43. HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA
2002. OKTÓBER 16–18. SZEKSZÁRD
ELŐADÁSOK KIVONATA

43. HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA
2002. OKTÓBER 16–18. SZEKSZÁRD
ELŐADÁSOK KIVONATA

TARTALOMJEGYZÉK

Pálossy Miklós, Vőneki Zoltán — Pont-Terv Rt. – Strabag
Esztergom, Árok-utcai Kis-Duna-Híd 5

dr. Ludányi Béla — Servind Budapest Kft.
Korrózióvédelmi bevonatrendszerek kiválasztási szempontjai, a bevonatrendszer felépítési hibalehetőségei, ellenőrzés 11

Christer Johansson — Jotun Paints
Bevonatrendszerek élettartam és garanciális kérdései 14

3M Hungária Kft.
3M TM 4727 cink hidrogél anód katódos korrózióvédelmi rendszer vasbeton hídszerkezetek védelmére 17

Kovács Zsolt és Teiter Zoltán — UVATERV Rt.
Az M3 autópálya Tisza mederhíd tervezésének újszerű megoldásai 23

dr. Domanovszky Sándor — Ganz Acélszerkezet Rt.
Újszerű feladatok az M3 autópálya oszlári Tisza-híd acélszerkezetének gyártásánál 27

Pintyőke Károly, Kovács Rezső — Ganz Acélszerkezet Rt. – Hídépítő Speciál Kft.
M3 autópálya, oszlári Tisza mederhíd acélszerkezeti munkái .. 35

Törteli József — Mahíd 2000 Rt
M3 autópálya oszlári Tisza-híd, szemezgetés az építkezés érdekesebb fejezeteiből 47

Kósa Zoltán — Főber Rt.
Az M3 autópálya Füzesabony-Polgár szakasz 167+781 km szelvényében épülő Tisza-híd megvalósítása a „mérnök" szemével 52

Mátyássy László — Pont-Terv Rt.
Az M9 autópályán épülő szekszárdi Duna-híd engedélyezési és felszerkezeti tervének készítése 56

dr. Domanovszky Sándor — Ganz Acélszerkezet Rt.
Újszerű feladatok az M9 autópálya szekszárdi Duna-híd mederhídja acélszerkezetének gyártásánál 60

Gáll Endre — Ganz-BVG Kft.
A szekszárdi Duna-híd csepeli előszerelésének és helyszíni szerelésének legérdekesebb, legizgalmasabb kérdései 69

Kovács Zsolt és Iványi Miklós — UVATERV Rt.
M9 autóút szekszárdi Duna-híd: alépítmények és ártéri hidak .. 75

Horváth Szabolcs — Ganz Acélszerkezet Rt. – Hídépítő Speciál Kft.
M9 autóút szekszárdi Duna-híd építése 78

Dobó Gábor — Mahíd 2000 Rt
Szekszárdi Duna-híd 86

Skoumal Gábor — ÁMI Kft.
Az M9 autóút 6-51. Számú főút közötti szakasz 15+610 km szelvényében épülő Duna-híd megvalósítása a „mérnök" szemével. 92

Asztalos István — Stabiment Hungária
A hídszegély betonok üzembiztos adalékszere 94

Boros Péter — Betonplasztika
Budapest, X. kerületi Újhegyi úti közúti híd bontási munkái 99

ESZTERGOM, ÁROK-UTCAI KIS-DUNA-HÍD

Pálossy Miklós[1] és Vőneki Zoltán[2]
1) Osztályvezető PONT-TERV Rt.
2) Főépítésvezető STRABAG Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az Esztergom Mária Valéria híd forgalomba helyezését követően a megnövekedett forgalom tette szükségessé az Árok utcai Kis-Duna híd építését. A Prímás szigeten vezető új út a Kis-Dunát egyetlen, mintegy 50m hosszú íves hídnyílással keresztezi. Az építtetői igények, a geometriai adottságok és a vízügyi követelmények egy olyan egynyílású kerethíddal voltak kielégíthetők, melynek 4 főtartós öszvérszerkezete kis szerkezeti magassággal is megépíthető, a karcsú megjelenés ugyanakkor a Mária Valéria híd és a Kis-Duna ágon lévő többi híd stílusához is illeszkedik. Ez utóbbi szempont indokolta a híd építész tervező bevonásával történő „felöltöztetését" is, mely igényes, korhű kialakítású korlátok, kandeláberek és kőburkolatok alkalmazását jelentette. Az egyedi szerkezet műszaki szempontból is számos nem szokványos feladatot adott a tervezőknek és az építőknek, a cellás cölöpfal-alapozástól kezdve a keretsarok kialakításán keresztül a tartók beemeléséig.

1. ELŐZMÉNYEK

Az esztergomi Mária Valéria híd újjáépítését követően számolni kellett a közúti forgalom jelentős növekedésével, amelynek levezetésére az esztergomi hídfő és a Kossuth Lajos utca (111. sz. út) között az Árok-utca vonalának közbeiktatásával új útvonal kiépítése vált szükségessé. A Prímás szigeten vezető új út a Kis-Dunát egyetlen, mintegy 50 m hosszú íves hídnyílással keresztezi.

A híd tervezésében és építésében részt vevő főbb cégek az alábbiak voltak:

Építtető:
Komárom-Esztergom Megyei Állami Közúti Kezelő KHT.
Tervezés:
PONT-TERV RT (hídtervezés)
KREA-TURA KFT (úttervezés)
KÁNYA és TÁRSAI BT (csatlakozó lépcsők, támfalak)
A.D.U. Építési Iroda (építészeti kialakítás)
Mérnök:
VIA-PONTIS KFT
Kivitelező:
STRABAG Építő KFT (út-és hídépítés)
KÖZGÉP RT. (híd acélszerkezete)

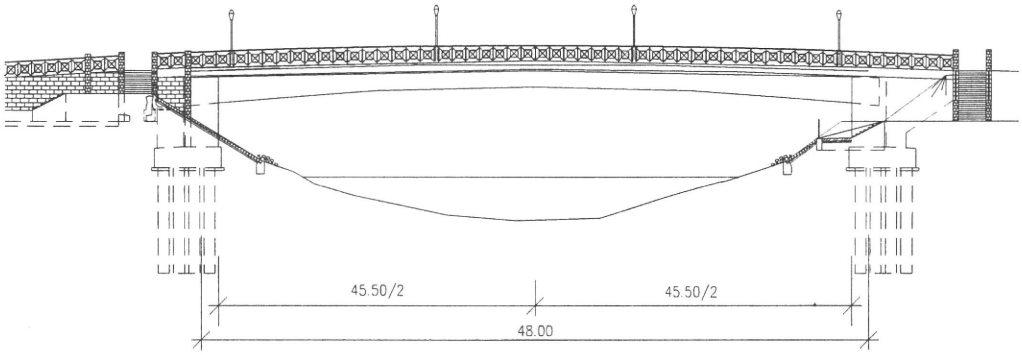
2. TERVEZÉS

A híd szerkezeti rendszerének megválasztásánál az építtetői igényeket (a szerkezeti kialakítások alkalmazkodjanak a Mária Valéria híd stílusához), a vízügyi követelményeket (a

mederben pillérek lehetőleg ne épüljenek), valamint a geometriai adottságokat (felülről a lehetséges útpályaszint, alulról a vízügyi követelmény szerinti alsó él által behatárolt, rendkívül kis szerkezeti magasságot megengedő tér) egyaránt figyelembe kellett venni.
Fenti követelmények egy olyan egynyílású kerethíddal voltak kielégíthetők, melynek 4 főtartós öszvérszerkezete kis szerkezeti magassággal is megépíthető, a karcsú megjelenés ugyanakkor a Mária Valéria híd és a Kis-Duna ágon lévő többi híd stílusához is illeszkedik. Ez utóbbi szempont indokolta a híd építész tervező bevonásával történő „felöltöztetését" is, mely igényes, korhű kialakítású korlátok, kandeláberek és kőburkolatok alkalmazását jelentette.
A vasbeton pályalemezes, öszvértartós acél felszerkezet sarokmereven kapcsolódik az erőteljes vasbeton keretlábakhoz. Ilyen szerkezetnél nincs szükség saruk alkalmazására, melyeknek hídszabályzat szerinti elhelyezésére – a viszonylag magas árvízszint miatt – egyébként sem volt lehetőség. Ugyancsak nem szükséges költséges dilatációs szerkezet sem, ami a fenntartási munkáknál gyakori hibaforrást jelentene. Fenti előnyök „ára" ugyanakkor a keretsarok speciális kialakítása és az elmozdulásokkal szemben kellően merev alapozási rendszer, ezek nem kívánatos alakváltozásai ugyanis a keret igénybevételeinek átrendeződésével járnának.

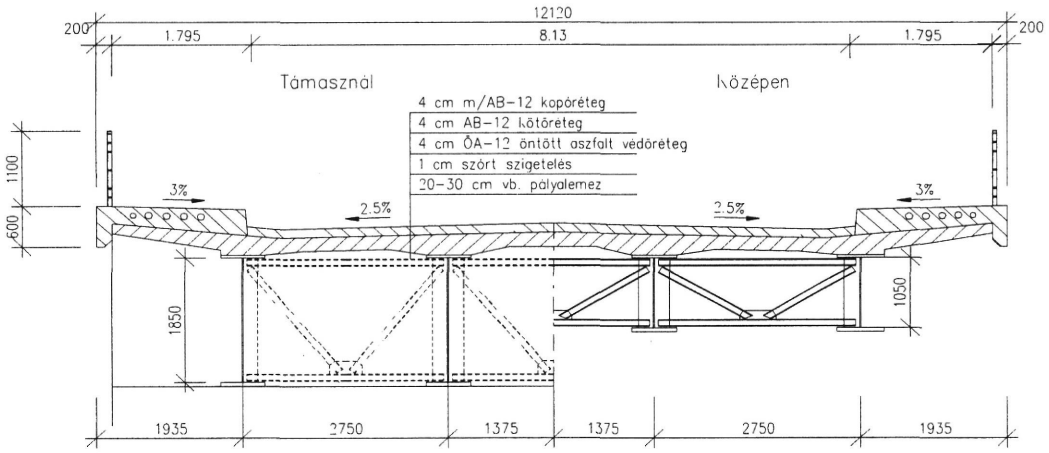
3. SZERKEZETI KIALAKÍTÁS

A kerethíd támaszköze a hídfők felmenő falainak középvonala között mért 48 m, a szabad nyílás 45,50 m.
A híd alaprajzban egyenes tengelyű, merőleges elrendezésű.
A hossz-szelvény R_d = 600 m sugarú domború lekerekítésben fekszik, melynek tetőpontja egybeesik a híd középvonalával.



1.sz. ábra – oldalnézet

A kocsipálya 2 x 3,50 m forgalmi sávval készült, mindkét oldalon 0,50 m széles biztonsági sávval, összesen 8,00 m szélességben. A kocsipályához mindkét oldalon 1,50 m hasznos szélességű gyalogjárda csatlakozik 0,25 m kerékvető magassággal. A közúti pálya keresztirányú esése két oldali, 2,5 %, a gyalogjárda a kocsipálya felé 3 %-ot esik. A híd teljes szélessége: 12,12 m. Az acél felszerkezetet négy, tömör gerinclemezes, változó magasságú tartó alkotja, melyeknek alsó éle másodfokú parabola szerint változik. A híd szerkezeti magassága a pályaszint és a szerkezet alsó éle között mérve hídközépen 1594 mm (L/30), a támasz vonalában a hídfőknél 2394 mm (L/20
Az egymástól 2750 mm-re elhelyezkedő acél főtartókat helyszínen készült vasbeton pályalemez hidalja át, melynek 1460 mm-re túlnyúló konzoljai a gyalogjárda és szegélytartó terheléseit viselik



2.sz. ábra – keresztmetszet

A vasbeton pályalemez minimális vastagsága 20 cm, mely az acéltartók felett 30 cm-re növekszik. A főtartókat a nyílás közepén és a támaszoknál a négy főtartó között elhelyezett rácsos keresztkötés merevíti. A befolyási- ill. kifolyási oldali két-két főtartót egymáshoz 8 m távolságban további keresztkötések kötik össze.
A hídfőknél a szerkezet együttdolgoztatására a helyszínen készülő, erőteljes vasbeton kereszttartók szolgálnak. Ezek a hídfők felmenőfalaival is monolit kapcsolatot létesítenek. A vasbeton pályalemezt az acél főtartókhoz az övekre felhegesztett fejes csapok kapcsolják.
Az acélszerkezet nagyszilárdságú (MSZ EN 10025 szerinti S 355 J2 G3) acélból készült. A gyári illesztések hegesztettek, a helyszíniek részben hegesztettek, részben feszített csavarosak.

A keretként kialakított hídszerkezetnél az alépítményekre – a szokásos függőleges terheken kívül – jelentős vízszintes terhelések is adódnak. Ezért olyan alapozási rendszert kellett kialakítani, amely e hatások felvételére is alkalmas. Mivel a keretszerkezetek – különösen azok, melyeknél a támaszköz és a keretláb magasságának aránya viszonylag nagy érték (lapos keretek) – a támaszok elmozdulásaira érzékenyek, követelmény volt, hogy a támaszok vízszintes irányú elmozdulással szemben merevek legyenek. A város felőli (Árok utcai) oldalon további igény volt a kellő vízzárás, ami a falazatot alkalmassá teszi az árvízi védővonalba való beillesztésre.
Az alkalmazott alapozási módnál egy zárt, téglalap alaprajzú, diafragma falakkal merevített cölöpfal készült, ami az egymásba metsző cölöpök révén – a nyíró igénybevételek felvételével – hajlításra egységes szelvényként vehető figyelembe. A fal elemek együttdolgozását összefogó vasbeton fejgerenda teszi teljessé. A cölöpfal Ø80 cm átmérőjű fúrt cölöpökből áll. Minden második cölöp vasalt, míg a közöttük lévő cölöpök ún. „jet grouting" eljárással készültek.
A Prímás sziget felőli hídfő vasbeton falazataihoz a hídtengellyel párhuzamos lebegő szárnyfalak csatlakoznak, melyek a töltések lezárását és a forgalmi lépcsők csatlakoztatását teszik lehetővé. Az Árok utcai oldalon a rövid, párhuzamos szárnyfalakhoz csatlakoznak a jobb parti feljárók szögtámfalai.

A történelmi hagyományokkal rendelkező város önkormányzatának kívánságára – különös tekintettel a műemléknek számító Mária Valéria híd közelségére – a hidat és a Kis-Duna-parti sétányról felvezető lépcsőfeljárókat régies stílusra emlékeztető egyedi kialakítású korláttal és burkolattal kellett kialakítani.
A korlátok vonalában elhelyezett kandeláber-oszlopok ugyancsak korhű kialakításúak.

A szerkezet számítását térbeli rúdszerkezeti modellen végeztük el. Ennek elemei a talajrugókkal megtámasztott, de egyetlen rúddal helyettesített cölöpfalak, a hídfő felmenőfalak, valamint a hosszirányú főtartókra bontott, kellő sűrűségben a pályalemezt és a keresztkötéseket modellező keresztirányú elemekkel is összekötött pálya szerkezet.
A számítás során tekintettel kellett lenni a statikai váz építési fázisok szerinti folyamatos változására is:

- az acél főtartók saját súlyukat kéttámaszú tartóként hordják;
- a vasbeton pályalemez súlya a főtartók sarokmerev lekötése után kialakuló acél keretszerkezetre hat,
- a burkolat, szegély, korlátok súlyát, valamint a hasznos terheket az acél főtartókkal már együttdolgozó vasbeton pályalemezes öszvér-keresztmetszetű keret viseli.

A keretszerkezet kényes pontja a sarok kialakítása, ahol mind a belső oldalon a főtartók alatt koncentráltan átadódó nagy nyomóerők eloszlását, mind a külső oldalon a vasbeton szerkezetben és az acéltartó felső övében, ill. az annak folytatásában beépített lehorgonyzásában ébredő húzóerők alakulását vizsgálni kellett. E célból a keretsarok környezetéről részletesebb véges-elemes modell is készült.

Híd és az építés főbb adatai:

- Hídon átvezetett út szélessége 8,00 m.
- Mindkét oldalon kétnyomú járda 2 x 1,80 m.
- Híd terhelési osztálya „A" osztály.
- Egynyílású kerethíd 48 m támaszközzel, szabad nyílása 45.50 m, felülete 613 m^2.
- A keresztező Kis-Duna folyóval merőleges elrendezésű.
- Építés kezdete: 2001.11.12.
  befejezése: 2002.05.12.
- Felhasznált építési anyagok:

Beton:	1090m^3
Szerkezeti acél:	110 t
Betonacél:	99 t

4. ÉPÍTÉS

Cölöpalapozást megelőzően Esztergom város védelmében az Árok u. felöli oldalon Larsen lemezek lettek leverve. Ez a vízzáró szádfal védte a várost, illetve munkaterületet a Duna magas vízállása esetén. Prímás sziget felöli oldalon a munkaterület teljes egészében ártéren helyezkedett el. Cölöpözéshez kialakított munkaterületen a munkák elindításával egy időben csapadékosra fordult időjárás miatt a bejáró úton már nem volt megközelíthető a fúróberendezés. Kis-Duna melletti gesztenyés fasori földút murvával történő megerősítésének idején az építési munkát szüneteltetni kellett.

A késő őszi kezdés ill. tavaszi befejezés miatt fontos volt egy olyan keverőtelep kiválasztása, mely téli időjárási körülmények között is megfelelően üzemel. A Lábatlani vasbetonipari Rt. –15°C külső hőmérséklet mellett is +20°C-os betont tudott kiadni, melyet helyszínre szállítva is elérte a + 10-15 °C hőmérsékletet.

Cölöpalapozási munkák befejezése után visszavésésre kerültek a cölöpfejek. Vb. összefogó gerenda szerelőbeton elkészítését megelőző napon a Duna vízszintje hírtelen felemelkedett, és elöntötte a hídfő helyét. A levonuló árral együtt a hőmérséklet is fagypont alá süllyedt, így a Prímás sziget felőli oldalon sár és jégtáblák mentesítése után folytatódott a szerkezetépítés.

Hídfők felmenő falainak készítésével párhuzamosan készült az acél főtartók beemelési technológiájának összeállítása.

Az acél főtartó elhelyezésének statikai számítással történő ellenőrzése kimutatta, hogy ez a karcsú, változó magasságú acél főtartó egymagában nem elég stabil. Több megoldási lehetőség közül, olyat kellett kiválasztani, melynek elkészítési munkálatai nem okoznak építési időveszteséget, illetve a legkisebb költséggel valósítható meg.

- Két acél főtartó között elhelyezett rácsos keresztkötéssel egy stabil szerkezetet lehet beemelni. Így két ütemben biztonságosan beemelhető a szerkezet. Ennek megvalósításához szükséges 800 to-s mobil darut csak a szomszédos Ausztriából lehetett volna biztosítani. Kalkulált magas költsége, illetve időbeli ütemezési bizonytalanságok miatt nem valósulhatott meg.
- Mederben középen, vagy a szélein ideiglenesen épített alátámasztó állvány megépítése stabilizálhatta volna a karcsú főtartót, melynek gerincmagassága 1050 és 1850 mm között változott 600 mm széles övlemezekkel. A Kis-Duna általában alacsony, de gyorsan változó vízszintje pontonról történő középső ideiglenes alátámasztást nem tette lehetővé. A part mellett kialakított egy-egy ideiglenes állvány „szárazföld" felöli megépítése, illetve elbontási költsége szintén magasnak adódott.
- Elképzelhető volt egy-egy segédszerkezet felerősítése a hídfő felmenő falakra. Ezzel biztosítható a közbenső ideiglenes alátámasztási pontok közötti kisebb távolság, ami megoldotta volna a tartó stabilitását. Ez a segédszerkezet megtervezésre került, a hídfőbe kerülő rögzítő, lehorgonyzó szerkezeteinek elhelyezése az egyik hídfőben majdnem el is készült. Nem kis mutatvány volt a bezsaluzott, vasszerelt, betonozásra előkészített vb.fal zsalujába –10°C friss külső hőmérséklet mellett rögzítés.
- Végül is egy „két darus" megoldással valósulhatott meg a beemelés. E szerint az Árok u. felöl felálló 400 to-s daru először beemeli a kifolyási oldal felül számított 2. tartót, majd a sziget felöli oldalon pedig egy 200 to-s daru középen megfogva azt 12 tonnás erővel stabilizálja. Ekkor az acéltartó a végétől kb. 60 cm-re elhelyezett, ideiglenes támaszokkal rögzített módon támaszkodik a hídfőre. Ezután az Árok utca felöl a nagy daru beemeli a másik „középső" acéltartót. Ekkor beépítésre kerülnek a csavaros kapcsolatú összekötő merevítések, hegesztéssel rögzítésre kerül a tartó egyik vége, és a daruk elengedik a két tartót. Ezután a nagy daru beemeli a két szélső tartót úgy, hogy azokat csak az összekötő merevítések elkészülte után engedi el.

A hídfők építésével egyidejűleg folyt a KÖZGÉP Rt. üzemében az acélszerkezet gyártása. A hegesztett főtartók 3 darabban egyszeri alapmázolással kerültek kiszállításra. A híd hossztengelyére merőlegesen, közvetlenül a hídfő mögött került kialakításra a szerelőtér. Itt a gerinclemezeket NF csavarozással, az öveket hegesztéssel illesztették össze.

A tartók beemeléséhez a sziget felöli oldalon újabb bejáró utat kellett készíteni. Az eddig kb. 70 cm-re átfagyott altalaj felengedett, járhatatlanná vált. Az Árok utca felöli hídfő mögötti visszatöltés viszontagságai is színesítette az építést. Amint elkezdődött a visszatöltés az Árok utca felöl a szemcsés altalajból egy vízér kezdte áztatni a háttöltést. Vízügyi Igazgatóság képviselőjének utasítására azonnal keresztszivárgót kellett építeni. Miután ez elkészült egy újabb szakvélemény előírta a szivárgótest megszűntetését a beemelést követően. 2002. 02.07-én egy nap alatt sikeres beemelés tanúja lehetett az érdeklődő lakosság illetve az építők. A kereszttartók pályalemez alsó síkjáig történő bebetonozása után kerülhetett sor a vb. pályalemez elkészítésére. Minimális vastagsága 20 cm, acél főtartók felett 30 cm-re lett megnövelve. A konzol lemezek vastagsága befolyásnál 30 cm, a szegélyek felé 15 cm-re

vékonyodik. A pályalemez járdák alatti szigetelése után elkészültek a vb. járdák. Az építők hordógurítással tették emlékezetessé a híd szerkezetkész állapotát.

Egy hét múlva újra szünetelt az építés másfél hetet! A Duna magas vízállása miatt III. fokú árvízvédelmi készültséget rendeltek el. Az előzetesen elkészített védekezési utasításnak megfelelően a VÍZÜGYI Igazgatóság szakaszvezetője átvette a védekezés irányítását. Ez azt jelentette, hogy a város felöli munkaterületet homokzsákokkal, körtöltéssel körbevettük, a helyszínen éjjel nappal munkagép, gépkocsi és egy brigád műszaki vezetővel késültségben volt. A töltésben később megszüntetett üregen keresztül elöntötte a Duna vize a teljes munkaterületet.

Víz visszahúzódása után már csak a szokásos, szinte törvényszerűen jelentkező közműproblémákat kellett áthidalni. Támfal építése nem a közműgenplán szerinti helyen talált nagyfeszültségű 20 KV-os elektromos földkábel kiváltásával, egy „kóbor" gázvezeték miatti támfal áttervezése után már kezdhető volt.

Esztergom városi Önkormányzat nagy figyelemmel kísérte folyamatosan az építés. Különösen fontos volt számára, hogy a lakosságnak minél komfortosabb, minél jobban használható és még szebb hidat kaphasson. Ezért folyamatosan változott a híd arculata. Árok utca felöli hídfőkre csatlakozó centrum felöli lépcső és a szigeti oldalon mindkét gyalogos átjáróhoz kapcsolódó lépcső helyett rámpa lett kialakítva. A tervezett gyalogos korlát helyett egy szép, tetszetős korlát került a hídra és a fejhajtó rámákra. Közúti vezetőkorlát nem került a hídra, így mintegy 30-30 cm-rel szélesebb, 1,80 m széles lett a kétoldali járda.

Az A.D.U. építési iroda gyönyörű mészkőburkolatot tervezett a hídfők, támfalak, lépcsők felületeire. Süttői kőből készült el a burkolás. Az Árok utca felöli hídfőnél került elhelyezésre a hidak védőszentje, Nepomuki Szent János fa szobra.

Nyugodtan mondhatjuk, hogy értékes gyöngyszemmel gazdagodott az ország hídállománya. Kalandos körülmények között, rövid idő alatt készült el számunka mindig emlékezetes híd.

KORRÓZIÓVÉDELMI BEVONATRENSZEREK KIVÁLASZTÁSI SZEMPONTJAI, A BEVONATRENDSZER FELÉPÍTÉSI HIBALEHETŐSÉGEI, ELLENŐRZÉS

dr. Ludányi Béla
Servind Budapest Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

Híd acélszerkezetének korrózióvédelmi rendszerét az adott igénybevétel ismeretében határozzuk meg, amelyet a követelmények tudatában a leggazdaságosabb megoldás kiválasztására használjuk fel. A kivitelezői hiba lehetőségek leírása felhívja a figyelmet a leggyakrabban előforduló hibákra problémákra. Végül a bevonatrendszer ellenőrzési szempontjai, valamint az élettartam és garanciális idő meghatározása található a cikkben.

1. BEVEZETŐ

Hidak korrózióvédelmi bevonatrendszerei kiválasztásánál a hatályos EN ISO 12944 szabványban leírtak az irányadóak. Ezen előírások, valamint a szabványokkal egybecsengő, ésszerűen meghatározott szavatossági feltételek figyelembevételével írható elő a leggazdaságosabb korrózióvédő rendszer általános felépítése és a kivitelezési technológiai utasítás.

2. BEVONATRENDSZER RÉTEGRENDJE, SZÍNVÁLASZTÁS

Korrózióvédelmi bevonatrendszer kiválasztásánál elsősorban az igénybevételt - tehát korróziós terhelést - valamint a követelményeket kell meghatározni, megfogalmazni. Ezek után a lehetőségek ismeretében tudjuk pontosítani a felületelőkészítéshez igazodó bevonatrendszert és a hozzá kapcsolt technológiai utasítást.

Hídi acélszerkezeteknél ma már csak a szemcseszórásos - környezetvédelmi okok miatt, ha lehet a majdnem zárt visszaforgatós rendszerű - Sa 2 ½ tisztaságú fokozatú felületelőkészítés az elfogadott.

Az igénybevételi kategória folyókon átívelő hidak esetén C5-I. Ez erős korróziós igénybevételt jelent, amely legalább 240 µm, a különösen kritikus helyeken - korlátok, hegesztési varratok, csavarok körül - legalább 320 µm nominális rétegvastagságot követel meg. A nominális rétegvastagság a mért átlagos rétegvastagságot jelenti. Ettől lefelé maximálisan 20 %-kal lehet elérni. A tényleges, gyakorlati festékfelhasználásnál előbbieket figyelembe véve azt jelenti,

hogy az elméleti kiadósságnál kb. 40-50 %-kal többet kell számolni úgy, hogy az érdességgel még nem is számoltunk.
A bevonatrendszer általános felépítése:
- első réteg: aktív vagy/és passzív korrózióvédő anyagot tartalmazó általában epoxi kötőanyag bázisú alapozó (cinkporos, vagy alupigmentált)
- második réteg: rétegvastagság növelő, általában alapozóval azonos kötőanyagbázisú
- harmadik réteg: a bevonat színét meghatározó UV ellen jól védő, akril poliuretán, vagy polisziloxán kötőanyagbázisú fedőfesték

Színválasztás szempontjai:
A festékgyártók a nemzetközileg egyezményesített RAL, vagy az NCS ill. Panton színskála receptjeit dolgozzák ki. A RAL színek a legelfogadottabbak, hidak fedőszíneiként az NCS és Pantone nem jön számításba. Előbbiek mellett a gyártók kidolgoztak vascsillámot tartalmazó színskálákat is, melyek közül az egyik legismertebb az un. DB (Deutsche Bundesbank) színek.
Az alapozók - első réteg- és a közbenső réteget alkotó festékeknél a színnek legfeljebb annyi a szerepe, hogy a rétegek színben elkülönüljenek, így a kivitelezőt segítsék.
Híd acélszerkezetei festésére nagy értékű, tartós pigmenteket használnak fel a gyártók. Emellett meg kell jegyezni, hogy a pigmentgyártók leírásai alapján a pasztell színek, valamint a sárga, piros pigmentek sokkal érzékenyebbek az UV sugárzásra, mint a többiek. Tehát az amúgy is drágább sárga, piros színű bevonatok csökkentebb tartóssága miatt célszerű előre a gyártókkal egyeztetni a híd esztétikáját is meghatározó leggazdaságosabb színt kiválasztani.
A vascsillámot tartalmazó színek a vascsillám jellemző struktúráját és színét mutatják, tartós igénybevételre alkalmasak.

3. KIVITELEZÉSNÉL ELŐFORDULÓ HIBALEHETŐSÉGEK

A szemcseszórásos felületelőkészítés után a frissen megszórt, érdes acélfelület hamar rozsdásodik. Ennek mértéke a levegő relatív nedvességtartalmától függ. 60 % relatív nedvességtartalom alatt gyakorlatilag nincs rozsdásodás, felette exponenciálisan nő a rozsdásodási sebesség. Ezért a felületelőkészítés után a lehető leghamarabb, 2-4 órán belül fel kell hordani az első, alapozó réteget.
A korrózióvédelmi szempontból kritikus helyeket - NF csavarok, hegesztési varratok, nehezen hozzáférhető sarkok - elő kell kenni, hiszen a leggyengébb láncszem elve alapján legelőször itt indulhat meg a korrózió.
Gyakran előforduló probléma - különösen a nagy szilárdanyag tartalmú epoxi anyagoknál - az átfesthetőségi idő be nem tartása. A gyártók a műszaki adatlapon fel kell tüntessék, hogy mennyi idő hagyható a következő réteg felhordásáig, ha ilyen jellegű anyagról van szó.

Az epoxi kötőanyagbázisú festékek mindemellett hajlamosak a krétásodásra. Ez a jelenség az UV sugárzásnak kitett felületen úgy jelentkezik, hogy porszerű-krétaszerű-degradálódott kötőanyag lepi be a felületet. Ez a további réteg kötését gyengíti, de a közép-európai klímaviszonyok között 6-8 hónapig nem okoz zavart. Sokkal nagyobb hibalehetőséget okoz a hídszerkezetek szerelésénél

óhatatlanul is előforduló szerelési szennyezés. Ez lehet zsír, olaj vagy a helyszíni por, piszok általi szennyezés. Ebben az esetben gőzborotvás felülettisztítás és leszáradás vagy leszárítás szükséges a következő réteg felhordása előtt.

4. BEVONATOLÁSI MUNKÁK ELLENŐRZÉSE

A korrózióvédelmi munkák ellenőrzésének egyik legfontosabb pontja az építési naplóban naprakészen rögzített időjárási paraméterek és a bevonandó felület állapotának leírása. Fenti adatok alapján azonnal eldönthető, hogy a sok esetben vészesen közeledő határidő ellenére végezhető e bevonatolási munka vagy nem.
A beruházók, kivitelezők és festékgyártók közös védelme érdekében a szabványban javasolt iránymutatók szerint referenciafelület létesítése indokolt. Ez azt jelenti, hogy (EN ISO 12944-7 fejezet) a hídi összes acélfelület 0,2-0,5 %-át javasolják referenciafelület kijelölésében.
Fentiek mellett a korrózióvédelemben szereplő összes résztvevő közös célja egy független körrózióvédelmi szakértő megbízása.

5. ÉLETTARTAM ÉS GARANCIÁLIS IDŐ A KORRÓZIÓVÉDELEMBEN

Az EN ISO 12944-5.5 pont szerint rövid, közepes és hosszú élettartam vállalható a korrózióvédelmi rendszerre. A rövid 2-5 év, a közepes 5-15 év a hosszú 15 év feletti élettartamot jelent Ez mindenkor az első felújításig eltelt időt jelenti és szerződésben rögzíti a bevonati károsodás mértékét.
Az élettartam műszaki, míg a garanciális idő jogi forgalom. Beruházói oldalról minél hosszabb garanciális idő az elvárás. A két fogalom akkor közeledik egymáshoz ha az igénybevétel, a követelmények és a gazdaságosság együttes figyelembevételével az érdekelt felek ésszerűen választják meg e két időtartamot.

BEVONATRENDSZEREK ÉLETTARTAM ÉS GARANCIÁLIS KÉRDÉSEI

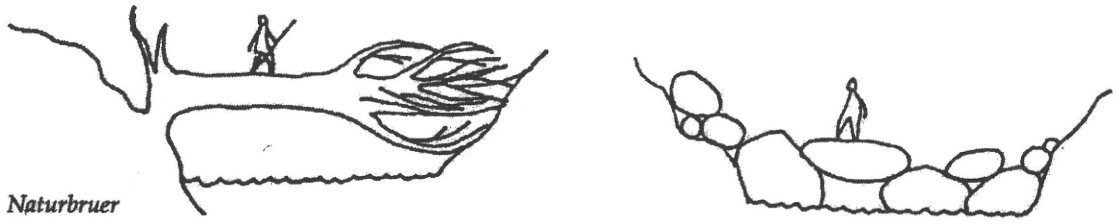
Christer Johansson
Area Manager - Central Europe
Jotun Paints

ÖSSZEFOGLALÓ

Acél szerkezetű hidak építésénél, vagy felújításánál sarkalatos kérdés az alkalmazott korrózióvédelmi rendszer élettartalma, a vállalható garancia. A hosszú garanciaidő azonban nem nyújt biztonságot a megrendelőnek. Mi biztosítja azt, hogy a műtárgyunk korrózió okozta tönkremenetele a lehető leglassabban következzék be? A bevonatrendszer helyes megválasztása, a legalkalmasabb kivitelező cég alkalmazása és rendszeres felülvizsgálat, karbantartás. E három meghatározó tényezőhöz szolgálunk néhány gyakorlati tanáccsal.

1. BEVEZETŐ

A Jotun cég 1928-ban kezdte festékgyártási tevékenységét a norvégiai Sandefjordban. Ez ad kompetenciát, hogy a bevonatrendszerek élettartam kérdéséhez hozzá szóljunk.
A hidak a történelem során mindig fontos társadalmi szerepet töltöttek be, összekötöttek embereket és lehetővé tették a közlekedést, a szállítást. E műtárgyak tartóssága ezért sosem volt és most sem marginális kérdés.



1. Ábra

Léteznek máig üzemelő, száz évnél régebbi kőhidak. A technika haladtával a hídépítés is új problémák elé nézett, melyek megoldásához új anyagokat kellett alkalmazni. Az acélt közismerten előnyös tulajdonságai miatt alkalmazzák a mai napig is, de tudomásul kellett venni, hogy a szabadtérben elhelyezett puszta acél élettartama igencsak korlátozott. A korrózióvédő bevonat az acél gyors tönkremenetelének megakadályozásához gyakorlatban alkalmazott eszköz. A mai vegyipar rendkívül tartós műanyag bevonó anyagokat képes előállítani, de ezek sem tartanak örökké. Mi tehát a kézenfekvő megoldás a lehető legtartósabb és leggazdaságosabb bevonat megvalósításához? Talán egy hosszútávú garanciaszerződés?

2. ÉLETTARTAM ÉS GARANCIA

Lássuk mit értünk e fogalmak alatt. Az **élettartam** az a várható időtáv, ami a következő teljes felújításig eltelik. A **garancia** egy megállapodás a kalkulált karbantartási költségeket meghaladó váratlanul felmerülő javítási költségek viseléséről.

Sajnos gyakorlattá vált, hogy az ajánlatadók a garanciaidő tekintetében is egyre túllicitálják egymást. 20, 25, 30 évek röpködnek a levegőben, s a megrendelőnek vonzó, hogy a leghosszabb garanciaidőt ajánlótól vásároljon. E viselkedés oka nagyon egyszerű: rengeteg pénzt kiadni bevonatra meglehetősen ijesztő, hosszú időtartamú garanciaszerződést kötni olyan érzés, mint szerezni egy jó nagy esernyőt.

Ne gondolkozzunk így!

Láttam olyan reklamációt, ami egy gyönyörű 25 éves garancia alapján merült fel és a megrendelő végül kapott néhány kanna festéket, de semmi többet.

Elég, ha arra gondolunk, hogy nincs a világon az a nagyvállalat, aminek a létezése ilyen időtávra biztos!

Ha a szükséges garanciaidőn gondolkodunk, én személy szerint azt vallom, hogy a megrendelőnek 1-3 év közötti garanciát érdemes megkövetelni, tudván azt, hogy a meghibásodások csaknem 95%-a ebben a rövid szakaszban jelentkeznek.

Ha a bevonat 3 évig meghibásodás nélkül üzemel, a későbbiekben pedig rendszeresen felülvizsgáljuk és a megjelenő kis hibákat azonnal kijavítjuk, akkor ez a bevonat sok-sok évig megmarad.

Mi a megrendelő teendője? Gondosan vizsgálja meg és válassza ki a **festéket**. Nagy körültekintéssel keressen **kivitelezőt**, olyat, akinek megfelelő felszerelése, jó vezetése, minősített és képzett személyzete van, és saját minőségbiztosítási rendszert működtet.

Továbbá független, tapasztalt **műszaki ellenőr** kontrollálja a felület előkészítést, a festési munkát a végátadásig. Ez a megfelelő minőségbiztosítás és kockázatkezelés!

Az Európai Unióban természetes dolog "jó gazdaként" viselkedni és minimális **karbantartást** végezni a szerkezeten. Aki nem így tesz, az értéktelennek tartja a vagyonát. Majdnem minden EU országban ezért a vállalkozók és mérnökök felelősségvállalásának felső határát 10 évben maximálják. Németországban ez 5 év.

3. GYAKORLATI TANÁCSOK

A teljesség igénye nélkül hadd adjunk néhány praktikus szempontot annak érdekében, hogy a hosszú élettartam ne csak papírra vetett szám legyen.

- A bevonat teljesítményét alapvetően meghatározza a felület előkészítés milyensége. A felület előkészítés általános menete az alábbi:
  - alapos tervezés
  - zsír, olaj só szennyeződések eltávolítása (!)
  - laza rozsdarétegek és régi festék eltávolítása
  - felület kezelés
  - portalanítás (porszívózás)
  - festék felhordás
- A szemcseszórás ideális felület előkészítési módszer, de nem távolítja el a zsíros, sós szennyeződéseket és nagy port képez a környezetében.
- A festék-éleket el kell laposítani.

2. Ábra

- A nagynyomású vizes tisztítás bizonyos esetekben a szemcseszórás jó alternatívája lehet.
- A munkaterület rendje és tisztasága a jó eredményt befolyásoló legfontosabb tényezők egyike.
- A hanyagul összekevert komponensek gyors átrozsdásodáshoz vezetnek.
- A festőhenger rosszul nedvesíti a felületet. Soha ne alapozzunk hengerrel!
- Minden réteg előtt az élek előecsetelése elsődleges fontosságú.
- A műszaki ellenőr minden munkafázist ellenőrizzen, az adatokat naplóba rögzítse.

Egy mondatban összefoglalva:

A GARANCIIDŐ NEM HELYETTESÍTHETI A BEVONATRENDSZER ÉS KIVITELEZÉS JÓ MINŐSÉGÉT!

3M™ 4727 CINK HIDROGÉL ANÓD KATÓDOS KORRÓZIÓVÉDELMI RENDSZER VASBETON HÍDSZERKEZETEK VÉDELMÉRE

B.M.J.C. Süoss
3M Laboratories (Europe), a 3M Németország leányvállalata

ÖSSZEFOGLALÁS

A 3M Cink hidrogél anód rendszer egyik oldalán ionvezető hidrogél ragasztóanyaggal ellátott cinkfóliából áll, melyet közvetlenül a vasbeton szerkezet felületére kell felhelyezni. A 3M galvanikus cink hidrogél anód rendszere működik már különféle betonszerkezeteknél, eltérő környezeti körülmények mellett, kiváló teljesítményt nyújtva. A 3M™ Cink hidrogél anód rendszert alkalmazzák hidak tartószerkezetén, parkolóházak felhajtóin, előre gyártott elemeken. A 3M Cink hidrogél anód rendszer használata:

- *megállítja a korróziót, biztosítja a szerkezet belsejében lévő, sokszor nehezen hozzáférhető betonacélok korrózióvédelmét,*
- *megakadályozza a beton megrepedését és leválását,*
- *csökkenti a karbantartási költségeket,*
- *meghosszabbítja a szerkezet élettartamát,*
- *minimális fennakadást okoz a közlekedésben.*

1. BEVEZETÉS

A vasbeton szerkezetekben a betonvasak korróziója által okozott károk kijavítása és helyreállítása minden gazdálkodó szervezet éves karbantartási költségvetésének jelentős részét teszi ki. Ilyen károkat naponta látunk azokon a hidakon, parkolóházaknál, épületeken és egyéb szerkezeteken, ahol vasbetont használtak, és nagyon gyakori olyan helyeken, ahol jégmentesítő sót alkalmaznak.

A piacon többféle módszer létezik a vasbeton szerkezetek védelmére, a korrózió okozta betonrepedések és leválások megakadályozására. Ide tartoznak a vezető bevonatok, az elektrokémiai kloridkivonás, beépített anódok, inhibitorok, vízálló bevonatok és külső áramforrással működő katódos korrózióvédelmi rendszerek, mint pl. termikus szórással felvitt cink és a titánium háló. Minden egyes módszernek megvan a maga előnye és hátránya. A 3M™ galvanikus cink hidrogél anód rendszere kiküszöböli ezeket a hátrányokat, miközben hosszú távú katódos védelmet nyújt anélkül, hogy külső áramforrásra lenne szükség.

Karbonátosodás és klorid-szennyeződés

Kezdetben, amikor a betont bedolgozzák és megköt, egészséges környezetet jelent a betonvasak számára. De az idő múlásával - ahogy különféle anyagok a betonba jutnak - ez rosszabbodhat. Karbonátosodásról beszélünk, ha szén-dioxid kerül a betonba és reakcióba lép

a mésszel, csökkentve ezzel a beton pH-értékét. Ezen túlmenően, a jégmentesítő sózásból, vagy a sótartalmú levegőből származó klorid-ionok vízzel és oxigénnel szövetkezve szintén korrozív környezetet teremthetnek. Elektromos korróziós cella alakul ki, és a romlási folyamat elkezdődik. A betonvas korróziója során rozsda keletkezik, ami nagyobb térfogatú, mint az acél, aminek a helyébe lép. Ez feszítő hatást gyakorol a betonra, ami végül a beton megrepedéséhez, leválásához vezet.

A korrózió jelei

A korrózió első látható jele a repedés lehet. Rozsdafoltok jelenhetnek meg a felszínen, a korrodáló betonvas közelében. Ahogy a korrózió előrehalad, a beton leválhat, szabadon hagyva a betonvasat. Ha ezt nem kezeljük, a folyamat oda vezet, hogy a beton szerkezetileg romlik.

2. JAVÍTÁSI MÓDSZEREK

2.1. HAGYOMÁNYOS BETONJAVÍTÁSI MÓDSZEREK

A hagyományos betonjavítási módszerek tipikusan a tünetet kezelik, és nem az okot. A megrepedt betonréteg eltávolítása és a beton helyreállítása mint módszer nem foglalkozik a betonkörnyezet klorid-szennyeződésével vagy az alacsony pH-értékkel. Sőt, a javítgatás sokszor új korróziós cellát hoz létre a javítás helyének közelében. Ez meggyorsíthatja a korróziót, és néhány éven belül jelentős betonkárosodást okozhat. Eközben a korrózió továbbra is gyengíti a betonacél erősítést.

2.2. ALTERNATÍV BETONJAVÍTÁSI MÓDSZEREK

Sokféle igényes módszer létezik a vasbeton szerkezetekben a betonvas korróziója által okozott betonleválás megakadályozására. Ilyenek például a vezető bevonatok, az elektrokémiai kloridkivonás, beépített anódok, inhibitorok, vízálló bevonatok, és a külső áramforrással működő katódos védelmi rendszerek, mint pl. termikus szórással felvitt cink, és a titánium háló. Minden módszernek megvan az előnye és hátránya. A 3M™ galvanikus cink hidrogél anód rendszere azonban kiküszöböli ezeket a hátrányokat, miközben hosszú távú katódos védelmet nyújt anélkül, hogy külső áramforrásra lenne szükség.

2.3. KATÓDOS VÉDELEM

A vasbeton szerkezetek katódos védelmét elsősorban az USA-ban, Ausztriában, Hollandiában és az Egyesült Királyságban alkalmazzák. Hidakat, viaduktokat, talpazatokat, oszlopokat, födémeket, erkélyeket és galériákat védenek külső áramforrással működő katódos rendszerrel (Impressed Current Cathodic Protection = ICCP). Az ICCP mellett, ami a potenciálkülönbség elvén, külső áramforrással működik, léteznek az ún. fogyó anódos rendszerek. Az ezeknél használt anódnak magasabb a potenciálja, mint az erősítésként használt fémnek. Ha a két fémet elektromosan összekötjük, az elektro-pozitívabb anyag feláldozza magát a betonacél javára. Az utóbbi ebben az esetben katódos szerepre kényszerül, melynek következtében jelentős mértékben lelassul az anódos reakció az acélfelületen, és a betonacél korróziója megáll. A pozitív töltésű fémionok, valamint a katódos reakció során keletkező negatív töltésű hidroxid-ionok a beton segítségével a megfelelő, ellenkező töltésű elektródához áramlanak és reakcióba lépnek egymással. Ezt a viselkedést segíti a hidrogél ragasztó. Az olvadékszórásos technológiával felvitt fogyó cinkanódokat is sikeresen alkalmazzák betonfelületeken. Fenti módszereken túl a 3M kifejlesztett egy galvanikus katódos korrózióvédelmi rendszert, a hidrogél ragasztóréteggel ellátott cinkanódot. A hidrogél ragasztó ionvezető tulajdonsággal bír, és egyszerű módon felvihető a betonfelületre (függőleges, vízszintes vagy függő felületekre).

2.4. 3M™ 4727 CINK HIDROGÉL ANÓD

A 3M™ 4727 Cink hidrogél anód 250 μ vastag (nagy tisztaságú) cinkből és az arra felvitt 750 μ vastag ionvezető, nyomásra érzékeny hidrogél ragasztóból (elektrolit) áll, ami egyúttal öntapadó ragasztóként is funkcionál. A ragasztót eltávolítható műanyag fólia védi. A hidrogél ragasztóréteg higroszkopikus és cink-komplexképző adalékokat tartalmaz, következésképpen a hidrogél ragasztóréteg nem szárad ki és jó, tartós ionos vezetést biztosít a védelemre szoruló betonfelülethez; rendeltetésének megfelelően elnyeli az anód felületén keletkezett cink ionokat, így az anód nem „szigeteli el" magát a betonfelülettől a keletkező cink-oxidok vagy cink-hidroxidok által. Az anódot 254 mm széles és igény szerinti hosszúságú csíkok formájában helyezik fel a szerkezetileg ép betonfelületre a védelem biztosítására. A betonacél hálót és a cinkanódot egy huzal köti „elektromosan" össze.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a cinkfólia vastagsága átlagosan 15-20 évig biztosítja a vasbeton szerkezetek védelmét.

A rendszer főbb jellemzői:

- saját áramforrású és önszabályozó
- nincs szükség havi ellenőrzésre
- alkalmazható betonszerkezetek felületén, oldalán, alján
- minimális karbantartást igényel
- a ragasztó higroszkopikus és ionvezető

Ezek a tulajdonságok és a sokoldalúság lehetővé teszik, hogy a rendszert sokféle építménynél alkalmazzák: hídszerkezetek és alépítmények, mellvédfalak, parkolóházak, előre gyártott beton (födém) elemek, utófeszített rögzítések, előfeszített tartógerendák, oszlopok és erkélyek, stb.

Hogyan működik?

A terméket felragasztjuk a védendő, szerkezetileg ép betonfelületre. Ezután a cinkanódot egy drót segítségével elektromosan összekötjük a betonacél hálóval. Így, a két különböző fém – a cinkanód és a betonacél – összekapcsolásával elektromos áram keletkezik, ami átfolyik a drótösszekötésen. Az áramkört a hidrogél ragasztón és a betonon át folyó ionos áram alkotja, ami elektrolitként szerepel a „galvánelemben". Ez az áram a cinket anódos (korrodáló), a betonacélt pedig katódos (védett) állapotba hozza. A betonacél korróziója megáll. Az installáció befejezéseként a cinkanódot esztétikus bevonattal láthatjuk el, pl. texturált festékkel, ami a rendszer élettartamát meghosszabbítja.

3. ALKALMAZÁSI PÉLDÁK

3.1. HIDAK

Ennél a projektnél a 3M™ 4727 Cink hidrogél anódot egy híd (Interstate Bridge , Pottstown Road, Peoria, IL.) előfeszített tartógerendái végére és a tartóoszlopfőkre helyezték fel.

Miért a cink hidrogél anódot használták?

Az Illinois (USA) Közlekedési Minisztérium dollár ezreket költött minden egyes előfeszített tartógerendavég javítására, ahol a nedvesség és a só behatolt a betonba, és a feszítőhuzalok, a csőbilincsek és a talplemez korrózióját okozta. A korrózió a legtöbb esetben a gerendák végén jelent meg, ahol a pára és a só - a feszítési illesztéseknél és megtámasztásoknál - lefolyt a hídpályáról. Szintén komoly korrózió jelentkezett a tartóoszlopfőkön a feszítési illesztéseknél fellépő nedvesség- és sólefolyás miatt. A levált beton helyreállítása nagyon drága a cink hidrogél anóddal történő katódos védelem költségeivel összehasonlítva. A cink hidrogél anód használata megállítja a korróziót és megakadályozza az előfeszített gerenda- és oszlopfejek megrepedezését és leválását, ezáltal csökkentve a hídkarbantartás költségeit.

Alkalmazás, előkészítés
A betonfelületeket magas nyomású vízzel tisztították meg.

A szerkezet vizsgálata
Lyukak fúrásával azt találtuk, hogy a talplemez, a csőbilincsek és a feszítőhuzalok két alsó sora folytonos volt az előfeszített gerendában. Az oszlopfőkben lévő betonvasak – minden oszlopfejet öt különböző helyen teszteltünk – folytonosnak bizonyultak. Félcellás potenciálmérést is végeztünk a gerendákon és az oszlopfőkön a korrózió mértékének megállapítására az anód felszerelése előtt.

Kapcsolat kialakítása a betonacéllal
Vezetéket csatlakoztattunk (csatlakozódobozon keresztül) minden egyes gerenda alatt a hídsaruhoz, mert a hídsaruk folytonosak voltak a gerendák más acél elemeivel. Az oszlopfőkön vezetéket kapcsoltunk (csatlakozódobozon keresztül) a betonvas-háló mindkét oldalára.

Az anód felszerelése
Körülbelül 2,5 m^2 anódot használtunk fel minden gerenda mindkét végén a függőleges és az alsó felületek borítására. Körülbelül 26 m^2 anódot használtunk fel a két oszlopfő függőleges és a végén lévő felületének borítására. Az anód csíkokat cinkgyűrűvel fogtuk össze, hogy biztosítsuk az anódrendszer folytonosságát.

Az anód összekapcsolása a betonacéllal
Minden gerenda végén huzalt forrasztottunk az egyik cinkgyűrű alá. Ezután az összes huzalt bevezettük a gerenda végén lévő csatlakozódobozba, ahol azután csatlakoztattuk az alapvezetékhez. Az oszlopfőkön ugyanígy jártunk el.

Védőbevonat
Esztétikai megfontolásból mindkét oszlopfőt és egy kivételével minden gerenda végét bevontuk kültéri akril festékkel.

Megfigyelések
A rendszer aktiválásától számított 1 órán belül a polarizáció-eltolódás meghaladta a 100 mV értéket, ami jó korrózió elleni védelmet jelez.

Eredmények és következtetések
21 hónapos működés után minden depolarizációs érték meghaladta a NACE RP0290-90 szabványban meghatározott értéket (lásd az 1. táblázatot). Az 1.sz. táblázatban található kezdeti áramértékekből számolva 21 hónap elteltével az anódos áramsűrűség 1,3 – 2,1 mA/m^2, vagyis átlagban 1,7 mA/m^2 volt. Ennél az áramsűrűségnél kb. 2,75 μ cink (a teljes cinkmennyiség 1,1 %-a) fogy el évenként a katódos védelem fenntartására. 21 hónap után minden installáció vizuális megjelenése jó volt. Az anód jól tapad a felépítményekhez annak ellenére, hogy a felületek nagy mennyiségű víznek és jégmentesítő sónak vannak kitéve.

Mérés helye	Kezdeti áram	Áram-sűrűség	Kezdeti érték	Ki-kapcsolás	1-órás érték	1-órás depolarizáció
	mA	mA /m²	mV	mV	mV	mV
A gerenda	4,0	0,17	-606	-460	-240	-220
B gerenda	3,0	0,13	-465	-394	-189	-205
C gerenda	5,0	0,21	-524	-434	-217	-217
D gerenda	4,0	0,17	-621	-509	-236	-273

1. táblázat: Eredmények 21 hónap elteltével a Peoria, IL híd I-474 gerendavégeknél

3.2. MELLVÉDFALAK

A 3M™ Cink hidrogél anódot a fal hátoldalára helyeztük fel. A nedvesség és a só jelentős korróziót okozott a felső két vízszintes betonacélon. A mellvédfalak más katódos eljárással való védelme sokkal költségesebbnek bizonyult, mint a 3M™ Cink hidrogél anód rendszere.

A szerkezet vizsgálata

Megállapítottuk, hogy a betonvas a mellvédfal hátoldalán folytonos volt az első oldal felső betonvasával. Az első oldalon található betonvasak nagymértékű korróziója miatt azonban néhány helyen szakadás volt, amit kijavítottunk. A cink hidrogél anód felhelyezését megelőzően félcellás potenciálmérést is végeztünk 220 helyen a korróziós tevékenység mértékének megállapítására. A potenciálértékek –279 mV és -653 mV között mozogtak CSE referencia elektródot használva. Vezetékeket csatlakoztattunk a mellvédfal hátsó felén található felső betonvashoz. Körülbelül 250 m^2 anódot használtunk fel a fal hátsó részének teljes felületén, a felső szélétől számított 75 mm-től lefelé. Mindegyik csatlakozódoboz közelében egy huzalt forrasztottunk az egyik cinkgyűrű alá a cinkanódhoz való csatlakozás biztosítására.

Következtetések

Több mint 30 hónapos üzem után a depolarizációs értékek mindegyike meghaladta a NACE RP0290-90 sz. szabványban meghatározott minimumértéket. A kezdeti áramértéket figyelembe véve, 30 hónap után az átlagos áramsűrűség 2,2 mA/m^2 volt az anódon. Ennél az átlagos áramsűrűségnél a katódos védelemhez a cinkmennyiség kb. 1,4 %-a fogy el évente. A mellvédfalon nem volt több repedés, leválás. Megállapítást nyert, hogy a 3M cink hidrogél anód nélkül jelentős mértékű repedés és leválás történt volna.

Mérés helye	Kezdeti áram (mA)	Kezdeti érték (mV)	Ki-kapcsolás (mV)	4- órás érték (mV)	4- órás depola-rizáció (mV)	24-órás érték (mV)	24-órás depola-rizáció (mV)
Közlekedő felület	34	-458	-333	-241	-092	-199	-134
Gyalogos felület	34	-482	-351	-260	-091	-242	-109
Referencia elektróda		-541	-299	-198	-101	-165	-134

2. táblázat: Eredmények a mellvédfal esetében

3.3. PARKOLÓHÁZ

Ennél a projektnél a parkolóház felhajtójának alján került sor az installációra.

A parkoló tulajdonosának az volt a szándéka, hogy a teljes felhajtófelületet kicseréli, hogy kijavítsa a leválási problémát (amit a betonacél korróziója okozott), de több okból is a 3M™ Cink hidrogél anódot választotta. Az anód:

- minimális fennakadást okoz
- egyszerűbb az installálása
- kevesebb zajjal és porral jár
- költségtakarékosabb

Az anód felhelyezése és a beton helyi kijavítása sokkal kevesebb időt vett igénybe, mint amennyit a teljes felület javítása igényelt volna. A 3M™ Cink hidrogél anód lehetővé tette, hogy a rámpa fele állandóan használható legyen, így a teljes garázst használni lehetett, nem volt bevételkiesés. A 3M™ Cink hidrogél anód továbbá hosszú távú katódos védelmet nyújt a

betonacél korróziója ellen a betonacél-háló felett és alatt egyaránt, míg a teljes felület cseréje csak a felső 10 centiméteres betonréteget állítja helyre.

Installálás és előkészítés
A felületet magas nyomású vízzel tisztították meg.
Folytonossági vizsgálat
Megállapítottuk, hogy az alsó részben a betonvasak kapcsolatban vannak, de a felső betonvas hálóban két betonvas nem volt összeköttetésben egyetlen felső és alsó betonvassal sem. Ezt a két betonacélt a szomszédos betonacélokhoz történő hegesztéssel tettük folytonossá. Félcellás potenciálmérést végeztünk a rámpa alján is, hogy a korrózió mértékét az anód felszerelése előtt megállapíthassuk.
Kapcsolat kialakítása a betonacéllal
Vezetéket csatlakoztattunk (csatlakozódobozon keresztül) a betonacél hálóhoz négy különböző helyen annak érdekében, hogy biztosítsuk az anód tartós kapcsolatát a betonvassal.
Az anód felszerelése
Körülbelül 160 m^2 3M cink hidrogél anóddal fedtük be a parkolórámpa alsó felületét. A felhelyezés széltől szélig történt. Cink csíkokat forrasztottunk az egymással csatlakozó anód csíkokon keresztül, hogy folytonossá tegyük a teljes anódrendszert.
Az anód összekapcsolása a betonacéllal
Mind a négy csatlakozódoboz közelében a cink hegesztési csík alá egy huzalt forrasztottunk. Ezek mindegyikét bevezettük a legközelebbi dobozba, ahol azután csatlakoztattuk az alapvezetékhez.
Megfigyelések
A rendszer aktiválásától számított egy órán belül a polarizációs eltolódás meghaladta a 100 mV értéket, ami jó korrózióvédelemre utal.
Eredmények és következtetések
36 hónapos működés után minden depolarizációs érték meghaladta a NACE RP0290-90 szabványában meghatározott minimális értéket. A 3.sz. táblázat kezdő leolvasási adatait figyelembe véve, az anódos áramsűrűség 10 hónap elteltével kb. 0,1 mA/m^2 volt. Ennél az áramsűrűségnél kb. 1,75 μ cink (a teljes cinkmennyiség 0,7 %-a) használódott el évente a katódos védelem biztosítására. 36 hónap elteltével az áramsűrűség egészen alacsony. Az installáció vizuális megjelenése 36 hónap múltán jó. A rendszer kiváló katódos védelmet biztosít a parkolóház felhajtóján.

Mérés helye	Kezdő félcellás leolvasás (mV)	Áram-érték (mA)	Kezdő érték (mV)	Kikapcsolás (mV)	15 perces érték (mV)	1-perces depolarizáció (mV)
#1	-215	13	-810	-381	-250	-131
#2	-199	13	-734	-305	-175	-130
#3	-227	13	-624	-284	-171	-113
#4	-217	13	-657	-380	-268	-112

3. táblázat: Eredmények a parkolófelhajtón:

CDA = áramsűrűség anód

AZ M3 AUTÓPÁLYA TISZA-MEDERHÍD TERVEZÉSÉNEK ÚJSZERŰ MEGOLDÁSAI

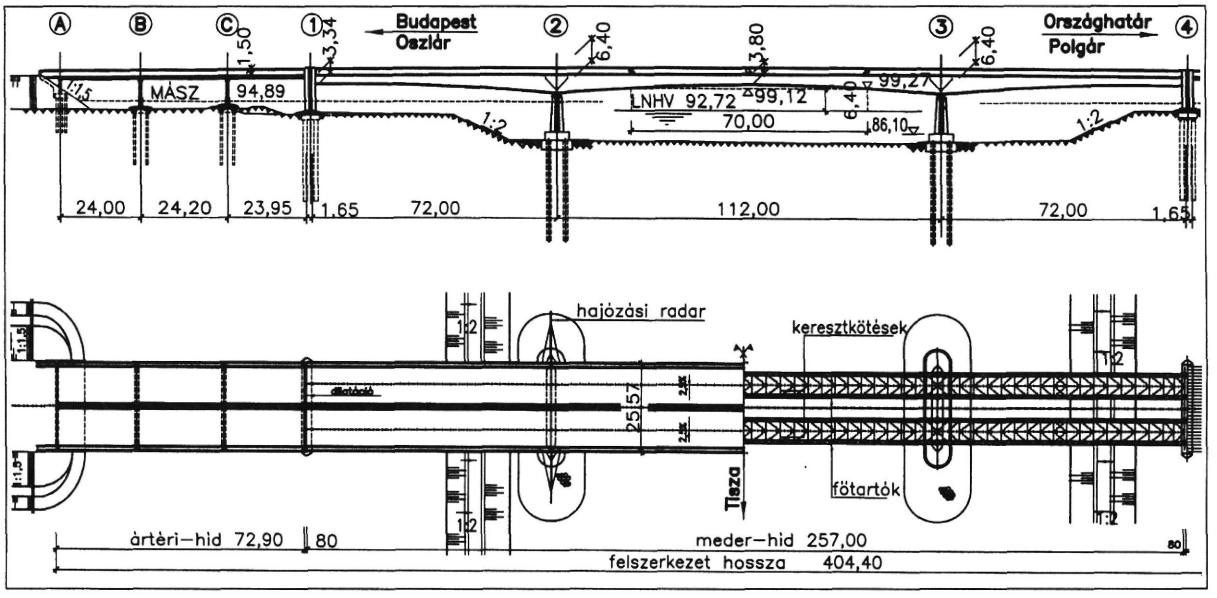
Kovács Zsolt [1] és **Teiter Zoltán** [2]
1) okl. építőmérnök, szakági igazgató, UVATERV Rt.
2) okl. építőmérnök, irányító tervező, UVATERV Rt.

ÖSSZEFOGLALÓ

A tárgyi híd tervezése és építése során számos, Magyarországon példa nélküli tervezési elvet és műszaki megoldást alkalmaztunk. Először terveztünk ún. „öszvér" hidat segédjármok nélküli szakaszos betonozással és a minimális támaszmozgatás mellett a pályalemezben kialakuló berepedt zónák figyelembe vételével. Először alkalmaztak a gyártás során köteges lemezek helyett nagy vastagságú öveket és a híd szinte minden illesztésére hegesztett kapcsolatot. Újdonság volt a teljes acélszerkezet (1050 t) egyben való beúsztatása is. Ezek és sok más alább részletezett érdekesség segítette elő azt, hogy újra előtérbe kerüljön ez az évek óta méltatlanul háttérbe szorult gazdaságos szerkezettípus.

1. BEVEZETŐ

Az M3 autópálya Tisza feletti átvezetésére épített Tiszaoszlári Tisza-híd a mederhídból és a két ártéri szerkezetből áll. A mederhíd felszerkezete a két forgalmi irány átvezetésére szolgáló két független, háromnyílású, folytatólagos, a vasbeton pályalemezzel együttdolgozó, változó magasságú nyitott főtartós acélszerkezet. A háromnyílású mederhíd támaszközei: 72+112+72 = 256 m.

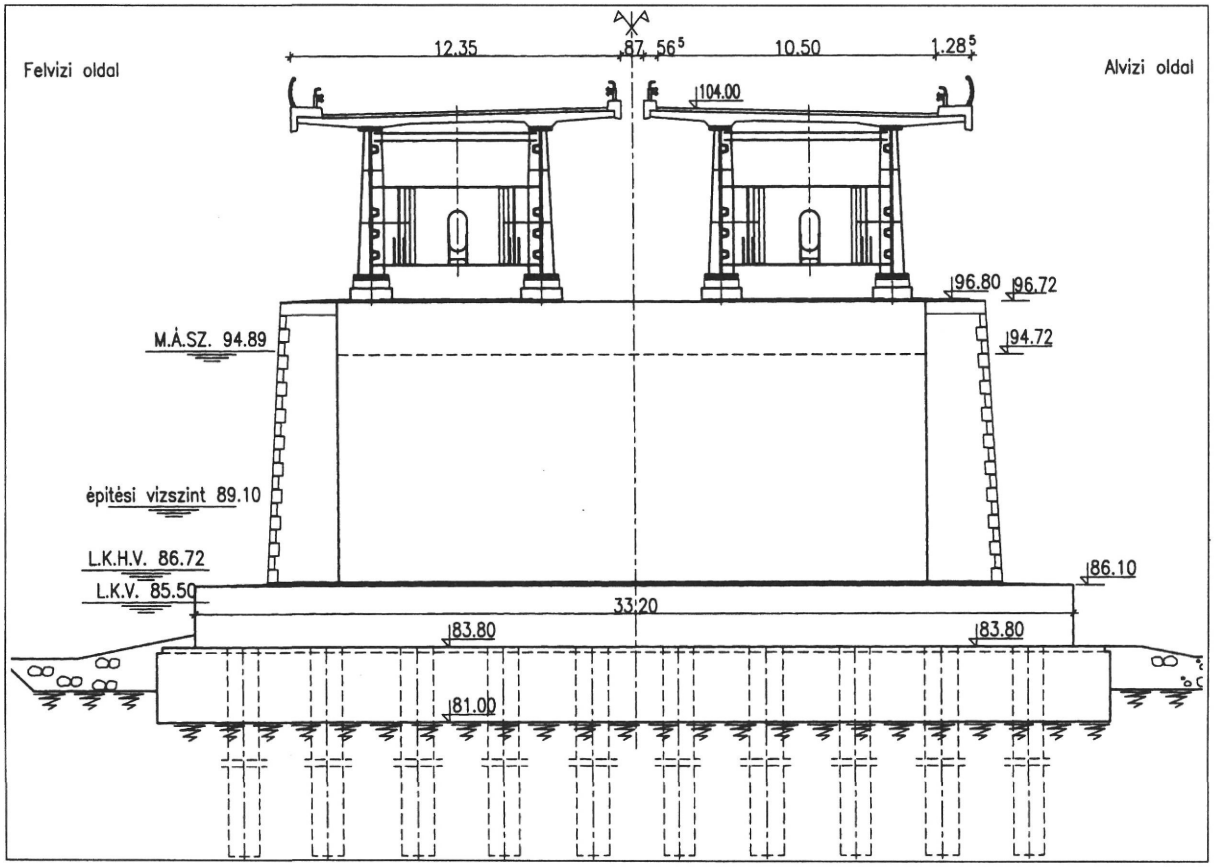


1. ábra – A Tiszaoszlári Tisza-híd oldal- és felülnézete

A mederhíd alépítményeit a parti és a mederpillérek alkotják. A parti közös pillérek egyúttal a csatlakozó ártéri szerkezetek szélső alátámasztásául is szolgálnak. Az alábbiakban csak a mederhíddal kívánunk foglalkozni.

2. TERVEZÉSI ÚJDONSÁGOK

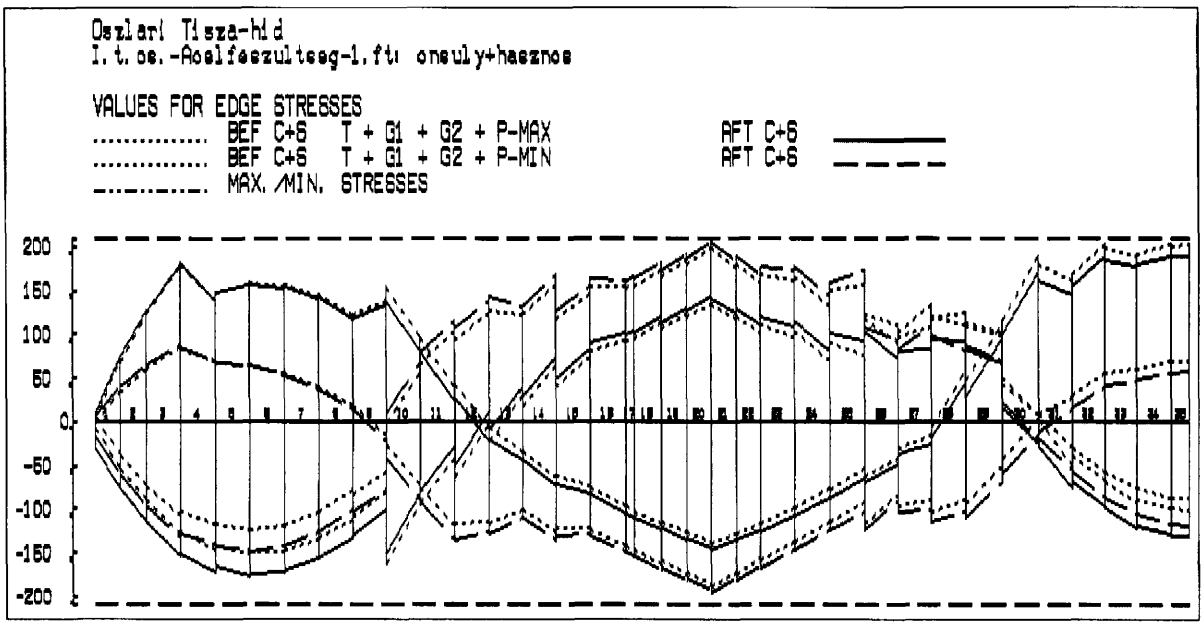
Az elmúlt években, évtizedben Magyarországon az öszvérhidak tervezése, építése szinte megszűnt. Ez részben betudható annak a félelemmel vegyes misztikumnak, ami az öszvérhidak alakjának tervezhetőségét kérdőjelezte meg. Külföldi példák azonban azt bizonyítják, hogy az öszvérhidak saját kategóriájukban versenyképesek. Olyan híd megtervezése mellett döntöttünk, ami az említetteken túl, esztétikailag is kedvező kialakítású: az acélszerkezet hidanként 2 db változó magasságú I keresztmetszetű főtartóból áll, amelyek parabolikusan kiékelt gerinclemezeket tartalmaznak.



2. ábra – A Tiszaoszlári Tisza-híd keresztmetszete a pillérnél

A legfontosabb kérdés a híd alakjának kézbentartása volt, amit olyan korszerű számítógépes program használatával oldottunk meg, amely képes a változó statikai váz és a beton lassú alakváltozása mellett a betonozási szakaszok különböző korát is tekintetbe venni. Az eddigi mérések azt igazolják, hogy a híd alakja a tervezetthez ill. számítotthoz képest csupán cm-en belüli eltérést mutat.

Lényeges volt az is, hogy a programmal egyszer már felépített számítási modellen való változtatás rövid idő alatt újra kiértékelhető volt. Ez elengedhetetlennek bizonyult a szerkezet anyageloszlásának optimalizálása ill. minimalizálása szempontjából. Így számos esetet megvizsgálva döntöttünk a betonozás támaszok feletti kezdésével és a mezőközepeken való végződésével járó ütemezés mellett.



3. ábra – A mederhíd acélfőtartója bal felének szélsőszál feszültségei

További acélanyag megtakarításhoz vezetett az együttdolgozó vasbeton pályalemez berepedésének megengedése, de ennek jóval nagyobb volt a jelentősége abból a szempontból, hogy az építés során elkerülhetővé ill. minimalizálhatóvá vált az építés közbeni támaszmozgatás, ami komoly terhet rótt volna a kivitelezőre. Érdemes hangsúlyozni, hogy a berepedés megengedése mellett a repedéskorlátozási követelmények továbbra is az egyéb vasbeton hidaknál megszokott módon kielégítettek.
Sajnos a tervezés idején hatályos, vonatkozó MSZ gyakran kétértelmű vagy egymásnak ellentmondó előírásai nem segítették a nemzetközi szinten is korszerűnek tekinthető számítási munkát.
Külön vizsgálat tárgyát képezték a beúsztatási helyzetek, továbbá tekintettel kellett lenni a majdan elhelyezésre kerülő zsaluzó állványok rögzítési módjaira és azoknak a szerkezet erőjátékára ill. stabilitására gyakorolt hatására.

3. MŰSZAKI ÚJDONSÁGOK

A független ellenőr felvetésére a korábbi műszaki gyakorlatban szokásos övlemezekből álló kötegek helyett egyetlen, vastag lemezből álló öveket terveztünk max. 100 mm vastagsággal. Ehhez szükség volt a gyártóval való egyeztetésre ill. folyamatos konzultációra, amelyek alapján felkészültségük figyelembe vételével alakítottuk ki a szerkezeti megoldásokat.
A megbeszélések során különös hangsúlyt kapott a felhasznált alapanyagok minőségének kérdése, hogy az bizonyítottan megfelelően képlékeny és szívós, a ridegtöréssel és a réteges tépődéssel szemben támasztott követelményeket maximálisan kielégítő tulajdonságú legyen. Ez a probléma azért volt jelentős, mert a tervezés idején hatályos, vonatkozó MSZ előírások nem tartalmazták sem az alkalmazandó anyagot, sem annak vastagsági méreteit. Örömmel tapasztaljuk, hogy a jelenlegi szabványban már találhatóak ide vonatkozó intézkedések.
A szokatlanul vastag lemezek gyártásánál alkalmazott varratok készítése és vizsgálata különleges felkészültséget követelt meg a gyártótól, ráadásul ezeket a helyszínen is gyári minőségben kellett megvalósítani.

4. TECHNOLÓGIAI ÚJDONSÁGOK

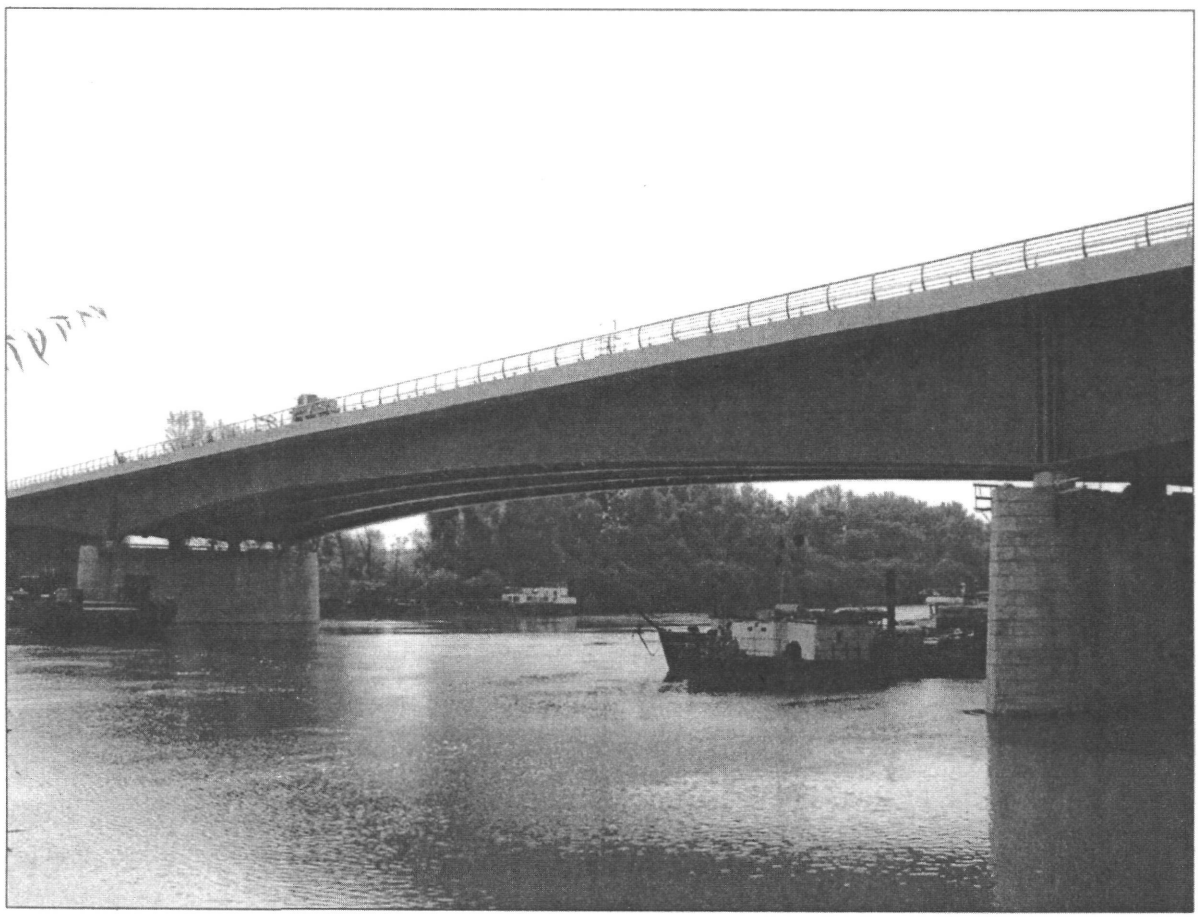
Már az építés kezdetén is alkalmaztak újszerű technológiai megoldást. A mederpillérek és a közös pillérek alapozásául szolgáló 1,20 m átmérőjű fúrt cölöp a hazai hídépítésben először készült végig elhelyezett 35 m-es köpenycsővel. A cölöpök folytonosságának ellenőrzését korszerű szonikus integritás vizsgálattal végezték.

Az acélszerkezet főtartóinak valamennyi gyári kapcsolata hegesztéssel készült. A gerinclemez kereszt- és hosszirányú, illetve a keresztmerevítések gerinceinek NF csavaros helyszíni illesztései kivételével minden más illesztés hegesztett kivitelű. A csavaros kapcsolatokra csupán a korlátozott szállítási űrszelvény miatt volt szükség.

Az acélszerkezet hídpályánként végzett teljes összeszerelése az Oszlár felőli parton kialakított szerelőtéren történt. A hídszerkezet parti összeszerelésére, egyben történő beúsztatására és pillérre helyezésére az UVATERV adott javaslatot, aminek következtében merült fel egy speciális úszó-emelő állvány készítése, ami egyúttal elősegíthette a már tervezési folyamatban lévő Esztergomi Duna-híd majdani szerelését is.

A speciális állvány tervezésekor mértékadó tehernek számító 1050 tonnás acélszerkezetet a magyar hídépítésben először helyezték egyben beúsztatva a pillérekre.

Az acélszerkezet beszerelése után az öszvértartó vasbeton pályalemezét a hídközépre szimmetrikusan betonozták segédjármok alkalmazása nélkül, ami a hazai gyakorlatban egyedülállónak számított. Az első betonozási ütem a szokásostól eltérően a mederpillérek felett, a záró ütem pedig a mederközépen készült.



4. ábra – A kész híd alakja

ÚJSZERŰ FELADATOK AZ M3 AUTÓPÁLYA OSZLÁRI TISZA-HÍD ACÉLSZERKEZETÉNEK GYÁRTÁSÁNÁL

Dr. Domanovszky Sándor
Széchenyi Díjas
Minőségügyi és Hegesztési Igazgató
Ganz Acélszerkezet Rt.

ÖSSZEFOGLALÓ

A 43. Hídmérnöki Konferencián a közeljövőben átadásra kerülő oszlári Tisza-híd megvalósításának fontosabb mozzanatait az abban résztvevők bemutatják. Ezek sorába kíván illeszkedni jelen tanulmány írója a címben jelzett témakörrel, mely azért tarthat érdeklődésre igényt, mert a szokatlan konstrukciós kialakítás a gyártás és különösen a hegesztés terén, a korábban épült hidakhoz képest számos új feladat megoldását igényelte.

1. BEVEZETŐ

Hazánkban a korszerűnek tekinthető hegesztett hidak gyártása jó 40 esztendős múltra tekinthet vissza. Az első jelentősebb közúti hidat – az oszlárihoz hasonló főtartó vonalvezetéssel (de ortotróp pályaszerkezettel), 54,9+79,4+54,9 m nyílásbeosztással –1962-ben Szolnokon adták át. Ennek pályája teljesen hegesztett-, de főtartóinak helyszíni illesztései szögecskapcsolatokkal készültek. Algyő térségében, 12 évvel később készült az oszlárihoz hasonló kialakítású öszvérhíd, 57,6+102,4+57,6 m támaszközökkel. A helyszíni kapcsolatok itt is szögecseltek voltak, a 800 mm széles alsó öv helyenként 4 db, 25 mm vastag lemezből állt. A Tiszán épült nyitott, felsőpályás, két főtartós hidak sorában a harmadik és egyben leghosszabb az oszlári – két egymásmelletti – híd. A 72,0+112,0+72,0 m nyílásbeosztású szerkezetnél merőben új, hogy a főtartók helyszíni illesztései hegesztéssel készültek. Emiatt el kellett tekinteni az övlemez-köteges megoldástól. Így az 1200 mm széles alsó övlemezek támasz-közelben elérték a 100 mm-es falvastagságot (ami ismereteink szerint – nemzetközi összehasonlításban is kiemelhető). Megemlítjük még, hogy ehhez az övlemez mérethez csupán 16 mm vastag gerinc csatlakozik, éspedig az eredeti tervek szerint kétoldali a = 8 mm-es sarokvarrattal. Ez – javaslatunkra, a fáradásos és ridegtörési biztonság növelése érdekében – tompavarratos T-kötésre módosult (100 %-os ultrahangos vizsgálattal ellenőrizve).

A továbbiakban beszámolunk a szerkezetek gyártásának és a helyszíni szerelési munka legfontosabb műveleteiről.

2. ALAPANYAGOK

A hidak – köztudottan – ridegtörési veszélynek kitett szerkezetek. Fokozottan érvényes ez a tárgyalt megoldásra, ahol – a hegesztett helyszíni illesztések következtében – hatalmas tömegű, jelentős saját feszültségekkel terhelt objektumról van szó. A kellő biztonságot megfelelő szívósságú alapanyagokkal (és itt ki kell hangsúlyozni, hogy a szóban forgó

lemezvastagságok esetében ilyet csak a legfejlettebb acélművek, a legutóbbi évek óta képesek előállítani), továbbá az ezekkel egyenértékű mechanikai tulajdonságokkal bíró hegesztett kapcsolatok révén kell elérni. Következésképpen 30 mm lemezvastagságig EN 10025:1998 szerinti S355J2G3, 30 mm felett EN 10025:1998 szerinti S355K2G3, míg 80 mm felett EN 10113-2:1995 szerinti S355NL anyag került alkalmazásra. (Az azóta szerzett információk szerint még előnyösebb lett volna az EN 10113-3:1995 szerint S355ML, azaz normalizált helyett termo-mechanikusan hengerelt lemezt rendelni.) A –20°C-on végzett vizsgálatra előírt minimum a J2 minőséghez 27 J, a K2-höz 40 J, az NL-hez 47 J ütőmunka érték helyett a beszállítók többsége lényegesen jobbakat produkált (noha a vastagság növekedésével egyenes arányban nő a szívósság biztosításának nehézsége). Úgy véljük, sokak számára tanulságos lehet az erre vonatkozó statisztikus értékelés. Ezért azt – gyártók megnevezésével – a következő táblázatban összefoglaltuk.

gyártómű	vastagság (mm)	mennyiség (t)	vizsgálatok száma	ütőmunka értékek (J)	ütőmunka átlag (J)
DUNAFERR Acélművek Kft.	10	88	11	98-180	153
„	12	71	4	158-212	171
DUNAFERR Lőrinci Hengermű Kft.	16-20	424	90	21-150	88
Vitkovice (CZ)	16	295	34	34-137	84
„	30	87	8	80-183	110
VOEST-ALPINE (A)	16	50	5	117-137	128
„	30	132	15	102-194	166
„	50	200	21	77-197	143
„	60	37	4	149-182	160
„	80	131	11	98-155	127
„	100	110	10	140-204	188
DILLINGER HÜTTE (D)	100	315	25	121-181	142
„	150	21	1	211-242	228

3. GYÁRTÁS

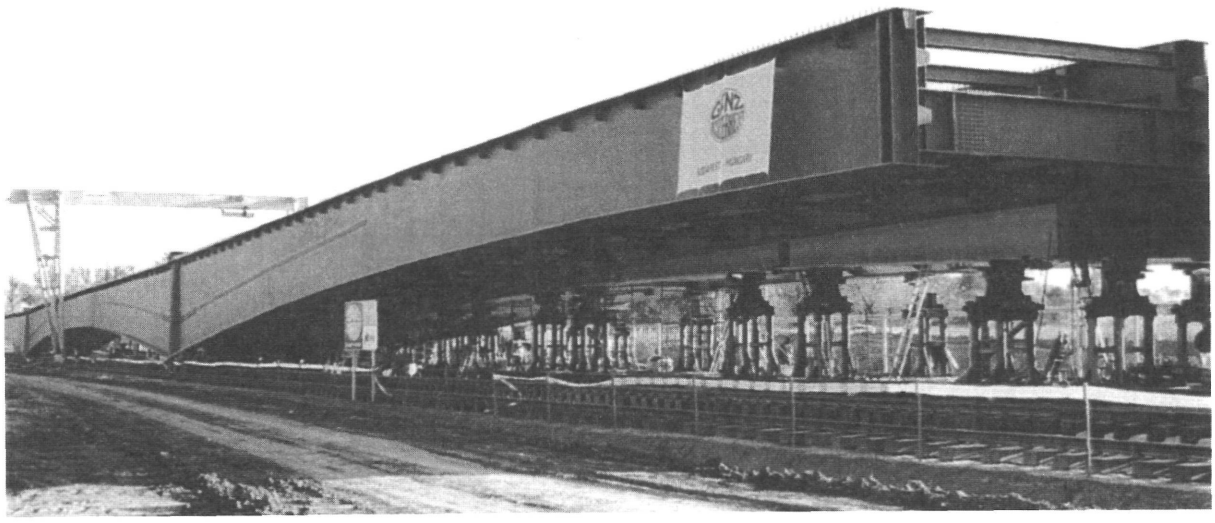
A gyártási munkák három tényező miatt kemény próbára tették az abban résztvevőket. Ezek:

- a rendkívüli lemezvastagságok, az ehhez kapcsolódó varratméretek és deformációk;
- az előszerelés (főtartó-kifektetés) elhagyása, ami igen pontos gyártást és üzemi átvételt igényelt;
- a minden eddiginél szorosabb határidő (a közel 2100 tonnányi szerkezet öt hónap alatt készült el).

A munkálatokat részletes Kiviteli utasítás, Ellenőrzési és Vizsgálati Terv szerint, megfelelő készülékek, eszközök segítségével végezték és dokumentálták. A hegesztést javarészt fedettívű, ahol ez nem volt alkalmazható, védőgázos eljárással vitelezték ki. Minden kötéstípushoz eljárásvizsgálat (WPAR) és hegesztési utasítás (WPS) készült. A varratokat roncsolásmentes (VT, UT, MT, RT) és gyártásközi roncsolásos vizsgálatokkal ellenőrizték (az MSZ EN 288-3 szerint).

A munka gyakorlatilag a főtartók szállítási egységeinek elkészítéséből állt. Egy (257 m összhosszúságú) híd 17 pár, többnyire 16 m (a végeken 16,5 m, a középső – szintén 16 m-estől – jobbra-balra két-két 12,0-12,0 m) hosszú gyártási egységből áll össze. A hídfők

melletti két-két, valamint a hídközépen lévő alacsonyabbak (2,5-3 m) kivételével a gerincek, ill. főtartók (szállítási-szerelési okoknál fogva) két – a helyszínen NF-csavaros illesztéssel összekapcsolt – egységből tevődnek össze (1. kép).



1. kép Az elkészült északi híd úszó-emelőműre történő húzás közben

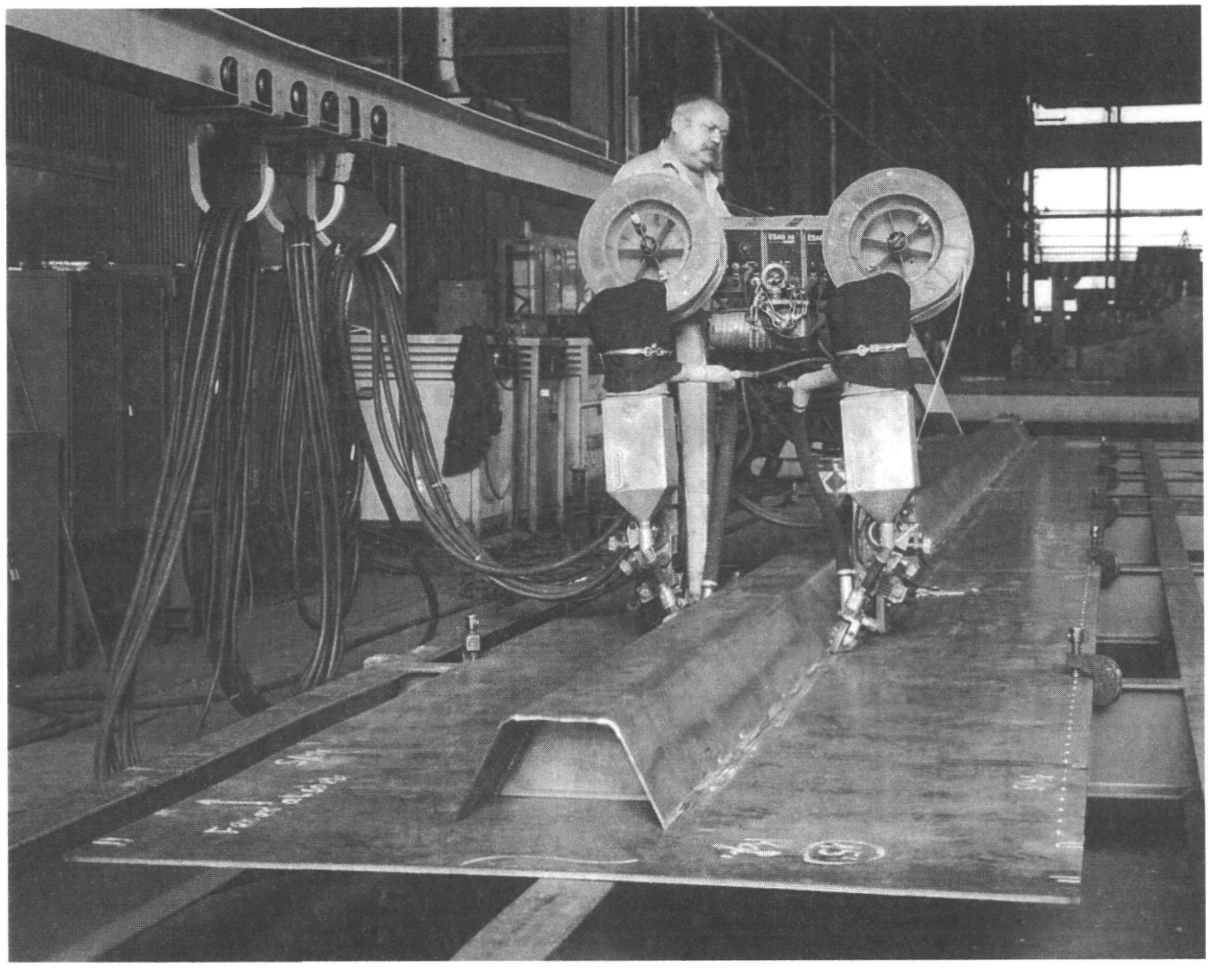
A gerinclemezek éleit – lángvágással történő darabolás után – gyalulással alakították ki (az egyik végen hosszirányú ráhagyással). A gyári tompavarratok – fedettívű eljárással történő – elkészítése és egyengetés után az NF-csavaros illesztésű egységeket összefogták és előfúráshoz, továbbá a merevítések helyeit berajzolták, majd a lyukakat kifúrták. Ezt követően az élhajlító géppel kialakított hosszirányú trapéz merevítéseket felfűzték és – kétfejes fedettívű automatával – a gerincre hegesztették (2. kép).

Az övlemezeket terv szerinti szélességre darabolva szerezték be. A gyári és az egyik oldali helyszíni illesztések varratél- és vastagság-átmenet kialakításai forgácsolással készültek. A pilléreknél levő törést 150 mm vastag lemezből munkálták ki. A tompakötéseket (44°-os X-alakra élezéssel) fedettívű eljárással hegesztették meg (3. kép). Ennél – a szögzsugorodás elkerülése céljából többszöri forgatással és ideiglenes merevítések alkalmazásával – különös gondot fordítottak az alakhűség biztosítására, mert a hatalmas daraboknál utólagos egyengetésre nem lehetett gondolni. Minden tompavarratot 100 %-ban UT vizsgálattal ellenőriztek. A gyártásközi roncsolásos vizsgálatok is minden tekintetben megfeleltek, kiemelendő, hogy az ütőmunka értékek 75-231 J között változtak, átlagosan kb. 160 J körül mozogtak.

A kész övlemez egységeket összeállították a hozzá tartozó gerinclemezzel. A T-kötést fedettívű eljárással, két oldalról gyökfaragással, vályú helyzetben készítették el. A hegesztést követően az övlemezt – autogén melegítéssel – síkra kellett egyengetni, különös gondot fordítva az öv-gerinc kapcsolat merőlegességére is. Ez különösen a vékonyabb (30-50 mm-es) és szélesebb (alsó, 1200 mm-es) lemezeknél volt munkaigényes feladat. A T-kötés megfelelő voltát szintén 100 %-os ultrahang vizsgálattal és roncsolásosan is ellenőrizték (4. kép).

Következő műveletek a – KÖZGÉP Rt.-nél legyártott – keresztmerevítők és egyéb hátramaradt elemek beépítése, továbbá a felső öv – a vasbeton pályalemez együttdolgoztatását

biztosító – fejes csapjainak hegesztése (összesen mintegy 30.000 db), végül a szükséges egyengetések, voltak.

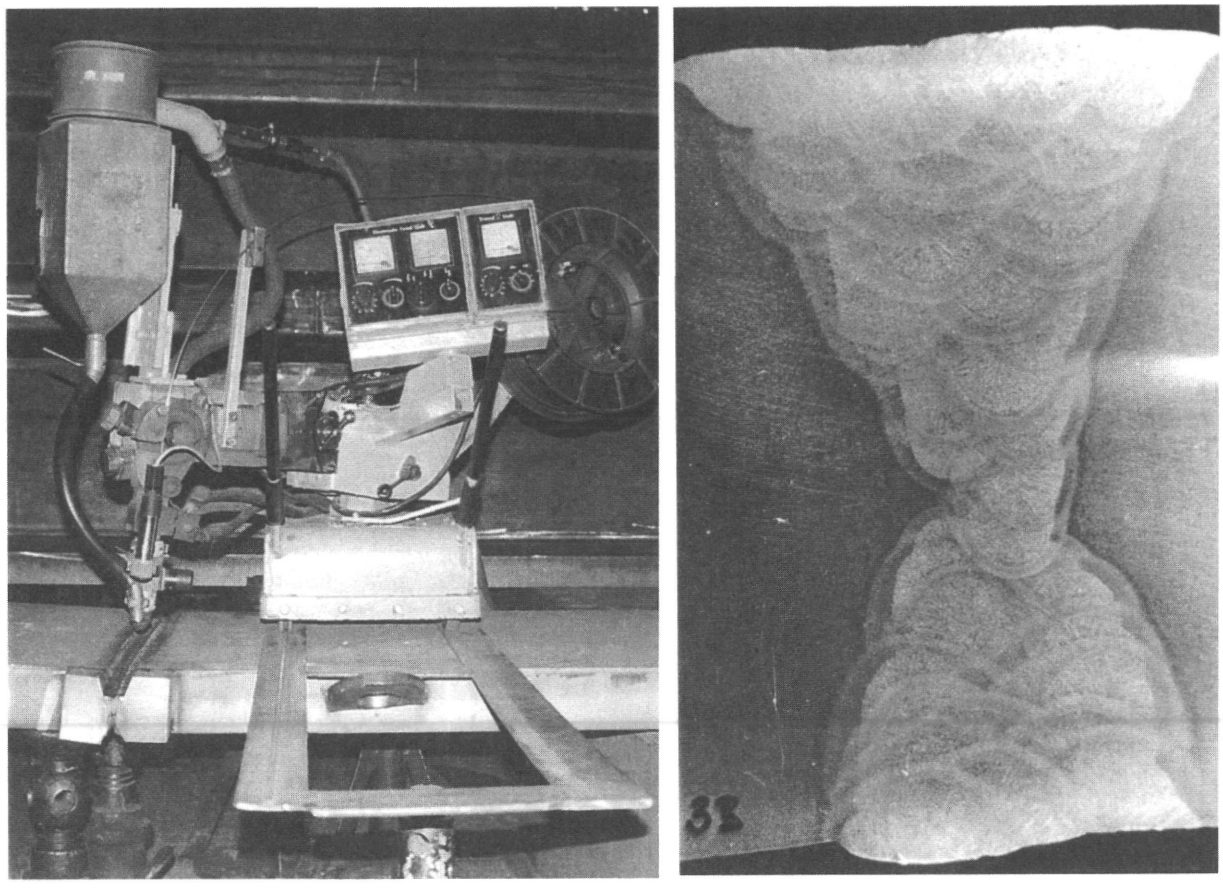


2. kép A gerincmerevítő bordák hegesztése kétfejes fedettívű automatával

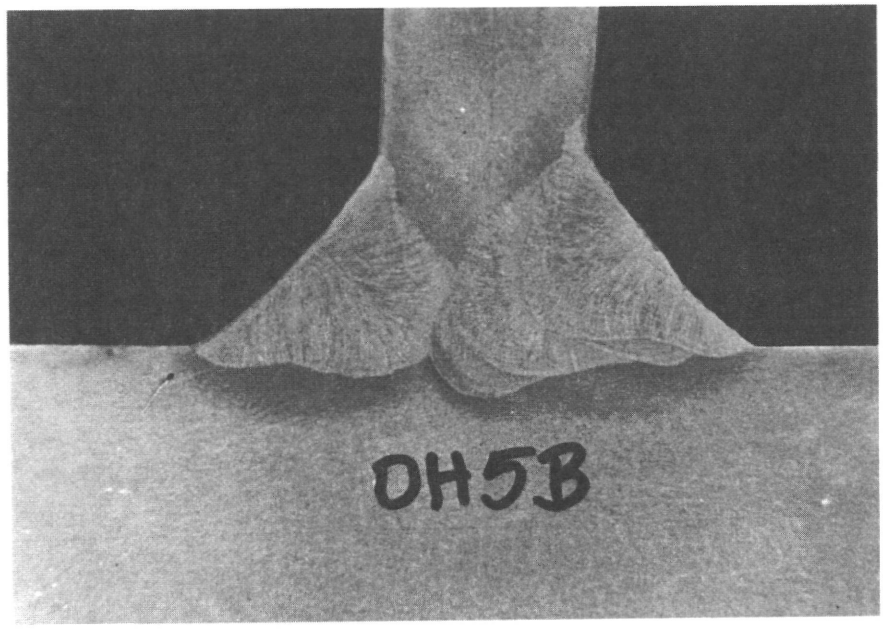
A vastag övlemezekhez kapcsolódó elemek varratainál mindenütt előmelegítést alkalmaztak (a biztonság érdekében, noha – a kiváló minőségű, alacsony karbon-egyenértékű, finomszemcsés acélnak köszönhetően – az eljárásvizsgálatok során nem észleltek meg nem engedhető – 300 HV 10 feletti – feledződést).

Az előbbiekben ismertetett módon elkészített főtartó egységeket terv szerinti helyzetükbe állították (5. kép), bemérték, végleges méretűre dörzsölték a vízszintes illesztés furatait és berajzolták a ráhagyásos véget. Átadást követően méretre vágták és kialakították a ráhagyásos vég helyszíni hegesztett illesztéseinek varratéleit.

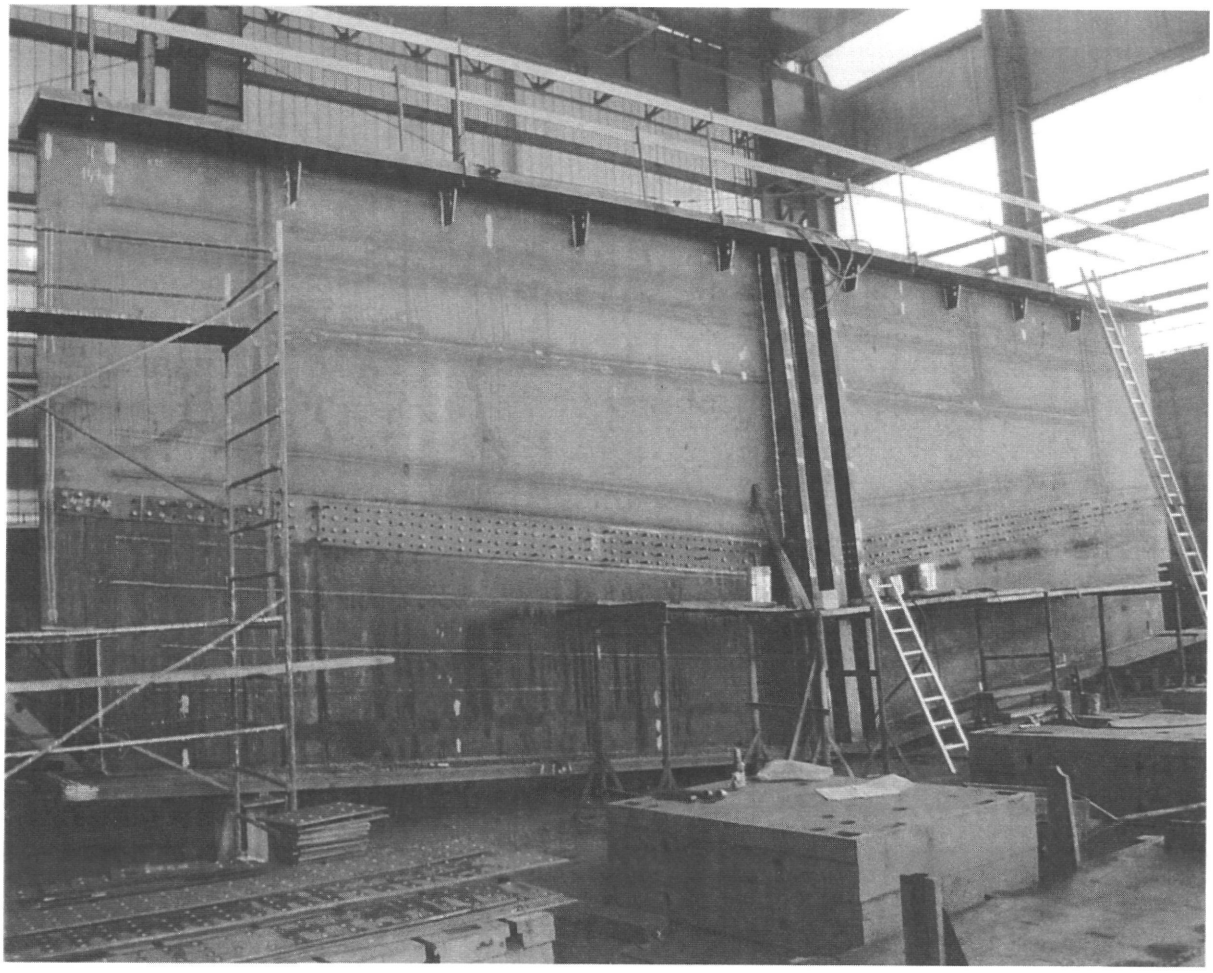
A gyári korrózióvédelem az NF-csavaros kötések súrlódó felületein (Sa 3 tisztasági fokozatú) szemcseszórás után 40-70 μ rétegvastagságú cinkszórás, illetőleg a többi felületen szemcseszórásos tisztítás (Sa 2 ½ tisztasági fokozatra) után 80 μ alapozó és 80 μ rétegvastagságú közbenső, epoxy poliuretán anyagú festékszórásból állt. (A 80 μ vastag fedőréteg felhordására az északi híd esetében a helyszíni szerelőtéren került sor, míg a déli hidat már a víz fölött kell majd befejezzék.)



3. kép Egy 100 mm vastag övlemez gyári illesztése fedettívű automatával, továbbá az illesztés makró csiszolata



4. kép Az öv-gerinc tompavarratos T-kötésének makro csiszolata



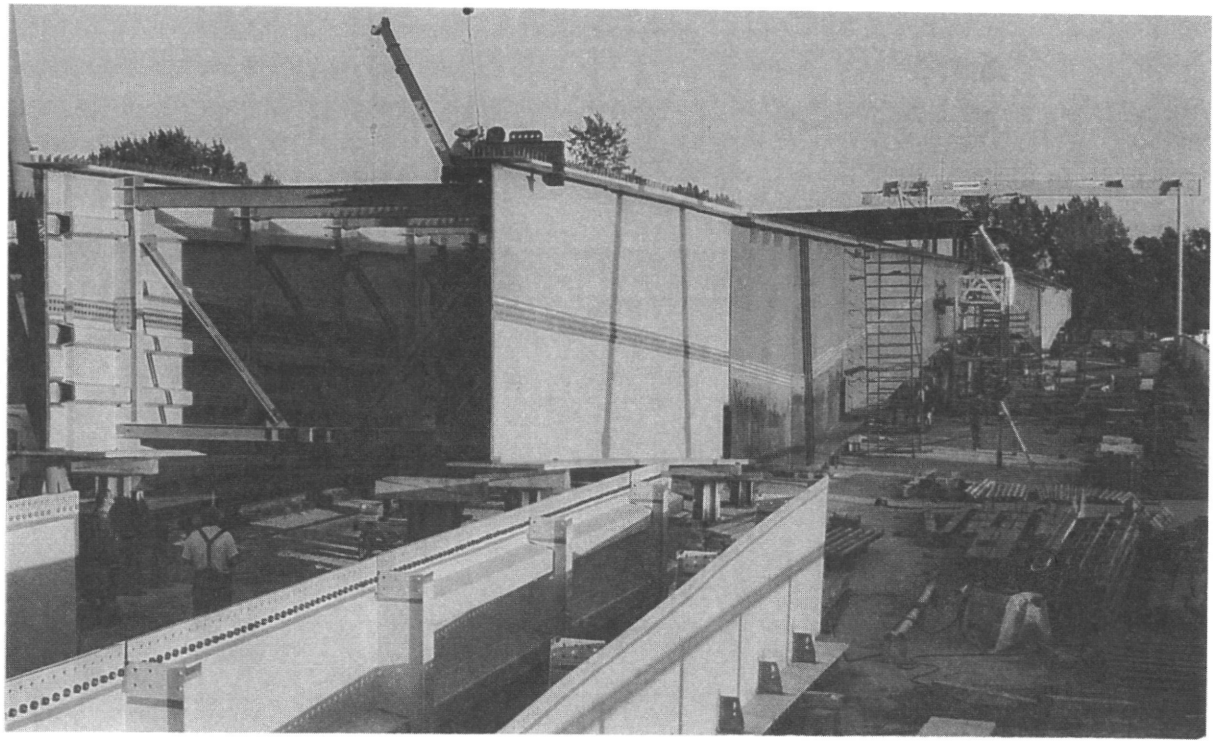
5. kép Egy támasz feletti főtartó szakasz üzemi összeállítása

4. SZERELÉS

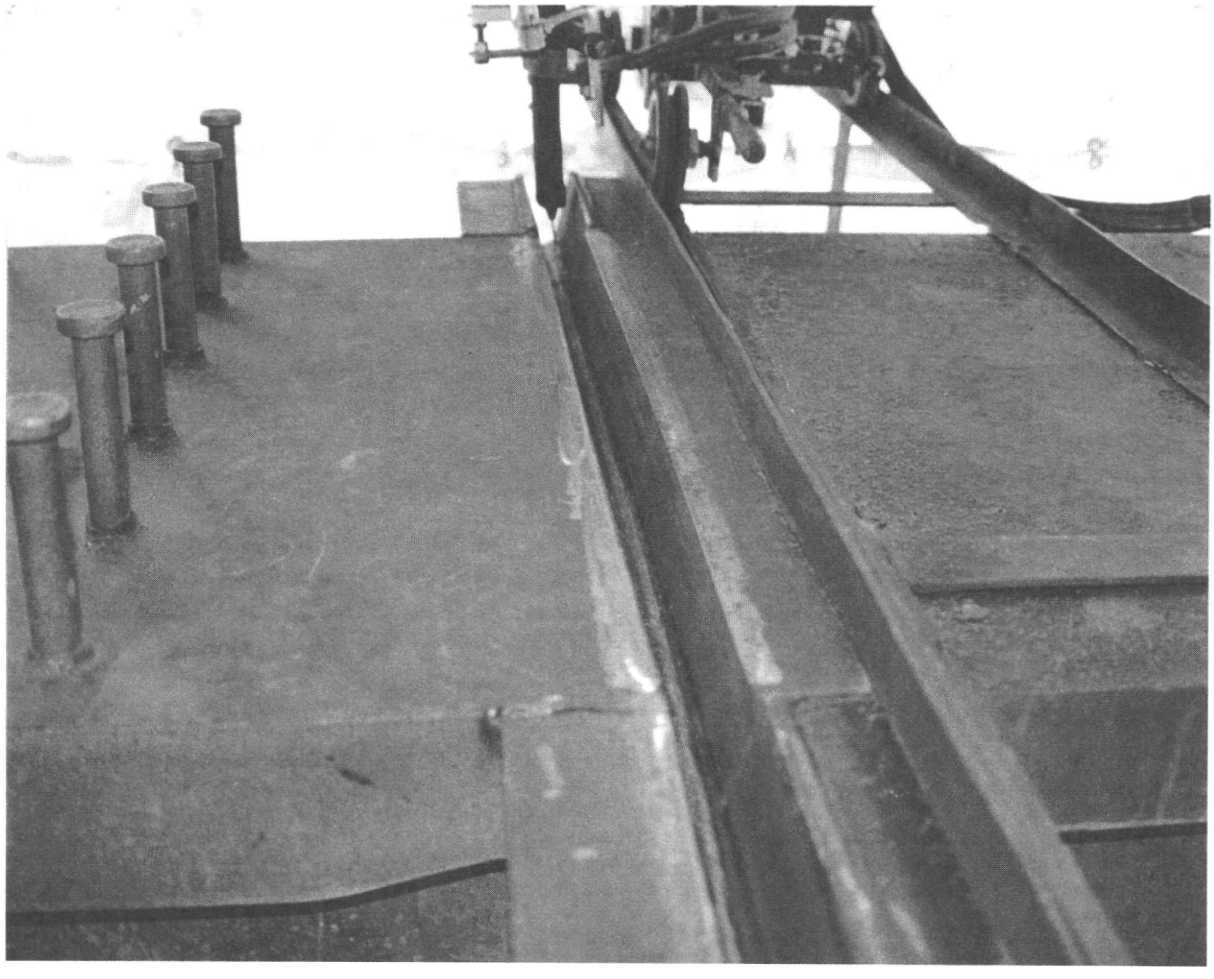
A két híd – a szárazföldön szinte üzemi körülmények között lefolytatott, számos innovatív jellegű tevékenységből álló – helyszíni organizációját a konferencia más előadása ismerteti. Ezért csak a hegesztés – sok tekintetben szintén újat hozó – munkálataival foglalkozunk.

A híd végleges helyétől kb. 60 m-rel lejjebb, a Tisza jobb partján, annak folyásirányára merőlegesen kialakítottak egy 310 m hosszú, két darab 16 t teherbírású, 20 m fesztávú bakdaruval kiszolgált, olyan betonozott munkaterületet, melyből 260 m (vízparti) rész mindkét híd egymás melletti teljes készre szerelésére (hegesztésére, csavarozására, korrózióvédelmére stb.) lehetőséget biztosított. Így a hegesztési munkák szinte gyári körülmények között, tető alatt, fóliáktól védetten voltak kivitelezhetők (6. kép)

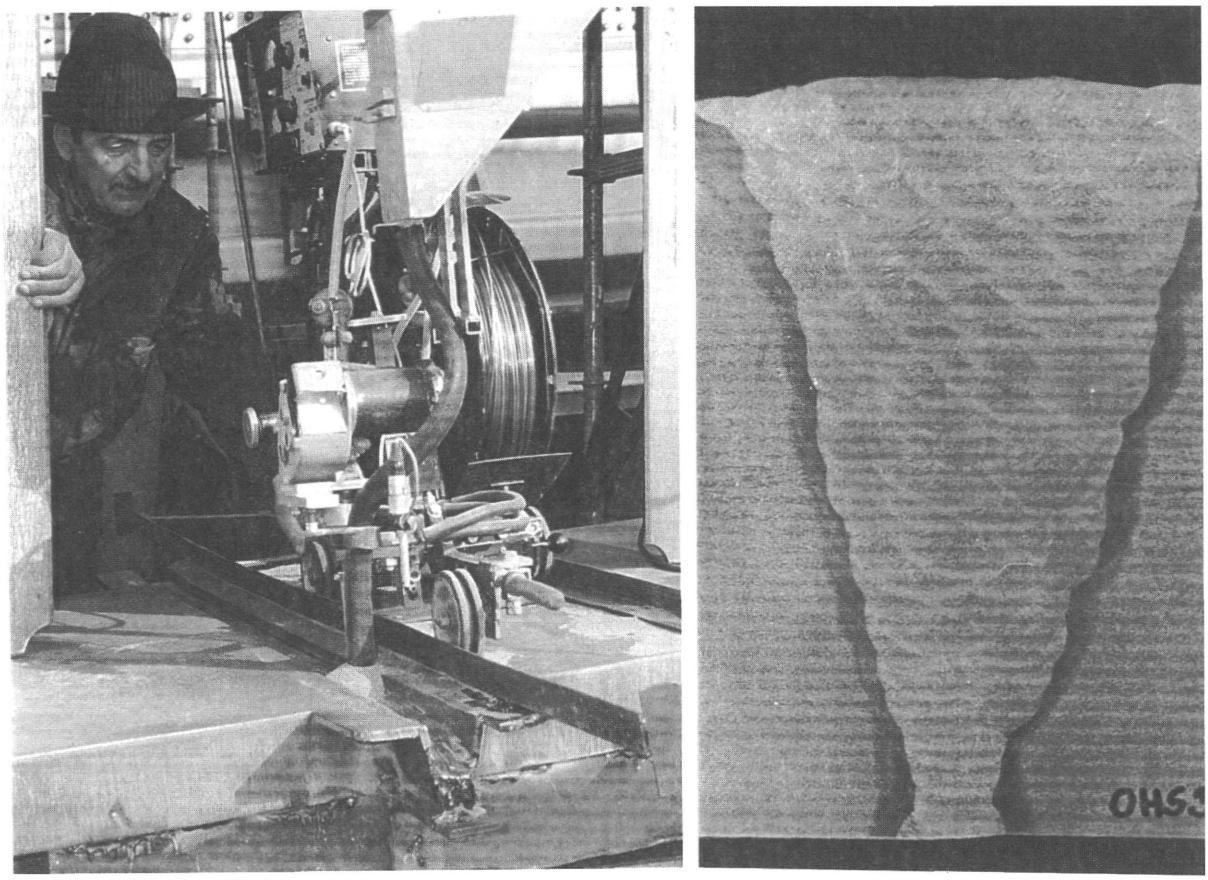
Az övlemezek illesztéséhez készített első kísérlet, a kézi ívhegesztésű X-varrat már 80 mm-es lemezvastagságnál is 132 sort igényelt (egy övillesztésnél 1200 mm hosszon, részben fej feletti helyzetben!). Ez tehát szóba sem jöhetett. Alternatívaként maradt a fedettívű hegesztés, természetesen vályú helyzetben, tehát kerámia alátéttel, a lehető legkisebb leélezési szöggel (2x12°) és 8 mm illesztési hézaggal. Az első 6 sor kézi ívhegesztéssel, a továbbiak fedettívű eljárással készültek. A felső öv illesztéseinél ez a módszer nem is okozott gondot (7. kép), az alsó övnél azonban a gerincen „ablakot" kellett vágni, hogy az automata átjárhasson (8. kép).



6. kép Az északi híd összeszerelés alatt, középen a védő tetővel és fóliával



7. kép A 100-80 mm vastag felső övlemezek hegesztése fedettívű automatával



8. kép A 100 mm vastag alsó övlemez tompavarratának a gerincen vágott „ablak"-os hegesztése és a varrat makro csiszolata

Ezért itt csak az 50 mm-nél vastagabb övlemezeknél alkalmazták ezt az eljárást, a vékonyabbakat bevont elektródával hegesztették (természetesen itt is szintén csak felülről, kerámia alátéttel). Az övlemezek – váltakozva alul-felül automatázott – tompavarratainak elkészülte után került sor a gerincillesztés meghegesztésére, majd az ablak „befoltozására", végül a nyakvarrat elkészítésére. Mindezeket a varratokat 100 %-ban ultrahang vizsgálattal, részben roncsolásos módszerrel ellenőrizték. A vizsgálati eredmények messze felülmúlták az előírásokat.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A fenti tömör ismertetés – reményeink szerint – arra talán elegendő, hogy kellő módon érzékeltesse az olvasóval a hazai hídépítésben ez idáig ismeretlen technológiával, kiemelkedő alkotás született, rövid fél esztendő alatt, két 257 m hosszú, egyenként 1.030 t tömegű acélszerkezetet sikerült a Tisza fölé építeni.

M 3 AUTÓPÁLYA, OSZLÁRI TISZA MEDERHÍD ACÉLSZERKEZETI MUNKÁI

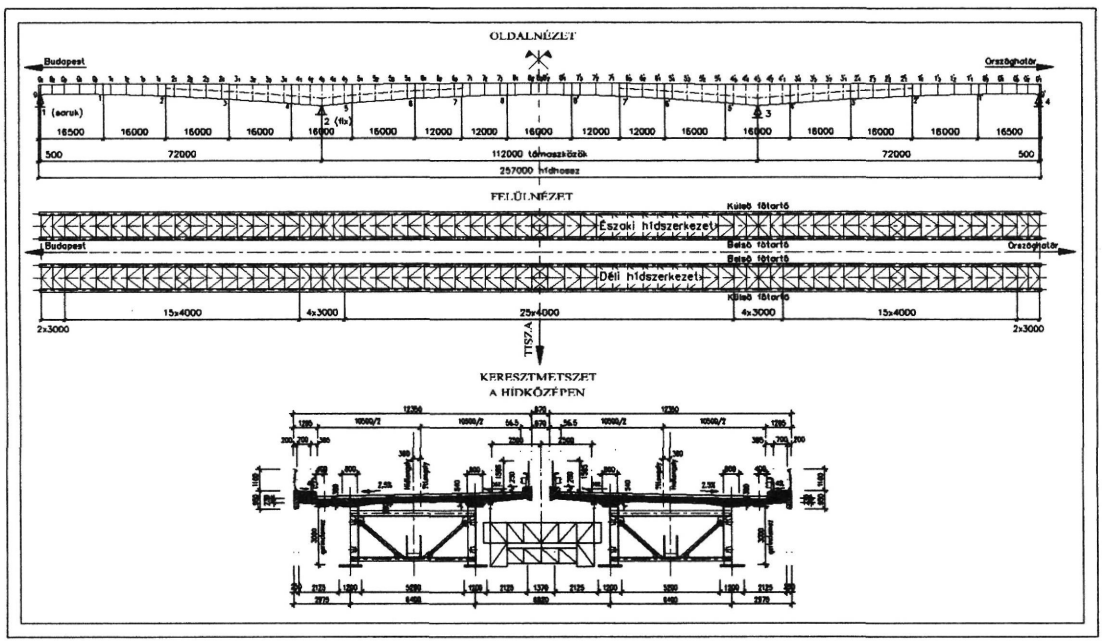
Pintyőke Károly[1] és Kovács Rezső[2]
1) Létesítmény főmérnök, Ganz Acélszerkezet Rt
2) Műszaki igazgató, Hídépítő Speciál Kft

ÖSSZEFOGLALÓ

Magyar Hídépítő Konzorcium keretében a Ganz Acélszerkezet Rt feladata volt a mederhíd acélszerkezetének gyártása, helyszíni szerelése és felületvédelme. Jelen ismertető (előadás) keretében próbálunk némi betekintést adni, hogy a szélesebb szakmai nyilvánosság számára érzékelhetővé váljon a kivitelezők által leküzdött műszaki és egyéb problémák sora, kiemelve a magyar hídépítésben itt alkalmazott újszerű megoldásokat.

1. HÍDSZERKEZET ÁLTALÁNOS ADATAI

A meder-híd általános elrendezését az 1. ábra mutatja.



1. ábra Általános elrendezés

Közös alépítményeken két egyforma háromnyílású folytatólagos gerendahíd, változó főtartó magassággal. Az acél főtartók vasbeton pályalemezzel együtt dolgozó (öszvér) szerkezetet alkotnak.

Támaszköz: 72,0 + 112,0 + 72,0 m

Teljes hossz: 257,0 m

A két hídszerkezet között vizsgálókocsi van elhelyezve.

2. TENDER TERVTŐL A KIVITELI TERVIG

Az egész kivitelezés, talán legfontosabb fázisa, ami minden további tevékenységet meghatározott, hogy műszaki, szervezési, határidő és gazdaságosság szempontjából „ideális" kiviteli terv készüljön. A tender terv átvizsgálása után azonnal döntés született az áttervezésről. Kiviteli terv készítése, jóváhagyatása is a vállalkozó feladatát képezte. Természetesen a módosítások a híd alapadatait (lásd. 1 pont) nem érinthették.

A két terv összehasonlítását az 1. táblázat mutatja. Az alábbiakban szemléltetjük, hogy az áttervezés hogyan érintette a gyártást, helyszíni szerelést, kölcsönhatásokat, egy – egy döntésből hogyan következett újabb döntés, mire kialakult egy korszerű, gazdaságos termelési folyamat.

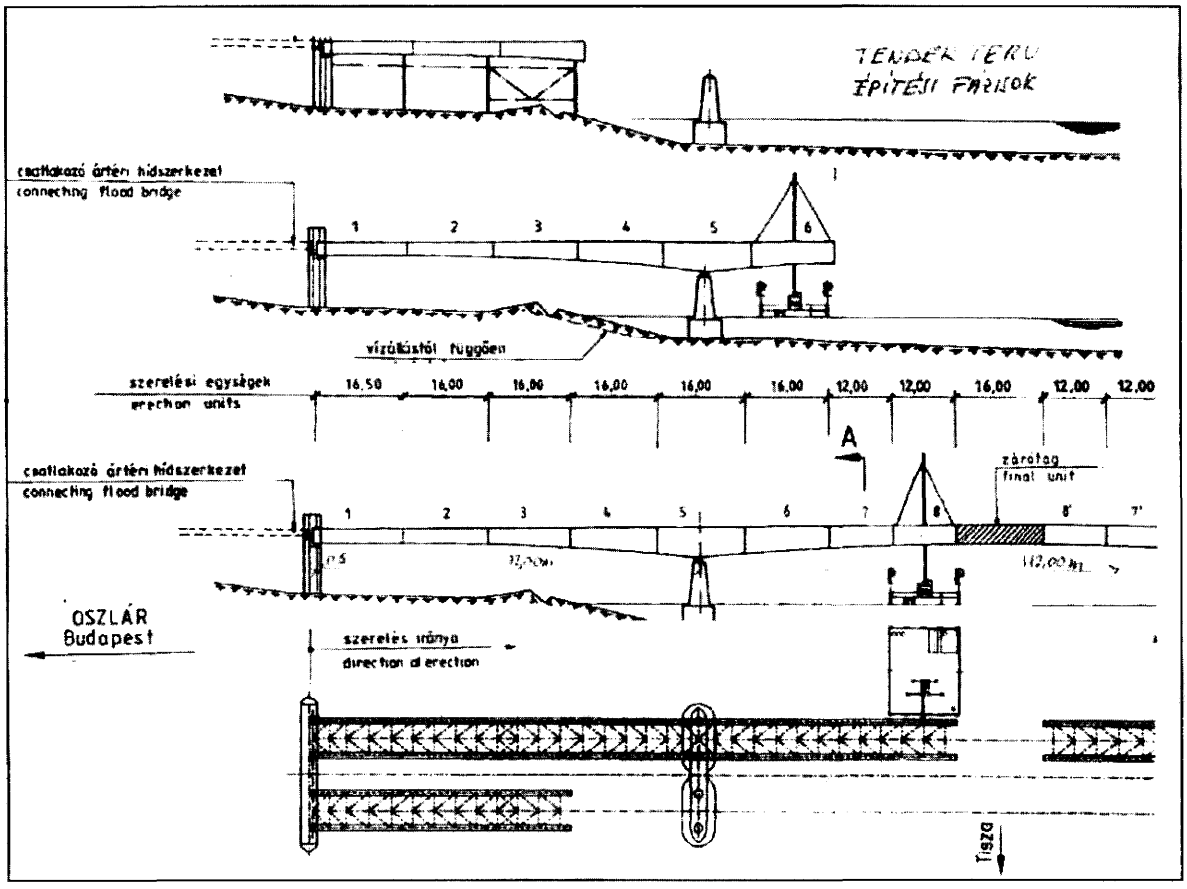
ÖSSZEHASONLÍTÁS		
	TENDER TERV	***KIVITELI TERV***
Szerelési mód	Állványról indítva szabad szerelés	Összeszerelés után (teljes hosszban)beusztatás
Helyszín	Kész alépítmények	Szerelőtér
Emelőeszköz	Autódaru (főtartósík)	2 db 16t. 20 m bakdaru
Gerinc magasság	2,500-5,500 mm v=16 (20) mm	2,500-5,500 mm v=16 (20) mm
Felső övlemez	700 mm (V max= 4 x 30 mm köteg) élvarrat	800 mm (V max= 100 mm)
Alsó övlemez	1000 mm (V max= 4 x 30 mm köteg) NF csavar összefogás	1.200 mm (V max= 100 mm)
Gerinc illesztés	NF csavaros	Hegesztett
Felső öv illesztés	Hegesztett	Hegesztett
Alsó öv illesztés	NF csavaros (lépcsős)	Hegesztett
Acélszerkezet súlya (2 híd)	2.128 t	2.139 t
NF csavar	67.822 kg (73.200 db)	12.809 kg (18.848 db)
Vizsgálókocsi pálya	Két híd belső főtartó gerinceken.	Két híd v.b. pályakonzolra felfüggesztve.
Támaszmozgatás	Nincs	Hídfőkön 70 cm (jóváhagyott terven)

1. táblázat Tervek összehasonlítása

A korábban megépült öszvér hidak tapasztalatai alapján nagy gondot kellett fordítani a megfelelő hídalak (magassági) biztosítására, mely probléma az együttdolgozó szerkezeteknél a vasbeton pálya számításilag is nehezen követhető viselkedéséből adódik.

A tenderterv szerint a főtartók alsó és felső öve övlemez kötegből készült volna. Felső öv helyszíni – egy keresztmetszetű – hegesztett illesztéssel, a gerinclemez hevederes NF csavaros, míg az alsó öv átlapolt NF csavaros illesztéssel volt kialakítva. Könnyen belátható, hogy a szegecselési időszakból átvett megoldás gyakorlatilag kivitelezhetetlen. Övlemez köteg egy keresztmetszetben történő hegesztett illesztése szakmailag megoldhatatlan, az alsó övelemez köteg NF csavaros illesztésénél a hengerlési vastagságtűrések miatt a szükséges súrlódásos kapcsolat nem alakítható ki.

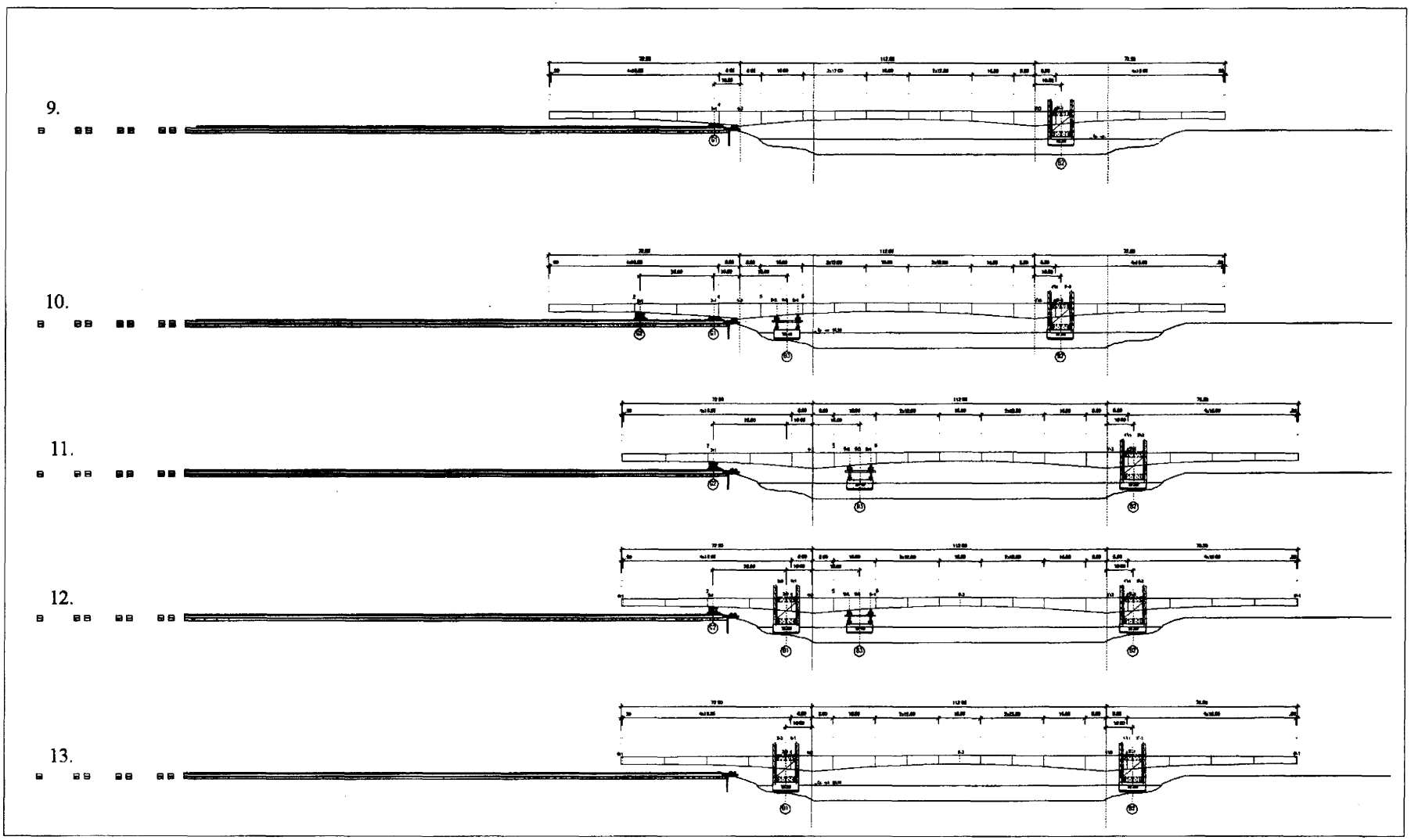
Megoldást jelentette az övlemez kötegek helyett vastag anyag alkalmazása. Hazai gyakorlatban ezen hídnál történt meg először 80 – 100 mm vastag anyagok beépítése, valamint (ilyen méretekben) a teljes helyszíni keresztmetszeti illesztések hegesztett kialakítása. Hegesztett keresztmetszeti illesztések miatt a tenderterv szerinti szabadszerelés (2.ábra) nem alkalmazható. (egyéb okok miatt sem)
Beúsztatás alkalmazásával Magyarországon először itt került helyére 257 m hosszú kb. 1.100 tonna (2 db) hídszerkezet, melynek csak utolsó fázisait – helyhiány miatt – mutatjuk be a 3. ábrán.



2. ábra Szerelés (tender terv)

Összefoglalva az acélszerkezet kiviteli terve, mely a tervező (UVATERV Rt) és kivitelező (Ganz Acélszerkezet Rt) igen szoros jó együttműködése által elkészült lehetőséget biztosított:

- Egyszerű, gyors gyárthatóságra.
- A helyszínen az acélszerkezet szerelése az alépítmény építést nem akadályozta.
- Igen rövid kiviteli átfutási idő betartására.
- Az acélszerkezet felületvédelme ideális körülmények között a szerelőtéren elkészülhetett.



3. ábra Acélszerkezet beúsztatása utolsó fazisai

3. GYÁRTÁS

A gyártási munka igen részletes Kiviteli utasítás, Ellenőrzési és Vizsgálati terv szerint folyt, megfelelő készülékek, eszközök segítségével.

A 12 – 16 m hosszú főtartó egységek geometriai ellenőrzésére mérőlap készült. A kiviteli terv előírásai szerint 30 mm lemezvastagságig S 355 J2G3; 30 mm felett S 355 K2G3 és 80 mm felett 355 NL minőségű anyagok kerültek beépítésre.

A gyár szakembereinek komoly szakmai kihívást jelentett:

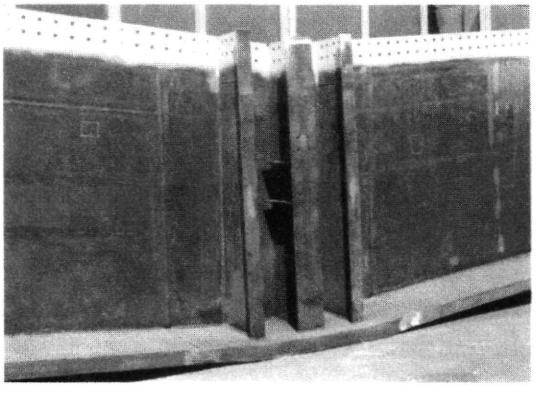
- A gyártásra rendelkezésre álló igen rövid átfutási idő (öt hónap), alatt kellett kb. 2.100 t szerkezetet legyártani, folyamatos kiszállítással biztosítani a helyszíni szerelés kiszolgálását, úgy hogy helyszínen a tárolási lehetőség korlátozott volt.
- Gyártás a közúti szállíthatóságot lehetővé tevő legnagyobb egységekben történt.
- A keresztmetszeti illesztések hegesztett kialakítása szükségtelenné tette a hidaknál szokásos síkbeli kifektetést vagy térbeli előszerelést. (furatok nem lévén nincs összefúrás) A méretre szabás, a helyszíni hegesztett illesztések varratképeinek kialakítása legalább ugyan olyan, ha nem nagyobb pontosságot igényelt, mint a furatos illesztések.
- Komoly feladatot jelentett a rendkívüli lemezvastagságokból az ehhez kapcsolódó varratméretekből és deformációkból adódó problémák kezelése.

Összességében a gyártás rendezett, szervezett munkával igen jó minőségben járult hozzá a sikeres kivitelezéshez. A szerkezet gyártása Ganz Acélszerkezet Rt budapesti gyárában történt. Beépítendő részegységeket KÖZGÉP Rt készítette.

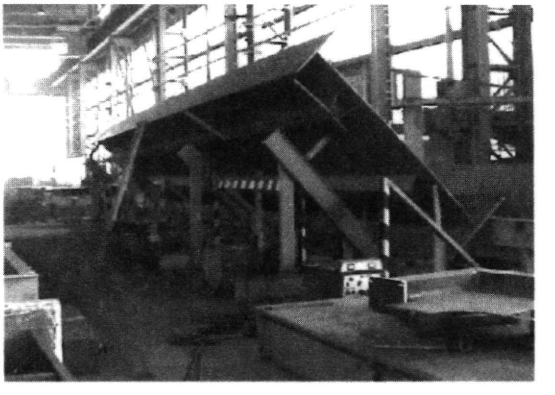
Az alábbiakban néhány gyártási képet mutatunk be.

1. kép Övlemez varratolva (100 mm vastag)

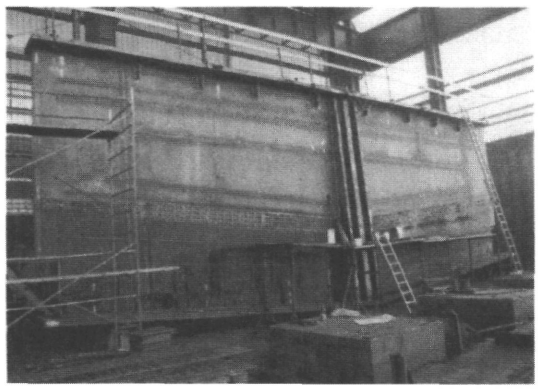
2. kép 100 mm vastag övlemez hegesztése



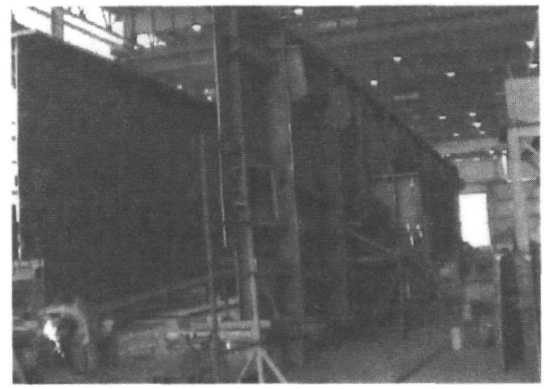
3. kép Támasz feletti főtartó alsórész



4. kép Nyakvarrat hegesztése készülékben



5. kép Támasz felette főtartó



6. kép Főtartó gyári összeállítás

4. FELÜLETVÉDELEM

A műszaki előkészítés során az elképzelés az volt, hogy a helyszínre a hídelemek revétlenítés, mázolás nélkül kerülnek ki, és itt történik az előszerelő területen szerelés után a teljes felületvédelem.

A gyártás közvetlen beindulását követően világossá vált, hogy célszerű a felületvédelemi munkákat részben még kiszállítás előtt gyári körülmények között elvégezni. Ez ugyanis a helyszín ellátását nem akadályozta, folyamatba beilleszthető, ugyanakkor a szerelőtéren való (időjárástól függő) tevékenység csökkentése feltétlenül indokolt. Felületvédelmet Pannonkorr Kft készítette.

A fentiekből következően a revétlenítés és alapmázolás kiszállítás előtt megtörtént. Előszerelő területen történt a közbenső és fedő réteg felhordása. A második hídnál már a közbenső réteg is a gyárban került felhordásra. Szintén gyárban készült el az NF csavaros felületek (gerinclemez hosszillesztés, támasz kereszttartók) 40 – 70 mikron rétegvastagságú cinkszórása. Permacorr 3 x80 mikron bevonatrendszer került alkalmazásra.

A részben gyári felületvédelemre való átállást mi sem indokolta jobban, mint a helyszíni kedvezőtlen időjárási körülmények már így sem tették lehetővé a második (déli híd) fedőrétegének szerelőtéren való felhordását. Erre már csak 2002 tavaszán volt lehetőség.

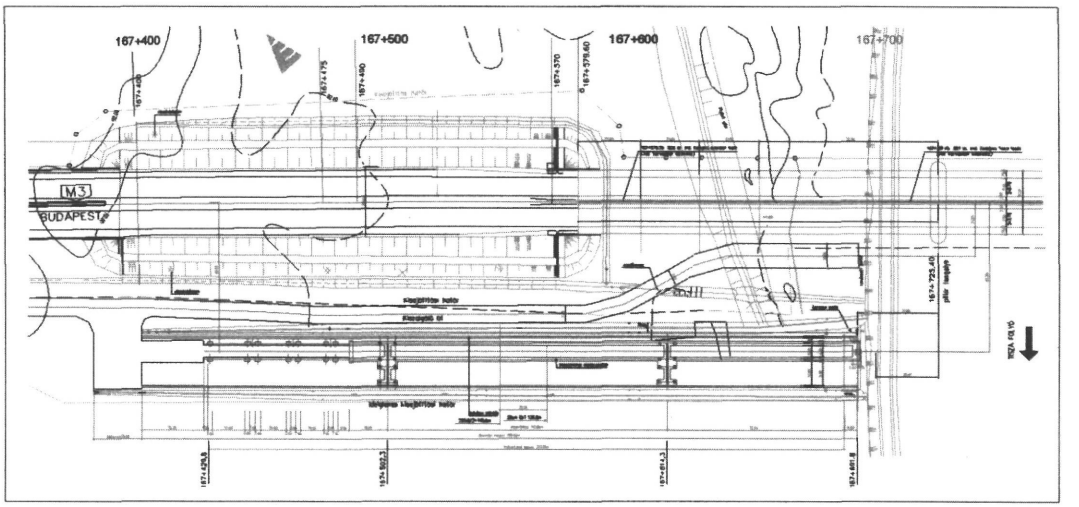
5. SZERELŐTÉR KIALAKÍTÁSA

A kivitelezés sarkalatos pontja volt, hogy a helyszínen minden igényt kielégítő szerelőtér kerüljön megtervezésre és kivitelezésre. A szükséges terület Megrendelő részéről nem lett kisajátítva, így a Kivitelező feladata volt a magántulajdonossal bérleti szerződés megkötése, ami nem könnyítette meg az „életet".

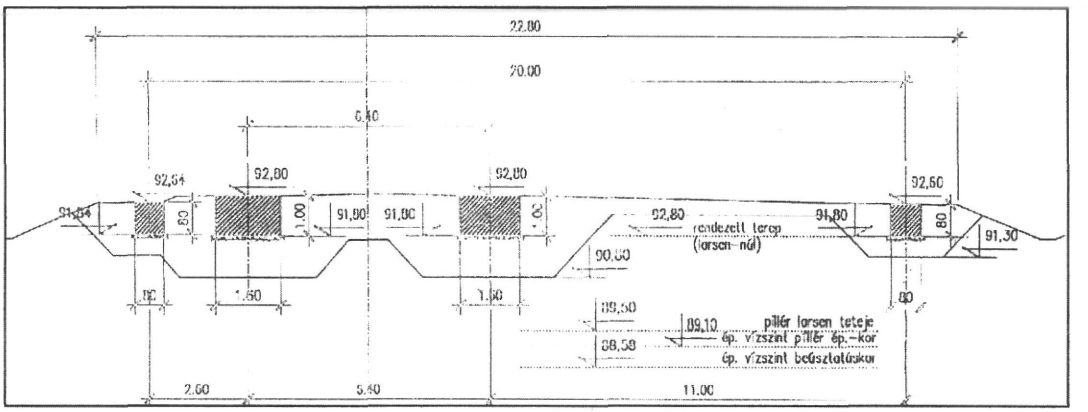
Főbb szempontok felsorolása:

- Szerelőtér közvetlen a híd végleges helyének közelében legyen, biztosítva a hídszerkezetek folyó fölé hosszirányú mozgatását.
- Mivel az egész terület ártér így a szerelőterület szintjét úgy kelett meghatározni, hogy az utóbbi években igen rapszodikus Tisza várható vízszintje a szerelést ne zavarja. Természetes bizonyos kockázatot gazdasági okokból fel kellett vállalni. Néhány százalék valószínűsége volt, hogy a vízszint a szerelőtér fölé kerülhet ami ezen időre a munkavégzés szüneteltetését jelentette volna (határidő), de egyéb kárt nem okozhatott. Végül a behúzópálya szint 92,80 mBf lett elfogadva. A legnagyobb hajózási vízszint 92,72 mBf.
- A szerelőtérnek 2 db 257 m hosszú hídszerkezet szerelhetőségét, szerkezeti egységek fogadását és a felvonulási létesítmények elhelyezését kellett biztosítania.

A szerelőtér kialakítása a 4. ábra szerint történt a partélre merőlegesen 310 m hosszúságban és 22 m szélességben. A keresztmetszeti elrendezést a 5. ábra mutatja. 290 m hosszon a szerelődaruk részére vasbeton darupálya, a híd hosszirányú mozgatásához, alátámasztásához

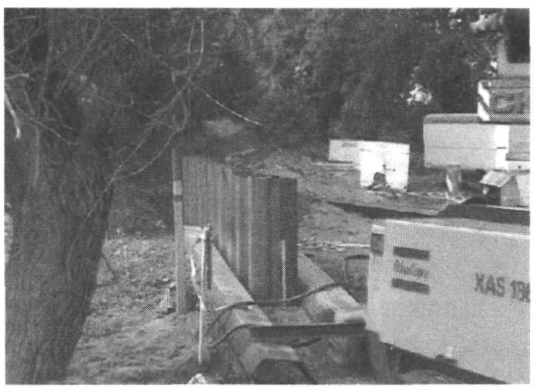


4. ábra Szerelőtér felülnézet

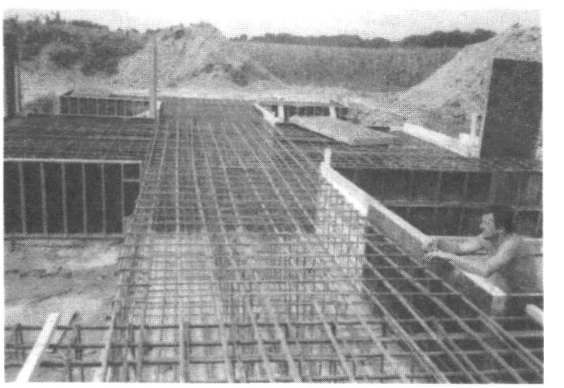


5. ábra Szerelőtér keresztmetszete

kb. 200 m hosszú vasbeton behúzópálya épült kb. 1 m vastag kavicságyra. A rézsűs partfalat 8 m mélyre vert larssen fal leverésével kellett megvédeni. (7. kép)

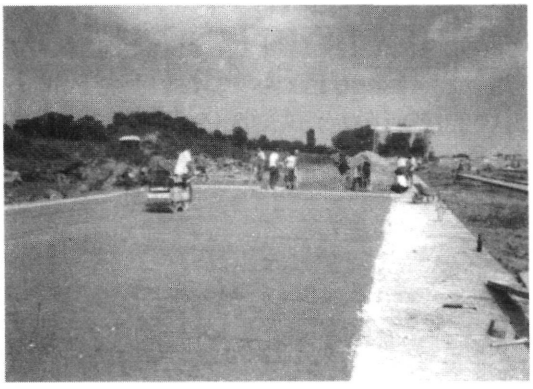


7. kép Larssen fal a partélben



9. kép Behúzópálya vasalása

8. kép Behúzópálya betonozás



10. kép Térburkolat

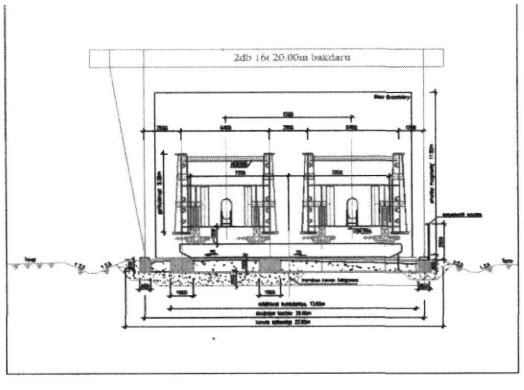
A teljes szerelőterületet vizesárok vette körül. A térburkolat 10 cm vastag CKT-val készült, tehergépkocsik által igénybevett területeken 20 cm vastagságban. Természetesen a szerelőtér (kivitelező ZATOL Kft) vége csatlakozott az ideiglenes felvonulási úthoz.
A szereléshez szükséges áram (250 kW) ideiglenes elektromos hálózat kiépítésével lett biztosítva. A dolgozók szociális ellátását mobil konténeres vizesblokkal biztosítottuk. A vizet fúrt kút szolgáltatta.
Bár az építés alatt a Tisza egyszer sem öntötte el a szerelőterületet, de sajnos több esetben a magas talajvízszint az alapozási munkákat akadályozta.

6. HELYSZÍNI SZERELÉS

Első feladat volt az elkészült szerelőtér berendezése, szükséges segédberendezések legyártása. A vasbeton sávalapokra a bakdaru pálya (talpfa, sín) kiépítése és 2 db 20 m fesztávú 16 t teherbírású 11,5 m emelési magasságú bakdaru felállítása, beüzemelése. (11. kép)
Előzetes elképzelések szerint a szerelés menete:

- A behúzópálya vonalában a „déli híd" teljes hosszban összeszerelése.
- Az elkészült déli híd keresztirányú pályán elhúzása tárolóhelyre és itt a felületvédelmi munkák befejezése. (6. ábra)
- A behúzópálya felett a második „északi" híd összeszerelése és felületvédelmi munkáinak elvégzése.

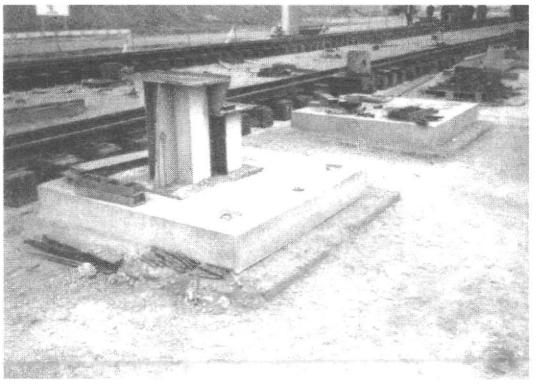
11. kép Szerelő bakdaru



6. ábra Híd keresztirányú mozgatása

Az első híd szerelése közben nyilvánvalóvá vált, hogy a második híd szerelésével nem lehet megvárni (időhiány) az első híd teljes befejezését és keresztirányú elhúzását. Ebben a helyzetben döntés született, hogy az első hidat helyén hagyva mellette a második híd szerelését a tárolásra szánt helyen meg kell kezdeni. Ezen területen az alátámasztásoknál a térburkolat teherbírása nem volt elegendő, így gyors intézkedéssel 64 db 2 x 2 m alapterületű

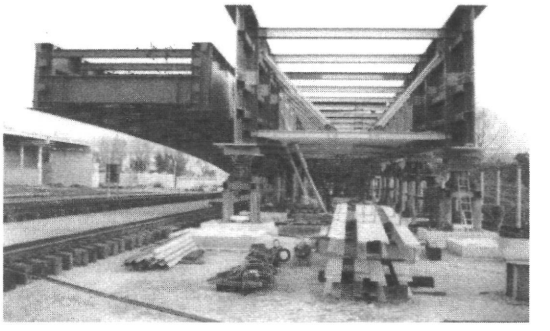
25 cm vastag 100 t/db teherbírású vasbeton lap lett legyártva. Természetesen ez előzetes nem kalkulált költségtöbbletet jelentett, amit csökkentett viszont, hogy a munkaterület széthúzásával a szerelési létszám növelhető és a szoros határidő tartható, valamint ezen lapok mobil kialakítása későbbi munkáknál való felhasználást biztosított akár felvonulási ideiglenes útépítésre is. (12. kép)
A szerelés sarkalatos pontja a híd geometria elfogadható tűréshatárokon belüli biztosítása, különös tekintettel a magassági szintekre. Ezt csak folyamatos napi geodéziai mérésekkel lehetett elérni, minden esetben a már összehegesztett hídrész alakjának értékelésével, figyelembevételével. A hídszerelés (kivitelező Ganz-BVG Kft) menetét 13, 14, 15 képek mutatják.



12. kép Alátámasztás

13. kép Főtartó szerelés

14. kép Első híd szerelése



15. kép Híd keresztmetszet

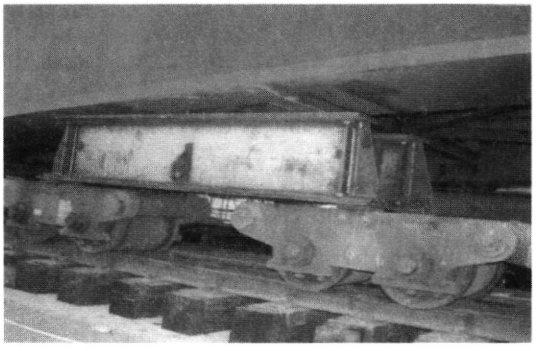
A gyártási (önsúly mentes) alak biztosítása érdekében minden főtartó egységet két – két helyen alá kellett támasztani. Természetesen szerelés közben is a nagy szerkezeti hossz miatt biztosítani kellett az acélszerkezet dilatációs mozgását, ami minden támasznál (kivéve egy fix támaszt) elhelyezett teflonlemez segítségével történt.
A szerelés másik sarkalatos pontja a keresztmetszeti hegesztett illesztések készítése. Magyarországon ilyen nagyságú hídnál ez itt valósult meg először. A hegesztési kérdésekkel külön előadás foglalkozik.
A helyszíni hegesztett illesztések természetesen a gyártási munkát csökkentették (nincs hevederlemez, furás, stb.), de a helyszíni munkát növelték, ami nem várt mértékű időkihatással is járt, mivel az alak beállíthatósága miatt a szerelés a hegesztést csak 1 – 2 szakasszal előzhette meg. Ezért is vált szükségessé, hogy a második híd szerelése az első befejezése előtt megkezdődjön.

7. A HÍDAK HELYÜKRE KERÜLNEK (BEÚSZTATÁS)

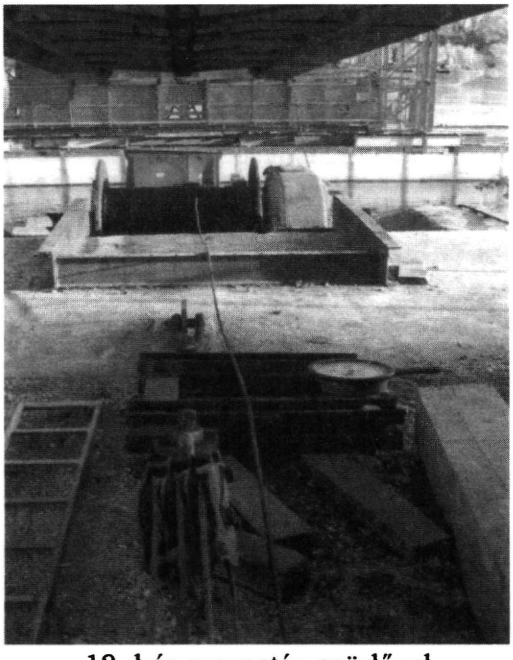
A beúsztatásnak kettő feltétele volt:

- Alépítmények elkészüljenek
  Az első híd készreszerelésével egyidőben elkészültek, de a rendkívül magas Tisza vízszint akadályozta a pillérek körüli larssen falak bontását, ami egyhetes várakozást eredményezett.

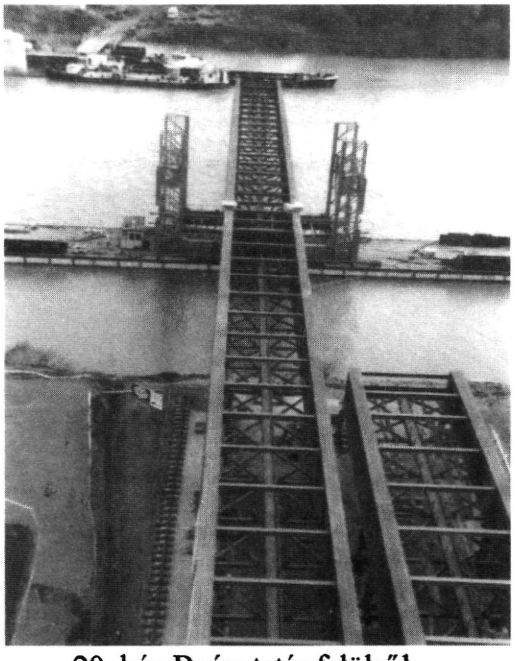
16. kép Behúzópályán a híd



17. kép Alátámasztás behúzás



18. kép mozgatás csörlővel



20. kép Beúsztatás felülről

19. kép Híd fele a Tisza fölött

21. kép Első híd bárkán

22. kép Híd közeledik a pillérekhez

23. kép Hidak pilléreken

- Az első „északi" híd acélszerkezetének és felületvédelmének befejezése.

Az első hídszerkezet alá elhelyezésre került talpfákon a duplasínes behúzópálya (16. kép), a híd hidraulikus emelőkkel behúzókocsikra lett engedve. A 17. képen látható a dupla behúzókocsi és fölötte elhelyezett terhelosztó gerenda, mely a híd szögelfordulását is biztosította.

Közben Budapestről a Dunán leúszva Jugoszlávián keresztül megérkeztek a TS 80-as bárkák rajtuk a szükséges mértékig lebontott 1 – 1 beúsztató állvánnyal, majd megkezdődött az állványok összeszerelése. A beúsztatás a tervezésnél bemutatott fázisokban történt. A hídszerkezet mozgatása a partélbe telepített elektromos csörlő és csigasor segítségével (18. kép) valósult meg. A húzóerő nagyságát, mely 50 – 150 kN között változott folyamatosan erőmérőn lehetett figyelemmel kísérni. Húzóerő változás a behúzópályakocsik alatti süllyedésből adódott, a max húzóerő pedig akkor amikor még a teljes hídszerkezet szárazföldön gurult. A hídszerkezet szerelőtérről a bárkákra juttatása közben lényeges volt a tényleges vízállások előrejelzése, mérése és ennek megfelelő döntések meghozatala a bárkák beállását és magassági kiépítését illetően. A tervezett vízállás tartomány az úsztatások kivitelezése alatt: +50 és +450 cm-es vízállás volt. (Tiszapalkonya)

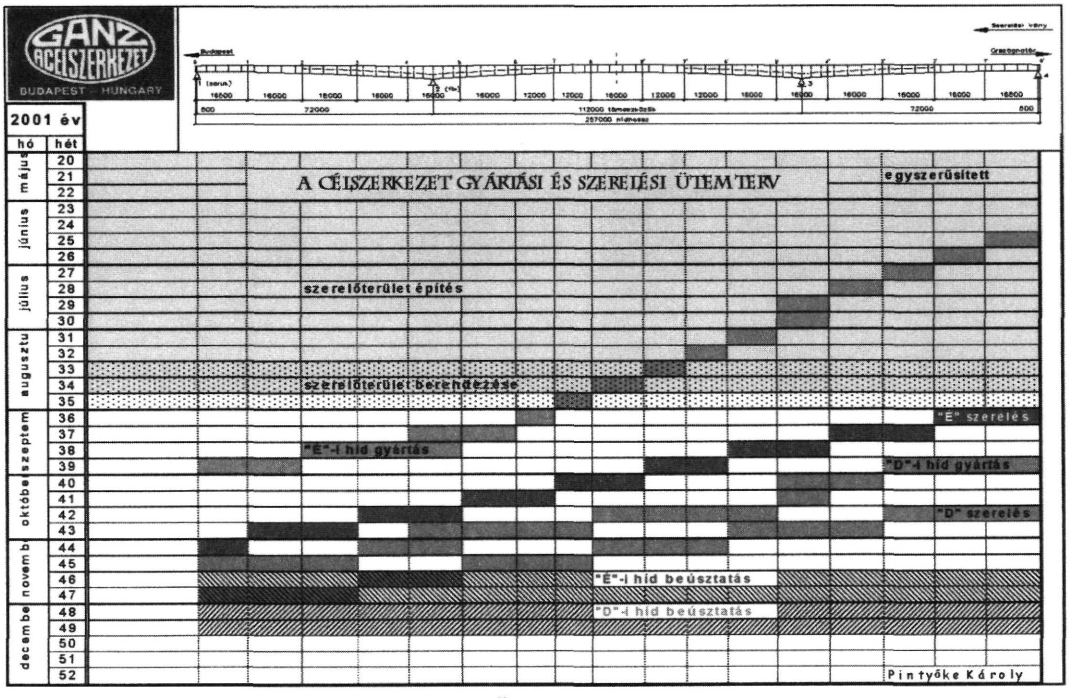
A segédbárka (harmadik) esetében szükség volt ballasztolási műveletekre is, mivel az arra kiépített alátámasztás nagyobb magassági állításokra nem volt tervezve.

A mozgás (húzás) sebességére ügyelni kellett (1m/perc volt), mellyel a közbenső megállások lehetőségét és a megfelelő iránytartást lehetett biztosítani.

Bárkákon levő hídszerkezet pillérek mellé való úsztatása után a híd saruszint fölé emelése történt az állványokba beépített hidraulika rendszer segítségével. Ezt követően a híd pillérek fölé úsztatása, és a saruzsámolyokra kiépített ideiglenes támaszra helyezése következett. Az igen precíz bizonyos vízszintváltozásokat is figyelembevevő tervezés és a kivitelezést végző Ganz-BVG Kft és Hídépítő Speciál Kft szakembereinek kifogástalan munkája eredménye, hogy egymást követően 2001.11.28-án és 12.17-én mindkét hídszerkezet problémamentesen helyére került.

8. ÜTEMTERV

A 2. táblázat mutatja az acélszerkezet gyártásának, szerelésének 2001. évi ütemtervét. Jól látható, hogy a kivitelezés 7 hónap alatt megtörtént, ami 2.100 t hídszerkezet esetében példátlanul rövid idő.



2. táblázat Ütemterv 2001 évi

Sarkalatos pontja volt a munkának elejétől kezdve, hogy az acélszerkezet 2001. végére helyére kerüljön, ugyanis a teljes beruházás 2002. november 30-ra történő befejezését ez biztosította. Bár az ütemtervet többször aktualizálni kellett, de a 2001, vége soha nem változott.

9. BEFEJEZŐ MUNKÁK

A téli hónapok után Ganz Acélszerkezet Rt részéről 2002 évben az alábbi munkákat kellett elvégezni:

- Az acélszerkezet sarura helyezése. A 2-es és 3-as pilléreken a pályalemez betonozása előtt. Az 1-es és 4-es pilléreken (hídvégek) 70 cm támaszsüllyesztést kellett pályalemez készítés előtt végrehajtani, majd annak elkészülte után lehetett saruszintre visszaemelni a hídvégeket és a sarukat elhelyezni.
- Felületvédelmi munkák befejezése.
- Két híd közötti vizsgálókocsi és pálya és felszerelése, beüzemelése.
- Próbaterhelés melynek tervezett időpontja 2002. 41. hét.

10. UTÓSZÓ

Az öszvér hídról mint szerkezeti megoldásról Dr. Korányi Imre professzor (Acélszerkezetek 197) tömören az alábbiakat írta:

„Öszvér szerkezetek hátránya, hogy számítása és kivitelezése is jóval bonyolultabb, mint az egyszerű vasbeton – vagy az acélszerkezeté, amellett a tervezőtől és a kivitelezőtől egyaránt nagy minőségi követelményeket kíván."

Bízzunk benne, hogy sikerült bemutatni a kivitelezés folyamatát, mely a hazai hídépítésben újszerű megoldások alkalmazásával lehetővé tette, a jó minőség biztosítása mellett a határidő betartását.

M3 AUTÓPÁLYA OSZLÁRI TISZA-HÍD, SZEMEZGETÉS AZ ÉPÍTKEZÉS ÉRDEKESEBB FEJEZETEIBŐL

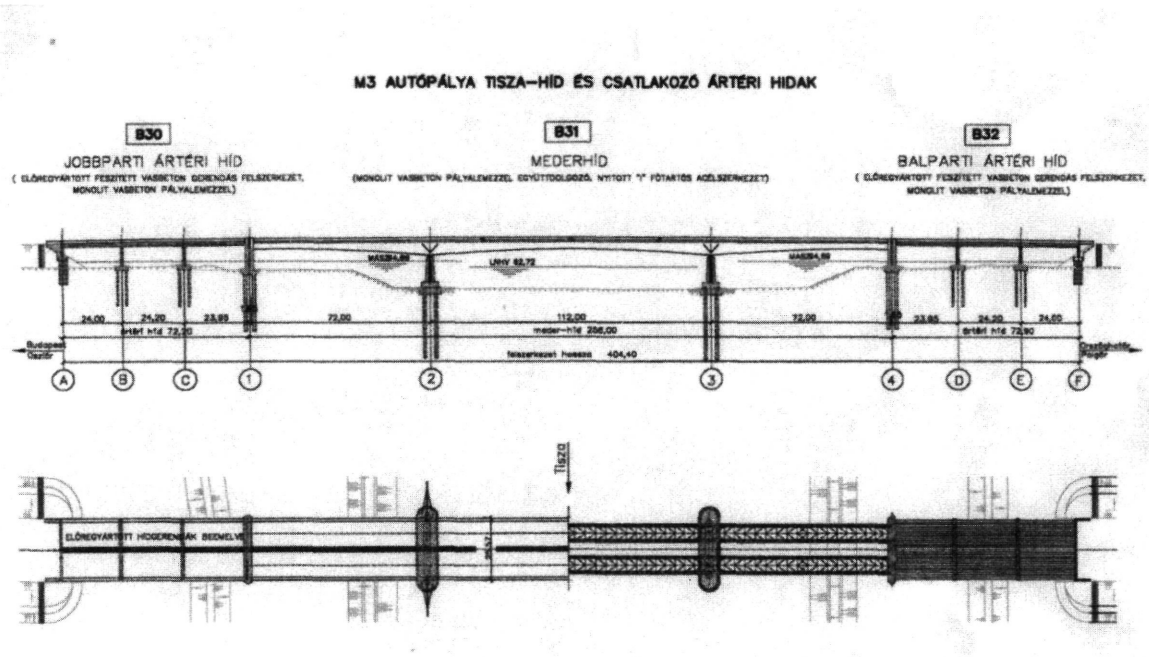
Törteli József
Építésvezető, MAHÍD 2000 Rt.

ÖSSZEFOGLALÓ

Oszlári Tisza-híd az M3 autópályát vezeti át a Tisza felett Tiszaújvárostól és Polgártól délre. A Tisza új hídja két „hagyományos" gerendás ártéri hídból és egy „öszvér" mederhídból áll. A mederhíd építésének három műszakilag érdekesebb, a mindennapi gyakorlatban ritkán előforduló fejezetét ragadom ki előadásomban.

1. BEVEZETŐ

A Tisza-híd két ártéri gerendahídból és egy „öszvértartós" mederhídból áll, melyek együttes hossza 404,4 m. A híd meder feletti 257 m hosszú része háromnyílású, folytatólagos, a vasbeton pályalemezzel együttdolgozó, változó magasságú két nyitott főtartós acélszerkezet. Az acélszerkezet hidanként 2 db I keresztmetszetű főtartóból áll. A főtartó változó magasságú, parabolikusan kiékelt gerinclemezekkel készül. A mederhíd keresztirányban két önálló felszerkezetből áll, amelyek az autópálya tengelyéhez képest egymás tükörképei. A meder híd négy alátámasztó pillére közül kettő a parton, kettő a mederben készült.
Alépítménye nagyátmérőjű (1,20 m) béléscsövezett fúrt vasbeton cölöp, a parti pilléreknél 16-16 db 23 m, a mederpilléreknél 20-20 db 27 m hosszú. A felmenőfalak tömör vasbeton szerkezetűek.

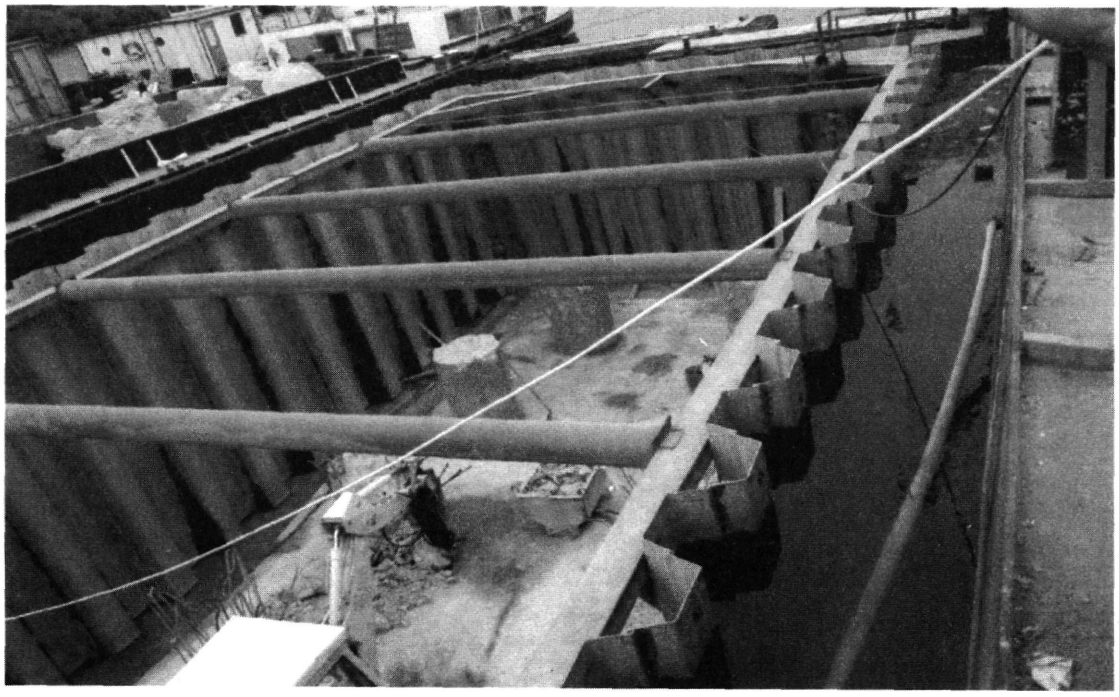


1.ábra Tisza-híd elrendezése

A mederhídhoz a Tisza jobb és bal partján egy-egy háromnyílású, összesen 72,90 – 72,90 m hosszú együttdolgozó vasbeton pályalemezes előre gyártott vasbeton tartós felszerkezetű ártéri híd csatlakozik.

2. A JÓ ÖREG LARSSEN, AVAGY A TISZA-HÍD MEDERPILLÉR ÉPÍTÉSE

A Tisza-híd építésének egyik legérdekesebb és legnehezebb része a mederpillérek elkészítése volt. Az alapozási munka minél rövidebb időn belőli megkezdése érdekében egy, gyorsan beszerezhető és aránylag kis eszközparkot igénylő vízzáró körülhatárolásra volt szükség. Így esett a választás a hagyományosnak számító és már sok helyen bizonyító Larssen szádlemezek alkalmazására. A munkatér körbehatárolására 12,00 m hosszú Larssen szádlemezek kerültek leverésre úszó munkagéppel. A falak külső oldalának védelmére ideiglenes kőszórást építettünk. A körbehatárolt munkateret feltöltöttük szemcsés anyaggal (homokos kavics, zúzottkő), az így alakult ki az ún. „műsziget". A sziget stabilisa érdekében a szemközti szádfalakat egymáshoz horgonyoztuk acél védőcsőbe fűzött Ø26 mm-es ankerekkel. A vízi járművek segítségével be tudott állni a cölöpfúró gép a szigetre, és onnan szinte „szárazföldi" körülmények között tudta a cölöpözést végezni. A pillérenkénti 20-20 db 1200 mm átmérőjű cölöp a teljes 34,5 m-es furatmélységig (a munkaszinttől számítva) védőcső biztosítása mellett készült. A munkafolyamat kiszolgálására a „műsziget" mellett kihorgonyzott 1600 tonnás TTS bárka állt rendelkezésre, innen biztosítva a vasalás daruzását és a beton beszivattyúzását. A bejárást a partról a bárkára speciális acél híd biztosította. A cölöpök elkészítése után a cölöpöző gép a bárkán keresztül elhagyta a szigetet. Ezután a szádlemezekkel határolt munkatérből víz alatti kotrással eltávolították a korábban betöltött szemcsés anyagot, valamint a tervezett mélységre megkotorták a mederfeneket. A kotrási munkát búvárok ellenőrizték, valamint ők tisztították meg a földtől a szádlemezek belső oldalát és a vasbeton cölöpök mederből kiálló részét.



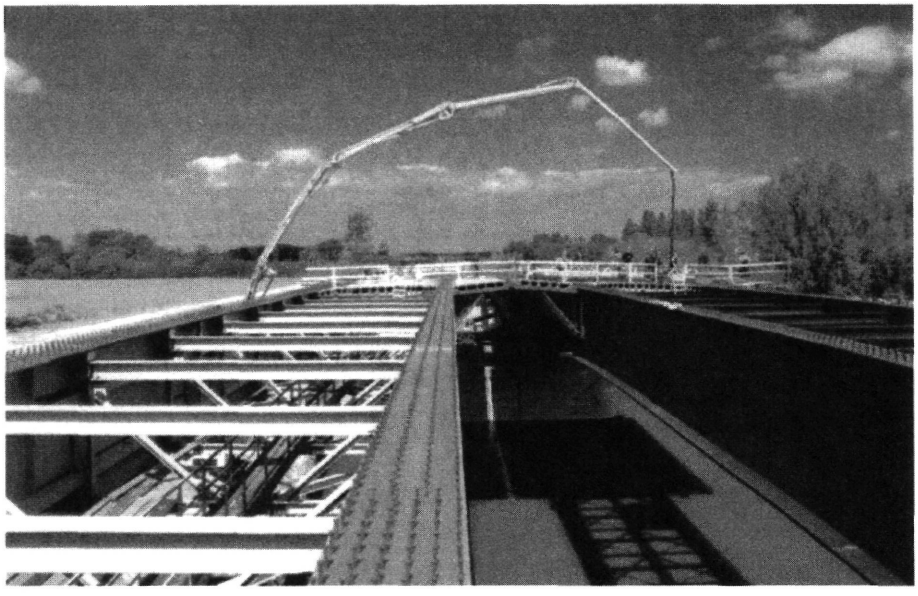
2. ábra „Gödör" a Tiszában

A kotrási és tisztítási munkák befejezése után a körül határolt munkatér fenekét víz alatti betonozási technológiával, közel 3,00 m vastag beton „dugóval" lezártuk. A szádfal belülről merevtő acélgerendát kapott, majd a két hosszoldalt Ø324 mm-es acélcsövekkel a víznyomás felvételére egymáshoz kitámasztottuk. A szádlemezek vízzáróságának biztosítására a lemeztoldásokat a víznyomás felőli oldalon búvármunkával tömítették ADEKA felhasználásával. A beton megszilárdulása után, a munkatérben lévő vizet kiszivattyúztuk.
A víz behatolását oldalról a vízzáró szádlemezek, alulról a beton akadályozta meg. Innen kezdve „száraz lábbal" lehetett az építési munkákat végezni. A víztelenített munkatérben a kellő tisztítás és a víz alatti beton kiegyenlítése után megkezdődhetett a pillér építése, már hagyományos vasbeton építési technológiával. Érdekességként említem meg, hogy amíg a mederpillérek elkészültek, addig a Tiszán nyolcszor volt olyan árhullám, amely a szigetről vagy a munkagödörből való „kimenekülésre" kényszerítette az építőket.
Beépített főbb anyagmennyiségek:

Meder híd alépítményekhez:	beton	8600 m^3
	betonacél	450 t

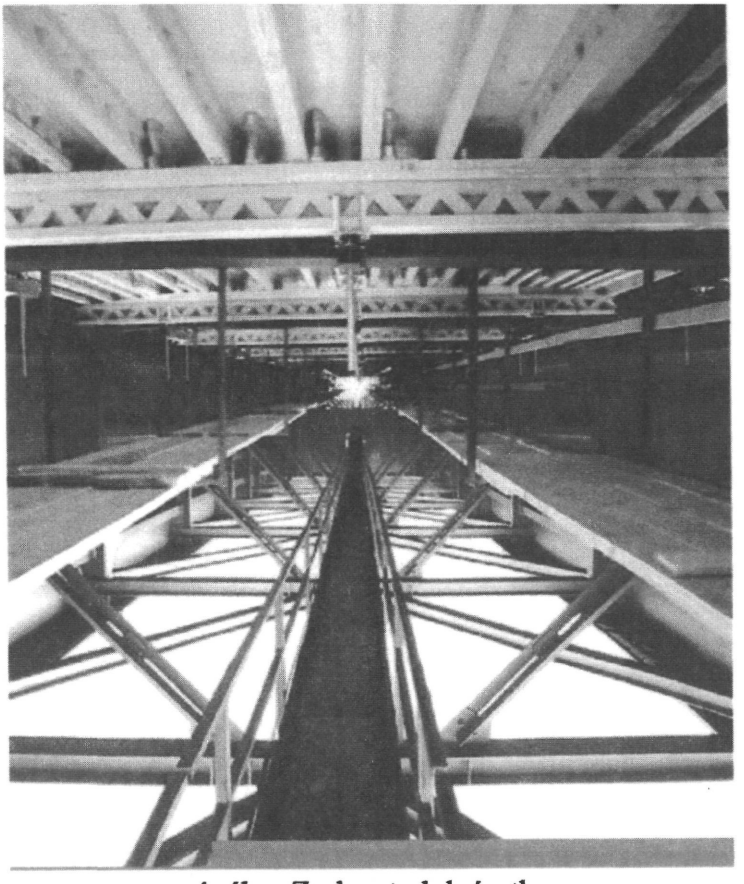
3.PÁLYALEMEZ BETONOZÁS A TISZA FELETT

A Tisza-híd felszerkezete pályánként két-két darab acél főtartóval együttdolgozó, helyszínen betonozott, keresztirányban 23 és 28 cm között változó vastagságú, 11,85 m széles vasbeton lemez. A pályalemez az acéltartók tetejére felhegesztett kb. 28 000 db csap révén együttdolgozik a főtartóval, annak felső övét alkotja.



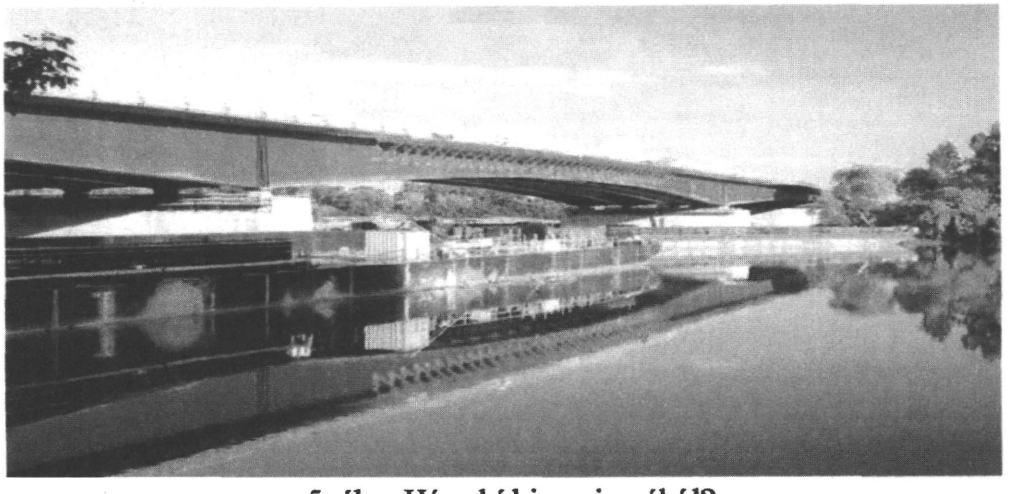
3. ábra Mi tartja a betont a levegőben?

A Tisza felett 13-14 m magasságban a zsaluzat megtartására gyakorlatilag egyetlen megoldás kínálkozott, az acél főtartókat kellett erre a feladatra alkalmassá tenni. A PERI Kft. zsaluzási szakértőivel és a híd tervezőjével konzultálva született meg a megoldás. A főtartókat úsztatáskor merevítő felső kereszttartókra és a külső oldalra külön erre a célra felhegesztett csomólemezekre lett a zsaluzat felrögzítve. A pályalemez építés megkezdése előtt az acélszerkezetet mindkét végét a tervnek megfelelően 70 cm-el saruszint alá kellett süllyeszteni.



4. ábra Zsaluzat alulnézetben

A pályalemez betonozása hidanként 6-6 ütemben történt, úgy hogy egy hídon belül a két szimmetrikus ütemet egyszerre kellett betonozni betonpumpák segítségével, melyek a folyón keresztbe állított TTS bárkákon helyezkedtek el. A pályalemez építéshez hidanként 3-3 ütem bezsaluzásához elegendő zsalukészletet kellett a helyszínen tartanunk. Erre azért volt szükség, mert a tervező szigorú előírásai miatt az egyes betonozások után az előírt betonszilárdság eléréséig azon a hídon dolgozni nem lehetett. Így gyakorlatilag ütemenként „ugráltunk" egyik hídról a másikra. Ennek volt egy nagy előnye, hogy a munkaerő folyamatos lekötése megszervezhető volt. A pályalemez kizsaluzása után hidak mindkét végét sarukra kellett emelni.



5. ábra Hány híd is ez igazából?

4.AZ ELSŐ „KOCSI" A TISZA-HÍDON, AVAGY A SZEGÉLYÉPÍTÉS

A mederhídon a szegélyek építését a hídról kívántuk kiszolgálni, hogy ne kelljen a költséges hajóflottát az építkezésen tartani. Ezért egy külföldön már nagy hagyománnyal rendelkező műszaki megoldás, szegélyzsaluzó kocsi alkalmazása mellett döntöttünk. A beszerzésben a PERI Kft. volt a segítségünkre, tőlük 2 db GKW 350 típusú zsalukocsit húztunk. Ez a Magyarországon új technológia a szegélyek szakaszos betonozását teszi lehetővé úgy, hogy az összes munkafolyamat fentről a hídról és a zsalukocsiról elvégezhető. A szerkezettel naponta 11,5 m szegélyt építünk - nagy száguldás volt.

6.ábra Közeledik a START pillanata

AZ M3 AUTÓPÁLYA FÜZESABONY -POLGÁR SZAKASZ 167+781 KM SZELVÉNYÉBEN ÉPÜLŐ TISZA -HÍD MEGVALÓSÍTÁSA A "MÉRNÖK" SZEMÉVEL.

Kósa Zoltán
beruházási főmérnök, FŐBER Rt

ÖSSZEFOGLALÓ

A Tisza-híd megvalósítása során a "MÉRNÖK" feladatkörét az ÁMI (Általános Mérnöki Iroda) Kft-vel szerződéses viszonyban levő, önálló rendelkezési jogokkal felruházott, FŐBER Rt szakértői látták el. Az előadás a „MÉRNÖK" feladatainak ellátása során felmerült kérdésekkel és azok megoldásával foglalkozik.

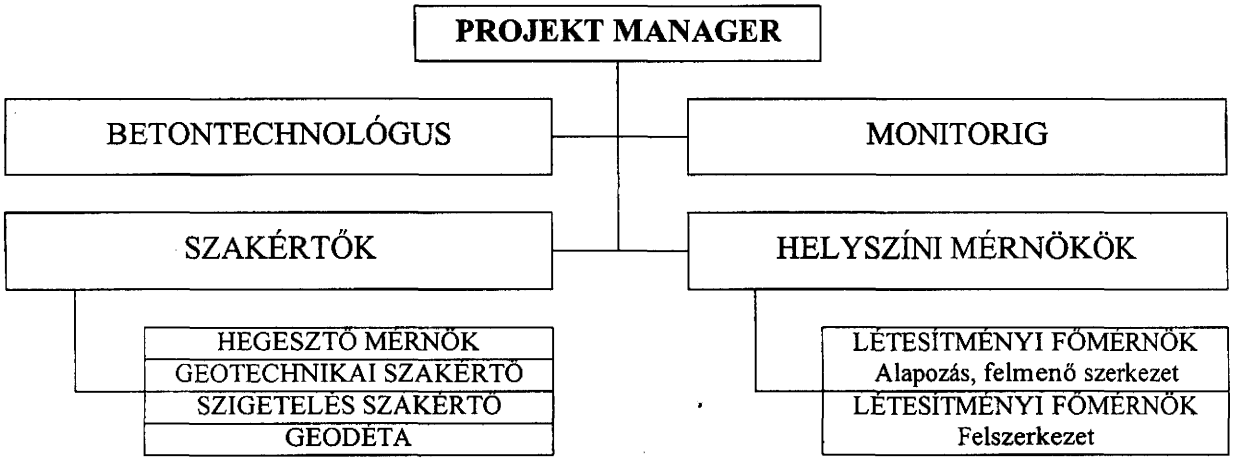
1. A MEGBÍZÁS TÁRGYA, ALAPADATAI

Az ÁMI megbízása olyan teljes körű lebonyolításra vonatkozott, melynek irányt szabott, meghatározott a Megbízó által szolgáltatott induló adatok sora.

Megbízó által szolgáltatott induló adatok:

- Műszaki feltételrendszer (tender)
- Jogerős építési engedély
- A Tisza-híd "p" fázisú építési terve
- Geodéziai alappont rendszer
- Kiválasztott Vállalkozó
- Megkötött vállalkozói szerződés

2. A TISZA-HÍD MEGVALÓSÍTÁSÁTRA LÉTREHOZOTT MÉRNÖKI SZERVEZET



3. A SZEMÉLYZET FELADAT- ÉS HATÁSKÖRE A TISZA - HÍD ÉPÍTÉSE SORÁN

Projekt manager

- Irányítja és összehangolja a szervezet munkáját

Monitoring mérnök

- Rögzíti a Vállalkozó által benyújtott teljesítéseket, melyeknek valós tartalmát a létesítményi mérnök elfogadott.
- Az igazolt teljesítmények birtokában havi rendszerességgel ellenőrzi a Vállalkozó által kiállított számlákat.
- Nyilvántartja a kifizetett és fizetetlen számlákat.

Beton technológus

- A Vállalkozó által jóváhagyásra benyújtott, a létesítményi mérnökök valamint a szakértők által véleményezett technológiákat felülvizsgálja és jóváhagyja, szükség esetén észrevétellel visszaküldi.
- Részt vesz a minőségi és termelési kooperációk vezetésében
- Feladata a projekten dolgozó betongyárak minősítése, beton receptek elfogadása.
- Betonacél mintavétel a gyártó telephelyén

Szakértők

Hegesztő mérnök

- Acélszerkezeti tervek és technológiák véleményezése
- Rendszeres műszaki ellenőrzés a Vállalkozó üzemében

Geotechnikai szakértő

- Szakterületén véleményezi az építési tervek "p", "i" és "f" fázisait
- Részt vesz az építés során felmerülő alapozási kérdések tisztázásában.

Szakmai jelenléte nélkülözhetetlen volt a 3. Mederpillér cölöphossz meghatározásánál

Szigetelés szakértő

- Döntő szerepe van a Vállalkozó által ajánlott szigetelő anyagok, védőaszfaltok típusának elfogadásában
- Felülvizsgálja, véleményezi a szigetelés és a védőréteg beépítési technológiákat.
- Felülvizsgálja, véleményezi a sókorrozió elleni védőbevonat típusát és beépítési technologiáját.

Geodéta

- Ellenőrzi a Vállalkozó által kitűzött hídtengelyt.
- Ellenőrzi a Vállalkozó által kitűzött tengely és sarok pontokat az összes szerkezeti elem vonatkozásában.
- Feladata a megépült pillérek távolságának és a saruszintek ellenőrzése.
- Részt vett a szerelőtéren összeállított acélszerkezet behúzás előtti ellenőrző mérésében.
- Rendszeresen részt vett az ütemekben betonozott pályalemez alakmérésében.
- Jelenléte nélkülözhetetlen volt az eltérést mutató hidas és utas alappont-rendszer hibáinak kijavításában.

Helyszíni mérnökök

- Területükön felülvizsgálják a "p" "i" és "f" fázisú építési terveket, érvényt szereznek a Hatósági előírásoknak, valamint a Megbízó és a Kezelő észrevételeinek.
- A tervészrevételek egyeztetése alkalmával rendszeres kapcsolatban vannak a tervezővel.
- Felülvizsgálja és véleményezi a Vállalkozó által elfogadásra benyújtott technológiákat.
- Feladatuk a helyszíni műszaki ellenőrzés, melynek keretében támaszkodnak a geodéta és a Megbízó által foglalkoztatott ellenőrző laboratóriumok méréseire.
- Betonacél mintavétel a gyártó telephelyén
- Felmérési naplók, teljesítések igazolása.

A helyszíni mérnöknek kellő rálátása és beleszólási joga van tervezéstől a létesítmény átadásáig a megvalósítás minden fázisára .Az ismertetett munkamódszer - tapasztalatunk szerint- az építmény javára szolgál.

4. AZ ÉPÍTÉS NEVES DÁTUMAI

Munkaterület átadás :		2000. Aug.	
Munkakezdési engedély:		2000. nov. 3	
Alapozás, alépítmény:		2000. nov -2001. nov.	MAHÍDRt
Felszerkezet:	gyártás:	2001. Május - 2001. aug.	GANZ Rt – KÖZGÉP Rt
	szerelés	2001. szept -2001. dec.	GANZ PILLÉR KFT
	beúsztatás:	2001. nov 17 É-i híd	GANZ PILLÉR KFT
		2001. dec 17 D-i híd	GANZ PILLÉR KFT
	acélszerk. beállítás	2002 január-február	GANZ PILLÉR KFT
	sarura helyezés	2002 márc. 12-től júl. 12-ig	GANZ PILLÉR KFT
	Pályalemez betonozás támaszmozgatással:		
		2002 márc. 29-jún. 20-ig.	MAHÍD Rt
Átadás tervezett időpontja:		2002 november	

5. A TISZA-HÍD ÉPÍTÉSE SORÁN RENDSZERESÍTETT SZAKMAI FÓRUMOK, MEGBESZÉLÉSEK.

- Minőségi kooperáció
- Termelési kooperácio
- Operativ kooperácio

6. A MEGVALÓSÍTÁS KÖZBEN FELMERÜLT EMLÍTÉSRE MÉLTÓ PROBLÉMÁK TANULSÁGA

TERVVÁLTOZTATÁSOK

A Vállalkozó kérésére, a Megbízó egyetértésével, változott a meder és ártéri-hidak alapozása A Soil-mec cölöpök helyett a meder –híd vonatkozásában un BAUER cölöpök épültek (nagyátmérőjű, béléscső védelme mellett készített fúrt cölöp), az ártéri hidak esetében Franki cölöp alapozás készült. A cölöpök teherbírását a Mérnök által elrendelt önálló Bauer és Franki cölöppróba terheléssel és kiértékeléssel igazolták.

A különböző alapozással (1,2 átmérőjű fúrt cölöp ill. 0,60 m átmérőjű Franki cölöp) készült meder és ártéri hidak alaptesteinek, a terhelés hatására bekövetkező alapváltozását, folyamatos geodéziai mérések biztosításával lehetett egyensúlyban tartani, ill. operatív beavatkozással az alaptestek között megkíván max. 2 cm süllyedéskülönbséget biztosítani.

Helyes változtatásnak bizonyult a felsőszakasz jellegű folyóban az előregyártott vb. pillérköpeny helyett a mederfenékbe bekötött szádfallal körülhatárolt munkagödör kialakítása. A 2001. év tavaszán levonuló Tiszai árvíz a sodorvonalban lévő mederpillérnél a mederfenék szinten kb. 1,0 m-es kimosást okozott, de a megfelelő befogással rendelkező szádfal állékony maradt. A műszakilag célszerűbb változtatásokat a „Mérnök" minden esetben támogatta.

ÉPÍTÉSI VÍZSZINT

2000 novemberében kezdődött a cölöpözés. A Vállalkozó és a Mérnök még a decemberi ünnepek között is műszakot szervezett, melyet egy árhullám meghiusított. 2001 tavaszán ismét menekíteni kellett a gépeket az ártérből.

A mederpillérek alapozása és a felmenőfal építése során folyamatosan gondot okoztak a kisebb árhullámok, melyek a műszigetek ill. a munkatér elárasztásával a cölöpözést és a pillérek építést hátráltatták.

Az alapozás – alépítményi munkák során hiányzott egy olyan változó vízszintekre tervezett technológia, amely a levonuló kisebb-nagyobb árhullámok esetén is lehetővé teszi a folyamatos és biztonságos munkavégzést.

MAGYARORSZÁG ELSŐ HELYSZÍNEN HEGESZTETT KÖZÚTI HÍDJA

Az öszvér felszerkezet egyedi megoldásokat tartalmaz

- A helyszíni illesztések, egy kivétellel, hegesztett kivitelben készültek. A főtartó gerinc vízszintes illesztése NF csavaros kötéseket tartalmaz.
- Hazánkban először terveztek és gyártottak hídépítésben S 355NL minőségű övlemezt az MSZ EN 10113 szerint.
- A beépített és helyszínen hegesztéssel illesztett S 355 NL minőségű anyagok vastagsága 100 – 150 mm. Hídépítésben ez még hazai viszonylatban nem fordult elő.

CÖLÖPALAPOZÁS

Végig béléscső védelme mellett készültek el az 1.2 m átmérőjű, cölöpök, mind a Tisza-mederben, mind pedig az ártéren. A zagy nélküli, környezetbarát cölöpkészítési technológiát eddig nem alkalmazták Magyarországon, hídépítés során.

AZ ACÉL FELSZERKEZETBEN REJLŐ ELŐNYÖK

A acél szerkezet szerelő jellegű, igen magas készültség érhető el az üzemi gyártás és a helyszíni előszerelés során. Az időjárás és a folyó vízjárása okozta időveszteségeket az üzemben és a szerelőtéren gyártott és elhelyezésre előkészített felszerkezettel csökkenteni lehetett. Ortotróp pályalemezes szerkezettel az építési idő tovább csökkenthető. A Tisza-híd védőbevonata az üzemben és a szerelőtéren 70 %-ban elkészült. A felszerkezet statikai és dinamikai viselkedésének jobb feltárása érdekében a BMGE bevonásával, a tervező és a kivitelező modellkísérleteket végzett. Ezen kísérletek segítségével került meghatározásra a pályalemez betonozásának üteme. A pályalemez betonozás során a szerkezet egyidejű mosása nem volt teljes értékű. Esztétikai okokból a főtartók még egy réteg bevonatot kapnak. Ortotróp szerkezet esetében a bevonat a betonozáskor nem károsodik.

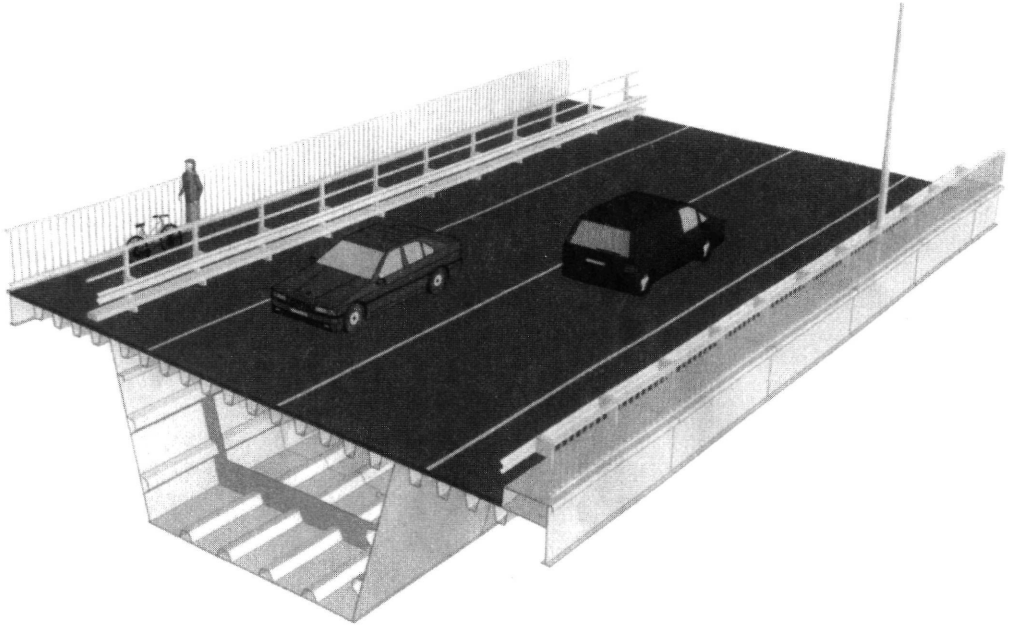
AZ M9 AUTÓÚTON ÉPÜLŐ SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD ENGEDÉLYEZÉSI ÉS FELSZERKEZETI TERVÉNEK KÉSZÍTÉSE

Mátyássy László vezérigazgató, Pont-*TERV* Rt

ÖSSZEFOGLALÓ

1. BEVEZETŐ

Az M9 autóút és egyben a térség legjelentősebb műtárgya a Dunát Szekszárd térségében áthidaló szerkezet. A híd terveinek elkészítésével már a kilencvenes évek első felétől foglalkoztak a tervezők. Korábban 180 m-es nyílásokkal hidalták volna át a Dunát, ez a változat azonban túl költséges lett, így meg sem valósulhatott.



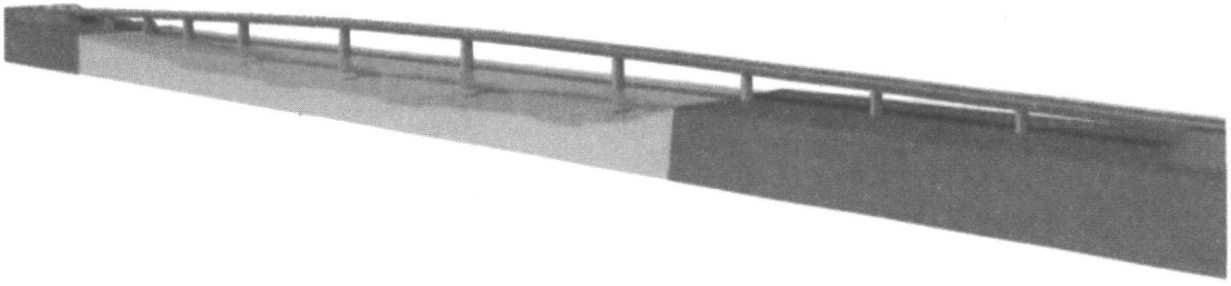
1. ábra A mederhíd szerkezete

A vízügyi és hajózási szempontok figyelembe vételével a folyómeder áthidalására végül elegendőnek bizonyult 3 * 120 m fő nyílású híd, melyet az UVATERV Rt feszített beton szerkezettel tervezett.

2.AJÁNLATI ÉS ENGEDÉLYEZÉSI TERV

2000 nyarán a Ganz Acélszerkezetek Rt ajánlati tervet nyújtott be, melyben a megrendelő kívánsága szerint ortotrop pályalemezes acélhid változatot javasolt. Az ajánlati tervet a Pont-*TERV* Rt készítette. A megbízó NA Rt egyszerű vonalvezetésű, egységes megjelenésű,

gazdaságos hidat kívánt építtetni. Ennek az igénynek szekrényes keresztmetszetű, párhuzamos övű szerkezettel tudtunk eleget tenni.

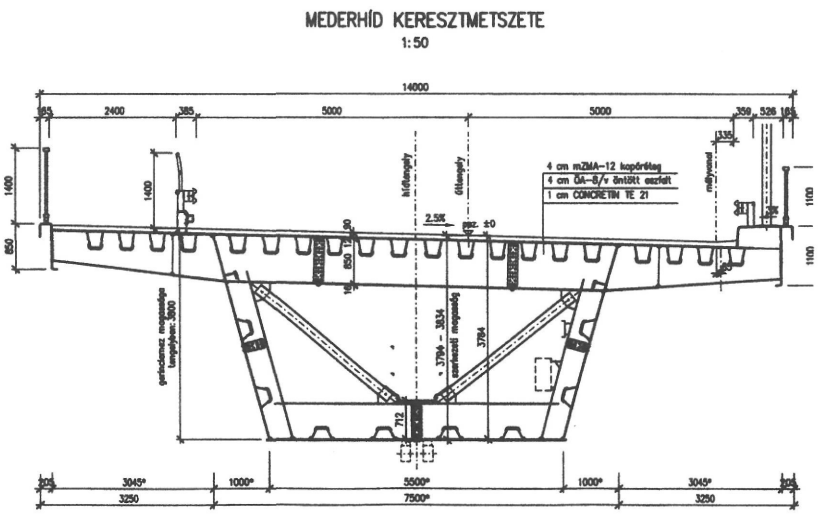


2. ábra Az ajánlati terv látványképe

A három fő medernyíláshoz 1-1 80 m-es szélső nyílás csatlakozik. A költségek csökkentése érdekében a 3*65 m nyílású ártéri hidak a mederhídhoz hasonló megjelenésű, de öszvér szerkezettel készülnek. Az is a megrendelő kívánsága volt, hogy a különböző szerkezeti részek egységesen jelenjenek meg, ez indokolja az öszvér híd szokatlan szegély kialakítását.
Az engedélyezési és kiviteli tervek elkészítésére a két tervező cég együtt kapott megbízást, a Pont-*TERV* Rt az engedélyezési és a mederhíd felszerkezet kiviteli terveit, az UVATERV Rt az ártéri hidak és az alépítmények kiviteli terveit készítette.

2. A FELSZERKEZET FŐBB JELLEMZŐI

Mindkét felszerkezet szekrényes keresztmetszetét ferde gerincek határolják, melyeket a 4 m-ként kereszttartók tagolnak. A gerinceket és a fenéklemezt hosszirányban trapéz keresztmetszetű hajlított bordák merevítik. A támasz és vég-kereszttartók tömör kialakításúak, és a saruk és emelőhelyek megtámasztására is szolgálnak.
A pálya kialakításánál figyelemmel kellett lenni a későbbi autópályává bővítés lehetőségére, amikor a jelenlegi kerékpárút is a kocsipálya részévé válik.



3. ábra A mederhíd keresztmetszete

Mindkét hídszerkezetnél nem kis fejtörést okozott, hogy a belső szegélyt az autópálya teljes kiépítésekor el kell távolítani és a jelenlegi szegély megoldást át kell alakítani. Mindez rendkívül nehézzé tette a kerékpárút melletti szegély konstruktív kialakítását.

3. AZ ACÉLSZERKEZET SZERKEZETI MEGOLDÁSAI

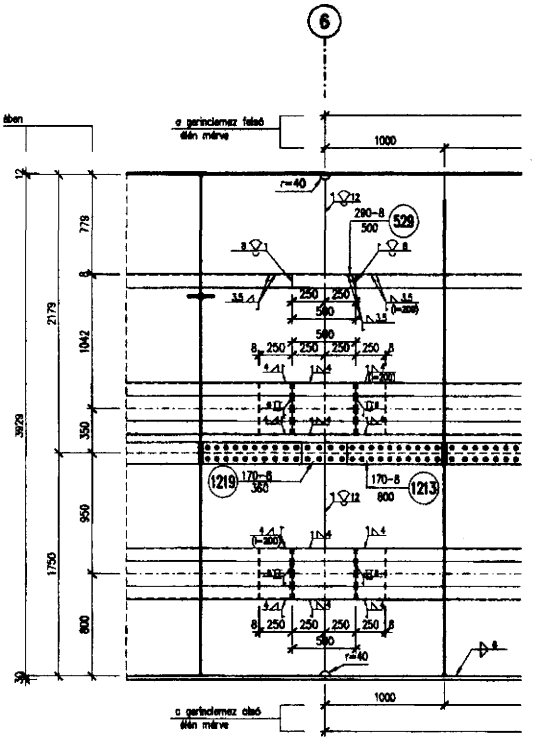
A felszerkezetek építése a tervezésre is lényeges hatással volt. A szerelés ugyanis tulajdonképpen a csepeli szerelőtelepen történik, majd innen öt darabban szállítják a hidat az építés helyszínére.

Ez a technológia lehetővé teszi, hogy a magyar hídépítésben eddig még nem alkalmazott megoldásként az ortotrop híd Csepelen készülő keresztirányú illesztéseit teljesen hegesztve készítsék el, csak a szekszárdi helyszínen készülő illesztéseknél alkalmazunk NF csavarokat.

A hosszillesztések gyártástechnológiai okokból továbbra is NF csavar segítségével készülnek.

A csepeli szerelés és a fenéklemez hegesztett illesztése a gazdaságossági szempontokon túl, külön-külön is a minőség javítását és a tervezett hídalak jobb megközelítését teszi lehetővé.

A hegesztett illesztéseknél mind a gerincek, mind a fenéklemez trapéz szelvényű merevítő bordáit utólag behegesztett un. „ablakos" megoldással terveztük.



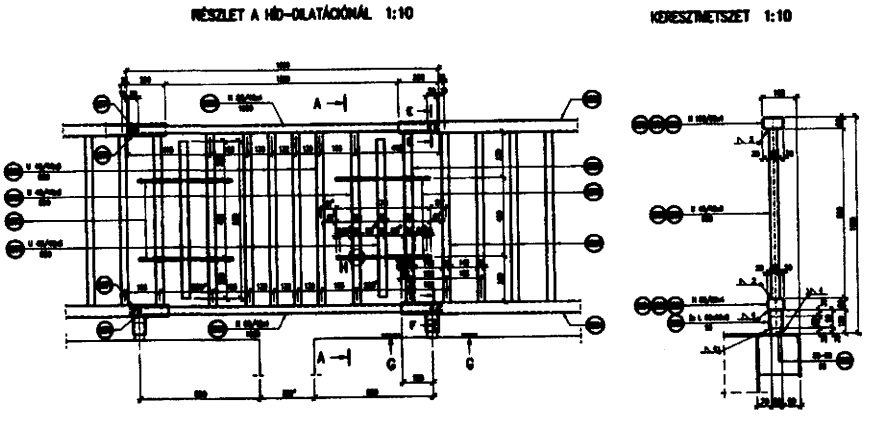
4. ábra A főtartó hegesztett illesztése

A támasz és végkereszttarókra „T" szelvényű merevítéseket kerültek, melyek a saruk hőmozgásból származó külpontosságból keletkező erőket képesek bevezetni a főtartóba.

4. TARTOZÉKOK KIALAKÍTÁSA

A hídon épülő közvilágítás szerelvényei a kereszttartók kiosztásához alkalmazkodnak..

A korlátok horganyzott kivitelben készülnek, ezt már a tervezésnél is figyelembe vettük.

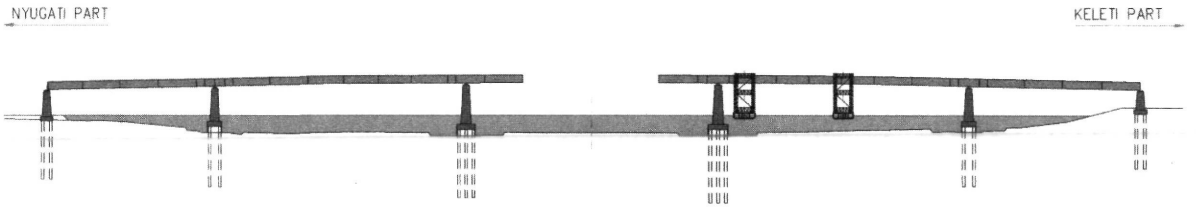


5. ábra Külső korlát a dilatációnál

Igyekeztünk az új szabvány előírásainak megfelelő, horganyzásra tervezett korláttípust kialakít, ezért nyitott, vagy végeiken nyitott zárt szelvényeket alkalmaztunk, és lehetőség szerint kerültük a helyszíni hegesztéseket.
A belső szegély kialakításánál a hagyományos, elrendezés nem látszott célszerűnek, A szekrényes szerkezetű híd zárt belső terét technológiai és hídfenntartási okokból nyílásokkal törtük át, melyeket a madarak ellen hálókkal védünk. Ezek a nyílások szellőztetik a szekrényt és így a korrózióvédelmi rendszert hatákonyan egészíthetik ki.
A belső terek vizsgálatát belső üzemi járda teszi lehetővé, melynek hajlított lemez szelvényét a kereszttartók támasztják alá.

5. A MEDERHÍD SZERELÉSI TECHNOLÓGIÁJA

A mederhíd acélszerkezetét a Ganz csepeli szerelőtelepén öt részletben állítják össze. Az eddigi szokásoktól eltérően az előszerelt hidat nem szedik szét, hanem úszó – emelő



6. ábra A negyedik egység szerelése

szerkezetre csúsztatják és egyben úsztatják le a Dunán az építés helyszínére. Itt az emelő szerkezet felemeli és a pilléreken elhelyezett sarukra teszi a hídrészt. Az újabb szakaszok beemelésekor a támaszok emelésével ill. süllyesztésével a véglapokat összeforgatják, és az elemeket feszültségmentes állapotban erősítik egymáshoz.
A korábbi gyakorlatnak megfelelően a szerelés minden fázisát, kezdve a csepeli szerelőtelepen történő vízre helyezési manőverektől , a helyszíni emelési és összekapcsolási műveletekig részletesen megterveztük és statikai számítással ellenőriztük. Lényeges része a tervezői munkának a mindenkori hídalak meghatározása, melyet az építés közben folyamatosan ellenőrizni kell. A szerelés közben az alátámasztási viszonyok változása a felszerkezet kialakítására is visszahatnak, ezért a végleges tervek elkészítéséhez ezeket a vizsgálatokat el kellett végezni.

ÚJSZERŰ FELADATOK AZ M9 AUTÓPÁLYA SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD MEDERHÍDJA ACÉLSZERKEZETÉNEK GYÁRTÁSÁNÁL

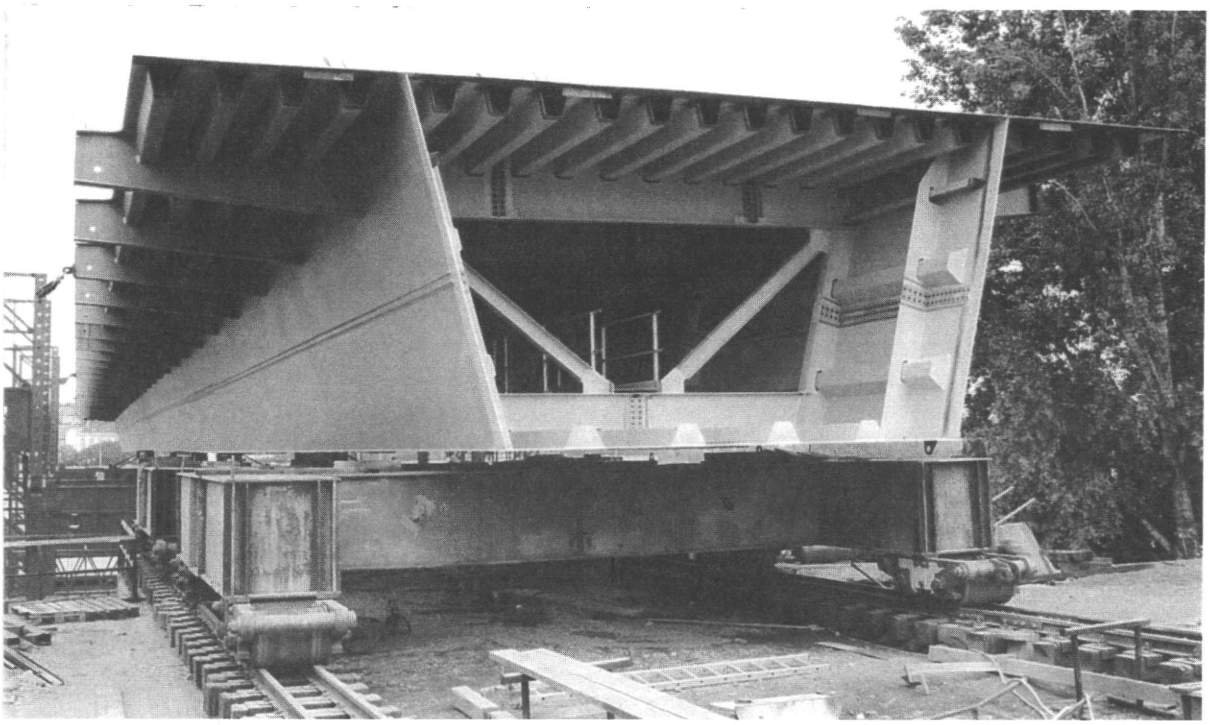
Dr. Domanovszky Sándor
Széchenyi Díjas
Minőségügyi és Hegesztési Igazgató
Ganz Acélszerkezet Rt.

ÖSSZEFOGLALÓ

A 43. Hídmérnöki Konferencián a 2003 közepén átadásra kerülő szekszárdi Duna-híd megvalósításának fontosabb mozzanatait az abban résztvevők bemutatják. Ezek sorába kíván illeszkedni jelen tanulmány írója a címben jelzett témakörrel, mely azért tarthat érdeklődésre igényt, mert a gyártás és különösen a hegesztés terén, a korábban épült hidakhoz képest számos új feladat megoldását igényelte.

1. BEVEZETŐ

A szekszárdi 520 m hosszú, ötnyílású (80+3x120+80 m) folytatólagos gerendahíd párhuzamos övű, ortotróp pályaszerkezetű, ferde gerincű, szekrénytartós, egycellás, korszerű konstrukció (1. kép). Hozzá hasonlót az elmúlt két évtizedben már többet építettünk.



1. kép Egy összeszerelt 107 m hosszú hídszakasz a behúzópályán

Ez a híd azonban a korábbiakhoz képest több vonatkozásban rendkívüli előrelépést jelent. Ezek sorából kiemelkedik a – más előadásokban ismertetett – különleges szereléstechnika. Nagy könnyebbség, hogy egy-egy – többnyire 18 m hosszú – gyártási egység pálya-, gerinc- és fenék-lemez elemei, továbbá az ortotróp szerkezet trapézbordái gyári illesztés nélkül, egy darabból kerületek beszerzésre (import útján). Újszerű az is, hogy egy-egy 107, 120 m-es beemelési szakasz minden fontos kötése hegesztett, sőt a pályalemez és az alsó öv tompavarrata – az eddig szokásos acél alátétlemez helyett – kerámia fürdőbiztosítással készül. Jelentős változás, hogy valamennyi hegesztett szerelési illesztés – a szolnoki közúti Tisza-hídhoz hasonlóan, de 40 esztendő után először – szereléskor kerül pontos méretre vágásra (ily módon a varratok mérete kisebb, a kötés minősége kiváló). Mindezek együttesen lehetővé tették, hogy a kb. 2.700 t önsúlyú szekszárdi mederhíd gyártása és szerelése – a szokásos két év helyett – 10 hónap alatt végrehajtást nyerjen (az utolsó – 66 m hosszú – hídegység beemelése 2002. október végére van előirányozva).

A továbbiakban a gyártás legfontosabb mozzanatait és a gyártási egységek hegesztett szerelési illesztéseinek kivitelezésénél szerzett tapasztalatokat adjuk közre.

2. ALAPANYAGOK

A mederhíd fő teherviselő szerkezeteit 20 mm falvastagságig S355J2G3, 30-50 mm között S355K2G3 minőségű, míg az alárendelt elemeket (kerékvetők, szegélytartók, keresztkötések stb. 20 mm vastagság alatt S235JRG2, felette S235J0 minőségű (MSZ EN 10025:1988) anyagból tervezték.

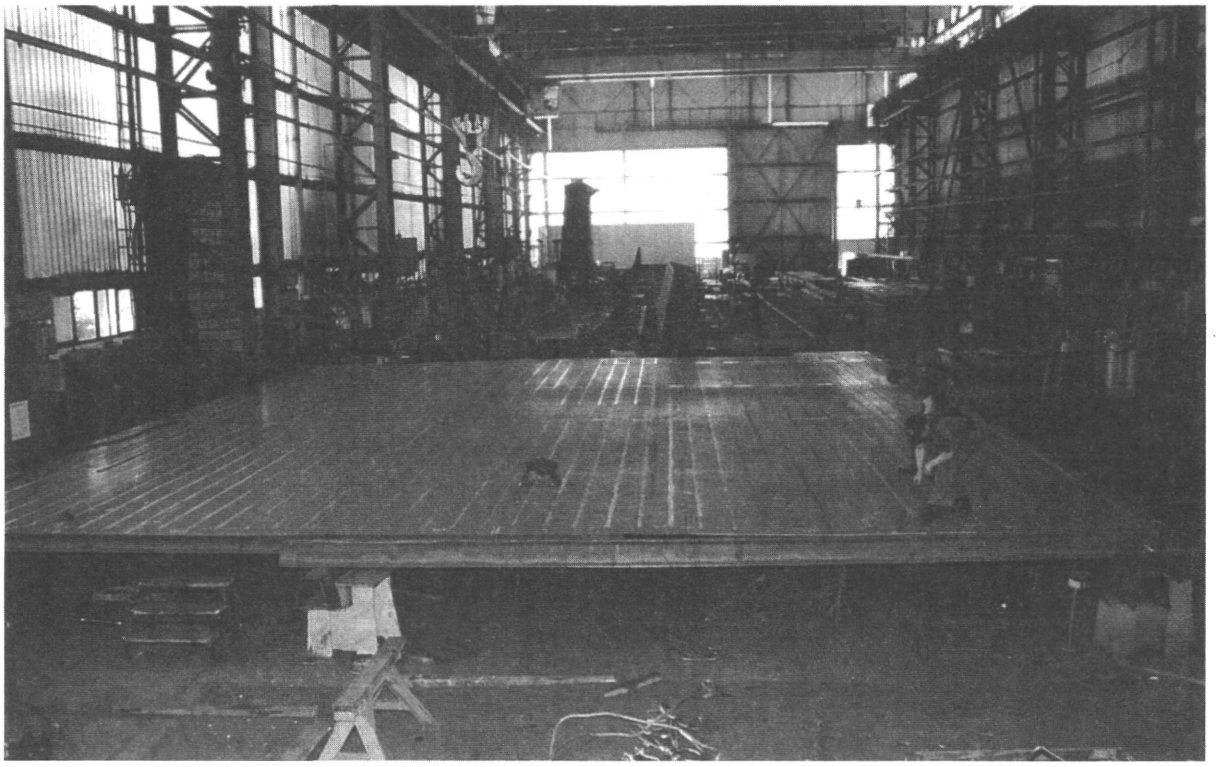
A mederhídhoz mintegy 2.600 t S355 szilárdságú, 10-50 mm falvastagságú lemezanyag került megrendelésre. Ebből 1.600 tonnát a VOEST-ALPINE STAHL Linz szállított 16,1-18,1 m hosszakban, 1,8-3,6 m szélességekkel. A műbizonylatokat értékelve, megállapítható, hogy a – 20°C-on végzett ütővizsgálatok eredményei a 30 mm feletti vastagságok esetében 140-207 J (átlag kb. 175 J), míg a 10-20 mm tartományban 29-205 J (átlag kb. 115 J) között mozogtak. A vékonylemezek kevésbé szívós volta annál inkább meglepő, mert mindkét csoportnál hasonló vegyi összetételű, üstmetallurgiával kezelt anyagot alkalmaztak (átlag: C= 0,17; S= 0,005). A 410 t mennyiségű, 18 m hosszú, hengerelt trapézbordát a finn RAUTARUUKKI cég szállította. A 8 mm vastag lemezek ütőmunka értékei 86-209 J között változtak (átlag 150 J). A kiváló minőség az üstmetallurgiai kezelésből fakadó alacsony kéntartalomnak tulajdonítható (C= 0,15; S= 0,006).

A kisebb méretű (max. 2,0x8,0 m) lemezeket a DUNAFERR Lőrinci Hengerműű Kft. és a DUNAFERR Acélművek Kft. szállította. Érdekes módon itt is hasonló helyzetet regisztráltunk, mint a VA anyagoknál. A 30-50 mm vastag lemezek 80-182 J közötti (átlag kb. 130 J), míg a 10-20 mm közé esők 24-236 J (átlag kb. 80 J) ütőértékeket adtak. A vegyi összetétel itt sem rossz (C= 0,16-0,19; S= 0,010-0,015), de feltehetően itt nem alkalmaztak üstmetallurgiai kezelést, ennek tudhatók be a gyengébb értékek és a tágabb szórásmező.

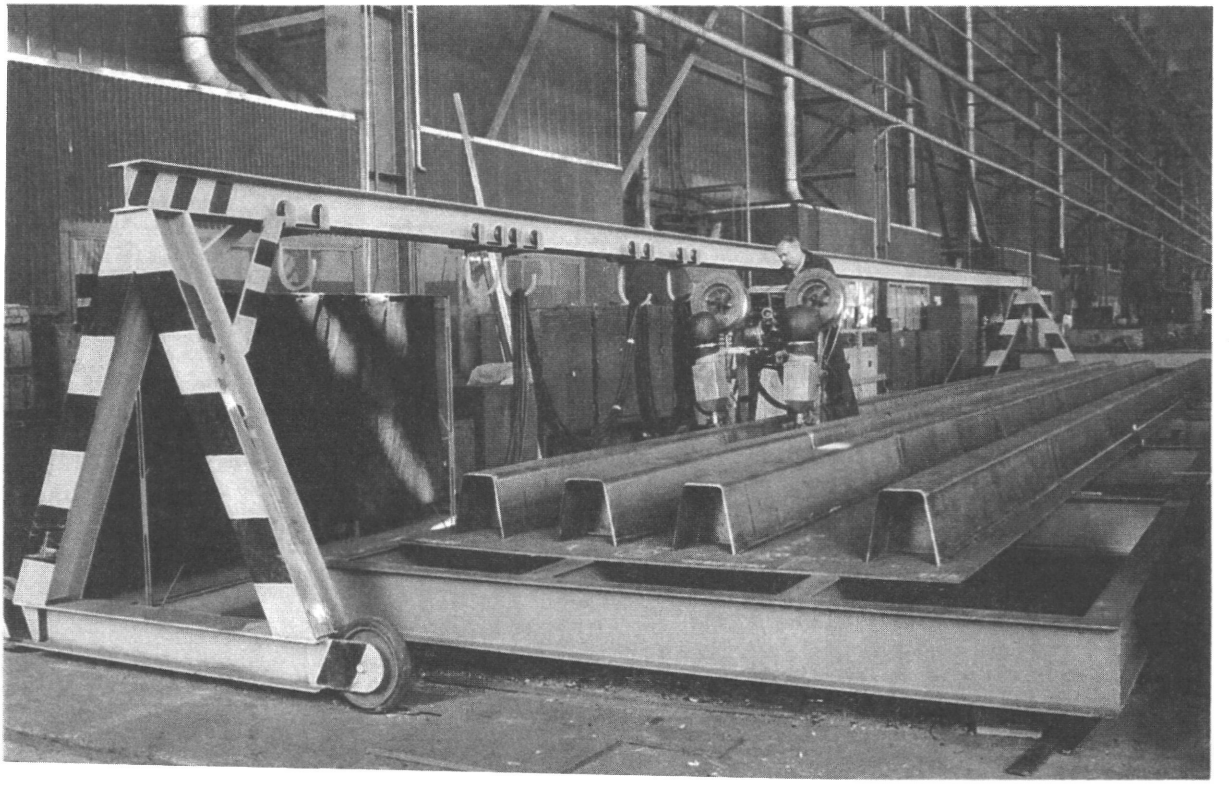
3. GYÁRTÁS

A Ganz Acélszerkezet Rt. az elmúlt két évtizedben sok hasonló hidat épített, így a gyártás során a már jól bevált technológiát alkalmazták. Ennek főbb mozzanatai:

- az egymáshoz csatlakozó lemezek kifektetése, a hossz- és keresztmerevítők helyének berajzolása a későbbi pontos illeszkedés biztosítása céljából (2. kép);
- a hosszmerevítő trapézbordák felhegesztése kétfejes fedettívű automatával előfeszített állapotban (3. kép);

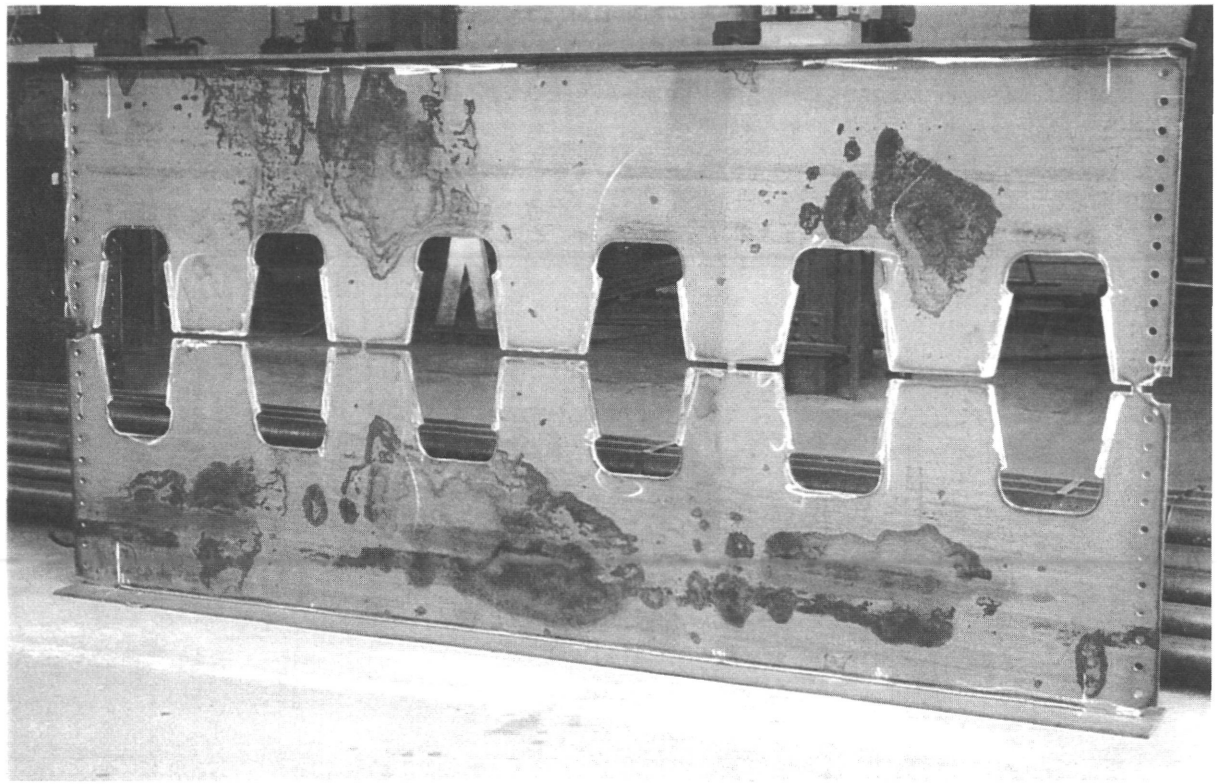


2. kép Egy hídszakasz pályatábláinak kifektetése a hossz- és keresztirányú merevítők helyeinek berajzolása céljából

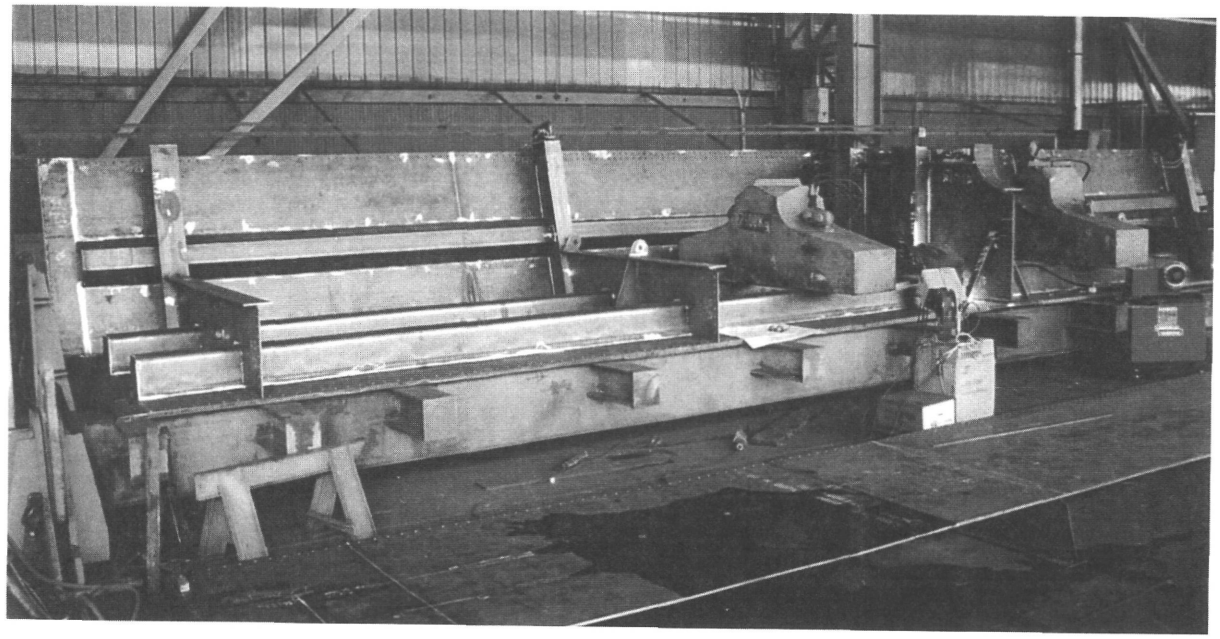


3. kép A hosszmerevítések felhegesztése kétfejes fedettívű automatával, előfeszítő padon

- a keresztmerevítők gerinceit – hőhidakkal – I tartóként párban darabolják és az övlemezeket is ilyen állapotban hegesztik fel fedettívű eljárással (4. kép);
- a panelegységeket állító-előfeszítő, bedöntő padokon építik és hegesztik össze MAG eljárással (5. kép);



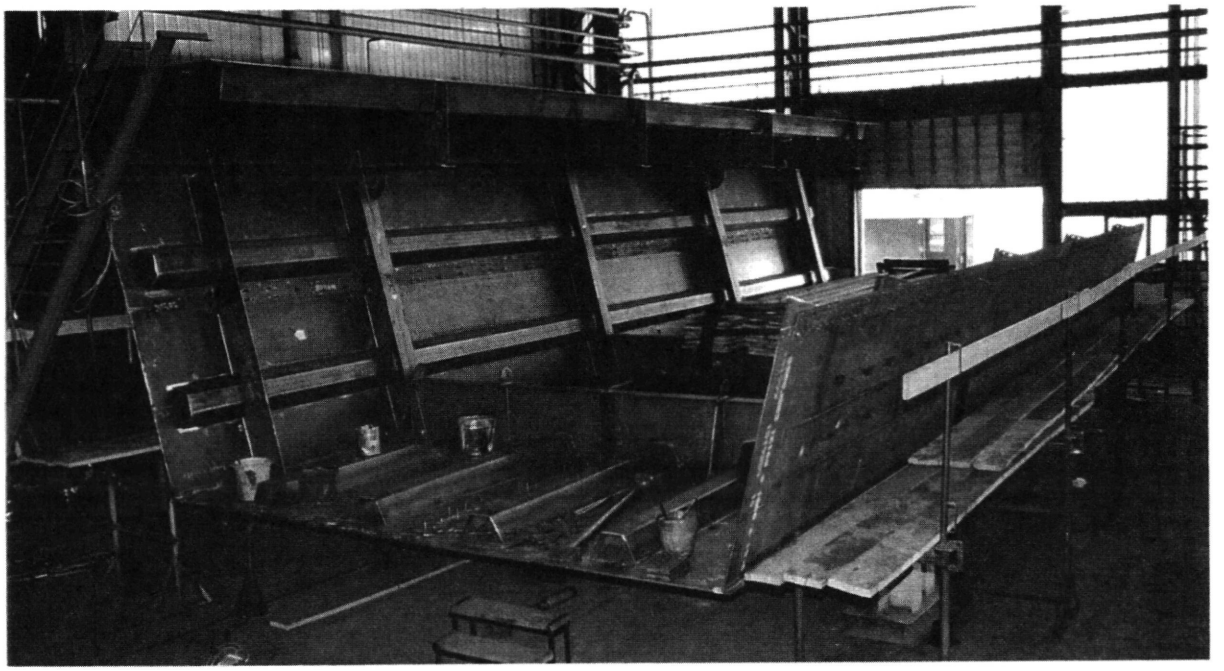
4. kép Az I-tartóként, hőhidakkal gyártott kereszttartó



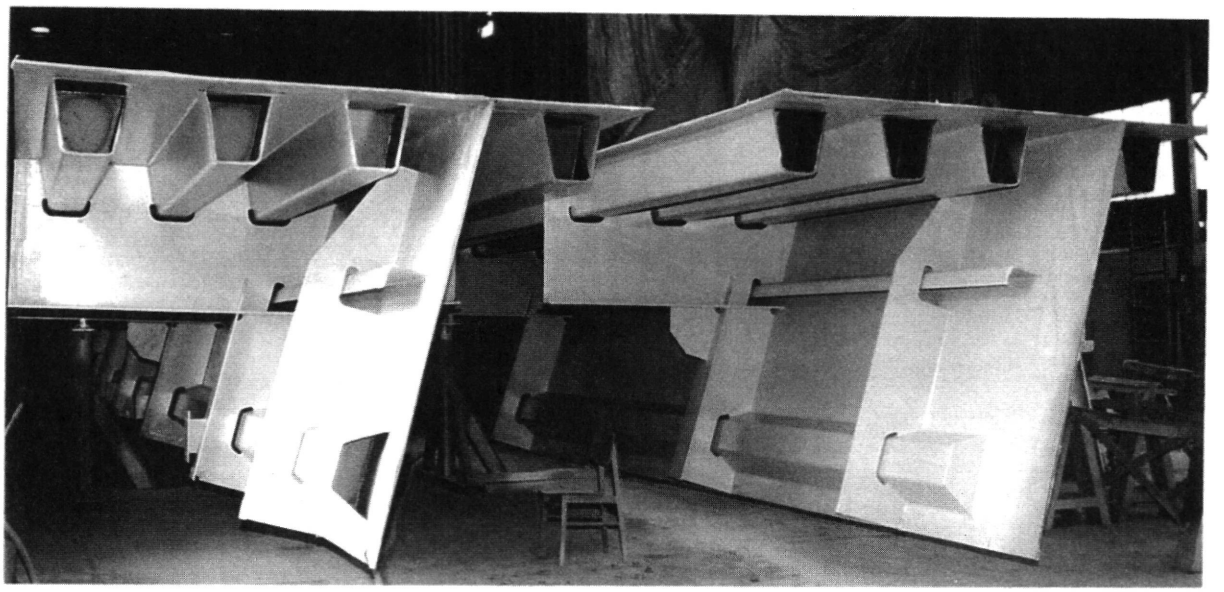
5. kép Egy panelelem (fenék és gerinc rész) keresztmerevítőinek behegesztése

- a hegesztett panelegységeket gondos lángegyengetésnek vetik alá;
- egy-egy keresztmetszetet teljesen összeállítanak (6. kép), bemérnek, beállítanak, majd az NF-csavaros illesztések furatait végleges átmérőre dörzsölik;
- a kész panelegységekre – szemcsetisztítás után – felszórják az alap- és a közbenső festékrétegeket, az NF-csavaros kapcsolatok súrlódó felületeit cink-fémszórással látják el a PANNONKORR Kft. festőüzemében (7. kép).

A fentiek szerint készre gyártott panel-egységeket trélerrel a Ganz BVG Kft. csepeli telephelyére szállítják.



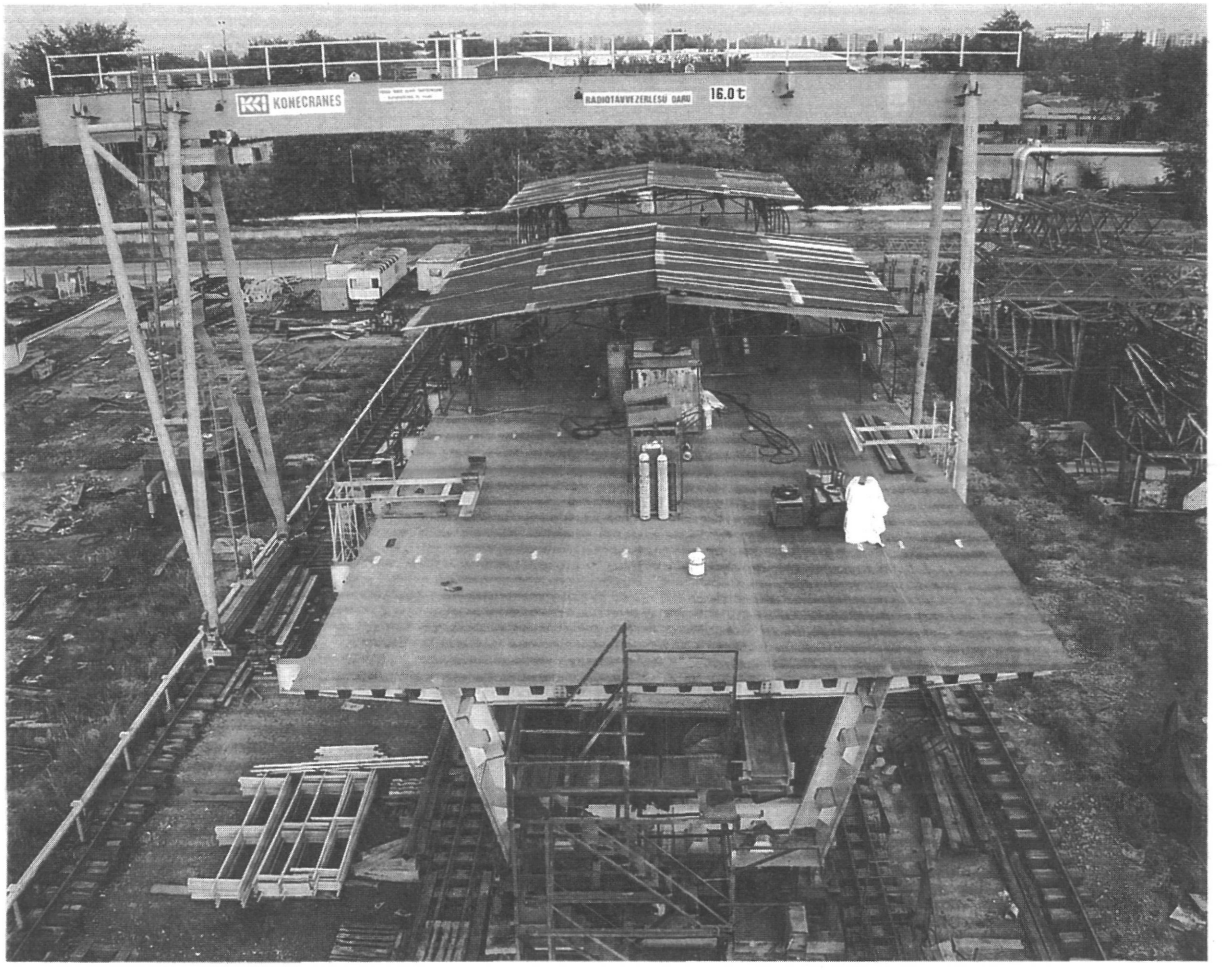
6. kép Egy hídszakasz üzemi előszerelés közben



7. kép A korrózióvédelemmel ellátott panelegységek (pályalemez-, gerinc rész)

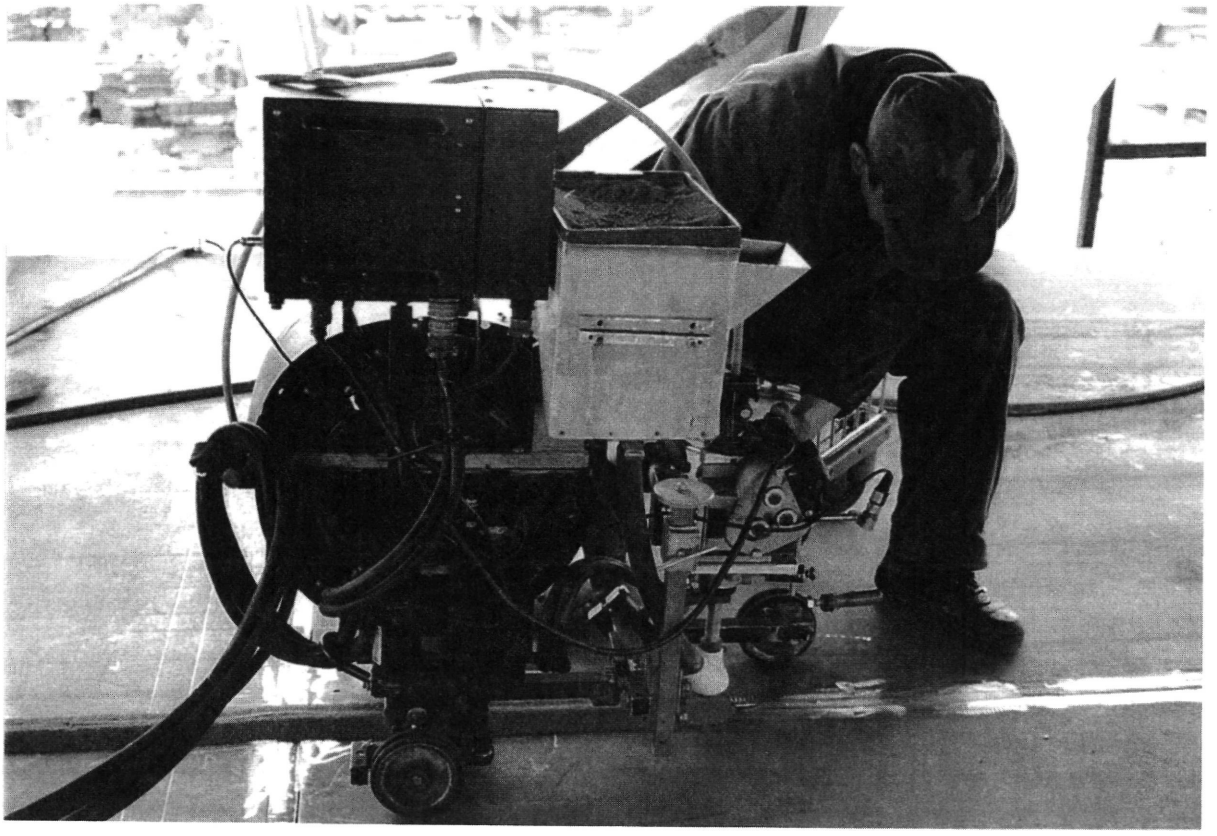
4. SZERELÉS

A gyártási egységek összeépítésére – az eddigi gyakorlattól alapvetően eltérő módon – a híd helyszínétől 140 km-re fekvő Ganz-BVG Kft. csepeli telephelyén rendezkedtek be. Itt két bakdaru segítségével, üzemi körülmények között, tető alatt, fólia védelem mellett (8. kép) lehetett elvégezni az illesztések hegesztési munkáit. Ennek főbb műveletei a következők voltak:

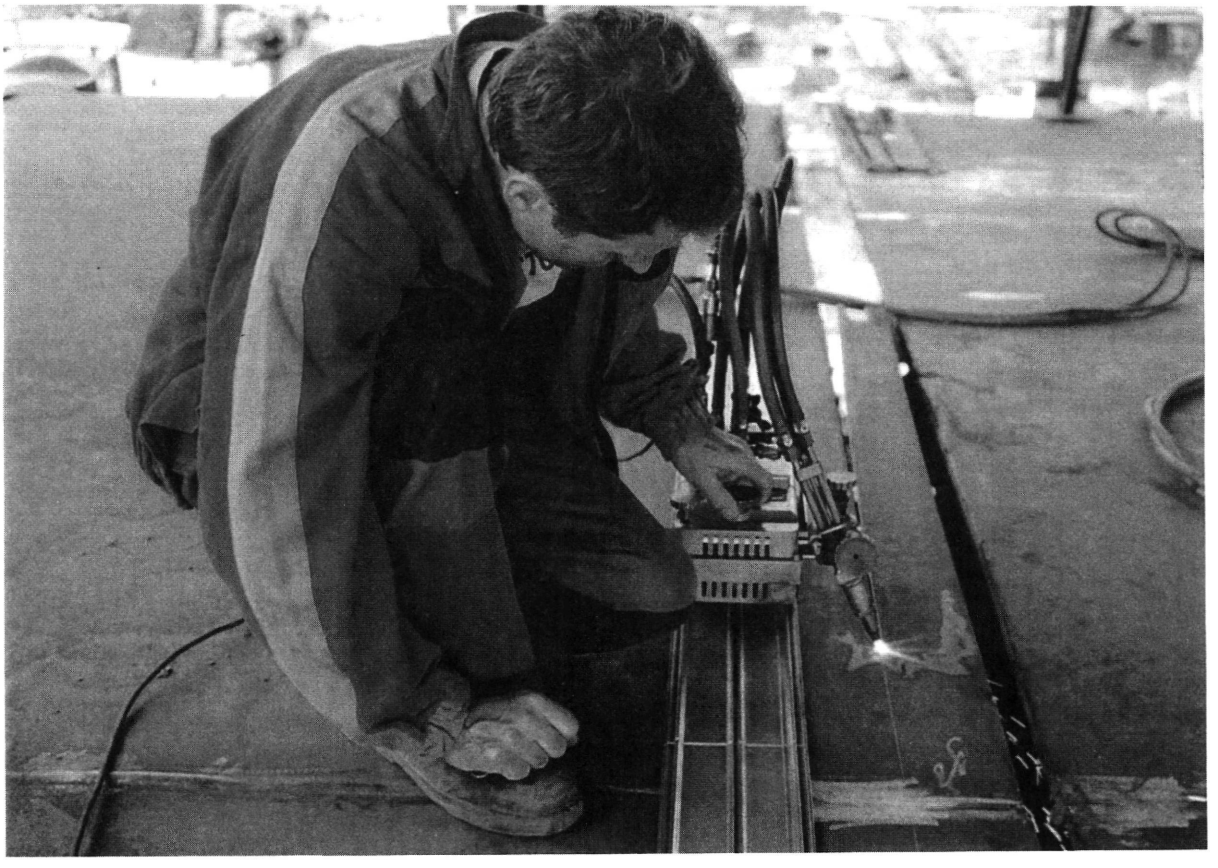


8. kép A hídszakaszok összehegesztése tető alatt, fóliavédelemmel

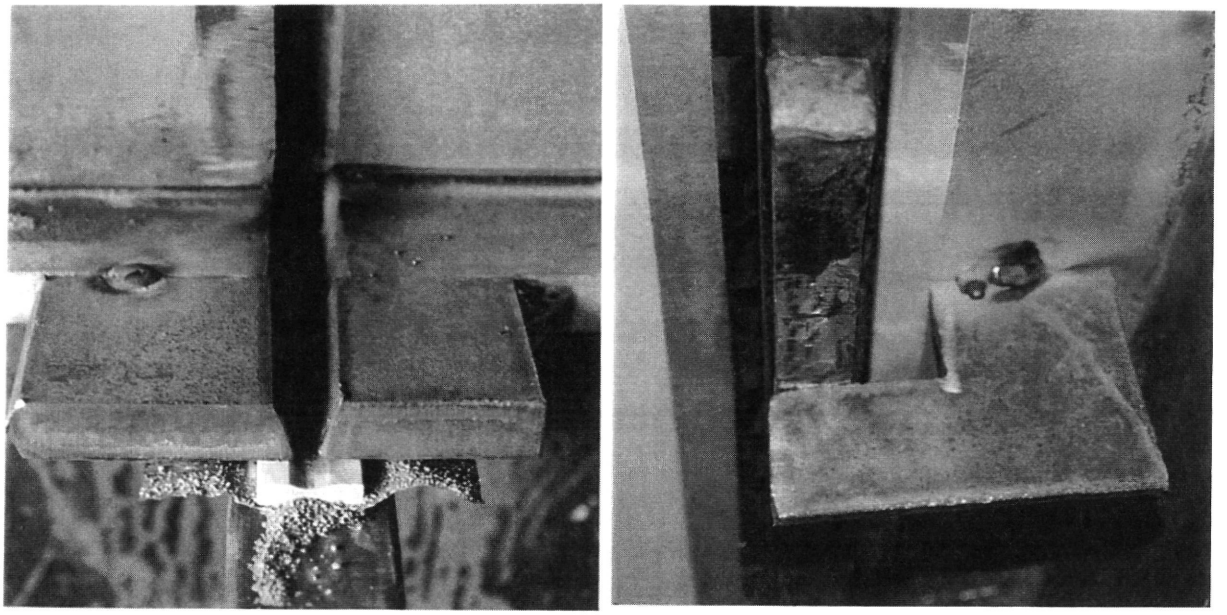
- egy-egy teljes keresztmetszet összeépítése, ideiglenes rögzítése az NF-csavaros kapcsolatokkal;
- a pályalemez hosszirányú illesztéseinek autogén szekátorral való pontos méretre vágása, majd acél alátétlemezek beépítése és a gyöksor védőgázas, a továbbiak fedettívű eljárással történő meghegesztése (9. kép);
- a kereszttartó övlemezek tompavarratainak elkészítése kézi ívhegesztéssel;
- a keresztirányú illesztések méretre vágása autogén szekátorral (10. kép);
- a két hídszakasz összehúzása és előbb a fenéklemez, majd a pályalemez keresztirányú tompavarratának elkészítése kerámia fürdő biztosítás beépítésével (11. kép);
- a keresztirányú tompavarratok a hosszirányúaknál alkalmazott technológiával történő meghegesztése (12. kép);
- a főtartó gerincek illesztéseinek kézi ívhegesztéssel történő elkészítése;



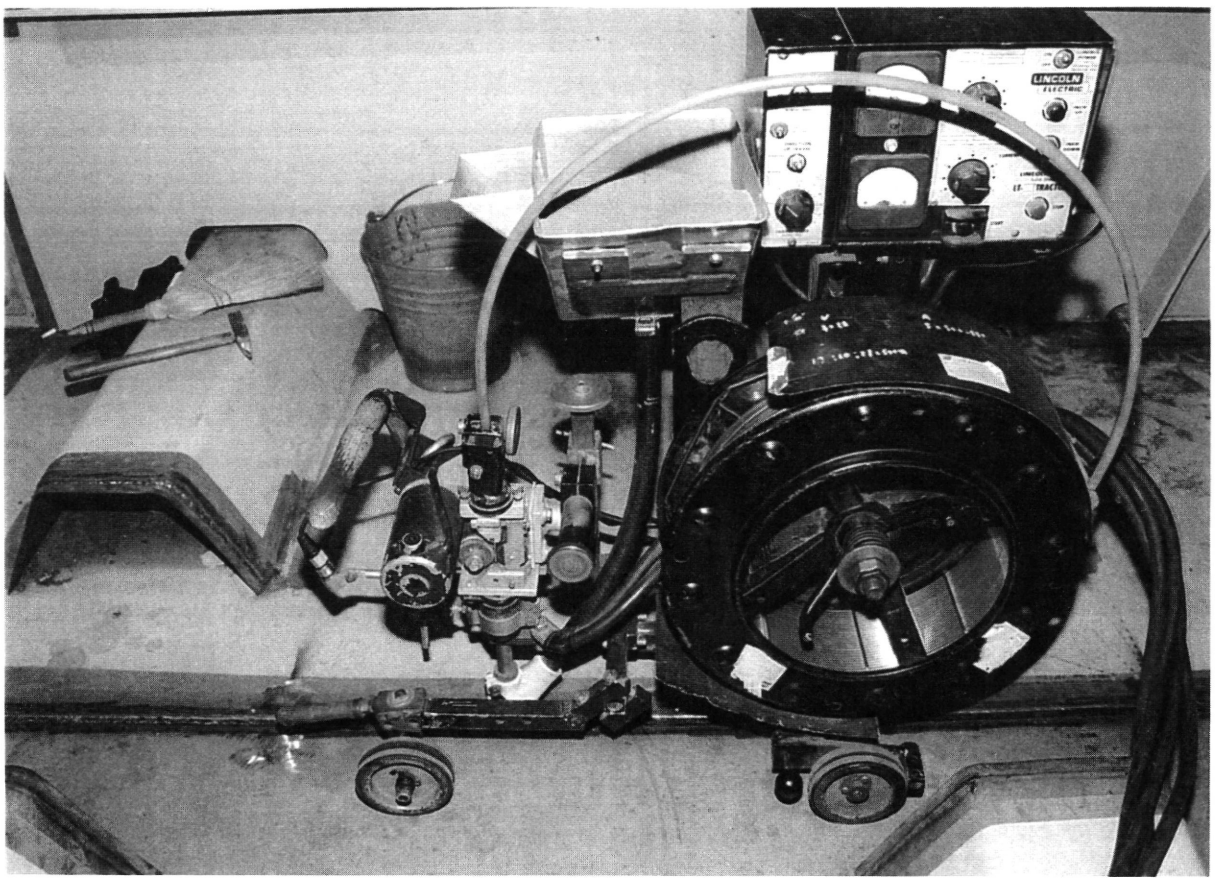
9. kép A pályalemez hosszvarratának hegesztése fedettívű automatával



10. kép A pályalemez keresztirányú illesztésének méretre vágása

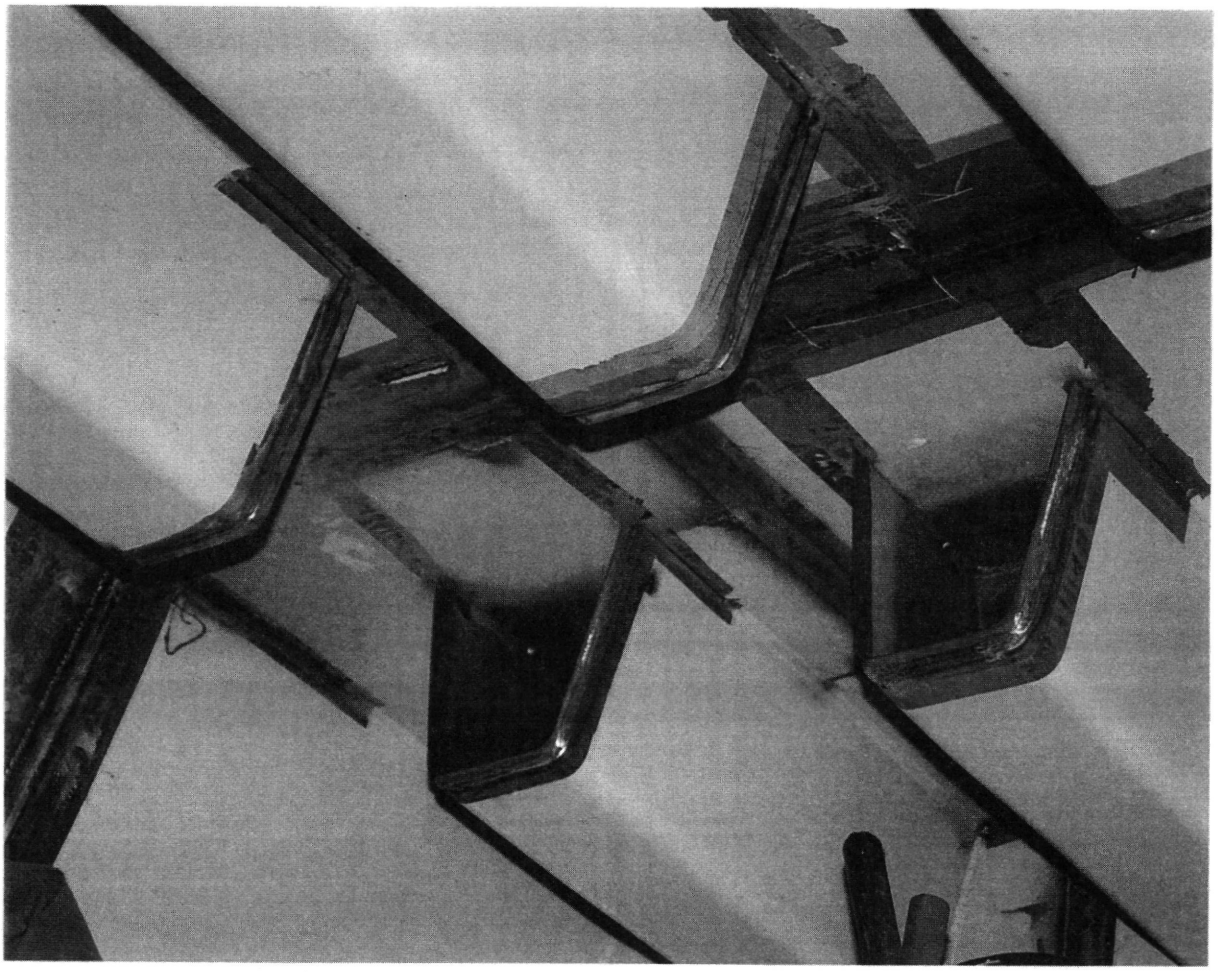


11. kép A kerámia alátét kamracsővel történő felszorítása a fenéklemez szélén és a két főtartó közötti szakaszon



12. kép A fenéklemez tompavarratának hegesztése fedettívű automatával

- a hosszirányú trapéz merevítések méretre szabása, majd acél alátétlemez alkalmazásával a tompakötések bevont elektródával való meghegesztése (13. kép).



13. kép A hosszirányú trapéz merevítések az illesztő „ablakelemek" elemek beépítéséhez előkészítve

A deformációk elkerülésére a tompakötéseknél mindenütt ideiglenes merevítő bordákat helyeztek el. Ezzel (és nem utolsó sorban a gyári rendkívül gondos autogén egyengetéssel) sikerült elérni, hogy a lemeztáblák minden korábbinál kisebb horpadásokat szenvedjenek, gyakorlatilag azok, még festett állapotban is, teljesen síkban vannak.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

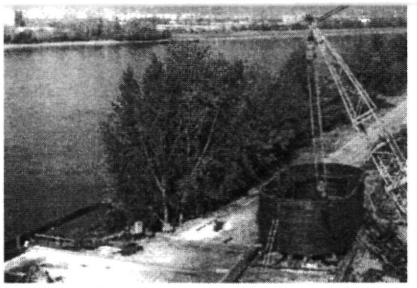
A fenti rendkívül tömör összefoglalóval és a bemutatott fényképekkel igyekeztünk rávilágítani arra, hogy a szekszárdi Duna-hídnál a gyártás és hegesztés területén számos új módszer bevezetésével sikerült a gyártási időt lerövidíteni és a minőséget jelentős mértékben javítani.

A Szekszárdi Duna-híd csepeli előszerelésének és helyszíni szerelésének legérdekesebb, legizgalmasabb kérdései

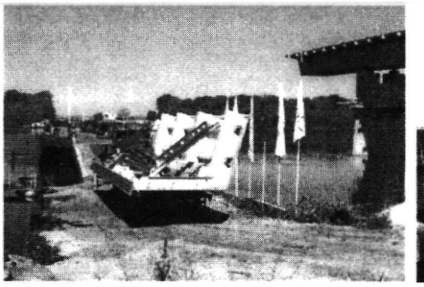
Gáll Endre
Főépítésvezető, Ganz-BVG Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

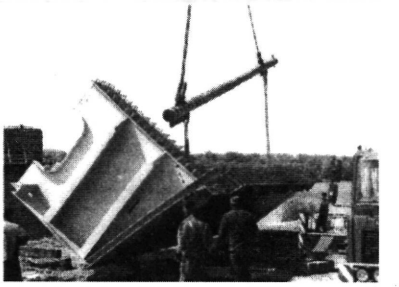
Cégünk a tárgyi híd szerelésének főszereplőjeként részt vett a mederhíd pillér-körülzárásainál használt acél sejt-elemek és őrfal-részek csepeli (1. kép) és helyszíni összeszerelésében, az ártéri öszvér-hidak acélszerkezetével kapcsolatos összes szállítási, rakodási, emelési, alátámasztási és állványozási feladat megoldásában, a hídtartozékok szerelésében, a teljesen acél szerkezetű mederhíd esetében pedig mindezek kiegészültek a csepeli összeállítás, beállítás, szabás, illesztéskészítés, nagy egységekben történő különféle mozgatások valamint a helyszíni illesztés készítés és az ahhoz szükséges állványozás, nagy egységekben történő mozgatások, beállítások munkálataival. Cikkünk az előkészítés és kivitelezés során felmerült szellemi és testi-lelki erőfeszítések és élmények mennyiségével arányosan igyekszik felvillantani az építés főbb mozzanatait a terjedelmi korlátokon belül.



1. kép. Acél sejt-elem szerelése



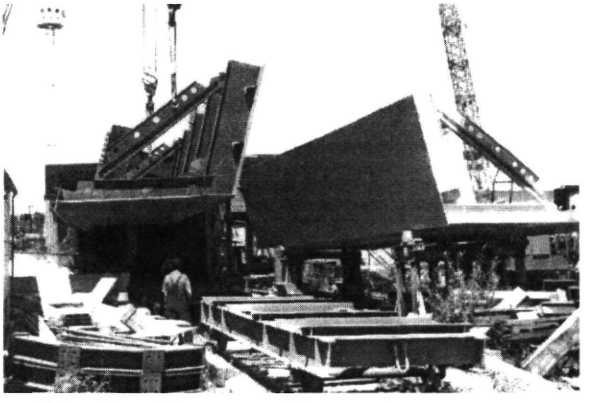
2. kép. Fekvő hídelem szállítása



3. kép. Talpra állítás

1. Az ártéri hídelemek szállítása, rakodása és beemelése

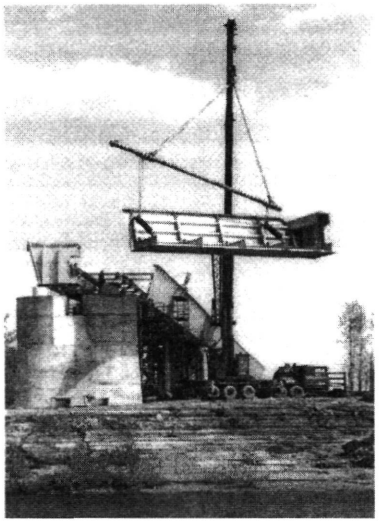
A kisebb támaszközök ellenére a közúti szállítási egységek itt nagyobbak és kényesebbek voltak, mint a mederhíd esetében, ugyanis mindössze 2 db alkotja a keresztmetszetet, és az arány lag magas és osztatlan ferde gerincek miatt a főtartókat fekvő helyzetben lehetett csak szállítani *(2. kép)*. A forgatási lehetőség *(3. kép)* és a mindenkori vízszintes helyzet *(4,5, 6, 8. kép)* biztosítására emelőfülek helyett lyuggatott emelőgerendákat alkalmaztunk *(2,4,5,8. kép)*, melyeket a csepeli revétlenítés és festés-alapozás alkalmával 2 daruval *(4. kép)*, a helyszínen többnyire 1 daruval és kötél-széttartó himbával kötöttünk meg *(5. és 6. kép)*.

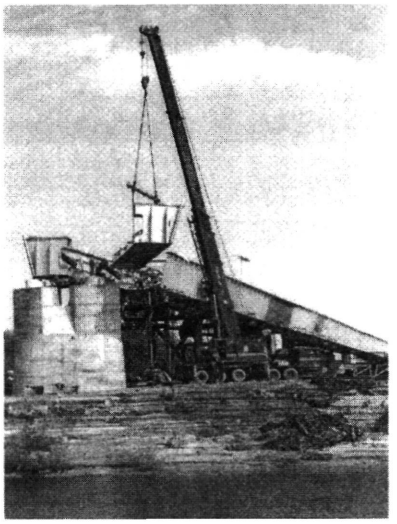


4. kép. Revétlenítés előtt és alapozás után

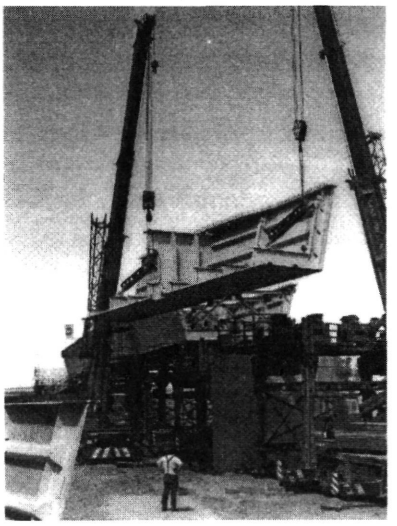
7. kép. Vízi szállítás 4-esével a jobbpartra

A távolsági szállítás tekintetében, egyrészt a hidanként 8 db, magassága miatt trélert igénylő, tömör kereszttartós egység miatt, de különösen a nehéz járművek számára megközelíthetetlen jobbpart vonatkozásában felmerült a vízi szállítás lehetősége illetve kényszere. Kikötő-ütemezési és uszály-kihasználási problémák miatt ez végül úgy módosult, hogy nem Csepelről, hanem csak szemből a balpartról, 4-esével és kamionostól, autódarustól történt a vízi szállítás *(2, 7. kép)*.





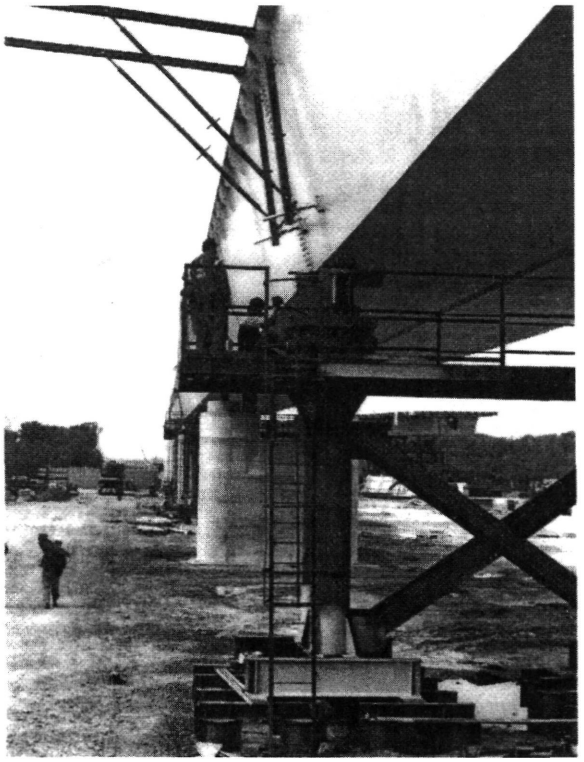
5. és 6. kép. A balparti híd utolsó elemének beemelése ápr.16.



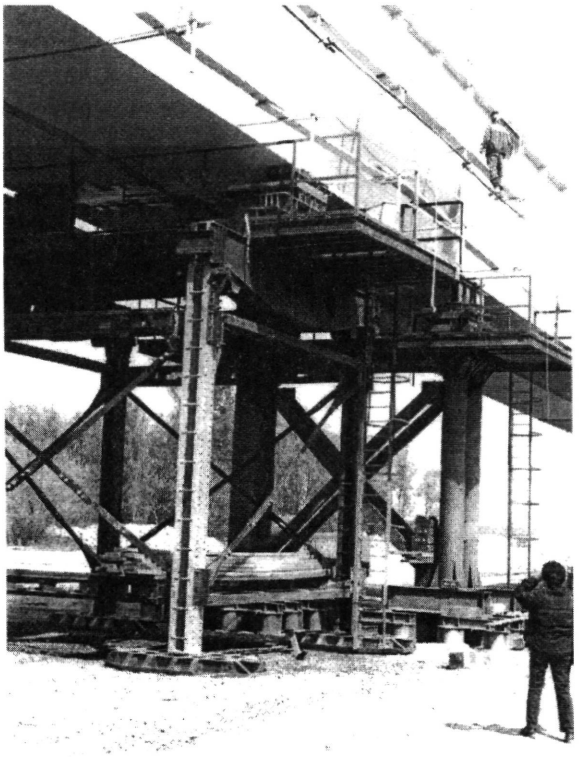
8. kép. 2 darus beemelés

2. Az ártéri hidak alátámasztása, állványozása

A szereléshez minden illesztést körüljárhatóvá kellett tenni, illetve a főtartót az illesztéshez közel eső kereszttartónál alá kellett támasztani. Az alátámasztó járműkat a tevező meg is tervezte, ezeken csak azért változtattunk, hogy egyrészt a saját anyagkészletünkhöz igazodjunk, másrészt pedig, hogy a fedélzet kialakítását és a magasító állvány csatlakoztatását egyszerűsítsük, egységesítsük. A hidanként 3 db cölöpözött, és a pálya-betonozáskor is alatta ma-

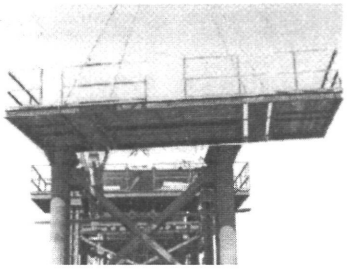


9. kép. Cölöpözött X jelű járom a balparton

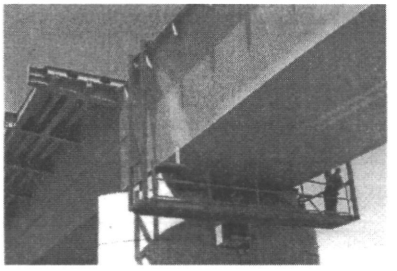


10. kép. Az előtérben Y jelű (talpas) járom

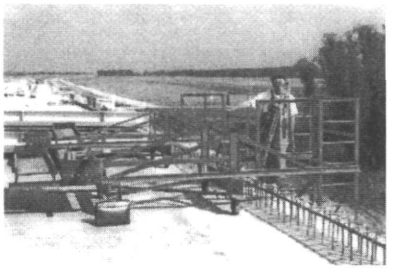
radó X jelű állvány *(9. kép)* valamint az 5 db talpas, a szerelés előrehaladtával további 5 helyre előre szállított Y jelű állvány *(10. kép)* korlátja egyaránt alkalmas volt a gerincillesztéshez készült 2 készlet magasító állvány *(5. kép)* fogadására. A pódiumok, egy darabban felemelhetők lévén *(11. kép)* könnyű szerelést tettek lehetővé. A pilléreken szükséges sajtózási műveletek, sarura helyezés kiszolgálására szintén könnyen szerelhető, csuklós karú függőállványt konstruáltunk *(12. kép)*. A szegélytartó-szereléshez 2 db gurulóállvány készült *(13. kép)*.



11. kép. Járompódium emelése



12. kép. Pillér melletti állvány

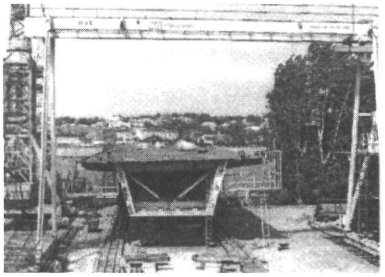


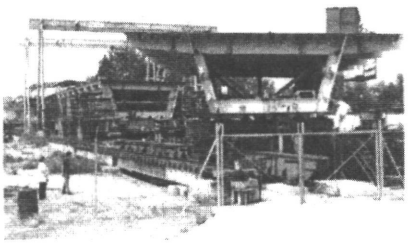
13. kép. Szegélytartó szerelő gurulóállványok

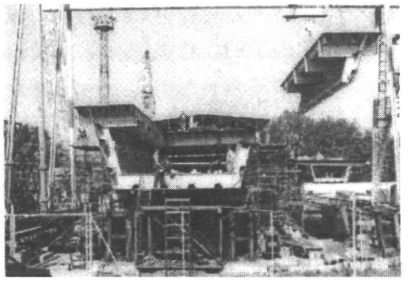
3. A mederhíd csepeli előszerelése

A hídépítési technológiának az utóbbi években végbement nagyarányú fejlődése révén lehetővé vált, hogy az esztergomi és oszlári híd után ez a híd is 100 m feletti hosszúságú, 6-700 t súlyú, szinte készre szerelt szakaszokban kerüljön a pillérekre. A csepeli telep azonban most első ízben volt helyszíne ilyen jellegű előszerelésnek, és erre -- jelentős beruházásokkal -- alkalmassá kellett tenni.

A telep legfőbb értéke, a kikötő ugyan már létezett *(1. kép)*, a hozzá vezető 8 m fesztávú, cölöp-alapozású pálya azonban kiegészítésre szorult. A kiegészítés a magasabb tereprészen 2 m mélyre alapozott vasbeton gerenda: ezekre behúzópályaként talpfás sínmezők kerültek. Az alacsonyabb terepszakaszon pontalapokra helyezett acél behúzótartók alkotják a pályát. A behúzópályától délre 4, északra 8 m távolságra darupálya létesült 2 db 16 t 20 m-es bakdaru számára *(14. kép)*. Az alacsonyabb terep-részen itt is tartók alkotják a pályát *(15. kép)*. A készülő 14 m széles híd mellett nem sok hely maradt *(16. kép)*, az árvédelmi töltésről azért egy kamion bekanyarodhatott. Szerencsére fejtetőn csak néhány tömör kereszttartós pályaelem érkezett, forgatásuk a bakdarukkal épp, hogy elfért a híd mellett.





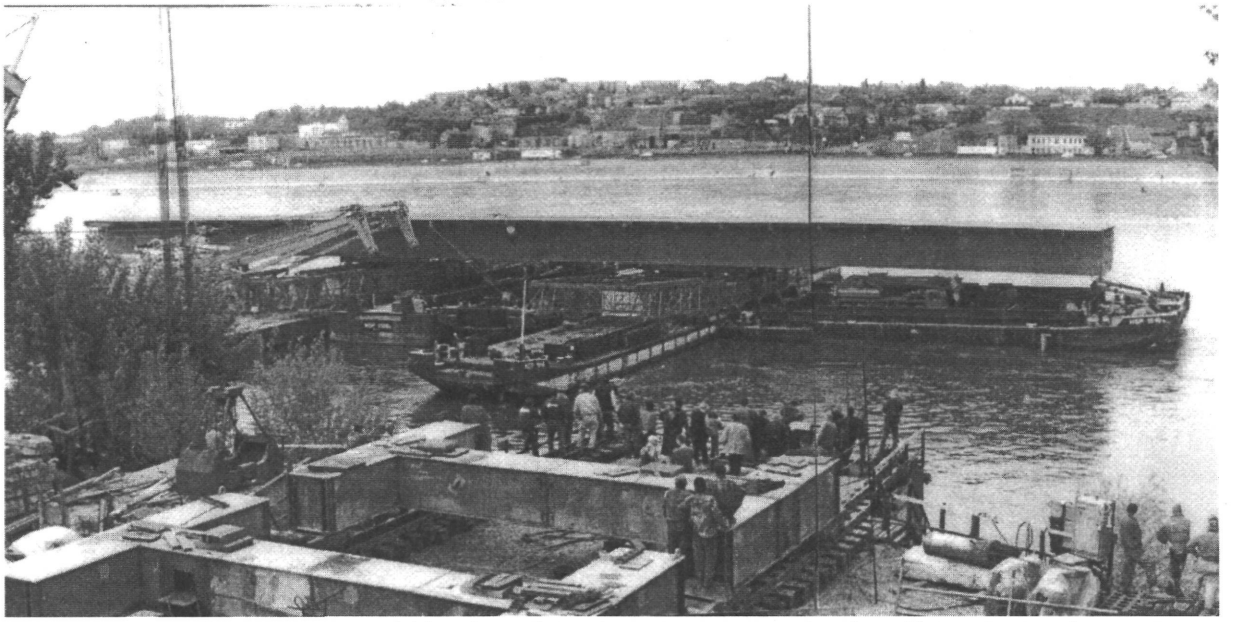


14. kép. A pályák elrendezése 15. kép. 80 t-ás elem megfordítása 16. kép Szerelés bakdarukkal

További beruházást jelentett annak a 2 db 850 mm magas I alakú és 2 db 1100 mm magas H alakú *(17. kép)* teherelosztó gerendának az előállítása, melyek az 5,5 m fenékszélességű híd mozgatásakor fellépő nagy koncentrált erőket 2-2, illetve 4-4 behúzókocsira osztották szét a pálya fesztávjának és teherbírásának megfelelően. Utóbbiaknál figyelemreméltó az a -- képen is látható -- odú, mely a 300 t-ás sajtó elhelyezésére és a szerkezeti magasság csökkentésére szolgál. A teherelosztó gerenda felső övét a sajtódugattyúnak csak egy 250 x 250 mm keresztmetszetű magasítása töri át, mely tovább egy 100 mm vastag 600 x 600 -as lemezt emel (rajta szükség szerinti éklemezekkel), és így a kis helyen merevített és kényes hídfenékre emeléskor és letevéskor egyaránt megfelelően szétosztott terhelés adódik át.

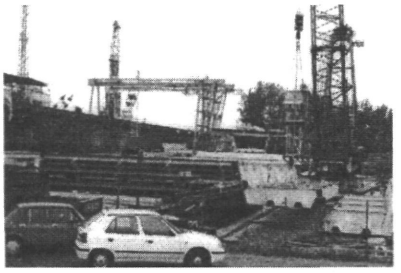
A beruházások között említjük azt a 2 db 13 x 12 m alapterületű hegesztő sátrat *(15, 16, 18 és*

19. kép), melyek az atmoszféríliák közül elsősorban az eső és a nap káros hatásainak álltak ellen, a szélre kényes védőgázas hegesztés egy külön kisebb sátor védelme alatt történt.



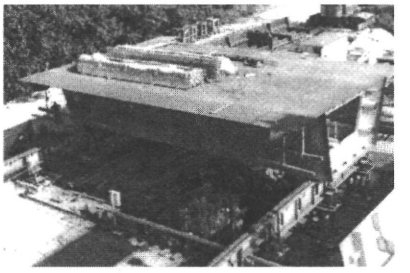
17. kép. Az első 107 m -es hídszakasz búcsúztatása a csepeli telepről 2002. április 19-én

A korábbi hidak kifektetéséhez használt 7,9/16 t-ás 6 m-es MOSTOSTAL bukógémes futóforgó daru ezúttal a tárolóteret szolgálta ki *(18. kép).* A különböző (pl. egyenlőtlen kötélágakkal *(19. kép)* való) kötések és a hozzájuk szükséges fülek, merevítések meghatározását itt is bőséges súlypont-számítások előzték meg, mivel a 7 db közúti szállítási egységből összeálló keresztmetszet *(15. kép)* és a 30 szakaszból összeálló híd összesen 210 darabja 23 féle volt. A szerelés közbeni sűrű alátámasztások magasított bakjait most is beton lapokra állították *(16. kép),* a süllyedések mégis sok kellemetlenséget okoztak, különösen a magasabb tereprészen.



18. kép. Rakodás a tárolótéren

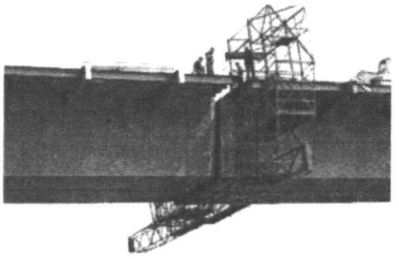
19. kép. Egyenlőtlen kötélágak

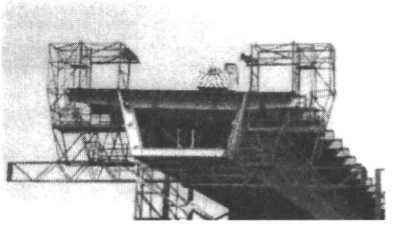


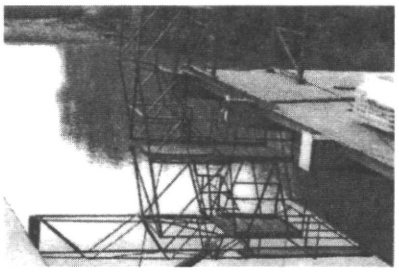
20. kép. Félre húzott hídelem

A szerelőtér 137 m-es hossza lehetővé tette, hogy az 520 m-es mederhíd 2 db 107 m, 2 db 120 m és 1db 66 m-es szakaszban (a sorrend is ez) kerüljön összehegesztésre, sőt a geodéziai mérések folytonosságát biztosító mindenkori "visszamaradó tag" is alig nyúlt néha a kerítés fölé. A helykihasználás, az előrehúzások mértéke, az azokhoz szükséges "I" és "H" alátámasztások pontos helye, a hajóra vétel lépései meg voltak ugyan tervezve, az úsztatási ütemezés azonban ezekre visszahatott, és így mindvégig spekulálni, sok mindent újra gondolni kellett. Rájöttünk, hogy a fenti gyártási és szerelési sorrend mellett a 4 db visszamaradó tag közül csak egynek kell kereszt-pályát építeni *(20. kép),* a többi (egyidejűleg 2 db is) elfér a 120 m-es szakasszal egyvégtében, annak konzolosan a víz fölé nyúló állapotában. Ez az állapot igazából nem befolyásolta a másik vég folytonosnak tekintett alátámasztási viszonyait a visszamaradó tag hozzá tevése szempontjából. Sokkal izgalmasabb volt a növekvő híd napsütés által okozott, megfékezhetetlen bólogatásai közepette eltalálni és rögzíteni a beállítást. A beállítás most is az íves hídszakasz vízszintessé tett húrjához történt. A hossz-ráhagyás miatt csak egymás mellé tett e-

lemeket szintbe, tengelybe állították, és a vágást párhuzamosan átjelölték. A vágás elvégzése után a követő hídelemet 4 db 100 t-ás sajtóval -- teflon-párok közbeiktatásával -- megemelték és nekihúzták az előzőnek. A 4 db helyszíni illesztés gerinc- és fenékhevedereitől eltekintve minden keresztmetszeti illesztés hegesztett, ezeket fenék-pálya-gerinc-belső merevítések sorrendben meghegesztették, illetve a visszamaradó tag esetében kifúrták. A visszamaradó tagok mozgatása néha a hosszú szakaszhoz csuklósan vagy mereven kapcsolva, néha különállóan -- egyetlen "I" gerendán kiegyensúlyozva -- történt, sőt az egyiket meg is kellett forgatni, hiszen az összeszerelés tájolása nem lehetett egy féle: a visszamaradó tagnak kellett mindig a telepen maradni. A forgatás daru nélkül, szinte kézi erővel könnyedén *(15. kép)*, a súlypont alatt elhelyezett és elcsúszás ellen határolókkal ellátott teflon-szendvicsen történt. Előzetesen az alsó és felső kereszttartót bebordázták és dúccal összekötötték, elbillenés ellen pedig biztonságból 90 fokonként laza támasztógörgőket helyeztek el a fenéklemez alatt.



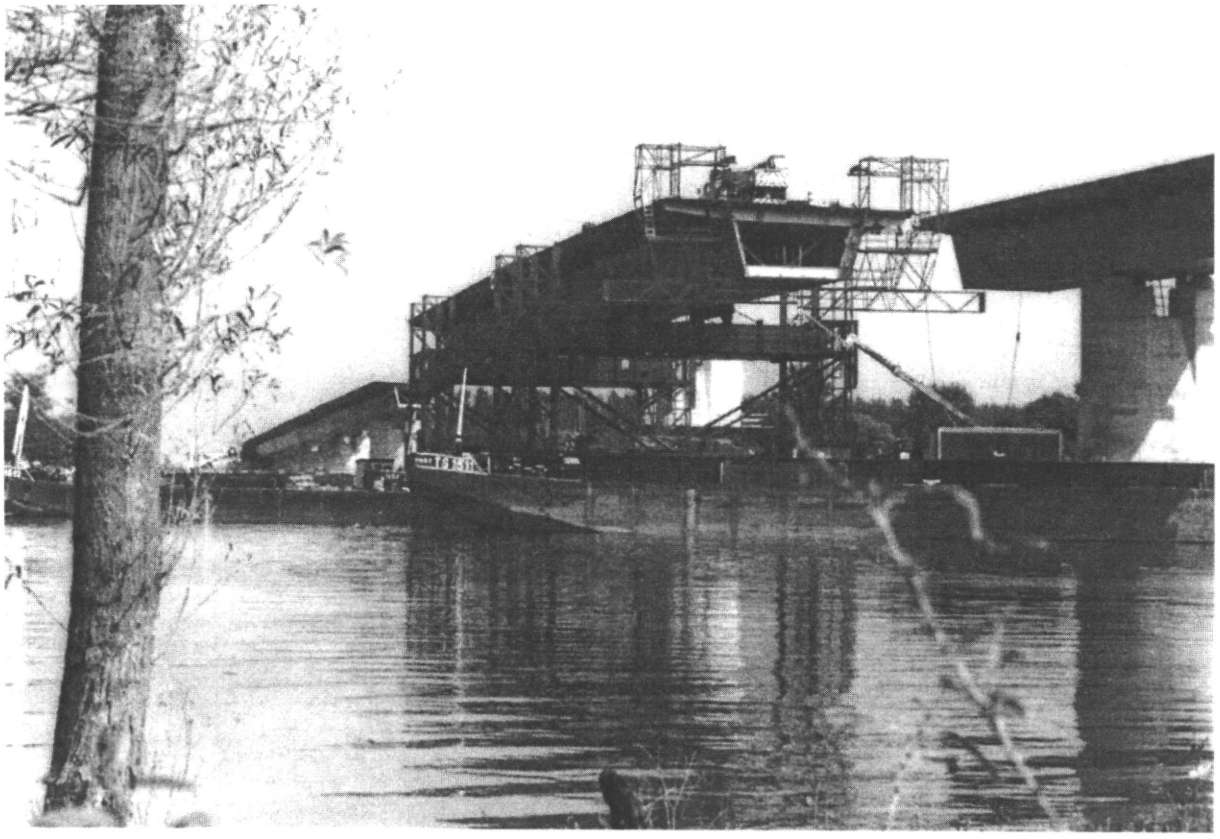




21. kép. Hídrészek kapcsolása *22. és 23. kép. A helyszíni illesztéshez készült gurulóállványok*

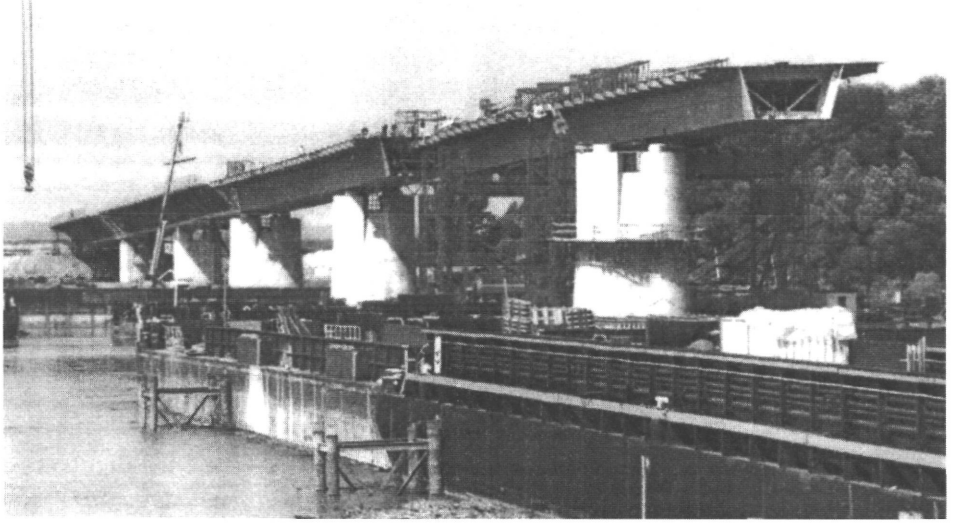
4. A mederhíd helyszíni szerelése

Nagy hídrészeket levegőben, alátámasztások nélkül egymással összekapcsolni Tiszaug után most másodszor iparkodunk *(21. kép)*. Az elv most is ugyanaz: 1. Az illesztés nyomatéki 0-pont közelébe essen. 2. Ha a beúsztatott új hídrész egyik vége pillérre kerül, először oda kell



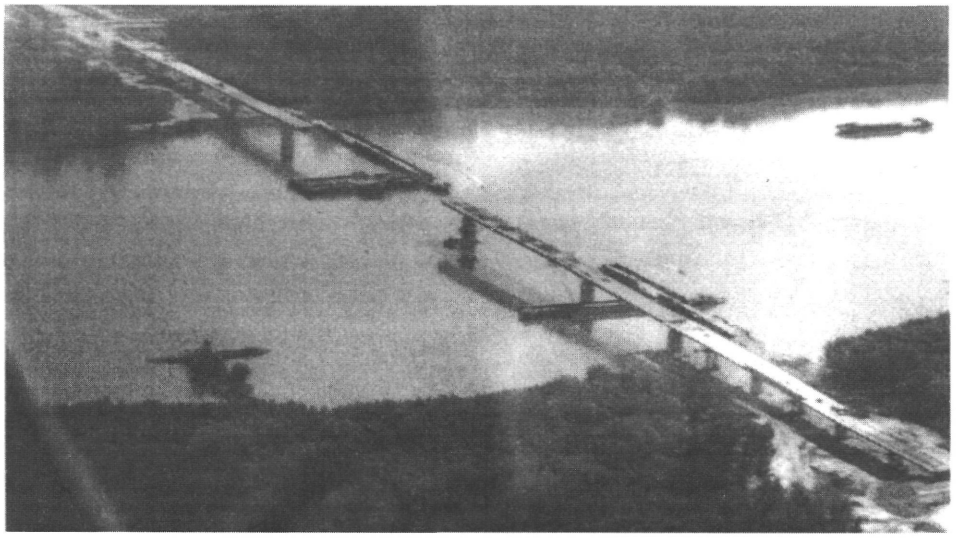
24. kép. Beúsztatás előtt a mederhíd 120 m-es szakasza 2002. augusztus 31-én

letámasztani. 3. Az illesztési keresztmetszeteket (véglapokat) egymással párhuzamossá kell tenni. 4.A fenék és a gerinc-alsórész csavarjainak az elhelyezésével ideiglenes csuklót kell létrehozni. 5. A fokozatos ráterhelés (a hajó tehermentesítése) közben az illesztést nyomatékmentes állapotban kell tartani olymódon, hogy a közeli pilléren sajtóval emeljük, esetleg egy távoli pilléren süllyesztjük a hidat. 6. A pálya hegesztési hézagát úgy kell beállítani, hogy a készre fúrt illesztés felső lyukai a várható hegesztési zsugorodás mértékével széjjelebb legyenek a heveder lyukaihoz képest. 7. Ebben a helyzetben a pályalemezen elhelyezett, és a várható egyenlőtlen hőmérsékletváltozások okozta bólogatások megfékezésére méretezett átkötő lemezekkel a hézagot rögzíteni kell. 8. Az átkötő lemezeket az oldalról beúsztatott záró tagra nem, de a többi úsztatási egységre érdemes nyírólemezként előre felhegeszteni, hogy a nyíróerő ne csak a gerinc alsó régióiban adódjék át, nemkívánatos függőleges lyuk-eltolódásokat okozva a heveder felső részén. Ebben az esetben természetesen a főtartógerinc elhagyott nyakvarratát a nyírólemez oldalán szintén előre meg kell hegeszteni. 9. A záró hídtag mindkét vége illesztve lévén, a beállítás szabadságfoka lecsökken, ezért a 4 gerincillesztéshez 4 készlet fémszórt és féloldalasan kifúrt tartalék heveder másolandó.



25. kép. Beemelés és pillérre tevés 2002. 09. 1-én

A gyakorlati lebonyolításhoz könnyen mozgatható állványokat kellett konstruálni *(22. és 23. kép)*. A harmadik úsztatási egység beemelésével *(24. és 25. kép)* és befogásával *(26. kép)* látványosan előrehaladt a helyszíni szerelés, ám a szegélyek és korlátok igénylik majd a sok időt.



26. kép. Már csak 120 + 66 m hiányzik a 917 m-es hídból
A fényképek a szerző felvételei

M9 AUTÓÚT SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD: ALÉPÍTMÉNYEK ÉS ÁRTÉRI HIDAK

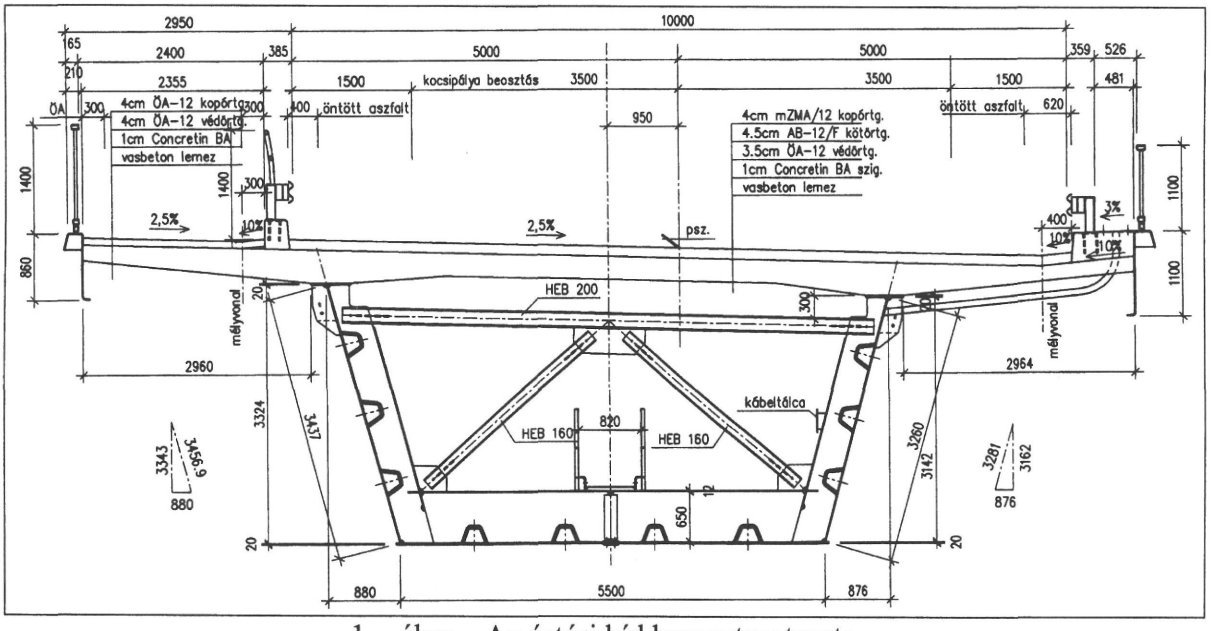
Kovács Zsolt [1] és **Iványi Miklós** [2]
1) okl. építőmérnök, szakági igazgató, UVATERV Rt.
2) okl. építőmérnök, irányító tervező, UVATERV Rt.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az M9 autóút Szekszárdi Duna-hídja a folyó olyan szakaszán helyezkedik el, ahol a két parton élő emberek régóta álmodnak egy szorosabb kapcsolatról. A mederhíd és az ártéri hidak egységes megjelenésével, a pillérek formabontó kialakításával, a természettel harmonizáló esztétikus szerkezet mindezt most megvalósítja. A gyárban készre hegesztett ártéri híd szerelési egységei, azok újdonságnak számító belső merevítési rendszere, továbbá a helyszínen készülő lágyvasalásos vasbeton pályalemez, amelynek berepedése is megengedett, mind a hazai hídépítésben résztvevők korszerű gondolkodásmódját tükrözi.

1. BEVEZETŐ

A Szekszárdi Duna-hidat két tervező cég együttműködve tervezte. Míg a PONT-TERV Rt. a mederhíd felszerkezetének terveit, addig az UVATERV Rt. az ártéri hidak felszerkezetének és a hidak összes alépítményének terveit készítette el. Annak ellenére, hogy a mederhíd és az ártéri hidak két különböző szerkezettípust képviseltek, követelmény volt az egységes megjelenés kialakítása.

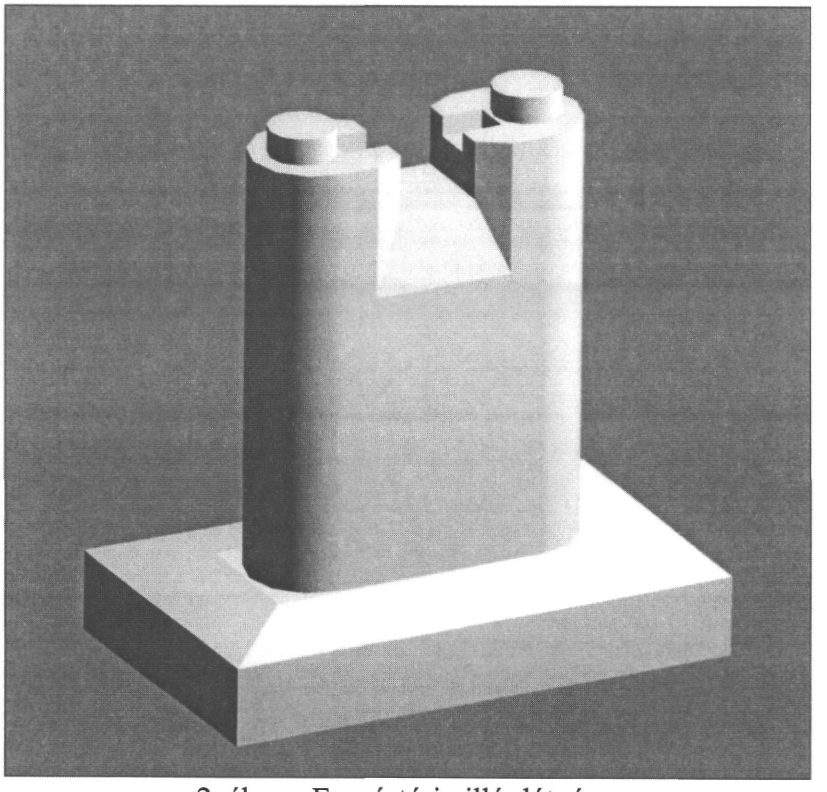


1. ábra – Az ártéri híd keresztmetszete

Emiatt az öszvér híd szekrényének ferde gerinclemezei, az alsó öve és a kiemelt szegélyek külső acél takarólemezei a tisztán acél anyagú mederhídhoz hasonló kialakításúak.
A híd alépítményeit a parti és a mederpillérek alkotják. A közös pilléreknél csatlakoznak az ártéri szerkezetek a mederhídhoz.

2. ALÉPÍTMÉNYEK

A hídpillérek kialakítására, elrendezésére, kimosás elleni védelmére és a meder biztosítására a VITUKI Rt. hidraulikai kisminta vizsgálatot végzett. A vizsgálatok eredményeképpen megállapították, hogy a híd tengelyében mérve a szabályozási mederszélesség 382 m, a mederpillérek távolsága pedig min. 120 m lehet úgy, hogy a főmeder közepén legfeljebb két mederpillért lehet elhelyezni. Az így kialakított nyílásbeosztás két 100 m széles hajózó utat biztosít. A többnyire folyósodásra hajlamos, nagy mélységig folyóvízi és ártéri finom üledékben az alapozás ϕ1,30 m átmérőjű, végig köpenycső védelme mellett fúrt vasbeton cölöpökkel történt.



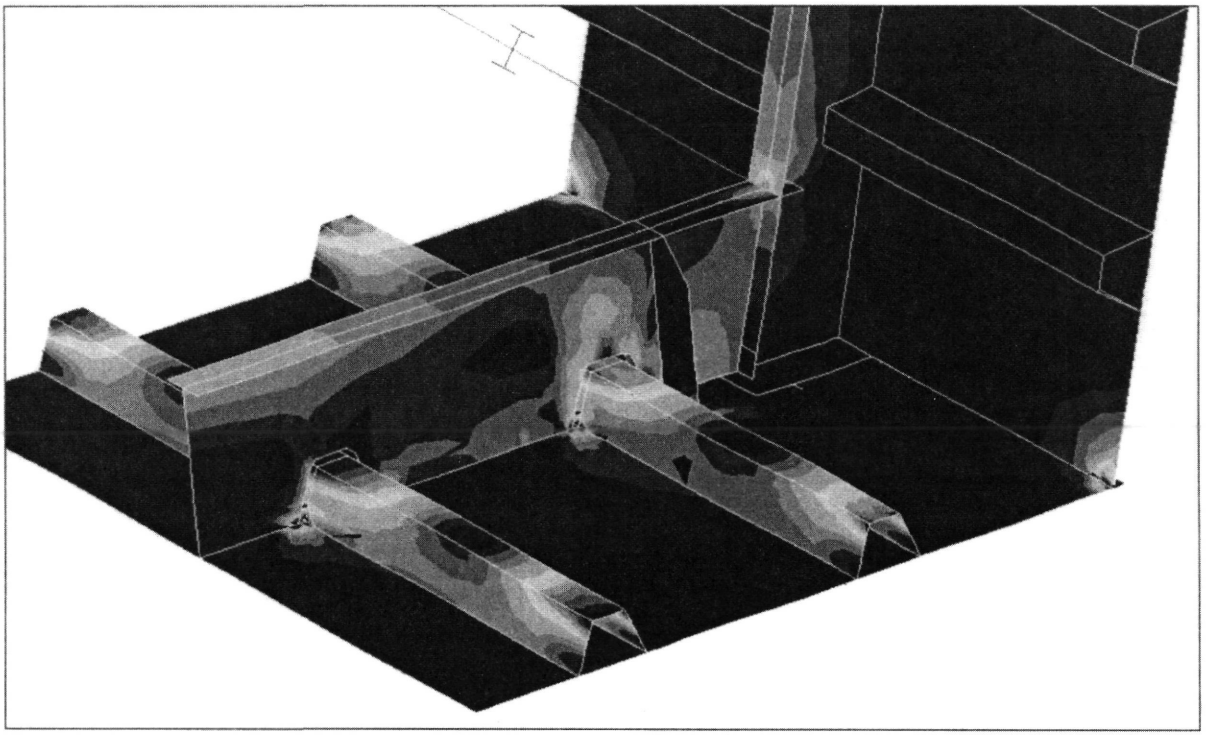
2. ábra – Egy ártéri pillér látványa

Az ártéri pillérek folyásirányban lekerekített végű felmenő falai a szárazon épített cölöpösszefogó talplemezeken készültek. A mederpillérek száraz munkaterület védelme mellett épültek. A munkateret alulról vízalatti beton zárta le. A felmenőfalak szándékosan 1:20 hajlásúra kialakított, egymásba metsződő gránit kőburkolatú íves felületei a karcsúság hatását keltik. Esztétikusabb megjelenést eredményezett a pillérközepeken kialakított kétoldali ékes bemetszés is.

3. ÁRTÉRI HIDAK FELSZERKEZETE

A PONT TERV Rt. által tervezett mederhídi felszerkezethez egy-egy azonos kialakítású ártéri szerkezet csatlakozik. A 3x65,5 m támaszközű ártéri hidak folytatólagos többtámaszú, párhuzamos övű, vasbeton pályalemezes acél szekrénytartós öszvér szerkezetűek. Az

acélszerkezetű főtartó ferdegerinces zártszekrényes kialakítású, mely a gyárban szerelési egységenként készre van hegesztve. A 16 m-es szerelési egységeket a helyszínen ideiglenes jármokra helyezték, majd a felső öv, illetve a fenéklemez keresztirányú illesztését hegesztéssel, a gerinclemez keresztirányú, illetve a fenéklemez hosszirányú illesztéseit NF csavaros kapcsolattal készítették el.
Szokatlan az eddigi magyar hídépítésben, hogy mind a gerinclemez, mind a fenéklemez hosszirányú **U** bordái nem kapcsolódnak a 4 m-enként elhelyezkedő kereszttartókhoz. Ennek megfelelőségét végeselemes számítással és egy az egyes kísérlettel is igazoltuk.



3. ábra – Az **U** bordák és a kereszttartó kapcsolat modellezése

A felszerkezet vasbeton pályalemez betonozását 3 fázisban végezték. Minden nyílásban egy-egy cölöpalapozású járom támasztotta alá az acélszerkezetet. Az első fázisban a szélső nyílásokat, második fázisban a középső nyílást betonozták. A kellő szilárdság elérése után az alátámasztásokat eltávolították, majd a közbenső pillérek fölötti kb. 20-20 m-es szakaszok készültek el. A vasbeton pályalemez lágyvasalással készült.
A támaszok feletti húzások hatását az MSZ előírásokban korlátozott berepedésekkel vettük figyelembe. Korszerű számítógépes program felhasználásával lehetséges volt az öszvér típusú szerkezeteknél lényeges hídalak kézbentartása, az acélanyag optimalizálása. Az együttdolgozó vasbeton pályalemez támasz feletti, a repedéskorlátozási követelményeknek megfelelő berepedésének megengedésével acélanyagot lehetett megtakarítani és elkerülhető volt a közbenső pillérek feletti támaszmozgatás.
A mederhídtól eltérően az ártéri hidakon a kerékpárutat és a közúti pályát a pályalemezhez lekötött vasbeton kiemelt szegély választja el. A három hídszakasz pályacsatlakozásainál vízzáró dilatációs szerkezetek készültek.

M 9 AUTÓÚT SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD ÉPÍTÉSE

Horváth Szabolcs[1] és Kovács Rezső[2]
1) Projektvezető, Ganz Acélszerkezet Rt.
2) Műszaki igazgató, Hídépítő Speciál Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az új szekszárdi Duna-híd az M 9 sz. gyorsforgalmi út részeként - Dunaföldvártól kb. 50km-re délre és Bajától kb. 20km-re északra - teremt új közúti kapcsolatot a Duna két partja között. Az autóút építtetője a Nemzeti Autópálya Rt., a kivitelezési munkálatokat a Magyar Hídépítő Konzorcium végzi.
A Konzorciumot a Ganz Acélszerkezet Rt., és a Vegyépszer Rt. alkotja.

1. BEVEZETŐ

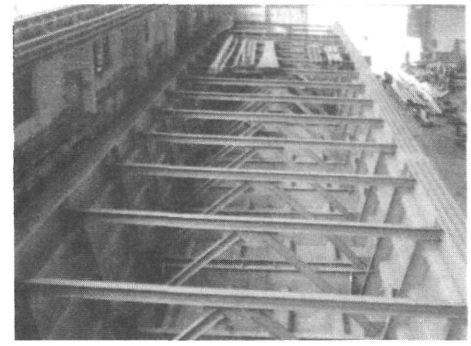
A híd három külön szerkezetből áll: jobb parti ártéri híd, mederhíd és a bal parti ártéri híd. Az átkelő teljes hossza 917m, a pálya teljes szélessége 14m. Ez magában foglalja a 2 sávos autóutat, gyalogjárdát kerékpárúttal és üzemi járdát.
A Duna-híd 12db alátámasztó pillére közül 8db a parton, 4db a mederben készül. Az alépítmények nagyátmérőjű (1,30m) béléscsövezett fúrt vasbeton cölöp, a felmenőfalak tömör vasbeton szerkezetűek. Az alépítmények építéséhez 13.000m^3 különböző minőségű betonra, 700 tonna betonacélra és 8.000 m^3 vízépítési terméskőre volt szükség.
Az ötnyílású 520 m hosszú mederhíd ortotróp pályalemezes, párhuzamos övű, több támaszú, folytatólagos, két főtartós, egy cellás acél szekrénytartós szerkezetből áll. A szekrénytartós szerkezet felső övét az ortotróp pályalemez alkotja.
A mederhídhoz a Duna jobb és bal partján egy-egy három nyílású, összesen 196,5m hosszú ártéri híd csatlakozik. Az ártéri hidak vasbeton pályalemezes, többtámaszú, folytatólagos, párhuzamos övű, két acél főtartóból és fenéklemezből álló szekrénytartós öszvér szerkezetűek.
Az új híd felszerkezete 5.500 tonna acélt, 2.100m^3 betont, 700 tonna betonacélt tartalmaz. Közel 102.000m^2 a festendő, és kb. 13.000m^2 a szigetelendő felület.

2. ÁRTÉRI HIDAK GYÁRTÁSA, ELŐSZERELÉSE ÉS SZERELÉSE

A Ganz Acélszerkezet Rt. az ártéri hidak gyártását a Közgép Rt-nél rendelte meg, a helyszíni szerelést a Közgép Rt. a Ganz-BVG Kft-vel közösen végezte.
Az UVATERV Rt által tervezett öszvér szerkezetű híd 26db szerelési egységre lett felosztva, amelyből egy-egy egység két fél elemből áll. Az elemek hossza 14 – 17m, a súlyuk 20 – 31 tonna között változik. A gyárban a fél elemek fenék, gerinc és felsőöv részeit legyártják, majd pedig a kész részek készülékben összeállításra kerülnek. Az elkészült szerelési egységeket részleges hosszban előszerelik a gyárban. Ártéri

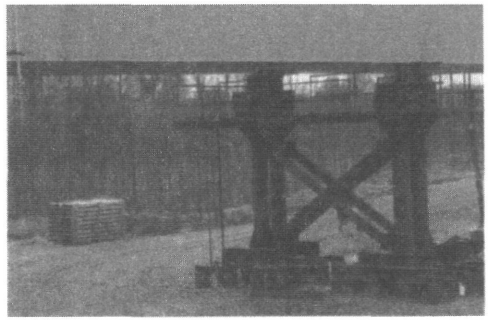
1. ábra Ártéri híd gyártása

egységeket részleges hosszban előszerelik a gyárban. Ártéri hidanként öt előszerelési szakasz készült. Az előszerelés a túlemelési bázisrajz szerint,
az egyes szerelési egységek végeiben a kereszttartók tengelyében alátámasztott, szintezett padban történik. A beállítás után elvégzik a pontos geometriai levágást, majd a fenék és gerinc lemezek egyik oldali készre fűrását.



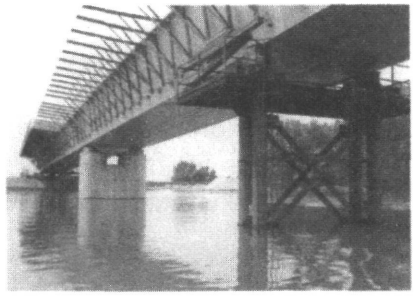
2. ábra Előszerelési szakasz

A következő próbaszerelési szakaszhoz a már összeállított szerkezet utolsó egysége visszamarad bázisként. A szétszedett elemek traileren beszállításra kerülnek a Pannonkorr Kft. festőüzemébe korrózióvédelemre, ahol a három rétegű festésből az alapozó és a közbenső réteg készül el.
A helyszínre szállításnál a fél elemek mérete és a jobb part nehézjárművekkel való megközelíthetetlensége miatt felmerült a vízi szállítás lehetősége is. A mederhíd előszerelése és az uszályba való rakodási problémák miatt ez úgy módosult, hogy a bal partra közúton történt mindkét ártéri híd elemeinek leszállítása. A jobb parti ártéri hídhoz tartozó elemek a bal partról vízen érkeztek.
A helyszínre szállított fél elemeket úgynevezett „x" és „y" jármokra helyezték el. A hidanként 3db „x" jelű cölöpözött állvány, amit a pályalemez betonozásához is használtak, valamint az 5db „y" jelű állvány, amit a szerelés során folyamatosan előrébb szereltek, az alátámasztáson kívül alkalmas volt arra is, hogy a fenék- és gerinclemezek kapcsolatait is elkészítsék róluk.
Az elkészült hidak alá Maurer típusú saruk kerültek, amelynek aláöntését a Ganz-BVG Kft. végezte el. A vasbeton pályalemez betonozása hidanként három ütemben készült el. Az ártéri híd építéséből hátra van még a híd tartozékok szerelése, a szigetelés, aszfaltozás és a mázolás fedőrétege.

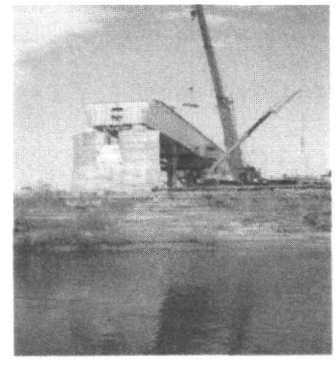


3. ábra " X" járom

4. ábra "Y" járom szerelése



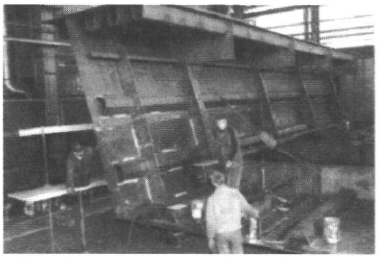
5. ábra Jobb part árvíz idején



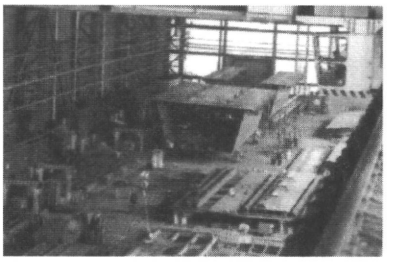
6. ábra Kész a bal parti híd acélszerkezete

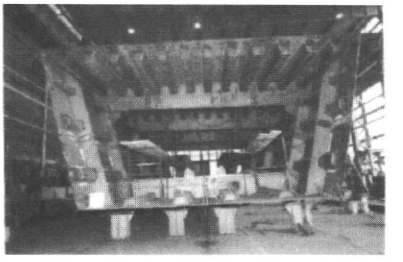
3. MEDERSZERKEZET GYÁRTÁS

A Ganz Acélszerkezet Rt. az elmúlt két évtizedben sok hasonló hidat épített, így a gyártásra a már jól bevált technológiákat tudták alkalmazni. Egy teljes híd keresztmetszet hét egységből áll. Az egyes panelegységek legyártása után egy keresztmetszeti egység teljes összeállításra került, ennek beállítása után az NF csavaros illesztések furatait végleges átmérőre dörzsölték.
A keresztmetszet szétszerelése és a szemcsetisztítás után a panelegységeket alapozó és közbenső réteggel látták el a Pannonkorr Kft. festőüzemében.



7. ábra Gyári előszerelés

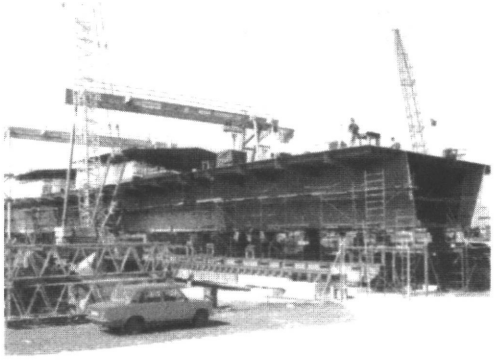




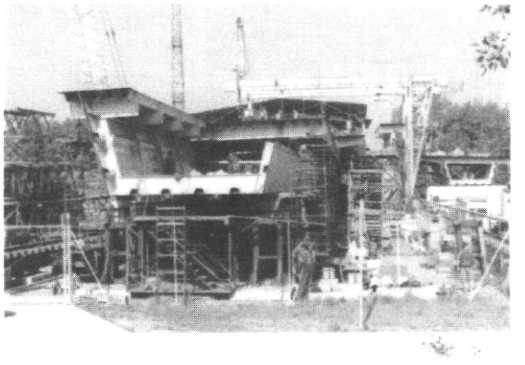
8.-9. ábra Előszerelt teljes keresztmetszet

4. MEDERSZERKEZET ELŐSZERELÉSE

A hidak szerelése esetenként változik. Más a szerkezeti kialakítás, a méretek, a helyszíni adottságok. A szekszárdi Duna-híd minden eddigihez képest sok újat hozott. Itt ugyanis teljesen elmaradt a helyszíni előszerelés, ezzel megtakarítható volt a tároló és szerelőtér általában elég költségigényes kialakítása. A szokványostól eltérően a helyszíntől 140km-re fekvő Ganz-BVG Kft. telephelyén történik az öt úsztatási egység végleges összeszerelése.
A hídszakaszokat erre a célra telepített, kétsínes vágánypáron mozgó hídbehúzó kocsikon szerelték össze bakdaru segítségével. A szerelés folyamán elkészítették a pontosan méretre vágott keresztmetszeti egységek végleges hegesztett és csavarozott kapcsolatait.
A geodéziailag pontosan beállított hídrész elkészülte után a festők vették birtokukba, hogy felhordják a mázolás fedőrétegét. Mindezek után a híd megindulhatott a Duna irányába, ahol már az emelőmű várja.



10. ábra Csepeli szerelés



11. ábra Félkész keresztmetszet

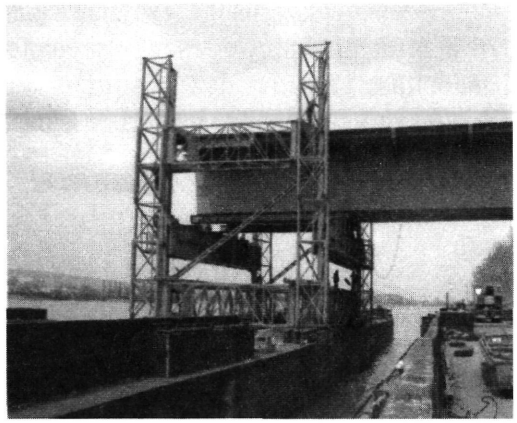
5. ELŐSZERELŐ TERÜLET ÉS ÚSZTATÁSI ELŐKÉSZÜLETEK

A Szekszárdi Duna-híd acél felszerkezetének előszerelése – mint több korábbi híd esetében- a csepeli előszerelő területen történt ill. történik. A 107,107,120,120 és 66 fm hosszú, 14 m széles, de egyébként teljesen összeszerelt szekszárdi hídrészek egyenkénti tömege 400-650 tonna közötti – plusz egy kis rakomány is a híd tetején.

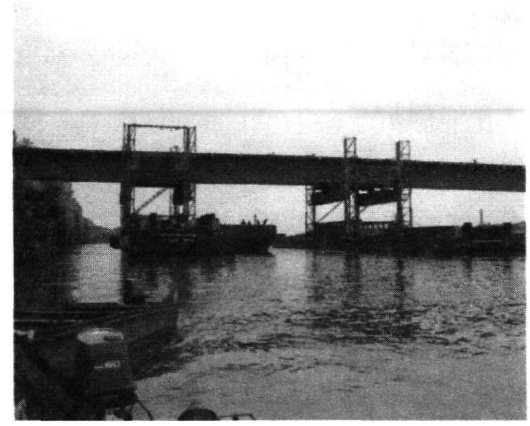
A teljes felszerkezet vízen úsztatva kerül a helyszínre, öt ütemben. Az előszerelést a Ganz-BVG Szerelő Kft, a hídúsztatásokat a Hídépítő Speciál Kft végzi.

A gyakorlatilag teljes keresztmetszetében megépült hídszerkezetek vízre juttatási fázisainak főbb ütemei a következők szerint alakulnak:

1. ütem Kihúzás kb. 22 m-re
2. ütem A hídszerkezet kiálló konzolvége alá beállás az 1. emelőbárkával, teherátvétel
3. ütem A híd húzása a meder felé (parti guruló kocsikon és egy bárkán)
4. ütem 2. emelőbárka beállítás a végleges helyre, átterhelés, 1. emelőbárka kiáll
5. ütem Húzás
6. ütem 1. emelőbárka beáll a végleges helyére
7. ütem Húzás, a hídszerkezet rögzítése a bárkákhoz a ferde rögzítő kötelekkel
8. ütem Kiegészítő (párna) bárkák beállítása, közbenső merevítés kiépítése
9. ütem Szállítási alakzat összeállítása
10. ütem Vontató és tolóhajók csatlakozása



12. ábra Vízre tétel kezdete



13. ábra Kéttámaszú állapot

A hídrészek vízre tételének és vízen való kezelésének finomságairól, tapasztalatairól, röviden:

- a szükséges magassági beállításokat az emelőbárkákon kiépített emelőállványok megbízhatóan segítik és biztosítják
- a parti guruló kocsik és a vízen beállított emelőbárkák – természetesen a parti és hajós kezelőszemélyzet hozzáértését nem utolsó sorban (és nem először !!) kihangsúlyozva és beleértve – begyakoroltan tudják tenni a dolgukat.
- szokás szerint, mint minden hasonlóan különleges és nagy felelősséggel járó korábbi hídépítési, hídúsztatási feladatnál, ennél a munkánál is jelentős szerepet kapott az időjárás. *(Csak emlékeztetőül: Tiszugnál a hektikus vízállások, Esztergomban a szél, Oszláron az egyidejűleg élvezett árvíz, az igen kemény hideggel érkező zajló jég tette érdekessé a szerelési-úsztatási feladatokat.)*

Eddig is volt minden: alacsony és rekord magas vízállások, hihetetlenül erős orkán erejű szélviharok. Persze mindezek egyébként is rosszul esnek egy hajós számára, de egy 120 m hosszú, 4-5 m magas „tömör vitorlával" az egyébként sem szélárnyékos Dunán megmaradni igencsak testhez álló feladat !

6. HÍDÚSZTATÁSOK

A hídrészeket a Duna 1638,00 fkm szelvényéből az 1499,00 fkm szelvénybe kell szállítani, azaz 139 km vízi szállításra van szükség. Tekintettel a híd 66-120 m közötti hosszméreteire, nyilvánvaló volt, hogy annak átvezetésére az útközben lévő két Duna-híd alatt (Hárosi és a dunaföldvári) folyásiránnyal párhuzamos hídhelyzetben van lehetőség.

Az előzetes terveink során a hidak közötti szabad Duna-szakaszokon – hasonlóan az esztergomi Mária Valéria Duna-híd úsztatási alakzatához – a hidat folyásirányra merőlegesen elhelyezve, az emelőbárkákat pedig „hajós hagyományok szerint" folyásiránnyal párhuzamosan" utaztattuk volna.

Mivel a hidak alatt a szállítmányt csak 90 fokkal elforgatva volt/van esély az áthajózásra, a szükséges átfordítást a hidak felett, biztonságos távolságban terveztük, majd azt követően újra visszafordítottuk volna normál állapotba. Az emelő bárkák 80 m-es hossza – „kis gázzal és nagy jóindulattal" gyakorlatilag minden vízállás tartományban lehetővé teszi a mederpillérek közötti áthajózást.

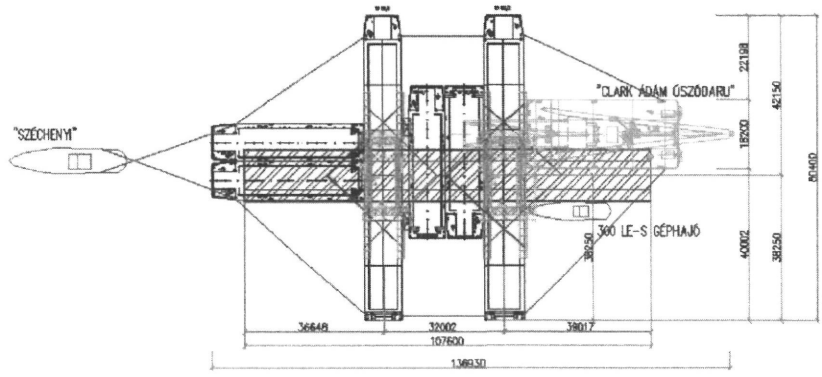
Az előkészítési munkák előre haladásával, szállítás-ütemezési, célszerűségi és „innovációs hajlamunk segítségével" navigációs biztonsági okokból alakult ki a ténylegesen végrehajtott változat. A módszer lényege a hidak alatti alakzat állandósítása az egész úsztatási időszakra, persze emiatt jelentős műszaki és gazdasági jellegű kiegészítő, módosító intézkedésekre is szükség volt.

Ilyenek voltak az alábbiak:

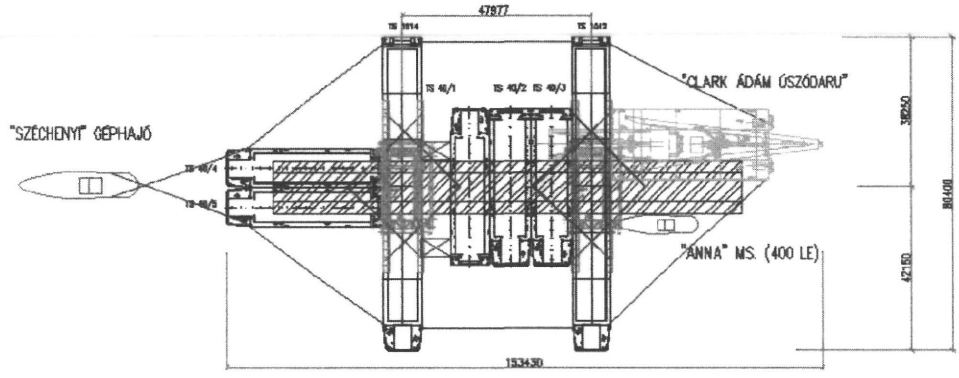
- További két db bárka beépítése az alakzatba a vontatóhajó rácsatolásának megoldása érdekében.
- Az eredetileg tervezett géphajók teljesítményének szükségszerű megnövelése/kiváltása a módosított alakzat formája és annak úszáshelyzete(i) miatt. (az eredeti alakzattal az úsztatás kevesebb bárkával, kisebb géperővel lett volna végrehajtható, de hosszabb idő alatt, s több kockázattal járó manőver kényszerű végrehajtásával a hidak környezetében, a hajóforgalom nagyobb mértékű korlátozásával)
- A szállítmány vezérgépeként tervezett Clark Ádám úszódaru tolóhajó szerephez jutott, melyhez új pozíciót kellett számára találni az úsztatási alakzatban.
- Meg kellett ill. lehetett változtatni az utazási tervet is, vagyis a hidak alatt „hegymenetnek álcázott ereszkedés", a további nyílt Duna szakaszokon pedig „teljes gázzal előre" volt a jelszó. A rundókat (vagyis a 180 fokos fordulatokat) emiatt hajtjuk végre, de látványnak sem rossz...

Az úsztatás indítása előtt tehát az alakzat még a csepeli előszerelő terület mellett 90 fokkal befordításra került. A tényleges indítási napon az említett két kiegészítő bárka került beállításra a folyásirányra merőlegesen álló emelőbárkákra eresztve, vagyis a konzolosan előrenyúló hídrész alatt és rögzítve egymás mellett.

E megoldással lett biztosítva a vontatókötelek stabil kiadása az alakzatra. Tekintettel arra, hogy az úsztatás során jelentkező erőhatások minden irányból való kezelésére fel kellett készülni, az egyes bárkák egymáshoz is rögzítő kötelekkel lettek stabilizálva a híd és a bárkák helyzetét pozicionáló ferde rögzítő köteleken kívül.



14. ábra I-II. Hídelem szállítási alakzata



15. ábra III-IV. Hídelem szállítási alakzata

A 107 m hosszú hidak esetében a közbenső párnabárkák és az emelőbárkák között összesen 2,5 m, ill. a 120 m-es hidak esetében kb. 8,0 m további hézag átkötését kellett megoldani távolságtartó acélszerkezettel. E méretek az emelőbárkák alátámasztási távolságaiból és a bárkák szélességi méreteiből adódódtak.

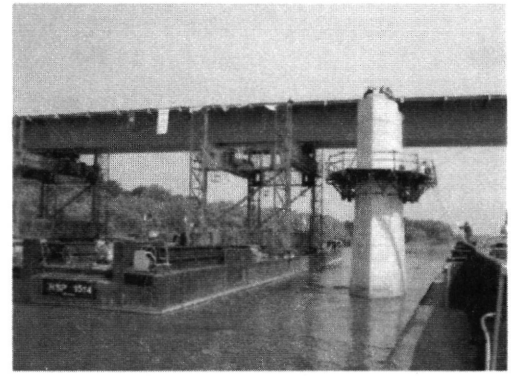
16. ábra Úsztatás közben

7. HELYSZÍNI BEÚSZTATÁSOK, HAJÓS MŰVELETEK

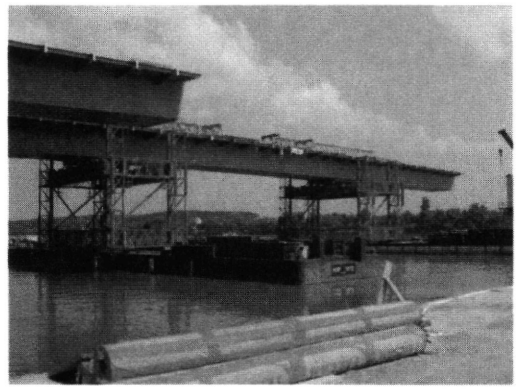
A szekszárdi helyszíni manőverek igen hasonlóak az esztergomihoz. A bal parti első híd esetében a kisebb vízállás és a part közelsége volt „élmény". A szimmetrikus párjánál, a jobb partnál elhelyezett második esetében az, hogy a csatlakozó ártéri hídrész az elhelyezésekor még nem volt a helyén, tehát a beállást egyszerűbben lehetett végrehajtani az úszó alakzattal. *A rend kedvéért: a teljes, szállított úszó alakzat tömege hozzávetőlegesen 2500 tonna a vontató és toló hajók tömege nélkül.*

A harmadik elem a 6-os mederpillérre támaszkodik, ill. a második elem konzolosan kinyúló részéhez „levegőben" lett illesztve és rögzítve az egyik emelőbárka segítségével, hiba nélkül. Ennek az elemnek a párja következik, majd a 66 m-es zárótag, a megmaradó két konzolos rész közé beillesztve.

11. ábra I. Hídelem elhelyezése



18. ábra II. Hídelem elhelyezése



19. ábra III. Hídelem elhelyezése

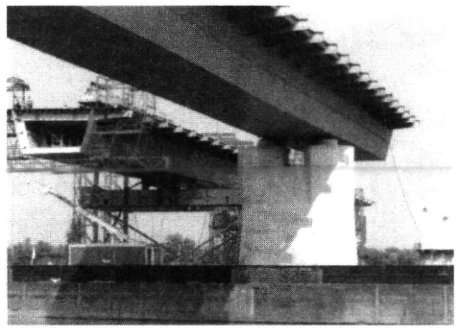
8. MEDERHÍD HELYSZÍNI SZERELÉSE

A már beemelt és úsztatott egységek összekapcsolása a helyszínen történik. Lépései:

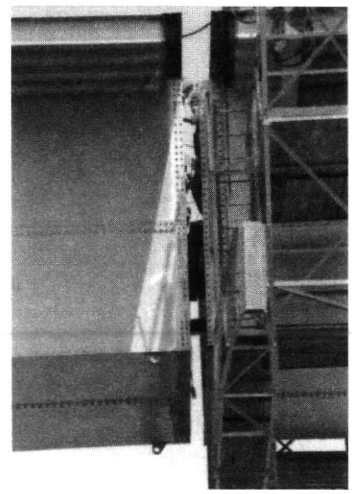
- Először az új hídszakasszal meg kell közelíteni a fogadó hídszakasz végét, illetve a mederpilléreken lévő sajtókkal a csatlakozandó hídvégeket azonos magasságra kell állítani úgy, hogy a véglapszög is azonos legyen.
- Majd az illesztett keresztmetszetek gerinceinek alsó 1m-es és a fenéklemezeinek külső 500mm-es szakaszán elhelyezik a csavarokat nyomatékra húzás nélkül. A csavarok elhelyezése a korábban a hídra telepített guruló szerelőállványról történik.

- Ezután először a vízfelőli hídemelő bárka lerakja a hídszakasz túlsó végét, majd a part felöli bárka is megkezdi a süllyesztést, úgy hogy a pályalemezek közötti légrés állandó legyen. Ezt a pilléreken elhelyezett hidraulikus sajtók utána állításával érhetik el.
- Legvégül a terhelt keresztmetszet végleges elkészítése és a bárkák kiállása történik.

A hídzárás művelete hasonló, a fogadó hídvégek közötti résbe be kell úsztatni a zárótagot. Az illesztendő keresztmetszeteket azonos magasságúra és véglapszögűre kell állítani, majd az alföldi fogadó hídrészt ráhúzni a zárótagra. A bárkák kiállása után az illesztések elkészíthetőek. A zárótag elhelyezése után hátra van még a hídtartozékok szerelése (szegélyek, korlátok, radarvisszaverő berendezések, stb.) ami még egy komoly helyszíni szerelési munka.



20. ábra Hídtalálkozó



21. ábra Illesztés pillanata

22. ábra Összekapcsolt hídrészek

23. ábra Már majdnem összeér a két oldal

7. UTÓSZÓ

Igaz, hogy a hídépítés során volt hó, jég, szélvihar, és két árvíz is, de az építésben résztvevő kitűnő szakembereknek és cégeknek köszönhetően ez év november közepén már átjárható lesz a híd legalább is a hídépítésben résztvevőknek. A jövő nyár elején azonban már mindenki birtokba veheti ezt az új Dunai átkelőt.

SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD

Dobó Gábor
Okleveles Építő Mérnök
Főmérnök, Vegyépszer Rt., MAHÍD 2000 Rt.

ALÉPÍTMÉNYI MUNKÁK

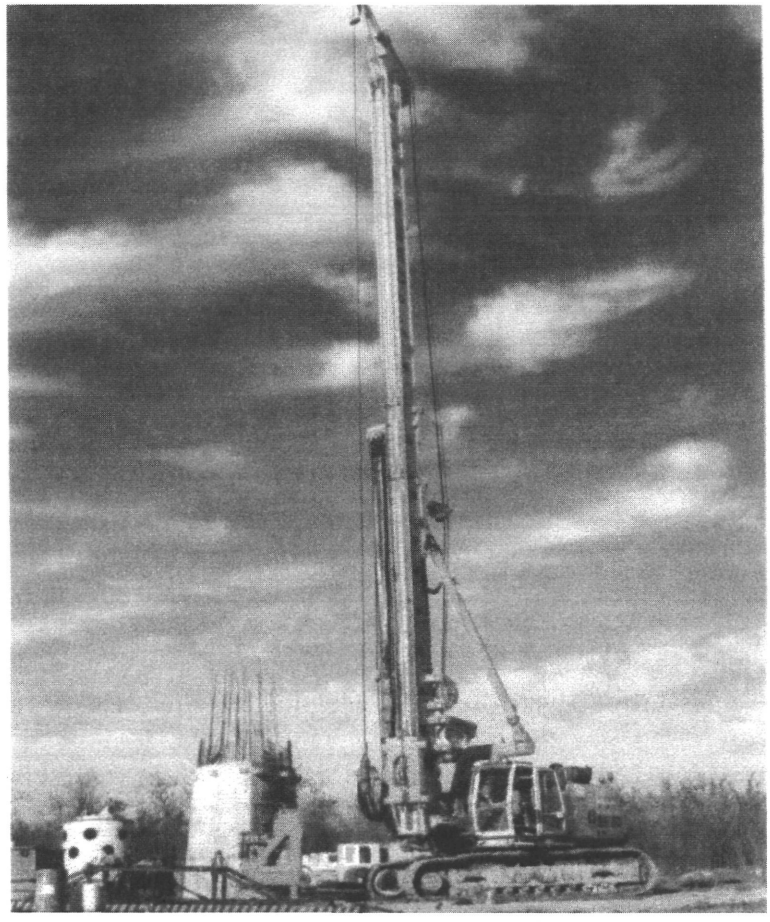
A híd építését a Megrendelő Nemzeti Autópálya Rt. megbízásából fővállalkozóként a Magyar Hídépítő Konzorcium (Vegyépszer Rt., GANZ Acélszerkezet Rt.) nyerte el. A Vegyépszer Rt. hídépítésre szakosodott leányvállalata a MAHÍD 2000 Rt., a SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD építésénél, mint a GANZ Acélszerkezet Rt. alvállalkozója készíti az alépítményi és felszerkezeti vasbeton munkák összességét. A híd építése a 2000. december közepén jogerőre emelkedett az eddigi engedélytől való eltérések terve mint engedélyes terv alapján 2001. év elején kezdődhetett.
A nagy folyók felett átívelő hidak építésénél messzemenőkig figyelembe kell venni az általánosságban ismert építési peremfeltételek mellett a szóban forgó folyó vízállás-gyakorisági értékeit is. Így a szekszárdi Duna-híd építésénél az un. „őszi kisvizes" időszak kezdetét jelöltük meg az optimális munka indítás időpontjaként.

1. Captatio benevolentiae- hídépítésre „csábít" a táj

A 2001. év elején elvégzett előkészítő munkák (fakivágás, terület-előkészítés) után a tényleges hídalapozás megkezdéséig az alábbi feltételeket kellett biztosítanunk nyár végére, ősz elejére:

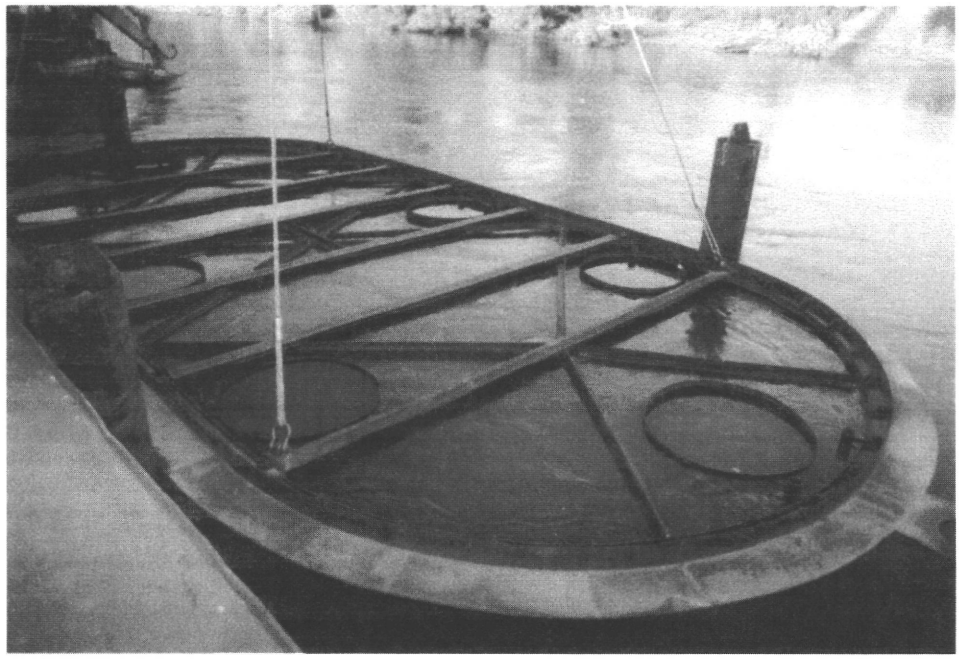
- Építési kiviteli tervek elkészíttetése, jóváhagyatása a KKF-nél
- Technológiai Utasítások, és a hozzájuk tartozó Minőségi és Mintavételi Tervek elkészítése és jóváhagyatása a „Mérnökkel"
- Az építéshez felhasználandó nagyobb volumenű anyagok gyártóinak, beszállítóinak kiválasztása, elfogadtatása a „Mérnökkel"(cement, adalékanyag, adalékszer, betonacél, betongyár)
- A betonreceptúrák elkészítése, próbakeverések elvégzése, majd a megszilárdult beton igazolt eredményei alapján a receptúrák elfogadtatása a „Mérnökkel"
- A geodéziai kitűzési alappontrendszer kialakítása, a kitűzött cölöphelyek leellenőriztetése a „Mérnök" független geodétájával
- A mélyalapozás elvégzéséhez szükséges gépi és humán erőforrások biztosítása
- Az építési terület megközelíthetőségének biztosítása nagy terhelésű gépkocsik részére, ideiglenes kikötőhely létrehozása a vízi szállítóeszközök fogadására

Fentiek biztosítása után 2001. augusztus közepén megkezdtük a cölöpözési munkákat a baloldali ártéren egy BG-25 típusú nagyteljesítményű fúrógéppel, mely képes az 1,3m átmérőjű és 25-35m mélységű un. „végig béléscsöves" típusú cölöpök elkészítésére.
A híd összesen 12 db. pillérét,4 db.meder,2 ×3 db.ártéri pillér és a két hídfő alkotja.



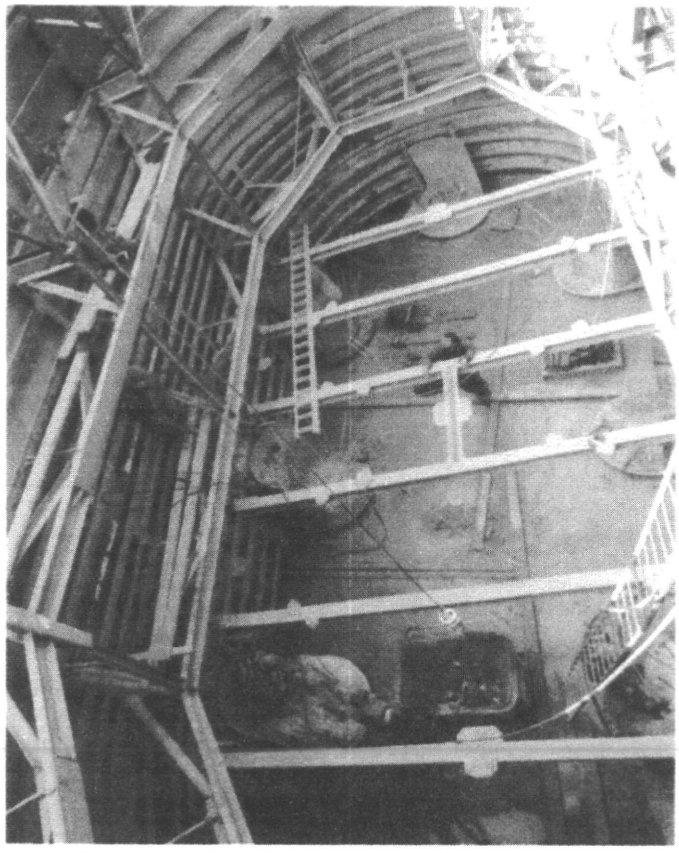
2. Munkában a föld gyomráig lefúró cölöpöző gép.

Ez az új fúrt cölöpözési technológia környezetkímélő módon, 5-10%-os teherbírás többlettel állítja elő a cölöpöket az ugyanolyan geometriájú résiszap megtámasztásúakéhoz képest.
A mélyalapozási munka a Duna baloldali árterén indulhatott, mivel ez az oldal volt megközelíthető Fajsz felől a Duna árvédelmi töltésén keresztül teherforgalommal.
Az ártéri pillérek alatt 6-6 db.a hídfők alatt 5-5 db.a mederpillérek alatt 8-8 db.cölöp készült.
E munka közben a GANZ Acélszerkezet Rt. előszerelő területén elkészültek a 8 m széles,16 m hosszú 4 m magas un. „sejtelemes" íves kialakítású acélszekrények, melyeket a mederpillérek gyors ütemű megépítéséhez alakítottunk ki. Az acélszekrényeket vízi úton szállítottunk le a Duna- híd építkezésére, ahol a két darab TS bárkából kialakított katamaránra -az ideiglenes kikötőn keresztül-felállt 200 tm-es autódaru emelte be őket a végleges helyükre a mederfenékre.



3. Utolsó levegőt vesz a sejtelemes acélszekrény.

A sejtelemes acélszekrény belső részén a 8 darab cölöp helyén teljes magasságban acélcsövek lettek beépítve, melyek a későbbiekben készítendő cölöpök mederfenék fölötti részének zsaluzatát képezték. A mederfenéken letett acélszekrények geodéziai elhelyezését 3 darab előre ideiglenesen levert acélcső-cölöp illetve az azokra rögzített acélkonzolok segítségével sikerült biztosítani. Az elhelyezés után az acélszekrények rögzítését köréjük szórt vízépítési terméskő réteggel oldottuk meg (ezen kőszórás egyben a végleges mederpillér védelem részét is képezte). Ezután az acélcső zsaluzatok fölé pozícionáltuk a katamarán hajó közepén álló cölöpfúró gépünket, mellyel elkészítettük a mederpillér cölöpalapozását úgy, hogy a cölöpök felbetonozása egészen a sejtelemes tartó felső szintjéig elkészült.
A beton szilárdulási idő kivárása után a vízállás függvényében egy vagy két őrfal elem ráhelyezésével a sejtelemes tartót a víz fölé érően megmagasítottuk. Ekkor még külső és a belső vízszint megegyezett.
A körülbelül 2,5 m vastag víz alatti betonozás elkészítése és megszilárdulása után kiszivattyúztuk a vizet az őrfalak belsejéből, kialakítottuk a mederpillér építéséhez szükséges száraz munkagödröt, ahol elkezdődött a cölöpfejek visszavésése.
Az így kibontott 1,5 m hosszú cölöp hossz-betonvasak képezték a cölöpösszefogó gerenda (pillér alaptest) és a mélyalapozás „szerves" kapcsolatát.



4. Cölöpfej visszabontás a munkagödör mélyén.

Az alaptest külső zsaluzatát a benn maradó sejtelemes acélszekrény képezte, mely a legkisebb Duna vízállás esetén se látszik ki a vízből. A pillér felmenő fal további építését hagyományos módon nagy táblás zsaluzati rendszert alkalmazva készítettük el. A pillérek vasszerelésénél mindenütt B. 60. 50. minőségű 20-28 mm átmérőjű betonacélt alkalmaztunk.
Az egy ütemben bebetonozott 12-13 m magas pillérfal felvízi orrába a kopásállóság fokozása érdekében íves felületű gránitkő tömböket építettünk be, melyek származási helye Szardínia szigete.

5. Pillér orrkő mustra beépítés előtt.

Az építés következő fázisa-a pillér alsó felének „Mérnök" által történő átvétele után-az őrfal elemek levétele, mely után konzolokról folytatódott a pillér további részeinek (szerkezeti gerenda, saruzsámolyok) építése.

6. Magányos pillér magasodik az Duna fölibe

A négy darab mindig vízben álló mederpilléren kívül a jobb oldali ártéren lévő 3. és 4. számú pillérek építése is nehéz körülmények között zajlott, mivel ezek alapozásához egy félszigetet töltöttünk be a Duna-mederbe, melyen a magasabb vízállásoktól eltekintve „száraz lábbal" tudtunk közlekedni.
A cölöpösszefogó gerenda kivitelezésénél itt, szádfal építési munka és víz alatti beton készítése mellett tudtuk végezni munkánkat.

A pillérek építéséhez kb. 13000 m^3 beton bedolgozására volt szükség, a kimosódások ellen kb. 22000 tonna vízépítési terméskövet használtunk fel. A mélyalapozáshoz elkészített 78 db un. „lebegő" cölöp köpenysúrlódása kell, hogy átadja az altalajnak a felette lévő egész hídszerkezet önsúlyából és a statikus és dinamikus terhelésekből származó igénybevételeket.

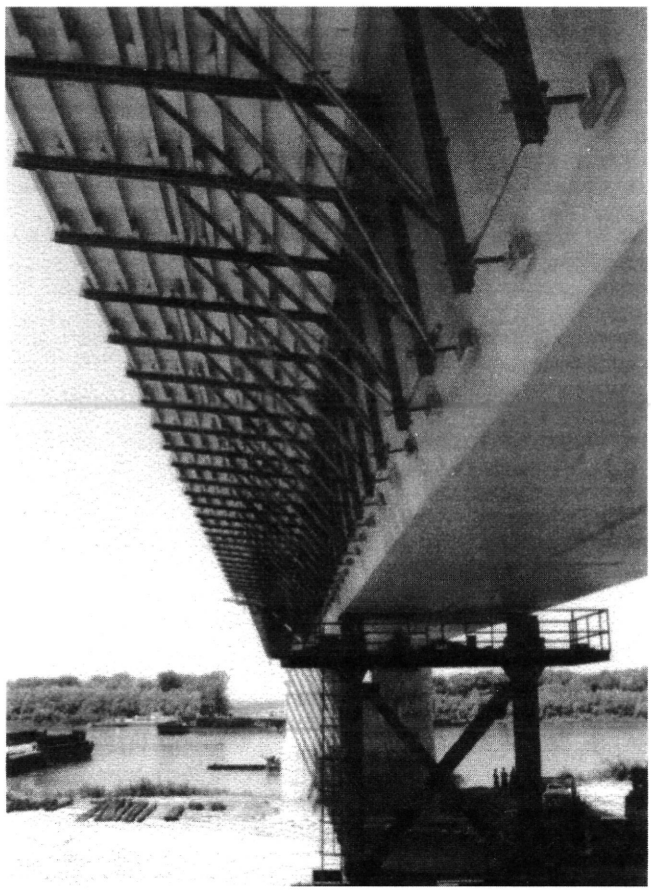
Az alépítményi munkák végzését- a kivitelezéshez szükséges 14 hónap alatt- összességében egy hónap nagyságrendben gátolták az árvizek.(2002.tavaszán és augusztusában)

Az árvizeken kívül a 2001 decemberében bejött nagy hideg (mínusz 20-25°C)is akadályozta munkánkat

FELSZERKEZETI VASBETON MUNKÁK

Cégünk a MAHÍD 2000 Rt. kivitelezte a GANZ Acélszerkezet Rt. alvállalkozójaként a felszerkezet szükséges vasbeton építési munkáit is.

A két darab öszvér szerkezetű ártéri híd vasbeton együtt dolgozó pályalemeze 3 ütemben készült, melyből az első két ütem betonozásánál ideiglenes segédjármokat is használtunk alátámasztásként az ideális alak elérése érdekében. A pályalemez építésénél külön gondot kellet fordítani az alatta lévő acél tartószerkezet megóvására.



7. A konzolzsaluzattal „felöltöztettük" az acélszerkezeti tartót

Az építés I. üteméhez oldalanként a négy brigádban dolgozó kb. 60 fős bedolgozó létszám folyamatos betonellátását 4 betonszivattyú és 25-30 mixer biztosította.
A betonozási ütemek között 10-14 nap kötési időt biztosítva kb.2,5 hónap alatt készült el a baloldali együttdolgozó pályalemez, mely összességében 850 m3 beton bedolgozását jelentette.

A Duna-híd alépítményi és felszerkezeti betonozási munkái 2002.októberében befejeződnek.

A híd átadása, teljes befejezése a vállalt határidőre 2003 június 30.-ra reálisan teljesíthető.

AZ M9 AUTÓÚT 6-51. SZÁMÚ FŐÚT KÖZÖTTI SZAKASZ 15+610 KM SZELVÉNYÉBEN ÉPÜLŐ DUNA -HÍD MEGVALÓSÍTÁSA A "MÉRNÖK" SZEMÉVEL.

Skoumal Gábor
beruházási főmérnök, ÁMI Kft

ÖSSZEFOGLALÓ

A Duna-híd megvalósítása során a "MÉRNÖK" feladatkörét az ÁMI (Általános Mérnöki Iroda) Kft szakértői látták el. Az előadás a „MÉRNÖK" feladataival és azok megoldásával foglalkozik kiemelten a Duna-híddal. A konferencián elhangzó előadás vázlata a következő:

1. A TENDEREZÉS TÖRTÉNETE

A híd építésének előtörténetét az alábbi kronológiai sor foglalja össze:

1994:	Koncessziós versenyeztetés: győztes a francia GTM. vezette csoport (180 m-es max. nyílású feszített vb, 11 támaszú szerkezet, kb. 31 000 t)
1998:	Lejárt és meghosszabbítás után ismételten lejárt kezdési határidő.
1998:	Kormányzati döntés az állami erőből való megvalósításra, új tenderterv (120 m-es max. nyílású feszített vb, 18 támaszú szerkezet, kb. 22 000 t)
1999:	Meghívásos pályázat, alternatív lehetőséggel: 12 támaszú orthotróp acélszerkezetet ajánl a kivitelező.
2000:	túlzott magas ár miatt költségcsökkentési kényszerrel szerkezet váltás az ártéri hidaknál: öszvér szerkezetek. (kb. 12 000 t, ebből 4500 t acélszerkezet).
2000.08.06.	Szerződéskötés az NA Rt és Magyar Hídépítő Konzorcium között.

1. MUNKAKEZDÉS

ÁMI Kft (Mérnök) belépése 2001. év elején; (szerződéskötés: 2001.03 01.)

2. FELADATOK

Az ÁMI Kft a híd gyártóműi és helyszíni ellenőrzését egy beruházási főmérnök közvetlen irányításával látta el. A vezető személy más egyéb munkája az adott időszakban nem volt. Személyén túl két nagy gyakorlattal rendelkező főállású létesítményi főmérnök kolléga és egy műszaki ellenőr segítette munkáját.

- A Mérnök szakértői csapatának szervezése,
- a kiviteli tervek felülvizsgálata: „p", „i" és „f" fázisú tervek ellenőrzése,
- a műszaki specifikáció kiegészítés (acél- és öszvérszerkezetek),
- közreműködés a technológiai tervezésben,
- építési technológiai utasítások „formálása", jóváhagyása,
- munkaterület átadások, munkakezdési engedélyek kiadása, (első: 2000. aug.)
- műszaki ellenőrzés:
- acélszerkezetek gyártásellenőrzése két budapesti helyszínen,
- acélszerkezetek előszerelésének és korrózióvédelmének ellenőrzése másik két budapesti helyszínen,
- helyszíni műszaki ellenőrzés az alépítmények és felmenő szerkezetek (hídfők és pillérek) építésénél, majd a felszerkezetek helyszíni munkáinál valamint az ártéri acélszerkezetek szerelésénél, pályalemezek zsaluzás, vas-szerelés és betonozásánál, mederszerkezetek leúsztatása és beemelése során, korrózióvédelem befejező munkáinál.
- termelési és minőségi kooperációk lebonyolítása,
- felmérési naplók, teljesítésigazolások, számlák ellenőrzése, igazolása,
- minősítő anyagok összeállítása.

1. TÖBBSZINTŰ MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER

A kiviteli munkák ellenőrzése, az elvégzett munkák minőségének bizonylatolása a műszaki előírásoknak és a tenderdokumentáció műszaki specifikációjának megfelelően folyt. A szokásos Technológiai Utasítások, illetve Mintavételi és Minősítési Tervek előírásainak betartatását a több szintű ellenőrző rendszer szolgálta.

- Kivitelező cégek saját minőségbiztosítási rendszereinek ellenőrzése,
- Minőségügyi Kézikönyv bírálata és elfogadása,
- NA Rt által bevont intézetekkel való együttműködés: KTI, ÉMI, TLI,
- ÁMI Kft által bevont minőségbiztosítási szervezetek: Méta Q Kft, Geo Terra Kft.

A HÍDSZEGÉLY BETONOK ÜZEMBIZTOS ADALÉKSZERE

Asztalos István
Ügyvezető igazgató, Stabiment Hungária Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

A hídépítési betonok – ezen belül a hídszegélyek betonjai – kiemelt jelentőségű területei a betontechnológiának. Ennek oka az, hogy a betont itt éri leginkább az egyik legjobban károsító közeg-kombináció: a fagyolvasztó só és a fagy egyidejű hatása.

1. BEVEZETŐ

A fagynak, illetve a fagyolvasztó sóknak ellenálló beton mesterségesen bevitt légbuborékok segítségével előállítható. A betonszabványokban az arra alkalmas légbuborékképző adalékszerek használata nyomós okból van előírva.

2. A LÉGBUBORÉKKÉPZŐ ADALÉKSZEREK HATÁSMECHANIZMUSA

Légbuborékképzésre leginkább a légbuborékképzők csoportjába tartozó betonadalékszereket használják. Ezek az adalékszerek fizikai úton hatnak, lecsökkentik a levegő és a víz közötti határfelületi feszültséget, és a beton keverése során habot képeznek. A hab a cementkőben stabilizálódik, és a megszilárdult betonban, mint légbuborékok rendszere marad meg. A légbuborékképzőknek biztosítani kell a megfelelő számú kicsi és stabil, valamint megfelelő eloszlású légbuborékok keletkezését. Ez azonban nem mindig teljesül, hiszen a légbuborékképzés számos külső tényezőtől is függ.

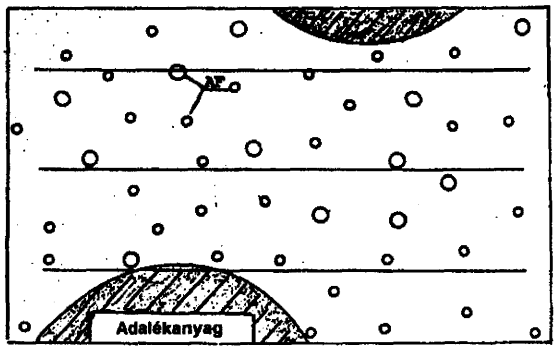
A folyékony légbuborékképzők által, a frissbetonban létrehozott légbuborékok méretét és eloszlását pontosan mérni kellene, de azt csak költséges berendezésekkel, és sokszor csak utólag, a megszilárdult betonban lehet. A fagy- és olvasztósó-állósághoz márpedig legalább 1,5 térfogat % olyan aktív légtartalom szükséges, ahol a légbuborékok átlagos átmérője nem több mint kb. 300 μm (0,3 mm), és távolsági tényezője pedig 0,2 mm-nél kisebb. Ez a gyakorlatban kb. 3,5 – 5,5 % légtartalmat, és kb. 100 – 3000 μm (0,1 – 3,0 mm) közötti buborékátmérőt jelent [1].

Ezért van jelentősége és létjogosultsága egy olyan módszernek, amely költséges vizsgálatok nélkül is megbízhatóan biztosítani tudja a fagynak, illetve a fagyolvasztó sóknak ellenálló beton előállítását. Ez a módszer a megfelelő méretű légbuborékok előregyártása, és a betonba történő bejuttatása, amelyet a STABIMENT MHK üreges mikro-gömbök használata tesz lehetővé.

3. A STABIMENT MHK ÜREGES MIKRO-GÖMBÖK LEÍRÁSA

Az MHK (Mikrohohlkugeln) üreges mikro-gömbök apró, zárt, rugalmas, műanyag burokban lévő légbuborékok, amelyek mint késztermék állnak rendelkezésre, és a betonba bekeverhetők. A mikro-gömböket, amelyek eredendően nagyon könnyűek, a jobb kezelhetőség és a betonba történő bekeverhetőség érdekében a gyártás során vízzel keverik, melynek következtében azok állaga pasztaszerű.

Az MHK üreges mikro-gömbök átlagos átmérője 40 μm (0,04 mm), tehát sokkal kisebb, mint a betonban a folyékony légbuborékképzőkkel előállítható légbuborékok átmérője. A kis átlagos átmérőnek, és az ennek következtében nagyobb aktív buborékszámnak köszönhetően az MHK üreges mikro-gömbökkel készített beton jelentősen kisebb légtartalmat igényel. A cement tömegére vonatkozatott 1 % MHK üreges mikro-gömbök adagolása a megnövelt fagy- és olvasztósó-állóságú frissbeton légtartalmát legfeljebb 1 %-al növeli.



1. ábra: MHK üreges mikro-gömbökkel készített beton metszete

A MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 7. fejezete (Fagyálló betonok) 7.2. táblázatának (Fagyálló betonok szükséges levegőtartalma) értékei [1] tehát az MHK üreges mikro-gömbökkel készített betonok esetén nem mértékadóak. Az MHK üreges mikro-gömbökkel készített beton garantálja a fagy- és olvasztósó-állósághoz szükséges megfelelően kis távolsági tényezőt. 0,2 mm-nél kisebb távolsági tényező érhető el, ha a kiindulási betonba a kiszámított mennyiségű MHK üreges mikro-gömb kerül (lásd a műszaki termékismertetőt [2]), és azt a betonba egyenletesen bekeverik.

4. A STABIMENT MHK ÜREGES MIKRO-GÖMBÖK HATÁSA

Az MHK üreges mikro-gömbök megfelelő adagolás esetén megnövelik a beton fagy- és olvasztósó-állóságát. Hasonlóan viselkednek, mint a folyékony légbuborékképzők segítségével mesterségesen bevitt légbuborékok. Az MHK üreges mikro-gömbök megszakítják a betonban lévő pórusok szívóhatását, és ebből kifolyólag csökkentik a víz betonba történő bejutását. Ezen kívül tágulási tereket hoznak létre, amelyek lehetővé teszik a betonban megfagyó víz számára a károkozás nélküli tágulást (térfogat növekedést). A fagyhatás miatti nyomás következtében az MHK üreges mikro-gömbök műanyag héja részben deformálódik, részben kiszakad. Az apró üregek azonban megmaradnak és a továbbiakban is tágulási térként működnek. Az MHK üreges mikro-gömbök kismértékben javítják a frissbeton bedolgozhatóságát is.

5. A STABIMENT MHK ÜREGES MIKRO-GÖMBÖK ADAGOLÁSA

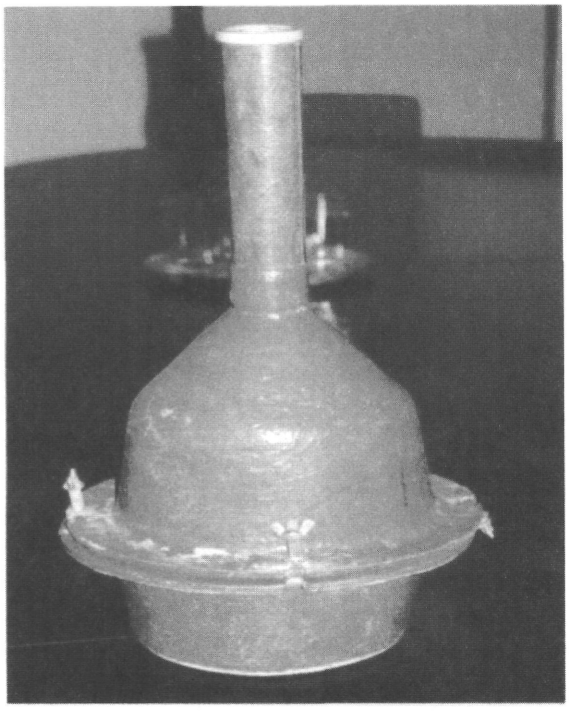
Az MHK üreges mikro-gömböket rendszerint a már kész keverékbe kell adagolni. Az MHK üreges mikro-gömbök egyébként úgy viselkednek, mint a már megszokott légbuborékképző adalékszerek. Az MHK üreges mikro-gömbök alkalmazása esetén rövid keverési időt kell tartani. Üzemi keverőknél a 30 másodperces keverési időtartam általában biztosítja az MHK üreges mikro-gömbök egyenletes eloszlását a frissbetonban. A műszaki termékismertetőben található adagolási ajánlások már figyelembe vették a normál bekeverés esetén fellépő mechanikai sérülésből származó veszteségeket is.

Adagolási példa 1 m^3 betonhoz

Cementtartalom:	350 kg/m^3
Víztartalom:	175 l/m^3
Cementpép tömege:	525 kg/m^3
Víz-cement tényező:	0,50

A műszaki termékismertető szerint ebben az esetben 3,0 kg MHK üreges mikro-gömböt szükséges adagolni beton m^3-ként.

6. A FRISSBETONBAN LÉVŐ MHK-TARTALOM KIMUTATÁSA



Az MHK üreges mikro-gömb tartalmat nem lehet a beton légpórus-tartalmához hasonlóan az MSZ 4714/2 szabvány [3] szerinti nyomásmódszerrel meghatározni, mert az MHK üreges mikro-gömbök bekevert csekély térfogata mind az „A", mind a „B" típusú készülék mérési- és pontossági határán kívül esik. Az MHK üreges mikro-gömb tartalom azonban egy egyszerű kimosásos eljárással kimutatható. Az eljárás alapja a frissbeton mintából az MHK tartalom kimosása (átöblítése). A felúszó habot össze kell gyűjteni, és meg kell határozni a térfogatát. Az előbbiekben említett mérési eljárás során a kimosott habmennyiség tájékoztat a beton tényleges MHK üreges mikro-gömb tartalmáról.

2. ábra: Mérőedény MHK tartalom kimutatásához

7. AZ MHK ELŐNYE LÉGBUBORÉKKÉPZŐ ADALÉKSZEREKKEL SZEMBEN

A szokásos légbuborékképzők használatánál az adalékszert a bedolgozott frissbetonban szükséges légbuborékok méretére és eloszlására tekintettel kellene adagolni. Ügyelni kellene azonban arra, hogy a légbuborékok végső jellege nagyon sok különböző tényezőtől függ. Ezek például a beton konzisztenciája, a frissbeton hőmérséklete, a beton összetétele, a finom homok mennyisége, a cement fajtája és mennyisége, a légbuborékképző adalékszer fajtája, mennyisége és adagolásának időpontja. A hagyományos légbuborékképzők által elérhető eredményt befolyásolja még fentieken kívül a keverés, szállítás, fogadás, zsaluzás, beépítés, pihentetés, tömörítés, simítás és utókezelés módja is.

Mindezen körülmények miatt a hagyományos légbuborékos beton készítése nagyon gondos munkát és körültekintő ellenőrzést igényel, azonban ennek ellenére az elért eredmény sokszor bizonytalan.

Az MHK üreges mikro-gömbök használatánál a fenti befolyásoló tényezők hatása, és így az építéshelyi felügyelet elmarad. A beton gyártásánál az MHK üreges mikro-gömbök megfelelő adagolásával az elérni kívánt hatás a különböző feltételektől függetlenül garantált. Az MHK üreges mikro-gömbökkel készített betonok jelentősen magasabb és egyenletesebb szilárdságúak, mint a velük összehasonlított, légbuborékképző adalékszerrel készített betonok. Ennek oka az alacsonyabb légtartalom és a nagyobb légbuborékok hiánya.

A különféle betonoknál szerzett tapasztalatok is azt mutatják, hogy az MHK üreges mikro-gömbök használata alkalmasabb módszer, mint a hagyományos légbuborékképző adalékszerek.

A hagyományos légbuborékképző adalékszerek a földnedves betonban gyenge hatásúak. Az MHK üreges mikro-gömbök viszont a földnedves betonba éppúgy bevihetők, mint a lágyabb konzisztenciájú betonokba. A járólapok, térkövek, szegélykövek, stb. faggyal és fagyolvasztó sókkal szemben így ellenállóvá tehetők.

A folyós konzisztenciájú betonoknál a lágyabb konzisztencia kedvezőtlen légbuborék-jellemzőket és növekvő mértékben ingadozó légtartalmat idéz elő. A folyósító adalékszerek

továbbá gyakran tartalmaznak hatóanyag-komponensként habmentesítőket. Ezek roncsolhatják a mesterségesen bevitt légbuborékokat. Ennek köszönhetően gyakran előfordul, hogy folyósító adalékszerrel készített betonból, vagy folyós konzisztenciájú betonból nem készíthető légbuborékos beton. Az MHK üreges mikro-gömbök alkalmazásával ezek az összeférhetetlenségi veszélyek nem állnak fenn.

8. FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK

Az MHK üreges mikro-gömbök alkalmasak minden olyan beton és vasbeton szerkezeti elembe, amelyek átnedvesedett állapotban gyakori és hirtelen fagyás-felolvadás ciklusnak vannak kitéve, illetve olvasztószerrel érintkeznek. Ilyenek a víz-, híd- és útépítések beton és vasbeton elemei. Relatív magas ára miatt azonban az MHK üreges mikro-gömbök jelenleg csak speciális alkalmazásoknál jöhetnek szóba.

Ilyen speciális területnek tekinthetők a hídszegélyek, amelyeket jelenleg Magyarországon sóvédő bevonatokkal próbálnak megvédeni a káros hatásoktól. Az MHK üreges mikro-gömbök használatával a fagy- és olvasztósó-állóság garantálható, így a sóvédő bevonatok használata feleslegessé válik. Ezzel a hídszegélyek készítése egyszerűbbé és gazdaságosabbá tehető.

További ilyen terület a javítások köre: betonút javítások, a betonúttábla cserék, a fúráslyukak kitöltései és a hidak javítási munkái (hídszegélyek felújítása).

Az MHK üreges mikro-gömbök felhasználására ott nyílik lehetőség, ahol a beton építéshelyi ellenőrzése nem lehetséges, vagy túl drága. Ilyenek például a garázsbejárók, kerítések, járdaszegélyek stb.

Ezen kívül az MHK üreges mikro-gömbök javítják az előregyártott betonelemek, erkélyek, lépcsők, ablakpárkányok fagy- és olvasztósó-állóságát is.

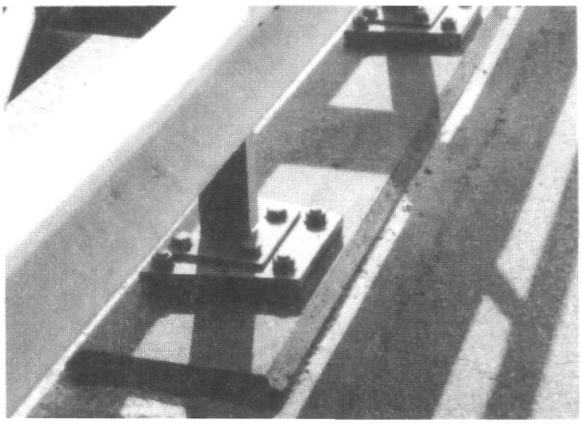
9. REFERENCIÁK

Az MHK üreges mikro-gömbökkel kapcsolatos első tapasztalatok Németországban 1977-re nyúlnak vissza, amikor különböző autópálya szakaszok kivitelezésénél alkalmazták (pl. Oldenburg, Köln, Remscheid, Bremen).

Hollandiában 25 éve alkalmazzák hídszegélyek készítésénél mind az előregyártott elemeknél, mind a helyszínen készített szegélyeknél változatlan beton recepttel, problémamentesen.

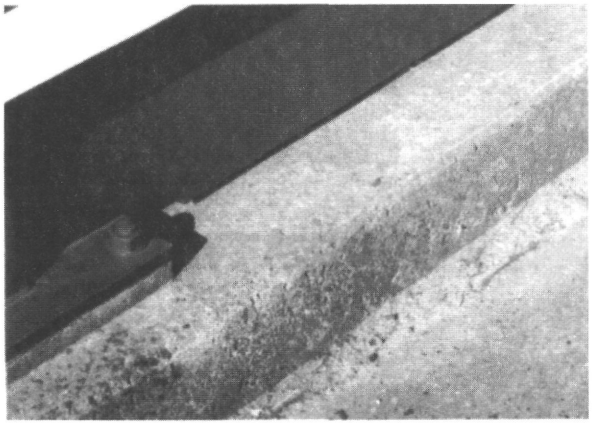
3. ábra: Hága-közeli autópálya kereszteződés MHK hídszegély-betonnal építés közben

25 éve Hollandiában, MHK üreges mikro-gömbökkel készített beton hídszegélyek mai képe:

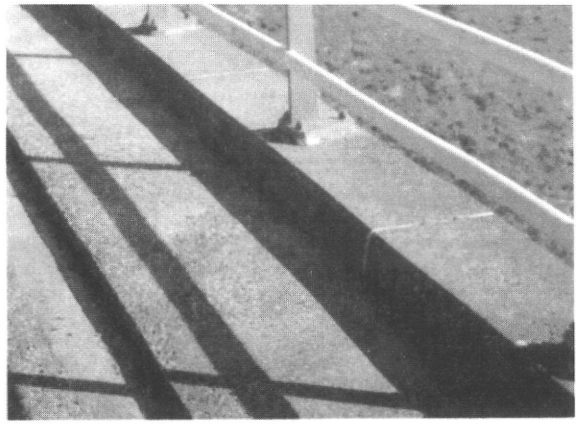


4. ábra: Nieuwegein

5. ábra: Zoetermeer



6. ábra: Zoetermeer



7. ábra: Abbenes

10. BIBLIOGRÁFIA

[1] MÉASZ ME-04.19:1995 Műszaki Előírás – 7. fejezet Fagyálló betonok

[2] STABIMENT MHK üreges mikro-gömbök – Műszaki termékismertető

[3] MSZ 4714/2 A betonkeverék és a frissbeton vizsgálata – A betonalkotók mennyiségének, a beton testsűrűségének és légpórus-tartalmának meghatározása

BUDAPEST, X. KERÜLETI ÚJHEGYI ÚTI KÖZÚTI HÍD BONTÁSI MUNKÁI

Boros Péter
Betonplasztika Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

15 év után a főváros és a MÁV megegyezése alapján lehetővé vált a Ferihegyi gyorsforgalmi út felhagyott Újhegyi úti hídjának bontása. Ennek a munkának fontos része volt a MÁV vonalai feletti ívhíd nagyon rövid idő alatt történő bontása a környezet védelme mellett. Az előadás ezt a bontási folyamatot mutatja be videon.

1. ELŐZMÉNYEK

A Ferihegyi repülőtérre vezető úton, a régi közúti felüljáró szűk keresztmetszete miatt épült meg az új híd 1986-ban. Kőbánya-Kispest állomás után, a Budapest-Cegléd vasútvonal 115+74 szelvénye felett lévő ívhíd, és a szintén felüljáróként használt többnyílású híd ezzel használaton kívülre került. A régi ívhíd alatt 3 db vágány – a 100.számú – Budapest – Ceglédi fővonal két nagyforgalmú vágánya, és egy vontató vágány – a kapcsolódó hosszgerendás vb.lemezhíd alatt a Budapest-Lajosmizse vasútvonal egyik nagyforgalmú vágánya helyezkedett el. Funkcióvesztés miatt 15 éve éktelenkedtek a forgalomból kivont közúti hídszerkezetek.

2. AZ ELBONTOTT SZERKEZETEK ISMERTETÉSE

A hidakat először 1943-ban helyezték forgalomba. A teljes hídrendszer egy eredetileg 3 nyílású betonbordás lemezhídból, egy vonóvasas vb. ívhídból és egy 13 nyílású (/2+1+2/ + 1 + /2+1+2/ + 2) betonbordás, ill. tömör lemezhídból állt.

A szerkezetekről nem voltak megvalósulási tervek, csak felmérési tervvel rendelkeztünk. A Ferihegy felőli feljáróhíd folytatólagos szerkezet, melynek szabad nyílásai 14-17 m között változtak. Az I. nyílás alatti tér üres volt, a II. nyílásban hő-távvezetékek, míg a III. nyílásban nyílt vízelvezető árok, valamint hő-, és távvezetékek húzódtak.

Az ívhíd (a IV.nyílás) a Bp. Nyugati Pu. – Cegléd vasútvonalat keresztezte, Kőbánya-Kispest és Pestlőrinc vasútállomások között. A kétvágányú villamosított vasútvonalon kívül egy vontató vágányt is áthidalt a látványos íves langer híd. Az ív alá kerültek az állomási felsővezetékek kihorgonyzási szakaszai, továbbá a megkerülő vezetékek, és egy optikai kábel is. A főnyílás támaszköze 47,40 m, az ív középvonalának legnagyobb távolsága a vonórúdtól 8,50 m, a keresztezés szöge 32 fok volt.

A kereszttartók ill. függesztések beosztása 3,20 + 10x4,10+3,20 m között változtak. A hídszerkezet alsó éle a kereszttartóknál mérve a mértékadó bal vágány esetében sínkorona felett 5,85 m. A teljes szerkezet becsült súlya 650 tonna volt!

A következő 5 nyílás (azaz a belváros felőli feljáró hidak) két darab kétnyílású, konzolos tartó közé befüggesztett nyílásból (V-IX.) állt. A szerkezete 4 hosszgerendával és 2 közbenső keresztgerendával merevített vb.lemezhíd.

A következő egynyílású, az előbbivel azonos kialakítású szerkezet (X) hidalta2 át a Lajosmizsei vasútvonalat. Szabadnyílása 13,65 m, majd újabb 5 nyílású Gerber szerkezet helyezkedett el (XI-XV.), melyek 50 cm szerkezet vastagságú vb.lemezhidak voltak. A szabad nyílások 8,50-9,25 m között változtak.
A hídegyüttes belváros felőli első kétnyílású tagját az új híd építésekor 1986-ban elbontották.
A hidak leromlott műszaki állapota, a leeső betondarabok folyamatos veszélyforrást jelentettek a vonatoknak. A hídszerkezetek tulajdonosa – a Budapesti Fővárosi Önkormányzat – állagmegóvó tevékenységet végzett ugyan (nem kevés ráfordítással), de ennek ellenére a veszélyforrás nem szűnt meg. A szerkezet eltávolítása vasúti-forgalombiztonsági szempontból ez évben már halaszthatatlanná vált.
A bontási munkák – vasúti űrszelvényen kívül – folyó év októberében kezdődtek el a Budapest felőli felüljáró hidak folyamatos bontásával. A Bp-Lajosmizsei vágány feletti hosszgerendás vb.lemez-híd október 27-én éjszaka, hosszában elfűrészelve, 80-80 tonnás részekben 400 tonna teherbírású daruval, 2 óra alatt emeltük ki.
A langer ívhíd eltávolítása 2001.november 10-én 10,20 óra kezdéssel, folyamatosan – 17 órás vágányzárban - történt, mindhárom vágányt érintve. A bontási munkálatok az ívhíd, a vágányok és a berendezések védelembe helyezésével kezdődtek. A felsővezetékeket leengedtük a vágányok közé, a vágány, a biztosító berendezések, valamint a fénykábel földtakarást kapott 40 m hosszban.
A védelembe helyezés kezdeteként a vágányok közé peronszerűen, a korábbi éjszakákon rövid vágányzárakban – később felszedhető – vasbeton sávokat készítettünk. A bontási vágányzárban ezekre helyeztük a vasbeton, áthidaló panelokat. A beton elemek alá nylon fólia és terfil takarás, a beton elemek fölé pedig 80 cm vastagságban földpárna, földtakarás került.
A rendkívül nagy biztonsági intézkedéseket igénylő robbantásos módszer helyett a tartó meggyengítésével járó roppantásos módszert választottuk az ívhíd eltávolítására. A langer tartó tényleges bontása terv szerint 2001.november 10-én 14 órakor kezdődött meg. A langer ívhíd jobb oldali ívét a sarutól 1-1 méterre felállt bontó, beton harapó gépek ún. roppantásos módszerrel szimmetrikusan elgyengítették. A keresztmetszet kb. 2/3 részének eltávolítása után az ív tönkremenetelkor szerkezet a várt irányban (gravitációs úton) a kialakított földpárnára zuhant. Az esés irányának tartása érdekében, az ívre 3 db drótkötelet kötöttünk, melyet beton törmelékkel megrakott teherautók ellentartással biztosítottak.
A szerkezet 13 perc alatt került a földpárnára, környezeti és vasúti kár okozása nélkül. A földpárnán történt meg a hídszerkezet további „aprózása". Az acél és beton törmeléket külön-külön válogatva szállítottuk el a helyszínről a védőtakarás anyagával együtt. 2001.november 11-én, 5 órakor a tervezett időpont előtt mindkét Ceglédi fővágányon zavartalanul megindulhatott a vonatforgalom, végleges felső vezetékekkel.
A veszélyessé vált hidak elbontásához engedélyezési hídterv és számos egyéb szakmai terv elkészítése, és engedélyeztetése volt szükséges. Ezen belül a vasúti felsővezeték kiváltása, kiszigetelési terv, a szerkezet robbantási terve, távközlési berendezések védelme, kiviteli technológiai terv, koordinációs intézkedési terv és ezek jóváhagyása.
A bontási munkálatok rövid idejű végrehajtásához számos szakma specialistáinak koordinációjára volt szükség, és a sikeres csapatmunka minden szereplő támogatásának is köszönhető.