Dr. Domanovszky Sándor

A hazai hegesztett közúti hidak építésének története

Különlenyomat a 39. Hídmérnöki Konferencia előadásainak kiadványából

1999.

GANZ HÍD-, DARU- ÉS ACÉLSZERKEZETGYÁRTÓ RT.
H-1089 Budapest, VIII., Golgota út 6.; 1443 Budapest, Pf. 136.
Telefon: 313-0847 Telefax: 210-0385
E-mail: ganzacel@mail.datanet.hu

HIDAK, ANYAGMOZGATÓ BERENDEZÉSEK, ÉPÜLETACÉLSZERKEZETEK, VIZI MŰTÁRGYAK ACÉLSZERKEZETEI, TARTÁLYOK, TORONYSZERKEZETEK, NEHÉZ GÉPSZERKEZETEK, SÍNJÁRMŰVEK FORGÓVÁZAI, ALVÁZAI, SPECIÁLIS ACÉLSZERKEZETEK GYÁRTÁSA SZERELÉS ÉS KIVITELEZÉSE FŐVÁLLALKOZÁSBAN

Dr. Domanovszky Sándor
Ganz Acélszerkezet Rt.

A hazai hegesztett közúti hidak építésének története

Bevezetés

A vasnak hídépítési célokra történő első jelentős felhasználása az 1779-ben, Angliában öntött (máig is üzemelő, 30,5 m fesztávú, 378 t súlyú) ívhíd, az Iron-bridge. Az 1849-ben felavatott budapesti Lánchíd kereszttartói is öntöttvasból, láncai, függesztő rúdjai kovácsolt vasból (a merevítő tartó fából) készültek. A múlt század második felében a vasgyártás fejlődése, a meleghengerlés bevezetése óriási léptekkel vitte előre, ill. nagyobb nyílások áthidalásánál egyeduralkodóvá tette a vasanyagot. Az illesztéseket szegecseléssel oldották meg.

Az orosz Szlavjanov 1890-ben benyújtott szabadalma a - máig is használatos - leolvadó elektródás elektromos ívhegesztés alapjait teremtette meg. Gyakorlati alkalmazhatóságát egyrészt a svéd Kjellberg 1905-ös találmánya, a bevonatos elektróda, másrészt a tíz évvel később kifejlesztett megfelelő áramforrások (dinamók, majd transzformátorok) tették lehetővé. Ezek után 1926-ban Lengyelországban megépülhetett az első, teljesen hegesztett (27 m fesztávú, rácsos) közúti híd.

Mi magyarok az élbolyban voltunk. A húszas évek végén kitűnő mérnökök ismertették és népszerűsítették az új eljárást, 1930-ban beindult a hegesztőképzés, a Ganz és Társa Rt.-nél az áramforrás készítése, továbbá a Weiss Manfréd Művekben, valamint a Rimamuránvi Rt.-ben, a bevonatos elektródák gyártása. Egy évvel később 23,7 m fesztávú rácsos, hegesztett gyalogos felüljáró épült Balatonszemesen. Az első, minden kapcsolatában hegesztett, alsópályás, rácsos, 53,1 m fesztávú, máig is üzemben lévő közúti hidat, a **győri Rába-hidat** a Magyar Waggon- és Gépgyár Rt. 1935-ben építette (1. kép). Ezt követően alkalmazásra került a hegesztés (ELIN-Hafergut eljárással) az Árpád híd kereszttartóinak gyártásánál (1940). A II. világháborút követő újjáépítés során egyre gyakrabban alkalmaztak hegesztett kötéseket, pl. a budapesti Petőfi-, Manci-, a szegedi- pontonhidak szerkezetei, továbbá a Szabadság híd újjáépítésénél az erősítések így készültek. Ezeknél sokkal jelentősebb volt azonban a budapesti **Kossuth híd** (2. kép) középső 78,0 m-es és két szélső 56,0 m-es nyílásainál a főtartók rácsos csőszerkezetként, teljesen hegesztett kapcsolatokkal történő kivitelezése. Itt sem az anyag (a széntartalom 0,31 %), sem a hegesztőanyag, sem pedig a körülmények nem voltak megfelelőek, ezért már üzembehelyezéskor (1946 január) számtalan repedést észleltek, melyek szaporodván, a hidat 1957-ben lezárták, három évvel később elbontották. Hasonló szerkezettel, szintén ideiglenes jelleggel, Szolnokon Tisza-hidat, két darab 66,0 m-es nyílású Rába-hidat, egy-egy 40,0 m-es nyílású Rábca- és Zala-hidat építettek újjá.

Ma is üzemel az 1949-ben elkészült **vásárosnaményi Tisza-híd**, mely hegesztett gyári, szögecselt helyszíni kapcsolatokkal készült (3. kép).

A harmincas évek közepén hegesztett hidakhoz Nyugat-Európában már 52-es acélokat is alkalmaztak, melyek edződésre hajlamosak lévén, bekövetkeztek az első ridegtöréses esetek (1938-ban a belgiumi Hasselt csatorna feletti híd összeomlott, a Berlin melletti autópálya-híd főtartója berepedt stb.). Ezek nyomán lázas kutatómunka indult meg, mely - bár még napjainkban is folyik - az ötvenes évek közepére kikristályosította a ridegtöréssel szembeni biztonság alapelveit (helyesen kialakított szerkezet, kellő szívósságú alapanyag, szakszerű hegesztéstechnológia). Tömören összefoglalva: a hegesztett híd építése a szögecselthez képest csaknem mindenben újat, nagyságrenddel bonyolultabb követelményrendszer szakszerű megoldását igényli

tervezőtől, kivitelezőtől egyaránt és a megvalósítás minden fázisában szükség van hegesztő szakemberekre.

Az első (kísérletnek szánt), korszerűen kialakított, ortotróp pályalemezes, teljesen hegesztett, 20 m hosszú **Laskó-patak-híd** (Heves megye, 4. kép), melyet a Ganz-MÁVAG épített, 1960-ban készült.

Megemlítendő, hogy ezt és - a FŐMTERV által gondozott budapesti három felüljáró és a MÁVTI-tól eredő sajóecsegi híd kivételével - napjainkig minden utódját (a kivitelezőkkel szoros együttműködésben) az UVATERV tervezte.

A következőkben - konkrét példákkal - tömör áttekintést nyújtunk az azóta elmúlt, közel negyven esztendőt átívelő, időszakban forgalomba helyezett, hegesztett közúti hidak kialakításának és építéstechnológiájának mérföldköveit jelentő eseményekről, éspedig - a jobb áttekinthetőség érdekében - a meghatározó tényezők (konstrukció, kapcsolati rendszerek, alapanyag, hegesztés-, gyártás- és szerelés-technológia) szerinti bontásban. Végezetül összefoglaló táblázatban soroljuk fel a jelentősebb (három kivételtől eltekintve), napjainkban is üzemelő, hazai hegesztett közúti hidakat, főbb adataik feltüntetésével.

Konstrukció

A konstrukciónak meghatározó szerepe van mind törésbiztonsági, mind kiviteltechnikai szempontból. Meg kellett tanulni az ú.n. hegesztéshelyes kialakítást, szemben a kezdeti idők ú.n. hegesztett szögecselt szerkezeteivel.

A Laskó-patak-hidat követően készült a négyfőtartós, párhuzamos övű, tömörgerincű, hegesztett gyári, szögecselt helyszíni illesztésekkel kialakított, vasbeton pályalemezes **letenyei Mura-híd** (1961, 5. kép).

Az első jelentős korszerű hegesztett létesítmény **a szolnoki Tisza-híd** volt (1962, 6. kép). Az ortotróp pályaszerkezet merevítő bordái laposacélból készültek. A pályaszerkezet és a vele együtt dolgozó két főtartó gerinccsonkja teljes egészében hegesztett, míg a többi helyszíni illesztés szögecselt kapcsolatokkal készült. A főtartó alsó öve még a hagyományos, szögacél - övlemezes szögecselt konstrukció.

Az **Erzsébet kábelhíd** (1964, 7. kép) - mely minden tekintetben a legjelentősebb, legtöbb újat hozó alkotás - L-profilokkal merevített ortotróp pálya-szerkezetének gyári varratai hegesztettek, a helyszíniek szögecseltek. A két pilon oszlopai teljesen szögecseltek, a diafragmák és a felső keresztkötés gyári illesztései hegesztettek.

Az első nagyobb, felsőpályás, kétfőtartós, nyitott, párhuzamos övű, tömörgerincű, öszvér szerkezetű híd a **bodonhelyi Rába-híd** volt (1966, 8. kép)

A rácsos szerkezetű, vasbeton pályalemezes - a Laskó-patak-hídhoz hasonlóan, kísérleti jelleggel épült - **Taktaharkányi Takta-híd** (1962) helyszíni illesztéseinél alkalmaztak első ízben NF-csavaros kapcsolatot.

A vasbeton pályalemezes **tiszafüredi Tisza-híd** (1966, 9. kép) az első nagyobb rácsos főtartójú szerkezet, melynek szekrénykeresztmetszetű rácsrúdjai a helyszínen NF-csavaros, övei azonban hegesztett illesztéssel készültek. Ez kivitel szempontjából kedvezőtlen megoldás. A két felsőpályás szekrényes parti nyílás minden illesztése hegesztett. A kevéssel később tervezett **kisari Tisza-híd**-nál (1969, 10. kép) már a rácsos főtartók minden helyszíni illesztése NF-csavaros.

A háromnyílású **berettyószentmártoni Berettyó-híd** (1967) két ferde gerincű, hegesztett, szekrényes keresztmetszetű, folytatólagos, acélgerendával együttdolgozó vasbeton pályalemezes szerkezet. A helyszíni kapcsolatok NF-csavarosak.

A **barcsi Dráva-híd** (1970, 11. kép) felsőpályás, szekrénytartós kialakítású, öszvér szerkezet, hegesztett gyári, szögecselt helyszíni illesztésekkel.

A **győri Rába-híd** (1970, 12. kép) három, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartóval, együttdolgozó feszített vasbeton pályalemezzel készült, gyári illesztései hegesztettek, a helyszíniek NF-csavarosak.

A **makói Maros-híd** (1974) a pillérek feletti szekrénykersztmetszetű acél oszlopokra ferde acélrudakkal felfüggesztett, folytatólagos, tömörgerincű, szekrényes keresztmetszetű, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó szerkezet.

Az **algyői Tisza-híd** (1974, 13. kép) szintén felsőpályás, öszvér szerkezet, tömörgerincű főtartókkal, a gyárban hegesztett, a helyszínen NF-csavaros kapcsolatokkal készült.

Az ú.n. kettős betonövű **M3 autópálya feletti hidak** (1976-82, 14. kép) abban újszerűek, hogy a ferde gerincű, zárt szekrényként kialakított, párhuzamos övű, kéttámaszú acélgerendákkal együttdolgozó vasbeton pályalemez két szakaszban, beemelés előtti monolit, majd azt követően elhelyezett előregyártott elemekből készült.

A **tahitótfalui Kisduna-híd** (1977, 15. kép) szekrénytartós szerkezet, gyári és helyszíni hegesztett kapcsolatokkal, melynél az együttdolgozó vasbeton pályalemezt előregyártott elemekből feszítették össze.

A **szegedi Északi Tisza-híd** (1979, 16. kép) tömör gerincű főtartókkal (144 m-es középnyílása hazai rekord), ortotróp pályaszerkezettel, laposacél hosszbordákkal, hegesztett gyári kapcsolatokkal készült. A pályaszerkezet helyszíni kapcsolatai is hegesztettek (a pályalemeznél fedettívű eljárást alkalmaztak), a főtartókat részben NF-csavarral, részben (a hosszirányúakat) szögecseléssel illesztették. A főtartók hatalmas (helyenként 6x1200x25 mm) alsó övlemez-kötegei (ami - véleményünk szerint, különösen a csupán 12 mm vastag gerinclemez miatt - távol van a "szerkezethelyes" kialakítástól), az utolsók, melyeknél a szögvasas szögecselt megoldást (kombinálva NF-csavarral) alkalmazták.

Az **Árpád-híd szélesítése** (1984, 17. kép) - a régi híd mellett, de attól független, a befolyási és kifolyási oldalon elhelyezkedő - két önálló, kétfőtartós, trapéz alakú bordákkal merevített ortotróp pályalemezes, két-, egy-, három-, négy- és egynyílású, egymást követő öt gerendahídból áll (830 m-es összes hosszuk - melyet még növel a 90 m-es Margit-szigeti műtárgy is - országos rekord). A gyári illesztések hegesztettek, a helyszíniek a pályaszerkezeten hegesztettek, a többi helyen NF-csavarosak.

A **polgári Tisza-híd** (1989, 18. kép) keresztmetszeti kialakítása, illesztései hasonlóak az Árpád-hídihoz.

A **gesztelyi Hernád-híd** (1990, 19. kép) alsópályás, felső szélrács nélküli, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó, párhuzamos övű, rácsos szerkezetként készült.

A **hárosi Duna-híd** (1990, 20. kép) az első ferde főtartójú, szekrényes kialakítású híd, ahol - szintén először - a vasbeton pályalemez együttdolgoztatására fejescsapokat alkalmaztak. A gyári illesztések hegesztettek, a helyszíniek NF-csavarosak.

A maga nemében kiválik a sorból a **sajóecsegi Sajó-híd** (1973). A 16 m hosszú, kéttámaszú, hegesztett, szekrényes keresztmetszetű, keresztkötésekkel összekapcsolt főtartók (ESB 16 jelű katonai hídszerkezet) egymást követő sorának felhasználásával, gazdaságos, 112 m hosszú, vasbeton pályalemezes híd épült.

A **Lágymányosi híd** (1995, 21. kép) háromfőtartós (kétcellás) szerkezet, ferde szélső főtartókkal, szekrényes kialakítással, trapéz bordákkal merevített ortotróp pályalemezzel. A gyári és a pályaszerkezet helyszíni illesztései hegesztettek, a többi NF-csavaros. A híd különlegessége az öt pilon, melyekhez a szekrénytartók ferde rudakkal van felfüggesztve. E szerkezetek illesztései gyárban és helyszínen egyaránt hegesztettek. Egyedülálló megoldás a híd világítása, mely a 35 m magas oszlopok

tetején elhelyezett tükrökről vakításmentesen sugározza szét az oszlopok közepén lévő reflektorok fényét (22. kép).

Illesztési rendszerek

A kezdetektől fogva - gyárban és helyszínen egyaránt - szögecselt illesztést alkalmaztak. Bár a hegesztés már a 30-as évek elején bevezetésre került, a szegecskapcsolat további 40 éven át még szintén alkalmazást nyert.

A hegesztést első ízben 1935-ben a győri Rába-hídnál vezették be. Korszerű szerkezeti kialakítással elsőként 1960-ban a Laskó-patak-híd készült. Érdekes módon eddig csak a győri Rába-, a Laskó-patak- és a tahitótfalui Kisduna-híd, valamint a budapesti Baross téri (1969, 23. kép) felüljáró készült teljesen hegesztett kivitelben. A Szentendrei úti (1968, 24. kép) és Soroksári úti (1972) RUB licenc alapján gyártott, félállandó közúti felüljárók kéttámaszú hídegységei (25. kép) a gyárban teljesen hegesztett kivitelben készültek ugyan, de a helyszíni kapcsolataik, a dilatációs szerkezetek közbejöttével, ill. a híd hossztengelyében csavarozottak. A többi hídnál a helyszíni illesztések egy része kezdetben szögecs-, később NF-csavaros kapcsolatú, esetleg a kettő kombinációja.

Az NF-csavar használata a taktaharkányi Takta-híd (1962) és főként a tiszafüredi Tisza-híd (1966) óta folyamatos, de csak a helyszíni illesztéseknél. Itt kezdetben próbálkoztak hazai gyártással, azonban - súlyos minőségi problémák miatt - hamarosan rátértek az import csavarokra. Ez helyzet napjainkig sem változott.

Alapanyagok

Az első - bevezetőben említett - ridegtöréses esetek rávilágítottak arra, hogy a hegesztési hőfolyamat lényeges változásokat visz végbe az anyag szerkezetében. A varrat átmeneti övezete elridegedhet, emiatt abban (mikro) repedések keletkezhetnek, melyek - a szerkezetben tárolt, folyáshatár nagyságú, a hegesztési zsugorodások hatására keletkezett, ú.n. saját feszültségek és egyéb külső körülmények, (alacsony hőmérséklet, dinamikus igénybevétel) hatására - rideg töréshez, adott esetben a híd tönkremeneteléhez vezethetnek.

A ridegtöréssel szembeni biztonság egyik fontos eleme (a helyes konstrukció és a szakszerű kivitel mellett) az alapanyag kellő szívóssága. Ezt évtizedek óta az ütővizsgálattal szavatolt átmeneti hőmérséklettel ($TTKV_{27}$) mérik. A megfelelő minőségű (átmeneti hőmérsékletű) anyagot korrelációs (főként a Bierett-félc) rendszerrel választják ki. Ezek a konstrukciós kialakítás, a minimális üzemi hőmérséklet, a lemezvastagság, az igénybevétel fajtája stb. szerint megadják a kellő biztonságot nyújtó - ütővizsgálattal szavatolt - anyagminőséget.

Hazánkban a fenti rendszer, ill. az ütőmunka vizsgálat, - az Erzsébet-híd (szerencsére) gyártása közben bekövetkezett ridegtörési esetek nyomán - az MSZ 6280-1965-tel - került bevezetésre. Ezért az Erzsébet hídnál 1963-ban - 1000 t anyag leselejtezése után - külön megállapodás szerinti, ütőmunkával is vizsgált (36.24 Sö jelzésű) anyag került beépítésre az előirányzott 36.24 S minőség (MNOSZ 6289-55) helyett, mely (esetleg) csillapítatlan, ütővizsgálattal nem ellenőrzött, tehát hegesztett hidakhoz nem alkalmas anyag (mindazonáltal a korábban épülteknél, a szolnoki Tisza-hidat is beleértve, ezt használták). Az NDK-ból importált hosszbordák 200 mm-es származásúgú L-profiljai MU St 37-2 minőségűek. A másik gond az MTA 50-es acéllal volt. Itt ugyanis - szabványelőírási hiba miatt - normalizálatlan és emiatt nem megfelelő szívósságú anyagokból készült a szerkezet egy része (kereszttartók, pilon

keresztkötés stb.). Az ügy (szintén szerencsére) gyártás közben kiderült, de így is jelentős selejtezések váltak szükségessé.

Az MSZ 6280-65 bevezetésével az Erzsébet hidat követő szerkezetekhez már kivétel nélkül megfelelő minőségű - 37-es és 52-es szilárdságú - anyagokat alkalmaztak. Az idők folyamán ezt a szabványt több ízben módosították. Ennél fontosabb azonban az acélgyártás technológiájának és ezzel az acélok minőségének folyamatos javítása (főként szívósságának növelése, edződési hajlamának csökkentése).

Hegesztéstechnológia

A hegesztéstechnológia alatt az eljárást, a hozaganyagokat és a hegesztési munkarendet (élkialakítás, paraméterek, sorrend, helyzet, előmelegítés, utóhőkezelés, készülékezés stb.) értjük. Alapvető jelentőséggel bír a hegesztő szakemberek megléte, ill. kellő képzettsége. Ezek mindegyike az évek folyamán jelentős fejlődésen ment keresztül. A hazai hídépítést tekintve a fő állomásokat a következőkben jelöljük meg.

Hegesztő eljárások:

- a bevont elektródás kézi ívhegesztés egyeduralkodó a szolnoki Tisza-hídig bezárólag,
- fedettívű hegesztést jelentős mértékben (70 %) először az Erzsébet-hídnál alkalmaztak,
- fedettívű hegesztést a helyszíni szerelésnél először a tiszafüredi Tisza-híd parti nyílásainál használtak,
- védőgázas hegesztés tömör huzallal (noha az eljárás bevezetése acélszerkezet építésben a Ganz-MÁVAG-nál már 1959-ben megtörtént) hídépítésnél - a heganyag nem kielégítő szívóssága, illetőleg az alapanyag nem kívánatos edződése miatt - csak a hetvenes évek végén kezdődött el, előbb export hidaknál, itthon csak 10 évvel később, a hárosi Duna-hídnál,
- védőgázas hegesztéshez porbeles, önvédő huzalt először a Lágymányosi hídnál alkalmaztak,
- AWI eljárás (**a**rgonvédőgázas **w**olfrámelektródás **í**vhegesztés) bevezetésére szintén a Lágymányosi hídnál került sor,
- fejescsapok alkalmazása (felhegesztett kampók helyett) a vasbeton pályalemez együttdolgoztatásának biztosítására először a hárosi Duna-hídnál történt.

Hegesztőanyagok:

- a kézi ívhegesztés elektródái a kezdetektől fogva hazai, elvétve import gyártmányok,
- a fedettívű hegesztéshez eleinte hazai, később import huzalokat, és hazai-import porok keverékét alkalmazták, majd - amikor a győri Rába-hídnál a heganyag csekély képlékenysége következtében a főtartók nyakvarrataiban repedések keletkeztek - áttértek az importra,
- a védőgázas hegesztéshez hazai, később import, majd újra hazai tömör- és import porbeles huzalok, az AWI-eljáráshoz import hegesztőpálcák kerültek alkalmazásra,
- a csaphegesztéshez kezdettől fogva import csapokat és kerámiagyűrűket használnak.

Hegesztési munkarend

A hegesztési munkarend helyes megválasztása rendkívül sokrétű, bonyolult, igen nagy felkészültséget igénylő feladat. E terület részletes kifejtésére - a tanulmány terjedelmének korlátozottsága miatt - nincs mód. Mindazonáltal néhány jelentős mozzanatot kiemelünk.

A Laskó-patak-hídnál nem fordítottak kellő gondot e kérdésre, ezért a helyszíni javítás 5300 munkaórát igényelt (a 42 tonnás szerkezet teljes gyártására 4200 órát fordítottak). Hasonló volt a helyzet a letenyei Mura-hídnál (276 t), ahol a négy (egyenként 140 m hosszú) főtartó - a 10 mm-es csekély vastagságú, a szükségesnél kevésbé merevített és emiatt - horpadt gerinceinek kiegyengetése mezőnként kb. 150 db, összesen mintegy 40.000 (!!!) autogén pontmeleg (+ kalapálás) révén volt megszüntethető. Emellett az alsó övlemezhez illeszkedő szélrács csomólemezeinek gyökhibás tompavarratait kivétel nélkül ki kellett faragni és újra hegeszteni. Ezen utómunkálatok négy hónapig tartottak, tovább, mint maga a gyártás. Az 52 C acélból készült bodonhelyi Rába-hídnál - a szakszerűtlen hegesztéstechnológia következményeként - a főtartó alsó övénél a varratok hőhatás övezetében nem megengedhető (350 HV feletti) feledződést, ennek eredményeként számos repedést találtak a nyakvarratokban és a két övlemezt összekötő élvarratban. Emiatt a sérült alsó öv teljes kiváltására - széleskörű vizsgálatokat követő, több szakértő intézmény bevonásával született döntés alapján - utólag, csavarkapcsolatokkal övszögacélokat és egy pótövlemezt építettek be (26. kép). Az övlemezek élvarratos összekapcsolása magában hordozza a repedésveszélyt, ezért később kizárólag lépcsős, sarokvarratokkal összekötött övlemezkötegeket terveztek. A győri Rába-hídnál a nyakvarratokban keletkeztek nagy számban (meleg) repedések. Ez - hasonlóan az előbbihez - részben hegesztési (nem megfelelő képlékenységű varratot biztosító fedőpor alkalmazása), részben tervezési hiányosságra vezethető vissza (a helyenként 5 db, 700x25 mm méretű övelemezköteg gerinclemezhez való kapcsolásához a terv csupán a = 4 mm-es kétoldali sarokvarratot írt elő).

A kezdeti méregdrága tanulópénz meghozta hatását. A szolnoki Tisza-hídnál igen részletesen és átgondoltan kidolgozott technológiát, számos gyártó-szerelő készüléket és eszközt terveztek, készítettek és alkalmaztak. A hegesztők előminősítés után, folyamatos, szigorú ellenőrzés alatt dolgoztak.

Külön kiemelendő, hogy - az országban első ízben - itt bíztak meg a hegesztési munkák irányítására és felügyeletére felelős hegesztőmérnököt (e sorok íróját). Mindezt a KPM Hídosztályának előírásai szerint ("Különleges feltételek hegesztett közúti hidak gyártására és szerelésére") és folyamatos ellenőrzése mellett hajtották végre. Némi túlzással megállapítható, hogy a jelenlegi EN és ISO szabványok többezer oldalas előírás-rendszere az akkorihoz képest érdemi újat nem hozott (bürokráciát és felesleges többletmunkát annál inkább).

A továbbiakban szinte minden hídnál más és más - a szerkezet jellegéhez leginkább alkalmazkodó és a korábban gyűjtött tapasztalatokat felhasználó, új eljárásokat, készülékeket, módszereket bevezető - hegesztéstechnológiákat alkalmaztak. A feladat ugyanis rendkívül bonyolult: hogyan lehet biztosítani a legkisebb ráfordítással azt, hogy - a hegesztési zsugorodások és alakváltozások ellenére - egy-egy gyártási egység (pl. ortotróp panel) minden eleme (gyakran 50-60 db), a térben, három koordináta szerint, kellő pontossággal találkozzék (többnyire) 4-6 szomszédjának hasonló számú elemével. Ennek elérésére pl. a 7000 tonnányi Lágymányosi hídnál 450 t speciális gyártó-szerelő készüléket alkalmaztak, sok száz oldalas technológiai utasítás készült, hegesztőminősítő-, eljárás- és gyártásközi

vizsgálatok százai voltak szükségesek és a Minőségtanúsítási Dokumentáció 22 kötete mintegy 2200 oldal terjedelmű!

Gyártástechnológia

A gyártástechnológia - melynek a hegesztés csak egy (de meghatározó) része - szintén szerkezetorientált kell legyen. Rendkívül fontos a gyártási részegységek helyes megválasztása, a méretpontosság biztosításának módja (előzetes összeállítás, zsugorodási ráhagyások, utólagos méretrevágás, készülékezés stb.), valamint az előszerelési lehetőségek optimális megválasztása.

A főtartókat általában külön ki szokás fektetni (27. kép). Elmaradhatott ez (első ízben) a szekrényes barcsi Dráva-hídnál, ahol a teljes keresztmetszet egyszerre került összeállításra (28. kép). Az Árpád hídnál azonban - a ferde (hídtengelyre nem merőleges) alátámasztások miatt - a feladat csak három lépcsőben volt megoldható: főtartó kifektetés, pályaszerkezet előszerelés (29. kép), végül egy-egy - max 100 t súlyú - teljes keresztmetszetű szerelési egység összeállítása (30. kép).

Alapvető annak meghatározása, hogy a beemelési egység hol kerüljön végleges összeszerelésre. Ennél is úttörő szerepet játszott az Erzsébet híd, melynél (a Lágymányosi telepen) 100 tonnás, 10x20 m méretű részekké szögecselték össze az egy keresztmetszetet alkotó 5 db gyártási egységet, majd ezeket erre a célra kialakított pályán kitolták a Duna partjára (31. kép). Itt úszódaruk tették uszályba és vitték a beemelés helyszínére (szemben azzal az eredeti elképzeléssel, mely szerint előszerelés után a hídkeresztmetszetet a Lágymányosi telepen újra 5 egységre bontják és közúton szállítják az építés helyére, ahol ehhez, közvetlenül az épülő híd mellett, külön állványszerkezetet létesítenek és ott készítik el a szögecskapcsolatokat).

Az Árpád hídnál ugyanez a módszer már nem volt alkalmazható, mert az úszódaru onnan nem tudott lejönni, ezért az uszályba rakáshoz egy speciális, a víz fölé nyúló darupályát (100 t teherbírású daruval) kellett létesíteni (32. kép).

Fontos kérdés az előszerelési szakaszok, valamint az átfedések (a csatlakozó, visszamaradó hídrész) hosszának - igen gyakran a gyártás és szerelés átfedésének, ill. az építési idő csökkentésének érdekében, vagy a rendelkezésre álló hely függvényében történő - helyes megválasztása (33. kép).

Szereléstechnológia

Alapvető kérdés, hogy a szerelési egységeket véglegesen hol és mekkora darabokban állítják össze és milyen módon juttatják végleges helyükre. Az építés sorrendje történhet a híd egyik végétől a másikig folyamatosan haladva (pl. szolnoki híd, 34. kép), vagy készülhet a parton és szakaszos behúzással kerülhet a helyére (pl. tiszafüredi híd, 35. kép, vagy a tahitótfalui híd, 36. kép), netán nyílásközéptől a pillérek felé haladva (pl. Erzsébet híd, 37. kép), szárazföldön autódarukkal dolgozva (38. kép), vagy a partok irányából közép felé, zárótaggal operálva (pl. algyői híd, 39. kép), esetleg az egyik mederpillértől kétirányba - "egyensúlyozással" - haladva (pl. Árpád híd, 40. kép), használhatnak a szélső nyílásoknál állványokat (pl. hárosi Duna-híd, 41. kép), ekkor a medernyílásokban elegendő a segédjármok igénybevétele, előfordulhat, hogy külön szállító- beemelő-szerkezetet kell építeni a parton összeállított szerelési egységek végső helyükre történő juttatásához (pl. polgári híd, 42. kép), vagy esetleg az utolsó tag végleges méretben történő beemelhetőségéhez a szélső szakaszt ideiglenesen hátrahúzzák, mint azt a Lágymányosi hídnál, a közel 100 m-es, 1000 tonnás jobbparti résszel tették (43. kép). Megjegyezzük, hogy a felsorolt hegesztett közúti hidak építésénél mindenütt a korszerű szabad szerelési módszert alkalmazták.

A szerelés egyik legnehezebben megoldható feladata az egyenlőtlen felmelegedés (napsütés hatására) okozta deformációk uralása, ill. mindenkori követése, ellensúlyozása (a legkülönfélébb módszerekkel).

Nem csekély szaktudást igényel a vegyes helyszíni keresztmetszetek (hegesztett pályaszerkezet, csavarozott főtartó) illesztéseinek kivitelezése. A hegesztés ugyanis jelentős (3-6 mm) zsugorodással jár, ami egyrészt vízszintes irányban elhúzza a kapcsolódó részt (ezzel a csavarkapcsolatoknál kell számolni), másrészt jelentősen megemeli azt (melyet a hegesztés előtti beállításnál kell ellensúlyozni), esetleges oldalirányú mozgás pedig a hídtengely tartásában okoz problémát.

A hegesztési munkák helyszíni kivitelezése természetesen szintén lényegesen nagyobb körültekintést, előkészületeket (védekezés az időjárási viszontagságok ellen stb.) igényel, mint a műhelyi.

Összefoglalás

Az előzőekben megkíséreltünk olyan tömör összefoglalást nyújtani a hazánkban eddig készült hegesztett közúti hidakkal kapcsolatos feladatokról, eseményekről, tapasztalatokról, melynek révén talán sikerült érzékeltetni, hogy mindazoknak, akik e munkálatok megtervezésében, kivitelezésében résztvettek, a hagyományos szögecselt hidak építéséhez képest rendkívül sok új problémát kellett megismerniük és megoldaniuk. A tények azt látszanak igazolni, hogy e kihívásoknak általában sikerrel tudtak eleget tenni. Helyszűke miatt e tanulmány célja csupán az áttekintés, a különféle hídtípusok és ezek függvényében a hídépítés egyes fázisaihoz kapcsolódó feladatok konkrét példák segítségével történő bemutatása. Akiket a részletek is érdekelnek, a szakirodalomból alaposabb tájékoztatást nyerhetnek.

A következőkben a hazai hegesztett közúti hidakat, azok fontosabb adatait táblázatban foglaljuk össze.

A hazai hegesztett közúti hidak összefoglaló táblázata

Sor-sz.	Megnevezés	Átadás éve	Acélszerkezet súly (t)	Acélszerkezet minőség	A szerkezet rendszere, főbb méretei (m) (tk: támaszköz; pb: pályabeosztás)
1	Győri Rába-híd	1935	110	folytvas	alsópályás, kéttámaszú, párhuzamos övű, rácsos gerendahíd, vasbeton pályalemezzel tk: 53,1; pb: 2,5+5,4+2,5
2	Budapesti Kossuth híd középső három nyílása	1946	750	karbonacél	alsópályás, háromnyílású, kéttámaszú, párhuzamos övű, rácsos csőszerkezet, acél tartórácson nyugvó vasbeton tk: 56,0+78,0+56,0=190,0; pb: 3,3+7,0+3,3
3	Vásárosnaményi Tisza-híd	1949		A 36.24.12	felsőpályás, ötnyílású, párhuzamos övű, tömörgerincű, nyitott, a végeken konzolos, gerendahíd, a középső nyílásban Langer ív, vasbeton pályalemez tk: 12,2+42,1+101,7+41,0+12,2=209,2; pb: 1,8+6,0+1,8
4	Laskó-patak-híd	1960	42	36.24 S	felsőpályás, kéttámaszú gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, ortotróp pályaszerkezettel tk: 19,0; pb: 0,5+7,0+0,5
5	Letenyei Mura-híd	1961	276	36.24 S	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű, négy főtartóval, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 46,5+47,0+46,5=140,0; pb: 0,5+7,5+0,5
6	Szolnoki Tisza-híd	1962	800	36.24 S MTA 50	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, változó magasságú, tömörgerincű főtartókkal, ortotróp pályaszerkezettel tk: 54,9+79,4+54,9=189,2; pb: 2,5+9,0+2,5
7	Taktaharkányi Takta-híd	1962	38	36.24 S	alsópályás, kéttámaszú, párhuzamos övű, rácsos gerendahíd, felső szélrács nélkül, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 31,2; pb: 0,5+7,0+0,5
8	Budapesti Erzsébet híd	1964	6300	36.24 Sö MU St 37-2 MTA 50	kábelhíd, felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos, párhuzamos övű, tömörgerincű, nyitott merevítőtartóval, ortotróp pályaszerkezettel tk: 44,3+290,0+44,3=378,6; pb: 4,7+18,2+4,7
9	Bodonhelyi Rába-híd	1966	49	52 C	felsőpályás, párhuzamos övű, tömörgerincű, folytatólagos gerendahíd, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 22,0+29,0+22,0=73,0; pb: 0,5+3,8+0,5
10	Tiszafüredi Tisza-híd	1966	560	37 B, 37 C, 37 D	a két ártéri nyílás kéttámaszú, felsőpályás, párhuzamos övű, tömörgerincű, szekrényes szerkezet, a mederhíd alsópályás, háromnyílású, folytatólagos, párhuzamos övű, rácsos gerendahíd; az egész híd együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 30,0+3x70,0+30,0=270,0; pb: 0,5+7,0+0,5
11	Berettyószentmártoni Berettyó-híd	1967	135	Híd 2	felsőpályás, háromnyílású folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű, (ferde) főtartókkal, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 23,0+34,0+23,0=80,0; pb: 1,3+9,0+0,5
12	Szentendrei úti felüljáró (két önálló hídszerkezet egymáshoz csavarozva)	1968	384	37 B, 37 C, 52 C	felsőpályás, tizenegy nyílású gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű, kéttámaszú, nyitott, ortotróp pályaszerkezetű egységekből összecsavarozva tk: 5x18,0+22,0+5x18,0=202,0; pb: 2x3,5
13	Barcsi Dráva-híd	1969	475	37 B, 52 C	felsőpályás, négynyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó, feszített vasbeton pályalemezzel tk: 69,8+2x70,6+69,8=280,8; pb:1,7+7,5+1,7;

Sor-sz.	Megnevezés	Átadás éve	Acélszerkezet súly (t)	Acélszerkezet minőség	A szerkezet rendszere, főbb méretei (m) (tk: támaszköz; pb: pályabeosztás)
14	Baross téri felüljáró	1969	477	52 D	felsőpályás, hatnyílású, folytatólagos, ívben fekvő gerendahíd, párhuzamos övű, háromfőtartós kialakítással, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó vasbeton tk: 3x25,0+40,0+2x25,0=165,0; pb: 0,4+8,0+0,4
15	Kisari Tisza-híd	1969	215	Híd 2, MTA 50	alsópályás, négynyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, rácsos főtartókkal, felső szélrács nélkül, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 50,3+50,5+52,5+30,3=183,6; pb: 1,6+6,5+1,6
16	Győri Rába-híd	1970	370	37 B, 37 D	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű, háromfőtartós kialakítással, együttdolgozó feszített vasbeton pályalemezzel tk: 57,0+67,0+57,0=181,0; pb: 1,7+11,0+0,5
17	Soroksári úti felüljáró (két önálló hídszerkezet egymáshoz csavarozva)	1972	485	37 B, 37 C, 52 C	felsőpályás, tizenegy nyílású gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű, kéttámaszú, ortotróp pályaszerkezetű egységekből összecsavarozva, a középső nyílás 5 egységből a helyszínen összehegesztve tk: 5x18,0+40,0+5x18,0=220,0; pb: 2x3,5
18	Makói Maros-híd	1974	206	52 C, 52 D	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos, ferde rudakra függesztett gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 28,0+56,0+28,0=112,0; pb: 1,5+7,5+1,5
19	Algyői Tisza-híd	1974	601	37 B, 37 C, 52 C	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, változó magasságú, tömörgerincű főtartókkal, együttdolgozó, feszített vasbeton pályalemezzel tk: 57,6+102,4+57,6=217,6; pb: 2,0+8,5+2,0
20	M3 autópálya feletti, ú.n. "kettős betonövű" híd(ak)	1976-1982	48/ 2x26 m-es híd	52 C, 52 D	felsőpályás, kétnyílású, kéttámaszú gerendahidak, két-két párhuzamos övű, tömörgerincű, szekrényes keresztmetszetű főtartóval, előregyártott elemekből készült, együttdolgozó vasbeton pályaszerkezettel tk: 2x22, 2x24, 2x26;
21	Tahitótfalui Kisduna-híd	1977	297	37 C, 52 C	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó, előregyártott, feszített vb. pályalemezzel tk: 60,5+80,4+60,5=201,4; pb: 1,3+8,5+1,3
22	Csengeri Szamos-híd	1979	192	37 C, 52 C 52 D	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, együttdolgozó, előregyártott, feszített vasbeton pályalemezzel tk: 47,5+60,0+47,5=155,0; pb: 0,6+11,0+0,6
23	Szegedi Tisza-híd	1979	2740	37 C, 52 C, 52 D	felsőpályás, négynyílású, folytatólagos gerendahíd, változó magasságú, tömörgerincű főtartókkal, ortotróp pályaszerkezettel tk: 52,0+97,5+144,0+78,0=371,5; pb: 2,8+15,0+2,8
24	Tunyogmatolcsi Szamos-híd	1980	267	37 B, 52 C	felsőpályás, háromnyílású, folytatólagos gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű főtartókkal, feszített, előregyártott, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 47,5+60,6+47,5=155,6; pb: 0,6+11,0+0,6
25	Siófoki Sió-híd	1980	174	37 B, 52 C, 52 D	felsőpályás, kéttámaszú gerendahíd, párhuzamos övű, szekrényes keresztmetszetű, három főtartóval, együttdolgozó, előregyártott vasbeton pályalemezzel tk: 44,4; pb: 2,8+15,0+2,8

Sor-sz.	Megnevezés	Átadás éve	Acélszerkezet súly (t)	Acélszerkezet minőség	A szerkezet rendszere, főbb méretei (m) (tk: támaszköz; pb: pályabeosztás)
26	Budapesti Árpád híd szélesítés (a régi híd mellett kétoldalt, egy-egy önálló közúti híd), a műtárgy teljes hossza 928 m	1984	8400	37 B, 37 C, 52 C, 52 D	felsőpályás, egymást követő öt db két-, egy-, négy-, három- és egynyílású, ferde gerendahíd, változó magasságú, tömörgerincű főtartókkal, ortotróp pályaszerkezettel tk: 60,0+65,0+45,0+82,0+2x103,0+82,0+75,0+102,0+ +75,0+36,0=828,0; pb: (2x) 2,8+11,0+0,3
27	Polgári Tisza-híd	1989	1200	37 C, 52 C	felsőpályás, négynyílású, folytatólagos gerendahíd, változó magasságú, tömörgerincű főtartókkal, ortotróp pályaszerkezettel tk: 33,5+2x106,0+33,5=279,0; pb: 2,8+8,5+0,5
28	M0 autópálya-gyűrű hárosi Duna-híd	1990	4420	37 C, 37 D, 52 C, 52 D	felsőpályás, kilenc nyílású, három folytatólagos szerkezetből álló gerendahíd, párhuzamos övű, tömörgerincű (ferde) főtartókkal, szekrényes keresztmetszettel, együttdolgozó, feszített vasbeton pályalemezzel tk: 3x73,5+3x108,5+3x73,5=766,5; pb: 3,3+17,5+1,3
29	Gesztelyi Hernád-híd	1990	72	37 B, 37 C, 52 C, 52 D	alsópályás, kéttámaszú gerendahíd, párhuzamos övű, rácsos főtartókkal, felső szélrács nélkül, vasbeton pályalemezzel tk: 46,5; pb: 1,5+5,5+0,5
30	Sajóecsegi Sajó-híd (ESB 16 típusú, katonai hídelemek	1993	227	Fe 235 B	felsőpályás, hétnyílású, szekrényes keresztmetszetű, kéttámaszú, acél kereszttartókkal összefogott, két tartóra épített, vasbeton pályalemezes híd tk: 7x16,0=112,0; pb: 0,5+4,0+0,5
31	Budapesti Lágymányosi híd	1995	7000	52 C, 52 D	felsőpályás, hatnyílású, folytatólagos gerendahíd, a pillérek feletti pilonokra ferde rudakkal függesztett, kétcellás, párhuzamos övű, szekrényes keresztmetszettel, ferde szélső gerincekkel, ortotróp pályaszerkezettel tk: 49,3+4x98,5+49,3=492,6; pb: 4,2+8,0+8,5 (villamos pálya) +8,0+0,9
32	Taksonyi Kisduna-híd	1998	115	52 C,	alsópályás, kéttámaszú gerendahíd, rácsos főtartókkal, felső szélrács nélkül, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel tk: 51,5; pb: 2,4+7,5+1,5

Megjegyzés:

A táblázatban felsorolt hidakat - az 1 (Lengyel József), 2 (Mistéth Endre és Hilvert Elek), 3. (Tantó Pál és Hilvert Elek), 12, 14, 17 (FŐMTERV) és 30 (MÁVTI Kft.) sorszám alattiak kivételével - az UVATERV tervezte.

A hidak legnagyobb részét a Ganz-MÁVAG Acélszerkezeti gyára, ill. utódja a Ganz Acélszerkezet Rt. gyártotta és szerelte, (ill. a 5, 13 sorszám alattiakat a jugoszláv Mostogradnja szerelte). Az 1 és 2 és 3 sorszám alattiakat a Magyar Waggon- és Gépgyár Rt., míg a 7, 9, 11, 15 és 18 sorszám alattiakat a Közúti Gépellátó Vállalat gyártotta és szerelte, a 22 sorszámút pedig a Csepel Művek Egyedi Gépgyára gyártotta és a Hídépítő Vállalat szerelte.
A 2 sorszámú Kossuth hidat 1960-ban lebontották, a 12 és 17 sorszámú (félállandó) felüljárók helyére pedig - 1978-ban, ill. 1990-ben - vasbeton hidakat építettek.

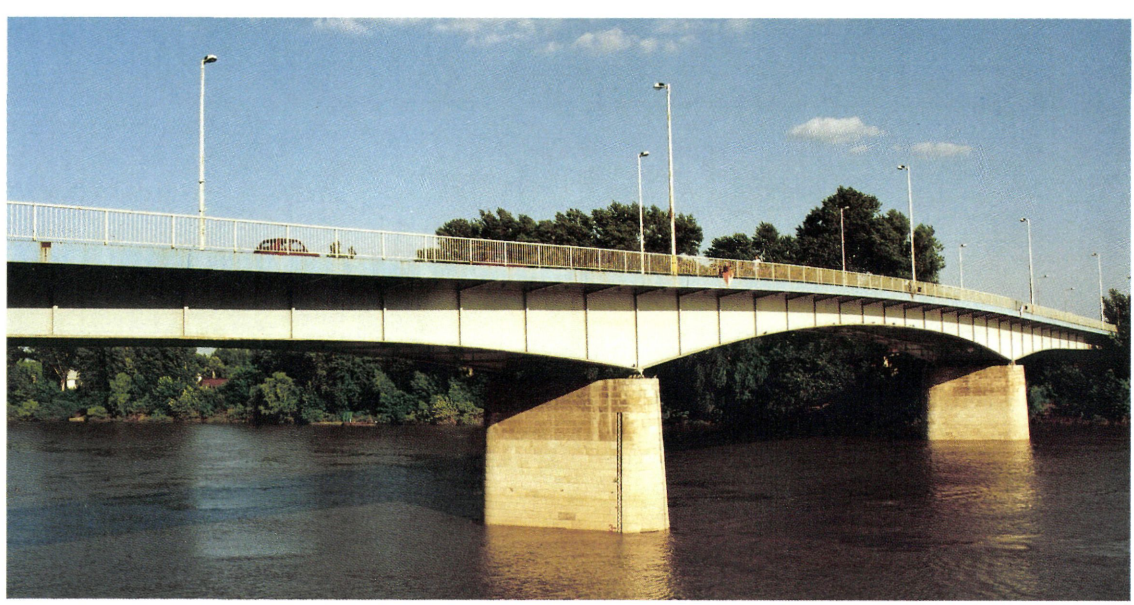
1. kép A győri Rába-híd (1935)

2. kép A budapesti Kossuth híd (1946)

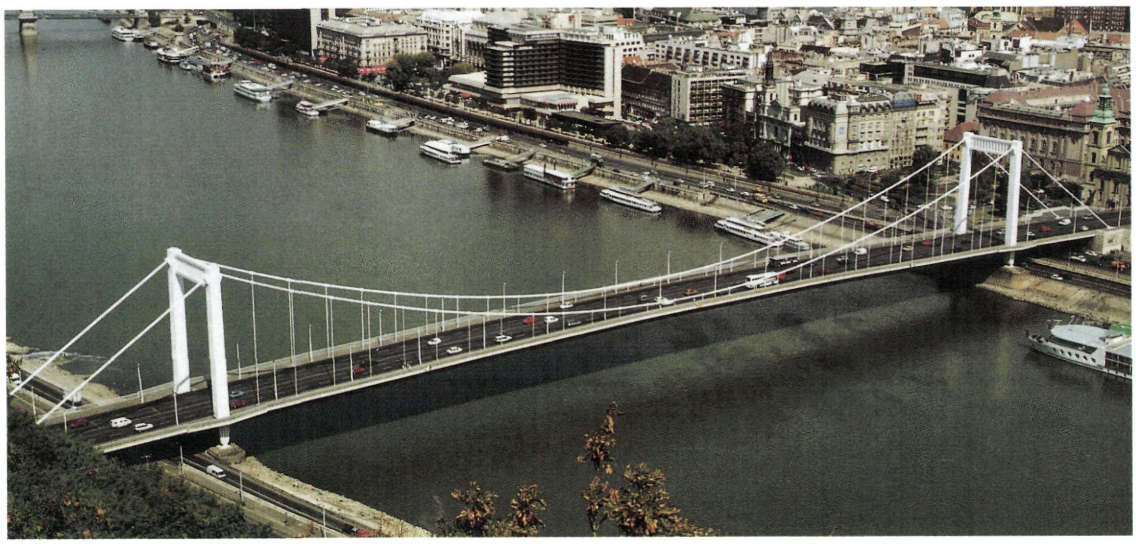
3. kép A vásárosnaményi Tisza-híd (1949)

4. kép A Laskó-patak-híd (1960)

5. kép A letenyei Mura-híd (1962)



6. kép A szolnoki Tisza-híd (1962)



7. kép Az Erzsébet híd (1964)

8. kép A bodonhelyi Rába-híd (1966)

9. kép A tiszafüredi Tisza-híd (1968)

10. kép A kisari Tisza-híd (1969)

11. kép A barcsi Dráva-híd (1970)

12. kép A győri Rába-híd (1970)

13. kép Az algyői Tisza-híd (1974)

14. kép M3 autópálya feletti híd (1976-82)

15. kép A tahitótfalui Kisduna-híd (1977)

16. kép A szegedi Északi Tisza-híd (1979)

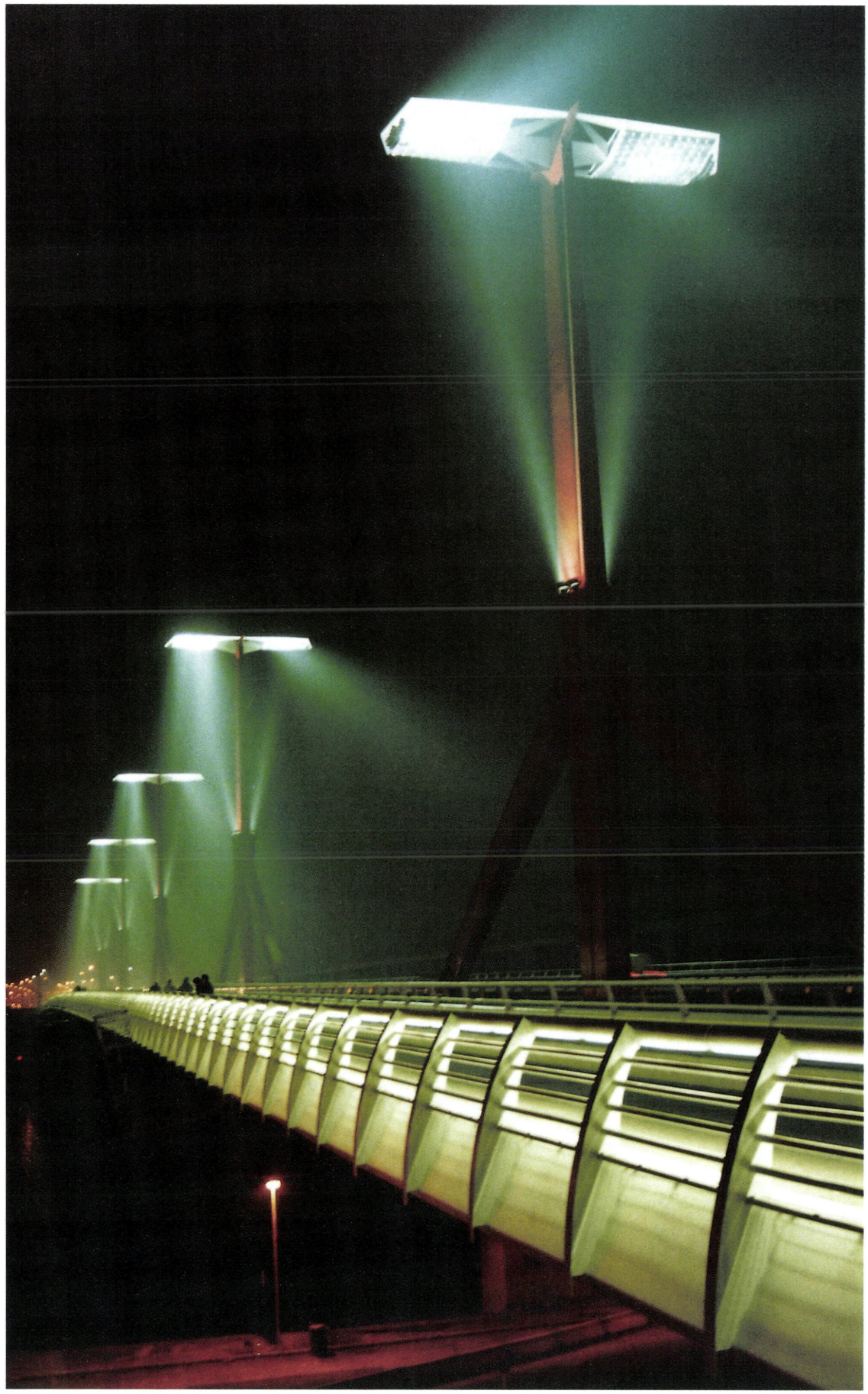
17. kép Az Árpád híd szélesítésének budai, kifolyási oldali nyílásai (1984)

18. kép A polgári Tisza-híd (1989)

19. kép A gesztelyi Hernád-híd (1990)

20. kép A hárosi Duna-híd (1990)

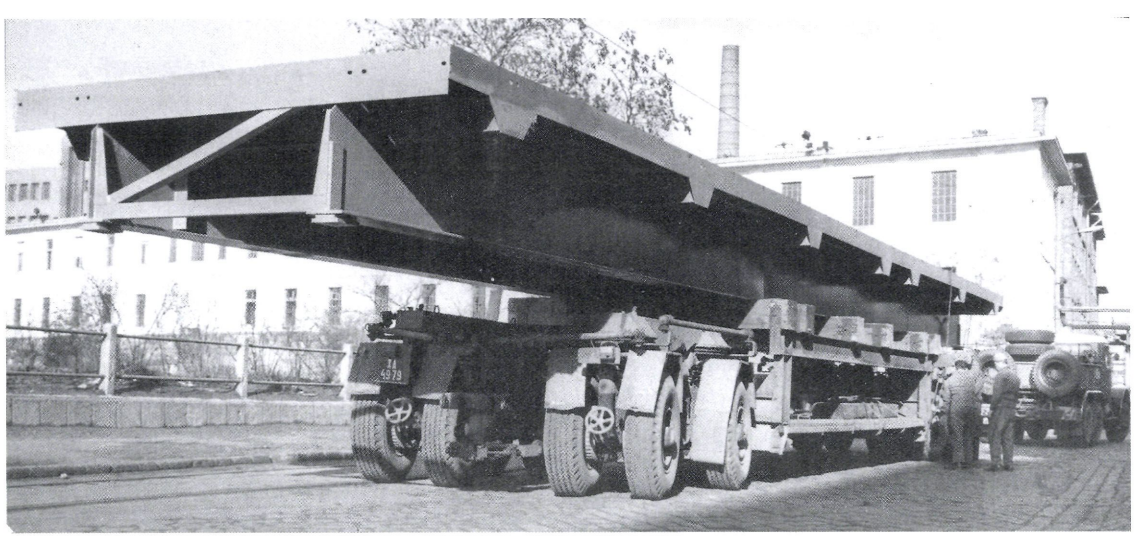
21. kép A Lágymányosi híd (1995)



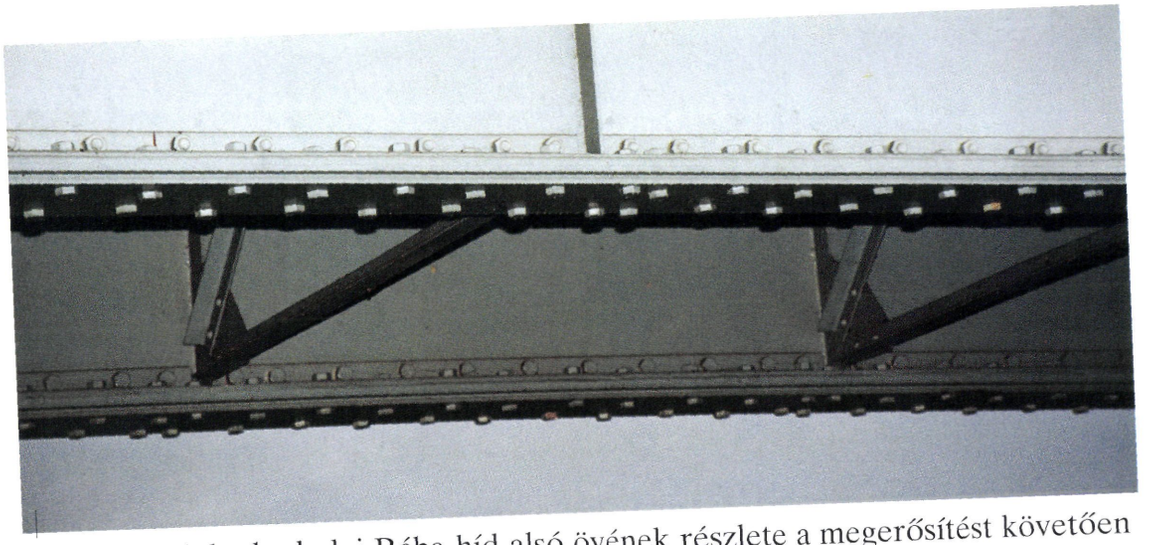
22. kép A Lágymányosi híd megvilágítási rendszere

23. kép A budapesti Baross téri felüljáró (1969)

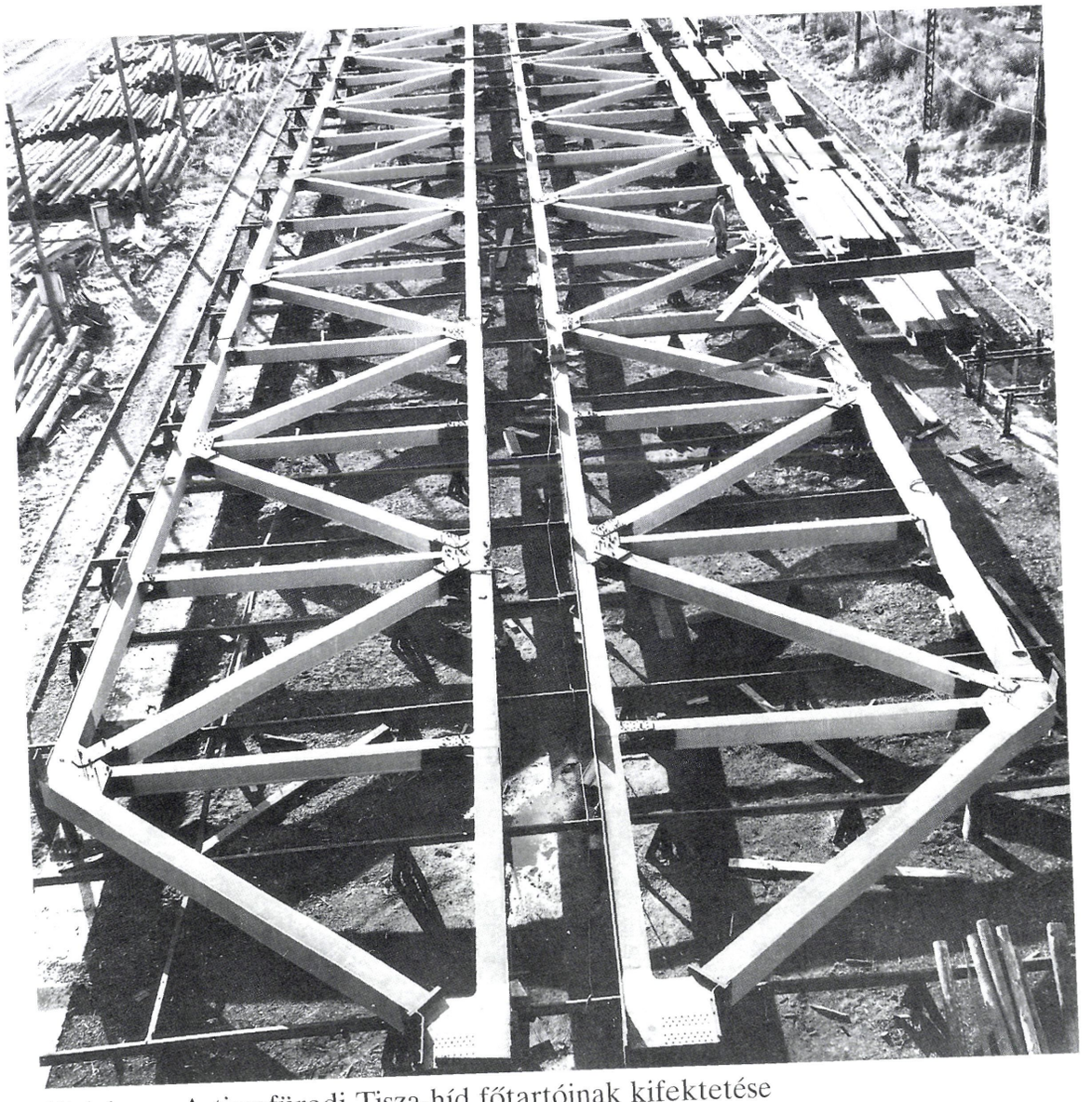
24. kép A budapesti Szentendrei úti felüljáró (1968)



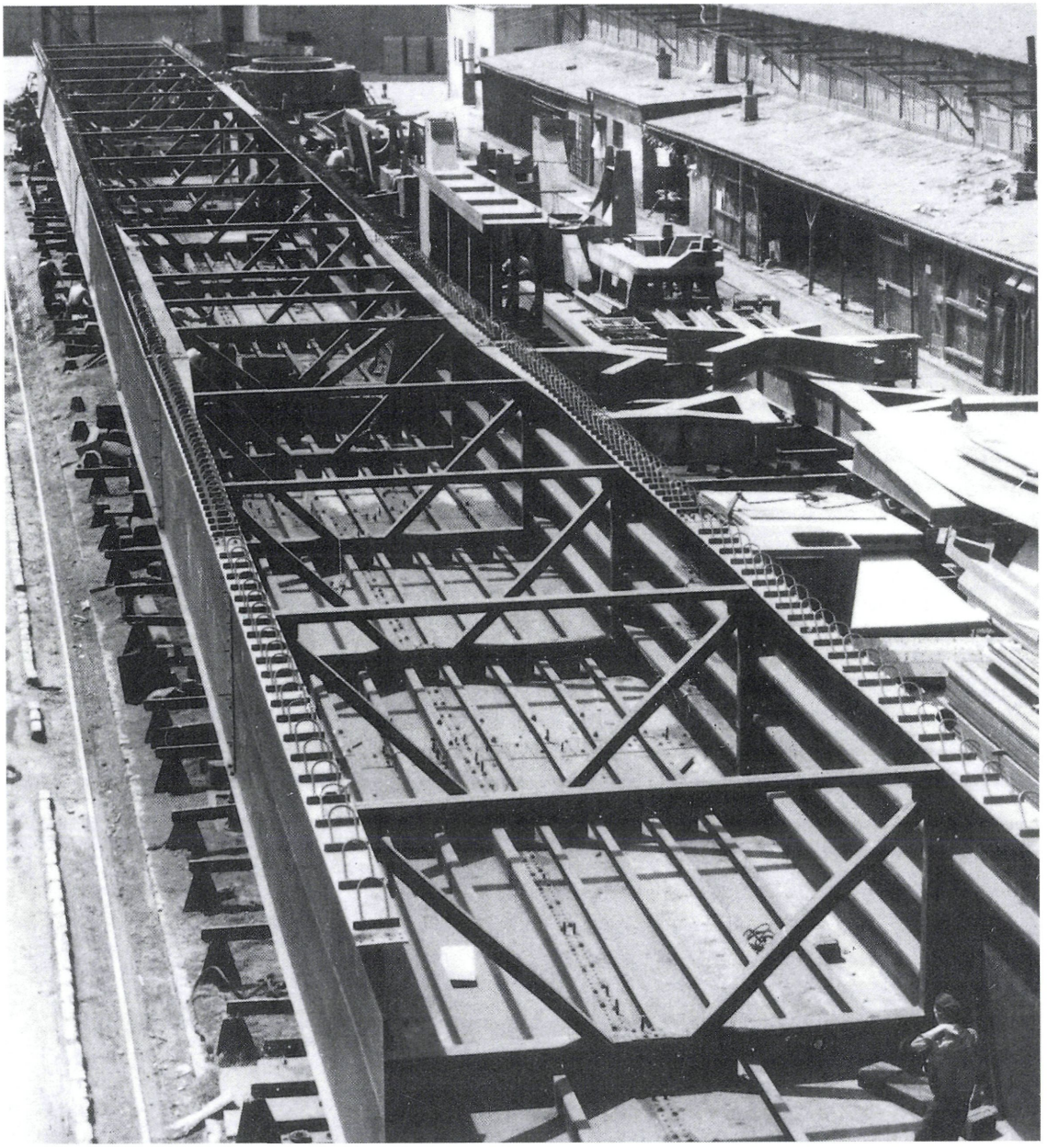
25. kép A Szentendrei úti RUB-híd egy 18 m hosszú, 3,5 m széles gyártási egységének helyszínre szállítása



26. kép A bodonhelyi Rába-híd alsó övének részlete a megerősítést követően



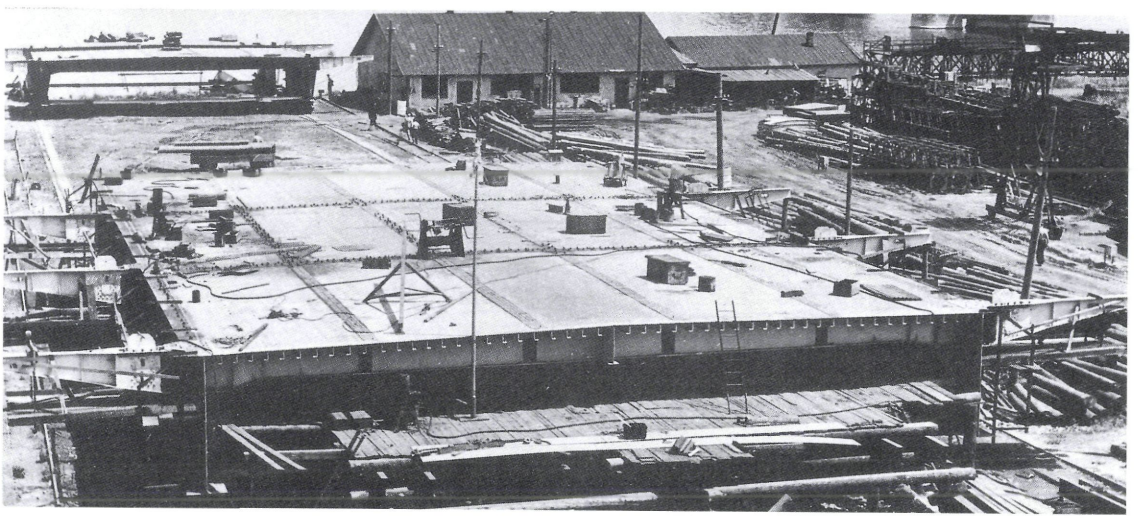
27. kép A tiszafüredi Tisza-híd főtartóinak kifektetése



28. kép A barcsi Dráva-híd előszerelése

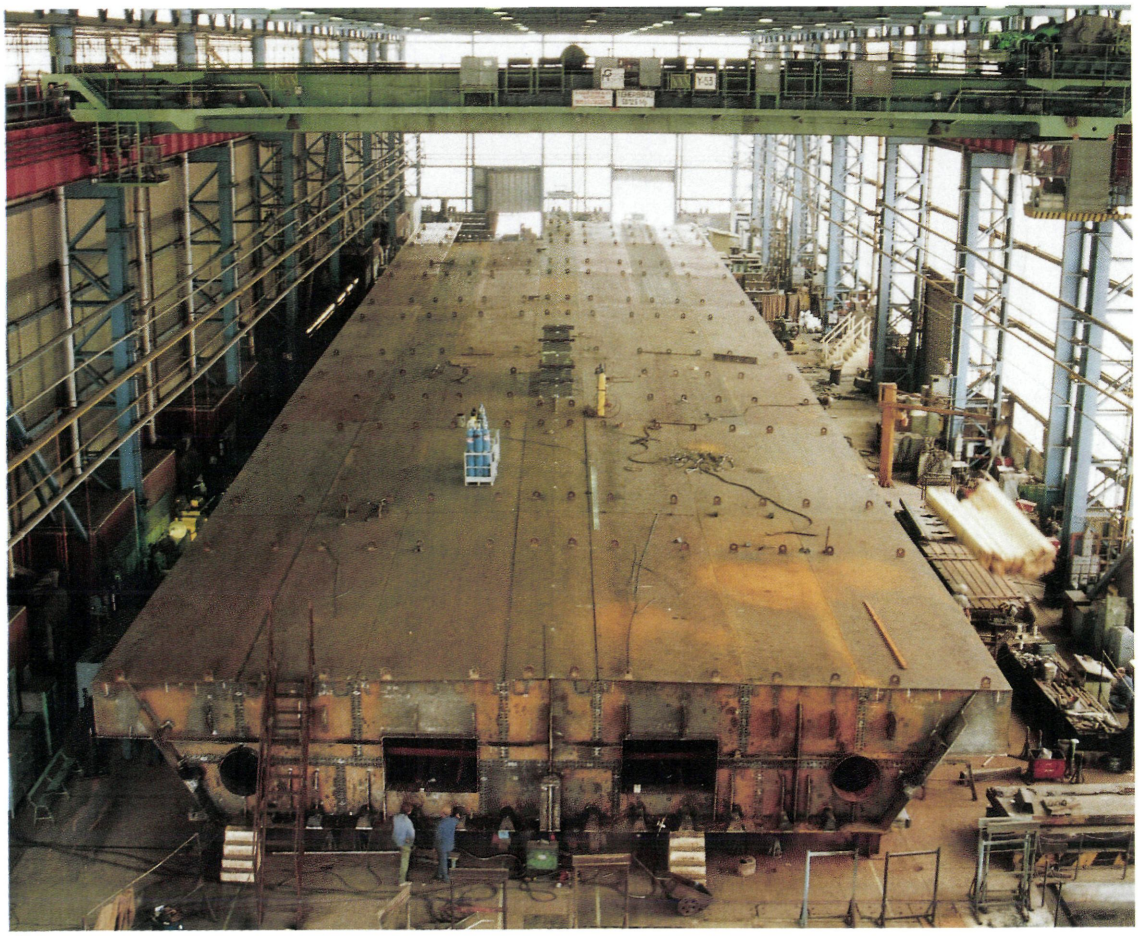
29. kép Az Árpád híd főtartóinak (a kép jobb oldalán) és pályaszerkezetének (a kép bal oldalán) előszerelése

30. kép Az Árpád híd összeállított szerelési egységei



31. kép Az Erzsébet híd előszerelése

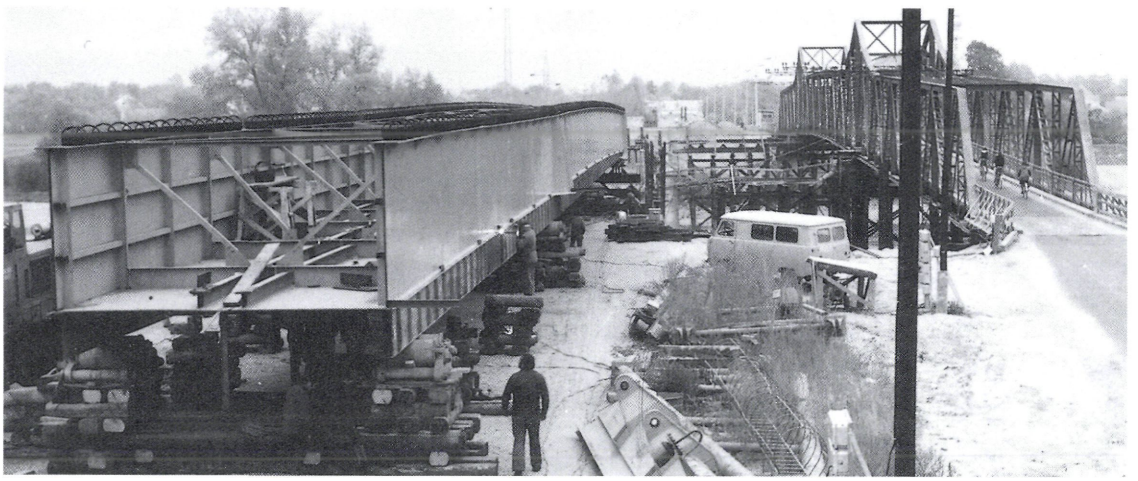
32. kép Az Árpád híd szerelési egységeinek uszályba helyezése



33. kép A Lágymányosi híd üzemi előszerelése

34. kép A szolnoki Tisza-híd szerelése

35. kép A tiszafüredi Tisza-híd szerelése



36. kép A tahitótfalui Kisduna-híd szerelése

37. kép Az Erzsébet híd utolsó egységének beemelése

38. kép A Baross téri felüljáró szerelése

39. kép Az algyői Tisza-híd szerelése

40. kép Az Árpád híd szerelése

41. kép A hárosi Duna-híd szerelése

42. kép A polgári Tisza-híd szerelése

43. kép A Lágymányosi híd utolsó egységének beemelése

Készült: Egri Nyomda Kft.
Felelős vezető: Kopka László vezérigazgató