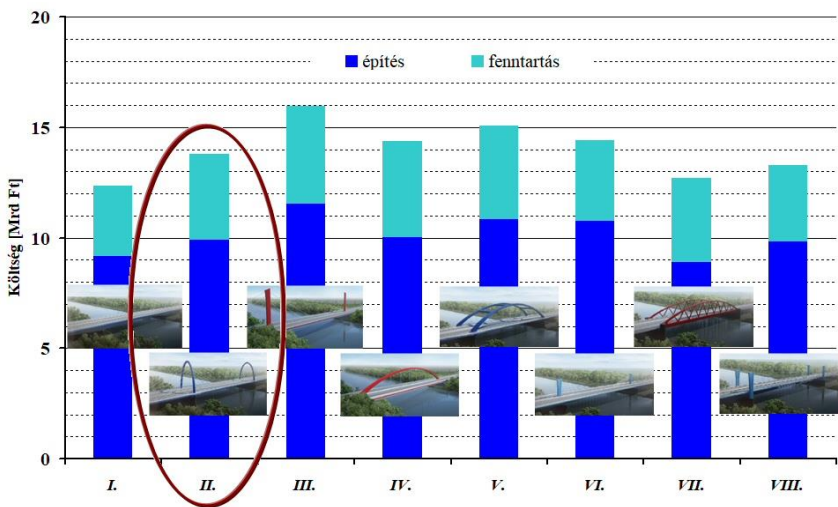


4. ábra: M44 Körös-híd tanulmánytervi változatok



5. ábra: M43 Tisza-híd tanulmánytervi javaslat címlapja

Sok év eltelte után jött el ismét a lehetőség az irodánk részére, hogy egy folyami hídhoz tanulmánytervi változatokat készítsen. Ez volt az M44 gyorsforgalmi úthoz tartozó Tisza-híd. Ekkor öt, majd kérésre még három javaslatot tettünk le az asztalra. Az összes változatot elemeztük bekerülési és fenntartási költségek alapján, különféle kialakítású hullámtéri felszerkezetekkel kombinálva (6. ábra). Öszvér pályalemez-zel az íves pilonú ferdekábeles híd már gazdaságilag is versenyképesnek bizonyult, ráadásul élvezte a megbízó NIF Zrt. támogatását is.



6. ábra: M44 Tisza-híd tanulmánytervi javaslatok költségekkel

A híd a szokatlan pilonformájával és a csavarodó kábel felületével – természetesen – nem aratott osztatlan sikert, megosztotta a tervzsűrit is. Egyesek a hidat ekhós szekérhez, tojássszeletelőhöz stb. hasonlították. Mi úgy gondoltuk, hogy bár hajazhat sokféle egyéb eszközre is pl. líra hárfára is, vagy leginkább egy hegedű húrozására, amelynek kitámasztó lábát angolul „bridge”-nek hívják (7. ábra), lényegesebb az, hogy esztétikai élményt okozzon az azon átkelőeknek.

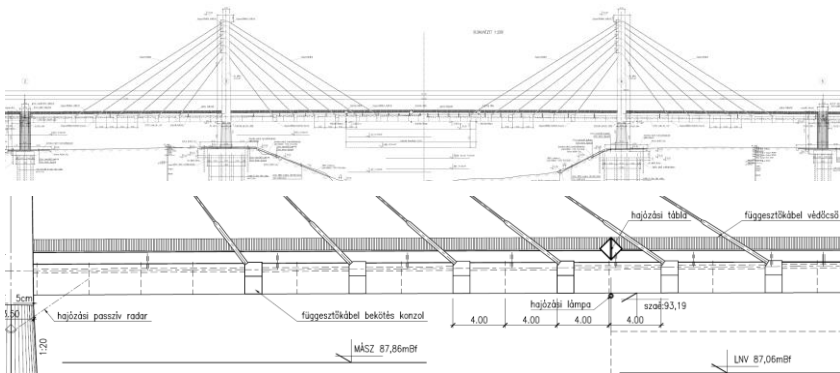
A tervzsűri döntése alapján végül 2016-ban kiszámolhattuk és megrajzolhattuk az engedélyezési terveket a kedvenc elgondolásunkhoz. A rajzok készítésekor először – és mint utóbb kiderült, lényegében utoljára – vettük fel a konkrét arányokat, méreteket. Ilyen volt a pilon magasság-támaszköz viszony, a kábelek mennyisége, azok bekötési helyei (ez utóbbi mind a pilonnál, mind a felszerkezetenél megválasztandó volt). A

pilon magassága, ellipszis formája is rögzült. A lehető legtöbb szempont figyelembevételével és összehangolásával megszerkesztettük a merevítőtartó keresztmetszetét.



7. ábra: A szokatlan forma becézéseihöz tartozó tárgyak

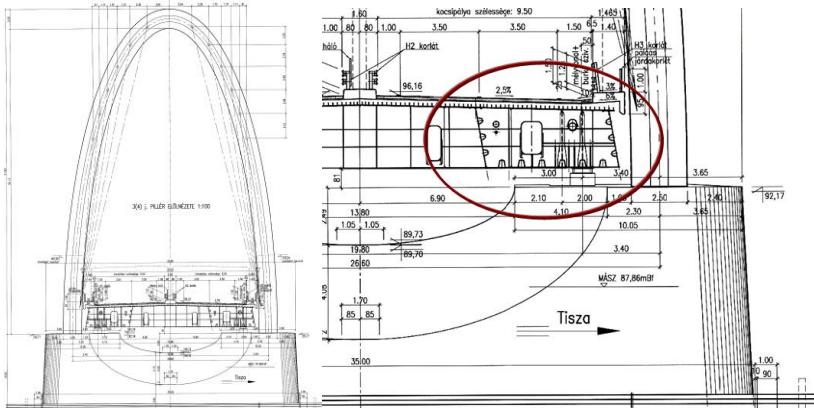
A pilont tömör vasbetonnal, a kábelek átvezetését a pilonon nyergek alkalmazásával, a merevítőtartóhoz kapcsolódó kábelbekötő konzolokat dobozos (belülről hozzáférhető) kialakítással terveztük (8. ábra).



8. ábra: Az engedélyezési terv oldalnézete

A merevítőtartó acél része olyan tartórács lett, amely a későbbi vasbeton pályával két, szekrényfőtartós hossztartóból és a köztük lévő keresztartókból állt. Úgy gondoltuk, hogy a szekrény végleges szélességét majd a

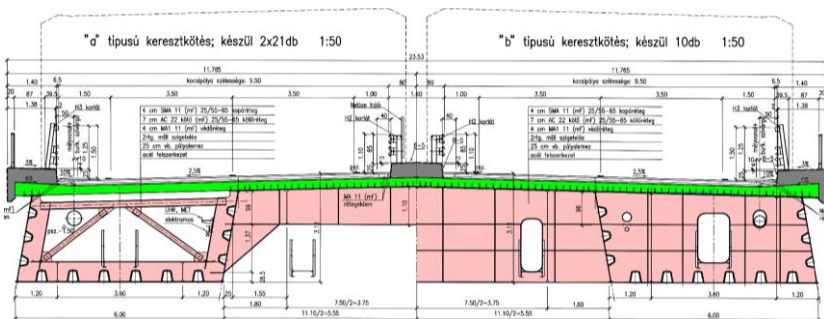
későbbi tervfázisokban optimalizálással határozzuk meg, azaz lecsök-
kentjük, amennyire majd a számítások engedik (9. ábra).



9. ábra: Az engedélyezési terv pilon nézete és a merevítőtartó fele

Kényszerhelyzetben

Kis megtorpanás után 2018-ban folytatódott a tervezés. Ekkor nyerte meg a Duna Aszfalt Zrt. a híd kivitelezésére és terveztetésére kiírt pályázatot. A közbeszerzési eljárás alapja azonban a híd engedélyezési terve volt, azaz a tender tervfázis kimaradt. Emiatt az addigi tervek – bár a szakmai előírások szerint a részleteket tekintve nem voltak kötelezőek – a pályázat miatt jogi értelemben „befagytak”. Az engedélyezéshez megrajzolt – akkor még közelítő – méretek, kábelkiosztások, kialakított főbb részletek megváltoztatására nem volt már lehetőség, így a fentebb említett acélszekrény keskenyítését sem lehetett elvégezni (10. ábra).



10. ábra: A véglegessé vált merevítőtartó-keresztmetszet

További nehézséget okozott, hogy a tenderkiírás szerint 38 hónap állt a kivitelező rendelkezésére úgy, hogy eközben kellett engedélyezési tervből kivitelezési és gyártmányterveket készíttetnie. Általában csak a tervezés szokott ilyen esetben 1,5-2 évet igénybe venni.

A kivitelezőnek a helyszíni munkák mellett minél előbb meg kellett rendelnie az acélanyagot és indítania az acélrészek gyártását. Ehhez tudnia kellett a szükséges acélmennyiséget, az acélanyag-elosztást és elő kellett állíttatnia az acélszerkezet gyártmányterveit, miközben mi, a tervezési oldalon, normál esetben, ezeket az információkat a tervezés végén adjuk meg. Látszott tehát, hogy munkánkat rendkívüli ügymenetben kell végrehajtanunk, amely alapján mindig annak a tervlapnak az előállítására koncentráltunk, ami az építőknek legsürgősebb volt, az ahhoz vezető lépcsőket csak a szükséges mértékben jártuk végig (pl. akkor még nem dokumentálva). A projekt menetét így gyorsítani lehetett, de a tervezési időt sajnos ez jelentősen hosszabbította, növelte a hibázás esélyét, mert újra és újra fel kellett venni ugyanazon szálakat.

Tervezés főbb kihívásai

A megmerevedett közelítő tervek számos szempontból nem voltak még pontosak. A térbeli kábelek és a keresztmetszeti beosztás gondos kiszervezése után kiderült, hogy a pilon szárainak távolságát 26,00 m-ről 26,60-ra kell növelni. Ez a kis változtatás is komoly szakmai-jogi vitát kavart. Az, hogy ez volt a legjelentősebb eltérés az engedélyezési tervtől jelzi, hogy mennyire erős volt a tervező kötöttsége.

Amikor a tanulmánytervekből – amelyek alapvetően látványtervek voltak – kiválasztották a megfelelőt és megtervezették annak az engedélyezési tervét, mi elsősorban a forma tervekbe öntéséről és (az előírások szerint) a főbb méretek igazolásával annak megépíthetőségéről gondoskodtunk. Nem állt rendelkezésre annyi idő, hogy egy tendernek minden szempontból megfelelő anyagot állítsunk elő. Így egyes hiányosságok csak (az elmaradt tendertervi szakasz után) a kiviteli terv időszakában derülhettek ki.

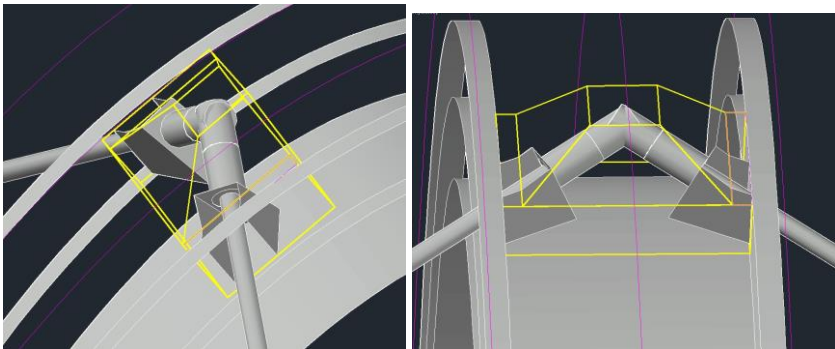
Rá kellett jönnünk, hogy a formára való koncentrálás mellett nem alkalmaztunk a ferdekábeles hidaknál általában szokásos hátrahorgonyzó kábelt, amelynek jellemzője, hogy egy támaszhoz köt be és a pilon sta-

bilizálásában játszik szerepet. Nekünk így a leghátsó kábel erejét a merevítőtartó közvetítette a hídvégi lehorgonyzó sarura.

Másik hasonló felismerés volt, hogy a külföldi példákban gyakran kerül a kábelek erejének konzollal való bekötését a merevítőtartóba. Még kevesebb példa van arra, hogy ez hogyan történik öszvér szerkezet esetében, amikor csak az acél megterhelésével igyekszünk bevonni a vasbeton részt is az erőjátékba. Nem véletlenül szokták, amennyiben lehetséges a kábel felkötések helyét a járda és a kocspálya közé tenni, hiszen akkor a merevítőtartó gerince közvetlenül igénybevehető. Ha mégis konzolt kell alkalmazni, akkor legtöbbször hosszirányban összetámasztják azokat, hogy a kábelerők vízszintes összetevőjét a támaszokig kivezessék.

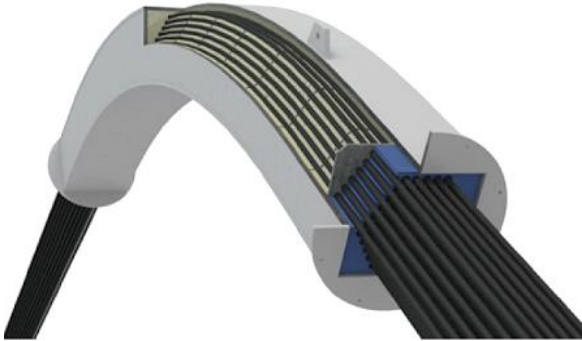
Pilon-kábel csomópont

Nagyon fontos tisztázandó kérdés volt a kábel-pilon csomópont. A fix, villás megfogást esztétikai okokból elvetettük. A Vállalkozó (Duna Aszfalt Zrt.) javaslatára megvizsgáltuk az acéldobozos lehorgonyzás lehetőségét. A kialakítási mód előnye, hogy a dobozok és az azokban elhelyezett lehorgonyzási lehetőségek elhelyezése után a kábelek a befutással ellenkező pilonoldalról hozzáférhetőek és feszíthetőek. Esetünkben azonban mind a kábelek, mind a pilon bekötési pontjának bonyolult térbeli helyzete olyan „koporsószerű” dobozt eredményezett volna, amely fölött a pilonban túl kicsi betonzóna maradt volna, miközben a lehorgonyzások megközelíthetősége is kérdéses volt. A tört felületű doboz és annak nem szokványos elhelyezése és bizonytalan erőátadása miatt végleg elvetettük ezt a megoldást (11. ábra).



11. ábra: Az acéldobozos lehorgonyzás a pilonban

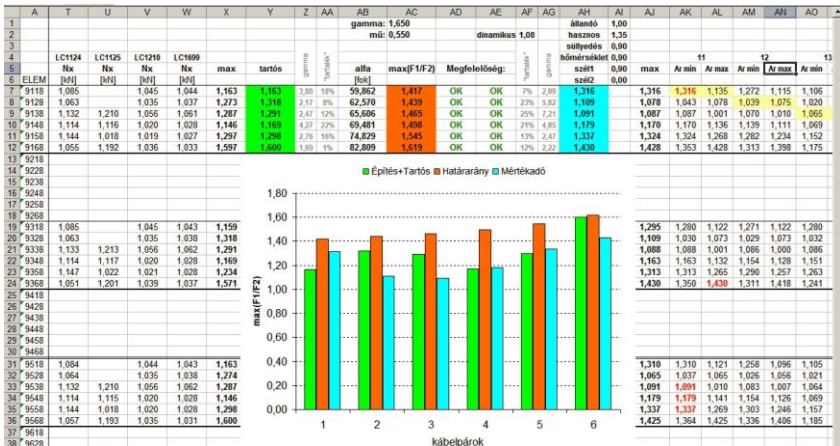
Újra elővettük az általunk korábban előnyben részesített, a pilonon való nyerges kábelátvezetést (12. ábra). Ebben az esetben az elhelyezés némileg könnyebb volt, viszont többletproblémaként merült fel a szabály, miszerint a nyereg két oldalán fellépő erők sosem lehetnek bizonyos aránynál nagyobbak. Alaposan körbejárva erőtanilag és technológiailag a kérdést, legszívesebben ezt megoldást is elvetettük volna. Meg is vizsgáltuk a korábban esztétikai okokból elvetett villás befogást. Ekkor lett volna a legkevesebb a pilonban elhelyezendő acélszerkezet, a kábelerőkre sem lett volna kötöttség, ráadásul arányos felrajzolás után kiderült, hogy esztétikailag sem lett volna annyira zavaró. De az idő sürgetett, a Vállalkozó már előrehaladott állapotban volt a nyerges kialakítás intézésével, így az lett véglegesítve.



12. ábra: A kábelt a pilonon átvezető nyereg

Kezdetől fogva nyilvánvaló volt, hogy az építés során rengeteg, különféle statikai vázzal rendelkező állapot lesz. Azzal, hogy a tervezés elején meghatároztuk nemcsak az acélmennyiséget, hanem a gyártás kényszere miatt az acélszerkezet túlemelt geometriáját is, a további tervezési időszakra ez már kötöttséget, adottságot jelentett. A valóságban közeledve a különböző építési fázisokhoz, azok pontosodtak, a kivitelező részéről többletigények, változtatások merültek fel, amik a túlemelt hídalakat is befolyásolták. Mivel az már korábban adott volt, csak a megmaradó szabad paraméterekkel – elsősorban a feszítőerők nagysága – lehetett „játszani”, hogy a már épített acélszerkezet továbbra is megfelelő legyen. A feszítőerőkkel való variálást viszont gúzsba kötötte a kábel pilonon való nyerges átvezetése és az is, hogy a pilont feszítés közben „hátra” kellett feszíteni, mert az önsúly utolsó részére (szegélyek, aszfalt, korlátok) a pilonok jelentős előre dőléssel válaszolnak.

A nyereg alkalmazása miatt tehát minden lehetséges helyzetben bizonyítani kellett, hogy a nyeregvégeken fellépő erők kellő biztonsággal egy bizonyos arány alatt maradnak-e. Ezt egy hatalmas táblázattal kezeltük, amelynek értékeit a globális modellt számoló számítógépes program által kiadott fájlból, automatikusan hivatkoztuk meg, minden futtatás után. A 13. ábrán látható a táblázat egy adott technológiai sorrendre vonatkozó végkövetkeztetése. Balról a tartós terhek eseteiből, jobbról az esetleges terhekkel való halmozásokból jövő erőarányok, míg középen a megfelelőségek és azoknak egy grafikonos szemléltetése látható.



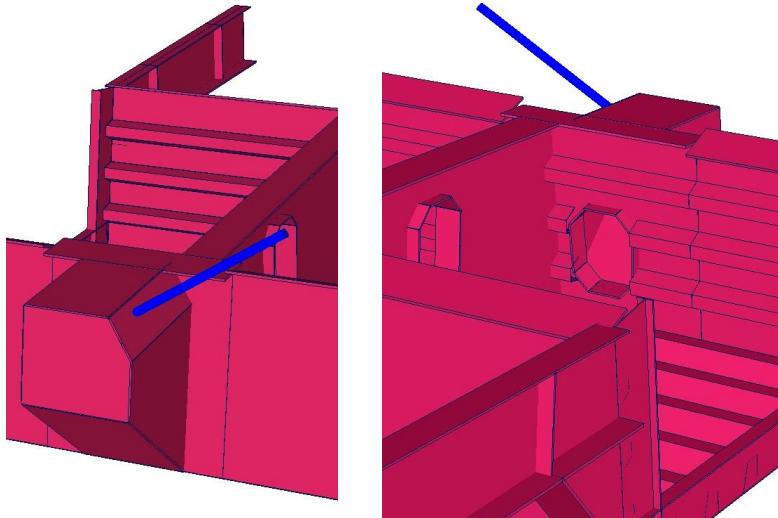
13. ábra: A központi területrész a nyeregerők táblázatból

Merevítőtartó-kábel csomópont

Kezdetben úgy gondoltuk, hogy merevítőtartó kábeleket bekötő konzolja függőleges és vízszintes irányban, sőt még csavarásra is merevséget adó szekrényes kialakítású lesz oly módon, hogy a konzolba a főtartó szekrényéből lehet bemenni és ott elegendő hely lesz munkavégzéshez (14. ábra). Ezt a megoldást azonban helyszűke és a kivitelezői igények miatt elvetettük.

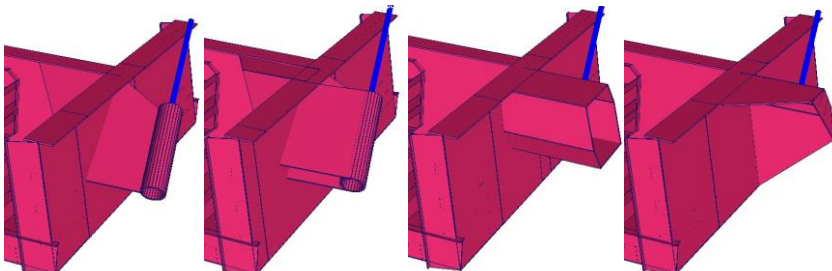
Egyébként is a jelentős vízszintes erő miatt keresnünk kellett azt a konstrukciót, amely mind vízszintes, mind függőleges irányban kellően merev, miközben a lehető legkevesebb, szekrényen belüli merevítést igényli. Adódott a kábellel párhuzamos „repülőszárny” kialakítás, de ez bonyolultnak tűnt, valamint nem illeszkedett a „merőlegesek” által fel-

épített rendszerbe. Rengeteg változatot megvizsgáltunk, mire találtunk egy másik jelöltet.



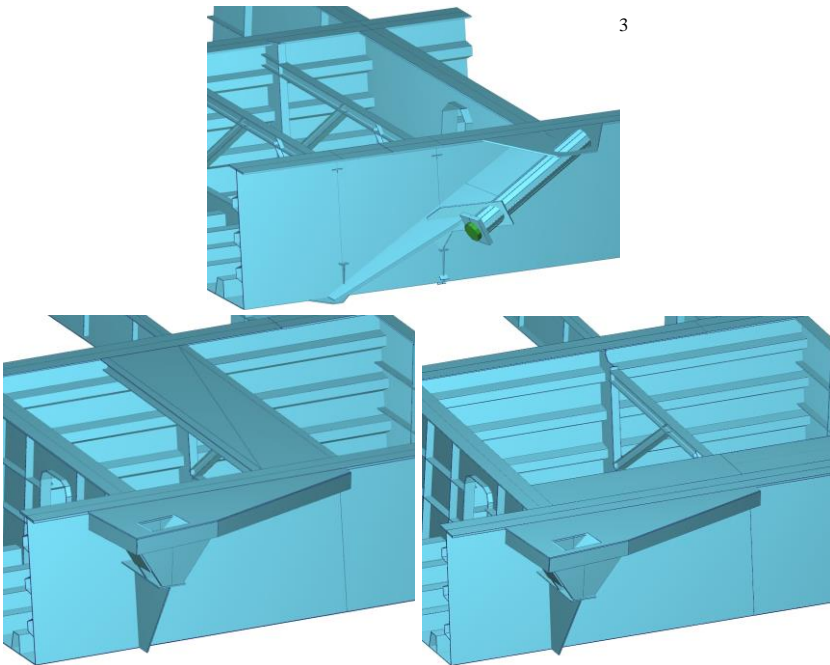
14. ábra: Az első elgondolás a kábelbekötő konzolról

A számítógépes futtatások közben észrevettük, hogy egy egyszerű „T” keresztmetszetű konzol, amelynek a gerince a kereszttartó gerincének, a felső öve pedig a főtartó felső övének folytatása, meglepően mereven viselkedik, ha a bevezetett erő hatásvonalára a „T” nyakán halad át. Ráadásul a főtartóban már semmiféle többletmerevítési igény nem jelentkezett. Ezt kihasználva szerkesztettük meg azt a „T” alakra épülő konzolt, amely már hatásos alternatívája lehetett a „repülőszárny” kialakításnak.



15. ábra: Próbaváltozatok a kábelbekötő konzolra

A kábelek befeszítését kezdettől fogva a beton pályalemez beöntése előtt, a merevítőtartó acélrészének készre szerelése után terveztük. Emiatt – részben a konzolos erőbevezetéshez kapcsolódó – gondot jelentett az, hogy az acél főtartó merevítetlen külső felső övére a keresztirányban is ferde kábelek behúzó hatást gyakoroltak a konzolok környékén. Így a felső öv alaprajzi kigyózását megakadályozó merevítő rendszert kellett találni. Sajnos az egyszerű megoldások, mint pl. a hossz- és kereszttartó felsőövek alkotta téglalapok átlós összekötése nem bizonyult hatásosnak. Vagy a hossztartó, vagy a kereszttartó felső övének szélesítését igényelte a szerkezet (nyilván e szélesítések csupán 12 mm vastag lemezekből álltak).



16. ábra: Javaslatok a kábelbekötő konzolra és a felsőöv merevítésre

A Vállalkozó elé végül három olyan változat került (16. ábra), amelyekből a konzol egyszerűsége és a merevítő lemez építési közlekedést segítő volta miatt, a jobb alsó kialakítást választották.

³ Speciálterv Kft. javaslata

További kihívások

A tömör vasbeton pilon építése kúszószaluvál történt, amelyet minden betonozási ütemnél újra beállítottak. Az ellipszis a két szárról indult, majd kb. a teljes magas 3/4-nél a szárazakat összetámasztva fejezték be a csúcson. A pilon vasalását a betonozási ütemekhez illeszkedve és az adott szinten szükséges acélbetét-átmérők figyelembevételével határoztuk meg. A pilon magasságának kb. 2/3-áig a legnagyobb vasátmérő 40 mm volt. A sűrű vasalás és a betonfedés miatt vastoldó elemeket terveztünk be. A pilon tervezésénél nem volt igény arra, hogy abban minden esetben csak nyomás ébredjen, így feszítést nem alkalmaztunk.

A pilonok az építés alatt a híd végei felé dőltek a későbbi feszítés hatására, így a főnyílás felé eső oldalakon jelentkezhetett húzás, esetlegesen repedés. A tartós terhek utolsó részének (szegélyek, aszfalt, korlátok stb.) hatására azonban a főnyílás felé eső oldaluk nyomottá válik és a későbbi, esetleges terhek hatására az addig nyomott, hídvégek felé eső oldaluk válik húzottá. Hasonló (de nehezebben érezhető) változás játszódik le az ellipszis síkjában is, ahol a szárazak tövében előbb a konzolos építés hatására kívül keletkezik húzás, majd a pilon zárása utáni a további terhek hatására a trend megfordul és a belső oldal válik húzottá.

A betonozási ütemeket viszont a nyergek helyéhez kellett igazítani úgy, hogy a nyergek kalodáit mindig egy éppen befejezett betonozás tetején lehessen elhelyezni. A nyergeknek és a kalodáknak ütköző vasak helyettesítéséről gondoskodni kellett. Ahogy az ellipszis érintője egyre jobban dőlt, úgy változott az elütött acélbetétek fajtája és pótlásuk nehézsége.

A nyergek elhelyezése rendkívüli pontosságot igényelt mind számításkor, mind kivitelezéskor. Koordinátáik megadásakor számításba kellett venni a pilonszárazak minden, az elkészült állapotig bekövetkező későbbi elmozdulását és biztosnak kellett lennünk abban, hogy azok kilépő iránya a majdani végső állapotban lesz éppen a konzolokra mutató.

Mivel a kábelek feszítése csak a relatíve könnyebb acélszerkezeti rész ellenében történt, a pilonoknál lévő függőleges saruk melletti ideiglenes emelési helyeken az építés meghatározott fázisainál lekötő elemeket alkalmaztunk, amelyeket később eltávolítottunk.

A merevítőtartó végleges helyben tartása a függőleges támaszokon kívül, aléptményenként egy keresztirányú fix saruval történt. Hosszirány-

ban közvetlen megtámasztás nincs, az ilyen irányú terhelőerőkre a kábelek bevonásával a pilonok dolgoznak.

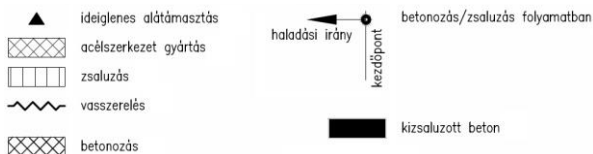
Külön megemlítendő, hogy a merevítőtartó végeinél a függőleges saruk húzóerőt is képesek felvenni, de csak néhányszor az élettartam során. Elhelyezésükhöz igazolni kellett, hogy azok használati állapotban nem kaphatnak húzást.

Építési fázisok

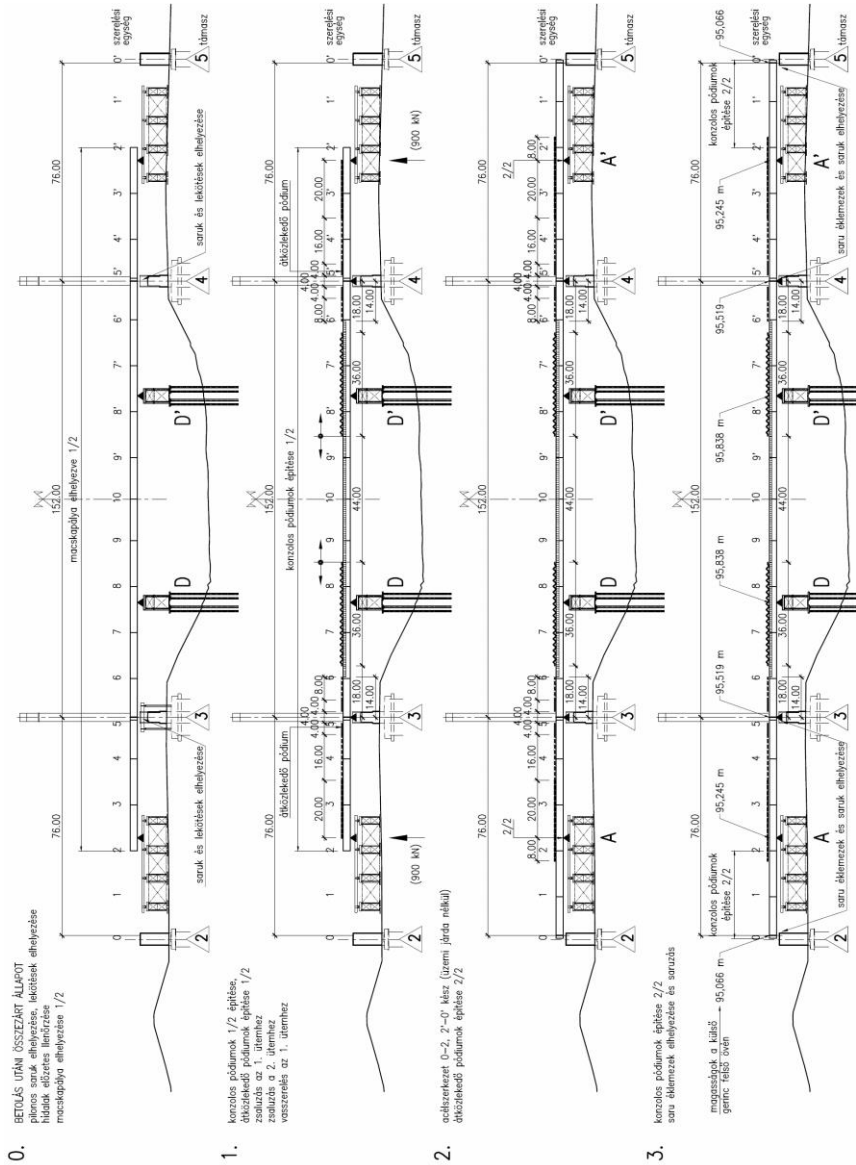
A híd megépítésének fázisai az acélszerkezet Tisza feletti zárásától kezdődően a 18-25. ábrákon láthatóak és a 17. ábra jelei szerint értelmezhetőek. Fontos megemlíteni, hogy az oldalnézeten a kifolyási és befolyási oldali kábelek takarásban vannak, de minden, a kábeleken jelzett művelet mindkét oldali kábellel megtörténik, vagyis a hídtengely függőleges síkjára minden szimmetrikusan történik.

A kábeleket négyesével feszítették meg, a két pilon között váltogatva. Amíg mindkét pilonnál el nem készült az első kábelnégyes, addig a pilonok alatti ideiglenes lekötéseket hosszirányban is rögzítettük a feszítőerők stabilizálása miatt. A feszítés előtti támaszszelvényezés a végén azért vált szükségessé, mert időközben a lehetőségek úgy beszükültek, hogy máshogy a kábelek megcsúsztatása a nyergekben nem volt elkerülhető. A feszítést végző kivitelező (Pannon-Freyssinet Kft.) részére a feszítések alatt mm pontossággal kellett megadni a lehorgonyzások és a nyergek térbeli koordinátáit, valamint a hozzájuk tartozó feszítőerőket. Az építés közbeni mérések kontrollját is az erőtani tervező végezte. A kábelek alsó bekötési helyei egyúttal a merevítőtartó magassági helyzetét is jelezték, de még ezen felül is több pont magasságát meg kellett adni fázisonként, hogy közbe lehessen lépni, ha a vártnál nagyobb az eltérés (26. ábra). A mért és a számított értékek közti eltérés 5 mm alatt maradt.

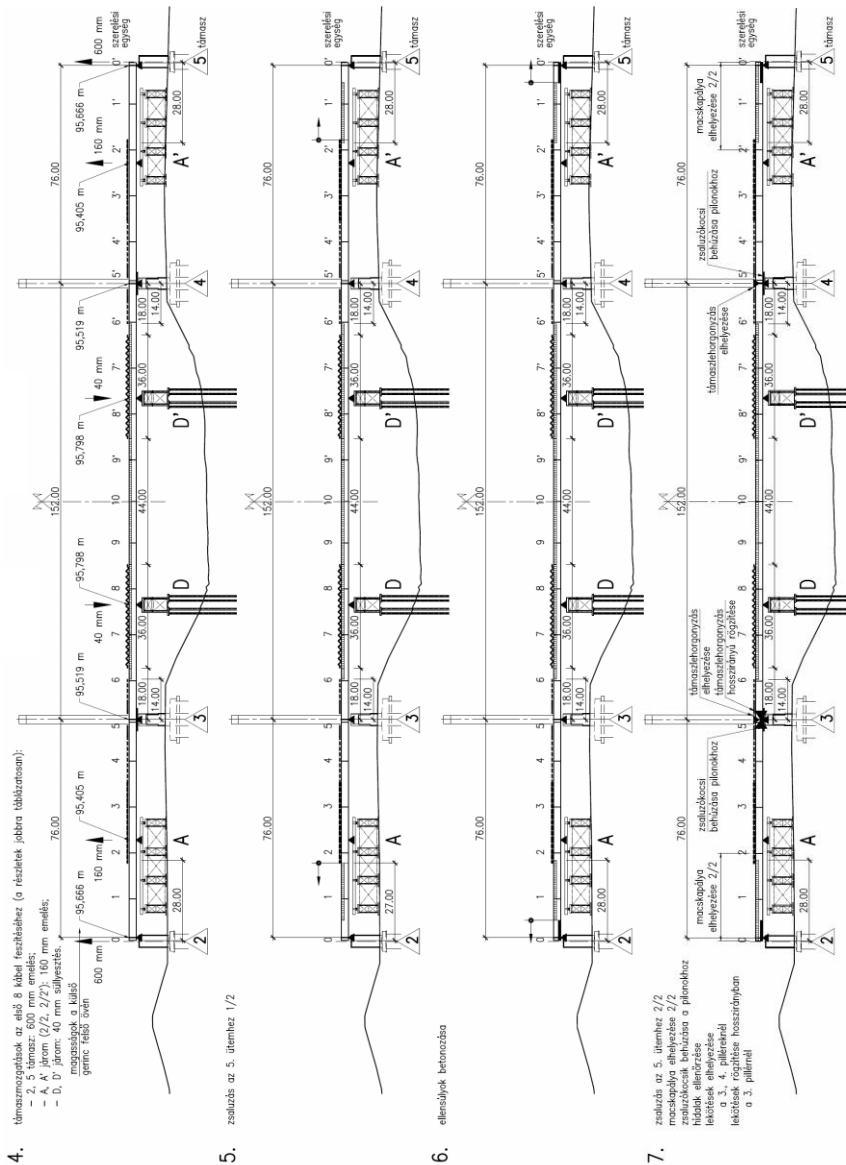
A betonozás öt ütemben készült, többnyire a klasszikus öszvérbetonozási elvet követve (előbb a mezők, végén a támaszok feletti rész).



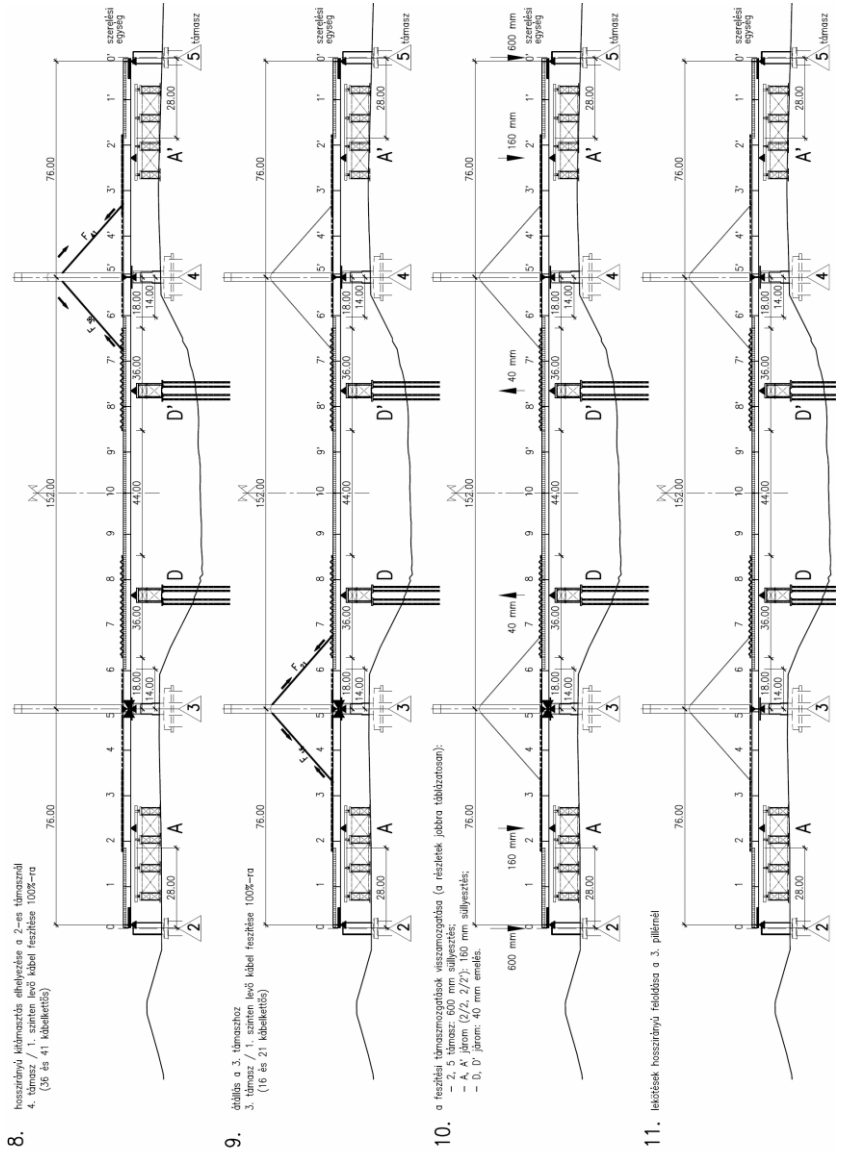
17. ábra: Jelmagyarázat az építési fázisok ábráihoz



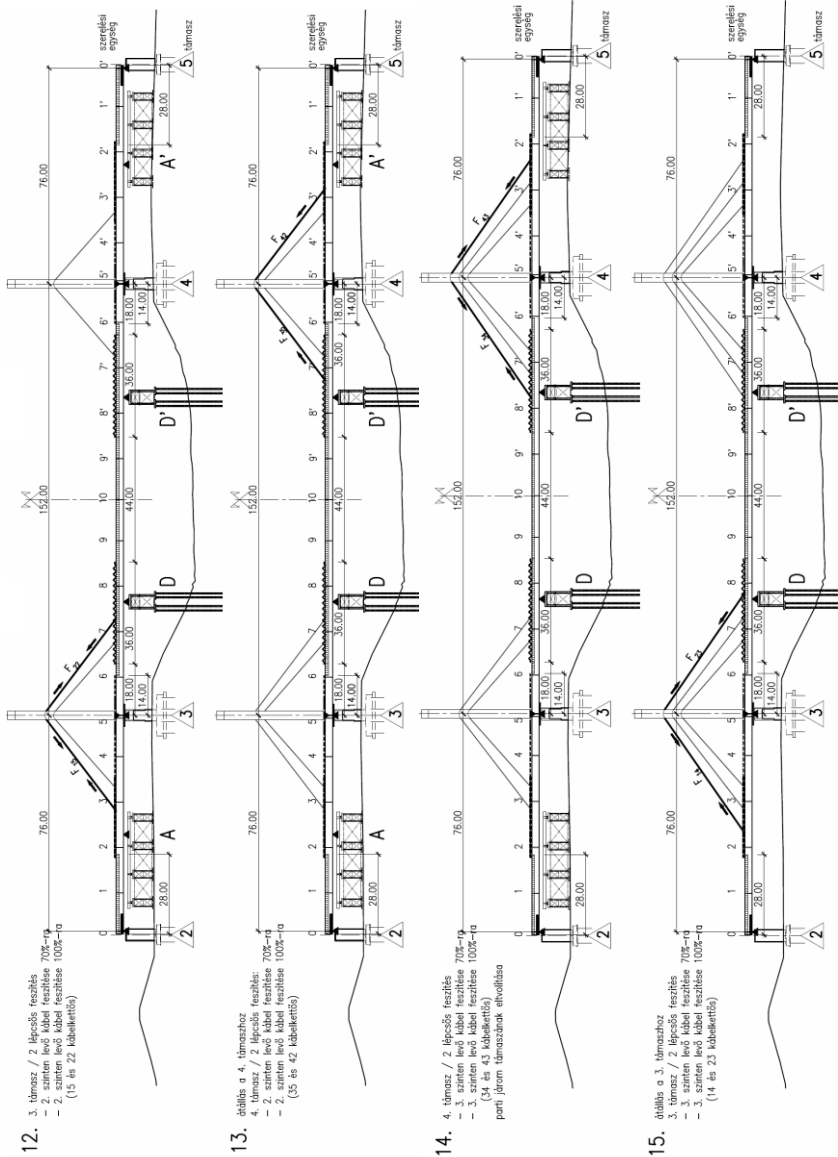
18. ábra: A 0.-3. építési fázisok ábrái



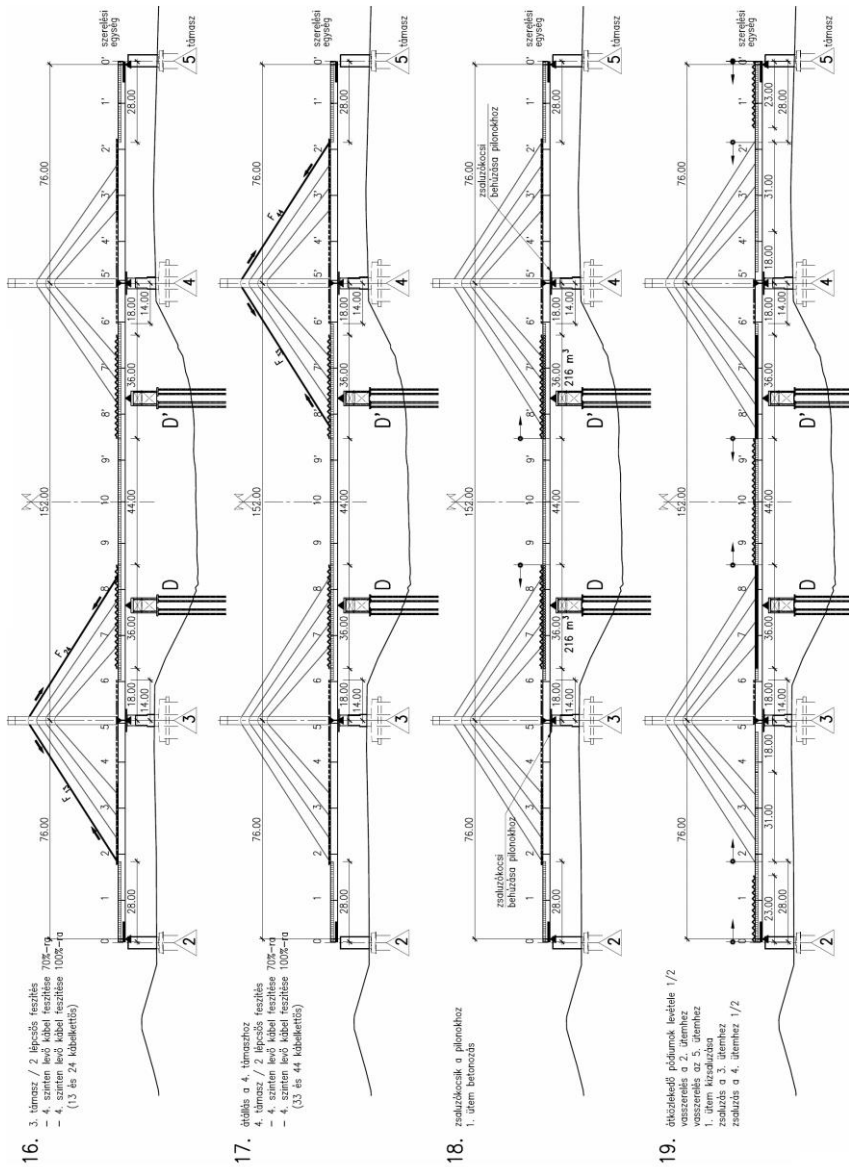
19. ábra: A 4-7. építési fázisok ábrái



20. ábra: A 8.-11. építési fázisok ábrái

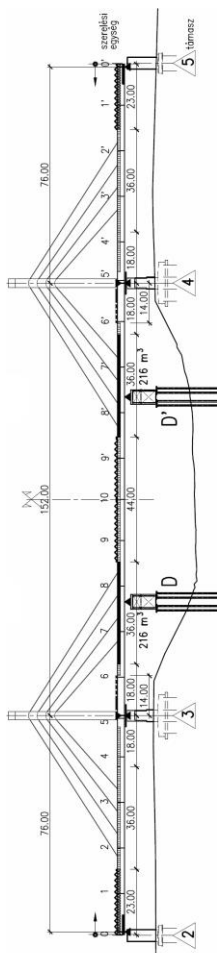


21. ábra: A 12.-15. építési fázisok ábrái

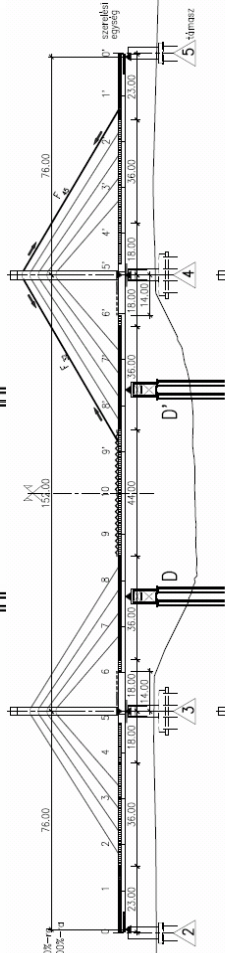


22. ábra: A 16.-19. építési fázisok ábrái

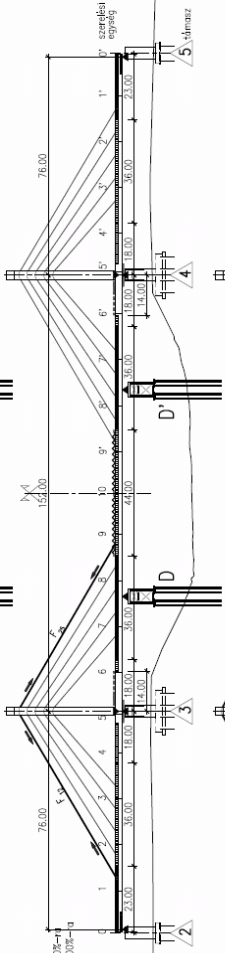
20. 5. ütem betanozás



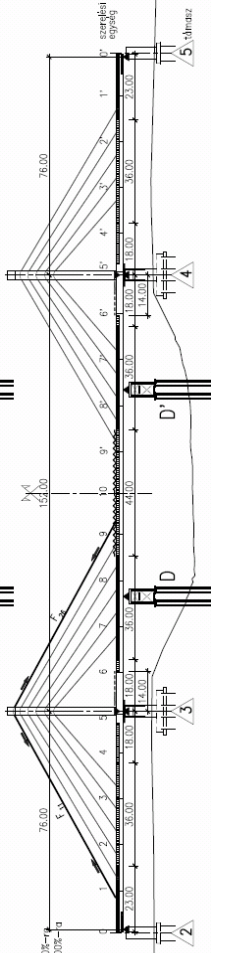
21. 3. ütemezés / 2. lépcsős részlete
 - 5. szinten lévő lakó használatú 100%-os
 (27 és 45 lakólehetőséggel)



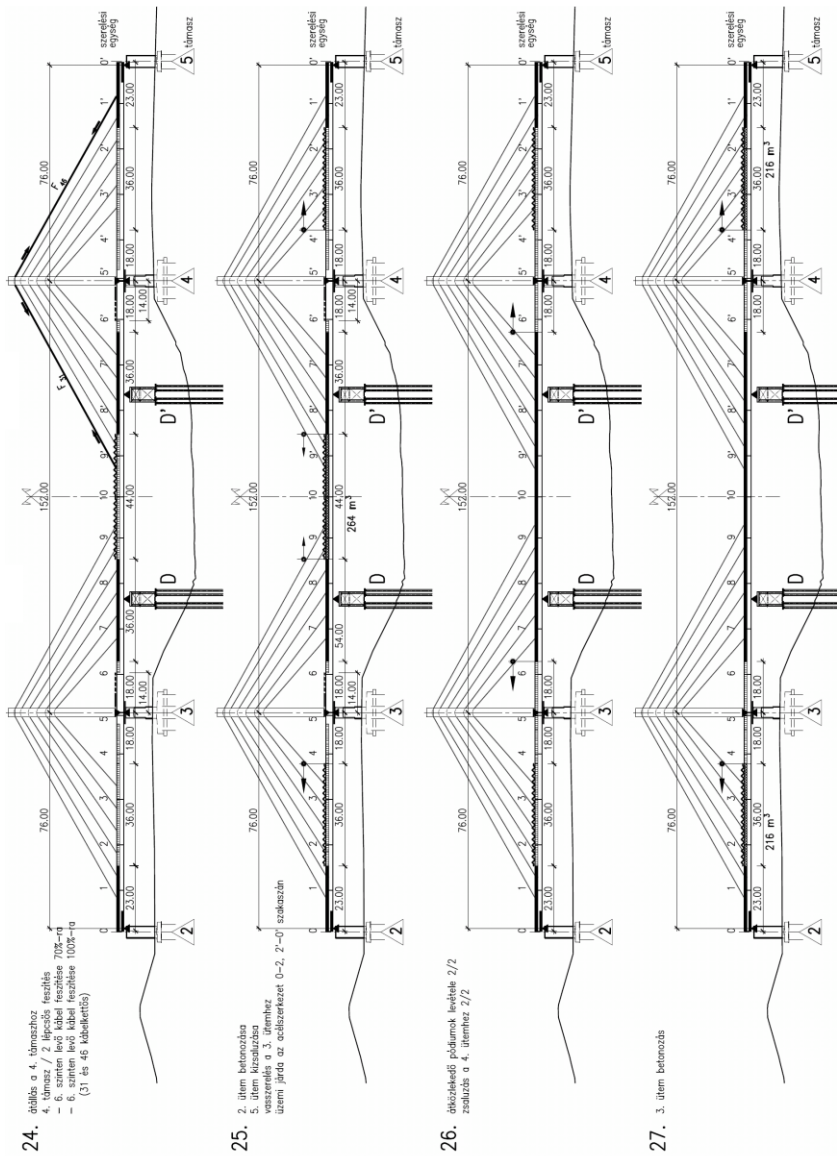
22. 3. ütemezés / 2. lépcsős részlete
 - 5. szinten lévő lakó használatú 70%-os
 (12 és 25 lakólehetőséggel)



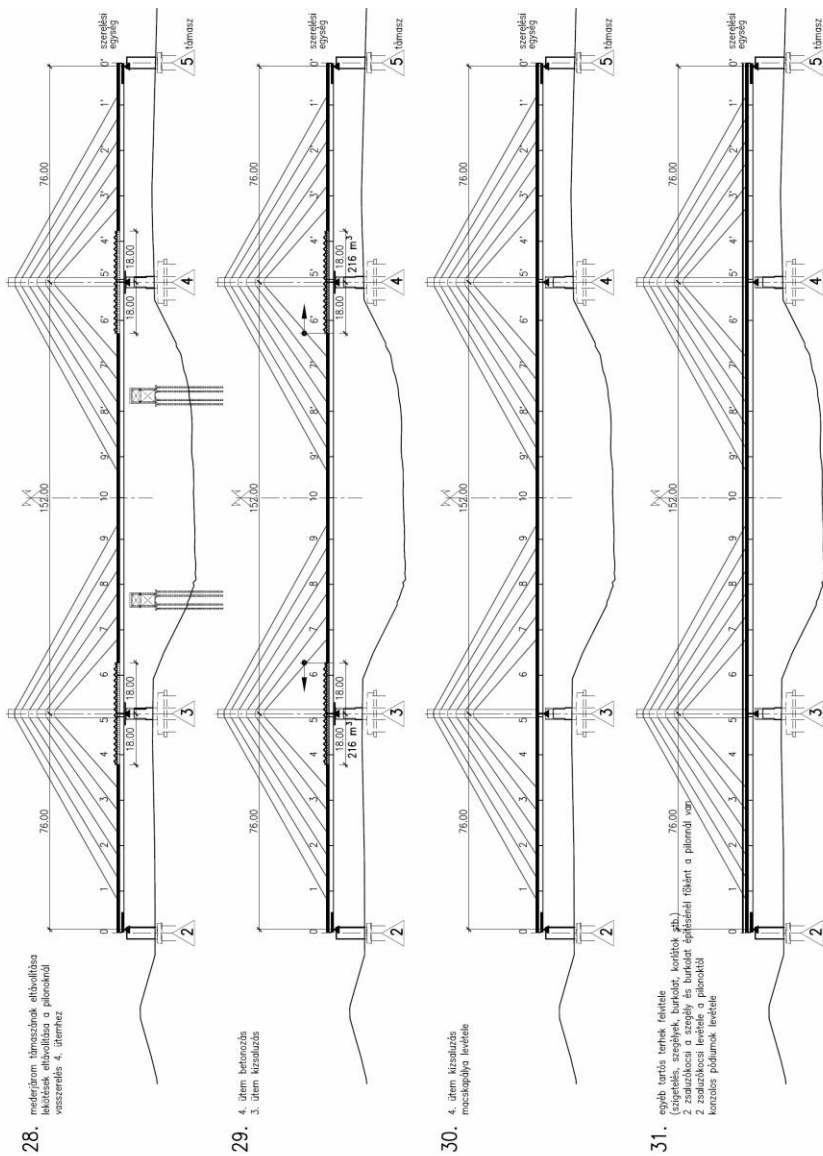
23. 3. ütemezés / 2. lépcsős részlete
 - 6. szinten lévő lakó használatú 100%-os
 (11 és 26 lakólehetőséggel)



23. ábra: A 20.-23. építési fázisok ábrái

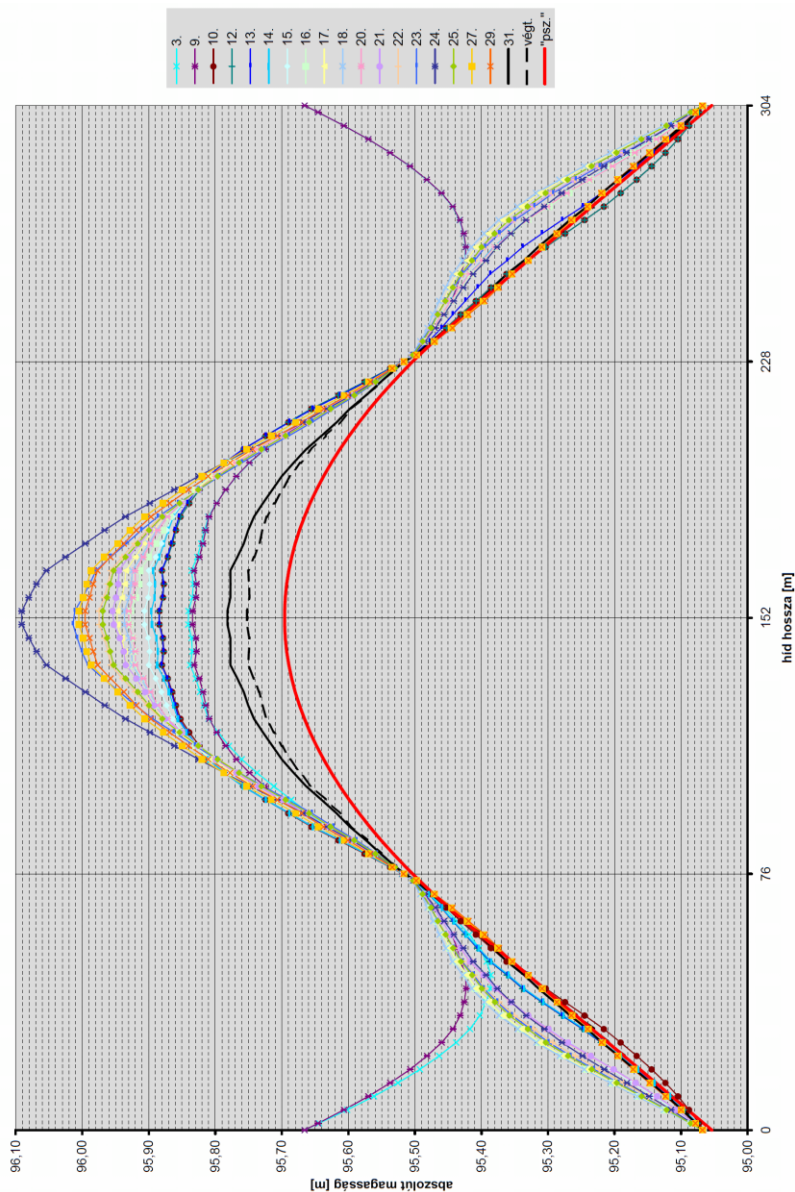


24. ábra: A 24.-27. építési fázisok ábrái



25. ábra: A 28.-31. építési fázisok ábrái

A merevítőtartó külső gerince fölötti felső öv felső élének abszolút magasságai a keresztmetszet tengelyében az építés különböző fázisaiban



26. ábra: Az építési fázisokhoz tartozó magassági helyzetek

Hasonló hidak

A híd megépülése után szánhattunk némi idő arra, hogy összeszedjük a világban található íves pilonú hidakat és utánanézzünk, hogy az ötletünk mennyire volt egyedi. Az általunk fellelhető hidaknak az átadási időpontját is kikerestük, hogy viszonyíthassunk a 2005-ös évhez (az esztergomi pályázat ideje). Ennek rövid összefoglalását az 1. táblázatban adjuk meg. Terjedelmi okokból itt most nem taglalhatjuk (ill. számos esetben ki sem tudtuk deríteni) azokat a részleteket, amelyek segíthetnének, hogy ezek között elhelyezzük a szerkezetünket. (Igyekeztünk begyűjteni, hogy a hidaknak öszvér-e a merevítőtartójuk, konzolos-e az a kábelfelkötés helyén, vasbeton-e a pilon, van-e hátrakötő kábel, közúti-e stb.) De a fellelt adatok alapján is elmondható, hogy az M44 Tisza-híd nagyon szépre sikerült és a számos példa mellett is maradt egyedi vonása, ráadásul a példákban talán egy öszvér merevítőtartós híd sincs.

Összefoglalás

A cikkben beszámoltunk egy hazai viszonylatban formabontó híd kivitelezéséről, megemlítve annak történetét az ötlettől a kivitelezési ajánlati felhívásig és kiemelve a különösen nehéz tervezési kérdéseket.

Köszönetnyilvánítás

Végezetül szeretnénk megköszönni a híd létrejöttében, a tervezői oldalon markáns szerepet vállaló cégek, valamint azon személyek munkáját, akik mondhatni a „hátukon cipelték” a projektet, és akik esetleges kiesése ellehetetlenítette volna a híd időben való megtervezését:



1. kép: Meghatározó cégek és személyek a tervezési oldalon



2005
Lingotto Footbridge,
Torino, Olaszország



2007

Zhivopisny Bridge,
Moszkva, Oroszország



2008
Sanhao Bridge, Sheny-
ang, Kína



2009

Lazarevsky Bridge,
Szentpétervár, Oroszország



2009
Xi'an Chanba River Brid-
ge 2, Xi'an, Kína



2011 Viaduto

Dom Luciano Mendes,
Sao Paulo, Brazília



2012
Margaret Hunt Hill Brid-
ge, Dallas, USA



2013

Uniwersytecki Bridge,
Bydgoszcz, Lengyelország



2013
Zhi Jiang Bridge, Hang-
zhou, Kína



2014

BRT Transcarioca Bridge,
Rio de Janeiro, Brazília



2017 Chuncheon Leg-
oland Bridge, Gangwon,
Dél-Korea



2018

Univ. Dist. Gateway
Bridge, Pokane, USA



2020 Arch
of Innovation, São José
Dos Campos, Brazília

1.táblázat: Íves pylonú hidak a világban, átadásuk évével