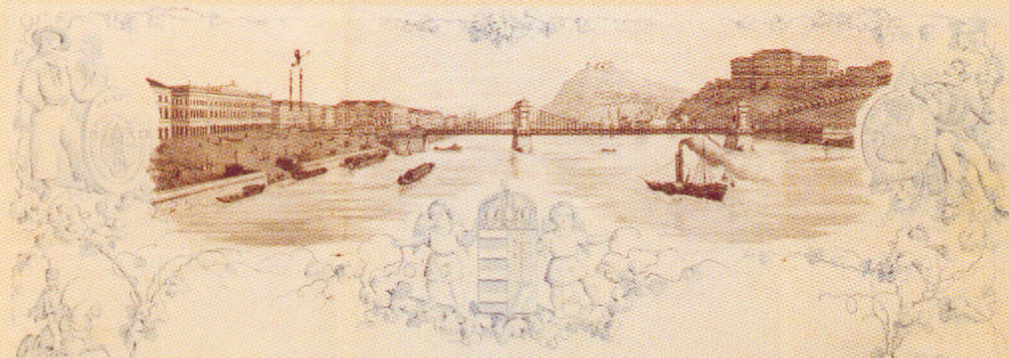
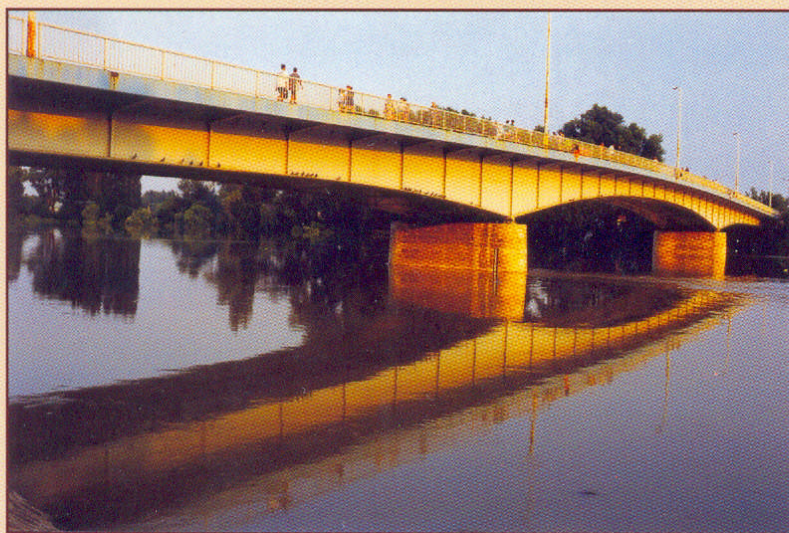


LÁNCHÍD FÜZETEK 3.



ZSÁMBOKI GÁBOR

ACÉLSZERKEZETŰ
KÖZÚTI HIDAK ÉPÍTÉSE
HAZÁNKBAN
1945-1969 KÖZÖTT



ACÉLSZERKEZETŰ
KÖZÚTI HIDAK ÉPÍTÉSE
HAZÁNKBAN
1945-1969 KÖZÖTT

1969. május

Zsámboki Gábor

Írta:

Zsámboki Gábor (1969)

Lektorálta:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztette:

Hajós Bence

ISSN 1787-257X

ISBN

A Lánchíd füzetek szakmai kiadvány sorozat helyet kíván biztosítani a hidász szakma tematikus kiadványaihoz. Eddig megjelent kötetek: Közúti Hidász Almanach 2004 és Közúti Hidász Almanach 2005. Az évkönyvek megrendelhetőek a kiadó címén.

A címlap fejlécében a Széchenyi lánchíd építését megelőzően készített metszet szerepel, amelyet Széchenyi István készíttetett az országos küldöttség számára, valamint levélpapírra fejlécnek magának és a Lánchíd Részvénytársaság részére.

Első borítón a szolnoki Tisza-híd (dr. Domanovszky Sándor felvétele, 1998)

Hátsó borítón a szerző tuszrajzai: Iron Bridge 1779, Menai Bridge 1826, Britannia Bridge 1850 és Firth of Forth Bridge 1889.

Megjelent 2007-ben, az Közlekedési Koordinációs Központ
Híd Önálló Osztály gondozásában.

Kézirat lezárva: 2007. március

Felelős kiadó:

Első Lánchíd Bt.

4235 Biri, Vörös Hs. 103.

Készült a Start Rehabilitációs Vállalat és Intézményei
Nyírségi Nyomda Üzemében – 2007 – xxxx
Felelős vezető: Balogh Zoltán vezérigazgató

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	3
DR. TÓTH ERNŐ: ELŐSZÓ AZ ELSŐ NYOMDAI KIADÁSHOZ	4
<i>Köszöntő</i>	4
<i>Zsámboki Gábor (1922 - 1995)</i>	4
<i>Köszönetnyilvánítás</i>	5
BEVEZETŐ.....	6
A MÁSODIK VILÁGHÁBORÚ PUSZTÍTÁSAI ÉS AZ ÚJJÁÉPÍTÉS ÉVEI	7
A VASSZERKEZETŰ HIDAK ANYAGAI	11
A KOSSUTH-HÍD	14
A LÁNCHÍD TÖRTÉNETE	18
A MARGIT HÍD TÖRTÉNETE	24
A MARGIT HÍD ÚJJÁÉPÍTÉSE	27
A FERENC JÓZSEF HÍD RÖVID TÖRTÉNETE	30
ERZSÉBET HÍD	39
A BORÁROS TÉRI PETŐFI DUNA-HÍD.....	55
AZ ÓBUDAI ÁRPÁD HÍD ÉPÍTÉSE	62
A DUNAFÖLDVÁRI DUNA-HÍD ÚJJÁÉPÍTÉSE.....	67
A VÁSÁROSNAMÉNYI TISZA-HÍD	71
AZ ÚJ SZEGEDI KÖZÚTI TISZA-HÍD ÉPÍTÉSE	76
A TOKAJI TISZA-HÍD	79
AZ ÚJLŐRINCFALVAI LASKÓ-PATAK-HÍD	81
A SZOLNOKI TISZA-HÍD	83
A TAKTAHARKÁNYI TAKTA-HÍD.....	88
AZ ÚJ TISZAFÜREDI TISZA-HÍD	90
A LETENYEI MURA-HÍD ÚJJÁÉPÍTÉSE	97
A KOMÁROMI KÖZÚTI FELÜLJÁRÓ	99
A MOSONMAGYARÓVÁRI LAJTA-HÍD	103
A BODONHELYI RÁBA-HÍD	110
A SZABADSZÁLLÁSI DUNAVÖLGYI-FŐCSATORNA-HÍD	115
A KÖZÚTI HÍDSZABÁLYZAT	119
FELHASZNÁLT IRODALOM	135

Dr. Tóth Ernő: Előszó az első nyomdai kiadáshoz

Köszöntő

38 esztendővel ezelőtt készítette el Zsámboki Gábor diplomamunkáját, amelyet most kézbe vehet a kedves olvasó. Miért is van szükség a régi munka megjelentetésére? A dolgozat rendkívül alaposan dolgozza fel a II. világháború utáni újjáépítési időszak „hídcsatáit”, a felrobbantott közúti hidak újjáépítését, az azok tárgyalásához nélkülözhetetlen tömör előtörténetek ismertetésével együtt.

A dolgozat első része a budapesti Duna-hidak újjáépítését ismerteti, míg a második rész kevésbé ismert hidak újjáépítését írja le. A leírások tárgyilagosan mutatják be az egyes hidak építésének örömeit éppúgy, mint kudarcait – hibáit. Az írás értékét nagy mértékben emeli a tervezés, kivitelezés és műszaki ellenőrzés során elkövetett hibák korrekt ismertetése, elemzése. A megállapítások és tapasztalatok bizony ma is aktuálisak, a hibák bátor elemzése pedig követendő feladat lenne minden hidász számára.

Ajánlom ezt a hídépítési tanulmánykötetet minden hidász kolléga és a téma iránt érdeklődő szíves figyelmébe.

Zsámboki Gábor (1922 - 1995)

Pályám kezdete óta ismertem Zsámboki Gábort: szememben pontos, gondos, szorgalmas mérnök jelképe volt. Érdekelte minden: a cölöpözés, a hidak története, a bel- és külföldi szakirodalom. Megszerezte a Magyar Tudományos Akadémia pályázatára készített hídtörténeti tanulmányt (Páll Gábor: A budapesti Duna-hidak története), az egyes oldalakat lefényképezte és közkinccsé tette.

Életpályájának néhány fontosabb évszáma: 1922. június 29-én Budapesten született, 1940-ben érettségizett, 1944-ben megnősült és beiratkozott a Műszaki Egyetemre, tanulmányait azonban, anyagi okból 1946-ban félbe kellett hagynia. 1947-ben a Közlekedési Minisztérium Hídosztályára került, s a munkaadó átszervezése miatti munkahelyváltásoktól eltekintve nyugdíjazásáig ott dolgozott.

A minisztériumban egész fiatal korától dolgozott, kezdetben technikusként, s amikor lehetőséget kapott, akkor munkája mellett elvégezte a

Műszaki Egyetemet. Rendkívül értékes szakdolgozatot készített az acél-szerkezetű közúti hidak hazai (1945-69 közötti) építéséről, amely művét olvashatják az érdeklődők a következő lapokon. A részletes tanulmány igen nagy ismeretanyagot dolgoz fel pontosan és egyben áttekinthetően, olvasmányosan. Mérnöki diplomáját 1969-ben szerezte.

Nemcsak dolgozott és képezte magát, hanem sikeresen tanított is. A Györi Főiskolán 1970-től hídépítéstan mellett hídtörténetet, hídesztétikát és más, szívéhez közelálló témákat oktatott. Jegyzetei példamutatóan tömörek, gondolatgazdagok.

Nyugdíjba vonulása után, bár egészsége megrendült, szinte túlhajtva magát rendületlenül dolgozott. A TETA Tervező Tanácsadó Kiszövegetekben tevékenykedett haláláig.

Halála előtt néhány nappal vállalta, hogy Gyulán, a hídmérnöki konferencián beszél a műemléki védettségű hidakról, ám ezt a vállalását már nem tudta teljesíteni, a két infarktust átélt szíve a hirtelen jött lázzal már nem tudott megbirkózni.

Az emberről: szerénységéről, szorgalmáról, pontosságáról már tettem említést. Széles látókörű, nagy műveltségű mérnök volt, aki a mérnöki tudományok pontos ismerete mellett a zenét, a történelemtudományokat és a magyarországi műemlékeket imponálóan ismerte. A magyar nyelv használata felett gondosan őrködött, nem állhatta szó nélkül, ha helytelen megfogalmazást, vagy magyartalan kifejezést hallott. Ő a minisztériumi munka elkötelezettje, a hidászat megszállottja volt, mélyen hívő, családjáért mindent vállaló. Életében kevés hivatalos elismerést kapott, ám ha talán szókimondásáért nem is mindenki szerette, de tisztelt és becsült.

Köszönetnyilvánítás

A kötet megjelentetését Sitku László, a Közlekedési Koordinációs Központ Híd Önálló Osztályának vezetője karolta fel, és megteremtette a könyv elkészítésének feltételeit. A kézirat gépelési munkáit Marosvári Julianna és Kara Katalin végezte, a lektori teendőket dr. Träger Herbert látta el, a kötetet szerkesztette és a nyomdai munkákhoz előkészítette Hajós Bence. Ezúttal is köszönöm dr. Domanovszky Sándor kiváló fényképét, amely a borítót díszíti.

dr. Tóth Ernő

Bevezető

A következő tanulmány egyes hidak történetét tárgyaló fejezetei tartalmuknál fogva bizonyos értelemben túllépik a főcím által körvonalazott keretet. Ennek indoklására azt kívánom felhozni, hogy akár a fővárosi Duna-hidak, akár egyéb nagy hidak helyreállításáról, újjáépítéséről nehéz lenne úgy szólni, hogy az előzményeket kissé részletesebben ne említenők. S talán még azt is, hogy e nagy hidak felépítése nemcsak hazánk gazdasági fejlődésének alapvetően fontos állomásai, hanem a magyar műszaki-tudományos színvonal nemzetünk történelmi hagyományaihoz méltó alakulásának jelentős mérföldkövei. Ezért nem tudtam ellenállni annak a csábításnak, hogy építéseiknek történetét a tanulmány rendeltetéséhez képest talán túl részletesen, – hídépítési múltunk megismerhetéséhez azonban mégis csak szűkszavúan – ismertessem.

Nem tartalmaz e tanulmány módszeresen költségadatokat. Ennek az oka, hogy az elmúlt majdnem negyed évszázad alatt árrendszerünk több ízben módosult, így összehasonlító költségadatok közlésének csak valamilyen átszámítási kulcs mellett volna értelme. Ennek kidolgozása azonban mélyebb elemzést kívánna, de ilyenre a szűkre szabott idő nem nyújtott lehetőséget. Ugyanígy el kellett hagynom az anyagfelhasználás kidolgozását, az egyes szerkezetek anyagigényének, illetve a felhasznált mennyiségek összehasonlítását. Véleményem szerint ugyanis a pusztá adatközlés félrevezető lehet, mivel a típusokban, a teherbírásban, a forgalmi kapacitásban, a hidraulikai körülményekben végbement változások különféleképpen, különböző súllyal érvényesülnek a különböző típusoknál. És ha az elképzelhető is, hogy ezek mind súlyúknak megfelelően legyenek figyelembe véve, az már annál kevésbé, hogy ez ilyen viszonylag rövid idő alatt kellő alaposággal történjék. Éppen ezért a helyenként közölt ilyen jellegű adatokkal szemben nem szabad ilyen igényt támasztani.

Feltűnhet, hogy egy-két hídnál említés történik a műszaki ellenőrök személyéről is. Ezt nem szeszélyes ötletből tettem, hanem azért, hogy rávilágítsak: valamikor milyen fontosnak tartották a helyszíni ellenőrzés feladatának megfelelő végrehajtását. És így annál szembetűnőbb legyen a mai helytelen gyakorlat, melynek alapja a rosszul felfogott takarékoskodás és az a sokak által tréfásan hangoztatott, de talán komolyan gon-

dolt elv, hogy „a kivitelezésnél is jó elvtársak dolgoznak, ők is a szocializmust építik!”.

Míndezek folytán e szerény anyag nem tarthat számot a teljesség igényére, még olyan mértékben sem, amint azt a feladat kiírása célul tűzte. E nyilvánvaló hiányosságot elsősorban azzal magyarázhatom, hogy már a hozzáférhető óriási anyag megfelelő szelektálása, súlyozása is olyan feladatot jelent, amelyhez, tekintve, hogy e tanulmány, ha közreadásra nem is alkalmas, mégis csak műszaki-irodalmi jellegű próbálkozás, kevés szakértelemmel, s még ennél is kevesebb rutinnal foghattam hozzá. Ezen túlmenően pedig az utóbbi években épült sok acélszerkezetű hidunk építéstörténetének feldolgozásához jelenleg csak a tervek és az építési okmányok szolgáltatathatnak anyagot. Ezek feldolgozása azonban sehogy sem fért volna bele a rendelkezésemre álló időbe. És, hogy valami mégis kikerekedett belőle, azt nagyrészt a fellelt, idevágó tárgyú cikkek, tanulmányok szerzőinek köszönhetem, akiktől sok mindent szinte eredeti szöveggel és képanyaggal vettem át; nagyrészt azonban a konzulenseknek is, akik elfoglaltságuk ellenére mindig időt tudtak szakítani, hogy szakmai tanácsaikkal segítsenek.

A második világháború pusztításai és az újjáépítés évei

Tudott dolog, hogy háborúk idején a visszaszorított seregek ősidők óta a felégetés taktikájához folyamodnak, s eközben a közlekedési eszközöket és létesítményeket is, háborús indokolással elpusztítják. E taktika jelentősége a haditechnika fejlődésével egyre csökkent, s nyugodtan állíthatjuk, hogy a második világháború idejére teljesen elenyészett, mert az előrenyomulást ilyen módszerrel még ideig-óráig sem lehetett feltartani. Ezért érthetetlen és csak a könyörtelen és esztelen pusztítási vágy kielégítésének vádjával illelhető az az eljárás, amivel a szovjet seregek elől visszavonuló fasiszta hordák tönkretették hazánk közlekedési hálózatát. Annál is inkább, mert saját területükön sokkal mérsékeltebben alkalmazták azt.

Hazánkban az állami és a törvényhatósági utakon a háború előtt 8373 db 2,0 m-nél nagyobb közúti hidat tartottak nyilván. Ezek összhossza 67 136 m volt. A felrobbantott hidak száma látszólag nem magas, 1424 db, 17%, de hosszban már 41%. Ezen belül 50,0 m-nél nagyobb műtárgyak 90%-ban, a Duna- és Tisza-hidak pedig 100%-ban pusztultak el.

A közvetlen hídkárok helyreállítási és a közvetett károk (roncsemlés, meder-helyreállítás) elhárítási költsége meghaladta a békeévek költségvetéseiben közúti hidak építésére, korszerűsítésére és fenntartására előirányzott évi összeg harmincszorosát. A legégetőbb feladat volt a nagy folyókon és fontos átkelési helyeken még a tél beállta előtt olyan hidakat építeni, amelyek a jégzajlásnak és az árvizeknek ellenállnak. Ezen kívül a többi, többnyire sebtiben készített provizóriumot kellett állandósítani, s csak mindezek elvégzése után lehetett a tényleges újjáépítéshez hozzálátni.

Világos volt az, hogy a veszteséget állandó jellegű hidak építésével a közlekedés egyéb ágainak gyorsabb regenerálódási ütemében már csak a szükséges anyagok és eszközök, valamint fedezet hiányában nem lehet pótolni. Ezért eleinte ideiglenes és félállandó szerkezeteket építettek, amelyeket azután fokozatosan végleges, korszerű műtárgyak váltottak fel. És hogy még e feladat végrehajtását is mennyire megnehezítették az akkori gazdasági körülmények, különösen pedig az infláció, azt csak azok tudják, akik valamilyen közvetett, vagy közvetlen módon részesei voltak a hídcsatáknak.

A kimondhatatlanul sok visszatartó akadály ellenére 1945 végéig a felrobbantott hidaknak (hossz szerint) több mint a felét helyreállították, nagyrészt provizórikusan ugyan, de a közlekedést lehetővé téve. Az 1946. év végéig a helyreállítás %-os mennyisége nem sokat változott, azon belül annál jobban az ideiglenes és a végleges vagy félállandó jellegű hidak aránya. És a hároméves terv végére a hidak 90%-a újjáépült, 80%-ban végleges vagy félállandó jelleggel. A közlekedés szempontjából fontosabb főközlekedési utakon a hároméves terv végére a felrobbantott műtárgyak 95%-át építették újjá, végleges, illetve félállandó szerkezetekkel.

Az újjáépítés e szakaszában a helyreállítás fő szerkezet típusai:

- a) faelemek kizárólagos alkalmazásával készült ideiglenes hidak;
- b) fa és idomacél kombinációjával készített provizóriumok;
- c) vastartókkal együttdolgozó vasbeton pályaalemezű szerkezetek, többnyire félállandó jelleggel;
- d) pontonhidak;
- e) honvédségtől átvett acél hadihíd elemekből épített hidak (többnyire Herbert-szerkezetek).

A vegyestartós, úgynevezett öszvérszerkezetek építése az újjáépítés első időszakában igen nagy lendületet vett. Ennek fő oka az volt, hogy a szükséges acéltartó-anyagot a felrobbantott hidak roncsaiból lehetett előteremteni. De a vastartós vasbeton-lemezhidak építésének nálunk hagyományai is voltak. Különböző együttműködő kapcsolatokkal már a 30-40-es években kísérleteket végeztek. Sőt a 40-es évekre kialakították a szerkezetípus mintaterv-sorozatát is. Itt mindjárt el kell mondani azt is, hogy az újjáépítési munkálatokat nagymértékben segítette az a körülmény, hogy a szó legszorosabb értelmében minden akkoriban járatos hídtípusra – a tiszta és a vegyes faszerkezetektől kezdve a kőboltozaton, a vasbeton lemez és lemezes-gerenda hidakon át, a végleges és ideiglenes jellegű kisebb ($l=30$ m-ig) rácsos tartókig – mintatervek álltak rendelkezésre, amelyek kisebb adaptálási munkával és költségvetéssel kiegészítve a legtöbb esetben komplikációmentesen, és főként gyorsan alkalmazhatók voltak. Legalább egy sorozat minden Államépítészeti Hivatal tervtárában rendelkezésre állt.

A kisebb hidak szinte rutinszerű helyreállítási munkatömege mellett olyan alkotások is születtek, mint a Kossuth híd és a szolnoki Tisza-híd. Emlékezetes, hogy a Kossuth híd három középső nyílása és a szolnoki híd középső nyílása rácsos szerkezetű főtartókkal épült olyan anyagokból ($C = 0,3\%$) és olyan időjárási körülmények között (-10°C), amelyek a varratok minőségét károsan befolyásolták. (Ezért a húzott kötések utólag meg kellett erősíteni.) A szolnoki hegesztés már jobb feltételek mellett folytatózott és a készült varratok minősége is jobb volt. Ez a két 80 m fesztávú híd volt akkoriban az országban a legnagyobb hegesztett szerkezet.

A nagyobb nyílású hidak végleges jelleggel történő helyreállításának fő időszaka a hároméves terv és az első ötéves terv volt. Budapesten elsőnek a Szabadság hidat, majd a Margit hidat építették újjá. A nagy múltú Széchenyi Lánchíd első megnyitásának 100. évfordulójára, a régivel azonos vonalozásban, de korszerűbb pályaszerkezettel, ugyancsak elkészült. Folytatták és 1950. november 7-re befejezték az óbudai Árpád híd építését, majd 1952 őszén a Boráros téri Petőfi hidat is átadták a forgalomnak. S ezek mellett a vidéki nagy hidak helyreállítása is teljes ütemben folyt. Még 1946-ban kiemelték, kijavítva és ideiglenes pályával ellátva forgalomba helyezték a medvei Duna-híd rácsos acélszerkezeit. A komáromi hídnek a két középső, egyenként 100 m-es nyílását

kellett helyreállítani. A munkák csehszlovák kivitelezésben még 1946 tavaszán elkészültek.

A Budapest alatti Dunaszakaszon két közös vasúti-közúti híd volt; a dunaföldvári, melyet a közúti Hídosztály és a bajai, melyet a vasúti Hídosztály állíttatott helyre.

A Tisza-hidak közül a legfontosabbnak, így a szolnoki, a tokaji és a szegedi először ideiglenes jelleggel készültek el. A közös vasúti-közúti hidak végleges újjáépítését azonban már 1946-ban elkezdték és még abban az évben, átadták a tiszafüredi, a csongrádi és az algyői hidakat rendeltetésüknek. A tiszaugi hidat 1947-ben a közúti forgalom részére építették újjá, majd 1953-ban a vasúti forgalom is megindulhatott rajta. A szegedi Tisza-híd az 1947-48. években, a vásárosnaményi az 1948-49. években teljesen új felszerkezettel és részben új alépítménnyel átépült. 1950-ben, eredeti formájában elkészült a polgári Tisza-híd két, egyenként 106 m-es oszlop nélküli rácsos szerkezete és jobb parti 33,50 m támaszközű gerinclemezes áthidalása. (A bal parti nyílás állva maradt.) Az eredeti tervek némi átalakításával és az ennek megfelelő kivitelezéssel elérték, hogy a polgári hidak valamivel keskenyebb gyalogjárdákkal, de 50 cm-rel szélesebb, 6,50 m méretű kocsipályával, illetve összesen 30 cm-rel nagyobb hasznos szélességgel épültek újjá.

A középnyílású hidakhoz sikerrel lehetett felhasználni az új szerkezettel megtervezett nagy hidak lerobbantott, de könnyen helyreállítható vagy esetleg állva maradt szerkezeti részeit. Így például a régi szegedi Tisza-híd felsőpályás rácsos íveiből alsópályás, vonóvasas ívhidak készültek a Rábán, a Berettyón, illetve a Kis-Dunán.

A kis és középnyílású hidak akkoriban járatos végleges szerkezeteit így lehetne csoportosítani:

2,0-12,0 m nyílásig	túlnyomó részben vasbeton lemez és lemezes gerenda, kis részben öszvérszerkezetek;
10,1-25,0 m nyílásig	főként öszvérhidak, kis részben lemezes gerendák és 2 db merev vasbetétes gerendából;
20,0-35,0 m nyílásig	folytatólagos lemezes gerendahidak;
35,0-70,0 m nyílásig	vonóvasas ívhidak roncsanyagból, illetve merev vasbetétes vonóvasas ívek, amelyek csőanyagú vasszerkezetei a

Margit-híd először vasbetonból tervezett újjáépítésének lettek volna szerkezetei, de az elgondolást a pillérek közben feltárt állapota miatt meg kellett változtatni, s így az anyag felszabadult.

Az első öt éves tervidőszakban az újjáépítés mellett már új utak, s azokon új hidak is épültek a fejlődő közlekedés igényeinek kielégítésére. Ekkor kezdődött hazánkban a feszített betonszerkezetek alkalmazása. Kísérleti jelleggel megépült a szabadszállási alumínium híd. Újszerű monolit vasbeton szerkezeteket is terveztek és építettek, különösen a 6.sz. főútvonal korszerűsítése során. Acélszerkezeteket a már felsorolt nagy hidakon kívül ebben az időben nem készítettek.

A vastakarékos évek azért egyhangúnak éppen nem mondható vasbeton szerkezeteinek sorát a tokaji Tisza-híd acélszerkezetének 1957-1959 közötti újjáépítése törte meg. S ezt követi a hatvanas évek nagy és közép nagyságú szerkezeteinek nagy változatossága, amelyben a hagyományos tartóalakok mellett szép számmal találhatunk új, korszerű kialakítású, anyagtakarékos hidakat. Ezt az ívelő irányzatot azonban megzavarta a hegesztett szerkezetek készítésénél éppen a legutóbbi egy-két évben tapasztalt helytelen és érthetetlen, a kor igényeivel lépést tartani nem akaró kivitelezői magatartás.

E részletekről azonban már nem ebben a fejezetben, hanem hátrább, az egyes hidak építésének ismertetése során számolok be.

A vasszerkezetű hidak anyagai

Nagyjából két évszázad telt el azóta, hogy az **első vashidat** 1779-ben az angliai Brosley mellett felállították. Ez a 31,0 m nyílású öntöttvas ívekre támaszkodó ugyancsak öntöttvas pályatartójú szerkezet minőségi változást jelentett az eladdig hagyományos fa, kő és téglá szerkezetekkel szemben és hamarosan forradalmasította nemcsak a hidak, hanem az egyéb mérnöki szerkezetek tervezését és építését.

Az első vashidak szerkezetének az anyaga az **öntöttvas** volt. Az öntöttvasat az ércekből a nagyolvasztóban kiolvasztott úgynevezett nyersvas újraolvasztásával és formába öntésével állítják elő. Nagy nyomó, de viszonylag kis húzószilárdságú, rideg, törékeny anyag. Nyomószilárdsága az 50-70 kp/mm² értéket is eléri, húzószilárdsága pedig 12-25 kp/mm² között lehet. Belőle tehát főként csak nyomásra igénybe vett szerkezetek, tartók készíthetők.

A szerkezetek fejlődésére nagy hatással volt az angol H. Cort találmánya: a **kavartvas**, mely nevét onnan kapta, hogy a szénrel kevert nyersvasat lángkemencébe helyezve az olvadékot hosszú vasrudakkal keverték. Így érték el, hogy a szén és egyéb szennyezők a folytonos kavargatás során az olvadék felszínére kerülve kiégték. A csökkent széntartalmú vas olvadáspontja azonban magasabb, mint a szennyezetté, így, mivel az akkori kemencék kezdetleges technikája nem tudott elegendő magas hőmérsékletet biztosítani, a finomítást elég hamar befejezték. A lángkemencékből kiemelt lepényekből a salakot kovácsolással eltávolították, majd rudakat hengereltek. Ezekből a rudakból fehérizzó állapotban kovácshegesztéssel (innen a másik elnevezés: **hegeszvas** vagy hegesztett vas) kötegeket készítettek, amelyeket azután hengerléssel alakítottak tovább. Az eljárás nem eredményezhetett és nem is eredményezett homogén anyagot. A hegeszvas szabad szemmel is láthatóan rostosan **réteges szerkezetű**, szilárdsági tulajdonságai szálirányban sokkal kedvezőbbek ($\sigma_B = 33-40 \text{ kp/mm}^2$), mint arra merőlegesen ($\sigma_B = 24-30 \text{ kp/mm}^2$). Különösen szembeötlő a nyúlásértékek nagy eltérése: szálirányban 12-20%, keresztirányban 3-5%. Mégis, az anizotrop tulajdonságok ellenére ez az alapanyag óriási lehetőségeket rejtett magában, s hogy ez nem maradt kihasználatlanul, arra a vasszerkezetek múlt századbéli hatalmas léptű fejlődése szolgáltat ékes bizonyítékot.

A kohászat módszerei és termékei fejlesztésének fontos állomása a nagy tömegű acél előállítására alkalmas első **konverter** felállítására 1855-ben (Bessemer). Majd a bázikus belésű konverter (Thomas, 1878) lehetővé tette a magas foszforszennyezésű nyersvasak feldolgozását. A Martin fivérek által alkalmazott tűzi frissítés lehetővé tette a nagyon magas olvadáspontú ócskavas-anyag adagolását, s mivel módszerüket összekapcsolták a Siemens-féle regeneratív tüzelőeljárással, a módszer végül is mint Siemens-Martin eljárás terjedt el világszerte.

A konverterek, a Martin-kemencék és nagy befogadó képességű (300 t-ig) Talbot-kemencék az acélt folyékony állapotban állítják elő, ezért a ma járatos acélfajtákat közös néven folyasztott vasnak, helyesebben **folytacélnak** szokás nevezni.

A hazai gyártású folytacélok Siemens-Martin eljárással készülnek. A különböző célok és feladatok igényeinek kielégítésére a legkülönbözőbb mechanikai tulajdonságú acélokat állítják elő. Hídszerkezetekhez az elmúlt évtizedek során főként a következő szilárdsági feltételeknek megfelelő SM-acélokat alkalmazták:

a)

Szerkezeti anyagok	Folytvas	Szénacél	Nagyszilárdságú acél
Szakító szilárdság (kp/cm ²)	3600-4500	4900-5800	5000-6000
Folyási határ (kp/cm ²)	2400	2900	3500
Nyúlás (%) hosszirányban	26-21	19-17	20-17
keresztirányban	24-19	17-15	18-15

b)

Szögecs anyag	Folytvas	Szénacél	Nagyszilárdságú acél
Szakító szilárdság (kp/cm ²)	3500-4100	4500-5300	4500-5300
Folyási határ (kp/cm ²)	2300	2700	3100
Nyíró szilárdság (kp/cm ²)	2500-3300	3300-4300	3300-4300
Nyúlás (%)	30-26	24-20	24-20

A jelenleg érvényes Közúti Hídszabályzat (1967) a hídszerkezetek anyagául ugyancsak három acélcsoportot jelöl meg: a 37 és 38 kp/mm², a 45 kp/mm² és az 52 kp/mm² névleges szilárdságú acélanganyagokat. A 37, 45 és 52 kp/mm² névleges szilárdságú szerkezeti acélok tulajdonságait az MSZ 6280; a 38 kp/mm² névleges szilárdságú szerkezeti acélokét pedig az MSZ 500 szabályozzák.

A Kossuth-híd

Az elszenvedett háborús hídvesztéseket végleges jellegű hidakkal rövid idő alatt sem a költségek, sem a rendkívüli anyag-, szerszám- és munkaerő-szükséglet, de főleg az ország háborútól feldúlt és tönkretett volta miatt nem lehetett volna bepótolni.

A főváros – és ezen túlmenően az ország – vérkeringésének biztosítása érdekében viszont az 1945/46-os tél beállta előtt legalább egy, a magas vízállásnak és jégzajlásnak is ellenálló, megfelelő teherbírású dunai hidat kellett építeni. A cél elérésére egy úgynevezett **félállandó jellegű** szerkezet megépítése volt az egyedüli alkalmas és lehetséges mód. Annál inkább volt ez így, mert maguknál a felrobbantott hidaknál a roncsok, vagy az azokra épített provizóriumok a közvetlen újjáépítés megindítását mindenütt akadályozták és ezért olyan elhatározás született, hogy új helyen kell olyan – lehetőleg könnyű, félállandó jellegű – hidat építeni, amelyhez az anyag előteremthető és az építés befejezése előre biztosítható volt.

A munka megindítása rendkívüli **nehézségek**be ütközött akkor, amikor a szerszámok, felszerelések és építőanyagok legnagyobb része elpusztult, vagy az országon kívül volt, s emellett az előállító gyárak is tönkrementek. Fokozta a nehézségeket a szállítóeszközök pusztulása és hiánya, valamint a munkaképes férfilakosságban előállott nagyarányú veszteség, végül pedig – de nem utolsó sorban – a rendkívüli élelmi-szerhiány, ami a dolgozó munkásság megfelelő táplálkozását jóformán teljesen kizárta.

Ilyen körülmények között, a közlekedésügyi minisztérium Közúti Hídosztálya – Gerő Ernő minisztersége idején és személyes vezetése mellett – rendkívüli akarattal és szívósággal fogott hozzá 1945-ben a rendkívüli feladatok megoldásához.

Az újjáépítés feladatai közül Budapesten az első – mint már rámutattunk – egy **új, félállandó híd** felépítése volt. Ez az új híd a város közepén elhelyezett Kossuth-híd volt.

Az új hidat a Báthory utca – Batthyány utca vonalába tervezték, ahol egyrészt a város forgalmi úthálózatába jól beleilleszkedett, másrészt pedig itt a Duna medre nem túl széles és nem is túl mély, amellelt pedig jól beágyazott és viszonylag állandó jellegű.

A hídnak az először elfogadott terv szerint teljesen fából kellett volna épülnie 7 nyílással, $45,3 + 54,5 + 45,3 + 78,4 + 45,3 + 54,5 + 45,3$ méter nyílásbeosztással, szegezett főtartókkal, cölöpös fájármokkal és fából épült jégtörőkkel.

A megoldás mellett szólt, hogy a faszerkezet előállítása látszott a leggyorsabbnak. Ezzel szemben a terv megvalósítása nagy kockázattal is járt volna, mert 1. ilyen nagy nyílású fahidat – különösen szegezett főtartókkal – Magyarországon még soha nem építettek; 2. kérdéses, hogy az aránylag kis, 45 m-es nyílások mellett a jégzajlás nem vitte volna el a cölöpjármokat; és 3. a fatartók készítéséhez szükséges elsőrangú faanyag és gondos munka, valamint szükséges ácsóra-mennyiség az adott helyzetben nem lett volna biztosítható.

Ezért azután a tervet fokozatosan elejtették, s abból végül is – szükségből – csak a két szélső 27,5 m-es fanyílás valósult meg, mert ezek áthidalására más anyag pillanatnyilag nem állt rendelkezésre.

A cölöpjármokhoz szükséges, megkívánt hosszúságú és méretű szál-fák beszerzése lehetetlennek bizonyult és ezért – mivel a munka megindításával várni már nem lehetett – **acélcölöpökkel** cserélték fel azokat, egyszersmind megváltoztatva az alapozás módját is. 1945. június elején kezdődött a Kossuth-híd **pilléreinek és hídfőinek alapozása**, előbbieké egészen eredeti módon.

A tervek szerint a mederben 8 pillért kellett építeni, s ezek munkálatait a tél beállta előtt be kellett fejezni, mert a munkahelyek víztelenítésére sem idő, sem eszköz nem állott rendelkezésre. A szokásos pillér-alapozási módszerek pedig szintén nem voltak alkalmazhatók, költségességük és anyag-, valamint munkaigényességük miatt.

Ezért azután **sajátos megoldással** készítették a mederpillérek alapozását; az acélcölöpöket leverve, a rájuk szerelt állványról vasbetonszekerényt süllyesztettek le a mederfenékre. Ezt azután kibetonozták vízalatti betonozással.

A mederfenék maga homokos kavics, lejjebb pedig agyag és a legnagyobb talajnyomást: $2,2 \text{ kg/cm}^2$ -t is biztosan bírja. A valószínű kimosások ellen a pillértesteket kőhányással védték.

Az alkalmazott alapozási eljárással nem egészen 6 hónap alatt elkészült a híd 8 mederpillére.

A következőkben az illetékesek fokozatosan feladták a fából készítendő áthidalások terveit is. Legelőször a három középső nyílásba tervezett faszerkezetet cserélték fel vasszerkezettel.

Az építés során a terveknek mindig a rendelkezésre álló, **felkutatott és beszerzett anyagokhoz** kellett igazodnia. Így a vasszerkezetet – mivel más anyag nem volt – acélsövekből, hegesztett kapcsolatokkal alakították ki. A középső három nyílás főtartói párhuzamos övű, szimmetrikus rácozású kéttámaszú gerenda-tartókként épültek; a 3-3 szélső, 28 méter körüli nyílást eredetileg fatartókkal akarták áthidalni, de később – mivel még faanyag sem állott rendelkezésre – ezek közül kettőt-kettőt felsőpályás rácos acéltartókkal cseréltek fel. (E tartók részben a Lánchíd merevítő-tartóiból kitermelt anyag felhasználásával készültek.) A szélső nyílások főtartói szegezett fatartók voltak; a felsőpályás acéltartók szegezelt kivitelben épültek.

Az a tény, hogy a főtartók rendszere, anyaga és építési módja, valamint a pályaszerkezet is szinte nyílásról-nyílásra változott, aszerint, hogy építésének időpontjában éppen mi állott rendelkezésre, – a műszaki ember szemében mindennél jobban rámutat a helyzet drámaiságára és a nehézségek nagyságára. Így például a pályaszerkezet a két-két acéltartóval áthidalt kis nyílásban a főtartók felső övére betonozott vasbeton lemezből állott; a fatartós nyílásokban viszont gerendákon felfekvő pallózat képezte a kocsipálya szerkezetét. A három rácos tartóval áthidalt nyílásban a hegesztett keresztartókra aláfeszített hosszartók támaszkodtak – az aláfeszítést azért kellett alkalmazni, mert a hosszartók eredetileg az egyik híd gyalogjáró-hosszartói voltak s a közúti járműterhekre már nem feleltek meg. E hosszartókra ugyancsak roncsokból kitermelt zórésvasakat helyeztek, s az ezeket kitöltő beton-rétegre hengerelték a kocsipálya burkoló aszfaltját.

Egyébként a Kossuth-híd 7,0 m-es kocsipályával és kétoldalt 3,35 m-es gyalogjáróval épült. A gyalogjárók burkolata a kis nyílásokban előregyártott betonlapokból készült, a fatartók felett pallókból, a három nagy nyílásban pedig – az önsúly csökkentésére – szintén fából készült.

A hídszerkezetet 15 tonnás tehergépkocsikra és 300 kg/m² egyenletesen megoszló teherre méretezték.

A Kossuth-híd volt hazánkban az első **hegesztett főtartókkal** épült Duna-híd. A csőszerkezet kapcsolatait csak hegesztéssel lehetett kialakítani, és bár hazánkban ilyen nagy nyílású rácos híd hegesztve még nem készült, a munkához a legnagyobb erővel hozzá kellett kezdeni. A lehetőségekhez képest igyekeztek a legtapasztaltabb és leginkább megbízható hegesztő szakmunkásokat alkalmazni, akik azután a meder felett, sokszor dermesztő téli szélben végezték a hegesztés kényes munkáját. A

hegesztett kapcsolatok kialakítása igen sok nehézséggel járt. Természetes, hogy ilyen körülmények között – a sokszor -10°C -os hidegben hegesztett – varratok nem állják ki minden tekintetben a próbát. A teljesítmény azonban – már merészségénél fogva is – a maga nemében mégis egyedülálló volt.

A vasszerkezet szerelésénél nagy segítséget jelentett az időközben megépült **100 tonnás úszódaru**, amellyel a kis nyílások főtartóit egy darabban lehetett a helyükre emelni.

A Kossuth-híd a legnagyobb erőfeszítések után, végül is **1946. január 18-án** elkészült, éppen akkor, amikor a megindult jégzajlás először a margitszigeti, majd pedig a Ferenc József híd roncsaira épült hídprovizóriumot is elvitte (január 11.) és a közlekedés az ország két fele között megszakadt.

A hídhoz 3000 m^3 faanyagot és 750 tonna vasat használtak fel. Akkori értékben számítva, a költségek mintegy 1,65 millió pengőt tettek ki. Az inflációs helyzet folytán, valamint a rendkívül könnyű szerkezet eredményeképpen a fajlagos költség 75 dollárt tett ki a pályafelület minden négyzetméterére.

A híd arról is nevezetes, hogy a rácsos hegesztett főtartók alatt elhelyezett **vizsgáló-híd alumíniumból** készült.

A varratok nemsokára erősítésre szorultak, miután azokon repedések mutatkoztak. Ugyanígy meg kellett erősíteni a kapcsolatok jelentős részét is. Ennek ellenére azonban a híd – közel 10 éven át – minden baj nélkül teljesítette feladatát.

A varratok állapotára, valamint az anyag szilárdsági tulajdonságaira vonatkozólag 1955-ben beható **vizsgálatokat** végeztek. Ezek során nagyfokú elhasználódást állapítottak meg a hegesztett főtartókon. Ezért – bár a szélső fa-főtartókat éppen 1954-ben cserélték ki rácsos acélszerkezetekre, és a kis nyílások teherbírása jóformán változatlan volt, - 1956 tavaszán a járműforgalom elől elzárták, az 1958. évi teljes elbontásáig azon csak gyalogos-közlekedés folyt.

A bontásból kikerült szerkezetek és anyagok egy részét még szerkezetként hasznosították. Így a fatartók helyére 1953-ban beépített felsőpályás rácsos hidak átalakított szerkezetei a Mosoni-Duna két hídjának főnyílásait képezik.

Ma a budai rakpart mellvéd falán elhelyezett emléktábla emlékeztet arra a hősies küzdelemre, amellyel a Kossuth hidat tervezői és építői megvalósították.

A Lánchíd története

A **Hídegyesület** 1832-ben történt megalapítása a közvetlen bevezetője annak a korszaknak, amely alatt Buda és Pest között öt közúti és két vasúti Duna-híd épült. Az építkezések sorát gróf Széchenyi István Lánchídjának megvalósítása nyitotta meg.

E tanulmány keretei szűkek ahhoz, hogy **gróf Széchenyi Istvánnak** a hazája felvirágoztatása, s ezen belül az első magyarországi állandó Duna-híd létesítése érdekében kifejtett áldozatos munkásságát akár csak vázlatosan is ismertessem és méltassam. Különben is ezt már számosan, nálamnál hivatottabbak, sokkal avatottabb tollal megtették. Ezek írásait ajánlom tehát mindazoknak, akik gróf Széchenyi István életművét teljes egészében vagy akárcsak valamilyen vonatkozásában megismerni óhajtják.

A pest-budai **állandó híd** ügyében Széchenyi külföldi útjai alkalmával alapos tanulmányozásokat végzett és számos tárgyalást folytatott az akkori hídepítések nevesebb tervezőivel és irányítóival. Tapasztalatairól alapos jelentésben számolt be a Hídegyesületnek. Már e **jelentésében** is függőhidat javasol. Az anyagi fedezet biztosítására, melyet 2 000 000 Ft-ra becsült, külföldön már jól bevált módozatot, **részvénytársaság** alapítását ajánlja. A javaslatot a rendek, majd a főrendek hosszasan tárgyalták. A biztató kezdetet igen sok huzavona követte. Végül 1936. május 2-án életbe lépett az „Egy állandó hídnak Buda és Pest közötti építéséről” szóló **1836. évi XXVI. törvénycikk**.

A vállalkozás jogi és pénzügyi lebonyolításával báró **Sina György** bécsi bankárt, magyarországi földbirtokost bízták meg. Az ő felkérésére 1837 őszén Pestre érkezett **William Tierney Clark** angol mérnök, aki a helyszíni viszonyok tanulmányozása után háromnyílású **lánchíd építését javasolta**. Természetesen más szakértőktől is kértek ajánlatot. **Georg Rennie** angol mérnök négy különféle tervezetet nyújtott be, ezek közül kettő függőhídra – az egyik két-, a másik háromnyílású –, egy **öntöttvas ívhídra**, egy pedig kétnyílású **boltozott kőhídra** vonatkozott. Rennie külön felhívta a figyelmet a függőhidak lengéseire, melyeket veszélyesnek nyilvánított. E kijelentés alapján a **híd ellenségei** azt kezdték hangoztatni, hogy – miután a jégzajlás és árvízveszély miatt csak függőhíd jöhetne szóba – legokosabb az építés gondolatát teljesen elejteni. Végül is **szakértőként** meghívták **Plews és Slater** londoni mérnök-

köket, akik alapozási szakértőként tették ismertté nevüket. Itt tartózkodásuk alatt zajlott le a két dunaparti város eddigi történetében legsúlyosabb – 1838. március 16-i – **árvízkatasztrófa**. A szakértők a hídépítést illetően úgy nyilatkoztak, hogy az kifogástalanul alapozott kevésszámú pillérrel megvalósítható, de nem szabad a folyó legkeskenyebb részét e célra kiválasztani.

1838 szeptemberében **elfogadták W. T. Clark tervét**, amely igen nagy gonddal és hozzáértéssel készült. Az elfogadást követő hónapokban a híd ellenségei még igyekeztek megghiúsítani a megvalósítását, de Széchenyi és hívei szilárd kitartása eredményeként a hídépítésre vonatkozó szerződést 1839 májusában az uralkodó is jóváhagyta. A **szerződés** nem csak a híd létesítésének feltételeit, hanem üzemeltetésének körülményeit is szabályozta és számos, a jövőre vonatkozó jogi és pénzügyi intézkedést is tartalmazott.

Az építkezés helyszíni irányításával **Clark Ádámot** bízták meg, aki rátermettségét nemcsak a Lánchíd építésével, hanem később a várhegyi alagút megtervezésével és kivitelezésével ékesen bizonyította. A cölöpözési és kőműves munkák főművezetője James Teasdale, a vasszerkezeti munkáké Bland W. Croker volt. A felvonulási és **próbacölöpözési** munkák már 1839. szeptemberben, majd az alépítményi munkák 1840 februárjában, a pesti hídfőnél, beindultak. Az alépítmények **jászolgátak** védelme alatt épültek. A 38/38 cm méretű cölöpökből vert cölöpsorok egymástól kb. 1,5 m-re voltak. A budai mederpillér alapjának az alsó síkja a –12,60 m, a pestié a –7,30 m, a hídfőké pedig a –5,14 m szintre került. Az ünnepélyes **alapkőletételt** 1842. augusztus 24-én tartották. Az építkezésnél foglalkoztatott munkások **létszáma** elérte a 7-800 főt. Az előmunkások, gépkezelők, vasmunkások angolok, a kőfaragók olaszok, a segédmunkások magyarok voltak. 1846 októberében megérkezett a **vasanyag** Angliából. A láncclemezek anyaga kovácsoltvas (hegesztett vas) volt 33-34 kp/mm² szakítószilárdság értékkel. A **lánc szereléséhez** 1848. március 28-án fogtak hozzá.

Az **utolsó, 12. láncszakasz beemelése** július 18-án történt. E munka alkalmával a csigasor láncának egyik szeme elpattant és közel 800 t súlyú lánc visszazuhant az úszó munkahídra, amelyet darabokra zúzott, a rajta levőket, közöttük Széchenyi Istvánt is a Dunába sodorva, s egy munkás halálát okozva.

A vízbe zuhant láncot kiemelték, a helyére szerelték, majd felszerelték a függesztő-rudakat, a pályaszerkezetet és az egyéb szerelvényeket.

Az **épülő hídon** 1849. január 5-én és 6-án **császári sereg vonult át** 270 ágyúval, 70 000 emberrel és 10 lovasezreddel. Ekkor még a merevítést szolgáló Howe-tartók nem voltak beépítve, a kereszttartókat hosszirányban csak hevenyészett pallózat kötötte össze.

Az **öntöttvas kereszttartók** Magyarországon készültek. A **hosszirányú merevséget** Howe-rendszerű rácsos tartók biztosították. Szélrács nem volt, csupán a kereszttartók alatt feszítettek ki láncokat a hídtengelyre merőleges mozgások csökkentésére. A falazat melletti szélső kereszttartókat befalazott vaskampókhoz erősítették.

1849 márciusában **Görgey** csapatai közeledtek Pest felé, a császáriak ezért felszedték a híd fa pályaburkolatát és a budai nyílás két kereszttartójára lőporos ládákat helyeztek el. Görgey a megadásra felszólító levelében a híd felrobbantásának esetére megtorló intézkedéseket ígért. **Hentzi** lövette Pestet, s a híd is kapott néhány találatot. Május 21-én pedig, a vár eleste után **Alnoch von Edelstadt osztrák mérnökkari ezredes** a hídra ment és az egyik lőporos ládába hajította égő szivarját. A **robbanás** öt kereszttartót letépett, három másikat kettétört, a merevítőszerkezetet és a pályát mintegy 24 m hosszan elpusztította, és az ezredest darabokra szaggatta. Görgey azonnal elrendelte a híd helyreállítását, s ez hamarosan meg is történt.

A győri ütközet elvesztése után, a magyar csapatok visszavonulásakor **Dembinszky** a budai nyílás pályaszerkezetét fel akarta égettetni. Clark súlyos tiltakozása után beleegyezett Dembinszky abba, hogy a pályaszerkezetet felszedik, és néhány kereszttartót lebontanak.

A harcok megszüntetésével azután lehetővé vált a híd építésének **zavartalan befejezése**.

A hidat végül 1849. november 20-án adták át a forgalomnak.

Az **építés költségei** 6 244 801 forintot tettek ki, mely összeget a Lánchíd Részvénytársulat fektetett be, s mely összeg a hídvámokból és az 1840. évi XXXIX. tc-ben törvénybe iktatott szerződés biztosította egyéb jövedelmekből megtérült. A **vasszerkezet súlya**: 2139 tonna.

Széchenyi István a hazája sorsa felett elborult elmével már nem léphetett többé a nyilvánosság elé. Szeretett hídját, amelyért oly sokat küzdött és áldozott, sohasem láthatta készen.

Emlékét azonban megőrizte a híd.

Több mint fél évszázad múltán az utókor a Lánchidat az ő nevéből nevezte el.

A Margit híd megépülése után egy bizottság, melynek megalakulásában és vezetésében Kherndl Antal műegyetemi tanárnak főszerep jutott, 1887-ben a hidat gondosan átvizsgálta, a beépített vasanyagot igénybevételi próbáknak vetették alá, majd Kherndl minden részletre kiterjedő **erőtani számítást** készített. A vizsgálatok és a számítások alapján megállapították, hogy a fa hídpálya és az öntöttvas keresztartók már nem elégítik ki a követelményeket. A Howe-rendszerű rácsos tartók valójában alig adtak a hídnak merevséget. Szélrács szükségességét is kimutatták, továbbá újrendszerű iránytörő saruk beépítését javasolják. S miután a javasolt módosítások megvalósítása az önsúly jelentős megnövekedését eredményezte volna, **javaslatot tettek a lánc megerősítésére**, illetve kicserélésére.

Az átépítésre azonban sokáig nem került sor, mert a megnövekedett forgalom eltereléséről az Eskü téri híd megépítése előtt nem lehetett szó.

Az **átépítés** terveit a Kereskedelem és Közlekedésügyi Minisztériumban Beke József és dr. Gállik István dolgozták ki. A tervező bizottságnak még Kherndl Antal, Zielinski Szilárd és Nagy Virgil is tagjai voltak. Elsőrendű követelmény volt, hogy a teherbírás megnövelése mellett a hídnak meg kellett őriznie régi alakját és eredeti vonalozását.

A hidat 400 kg/m^2 megoszló és 2 db 12 tonnás járműteherre méretezték.

A láncok anyaga:	20% nyúlású, $4200\text{-}5600 \text{ kg/cm}^2$ szaktítószilárdságú karbonacél
Az új vasszerkezet súlya:	5194 tonna
Az átépítés költsége:	6,5 millió forint
Az átépítés ideje:	1913-1915 (23 hónap)

Később, 1918-ban a **Kisfaludy Társaság** az utolsó hat év legnagyobb műszaki alkotásának a Lánchíd átépítését nyilvánította és „...a Széchenyi Lánchíd újjáépítését a műszaki tudás és a művészi ihlet oly szerencsés találkozásával végzett kiváló férfiaknak” a Greguss-díjat ítélte oda.

1918 novemberében eltörölték a hídvámat.

Az átépítés során – a régihez hasonlóan – vörösfenyő-kocka **pályaburkolatot** alkalmaztak, melyet a zórésvasakon levő aszfaltbeton rétegbe ágyaztak – teherelosztó deszkázat nélkül. S mert a kockasorok a zórésvasakkal párhuzamosan futottak, s ezen felül az aszfaltbeton bitumentartalma a tervezett $75\text{-}80 \text{ kg}$ helyett 95 kg volt m^3 -enként, s az asz-

faltbetont a fakockák telítéséből kiizzadt kátrányolaj is puhította, a burkolat már az első nyáron egyenetlenné vált és az idők folyamán rohamosan romlott. Időközben a Margit híd faburkolatának javítása ugyancsak esedékessé vált, s mivel az a forgalom számára a Lánchídnál fontosabb volt, ez utóbbit lezárták, s a felszedett burkolatával a Margit hidat javították.

Az első világháború utáni előírások a karbonacél **megengedett feszültségét** 1400 kg/cm^2 értékről 1700 kg/cm^2 értékre emelték. A korábbi faburkolatnak kiskocka burkolattal való cseréje nem okozott megengedhetetlen többletígyenbevételt. A láncokban 8 %, a merevítőtartóban 5-6 % növekedés adódott. Így a burkolatcsere után – mintegy hat hónapos forgalom szünet után – a kocsi pályára ismét lebonyolíthatta a forgalmat.

Forgalmi adatok:

év	napi átlag [jármű]	összes híd forgalmának
1935	8476	20,0 %
1938/39	10 813	18,6 %.
1943	9 617	21,9 %

A híd 1945. január 18-án az esztelen **háborús pusztítás** áldozatává vált, a többi után ezt is felrobbantották. A hidat a pesti lánckamrák felrobbantásával pusztították el. A lehorgonyzások kiszakadtak a helyükből és az egész láncszerkezet, miközben a mederpillérek sarukamráinak falazatait is kiszakította, Buda felé csúszott el. A pesti és a középső nyílás a Dunába zuhant, a budai nyílás merevítőtartója becsuklott.

Jóllehet a főváros forgalma nem indokolta volna a Lánchíd haladéktalan **helyreállítását**, a kormányzat mégis úgy határozott, hogy a Szabadság és a Margit híd elkészülte után ezt a hidat kell újjáépíteni. Az újonnan való megnyitás napjául az első felavatás 100. évfordulóját, 1949. november 20-át tűzték ki.

Mivel a hídnak ilyen korai újjáépítése az állami beruházásokban nem szerepelt, a **pénzügyi fedezetről** más módon kellett gondoskodni. Az újjáépítést közvetlenül az egész magyar társadalom ügyévé tették. Megalakult a Lánchíd Újjáépítési Mozgalmát Vezető 48-as Bizottság, mely hazai és külföldi gyűjtést szervezett.

1947 őszén megindult a roncsok kiemelése. Miután elhatározták, hogy a hidat az 1915. évi állapotnak megfelelően állítják helyre, a roncsemelésnél ezt szem előtt kellett tartani, s arra törekedni, hogy minél több szerkezet kerüljön ki felhasználható állapotban.

A Buda felé elcsúszott láncoknak a pilon lánckamrájából kilógó csonkjainak télen végzett leszerelésénél érdekes dolog történt. A közel függőlegesen lógó láncdarabot a felső harmadánál fogta meg a daru, majd a levágás után a rakpartra helyezte. E művelet közben a lánc alsó végét a rakpartra támasztották, majd az egészet – a daru oldalazó mozgása közben – le akarták fektetni. Mikor a láncköteg az úttesttel mintegy 30°-os szöveget zárt be, tehát a felső harmad már konzolként működött, a fogás közelében hirtelen elpattant egy lemez, s rögtön utána az összes 29 mm-es lemez eltört. Volt olyan lemez is, amely egymástól 30-35 cm távolságban két helyen is eltört. A szélső vékony lemezek érdekes módon épek maradtak. Ez a jelenség a második lánccsonk partra helyezésnél kísérteties hasonlósággal megismétlődött. A törésfelületek a rideg törés jellegzetes képét mutatták.

A híd **erőtani vizsgálatát** ismét elvégezték. Az igénybevételek meghatározása során a szekunder hatást – a láncok alakváltozásának hatását – is figyelembe vették. Így – annak ellenére, hogy a merevítő-tartót most nem karbon-mangán acélból, hanem A.36.24.12 minőségű folytacélból állították elő – az új szerkezet a régivel szemben mintegy 40 %-kal **nagyobb teherbírásúnak** volt kimutatható.

A **pályaszerkezet** eltér a régítől. A kereszt- és hossztartók hegesztett kivitelűek. A vasbeton pályalemez a hossztartókkal együttdolgozó szerkezet. A burkolat két rétegben hengerelt aszfalt.

Kis mértékben átalakították a pillérek **kapuzatát**, amennyiben az alsó főpárkány alatt a régi 5,72 m-es kapuzatnyílást úgy bővítették, hogy ott 6,45 m széles kocsi pályára és 40-40 cm kerékvető volt kialakítható.

A **hídfők** forgalmi körülményeit a nagyvárosi forgalom igényeinek korszerű kielégítése érdekében ugyancsak átalakították.

A **vasszerkezet szerelése** 1949. augusztus végéig tartott. A láncok szerelését a 35-40 m-enként cölöpjármokkal megtámasztott merevítő-tartókról végezték dr. Széchy Károly javaslatára. Ezzel a módszerrel jelentős mennyiségű faanyagot és tetemes építési időt sikerült megtakarítani. Igen gondos munkát igényelt a csomópontok beszabályozása, amit – az eredetihez hasonlóan – most is csavarorsós függesztő-rúd-bekötésekkel értek el.

1949. november 13-án, kielégítő eredménnyel megtartották a híd **próbaterhelését**.

Az újjáépített Széchenyi Lánchidat első ünnepélyes **megnyitása** után pontosan 100 évvel, 1949. november 20-án délben adták át a forgalomnak.

Az erőtani vizsgálatot, az általános terveket és a vasbeton részletterveket Sávoly Pál és dr. Méhes György dolgozták ki.

A vasszerkezet részletterveket Fáber Gusztáv és mérnöki kollektívája dolgozták ki.

Az újjáépítéshez 2294 t vasanyagot,
8000 m³ betonkavicsot,
161 t cementet, és
960 t faragott követ használtak fel.

A láncokat a Diósgyőri Gépgyár gyártotta, a vasszerkezet egyéb részeinek gyártását és a helyszíni szerelési munkákat a MÁVAG végezte.

Az újjáépítés központi irányítója dr. Palotás László volt.

A helyreállítás mintegy 30 millió forint költséget emésztett fel.

A Margit híd története

A budapesti Margit híd az egykori m. kir. Közmunka- és Közlekedésügyi Minisztérium vezetése mellett 1872-től 1876-ig épült, az állam költségén Ernest Gouin francia mérnök pályanyertes tervei alapján. Az építő vállalat ugyancsak Gouin vállalkozása, a Société de Construction des Battignoles cég volt.

A híd felsőpályás. A kocsipálya eredeti szélessége 11,06 m, a gyalogjárdáké pedig 2,90 m volt. A tartószerkezet hat, a partoktól a közép felé növekvő 73-83-88 m-es nyílásokat hidal át. Nyílásonként eredetileg hat darab tömör gerinclemezes és keresztrácsozással merevített, lapokra támaszkodó íves főtartója volt a hídnak. A rakparti útvonalat mindkét parton 20 m nyílású vasszerkezet hidalja át, melynek hét ívtartója volt. A híd teljes hossza 607 m. Tengelyvonala a Margit-sziget alsó csúcsával szemben elhelyezett középpilléرنél 30°-kal megtörik, hogy a pillérek a sziget által kettéosztott Duna-folyam mindkét ágában párhuzamosak legyenek a víz folyási irányával.

1899-1900 években a középpillértől 70 m nyílású, a főhídehoz hasonló szerkezetű szárnyhíd létesült a Margit-szigetre 7,00 m széles kocsipályával s kétoldalt 2,50 m széles gyalogjárdákkal.

A híd **fakocka burkolatát** háromszor újították meg: 1884-ben, 1894-ben és 1905-ben. A második burkolatátépítés alkalmával a régi

pályabetont is kicserélték s aszfalt-szigetelést helyeztek a domborlemezek fölé.

A burkolat 1916-ban ismét megújítandó lett volna, de a háborús anyaghiány és a folyton emelkedő árak miatt e munkát évről-évre el kellett halasztani. 1919 áprilisában a burkolat már olyan siralmas állapotba került, hogy az őszi esőzések beálltával elkerülhetetlen lett volna a híd lezárása. Közbejött azonban a Széchenyi Lánchíd burkolatának tönkremenetele és így a két híd burkolatának megújítását egyidőben kellett volna végrehajtani. Minthogy azonban abban az időben megfelelő minőségű faanyag beszerezhető egyáltalában nem volt, 1919. október 20-án a Lánchídat a forgalom elől elzárták, burkolatát felszedték s az így nyert faanyaggal a Margit híd burkolatának legrosszabb helyeit kijavították. Az ilyen módon javított pályaburkolat azonban egy év alatt teljesen tönkrement. Hogy a hidat a forgalom elől még se kelljen lezárni, a pénzügyminisztérium felvetette azt a kérdést, nem lehetne-e a Margit híd burkolatát kőburkolattal kicserélni.

A m. kir. Kereskedelemügyi Minisztérium akkori hídépítési osztálya és az ezen ügyben összehívott szakbizottság részletesen foglalkoztak e kérdéssel. A hídépítési osztály Gállik István vezetése alatt tervek hiányában felmérte és megvizsgálta a híd vasszerkezetét és **közelítő számításokat** végzett a főtartók feszültségeinek megállapítására. A közelítőleg számított feszültségek az ívvállaknál a kétszeresét is meghaladták a híd-szabályrendelet szerint a hegesztett vasra megengedett 1100 kg/cm^2 -nek, az ívek közepe táján pedig 1500 kg/cm^2 -körülire adódtak. A kényszerhelyzet hatása alatt azonban a szakosztály és a szakbizottság 1921-ben megengedte, hogy a hídon kőburkolat készüljön, de egyúttal megállapította a szükségét a Margit híd pontos átszámításának és az ívvállak átalakításának.

E számításokat dr. Mihailich Győző műegyetemi tanár végezte a Novák Ferenc és helyettese, Gombos Mihály vezetése alatt álló hídosztállyal együttműködve.

Az új számítás alapján készültek a régi hídszerkezet átalakítási és megerősítési tervei, a szakosztály és az e célból alakított szakbizottság irányítása mellett.

A háború után eltelt tíz év alatt a Margit híd forgalma rohamosan növekedett és 1930 körül elérte a napi 20 ezer járművet és így a hídon egyre gyakoribbak lettek a kisebb-nagyobb forgalmi torlódások. A híd forgalmi viszonyainak javítására több terv merült fel, ezek közül a mi-

nisztérium hídosztálya a hídpálya 5,44 m-rel való kiszélesítését találta a legmegfelelőbbnek s a gyalogos forgalomnak a híd déli gyalogjárdájáról a szigeti szárnyhídra való vezetésére a középpillérben aluljárót tervezett. A híd kiszélesítésének terveit a szakosztály megbízásából ugyancsak dr. Mihailich Győző műegyetemi tanár készítette. E tervek szerint az 5,44 m széles új pályasáv alátámasztására a pillérek és hídfőket dél felé meg kellett toldani s ezekre a medernyílásokban két-két, a rakparti nyílásokban három-három, a régiekhez hasonló alakú, de a belső erők szempontjából egyszerűbb, új főtartót kellett helyezni. E bővítő munkákat úgy a falazatoknál, mint a vasszerkezetnél a régi alkatrészek felhasználásával olyan módon kellett végrehajtani, hogy a híd jellegzetes képe ne változzék.

A munkák megindítására az időközben kitört súlyos gazdasági válság miatt egyelőre nem kerülhetett sor.

1934 decemberében dr. Álgay-Hubert Pál kerül a m. kir. Kereskedelemügyi Minisztérium Duna-hídépítési osztályának élére, aki a Margit híd 15 év óta függőben levő kérdéseinek végleges megoldását kézbevette. A szakosztállyal átdolgoztatta az eddig készített számításokat és terveket s az eredmények alapján megállapítja, hogy a Margit híd **átépítése** immár **halaszthatatlan** és az akkori állapot további fenntartásáért – az egyre növekvő forgalom miatt – szakosztály a felelősséget nem vállalhatja.

Az akkori kereskedelemügyi miniszter elrendeli a **munkák sürgős megindítását** és a főváros polgármesterével megoldja a hídépítési költségek fedezésének kérdését.

A helyszíni munkák 1935. május 27-én azzal indulnak meg, hogy a hídátépítésnek 1937 őszén, tehát 2½ év alatt befejezést kell nyerni, a híd forgalmának munkaközben való teljes fenntartása mellett. E föltételek betartása az építkezés közben felmerült többletmunkák és nehézségek ellenére is teljes mértékben sikerült.

Az alapozási munkák műszaki érdekességei közül figyelemre méltó a pneumatikus módszerrel készült régi és új alaptestek közötti hézagnak a 0 víz színe alatt történt áthidalása, mely a két alaptesthez csatlakozó vasszádfalak és az új alaptest köpenylemezének védelme alatt nyílt munkagödörben készült.

1936-ban a MÁVAG felszereli a budai rakparti nyílás és a Buda felől számított első négy medernyílás új vasszerkezetét.

1937-ben a jég elvonulása után a MÁVAG folytatja a vasszerkezet szerelését és június 5-ig felszereli az összes új vasszerkezetet.

A már felsorolt munkákkal egyidejűleg s azoktól teljesen függetlenül, a forgalom és átépítés alatt álló pályatest alatt hajtotta végre a MÁVAG a régi ívtartók alátámasztó öntvényeinek csuklós sarukkal való kicserélését, a középpillér melletti medernyílások északi szélső főtartóinak megerősítését, a merevítő tartópillérre támaszkodó felső övvégeinek csuklóssá való átalakítását, a régi másodrendű keresztartóknak és a rakparti nyílások régi főtartóinak megerősítését.

E munkák közül külön is meg kell említeni a régi főtartósaruk kicserélését, amellyel kapcsolatban a híd 36 nagy és 14 kis ívének mindkét végét kétszer fel kellett emelni 5-6 mm-re a pillértől, vagyis víznyomásos sajtókkal összesen 200 tartóemelést kellett a forgalom teljes fenntartása mellett végrehajtani, ami a hídépítések történetében egészen egyedülálló teljesítmény.

A hídátépítéssel kapcsolatban a város tovább növekvő forgalmának megfelelő formában átépültek a hídfők is.

A munkák során kerekén 20 000 m³ új falazat és 2 300 t új vasszerkezet létesült. A hídról eltávolított elavult vasalkatrészek összes súlya 600 t-t tett ki.

A Margit híd újjáépítése

A Margit híd újjáépítése a főváros északi részének forgalma szempontjából éppen olyan fontos volt, mint amilyen hiányt a Szabadság híd a város déli felén pótol, sőt, miután a háború előtt ennek a hídnak a forgalma volt az összes budapesti Duna-hidak között a legnagyobb, helyreállítása rögtön a Szabadság híd után napirendre került, annak ellenére, hogy ez volt a felrobbantott hidak közül a leghosszabb, s valamennyi nyílása fel volt robbantva.

Ismeretes, hogy a hidat a németek két részletben robbantották fel; a medernyílások ívszerkezetei mind a mederben feküdtek, s kiemelésük annál is inkább nehéz volt, mert a régi hegeszvas tartók nagy ridegségük folytán sok helyen eltörték és a roncsok nehezen hozzáférhető, kusza halmazban feküdtek a víz alatt.

A németek a szigeti szárnyhidat is robbantották, azonban az csak sérüléseket és horpadásokat szenvedett, de végeredményben a helyén maradt.

Már 1944 novemberében, amikor a híd pesti ága felrobbant, az illetékesek foglalkozni kezdtek a **kiemelés és újjáépítés lehetőségeivel**. A megvalósításra azonban az eredeti elgondolások, valamint a későbbiek során bekövetkezett új helyzet állandóan változó jellege közepette, új módszerekkel került sor 1945-46-ban.

A Margit híd teljes felrobbantása folytán előállott **új helyzetben**, a forgalom sürgető igényeit figyelembe véve, először – éppen a gyors helyreállítás érdekében – egy úgynevezett merev vasbetétes vasbeton ívhíd építését tervezték. Ez a megoldás ugyan is 30 % vasanyag-felhasználással, állványozás nélkül lett volna kivitelezhető. A roncsmentési munkálatok 1945 nyarán meg is indultak, s a csőelemekből összehegesztett acélváz gyártását is megkezdték.

Az időközben végzett **pillérvizsgálatok** azonban igen szomorú képet mutattak a híd alépítményeire vonatkozólag. A robbantások során ugyanis a robbantott ívek hirtelen igen nagy feszítőerőt fejtek ki a falazatokra, s azokat a szomszédos nyílások felé kilendítették, ami által a még épségben levő ívszerkezet rugószerűen meggörcsült. A felrobbantott ívek lezuhanása után a rugó-hatás reakciója érvényesült, s a pillért a visszaugró ív ellenkező irányban mozdította el, aminek következtében a mederpillérek jóval a kisvíz szintje alatt eltörtek és az alapfalazatok is erősen összeroppedeztek.

Így szükségessé vált a pillérek alapos kijavítása, s a falazatok erősen rongált állapota miatt kétségesse vált, hogy azok jóval nehezebb vasbetonszerkezet hordására képesek lesznek-e. Egyáltalán, a merev vasbetétes szerkezet felépítéséhez előirányzott építési eljárást a pillérek teljes kijavításáig nem lehetett volna elkezdni, ami viszont rendkívüli idővesztéssel járt volna, hiszen a pillérjavítást még a roncsok egy részének kiemelése kellett megelőzze.

A legjobban sérült első pesti pillér helyreállítási munkáit 1946 nyarán kezdték meg, amikor a roncsmentés már ezt lehetővé tette.

1946 őszén a Közlekedésügyi Minisztérium közúti hídosztálya úgy döntött, hogy a Margit hidat **ismét vasszerkezettel**, de vasbeton pályalemezzel fogja újjáépíttetni, a Ganz Rt. által készített tervek alapján.

Az új vasszerkezet a régitől a következőkben tér el:

1. a 8 főtartó helyett csak 6 darab hordja a régi 22,30-ról 25,00 méterre szélesített kocsipályát (3,50 + 18,0 + 3,50 m);
2. a főtartó-ívek és a pályatartók közötti András-kereszt rácsos elmaradt, s csupán a régi keretosztás kétszeres távolsá-

gában elhelyezett függőleges oszlopok hordják a hídpályát; ez mindenesetre világosabb erőjátékot eredményez;

3. Az ívek nyílásmagassága megnövekedett, ami – a kisebb önsúly mellett – fontos tényező volt annak elérésében, hogy a támaszokra ható ferde reakciók a felrobbantás előtti állapothoz képest jelentősen csökkentek. Ez a súlyosan sérült pillérek gondos helyreállítása után is kívánatos volt, egyúttal pedig lehetővé vált a hajózási úrszelvény mintegy 50 cm-rel való magasítása is.

Mindezen módosítások végeredményben azt eredményezték, hogy a gazdaságosan kialakított 6 főtartó a réginél lényegesen szélesebb hídpályát és nagyobb hasznos terhet képes hordani.

A nyílásmagasság megváltoztatásával a támaszközöket is kismértékben módosították.

A mielőbbi forgalomba helyezés érdekében egyelőre – 1947 végéig – csak a híd déli felének, 3 főtartóval való újjáépítését tervezték, s a hídon villamos ingajárat közlekedtetését irányozták elő.

A tervek 1947 januárjára elkészültek, közben pedig – már 1946 őszen – megindult a mintegy 2300 tonna vasanyag kihengerlése is. A helyszíni előkészületeket a tavaszi időjárás beköszöntésével szintén megkezdték, s időközben teljes erővel folytatták az alépítmények javítási munkálatait.

A vasszerkezetet **3 nagy és 5 középgyár készítette**. A főtartók szegcsett, állandó magasságú szekrény-keresztmetszetű ívek voltak, a pályaszerkezet hegesztett kivitelben készült.

A pályalemez vasbetonból készült, a járdák konzolosan kinyúltak a szélső hossztartók mellől. A pályaszintnek közepén mintegy 50 cm-rel való megemelése folytán a szigeti szárnyhídon is fel kellett a kocspályát magasítani, amit egy bordás vasbetonszerkezet rábetonozásával értek el.

A vasszerkezet gyártása időközben már annyira előrehaladt, hogy az első darabokat 1947 májusában a helyszínre lehetett szállítani. Az első főtartó-ívet június 10-én emelte be két 100 tonnás úszódaru.

A főtartók szerelése egészen eredeti módon, az ívhidaknál szokásos költséges mintaállványzat teljes megtakarításával történt. Csupán a partokon kellett lapos mintapadozatokat készíteni, amelyeken egy-egy fél-ívet szereltek össze, s ezeket egy darabban a 100 tonnás úszódaruk emelték a helyükre. A munkahelyen a két fél-ívet a sarukra illesztették,

majd középen egy segédjárommal megtámasztott állapotban összeszegecselték. A sarukra való végleges leeresztésig a saruk fölé illesztett tartókat a falazatok mellett is cölöpözött járomra helyezték.

Mivel a pillérek javítása a vasszerkezet szerelése alatt is folyt, gondosan ügyelni kellett arra, hogy az egyoldali terhelés egy-egy pillért csak rövid ideig érje; ezért sorrendben mindig a pillér másik oldalára eső ívek beemelése következett. Ugyanezt a sorrendet követték a pályatartók és pályaszerkezet építésénél is

A pályaburkolat homokba ágyazott kisköböl készült, a járdákon a betonlemezre aszfaltburkolatot hengereltek.

A **déli félhidat** 1947. november 17-én – egy hónappal a kitűzött határidő előtt – átadták a forgalomnak. Az utolsó mederpillér javítása is csak röviddel előbb fejeződött be.

A következő évben a híd hossz tengelyétől északra eső rész építését folytatták; a vasszerkezet gyártása még 1947-ben megindult.

Az **északi hídrész** helyszíni szerelését 1948 márciusában kezdték meg a délihez teljesen hasonló módon, s ugyanekkor végezték el a szigeti szárnyhíd javítási és pályamagasítási munkáit is.

A teljes szélességű hidat 1948. augusztus 1-én, a 3 éves népgazdasági terv évfordulóján avatták fel.

Az új híd teljes vasszerkezete 5200 tonna súlyú, tehát a réginél mintegy 30 %-kal kisebb; pályaszélessége viszont 10 %-kal, teherbírása pedig 20 %-kal nagyobb annál.

A Ferenc József híd rövid története

Az 1890-es évek kezdetéig a főváros lakossága – ötven év alatt – közel 400 000 lélekkel szaporodott, azaz mintegy megnégyszereződött, s emellett az ipar és kereskedelem nagymértékű fellendülése következtében is a közlekedés olyan arányokban fejlődött, hogy annak igényeit már két közúti Duna-híd sem tudta kielégíteni. Már a nyolcvanas évek közepétől kezdve hallatszottak a közvéleménynek olyan hangjai, amelyek új hidak építését szorgalmazták.

A törvényhozás is felismerte ennek szükségességét, amikor megalakította az 1885. XXI. tc.-et, amely azt a kötelezettséget róta az államkincstárra, hogy mihelyt a Lánchíd megváltott szabadalmából és az állami hidak vámjövendelmeiből származó tiszta bevétel meghaladja a

650 000 forintot, a többletet egy harmadik közúti Duna-híd építésére kell fordítani.

A kérdéses tiszta jövedelem 1890-ben mintegy 18 000 forintra meghaladta az előírt határt a ezért a kormány – teljesíteni akarván a törvény előírását – a hídépítés ügyében 1891-ben az összes érdekelt hatóságokkal előzetes értekezletet tartott. Ennek eredményeképpen elhatározták, hogy a fővárosban egyszerre két új hidat kell építeni, éspe dig egyiket az Eskü térnél, a másikat pedig a Fővám tér és a Sáros-fürdő (mai Gellért-fürdő) között.

A kormány ilyen értelemben tett törvényjavaslata alapján létrejött az 1893. XIV. tc., amely az említett két híd építését elrendelte és felhatalmazta a kormányt arra, hogy a rendelkezésre álló 8 230 000 forintos alapból elsősorban a hidak költségeit fedezze.

A fent említett értekezlet megállapodásait tartalmazták lényegükben a **tervpályázat** feltételei is. E feltételek számos olyan előírást és követelményt tartalmaztak, amelyek a tervezőket nem mindennapi nehézségek elé állították.

A kiírás szerint a pályázati határidő 1894. január 31-e volt. Eddig az időpontig 74 pályázatot nyújtottak be, éspe dig 53-at az eskü téri hídra (38 egy nyílású és 15 háromnyílású), 21-et pedig a fővám téri hídra vonatkozólag (5 egy nyílású és 16 háromnyílású). Magyar mérnökök szép számmal: 15-en adtak be pályatervet; feltűnően sok – 16 – ajánlat érkezett Amerikából, majd pedig Olaszországból, Ausztriából, Németországból, Franciaországból és Angliából. Egy-egy pályázattal szerepelt Belgium, Hollandia, Oroszország és Algír.

A bíráló-bizottság a kereskedelem- és közlekedésügyi miniszter elnökele alatt alakult meg, és tagjai voltak többek között Czekelius Aurél min. osztálytanácsos, Kherndl Antal, Liphay Sándor, Hauszmann Alajos és Steindl Imre műegyetemi tanárok, a kormány, a hatóságok és törvényhozás képviselői, valamint egy-egy meghívott szakértő Ausztriából, Németországból, Franciaországból és Angliából. Részletes bírálatra bocsátottak 24 tervet s a bizottság 1894. május 28. és 29-én eldöntötte a pályázat sorsát.

Az első díjat: 30 000 koronát, az Eisenlohr és Weigle stuttgarti építésszek és Kübler Gyula, az esslingeni gépgyár főmérnöke által benyújtott „Magyarország nem volt, de lesz” jeligéjű pályatervnek ítelték oda.

Az I. díjjal kitüntetett terv az eskü téri hídra készült.

A második díjat: 20 000 koronát, Feketeházy János „Duna” jeligéjű terve nyerte el.

Ez a tervezet a fővám téri hidat 3 nyílású rácsos Gerber-tartóként kívánta megépíteni. Igen érdekes és szép a főtartók vonalozása, amelyben a felső övek egy függőtartó, az alsók pedig egy ívtartó alakjára emlékeztetnek.

Legnagyobb előnye a tervnek – szakavatott kidolgozása mellett – a főtartók igen tetszetős vonalozása, s ebben a tekintetben valamennyi pályaműt felülmúlja.

A III. díjjal jutalmazott terv is a fővám téri hídra készült, konzolos (Gerber-csuklós) rácsos főtartókkal, vízszintes alsó és függőtartószerű felső övvel. A vasszerkezet terveit Totth Róbert, a pályázó társulat mérnöke tervezte. A főtartók parti nyílásai 80-80, a középső nyílás pedig 175 méteres. A rácsozás oszlop nélküli kettős (rombikus) rácsozás.

A minisztérium úgy döntött, hogy az eskü téri híd ügyét további tanulmányozás tárgyává teszi, s az egyszerre való építést így elejti, a fővám téri hídra vonatkozólag azonban a II. díjat nyert Feketeházy-féle terv és a megvásárolt államvasúti gépgyári terv alapján **új tervet** készített s az építkezést a legrövidebb időn belül megkezdi.

A tervek elkészítésével és a munkálatok megindításával sietni kellett, mert közeledett az 1896-os milleneumi év, amelynek során a fővám téri hidat a forgalomnak minden körülmények között át szándékoztak adni.

1894 júniusában a minisztérium Dunahíd-építési osztálya és az államvasutak gépgyára megbízást kaptak a terv elkészítésére. A tervek szeptember hónapban készültek el és ezután – versenytárgyalás eredményeképpen – az államvasutak gépgyára nyert megbízást a vasszerkezet és díszítmények elkészítésére.

Az elkészült végleges tervek szerint a híd három nyílásban volt építendő, és azt legkésőbb 1896 végén át kellett adni a forgalomnak.

A **híd nyílásainak** összege 331,2 métert tesz ki. Ebből a középső nyílás támaszköze 175 m, a szélsőké pedig 78,1 méter egyenként. A középső nyílásban a konzolok hossza 64,05 méter, a befüggesztett tartó támaszköze pedig 46,9 m. A főtartó-magasság a hídfőknél 4,71 méter, a pilonoknál 22,0 m, a középén pedig 3,025 méter.

A híd **szélessége** a gyalogjárók korlátjai között mérve 20,1 méter. Ebből a kocsipályára 11,5 m jut.

A mederpillérek 28 m hosszú és 7,5 m széles, a hídfők pedig két-két 8,0 x 6,2 m méretű, összeboltozott alapon nyugszanak. Az alapozás síkja legmélyebben a bal parti mederpilléernél fekszik: 13,2 m-re 0-víz alatt.

A **pályaszerkezet** rácsos keresztartókon nyugszik. Ezekre gerinclemezes hosszartók támaszkodnak, amelyek még hengerelt I-tartókat is hordanak. Ez utóbbiakra kerül a zórés-vas réteg, amely a kocsipálya vasalját képezi. A kocsipálya maga aszfaltbetonba ágyazott telített fenődesházakon nyugvó fakocka-burkolatként került kialakításra.

A hídfőkön levő támaszok mellett egyenként 609 tonna öntöttvas-**ellensúly** került beépítésre, amely parciális terhelés esetén megakadályozza a szerkezet felbillenését.

Építészeti szempontból legérdekesebbek a pilonokat összekötő kapuzatok. Ezeknél a főelv az volt, hogy a kiképzésnek szigorúan alkalmazkodnia kellett az anyag és szerkezet jellegéhez.

A hídfőknél mindkét parton két, egyemeletes vámszedőház is tervbe volt véve.

Az **alapozási** munkálatokat mind a hídfőknél, mind pedig a mederpilléreknél, vasszerkezetű caissonokkal, pneumatikus módszerrel irányozták elő.

Mindezen alapelvek és tervek alapján fogtak hozzá 1894-ben a híd építéséhez.

Szeptember 1-én megkezdték a próbafúrásokat és az alapgödöröknek a hídfők helyén való kiemelését. Ebben az évben és egész télen át a hídfők munkálatait végezték. A hídfőket csakúgy, mint később a mederpilléreket is, süllyesztőszekrényekre alapozták. A **caissonokat** állványról eresztették le; egy-egy hídfő-caisson szerelése 14 napot, pillér-caissoné pedig 28 napot vett igénybe. A süllyesztést a jobbparti hídfőnél kezdték el 1894. november 18-án és folytatták a balparti hídfővel, a jobbparti mederpillérrel és végül a balparti mederpillérrel.

Teljes erővel az építkezés tulajdonképpen csak 1895 tavaszán indulhatott meg, amikor a Duna jegének elvonulása után a mederpillérekig vezető munkaállványok, munkahidak, valamint a caisson-leeresztő állványok cölöpözését megkezdhatték. A jobbparti mederpilléernél május 24-én, a balpartinál pedig július 1-én kezdték meg a caisson-süllyesztést és azt július 15-én, illetve augusztus 21-én fejezték be.

A caissonok lesüllyesztése után a munkakamrát és leszálló csövek helyét kibetonozták, és a már közben felfalazott alapzatra a fedőréteget is ráépítették. A munkálatokat legutoljára a balparti mederpilléernél vé-

gezték be, 1895. augusztus 31-én. A szerkezeti talpkövet ugyanitt – szintén mint utolsó – szeptember 28-án helyezték el.

A hídfők és pillérek építését december 7-én teljesen befejezték.

A **vasszerkezet** gyártását az államvasutak gépgyára 1895. február 1-én kezdte meg, a diósgyőri és zólyombrezsnói Vasművek szállította anyagból.

A vasanyag a pályatartókban és főtartókban egyaránt Magyarországon előállított és hengerelt folyasztott acél volt, 35-45 kg/mm² szakítószilárdsággal. A Ferenc József híd volt hazánkban az első nagyobb folytacélból épített hídszerkezet (néhány kisebb híd, pl. a resicai vasgyár saját bányavasúti hídja, már valamivel előbb épült ugyancsak folytacélból).

A tartószerkezet méretezésénél egyébként a következő **ideális terheket** vették – vagylagosan – figyelembe: *a*) a hídpályán egyenletesen megoszló 450 kg/m² teher; vagy *b*) két egymás mellett haladó, 4,0 m tengelytávval és 1,60 m nyomtávval bíró kéttengelyű kocsi, 6,0 tonna keréknyomással. Minden esetben a veszélyesebb teher-változatot kellett figyelembe venni; a szélnyomás maximális értéke terheletlen hídra 250 kg/m² volt.

A **megengedett igénybevétel** folytvásra 1200 kg/cm² volt a főtartóknál, pályatartóknál pedig 800 kg/cm².

A vasszerkezet **szerelése** a szélső nyílásokban és a középső nyílás első 3 keretében állványról, azon túl szabadon történt.

A közbefüggesztett tartó szerelésénél történt az építés egyik **érdekes epizódja**. A tartó már a helyén volt és megkezdték az állványok elbontását. Ekkor az építésvezető észrevette, hogy a befüggesztett tartónak a támaszhoz csatlakozó csomólemezen A-B között a festék megrepedt, ami a csomólemez deformálódását jelentette. Kiderült, hogy ez az elem már az önsúly hatására folyást szenvedett. A hiba valószínűleg azzal magyarázható, hogy – miután a befüggesztett tartó terveit az utolsó közt nyújtották be ellenőrzésre, amikor még a csomólemez nem volt be-rajzolva, – ellenőrzés közben elnézték azt a körülményt, hogy a lemez csak palástnyomásra volt méretezve, hajlításra pedig nem. Erre mutatott az is, hogy a lemez ugyan háromszorosra volt vastagítva, de az övbe csak alig építették be. Ezután a szerkezetet ismét aláállványozták, majd dr. Gállik István felügyelete és irányítása mellett a felső övszakaszt kibontották és a gyárnak a hibás részt erősítés végett visszaküldték. Ennek

megtörténte után (3 csomólemezt az övbe hosszan beépítettek) fejezték csak be a szerelést.

Az érdekességek közé tartozik a budai pillér déli **saru-öntvényének megrepedése** is. A hatalmas, közel 15 tonnás acélöntvény nem a veszélyes keresztmetszetben, hanem éppen arra merőleges irányban, már az önsúly hatására, hirtelen megrepedt. A repedés erőtanilag teljesen indokolhatatlan volt, mert még a veszélyes keresztmetszetben sem lépte túl a feszültség az 1050 kg/cm^2 -t, - a megengedett 1200-zal szemben. Valószínű, hogy a repedést nem a külső teher, hanem belső egyenetlenség, vagy feszültség okozta, amit az is bizonyít, hogy a repedés a próbaterhelések során nem terjedt tovább. (Az egész hidat felemelni, és új sarut behelyezni már nem lehetett volna, ezért – miután meggyőződtek arról, hogy a repedés nem növekszik – az öntvényt a helyén hagyták.)

A vasszerkezet szerelése közben, már 1896. július végén, megkezdték a kocsipálya és gyalogjárók építését. Utóbbiak szerkezete a zórésvasakon felfekvő 4,5 cm-es betonrétegből és 2 cm aszfaltburkolatból állott.

A hídfeljárók építése már 1895 novemberében elkezdődött, s 1896 szeptemberében ért véget. Ekkor építették a mai Gellért-tér előtti partfalakat is.

A hídepítés befejeztével szeptember 20-26. között tartották meg az új híd próbaterhelését, négyzetméterenként 450 kg-nak megfelelő 1440 t trachit-kockakövel a középső nyílásban és 650 tonnával a szélső nyílások mindegyikében. A teherpróba igen jó eredményt mutatott: az összes mért alakváltozások a megengedettek és számítottak alatt maradtak.

A híd építésénél összesen 4620 tonna folytacélt használtak fel; az összes vasanyag (saruk, öntöttvas-ellensúlyok, díszítések, stb.) súlya 6102 tonnát tett ki. A hídepítés teljes **költsége** feljárókkal együtt 2 517 000 forintot tett ki, a pályafelület minden négyzetméterére 204 dollár jutott – az eddig épültek közül a legolcsóbb hídja volt a fővárosnak.

A hidat Ferenc József személyesen adta át 1896. október 4-én a forgalomnak. A megnyitásnál jelen voltak a híd építésének vezetői is.

A híd nevét a millenniumi év emlékére az akkori uralkodóról, Ferenc Józsefről kapta. Az első, magyar tervek alapján, magyar anyagból készült budapesti Duna-híd alapokmányát a pesti kapuzat egyik toronygombjába rejtették.

A híd építésének emlékét és építőinek nevét a budai kapuzat lábazatában elhelyezett öntöttvas-tábla feliratai örökítették meg.

A felrobbantott budapesti hidak közül a Ferenc József híd volt az, amely aránylag a **legrövidebb idő alatt újjáépíthető** volt.

A csuklós többtámaszú szerkezet pesti konzolos tartója a támaszon maradt, miután a robbantás csak a befüggesztett tartót szakította le a szerkezetről. A budai konzolos rész azonban a part felé billent és a merd pilléren levő sarukból is kimozdult. A megmaradt tartórészek ilyen elhelyezkedése a konzolos kialakítás következménye volt, s az a tény, hogy a szerkezet súlyponti részét képező konzolok nem zuhantak a vízbe, nagymértékben megkönnyítette a kiemelés és helyreállítás munkáját.

A volt Ferenc József híd roncsain épült híd-provizóriumot 1946 januárjában a jégzajlás elsodorta.

A tervek szerint a hidat teljesen az eredetihez hasonlóan kellett újjáépíteni. A **helyreállítás**hoz szükséges vasanyag – a teljes szerkezetnek mintegy 50%-a – hengerlése még 1945-ben megtörtént, s ugyanez év végén megkezdődött a vasszerkezet gyártása is a Magyar Állami Vas-Ácél- és Gépgyár (MÁVAG), valamint a Ganz és Társa Rt. vasszerkezeti műhelyeiben.

A helyszíni munkálatok pedig 1946 februárjában indultak meg, szorosán kapcsolódva a provizórium maradványainak elbontásához.

A híd újjáépítése igen nagy gazdasági jelentőséggel bírt mind a főváros, mind pedig az egész ország szempontjából. Ez volt az első újjáépített Duna-híd, amelyen a közúti villamosvasút vonalai is áthaladtak a Duna felett; emellett forgalmi szempontból fontos kapocs volt a Pestről Kelenföld, valamint a Dunántúl felé irányuló átmenő forgalom lebonyolításában.

Miután a híd újjáépítése létfontosságú volt, a munkálatokat feszített ütemben kellett végezni. Az építkezés példátlanul gyors lebonyolításában kétségtelenül nagy szerepe volt a helyes munkaszervezésnek, valamint a pillanatnyi adottságokat is figyelembe vevő tervezésnek is.

A híd **eredeti tervei** a MÁVAG-nál rendelkezésre állottak; csupán a befüggesztett tartóra kellett új részletterveket készíteni, valamint a robbantás okozta megrázkódtatástól kibicsaklott rácsrudak megerősítését kellett megtervezni.

Nagyon körültekintően kellett eljárni a vasanyag gyártásának és előállításának megrendeléskor. Világos volt ugyanis, hogy egyéb kötelezettségei miatt a MÁVAG egymaga nem képes az újonnan előállítandó

vasanyagot Diósgyőrött lehengetetni. Ezért annak tekintélyes részét – 1000 tonnát – már eleve Ózdon rendelték meg. Az eredeti rendeléseket azonban az idő múlásával egyre változtatták, aszerint, hogy melyik vasműben szabadult fel néhány napra egy-egy hengercsík. Ahol lehetett, roncsanyagból kitermelt elemeket használtak fel: így az összes zórésvasakat – mintegy 220 tonna súlyban – a Boráros téri híd anyagából teremtették elő, a keresztartókat és egyes hosszartókat pedig részben a Boráros téri híd, részben pedig az Erzsébet híd roncsanyagából állították elő. Ugyanígy felhasználták a Boráros téri híd fakockaburkolatának hozzáférhető részét is.

A régi anyagok felhasználása – bár anyagmegtakarítást eredményezett – jóval több tervezési munkát igényelt, amit nehezített a sok – pillanatnyi adottságokhoz alkalmazkodó – változtatás is. A kitűzött – igen rövid – határidők betartását csak a munkaszervezés fokozottabb megvalósítása biztosította; ez azonban hidászainknak még igen szokatlan és újszerű feladatot jelentett, az állandóan számításba veendő – illetőleg éppen nem kiszámítható – bizonytalanságok miatt. A munkában egy hatalmas apparátus számtalan fogaskerekének együttműködését kellett biztosítani – ami, bár zökkenőkkel (különösen az állandó pénzhiány és infláció miatt), – végeredményben teljes mértékben sikerült is.

A teljesen újonnan előállítandó befüggesztett tartó gyártását a Ganz Rt.-re bízták 1945 novemberében; majd 1946 januárjában több vasszerkezeti középgyárral folytattak tárgyalást a pályatartók és korlátok elkészítése ügyében.

A helyszínen a munkálatok a budai **lebillent tartórész** felemelésével kezdődtek meg.

Az emelést a mederpillér és a part között felszerelt berendezéssel valósították meg. A cölöpjármokon nyugvó állványzaton hidraulikus sajtókat helyeztek el, amelyekkel azután a pilléren levő saru – mint foráspont – körül, fokozatosan helyrebillentették a szerkezetet.

Érdekes megemlíteni, hogy az emelés során a **kimozdult pilontalp** igen nehezen találta csak meg újra a helyét a saru-öntvény alsó vájátában. A szerkezet visszacsúszását minden elképzelhető módon igyekeztek elősegíteni, többek között állandóan olajban fürdették, s erősen kenték az egymásra kerülő felületeket, hogy a saru felső és alsó öntvénye ismét eredeti állásukba csúszzanak vissza. Ez azonban – bár az emelést már a kívánt magasságig elvégezték – még mindig nem következett be, mígnem végül is az egész szerkezet, a rajta levő állványokkal és ide-

iglenes ácsolatokkal együtt, egyetlen hatalmas zökkenéssel, a helyére ugrott.

1946 május – júniusában a két konzolos tartó hiányzó konzolvégeit egészítették ki, teljesen szabadon szerelve.

Az eredeti építés során – 1896-ban – a konzolokat Európában akkor először alkalmazott konzolos szerelési móddal, úszó munkaállványról építették be. 1946-ban az egyes rúdelemeket a 100 tonnás úszódaruk vitték a helyükre, majd mindaddig felfüggesztve tartották, amíg a ferde rácsrúddal az alsó övet meg nem fogták.

A konzolok szerelését a befüggesztett rész beemelése követte. Ezt 1946. július 12-én a két 100 tonnás úszódaru segítségével végezték el, s ezzel a főtartók szerkezetének szerelése befejeződött.

A két befüggesztett tartó – amelyek támaszköze 46,90 m volt – egyenként mintegy 120-120 tonna terhet jelentett a 100 tonnás úszódarukra, azaz teherbírásuknak mintegy 20 %-ával terhelte túl azokat. A tartórészek beúsztatása éppen ezért nagy óvatossággal, szélcsendes időben, a hajóforgalom időleges szüneteltetése mellett történt meg.

Ez az eljárás Magyarországon első ízben alkalmazott szerelési mód volt (a Kossuth hídnál nem két daru, hanem csak egy szerepelt). Az állványozás megtakarítása az anyagban elért nyereség mellett legalább 2 hónapi időnyerést is jelentett.

A főtartók beépítése után került sor az új pályatartók szerelésére is, valamint befejezték a megsérült, vagy nem kielégítő teherbírású rácsrudak megerősítését is.

A hídszerkezet rácsrúdjai András-keresztekkel összerácsozott osztott szelvényű rudak; ezeknek erősítését a legtöbb helyen összefogó lemezek ráhegesztésével végezték el; néhányat azonban teljesen kicseréltek.

A pályatartókat és a pályaszerkezetet – a lehetőség szerint – a régihez hasonlóan állították helyre. A burkolati munkát – ami fakockával történt – két cég végezte, egy időben haladva mindkét part felől a híd közepe felé.

Érdekes összehasonlítani az 1896-os építést és az 1946-os újjáépítést a szerelés és gyártás szempontjából. Az újjáépített hídba kereken **2300 tonna új vasanyagot** kellett beépíteni; a műhelygyártás 24 900 munkanapot, a helyszíni szerelés pedig 50 000 munkanapot igényelt, ami napi 61 kg vasszerkezet gyártását, illetve 46 kg vasszerkezet szerelését jelenti (1896-ban átlagban 52 kg volt a naponta gyártott, és 33 kg a

naponta szerelt szerkezet súlya, tehát napjaink hídépítési technikája elsősorban a szerelésben tökéletesedett).

Tekintettel a várható igen nagy forgalomra, a hidat az I. osztályú hidakra előírt közúti terhekre – 24 tonnás gépkocsik és 450 kg/m^2 megoszoló teher – méretezték, a villamosok figyelembevételével.

Az újjáépített híd – amely ettől kezdve a **Szabadság híd** nevet viselte – 1946. augusztus 20-án adták át a forgalomnak.

Erzsébet híd

Már a Margit-híd megnyitásakor tapasztalható nagy forgalom jelezte, hogy a Főváros belterületén mielőbb további hidakat kell építeni. Ezért 1894-ben nemzetközi pályázatot írtak ki az Eskü téri és a Fővám téri hidak terveire. Összesen 74 pályamű érkezett be, ebből 53 az Eskü téri hídra vonatkozott. Az első díjat a nagyhírű tudósokból álló kiváló bizottság Kübler esslingeni gépgyári főmérnök Eskü téri drótkötélhíd tervéért ítélte oda, mégis a híd magyar mérnökök tervei alapján építették meg.

A tervezés azonban még évekig váratott magára, mert a hídtengely kérdésében csak hosszas viták után sikerült az illetékeseknek megállapodniuk.

A tervezést a Kereskedelem- és Közlekedésügyi Minisztérium Duna-hídépítő szakosztálya irányította, élén Czekelius Auréllal. A főstatikusok dr. Gállik István és Beke József, az építésztervező Nagy Virgil volt. A vasszerkezet részletterveit a MÁV gépgyár hídosztálya készítette Jurkinyi Jenő vezetésével. A merevítő tartó méretezése a Kherndl Antal professzor által kidolgozott „A lánchidak merevítő tartóinak grafikus elmélete” és „A többnyílású merevítő gerendás függőhidak grafikai elmélete” c. és más idevágó témájú tanulmányai felhasználásával történt. Az aléptímenyeket Gruber Antal és Püspöky Gyula tervezte.

A régi Erzsébet híd 290 m nyílású **merevített lánchíd**, a merevítő-tartó $44,3+290,0+44,3$ m támaszközü folytatólagos rácsos tartó.

Pályabeosztás:	$3,50 + 11,00 + 3,50$ m
A láncok anyaga:	nagyszilárdságú carbon-mangán acél
Szakító szilárdság:	$\sigma = 5000 - 5500 \text{ kg/cm}^2$
Nyúlás:	20%
Megeng. feszültség:	$\sigma = 1400 \text{ kg/cm}^2$

A merevítő-tartó anyag: folytvas

Megeng. feszültség: $\sigma = 1100 \text{ kg/cm}^2$

Teherbírás: 2 db 16 tonnás teherkocsi és 450 kg/m^2

Az acélszerkezet súlya: 11 170 tonna

Az acélszerkezet sok **korszerű, új megoldást** tartalmazott, melyek közül a leglényegesebb a pilonoszlopok ingaoszlopként való kialakítása. (Előnyei: a befogott oszlophoz képest féllakkora kihajlási hossz mellett a pillérre centrikus nyomást gyakorol, ez utóbbi folytán a talajfeszültség eloszlása egyenletes.)

Az Erzsébet-híd 1926-ig a **világ legnagyobb nyílású lánchídja** volt, s külföldi szakértők szerint a legmonumentálisabb és legszebb.

A magyar hídtervezés és hídépítés magas szintjének e csodálatos bizonyítéka azonban csak 42 évig teljesíthette feladatát. Annak ellenére, hogy hőselkű egyetemista ellenállók a már elhelyezett robbantó tölteteket életük kockáztatásával, egy alkalommal eltávolították, **1945. január 18-án felrobbantották.**

Már az 1884-ben benyújtott pályaművek elbírálása során, majd az Erzsébet híd tervezési munkáinak beindítása alkalmával fő kérdés volt az, hogy kötélhíd vagy lánchíd épüljön-e? A díjnyertes pályamű drótkötél hídra vonatkozott. A bizottság akkor a lánchíd mellett döntött, mert a kötélszerkezet akkoriban még kiforratlan, kevésbé ismert volt, s a szükséges anyagot külföldről kellett volna behozni.

Ez a kérdés természetesen az újjáépítéssel kapcsolatban ismét felmerült. Az első gondolat természetesen az épen maradt szerkezetek felhasználásával történő helyreállításra irányult. Azt remélték, hogy a majdnem 4300 t összsúlyú lánctagoknak legalább 80 %-a felhasználható lesz.

Gazdasági okok miatt a híd újjáépítésének megkezdése egyre későbbre halasztódott. Közben azonban a roncsolási munkák, ha vontattottan is, de haladtak. Kiderült, hogy a korábban remélnél lényegesen kevesebb lánc került ki felhasználható állapotban.

A közlekedés, a közúti forgalom rohamos élénkülése, annak várható fejlődése ismeretében már nem lehetett arra gondolni, hogy a hidat eredeti szélességével építsék újjá. Az elhatározott hat forgalmi-sávossal kiépítés a korábban műemléki okokból pártolt **láncc-megoldás elvetéséhez** és kötélszerkezet megoldáshoz vetett. Ezen túlmenően ismert volt, hogy az adott talajviszonyok nem teszik kívánatossá a horgonyerő növelését, ez

viszont a hídteher függvénye, s mint ilyen az állandó és az esetleges terhektől függ. A pályaszélesítés az esetleges terhelés feltétlen növekedésével jár, ezt csak az önsúly csökkentésével lehet kiegyenlíteni. A megtervezett pályaszerkezet, a merevítő-tartóval együttműködő, 7 cm vastag aszfalttal burkolt orthotrop pályalemez jelentős súlymegtakarítást jelent a régi híd zórésvasas, kitöltőbetonos, kiskockaburkolatos pályaszerkezetéhez képest, de a kötelek felhasználása láncok helyett teszi ki a súlycsökkentés oroszlánrészét. A régi lánc súlya közel 4300 t volt, ami kötél alkalmazása révén 3300 t-val lett csökkenthető. A kötéltre való átterést tehát már ez a körülmény is eléggé indokolta, de döntő szempont volt még a két szerkezet szerelése közötti nagy különbség. A kötélszerelés – sajátos szerelési buktatói ellenére is – lényegesen egyszerűbb művelet a nagy anyagigényt és hosszú kivitelezési időt kívánó láncszerelésnél, még abban az esetben is, ha a Lánchíd újjáépítésénél alkalmazott lánc-szereléssel hasonlítjuk össze. S míg a régi Erzsébet-híd építése idejében a kötélszerkezet sok tulajdonsága, viselkedése nem volt kellőképpen felfedve, addig a helyreállítás időszakára már rengeteg tapasztalatot szereztek világszerte, tervezési és kivitelezési vonalon egyaránt.

A híd-tartókötélnak két változata van. Az Európában használatos tartókötel köteget (kábelköteget) spirális sodronykötelek vagy sodrott zárt kötelek alkotják. A kötegben az egyes kötelek egymással párhuzamosan fekszenek. Az amerikai változatban az elemi huzalokat sodrás nélkül, egymással párhuzamosan alkalmazzák. A nagy nyílású szerkezetknél ez utóbbinak gazdasági és műszaki előnyei vannak, úgy, hogy 500 m fesztávolságon felül csak ezt alkalmazzák. A párhuzamos elemi szálú köteleknél nincs sodrási költség, és az ilyen kötelköteg rugalmas nyúlása 25-40 %-kal kisebb, mint a sodrott kötelekből alkotott kötegegé.

A kötelhídnak azonban nemcsak előnyei vannak a lánchíddal szemben. A **lánc- és kötélszerkezet összehasonlításánál** – azonos lánc- illetve kötéllalakot és azonos terhelést tételezve fel – eltérő lehajlási értékeket kapunk. Egy hídszerkezet lehajlását a tartószerkezet részeinek a teher hatására bekövetkező rugalmas hosszváltozásai okozzák. Tehát az egybevetést leegyszerűsíthetjük a fajlagos nyúlások vizsgálatára:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

A nagyszilárdságú láncanyag megengedett feszültsége

$$\sigma_{eng}^l = 2,7 \times 10^3 \text{ kp/cm}^2$$

és rugalmassági modulusa

$$E_l = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

Tehát

$$\varepsilon_l = 1,286 \times 10^{-3}$$

A sodrott kötélkötegnél:

$$\sigma_{eng}^{sk} = 5,8 \times 10^3 \text{ kp/cm}^2$$

$$E^{sk} = 1,6 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$\varepsilon^{sk} = 3,625 \times 10^{-3}$$

A párhuzamos elemi szálú kötélkötegnél:

$$\sigma_{eng}^{pk} = 5,8 \times 10^3 \text{ kp/cm}^2$$

$$E^{pk} = 1,9 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$\varepsilon^{pk} = 3,05 \times 10^{-3}$$

Így a nyúlások – és természetesen a lehajlások – arányai, ha a láncszerkezet nyúlását 1-nek vesszük:

$$1 : 2,91 : 2,37.$$

Tehát a sodrott kötéltartós híd lehajlása közel háromszor, a párhuzamos kötéltartós híd lehajlása majdnem két és félszer akkora, mint a láncszerkezetű hídé.

Ez a hátrány azonban eltöri a gazdasági és műszaki előnyök mellett.

Az új Erzsébet híd 290 m nyílású **merevített kötélhíd**, a merevítő-tartó 44,3 + 290,0 + 44,3 m támaszközű folyatónlagos tömör tartó.

Pályabeosztása: 4,65 + 18,20 + 4,65 = 27,50 m teljes szélesség, illetve korlátok között: 4,45 + 18,20 + 4,45 = 27,10 m. A 4,45 m teljes

gyalogjárda szélességből azonban csak 3,00 m tekinthető hasznosnak, a további részt a függesztő kötélzet és a biztonsági sáv foglalja el.

A tömör gerinclemez **merevítőtartó**, amelynek felső öve a pályaburkolatot közvetlenül megtámasztó orthotrop acéllemez, a medernyílásban 10 m-es függesztő közökben kinyúló konzolok révén kapcsolódik a himbaszerkezettel ellátott függesztő kötelekhez, amelyek különleges bilincsekkel csatlakoznak az egymástól 20,60 m-re függő kötéلكötegekhez. A parti nyílásokban nincs felfüggesztés, tehát itt a merevítő-tartó önhordó. Meg kell jegyezni, hogy talán nem is helyes, vagy inkább nem szerencsés merevítőtartóról beszélni. A felfüggesztett hídrész ugyanis egységes szerkezetként tölti be mindazt a feladatot, amit egy régi rendszerű függőhídnál a rácsos merevítőtartók, a hossz- és keresztartók, a szélrácsok, a pályaszerkezeti elemek láttak el, vagyis a függőleges erőket megfelelő elosztó bontással közvetíti a tartókötelekre, a vízszintes erőket továbbítja a közbenső és a szélső támaszokra.

A **pilon** oszlopai ugyanúgy, mint a régi hídnál, ingaoszlopok, melyeket felső végeik alatt erőteljes keresztkötés, a pálya alatt pedig 250 Mp erővel előfeszített vonórúd tesz egységes szerkezetűvé. A pálya szélessége, a kötélcsigánok a régi lánckamrák által determinált egymástóli távolsága és az oszlopok méretei egymásra hatása következtében az oszlopok enyhén dőlnek a híd tengelysíkja felé, vagyis az oszloptengelyek támasz feletti távolsága nagyobb, mint a kötéلكötegek megtámasztásának, a koronasarunak magasságában. Ez a kialakítás esztétikailag is igen kedvező hatású.

Az új hidat az Út- Vasútervező Vállalat Hídirodája tervezte Sávoly Pál irányításával.

A teherbírást a KPM által jóváhagyott „Különleges előírások” (KE) szerint kellett igazolni.

Az előírt terhelések:

- a) a KH szerinti „A” jelű terhelés;
- b) egyenletesen megoszló terhelés

a villamosvasút sávján	600 kp/m ²
a kocsipálya többi részén	400 kp/m ²
a gyalogjárdán	300 kp/m ²

Ezen túlmenően külön vizsgálatot kellett végezni villamosvasúti terhelésekre, továbbá gépkocsiból álló különleges terhelésekre. A KE a

tartókötél és a függesztőkötél megengedett igénybevételeit és a szerkezeti acélok és szegecses megengedett feszültségeit is megadta.

A főtartó, az acélszerkezettel merevített tartókötél **erőtani számításait** közelítő számítás előzte meg. Ebben a keresztmetszetek hozzávetőleges méreteinek meghatározására rugalmasságtani eljárást használtak. A kapott adatok alapján helyettesítő rendszer – függesztő lepel – felvételével, hatásfüggvények alkalmazásával készült az első egzakt számítás. A második egzakt számítást hasonló elvek alapján, de már az inerciaváltozások figyelembevételével végezték. Az ellenőrző – harmadik – számítás pedig a valóságos rendszert, vagyis a diszkrét felfüggesztésű változó inerciájú tartót vette alapul. Az egzakt eljárások természetesen a terhek folytán bekövetkező alakváltozások hatását is figyelembe vették. A vázolt módszer könnyen felírható egyenleteket eredményez, de ezek hagyományos módon való megoldása rendkívül hosszadalmas. A számítás menete azonban könnyen és jól sematizálható, ezért a számításokat elektronikus számítógépek segítségével végezték. Az alkalmazott eljárás megbízhatóságára jellemző, hogy a próbatelhelésnél felhordott maximális teherre a hőmérséklet figyelembevételével számított lehajlás értéke 72,8 cm, a mért érték 72,6 cm volt.

A függőhidak állékonyságának döntő tényezője az aerodinamikai stabilitás. Ezzel kapcsolatban elég utalni a 700 m-nél nagyobb nyílású amerikai Tacoma híd katasztrófájára. Az Erzsébet híd **aerodinamikai stabilitását** számítással igazolták. A számításokat Waltking által bevezetett keresztmetszetséma – leegyszerűsített keresztmetszet – feltételezésével végezték. A valóságos keresztmetszet a számítás alapját képezőnél aerodinamikai szempontból lényegesen kedvezőbb kialakítású. A vizsgálatok eredményeként azt találták, hogy a híd rezgési merevsége mind a Steinmann-féle, mind az Amman-féle kritériumokat messzemenően kielégíti.

Az acélszerkezethez az alábbi **minőségű acélokat** használták: a függesztett hídrész hegesztett szerkezeti elemeihez a jól hegeszthető A.36.24.S és MTA 50; szegecselt elemeihez A.50.35 minőségű; a szegecselt pilonszerkezethez ugyancsak A.50.35 minőségű acélt használtak. A pályalemez hosszbordái importált St.37-2 (DIN) minőségű idomacélból készültek. A **zárt köteleket** 140-165 kp/mm² szakítószilárdságú elemi szálakból sodorták. Az 54,5 ± 4 % mm átmérőjű zárt kötélt 37 db kör-keresztmetszetű, majd két közbenső gyűrűben elhelyezett 48 db ék-

keresztmetszetű, s végül a záró-gyűrűben elhelyezett 30 db z-keresztmetszetű elemi huzalból áll.

A pilonok közötti **kötélkötegek** 61-61 db zárt kötelet tartalmaznak. A kötélköteg burkoló idoma szabályos hatszög. A parti nyílások tartókötélkötegei 66-66 db zárt kötelet foglalnak magukban. A 458 m elméleti hosszúságú kötelek mindkét végükön acélöntvénybe vannak kiöntéssel rögzítve. A kötelek **lehorgonyzására** kötelenként 3 db \varnothing 65 mm méretű horgonycsavar van beépítve a horgonytömbbe.

A horgonyrudak 1,0 m hosszúságú csavarmenté elméletileg ± 40 cm szabályozási tartalékot biztosít. A maximális horgonyerő 7000 Mp kötélkötegenként, melyet nagytömegű vasbetonszerkezet, ehhez kapcsolódó falazat és a kevésbé jó általalajú pesti oldalon a régi alapokhoz kötött vasbeton szekrények közvetítenek a talajra. A lehorgonyzás helyén a kötélköteg legyezőszerűen szét van húzva. Az egyes kötelek a hídfőre görgősen támaszkodó **iránytörő sarunál** rendeződnek kötélköteggé. A kötegek a pilon felső részén, az alsó saru görgőjétől számítva 41 m magasságban elhelyezett nyeregsarun át adják le a kötélerők maximálisan majdnem 6000 Mp függőleges komponensét. A köteg belógása $+10^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten a feszítávolság tizede, vagyis 29,0 m. A **nyeregsarukat**, melyek egyben a parti nyílások 5-5 db többlet kötélinek lehorgonyzására is szolgálnak, tartórácsok támasztják alá, a sarukra ható függőleges erőket a **pilonfalra** juttatva. Az oszlopok és a keresztkötés belseje az időszakos vizsgálatok lehetővé tétele érdekében mászhatóan van kialakítva. Az oszlopok terheit a 3,14x3,00 m alapterületű, acélöntvény csuklós fix-saruk továbbítják az eredeti pillérek új vasbeton szerkezeti köveire. A saruk alsó öntvényei a régiak. Anyaguk Siemens-Martin acél. A csapok újak, anyaguk C.25 jelű kovácsolt acél. Ugyancsak újak az Aö.60.F minőségű acélból öntött felső elemek. Egy saru súlya 42 Mp.

A szerkezeti elemek gyártása a Ganz-MÁVAG hídgyárában folyt. A kapuzat egyes részei külső heveder nélkül csatlakoznak egymáshoz, ez természetesen a csatlakozó élek igen gondos összedolgozását követelte meg. A teljes kapuzat a gyárban – fekvő helyzetben – össze volt állítva, majd szállítási egységekre bontva helyszínre szállították. Az elemeket a helyszínen a hídtengelyben felállított cca. 250 mMp-os toronydaru segítségével építették egymásra. A sarura kerülő alsó elem súlya meghaladta a toronydaru teherbírását, azt úszódaruval állították fel. Az épülő kapuzat merevségét keresztirányban ideiglenes összemerevítések, majd kész állapotban a felső keresztkötés, hosszirányban pedig kb. 16 m ma-

gasságban támadó ferde dúcok biztosították. Az összeszegecselést gondos beállítás előzte meg. A ferde dúcoknak a hosszirányú merevség biztosításán felül más szerep is jutott. A kötél tartó elhelyezése előtt ugyanis a kapuzatokat a part felé kellett dönteni, a nyeregsaruk szintjén mért cca. 27 cm-rel azért, hogy a kötélnyúlás után tervszerinti helyre kerüljön. Ez a szabályozás a dúc alsó támaszpontjának elmozdításával volt biztosítható.

A **kapuzat** állandó jellegű terhekre – vonórúd nélkül – háromszorosán, hasznos terhekre négyszeresen határozatlan keret. A szokványos keretszámításon felül stabilitásvizsgálatot is végeztek. Mivel feltehető, hogy a függőlegesen tagozott (kanelurás) szelvény miatt a nyírás okozta alakváltozások nagyságrendje nem elhanyagolható, a stabilitásvizsgálatot az oszlopszelvény tehetetlenségi nyomatókainak modellkísérletre támaszkodó csökkentésével ismételten végrehajtották. A kapuzatok kihajlással szembeni biztonsága valamennyi vizsgálat szerint megfelelő. A horpadásvizsgálat pedig azt mutatta, hogy horpadás csak olyan feszültség mellett következne be, amelynek fellépését megelőzően a rúd már rég kihajlott.

A kötelek szerelésének ismertetése előtt még néhány adattal kiegészítjük a fentebb közölteket. Egy kötél megkövetelt minimális szakító ereje 285 Mp. A fejek végleges alakját, a kiöntés technológiáját hosszú kísérletezés előzte meg. A **kötelek hossz mérésének** végül is alkalmazott módját sok vita után alakították ki. Egy kötél hossz tűrését ugyanis ± 200 mm-ben írták elő, ami a 458 m elméleti hosszhoz viszonyítva igen szigorú követelmény, s szabatosan csak igen körülményesen mérhető. Angliából importáltak ugyan olyan mérőberendezést, amely sodrás közben a kötélen gördülve áttételes módon méri annak hosszát, ezzel azonban csak méterrendű pontosság lett volna biztosítható. Több gondolat merült még fel, de valamilyen oknál fogva mindegyiket el kellett vetni. Végül is a kifektetett kötél geodéziai hossz mérése mellett döntöttek. E célra a Műegyetem-rakpart gyakorlatilag vízszintesnek tekinthető alsó úttestét használták, ahová pontosan felvitték a továbbiakban etalonnak tekintett 450 m alaphosszt és a köteleket 10 Mp erővel megfeszített állapotban ehhez viszonyították. Minden mérés alkalmával feljegyezték a kötél és a levegő hőmérsékletét. A méréseket hajnalban végezték, mert úgy találták, hogy a kötél és a levegő hőmérséklet különbsége akkor a legkisebb. A tapasztalat szerint ez a módszer biztosította az előírt pontosságot. Egyetlen hátránya a magas költség. E mérések idején a köte-

leknek csak az egyik vége volt fejjel ellátva, a második fej kiöntése csak az első kötelek, az úgynevezett iránykötelek nagy pontosságú beszerelése után történt meg.

Míg más rendszerű hidaknál, még szabad szerelés esetén is, nem kerülhető el valamilyen állványzat beépítése a mederbe, addig a kötélhidak szerelését egy igen könnyű, minimális anyagigényű, függesztett **szerelőszőnyegről** végzik. Az Erzsébet-hídnál használt szerelőszőnyeg 2,5 m széles, drótfonatból készült, keresztirányban 12/12 cm méretű fűrészelt gerendákkal merevített, két oldalán 1,0 m magas korláttal ellátott járófelület és egyben munkahíd. A beépített anyagmennyiség 25 Mp acél és 36 m³ fenyőfa volt. A régi Erzsébet-híd állványához 12 000 m³ faanyagot és közel 600 Mp acélt használtak fel. Az egymástól mintegy 21 m-re kifeszített szőnyeg a két pilon között öt helyen könnyű rácsos acélszerkezettel volt összekötve. A szőnyeg szerelése során, még a merevítő szerkezetek beépítése előtt egy erős szél alkalmával a drótfonat a rajta dolgozó munkásokkal és az éppen ott tartózkodó újságírókkal átfordult. Baleset szerencsére nem történt, mert valamennyiük biztosító öve a szőnyeg-tartókötélhez volt kapcsolva. Míg a szerelőszőnyeg tartóköteleit egy csónakkal átvitt segédkötéllal, addig a híd tartóköteleit a szerelőszőnyegen vonókötéllal húzták át. A kötelek 2,70 m belső átmérőjű, méterenként átkötő szalaggal biztosított karikákban érkeztek a munkahelyre, ott függőleges tengelyű motollára kerültek, majd a külső vég kábelfejének a húzófejbe való befogása után megindult a **behúzás**. A húzófej egy kúpos elejű, fémborítású fahenger volt. Az áthúzás alatt a lehorgonyzási helyen, az iránytörő saruknál és a nyeregsaruknál tábori telefonállomások működtek, így az áthúzás és a beállítás munkája jól irányítható volt. A kapuzat tetején a kötelet a toronydaru emelte át. Miután az első köté, az úgynevezett iránykötél a helyére került és lehorgonyzása megtörtént, hosszadalmas **mérések** kezdődtek. Megfigyelték a köté **kúszását**. Ennek eredményeként azt kapták, hogy a köté ötnapos kilógatás után gyakorlatilag már nem változtatja a hosszát, ez idő alatt viszont 40 mm-rel lett hosszabb. A mérés alatt a köté a pilon tetején 4 m sugarú köríven elhelyezett görgősarun nyugodott, így mindig beállhatott a pillanatnyi hosszának megfelelő alakba. Az ellenőrző méréseket a két iránykötélen 10 napig folytatták, ezután sarura eresztették. A további kötelek szerelése már jóval gyorsabb ütemben folyt, mivel ezek beállításánál csupán az iránykábelhez rendelt helyzet felvételére kellett töre-

kedni, természetesen minden kötélnél a végleges beszabályozás előtt kellő időt kellett biztosítani a kúszás végbemenetelére.

Meg kell még említeni, hogy a kötelek behúzásának megkezdésekor a pilonokat hosszirányban merevítő dúcokat kikötő kötélzet váltotta fel, melyeket a parti nyílások 5-5 többletkötelének felszerelése után egyenletesen megengedtek. Az iránykötelek szerelése és bemérése egy teljes hónapot vett igénybe, a többi kötélnél áthúzásával pedig két hónap alatt végeztek. A tartókötelek szerelésének utolsó fázisát az iránytörő saru felső részének elhelyezése jelentette.

Mint már említettük, a függesztett hídrész terheit a függesztő kötélzet juttatja a kötélnövegre, mégpedig a kötélnöveget és a ráhelyezett betétet átfogó, kétrészes acélöntvényből kialakított és 30 mm-es csavarokkal összeszorított **kötélbilincsek** révén. A betétek, melyek a hexagonális keresztmetszetű bilincs közötti, csipkézett körszelet kitöltését szolgálják, köracél pálcákból fémragasztással készültek. E módszerrel kívánták biztosítani, hogy a bilincs erős szorítására a ragasztás megszakadása után a betét pálcá-elemeire szétválva – mintegy képlékennyé válva – jól kitöltse a hézagokat és így a súrlódás hatékonyabb legyen. A bilincseket a hossz-mérettel kijelölt helyekre a kábelkötegeken gördülő, fakerekű kocikkal juttatták be. A szorító csavarok meghúzásánál nyomaték-mérő kulcsot használtak, de a csavarorsó megnyúlását is mérték. Az elcsúszásnak ellenálló súrlódó erőnek a szorítócsavarokban levő orsóerő függvényében való nagyságát előzetes kísérletekkel határozták meg. A szorító csavarokat időnként – a kötélnyúlásának megfelelően – utána kellett húzni.

A bilincseken átvett kétágú pászmaspirális sodrony **függesztő kötelek** egyenként 7 elemi szálal tartalmazó 37 pászmából állnak. Az elemi szálak átmérője – helyétől függően – 3,2 – 3,6 mm közötti. Anyaguk ötvözött acél, szakítószilárdságuk 130-165 kp/mm². A szakítással szemben megkívánt biztonság 3,3 a kötélnyúlásra vonatkoztatva. A kiterített hosszak 7,50 – 64,00 m között változnak.

A függesztett hídszerkezet tervszerinti alakjának beállításában és biztosításában a tartókötelek hosszának döntő szerepe van. Ezért a hossz-tűrésre, a mérésre igen szigorú előírások voltak, s a nem rugalmas hosszváltozást még a beépítés előtt, többszöri előfeszítéssel kivették a kötélnövekből. Mind amellet kisebb mérvű szabályozásra, a függesztő berendezés kialakítása folytán mindenkor lehetőség nyílik.

A **függesztett hídrész** szerepéről már esett szó, amit a gyártás és a szerelés ismertetése előtt kiegészítünk még néhány adattal. A két szögecselt, a főnyílásban 3,10 m, a szélső nyílásokban 3,10-2,30 m törzsszelvény-magasságú tömör gerinclemezes **merevítőtartó**, melyek egymástóli távolsága 18,20 m, az 1,67 m-ként elhelyezett, a pálya oldal-esésének függvényében változó, a hídtengelyben 1,0 m magas, ugyanott egy hossztartóval is együttdolgoztatott, hegesztett tömör gerinclemezes **keresztartókkal** és a 12-24 mm méretek között változó vastagságú, 34 cm-enként 90/120 mm-es szögacél bordákkal merevített síkacél **pálya-lemezzel** alkot **egységes szerkezetet**, amely a hídfőkre és a pillérekre támaszkodik, s a medernyílásban a belőle 10,0 m-enként kinyúló konzolok révén, összesen 28 keresztmetszetben kapcsolódik a függesztőkötelekhez. Vagyis a függesztett hídrész négy nem süllyedő alátámasztású és 28 rugalmas felfüggesztésű tartó. A **vertikális megtámasztásokon** kívül, melyek a hídfőkön és a pilléreken egyaránt ingaoszlopok, **horizontális támasztó rendszer** csillapítja a különböző hatások vízszintes síkú komponenseiből keletkező elmozdulásokat. Minden hatodik keresztartó – a felfüggesztéseknél – kialakítása eltér a többitől. Ezeknek kell ugyanis felvenniük a merevítő gerincéhez képest különleges felfüggesztés miatt keletkező hajlítást. Ez okból a keresztartók vonórudas, sarokmerev keretként vannak kialakítva.

A tulajdonképpeni **pályaszerkezetet** a síklemez, a hosszbordák és a keresztartók képezik. Az orthogonálisan kétirányú tartósereg merevsége a két irányban meglehetősen eltérő, anizotrop. Képzletben olyan lemezzel helyettesíthető, melynek merevsége orthogonálisan anizotrop, röviden orthotrop. Az **orthotrop pályaszerkezetek méretezésére** több eljárás ismeretes. Ezek mindegyike azonban megegyező abban, hogy a képzletben felbontott szerkezet igénybevételeit külön-külön meghatározzák, majd összegezik.

Az Erzsébet híd orthotrop lemezét három rendszerre bontották fel. Az elsődleges a keresztartók, és a hosszartó alkotta tartórács. Itt a hosszartó merevségébe az együttdolgozó lemezszélességre jutó hosszbordákat is beszámították. A hosszbordákkal merevített síklemez a másodlagos; s a hosszbordák és keresztartók által alátámasztott izotrop síklemez a harmadlagos rendszer.

Az **elsődleges rendszer**, vagyis a tartórács megoldásához a keresztartók által rugalmasan megtámasztott hosszartó támaszponti nyomatéki- és reakció-hatásábrákat határozták meg. Mivel a keresztartók és a

hossztartók relatív merevsége az alátámasztások sűrű volta miatt nagyra adódott ($\alpha = 130$), a hossztartót folytonosan felfekvő rugalmasan ágyazott tartónak lehetett tekinteni. Merevség szempontjából nem tettek különbséget a közbenső és a vonórudas keresztartók között, az utóbbiaknál azonban olyan segéderőket működtettek, hogy a végső elmozdulások azonosak legyenek a merevebb alátámasztás tényleges elmozdulásaival. A támaszponti hatásábrákból valamennyi keresztmetszet hatásábrája előállítható volt. A keresztartók igénybevételeit a redukált teher ismeretében számították ki.

A keresztartóval együttdolgozó lemezszélesség nagyságát Pelikan-Esslinger nyomán határozták meg.

A **másodlagos rendszer**, vagyis a hosszbordákkal merevített síklemez számítása a Huber által felállított negyedrendű parciális differenciálegyenlet

$$K_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial x^2} + K_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$$

megoldására vezethető vissza. Itt K_x és K_y az orthotrop lemez x és y irányú hajlítómerevsége, w az orthotrop lemez lehajlása, a H csavaró merevsége, a p pedig terhelése. A megoldásra vannak formulák, sőt táblázatok (Homberg), a jelen esetben azonban ezek nem bizonyultak célszerűnek. Pelikan és Esslinger tanulmánya alapján, mivel a nyitott szelvényű hosszbordák csavarómerevsége, valamint a síklemez hajlító és csavarómerevsége nem számottevőek, $H = K_y = 0$ közelítéssel a síklemezt a bordák között elvágottnak tekintették.

Ilyenformán a lemez differenciálegyenlete

$$K_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = p$$

alakra hozható, ami a hajlított gerenda differenciálegyenlete. A hosszbordákat mégsem lehet egyszerűen végtelen sok támaszú tartónak tekinteni, a keresztartó rugalmas alakváltozásának hatását is figyelembe kell venni.

A **harmadlagos rendszer**, vagyis az izotrop síklemez számításánál a hosszbordák adta megtámasztást rugalmasnak, a keresztartók által biztosított alátámasztást fixnek tekintették. A hosszirányú többlettámaszúságot a lemez oldalirányai miatt redukált oldalhosszal vették figyelembe. Az izotrop lemez számítását tehát visszavezették keresztirányban – a

hosszbordák helyén – rugalmas alátámasztású, hosszirányban pedig két-támaszú lemez számítására.

Az orthotrop pályaszerkezetnek nemcsak a számítása bonyolult. **Gyártása** is újszerű feladatot jelent. Az Erzsébet híd pályaszerkezetének gyártását a Laskó-patak-híd és a szolnoki Tisza-híd orthotrop pályalemezének készítése előzte meg. A Laskó-híd kifejezetten kísérleti célokból, tapasztalat szerzése céljából készült acél felszerkezettel, hiszen nagyságrendjében ($l=18$ m) vasbeton szerkezet lett volna a gazdaságosabb.

Az említett szerkezetek legyártása és megépítése során szerzett tapasztalatok birtokában került azután sor az Erzsébet híd pályaszerkezetének gyártására.

A hegesztett szerkezetek gyártásának a tervek mellett fontos okmánya a gyártó cég által készített és a KPM által jóváhagyott **technológiai utasítás**, amiben az anyag előkészítésétől a gyári alakban való gyári összeállításig minden munkafolyamat, a hozzátartozó készülékekkel és segédanyagokkal, ezeken belül különös tekintettel a hegesztési munkákra, a gyártásnak megfelelő sorrendben részletesen le van írva. E leírás-hoz bőséges ábraanyag is tartozik.

Az Erzsébet híd szerelési egységei a 10,0 m hosszú, teljes szélességű tagok. A gyártáskor ezeket további egységekre bontották. Így a pályalemez öt **pályaelemből** áll, melyekhez egyenként egy kb. 10,0x3,65 m² felületű, 12-24 mm között változó vastagságú **síklemesz**, 11-11 db egyenlőtlen szárú (200x90x12) szögacél **hosszborda** és 6-6 db 8 mm-es gerinclemezzel, átlag 900 mm magas, 250-20 mm övvel ellátott **kereszt-tartó** tartozik. A pályaelem szélessége meghaladja a kötött hengerlési méretet, ezért az hosszirányú, poralatti **automata hegesztéssel** két darabból készült. A hosszbordákat fésűs beállító sablonok segítségével helyezték a lemezre, melynek a hegesztések miatti elhúzóerő ellenúlyozására a lemezvastagságtól függő húrmagasságú, a bordák felé domború ívességet biztosítottak. A hosszbordák sarokvarratai is automatahegesztéssel készültek, természetesen az elemeknek mindig olyan bedöntésével, hogy a varrat vályús helyzetben legyen kivitelezhető. Ezt követte a kereszt-tartók beszerelése. A varratok elkészítéséhez szükséges kedvező helyzetet az egész elem mozgatásával érték el. A kereszt-tartók és a középső pályaelemre szerelt hossz-tartó varratait kézi ívhegesztéssel hegesztették meg.

Az elkészült pályatáblákat egyengetés után állványon 100-120 m hosszú szakaszokban állították össze egymással és a főtartókkal, majd a **gyári alak** beállítása után került sor az illesztési furatok feldörzsölésére és a 10 m szerelési egységeken belül a kapcsolatok beszögecselésére.

A **függesztett hídrész parti nyílásainak szerelését** állványon végezték a toronydaruk segítségével. Mivel e **toronydaruk** a pálya tengelyében álltak, az oda jutó pályaelemeket, mindkét parton 3-3 db-ot, ki kellett hagyni, de a főtartók itt is a helyükre kerültek. Az állványokat még a toronydaruk teljes elbontása előtt leeresztették, így a parti szerkezetek önsúly hatására történő alakváltozása a pályaelemek hiánya következtében nem a tervnek megfelelően következett be. A nagyobb helyi lehajlás különösen a budai oldalon szembeötlő.

Nem ez volt azonban az egyetlen **kivitelezési hiba**. Ennek egyébként is pusztán esztétikai következménye lett. A nyeregsaru és a pályalemez anyag- és gyártási hibái azonban – ha felfedetlenül maradnak – a szerkezet állékonyosságát is veszélyeztették volna. A nyeregsarut megtámasztó tartórács szerepéről a tartókötelkötég szerelésének ismertetésénél már esett szó. Ennek anyagminőségét a tervező MTA 50-ben írta elő. Gyártás közben a K varratokban – feltehetően hibás technológia folytán – keletkezett **repedések**nek az alapanyagra való áttérjedéséből arra a következtetésre jutottak, hogy az anyagminőség körül valami nincs rendben. Tüzetes vizsgálattal kiderítették, hogy az anyagszabványban ugyan nem szereplő, de a hengerművi technológiai utasításban kötelezően előírt normalizálást kapacitás hiányában elhagyták. Az anyagot a hengerműnek természetesen ki kellett cserélnie. Ehhez hozzá kell még tenni, hogy a vonatkozó szabvány, az MSZ 6280-57 előírásait az anyag a műbizonylatok szerint kielégítette. A szabvány azonban a hegeszthetőség kritériumát az ötvözők mennyisége és képlettel megadott szénegyenérték mérőszámainak betartásához kötötte, hegesztési próbát csak arra az esetre írt elő, ha az előbbi követelménynek az anyag nem felelt meg. Nem feladatombírálni a szabványt, amely azóta amúgy is megszűnt, annyit mégis megjegyeznek, hogy pusztán a kielégítő mechanikai tulajdonságok és a megfelelő vegyi összetétel alapján acélt teljes bizonyossággal jól hegeszthetőnek minősíteni nem lehet. A történethez még hozzátartozik az is, hogy nem csak az anyag minőségével, hanem a hegesztő szakemberek **lelkiismeretével** is baj volt!

A K varratok repedéseit a lehető legszakszerűtlenebb módon, újabb sor felhordásával igyekeztek eltüntetni. Szerencsére a repedések abba is

áterjedtek, így a dolog végül is kiderült és megfelelő mederbe terelődött.

Szokatlan módon viselkedett a **pályalemez** A.36.24.S minőségű **anyag** is. A gyártás megkezdésekor néhány élére állított lemez egyszerűen **eltört**. Szinte hihetetlennek hangzik, de a hídgyár nem tulajdonított a dolognak különösebb jelentőséget, mondván, a törött lemezt majd kicserélik. A beruházó és a tervező azonban kíváncsi volt a **törés okára**, s a részükről kezdeményezett vizsgálat kimutatta, hogy az MSZ 6289-55 szabványnak a műbizonylatok tanúsága szerint megfelelő anyag rideg tulajdonságokkal rendelkezik. Közel 1000 Mp súlyú lemezt kellett újból kihengerelni.

Mindkét eset nagymértékben arra utal, hogy a szerkezeti acélok, de főként a hegesztett szerkezetek alapanyagai anyagszabványainak megalkotása milyen felelősséggel jár, továbbá az anyagátvétel, a gyártás-irányítás és a belső ellenőrzés vonalán van még mit javítani.

A meder feletti szakasz uszályokon beúsztatott, átlagosan 100-120 Mp súlyú pályaegységeit **úszódaruk** emelték helyükre. A befüggesztés sorrendje: középről szimmetrikusan két irányban haladva a pilonoknál konzolosan túlnyújtott parti szakaszok felé. A **tartókötel** minden elem felfüggesztésével **más-más alakot vett fel**, miközben a partok felé felül megdöntött kapuzatokat fokozatosan a függőlegest egyre jobban megközelítő állásba húzta. A tartókötel tehát az utolsó tag beemeléséig változtatta alakját, ezért a pályaegységek csak az utolsó tag beemelése után kapcsolhatók egymáshoz mereven. A befüggesztés tartalma alatt a pályaegységeket **ideiglenes csukló** kapcsolata egymáshoz. Az ily módon keletkező labilis rúdlánc mindenkor a tartókötelek pillanatnyi alakja és függesztőkötelek hossza által meghatározott helyzetbe állt be. Így lehetett biztosítani, hogy a függesztőkötelek igénybevételei közel egyenlő legyenek és a pályaszerkezetben nem keletkeztek mellékfeszültségek.

A három főegység: a két parti nyílás és a medernyílás szerkezeteinek bizonyos **méretpontatlansága** elkerülhetetlen. E pontatlanság a támaszok kitűzési hibáiból, a gyártási pontatlanságból, hőmérsékleti bizonytalanságból és még sok más okból keletkezhet. A **hosszhibák** kijátszására a zárótagokat, melyek tervszerinti mérete 4,86 m, 10 cm-rel hosszabbra gyártották. A budai oldalon a teljes többlet levágható volt, a pesti zárásnál azonban 35 mm-re szükség volt. A szerelés e stádiumában a parti csatlakozásnál 18 cm, középen 120 cm **magasságkülönbség** adódott a tervszerinti helyzethez képest, mert a szerelvények és a burko-

latok még nem terhelték a szerkezetet. Ennek pótlására 2400 Mp homokos kavics és 2x150 Mp acél (tűbbing) **előterhelést** hordtak fel. A szerkezet finom beállítását a függesztőkötelek alátéteinek változtatásával hajtották végre. Az **összeszőgescselésre** és az ideiglenes csuklók eltávolítására csak ezután került sor.

A pályaelemségek összeszőgescselése után megépítették a **gyalogjárdát**, melynek vasbeton szerkezetét a merevítőtartó függesztő-konzolaihoz kapcsolt acél tartószerkezet támasztja alá. A középső nyílás gyalogjárdáinak nagy része előregyártott elemekből áll. A szélső nyílásokban és a kapuzatokat kikerülő szakaszok helyszíni betonból vannak. A kocsipálya víztelenítésére szolgáló víznyelők, a korlát, a dilatációs szerkezetek, lámpaoszlopok, és egyéb szerelvények elhelyezése után megkezdődhetett a korrózióvédelmi munkák és a burkolatok kivitelezése. A felső felületén cikk-cakk bordácskákkal ellátott acél pályalemez burkolatának elkészítése előtt az egész burkolandó felületet fémtisztára munkálták. Erre két féle berendezést alkalmaztak. A száraz és zárt folyamatú „Vacublast” levegőnyomással acélszemcséket lövell a felületre, s levegőcsöve azt vissza is szítja és megtisztítva újra használja. A másik készülék, az „Abrasive” víznyomással homokot szór a lemezre. A nedves felület újrarozsdásodását krómsavval akadályozták meg. A fémtisztára megdolgozott felületeket ezután általában 0.15 mm a víznek jobban kitett helyeken (víznyelők sávja) és a villamospálya alatt 0,20 mm vastag szórt cinkréteggel látták el. Meg kell jegyezni, hogy a tisztításnál alkalmazott krómsav hatása a cinkrétegre még nem tisztázott. A cinkszórásra m^2 -enként 1 kg gumibitumen bevonat került, erre 8 mm vastagságban gumibitumenes masztixot hordtak fel, erre került azután a kétrétegű burkolat alsó, 3-3,5 cm vastag kötőrétege, majd a felső 3,0 cm-es öntöttaszfalt kopóréteg, melyet 8/12 mm-es zúzalékkal érdesítettek. Közvetlenül a kiemelt szegélyek mellett a burkolat alsó rétege is öntöttaszfaltból van. Itt a víz távoltageására gumibitumenes masztixból 8x8 cm méretű faléc készült.

Az acél szerkezetek szabad felületét fémtisztára való megmunkálás után kétszeri ólomminiumos alaplámon kétszeri fedőmázzal látták el. A kétszer minizált kötelek hézagait „Epo-kitt”-tel, illetve miniumos kittel töltötték ki. Az így előkészített kötélfelület még egyszeri alapozó mázat és kétszeri fedőzománc réteget kapott.

A **próbatétel** igen nagy apparátussal ment végbe. A sok teherálásban végrehajtott hagyományos **statikus terhelés** mellett a dinamikus

hatásból származó többletigénybevételek meghatározására **dinamikus próbaterhelést** is végeztek. A statikus terhelés eredményei általában megfeleltek az előzetes számításoknak. A dinamikus terhelésből, illetve annak mérési adataiból többek között megállapítható, hogy a dinamikus többlet mért értéke jelentősen alatta marad a KH adta képlettel számolt értékeknek, illetve a visszaszámított dinamikus tényezők jóval kisebbek a képlettel számolt tényező mérőszámánál; továbbá megállapítható, hogy a többlet és a teher közötti összefüggés nem egyenesen arányos, nagyobb terheknél a mérések alapján számított tényező állandóan csökken. A legnagyobb dinamikus hatás a közvetlenül terhelt tartórészekben ébred, melyeknél a járműkerek és a pálya egyenetlenségei közvetlenül is éreztetik hatásukat és az átviteli elemek csillapító hatása még nem jelentkezik.

Az Erzsébet hídhoz mindkét parton a modern forgalom igényeit korszerű módon kielégítő impozáns feljáró-rendszer csatlakozik, ezek ismertetése azonban nem feladata e tanulmánynak.

Végül befejezésül hadd idézzem dr. Csanádi György közlekedés- és postaügyi miniszternek a Mélyépítéstudományi Szemle 1965. évi április-májusi ünnepi számában közölt, a híd tervezését és építését ismertető cikksorozat élére írott bevezetőjének néhány gondolatát: 1964. november 21-én Budapest lakosai boldog örömmel vették birtokukba a magyar mérnökök és munkások nagyszerű alkotását, az új Erzsébet hidat.” ... „A híd ma éppúgy büszkesége a magyar hídépítésnek, mint elődje, mely építése idején, a századfordulón, Európa legnagyobb függőhídja volt. Igaz, hogy azóta épültek nagyobb hidak Európában, de korszerű, műszaki megoldás tekintetében az új Erzsébet híd minden tekintetben méltó reprezentánsa a magyar mérnökök és munkások felkészültségének, alkotóerejének.”

A Boráros téri Petőfi Duna-híd

Az első világháború után Buda déli része igen gyors fejlődésnek indult, s mivel a Ferenc József híd már a 20-as években szűknek bizonyult, egyre komolyabb alakot öltött egy **új közúti Duna-híd építésének gondolata**. Tengelyéül a Nagykörút Dunát elérő szakaszának meghosszabbítása kínálkozott.

A törvényhozástól kapott felhatalmazás alapján a miniszter 1930 márciusában **tervpályázat**ot hirdetett, amely igen eredményes volt. Igen

sok magas színvonalú, a magyar mérnöki kar nagy hozzáértését, elméleti és gyakorlati felkészültségét tanúsító pályaművet nyújtottak be. Az első díjat dr. Kossalka János műegyetemi tanár és Wälder Gyula műegyetemi tanár által készített terv nyerte el, amely rombikus rácsos tartóval merevített háromnyílású, modern vonalozású függőhídra vonatkozott. A második díjat dr. Mihailich Győző és dr. Kotsis Iván műegyetemi tanárok által kidolgozott pályamű kapta. Ez ugyancsak háromnyílású elrendezést javasolt. A két szélső nyílásban felsőpályás kétcsuklós ívekkel, a nagyobb középső főnyílásban pedig a pálya alatt támaszkodó, egyébként a fölé emelkedő szintén kétcsuklós ívtartóval. A harmadik díjat Sávoly Pál, Kiss Jenő és Rottmann Elemér tervének ítélték oda. A tervezők többtámaszú gerendával merevített, igen karcsú kiképzésű ívet javasoltak.

A **híd végleges terveinek** kidolgozásánál a pályaműveket figyelmen kívül hagyták és teljesen új szerkezetet terveztek és építettek meg. A tervek elkészítésével a Kereskedelem és Közlekedésügyi Minisztérium Hídépítési Osztályát, az irányítás feladatával dr. Álgay-Hubert Pált bízták meg.

Az új tervezet szerint a híd háromnyílású, rácsos folytatólagos gerendatartó, felsőpályás **elrendezéssel**.

A híd **folytatólagos rácsos gerendatartóinak** számát négyre irányozták elő. A nyílásbeosztás a Duna medre fölött 112,0 + 154,0 + 112,0 m, amihez a pesti oldalon 5x17,52 m-es keretszerkezetű rakparti áthidalás, a budai oldalon pedig egy 32,86 m-es kéttámaszú tartóval kialakított rakparti nyílás csatlakozik. A középnyílás közepén a főtartómagasság 4,0 m, azaz a támaszköznek 1/38-ad része. Ehhez hasonló mérészerű megoldás – ilyen nagy támaszköz és ilyen kicsiny főtartómagasság mellett – a híd tervezése idején még sehol másutt nem került kivitelezésre.

A főtartók a támaszok felé ívesen magasodnak, ami lehetővé teszi a kis szerkezeti magasság betartását, amit viszont a hajózás követelményei tettek szükségessé. (A Boráros téri hídnál előírták, hogy nemcsak a középső nyílásban, hanem a szélső nyílásokban is biztosítani kell a teljes hajózási magasságot, aminek következtében – miután a pályaszint és a feljárók is csak bizonyos határig voltak emelhetők – a szerkezeti magasság igen kicsinyre adódott.) Az ilyen elrendezésű hidaknak mindenesetre **nagy behajlásai** vannak a hasznos teher hatására. Mivel azonban itt 4 főtartó volt, amelyek egyszerre csak a legkritikább esetben vannak mér-

tékadóan terhelve, ezek kölcsönös **együttlalozása** csökkenti a nagy lehajlásokat.

A főtartók anyagául $36-45 \text{ kg/mm}^2$ szilárdságú **folytacélt** választottak, 24 kg/mm^2 folyási határral és $20-27\%$ nyúlással. A megengedett feszültség 1400 kg/cm^2 volt. A szerkezet nagyon gazdaságos volt, mert a nehéz pályatartók elmaradtak, a pálya a főtartók felső öveit összekötő másodrendű keresztartókra fekszik fel, amelyeknek kis támaszközük ($5,40-6,40 \text{ m}$) van és egymástól $1,20-1,80 \text{ m}$ -re vannak.

Nagyobb **keresztirányú merevség** és jobb teherelosztás érdekében a híd alsó- és felső öveihez egyaránt terveztek egy-egy szélrácsot, s ezen kívül minden keretbe keresztötést is. Ily módon a terhelés egyidejűleg eloszlik a 4 főtartóra és a szélrácsokra is; összesen tehát 6 tartószerkezetre abban az esetben, ha a hídnak csak egyik oldala van megterhelve (a szerkezet csavarásra van igénybevéve).

Ezt a teherelosztó és együttlalozási hatást – a tervező Álgay dr. elgondolásai alapján végzett – igen beható és **pontos számításokkal** követték. A számítások során lényegében egy igen sokszorosán határozatlan tartórács-rendszert kellett megoldani, ami nagy elméleti felkészültséget és óriási számítási apparátust kívánt meg, tekintve, hogy abban az időben a tartórácsok elmélete a mai fejlettségéhez viszonyítva még meglehetősen kezdetleges fokon állt. Mindenesetre ennek a számításnak volt köszönhető, hogy sikerült a szerkezeti magasságot betartani, s amellet a hidat a korszerű terheléseknek megfelelően építeni.

A parti hídfők és mederpillérek **alapolását** pneumatikus módszerrel irányozták elő. A budai oldalon az agresszív talajvíz ellen ($3-400 \text{ mg}$ szulfáttartalom literenként) minden alaptestet szigeteléssel kellett körülvenni.

A költségeket mintegy 9 millió pengőre becsülték.

Az **építési** munkálatok 1933 tavaszán kezdődtek meg. Mint általában minden hídepítésnél, itt is a parti hídfők körül indult meg a munka, s csakhamar sor került a vasbeton szerkezetű süllyesztőszekrények építésére is.

A Boráros-téri híd építésénél használtak először hazánkban nagyméretű, felül zárt vasbeton süllyesztőszekrényeket. A hídfők szekrényei $32,8 \times 8,0 \text{ m}$ alapterületű építmények voltak, amelyeket egy darabban süllyesztettek a kívánt mélységig. Ugyancsak egy darabból álló caissonokra – azonban nem vasbeton-szerkezetekre – alapozták a mederpillérek is. E caissonok vasszerkezetűek voltak és a munkahelyre

beúsztatással juttatták őket. A süllyesztőszekrényeket, amelyekre a mederpillérek alapozása készült, a part mellé állított dereglyéken szerelték össze, és ezután bevontatták a fix süllyesztőállványok közé.

A budai hídfő vasbeton süllyesztőszekrényének süllyesztését 1933 őszén kezdték meg.

A hídépítés munkái aránylag lassan haladtak, mert a szükséges anyagi fedezet csak nehezen volt előteremthető.

Hosszadalmas viták és tárgyalások után dülőre jutott a híd **pesti feljárójának** terve is, amely azonban megvalósítása után még mindig igen sok vitára és kifogásra adott okot.

A hídfők és mederpillérek építése 1935-ben annyira haladt, hogy megkezdhették a vasszerkezet gyártását, illetve szerelését.

A **budai feljárók** építését 1936-ban kezdték el, Sávoly Pál okl. mérnök tervei szerint.

A híd főtartóit részben állványokról, részben **szabadon szerelték**. A szélső nyílásokat majdnem teljesen beállványozták, a középső nyílásban azonban a szerkezetet egy részében szabadon, előrenyúló konzolokként szerelték. Ebben a nyílásban is sűrűn alkalmaztak azonban cölöpjármókat és segédállványokat.

A mintegy 8000 tonna súlyú vasszerkezet 1937 tavaszán teljesen a helyén volt és a nyáron már a pályaburkolási munkákat folytatták.

1937. szeptember első napjaira az építési munkálatok teljes **befejezést** nyertek, és sor kerülhetett a híd **próbaterhelésére** is. Ezt a fővárostól kölcsönkapott autóbusszokkal, tehergépkocsikkal és öntöző-kocsikkal hajtották végre. A teherpróba kielégítő eredményt mutatott, ami az elvégzett számítások pontosságát és az elgondolás helyességét igazolta.

Az új híd a maga 15,70 m-es pályaszélességével, s ehhez járuló 3,50 m széles járdáival – a kiszélesített Margit híd után – a főváros legszélesebb hídja volt, teherbírásban azonban felülmúlta azt.

Az új híd felavatására 1937. szeptember 12-én került sor.

Meg kell említenünk, hogy a Boráros téri Duna-híd megtervezésével és sikeres felépítésével a magyar hidászok nemzetközi viszonylatban is elismert, úttörő munkát végeztek. Figyelemreméltó volt egyrészt az a körülmény, hogy az aránylag igen nagy nyílás mellett a főtartók magasságát merészen kicsinyre választották a támaszköz közepén, s a nyomatékoknak a támaszok felé való eltolásával igen gazdaságosan ki tudták használni a főtartók szelvényeit, ami határozatlan szerkezeteknél igen nehéz dolog. Másrészt pedig a tehereloszlás és keresztirányú merevség

számításba vételével példáját nyújtották a tartórács-rendszer vizsgálatának, akkor, amikor ténylegesen megépített – és különösen ilyen nagy – hidaknál ezt a számítási módot még jóformán sehol sem alkalmazták.

A híd alig hétévi üzemelés után az esztelen háborús pusztítás áldozatává vált.

Amikor a Boráros téri Duna-híd **újjáépítésének** végleges terveit elkészítették, már egy igen nehéz és körülményes munkaszakasz elvégzése volt a hídépítők mögött: elvégezték a híd vasszerkezetének kiemelését, amelynek során a régi főtartók nagyobb részét ismét felhasználható állapotban, épségben tudták a Duna medréből visszanyerni. Így a pótlendő anyag súlya csak mintegy 2800 tonna volt.

Az új acélanyag gyártását 1949-ben kellett volna megkezdeni, erre azonban az óbudai híd időközben megindított építése miatt csak későbbben kerülhetett sor.

A tervek szerint a hidat az **eredeti elrendezésben** kellett újjáépíteni, csupán a pályaszint emelkedési viszonyaiban és a pályatest szélességi méreteiben eszközöltek kisebb változtatásokat.

A tervek a régi főtartók meghagyását írták elő, azonban a két szélső főtartó tengelytávolságát a két belsőtől a régi 5400 mm-ről 6550 mm-re növelték, a régi pályakeresztmetszet beosztását pedig a gyalogjárók keskenyítésével és széthúzásával megváltoztatták: az új pályaszerkezet $2,50 + 1,0 + 18,00 + 1,0 + 2,50 = 25,00$ méter széles lett.

A háború előtti állapotnál túl meredeknek bizonyult 30 ezrelékes pályaszint-emelkedést 27 ezrelékre csökkentették.

A pesti oldal patkó-alakú feljáróját támfalak közé fogott, egyes feljáróval cserélték fel, amely a forgalom biztonsága szempontjából lényegesen szerencsésebb megoldás az előzőnél. Így viszont az összes körüti villamosvonalakat át kellett vezetni Budára, és részben a budai hídfőnél, részben pedig a Móricz Zsigmond-körtéren megfordítani.

A híd **roncsainak kiemelése** eredményénél, valamint a megoldott feladat nagyságánál fogva feltétlenül részletesebb tárgyalást érdemel.

A háromnyílású, folytatólagos gerendahíd teljes hossza – a parti nyílásokkal együtt – kb. 500 m volt, súlya pedig 8000 tonna. A németek 1945 januárjában, a budai nyílásban kettő, a pestiben pedig egy keresztmetszetet robbantottak. Ettől még a sértetlen középanyílás a helyén maradhatott volna, azonban a robbanás hatására az állósaru hengerei kiugrottak a helyükből és a mintegy 4000 tonna súlyú vasszerkezet a ferde kiékelésen lecsúszott és mintegy 14 métert tolódott el Buda felé.

Ebben a helyzetben a budai pillér feletti reakciót az odacsúszott, és csak gyenge összekötő rúdtól támogatott alsó öv nem bírta el és összeropant. A középső nyílás pedig – az inflexiós pontnál – mintegy 56 000 métertonna nyomatek hatására (ami néhol 4800 kg/cm^2 feszültséget okozott) megtört és szintén a mederbe rogyott.

A roncsok kiemelését emelőjármokkal végezték és igen sok akadály és nehézség közepette, aránylag rövid idő alatt fejezték be.

Az emelés során először a középső nyílás szerkezetét emelték ki. Az emelőjármokat – faanyag hiányában – acélső-cölöpökre és zórésvasakból összehegesztett cölöpökre építették. A jármok emelőtartóit is jórészt kiemelt roncsanyagból, hossz- és keresztartókból építették össze.

Tekintettel a sok bizonytalanságra és előre nem látható tényezőre, feltétlenül szükséges volt a jármok esetleges elmozdulásainak mérése, amit függőkkel végeztek.

Az emelő-berendezés húzószalagjait az Erzsébet-híd láncszemeiből termelték ki.

A roncsok emelését 1946 nyarán kezdték meg a középső nyílásban. Itt a kettétört szerkezet pesti fele kb. 74 méter hosszú és 1300 t súlyú, míg a budai rész 94 m hosszú és mintegy 1230 t súlyú volt. Normális körülmények között a jármokat a szerkezet önsúlyának kétszeresére szokás méretezni, de ennél a munkánál – az anyag legvégöss teherbírásának kihasználása mellett is – csak az önsúly másfélszeresét bírta el a jármó.

Már az emelés második napján a budai középső állvány 12 cm-es dőlést mutatott a függő csúcsánál. Az elmozdulást a szalagok excentrikus kapcsolása okozta és a jármót ismét tehermentesíteni kellett.

A további emelés során – mintegy 30-40 cm emelkedés után – a sajtók nem bírták a súlyt és csak 280-300 atm állásnál emeltek – a számított 200 atm helyett. Egymás után mentek tönkre a sajtók felett levő keresztartók, a terhelés pedig nem akart csökkenni. Ekkor jöttek rá, hogy az akadályt a budai pillér feletti összeroncsolt szerkezet felső övének ellenállása okozza, amelyet a forduló roncs összepréselési igyekezett. A bajon csak úgy lehetett segíteni, hogy a felső öv és a hozzá csatlakozó rácsrúd egy darabját kivágták. Ezután az emelés már 220 atm állásnál megindult.

A továbbiak során kellemetlen meglepetésként jelentkezett az a körülmény, hogy a vasszerkezet a pesti emelőjármnál és a pesti pillérnél

fele annyit csúszik Pest felé, mint amennyit emelkedik. Ez az emelés befejezéséig 2,5 m eltolódást jelentett, amit csak úgy lehetett biztosítani, hogy az alsó öv előtt a pillérben egy 2 m hosszú árkot robbantottak, nehogy az öv maga a pillérré felfeküdjék.

6070 cm emelés után a szalagokat tehermentesíteni kellett, mert a pesti állvány függesztővasai túlságosan eltértek a függőlegetől. A tehermentesítés során a déli főtartónál megrepedt a tehermentesítetthez legközelebb eső szalag egyik fele. A roncs mintegy 15 cm-t zuhant vissza, míg nem a tehermentesített szalag ismét át nem vette a terhelést. A továbbiak során a tehermentesítéseket szalagonként 12-szeres, 35 mm-es acél-sodronykötélművel kötéssel váltották ki.

Sok nehézség után végül is a roncsot 4,5 m-rel emelték meg és hozzá lehetett látni a **bontáshoz** annál is inkább, mert a jégzajlás megindulásáig ekkor már csak tíz hét volt hátra. A 2300 t súlyú szerkezet szétbontását hatalmas ütemben végezték – két főtartót a nagyfokú keresztirányú merevség folytán állvány nélkül bonthattak, míg a másik kettőt szerelőállványról szedték szét.

A munka gyors elvégzését nagymértékben előmozdították a 100 tonnás úszódaruk, amelyek 35-40 tonnás darabokat szállítottak a partra. Nélkülük a bontás munkája – miután a szerkezetet elemeire kellett volna szétszedni – egy fél évig is eltartott volna, szemben a valóságos 12 héttel.

December 18-án az utolsó főtartó-darab is a parton volt, a következő évben pedig a két oldalnyílást is megtisztították a roncsoktól. A bontási munkák során különösen az autogénvágók mutattak fel kiemelkedő teljesítményt, akik sokszor egyenként 450 szegecsfejet is lefűjtak naponta, lehetővé téve a bontás gyors befejezését.

Említettük már, hogy az építésnek 1949-ben kellett volna megindulnia. A vasszerkezet gyártására azonban csak az Árpád híd építésének befejezése után, 1950-51-ben kerülhetett sor. Az újjáépítés során mintegy 50 % acélszerkezet kellett újra legyártani, illetve pótolni.

Az **alépitmények** helyreállítása már 1950 nyarán megindult. Itt csak a pillérek felső részét kellett kijavítani, és a szerkezeti köveket az új főtartó-kiosztásnak megfelelően átépíteni.

Ugyancsak megkezdődött a Boráros téri **feljáró** átépítése is, amelyet a Hídépítő Vállalat végzett el.

1951-ben megkezdték a vasszerkezet szerelését és a pesti rakparti áthidalásnak az új elrendezés alapján való átépítését.

A pesti feljáró patkó-alakú vonalvezetése és a villamos-hurokvágány megszűnt, s helyettük a körútba messze benyúló rámpás feljáró készült. A patkó-alakú feljáróktól körülvevett teret feltöltötték, s rajta egy gyalogalagutat építettek keresztül, amely a Ráday utca felőli oldalt a Soroksári út forgalmával összeköti.

Míg 1936-37-ben a híd vasszerkezetét szinte teljes mértékben beállványozva szerelték, addig 1951-52-ben **konzolos szabadszerelést** alkalmaztak, segédjármos ideiglenes alátámasztásokkal. A főtartók egyes darabjait a 100 tonnás úszódarukkal úsztatták a munkahelyre, és ott konzolosan kapcsolták a meglévő főtartó végéhez.

A hidat közel kétévi munka után, 1952. november 25-én adták át a forgalomnak.

Az újjáépítésnél összesen 2300 m³ fát használtak fel; a beépített vasanyag súlya 7500 tonna lett – 500 tonnával kevesebb az 1937-esnél.

Az óbudai Árpád híd építése

A főváros országgyűlési képviselői 1903-ban emlékiratban fordultak a Kereskedelemügyi Minisztériumhoz egy óbudai híd megépítése érdekében. A minisztérium tanulmányokat végeztetett, tájékoztató tervet és költségvetést készíttetett. Az 1908. évi XLVIII. városfejlesztési törvénycikk elrendelte az óbudai Duna-híd építését. 1909-ben kijelölik a híd helyét a Hungária körút és a Kiscelli utca között. 1916-ban talajvizsgálatokat végeztetnek. 1919-ben a BEVV (Budapesti Egyesített Városi Vasutak) javasolják a híddal kapcsolatban egy városi gyorsvasút (magas vasút) figyelembevételét. 1926-28 között a kisajátítás ügyeit intézik. 1929-ben kiírják a **tervpályázatot**. A pályázatra 19 pályamű érkezett. A bíráló bizottság az I. és II. díjra dr. Mihailich Győző tömör és dr. Kossalka János rácsos ívhídját javasolta. 1932-ben a Főváros közli, hogy a gyorsvasút megépítésének gondolatát egyelőre elejtették. A híd építése a Boráros téri híd építése miatt háttérbe kerül.

Végül 1937-ben, a Boráros téri híd megépítését és a Margit híd kiszélesítését követően hosszas tárgyalások után minden érdekelt hatóság elfogadta a dr. Széchy Károly által kidolgozott **elhelyezési tervet**. Ezek szerint a híd tengelye a Polgár-tér és a Hungária-körút közötti egyenes, pontosabban a Polgár-téren elhelyezett 1. sz. ponttól a Hungária-körút meghosszabbított vonalának a bal parti körvasút vágányaival való metszéspontjáig húzható egyenes. A szerkezet kérdését is eldöntöt-

ték. E döntések birtokában dolgozta ki a Hídosztály a nyílásbeosztást és a tartó alakot.

A tervezés irányításával dr. Kossalka Jánost, dr. Mihailich Győzöt és dr. Gállik Istvánt bízták meg.

A híd **négy különálló acélszerkezetű hídból** áll. Ezeket a hajógyári szigeten egy 45 m-es, a Margit-szigeten egy 90 m-es vasbeton szerkezet köti össze. A szerkezetek ferdesége nem egységes, hanem az áthidalt medrek szerint alakult. Az acélszerkezetek a közbenső támaszok felett parabolikusan kiékeltek, egyebütt párhuzamos övű **tömör gerinclemezes tartók**, a végleges állapotban kiépített szakaszon négy, a fél szélességű szakaszokon két főtartóval, melyeket a közbenső szakaszokon merőlegesen, a támaszok fölött a ferdeségnek megfelelő, **Vierendeel-rendszerű keresztartók** kötnek össze. A keresztartók, a keresztartók és a szélrácsok – hazánkban először itt alkalmazott – Elin-Hafergut **félautomata hegesztési** eljárással, a bekötések, a főtartók és a helyszíni illesztések szegecseléssel készültek.

A **főtartók számításának** egyszerűsítése érdekében a keresztartókat a főtartókhoz képest végtelen merevnek tételezték fel abból kiindulva, hogy a terhelés hatására a főtartók lehajlása többszöröse a keresztartók lehajlásának. Ezt a közelítést a Boráros téri híd tervezésénél alkalmazták először dr. Álgay-Hubert Pál javaslatára, ahol is az a valóságot jobban megközelítette, miután az ott alkalmazott magas keresztartók az Árpád híd keresztartóinál merevbbek.

A főtartók számítását a ferdeség elhanyagolásával folytatólagos gerendatartóként, háromsoros ismétléssel végezték. A magas **gerincek stabilitását** Timoshenko elmélete alapján vizsgálták.

A **pályaszerkezet** kialakítása érdekében a Hídosztály különféle szerkezettypusokkal **kísérlet-sorozat**ot végzett. A leggazdaságosabb megoldásnak a vastartós vasbeton lemez mutatkozott, amire 5 cm vastag hengerelt aszfaltburkolat került. A gyalogjárdák és kerékpárpályák szerkezet 8 cm vasbeton lemez, 2 cm öntöttaszfalt burkolattal. A **villamosvágányok leerősítését** eredetileg U tartókból kialakított hosszartókra állított sínbakokkal tervezték, ezzel a szerkezettel azonban a kiszélesített Margit-hídon kellemetlen tapasztalatokat szereztek, ezért a háború után épített szakaszokra más megoldást alkalmaztak; mégpedig a korábbi kísérletsorozatban bevált acél dongalemezes szerkezetet építettek és a Phoenix síneket a dongavállaknál elhelyezték, a kitöltő vasbetonba erősen beágyazott alátétlemezekhez csatlakozták.

A híd építési munkája 1938 telén indult meg a Margit-sziget meghosszabbításával. A tényleges építés 1939 nyarán kezdődött a budai hídfő és az első négy pillér **alapo**zási munkáival, mégpedig „Hoesch” acél-száfalás körülzárás és nyílt víztartás mellett. Ez az alternatíva a megtervezett pneumatikus alapozáshoz képest mintegy 120 000 pengő megtakarítást eredményezett. A budai és a pesti hídfő mélyalapo

zása vert vasbeton cölöpözéssel készült, két közbenső támasznál pedig a nagy vízmélységre való tekintettel pneumatikusan kellett alapozni. Erre a célra 9 cm falvastagságú 37 x 9 m² külső alapterületű vasbeton szerkezetű szekrényeket süllyesztettek.

Hazánkban itt a **főtartók szerelésénél** alkalmazták először a konzolos **szabadszerelést**. Ezzel megtakarították a teljes beállványozás fa- és acélszerkezetének túlnyomó részét, mivel nyílásonként mindössze egy segédjáromra volt szükség, csak a budai első nyílást kellett teljesen beállványozni, a második és a többi nyílásban a szerelést egy 14,5 m kinyúlású, 30 t teherbírású forgódaru segítségével végezték. A pillérek ferde, és a közbenső keresztkötések merőleges volta nehezítette a szerelést, mivel a konzolhossz minden főtartónál eltérő volt. A két szélső főtartó között a kétnyílású, 68°19' ferdeségű hídnál 8,0 m-re adódott ez a különbség. Ez természetesen a szabadon szerelt szerkezet **elcsavarodását** okozta. Ezt azonban sikerült kiküszöbölni oly módon, hogy előbb a kisebb lehajlású főtartókat szerelték, ezeket a kereszttartókkal és a szélrácso

kkal merevítették, s csak ezután szerelték melléjük a nagyobb lehajlású főtartókat. Ezzel a módszerrel elérték, hogy a III. sz. pillérig 2 cm-nél kisebb tengelyeltéréssel érkeztek. A négynyílású hídnál közel hasonló módszert alkalmaztak. A szerelés a négynyílású híd egy nyílásának és a következő nyílásból egy 20 m hosszú konzolszakasznak elkészülte után a háborús események miatt **félbeszakadt**.

A híd **építésének folytatásakor** 1949-ben úgy találták, hogy a korábban alkalmazott szerelési módszer egyszerűbb és pontosabbá tehető, sőt a munka üteme fokozható. Az új módszerrel a négynyílású híd acélszerke

zete – **csökkentett szélességgel** – még 1949-ben elérte a Margit-szigetet. 1950-ben először a pesti parti nyílás, majd a pesti mederág acélszerke

zete készült el. Közben a feljárók építése is folyt.

A híd üzembe helyezése előtt **próbaterhelést** tartottak. (Az erre vonatkozó dokumentáció nem lelhető fel! Az itt közölt adatok dr. Széchy Károly tanulmányából származnak.)

A kétnyílású hídnál:

- a) A terhelt nyílásban a mért **lehajlások** a számított értékeknek 60-70%-át,
- b) A terheletlen nyílásban a mért **felhajlások** a számított értékeknek 40-60%-át érik el.
- c) Az egyes főtartók mért behajlásai **nem egyeznek a végtelen merev elosztás** (lineáris elfordulás) alapján számított értékekkel, hanem a keresztkötéseknel is számottevő alakváltozás jelentkezik s így parciális terhelés esetén nem a legszélső főtartó mutatja a legnagyobb lehajlást, hanem a hozzá közelebb fekvő, de kisebb merevségű főtartó.
- d) A terheletlen nyílások felhajlásánál az **excentrikus terhelésnek** már jóformán nincs hatásuk, mind a négy főtartó felhajlása közel azonos.

Az **egy- és két-nyílású hídnál** ugyancsak mutatkozik a keresztkötések alakváltozásának hatása. A mért és számított értékek közötti eltérés itt azonban csak 10% körüli.

Az egy- és két-nyílású szerkezet mérési adataiból látható, hogy a tömör többtámaszú tartónál a tartórácsszerű kialakítás nagyobb tartalékot rejt magában, mint a kéttámaszú szerkezetben, s jelen esetben ezt még fokozza a többtámaszú szerkezet ferdesége, ami a tengelyre merőleges keresztmetszetek viselkedését a – közelítő – számításhoz képest módosítja.

A **három- és négynyílású szerkezet** a mérési adatok szerint a két-nyílásúval azonosan viselkedett.

A c) pontban ismertetett észlelési eredmény világosan mutatja, hogy az alacsony és hajlékony **Vierendeel-keresztkötések** nem biztosítanak a keresztmetszetnek olyan merevséget, mint a Boráros téri hídnál a magas, rácsos keresztkötések, amelyeknél a mért értékek a számítottak 75-80%-át érték el.

A d) észlelet igazolja, hogy a parciális terhelés hatására nemcsak a terhelt szakasz keresztkötései, hanem a terheletlen rész keresztkötései is működnek, hogy az alakváltozási különbségek kiegyenlítődjenek.

Az óbudai Árpád híd ünnepélyes átadása 1950. november 7-én volt.

Néhány műszaki és egyéb adat:

Támaszközök (Budáról Pest felé haladva) és szerkezeti hossz:
 $60,40 + 65,00 + 45,00 + 82,00 + 103,00 +$
 $103,00 + 82,40 + 89,20 + 76,40 + 102,00$
 $+ 76,40 + 6,30 + 37,70 = 928,00 \text{ m}$

a budai feljáró hossza:	337,90 m
a pesti feljáró hossza:	731,00 m
a létesítmény teljes hossza:	1996,90 m

Pályabeosztás:

A kétnyílású, az egynyílású hídon és a két szigeti áthidaláson:

$$3,40+1,00+18,80+1,00+3,40 = 27,60 \text{ m}$$

a többi szakaszon: $1,00+11,00+1,00 = 13,00 \text{ m}$

Teljes szélességgel 304, 80 m, csökkentett szélességgel 532,00 m épült ki. Váltózó szélességgel 92,00 m épült a különböző szélességű pályák csatlakoztatására.

Az acélszerkezetek súlya: 8480 Mp

Az acél minősége: A.36.24.12

Az építés költsége (az 1945 előtti költségek átszámolásával):

147 747 727 Ft

Fajlagos költsége: 159 074 Ft/fm

8 703 Ft/m²

Tervezők 1945 előtt: KKM Dunahídépítési Szako.

Vasszerkezeti részlettervek: MÁVAG Hídosztály

Margitszigeti vb. áthidalás: Sávoly Pál okl. mérnök

Feljárók: Fővárosi Közmunkák Tanácsa

1945 után:

Közlekedési Minisztérium Híd-
osztálya és ÁMTI

Kivitelező: 1945 előtt:

Széchy Endre, Reinisch és Wahl

Nagybátony-Újlaki Rt.

Zsigmondy Béla Rt.

Fővárosi Közmunkák Tanácsa

MÁVAG

1945 után:

Hídépítő Vállalat; Aszfaltozó és
Kövező N. Vállalat; Förster Al-
bert Rt; Haas és Somogyi; Ma-
gyar Vagon és Gépgyár;
MÁVAG; Ganz Hajógyár; stb.

Építés-ellenőrzés

1945 előtt Központi:

Dömötör Sándor

Steller Sándor

Dr. Széchy Károly

	Helyszíni:	Böhm Viktor Palotás László Palágyi Pál Lébényi László
1945 után	Központi:	Láng-Miticzky Tibor Fazakas György Tarpai Gyula Újvári Pál
	Helyszíni:	Fogarassy Frigyes Palágyi Pál Pál Tibor Edelényi Gyula (a főtartók szerelése; szabadszerelés)

A dunaföldvári Duna-híd újjáépítése

Az 1930 őszen forgalomba helyezett Duna-híd és a Holt-Duna-híd igen fontos szerepet töltött be az ország közúti és vasúti forgalmában. Az előző évben átadott tiszauagi Tisza-híddal együtt közvetlen kapcsolatot teremtett a Tiszántúl, a Duna-Tisza köze és a Dunántúl között. Ezen felül lehetővé tette a Budapest-gyékényesi és a Fülöpszállás-kecskeméti vasútvonalakat összekötő új vonal megépítését is.

Az alépítmények terveit a Kereskedelemügyi Minisztérium hídépítési szakosztálya, a felszerkezet terveit dr. Kossalka János műegyetemi ny. r. tanár készítette. Az alapozást, a teherbíró réteg nagy mélységben való fekvése miatt pneumatikus munkakamrákkal irányozták elő és végezték el. A négynyílású, folytatólagos, alsópályás gerendahíd másodrendű rácozással is ellátott szimmetrikus rácozású tartó, 109,44 + 136,80 + 136,80 + 109,44 m támaszköz beosztással és 1,55 + 0,70 + 0,50 + 5,50 + 0,50 + 0,70 + 1,55 m pályabeosztással rendelkezett. A vasszerkezet nagyszilárdságú szilíciumacélból volt. A szerelést a meder két részletben való teljes beállványozásával végezték.

Az 1928-30 között megépült híd felszerkezetét és mederpilléreit a visszavonuló német csapatok **1944. november 14-én** felrobbantották. Mivel a roncs a jégtorlódás és árvíz veszélyét rejtette magában, a szovjet műszaki alakulatok ugyanazon a télen hozzáláttak a roncsok szétvágásához és elfektetéséhez. Majd változó ütemű munkával – már polgári

vállalkozásban – 1949-ig fokozatosan kiemelték a víz alatt fekvő hídszerkezetet.

A híd **újjáépítését** az első ötéves tervre irányozták elő. Az elfogadott terv, amelyet az Állami Mélyépítési Tervező Iroda készített, alapjában megtartotta a régi híd jellegzetességeit, vagyis az új híd négynyílású, folytatólagos rácsos gerendatartó, közúti és vasúti forgalomra kialakítva. A tervezést előkészítő munkák alkalmával, éppen a helyi adottságok kedvező kihasználása érdekében, felmerült a híd emeletes megoldása. Ehhez azonban már a kivitelezéskor annyi acélt kellett volna biztosítani, mint amennyit az elfogadott 3 főtartós, de egyelőre csak kettővel megépülő szerkezet végleges kiépítéséhez szükséges. Az akkori helyzetben azonban ez nem látszott teljesíthetőnek.

A robbantás a híd mederpillérjeit szinte elképzelhetetlen mértékben tönkretette. A még **álló falazatrészek bontása** a kiszámíthatatlan repedezettség és lazultság miatt sok veszélyt rejtett magában, ezért különleges intézkedésekre volt szükség a balesetek elkerülése végett. A szigeti mederpillért például drótkötelekkel csavarták körül, a kötelek függőleges pallózatot szorítottak a falazatra, hogy annak váratlan omlását bontás közben megakadályozzák. De ennél nagyobb veszélyek is rejtőztek a roncsok között. Egy alkalommal, a falazatbontást megnehezítő vasszerkezeti roncsok darabolásánál az autogén pisztoly lángja csak néhány cm-re került el egy beélesített 50 kg-os bombát. Elképzelhető, hogy ennek az esetnek milyen demoralizáló hatása volt. Az új híd a végleges, háromfőtartós kiépítés után jóval szélesebb lesz a réginél. Az alépítmények újjáépítését már ennek megfelelően hajtották végre.

Mint már fentebb említettem, a tervek egy háromfőtartós hídra vonatkoztak, amelyen a vasúti és közúti forgalom teljesen el lesz választva.

A szerkezeti rendszer azonban, mint azt a tervezési feltételek elő is írták, lehetőséget nyújtott arra, hogy az első ütemben csak két főtartó épüljön fel. Az **új főtartók** felső öve a közbenső támaszok felé emelkedő, az alsó öve süllyedő, ez a változó magasság jellemzi a vonalozást. A rácsozás rombuszos. A pálya a rácsrudak keresztezési pontjaira van felfüggesztve. Az alsó és a felső szélrács rácsozása szintén rombikus. A pályahossztartók sarus megszakításokkal, a járda-hossztartók ovális lyukú csúszó megszakításokkal vannak ellátva. A megszakítások közötti valamennyi szakaszban egy-egy féktartó van. A **pálya** vasbetonlemez. A sínek a pályába vannak süllyesztve. Hogy a sínlekötésekhez hozzá

lehesen fézni, a sínek körüli vályúk, amelyek rozsdamentes acélból készültek, kockakövel vannak kitöltve.

A vasszerkezet hengerelt **anyaga** karbonacél. A **gyártás** javarészt a győri Vagonygyár hídműhelyében végezték, ahonnan az átvétel után vízi úton szállították az elemeket a helyszínre. Az egyik nyílás északi főtartóját a MÁVAG hídigyára készítette. Az ehhez illeszkedő darabot Győrből ide kellett szállítani, hogy az összefűrés végrehajtható legyen. Sajnos sem a hengerlés, sem a gyártás nem ment az eredetileg elképzelt beépítési ütemben, ezért a munkahelyen tekintélyes mennyiségű szerkezet tárolását kellett megoldani.

A tervezés során már figyelemmel kellett lenni a **szerelés módjára**. Csak olyan szerelés jöhetett szóba, amelynek üteme lehetővé tette a betonozási munkák fagymentes időben való kivitelezését. Több szerelési alternatívát vizsgáltak meg, s végül is a **teljes beállványozás** mellett kötöttek ki. A helyszíni szerelési munkákat a MÁVAG hídigyárának hídszerelő részlege végezte. Először a két középső nyílást állványozták be, de a tervezett középkezdést a **pilon gyártási késedelme** miatt nem lehetett betartani. **Szokatlan megoldással** a második nyílás harmadában a déli főtartó elhelyezésével és összetüskézésével indult meg a szerelés. Ekkor még az északi főtartó is hiányzott, a keresztartókat azonban a délbe már be kellett kötni, amihez ideiglenes máglyázásra, gondos előkészítésre és rengeteg aprólékos bemérésre volt szükség. A jó előkészítés azonban meghozta az eredményt, a kényszerből össze-vissza ütemű gyártással szinte dezorganizált helyszíni munka ellenére mm-pontossággal érkezett meg a szerelés a középső pillérre. A **két középső nyílás sarura eresztése** 1951 augusztusának végén megtörtént.

A sarura eresztés után, amikor a főtartók a terhelést átvették, **néhány csomópontnál repedés** mutatkozott. Az ellenőrző vizsgálat azt derítette ki, hogy a csomólemezeket elszabták és a hiba elkendőzésére a hiányzó részt, hozzáhegesztették. A híd anyaga nem hegeszthető szénacél, ezért a gyártási feltételek az ilyen természetű javításokat eleve határozottan megtiltották. A beedződött, berepedt, s ennek folytán **törésveszélyes csomólemezek**, illetve azok ilyen részei nem maradhattak a szerkezetben. Az állványt azonban már eltávolították, a csomópontokat feszültségmentessé tenni nem lehetett. Azon kívül azt sem lehetett tudni, hogy az egyes lemezeket mekkora darabbal egészítették ki. Ennek felderítését fedőlemezek is megnehezítették. A varratokat végül is röntgenezéssel találták meg. A kiegészítő lemez-darabokat, a varratot és a

keménységméréssel felderített hőzónát hideg eljárással távolították el. A levéselt rész átlag 45 mm volt, két csomópontban azonban majdnem 130 mm széles csíkot kellett levágni. A csomólemezt visszamaradt élét még mágneses repedésvizsgálóval is ellenőrizték. A csomópontok **megerősítésére** egyedi terveket kellett kidolgozni. Az erősítés általában a következők szerint ment végbe. A ráhelyezendő lemez helyén a feszültség alatt álló szegecsek fejét hideg eljárással eltávolították, s az egyenként kiütött szegecsek helyére süllyesztett fejű szegecseket raktak. Ezután az előre lesabott erősítő csomólemezt felillesztve, a régi szegecsek egyenkénti kiváltásával fokozatosan átadták a terhelést az új lemeznek. A próbaterhelésnél az erősített csomópontokat külön figyelemmel kísérték, de rendellenességet nem észleltek, és a szokásos időszakos vizsgálat alkalmával sem mutatkozott hiányosság.

Amíg a szerelőállvány bontása és átépítése folyt, az alatt elvégezték a középső nyílásokban a vágánytengely kitűzését és a vasúti pálya építését. A **két szélső nyílás folytatólagos szerelésének** feltétele az volt, hogy a középső két nyílás pályalemeze elkészüljön. A túlemelések és a szerelési alakváltozások ezzel a feltétellel voltak meghatározva. A kitűzött határidő betartását a hengerlési és gyártási késedelmek kétségessé tették, arra remény már csak az esetben lehetett, ha a helyszíni munkák ütemén tudnak változtatni. Ezért a szélső nyílások szerelésénél is eltértek a tervezett eljárástól. A közbelső nyílások betonozási és a szélső nyílások szerelési munkáit egyidejűleg végezték. Ehhez azonban, a betonozás előrehaladásának függvényében naponta kellett beszabályozni a szerelési túlemelés vonalát a pályavégérintő mindenkori szögelfordulásának megfelelően. A számításokat grafikus módon folyamatosan ellenőrizték, sőt a gyártási és a szerelési pontatlanságok ellensúlyozására is mód nyílt a fölös mérések alapján. Ez az igen sok számítási, mérési és ellenőrzési munkát jelentő, s igen kockázatos szerelési mód végül is, a befejező mérések tanúsága szerint sikerre vezetett, a kész szerkezet a tervező által meghatározott lehajlási értékeket mutatta. Befejező műveletként a végleges megtámasztási helyeken hidraulikus emelőkkal meghatározták az önsúly reakciók tényleges értékeit, s ahol eltérés mutatkozott, ott a **saru-ékek szabályozásának** segítségével állították be a kívánt értéket. A támaszok feletti keresztartók kialakítása olyan, hogy a szabályozáshoz elengedhetetlen emelés mindenkor végrehajtható.

A szigeten a vasút és a közút különválik, a **Holt-Dunán** ennek megfelelően **külön-külön híd** épült. A közúti híd felrobbantott anyagából

mintegy 50% megmenthetőnek látszott. A nagyobb arányú pótlások és a tervezett nagyobb szélességre való átalakítás céljából a kiemelt és szétbontott vasszerkezetet a győri gyárba szállították. A vasúti híd megjavítása a helyszínen történt, mert az kevésbé rongálódott meg. A szerelésnél kihasználták a két híd közelségét. Csak a vasúti híd részére készítettek állványt, azon azonban először a közúti hidat állították össze, majd oldalirányban helyére húzták és elvégezték rajta a befejező munkálatokat. A felszabadult állványon azután összeszerelték a vasúti hidat.

A munkálatok befejező részei már eléggé alkalmatlan időjárási körülmények között folytak, de a kitűzött határidőre végül is minden elkészült. Az ünnepélyes **felavatás** napja, amelyen a Dunaföldvár-Solt vasútvonalat és a 6. sz. főközlekedési út Dunaföldvár-Szekszárd közötti szakaszát is átadták, 1951. december 23-án volt.

A vásárosnaményi Tisza-híd

Kevés olyan közúti híd van Magyarországon, amelynek hosszú időre visszanyúló történetét oly jól ismernők, mint éppen a vásárosnaményi Tisza-hídet. A helyi közbirtokosságnak már 1433 óta révjoga volt, s ennek alapján, 1836-ig komppal biztosították az átkelést. A közbirtokosság 1836-ban részvénytársaságot alapított és még ugyanebben az évben 142 m hosszú fahidat építettek 22-23 m nyílású függőmíves faszerkezetekkel. A múlt század nyolcvanas éveinek árvizei súlyos károkat okoztak a híd felszerkezetében. Az 1884. évi árvíz idején a felső folyásról elszabadult tutajok annyira összetorlódtak a hídnál, hogy csak robbantással lehetett azokat eltávolítani. A robbantásnál a hídszerkezet is leszakadt, csak a jármok maradtak meg. A tulajdonos közbirtokosság anyagi fedezet hiányában nem vállalkozhatott új híd építésére. Az állam 53 000 forintért megváltotta az ősi révjogot és maga szándékozott új, végleges hidat építeni.

A munkát – a tervezést és az építést egyaránt – versenytárgyalás útján adták vállalatba az 1885-86-os években. Az elfogadott ajánlat, melyet Cathry és Wagner nyújtott be, háromnyílású konzolos vasszerkezetre vonatkozott. Az alapozást facölöpökre támaszkodó betontestekkel tervezték meg. Két másik ajánlat kétnyílású hidat javasolt pneumatikus alapozással. A döntését nagymértékben befolyásolhatta az a körülmény, hogy a Cathry-Wagner féle ajánlat 28 %-kal olcsóbbnak mutatkozott a másik kettőnél, mégis azzal indokolták a választást, hogy

a meder közepén álló pillér hátrányos a vízfolyás és a jégvonulás szempontjából. Arra azonban nem gondoltak, hogy az **elfogadott terv** szerinti két mederpillér a hozzájuk tartozó védőgátakkal és kőhányásokkal a „0” víznél a **szelvényt 25 %-kal csökkenti**.

A kétnyílású megoldás esetén a szelvénycsökkenés mindössze 5,5 % lett volna. Arra sem gondoltak, hogy ehelyt a Tisza medre nagy mélységben homokos, amit az akadályozott folyás örvényei nagy mélységben képesek megbontani. A feltárások szerint teherbíró talajra csak a –13-16 szint táján lehetett számítani. A szádpallókat a –9,0 m szintre hajtották le, a vízzáró réteg viszont ennél 3-4 m-rel volt mélyebben. Nem csoda tehát, hogy az **altalaj** az erőltetett szivattyúzás hatására **fellazult**, ami már a cölöpözés alkalmával is észlelhető volt. Később, a pillér, részben még az építés alatt, részben a próbaterheléskor elfordult, s emiatt a híd tengelyét törésben kellett vezetni.

A mintegy 160 m összhosszúságú híd támaszközbeosztása: 9,00 + 42,10 + 59,65 + 42,10 + 9,00 m volt. A felszerkezet a szélső nyílásokban felsőpályás, kétszeres rácsoszású, párhuzamos övű tartó volt, amely a középanyílásra konzolosan benyúlt. A konzolokra egy 42,0 m hosszúságú csonka szegmens alakú, alsópályás tartó támaszkodott. A fapálya szélessége 6,0 m volt 0,75+4,50+0,75 m tagolással. A felszerkezet anyaga hegesztett vas 3400 kp/cm² előírt, 3320 kp/cm² tényleges húzószilárdsággal. Osztrák cég gyártotta és szállította. A vasszerkezet teljes súlya közel 240 Mp volt.

A román intervenciós sereg **1919**-ben felrobbantotta a hidat, amelynek középső befüggesztett része a mederbe zuhant és a laza homokban olyannyira lesüllyedt, hogy nem is emelték ki, mert az túlságosan sokba került volna. Ez megengedhető volt, mert a roncsok a folyást nem zavarták. A sérült konzol megjavítása után új befüggesztett szerkezetet emeltek a régi helyébe. Az új szerkezetet úszó állványzaton szerelték, majd beúszatták és a konzolokról emelték.

A **zárógátak** a medret leszűkítették, a pillérek visszaduzzasztották a folyást, így nem csoda, hogy a pillérek körül **kimosások** keletkeztek. Mindez még jóformán az építés időszakában! Ezért az előirányzott kőhányás kétszeresét kellett kivitelezni. A **többszöri partszakadás** miatti mederbiztosítási munkálatok költségei magasra rúgtak, de hasztalanul kísérelték a romlásokat kőhányásokkal, iszapoló sátorművekkel, majd rőzsepokrócokkal meggátolni, nem sikerült. Végül 1932-ben a Kereskedelmi Minisztérium a Földművelésügyi Minisztériummal egyetértésben

úgy határozott, hogy a hidat a veszélyeztetett jobb part felé egy **41,0 m nyílású szerkezettel meghosszabbítják.**

A **kibővítés** során a jobb parti cölöpözött pillért elbontották, helyébe pneumatikus alapozású új pillért építettek, s a szélső 9,0 m nyílásokat 12,0 m-re növelték. A fapályát az egész hídra vasbeton pályával cserélték ki, amelynek pályabeosztása az akkori előírásnak megfelelően 0,60+4,80+0,60 m volt. A munkálatok a forgalom fenntartása mellett folytak.

A meghosszabbított híd mindössze 12 éves kort ért meg, mert a visszavonuló német alakulatok 1944. november 28-án **felrobbantották.** A vasszerkezet úgy tönkrement, hogy felhasználására gondolni sem lehetett. Ezért elhatározták, hogy az új hidat teljesen új anyagból készítik el, továbbá a jobb oldali mederpillért, amely megépítése óta a vízfolyás útjában áll, lebontva egy 102,0 m nagyságú nyílást alakítanak ki.

Az új híd tervezésére Tantó Pál és Hilvert Elek okl. mérnökök kaptak megbízást. Az általuk tervezett új híd két gerinclemezes főtartója konzolos négytámaszú folytatólagos gerendatartó, amelyet a középső nagy nyílásban **Langer-ív** merevít. A szélső kis nyílásokban a konzolokra és a hídfőkre 3,70 m hosszú szerkezetek támaszkodnak. A támaszközbeosztás: 12,20 + 42,10 + 101,70 + 41,00 + 12,20 m. A megmaradó pillérek különösebb átalakítás, illetve szélesítés nélkül lehetővé tették, hogy a két főtartó gerinctávolsága 7,50 m legyen. A kocsi pályája szélessége végig 6,00 m, a gyalogjárdaké azonban változik. A középső nyílásban 1,80-1,80 m, a szélsőkben 1,10-1,10 m. A hossz-szelvény kialakítása a következő: a középső nyílás pályájának függőleges lekerekítése 2400 m sugarú körív, amihez a szélső szakaszok 2,1 %-os emelkedővel csatlakoznak. A főtartó alsó kontúrja követi a felső vonalozást, kivéve a mederpillérekénél, ahol az alsó öv jobbra-balra 11-11 m hosszban parabolikus, a konzolszakaszok pedig lineáris kiékelésűek. A főtartó magassága ennek megfelelően a konzolos részeken 105-280 cm, a parabolikus kiékelésű szakaszokon 280-450 cm között változó magasságú, míg egyebütt 280 cm. Az ív magassága a portálkeretnél 7,27 m, ugyanitt a pályaszint feletti szabad magasság 6,46 m. Az ív legnagyobb magassága a főtartó felső öve felett 13,70 m.

A támaszok feletti keresztartók rácsos szerkezetűek, a nyílásokban gerinclemezesek. Az alsó, K-rácsozású szélrács tengelyben levő csomópontjai a keresztartókra vannak felfüggesztve. Az ív felső szélrácsa rombikus.

Az A.36.24.12 jelű folytacél anyagból készült szerkezet **gyári kapcsolatai hegesztett kivitelűek**. Ez a tény hatalmas lépést jelentett a hegesztett szerkezetek terén, mert a világviszonylatban is jelentős feszításválsága mellett a **70 mm vastagságú övlemezek hegesztését** csak alapos, rengeteg tapasztalatot nyújtó előzetes kísérletsorozat sikeres eredményei alapján, gondos ellenőrzés mellett lehetett elvégezni. A gyártást a győri Magyar Vagon- és Gépgyár hídgyárában folytatták. A főtartók hegesztéseit a Műegyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke röntgenzéssel vizsgálta. A hibás kötések azonnal megjavították.

A kész **gyártási egységeket**, melyek közül a legnagyobbak a hossza 22 m, a súlya majdnem 20 Mp volt, **vasúton szállították** Vásárosnaményba. A helyi **közúti szállítás** távolsága mindössze 3 km volt, mégis igen sok akadályt kellett leküzdeni. A szállítás útvonala a Krasznán át vezetett a helyszínre. A Kraszna-híd akkor még ideiglenes jellegű faszervezet volt, amely erősítés nélkül nem volt alkalmas a híd-egységek és a szállítóeszközök terheit elviselni. Ezért csaknem 100 m³ állványfával megerősítették. A vasútállomáson is volt akadály, itt a romos víztorony útját állta volna a különleges szállítóeszközökkel való manőverezésnek, tehát azt el kellett bontani.

Már a gyártás alatt megkezdődött a felkészülés a **szerelésre**. A magas átfolyási szelvény tartása miatt a nagy nyílás teljes beállványozása nagyon sok faanyagot emésztett volna fel, azon kívül még az első világháborús roncsok is megnehezítették volna a cölöpözést. Úgy döntöttek tehát, hogy csak a két szélső nyílást állványozzák be, a középsőben pedig segédjármot készítenek, s az elbontásra ítélt régi pillért is ekként fogják felhasználni. A szerelést a bal parti nyílásban, portáldaru segítségével végezték, majd a meder felé kissé konzolosan túlnyújtott szerkezetet sarukra engedték. Ennek tetején a középső nyílás szerkezetének (101,70 m) mintegy 80 m hosszú darabját (160 Mp) állították össze. Mikor ennek kb. 3/5-e kész volt, a meder felé kellett tolni, mert a rövid oldalnyílás hosszabb szakasz szerelését nem tette lehetővé. A hiányzó 2/5-öt már úgy szerelték össze, hogy a futódaru majdnem egy helyben állt, mialatt a készülő szerkezetet folyamatosan a meder irányába húzták. A mederben épült segédjármot a **magasabb szinten betolt tartó** lesúlylyesztésére alkalmassá tették. A betolópálya nem volt folyamatos, két-két úgynevezett tolópadból állt. A mozgatás egyidőben két tolópadon történt, mialatt a másik kettőt hidraulikus sajtókkal váltották ki. A mozgatáshoz megfelelt volna akár 1-2 Mp vonóerőt kifejtő csörlő is, mégis

azt egy ember egy 15 Mp-os romboló csörlővel végezte. A szakaszos ütemben behúzott **tartó lesüllyesztése** több napig tartott. Az ideiglenes alátámasztást jelentő, csökkenthető magasságú máglyák viszonylag közel feküdtek egymáshoz, miért is az így előálló helyzet nem volt a legstabilabb. Ezért a szerkezetet éjszakánként a tengelyre merőlegesen kipányválták a mederfenékre süllyesztett horgonyokhoz, hosszirányban pedig a szélső nyílás faszerkezetéhez erősítették. Ezt a **biztonsági berendezést** nappal is készenlétben kellett tartani, mert a lesüllyesztési művelet során, két alkalommal is, ily hirtelen keletkezett vihar, hogy a levonulásra is alig volt idő.

Az **ív szerelése** már nem járt ilyen izgalmmal, mert azt a kész főtartóról lehetett egyszerű módon elvégezni. Ezután elbontották a feleslegessé vált segédjármokat és hozzáláttak a pillér bontásához. Miután a szádfalak 9/10-ét kihúzták, a pillér még meglevő része bedőlt a mederbe. Romjainak eltávolítását csak később, fenntartási munkák keretében végezték el.

A **pályalemez** a hengerelt hossztartókkal együttdolgozó vasbeton szerkezet, a hossztartók a keresztartókon nyugszanak. A lemezrészek a támaszok felett dilatáció révén csatlakoznak egymáshoz. A középső nyílásban 4, a szélsőkben 2-2 pályamegszakítás van. A 4 cm bazaltbeton kopóréteggel burkolt pályalemez teljes elkészülte és az egyéb munkák befejezése után 1949. november 6-án megtartották az ünnepélyes átadást.

A **próbatelhelést** csak egy hónappal később hajtották végre. A lehajlások mért és számított értékei jó egyezést mutattak és a maradó alakváltozás is alatta maradt a megengedettnek.

Bár a tervezés s az építés idején még a régi, 1910. évi Szabályrendelet volt érvényben, a méretezést az akkor már kidolgozás alatt álló Ideiglenes Hídszabályzat elvei szerint végezték. Az 1951-ben elvégzett erőtan ellenőrzés a főtartó egyes részeiben az Ideiglenes Hídszabályzat I/A terhelésére megnövelt biztonság figyelembe vételével, traktortelhelés esetére számottevő túligénybevétel mutatott ki, továbbá a keresztartókat és a pályalemezt is megerősítendőnek ítélte. Az erősítést tervből vették, de mind ez ideig nem hajtották végre.

Az új szegedi közúti Tisza-híd építése

Nincs helyünk arra, hogy az 1883-85 között épült **régi hidat** ismer- tessük, néhány adatot mégis szükségesnek tartunk felemlíteni. A köztu- datban az terjedt el, hogy a műtárgyat a párisi Eiffel-cég tervezte. Ez az iroda két tervet is nyújtott be a nemzetközi pályázaton, majd megbízást is kapott a híd megépítésére. Lósy-Schmidt Ede a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye 1933. évi egyik számában részletes elemzéssel bebizonyítja, hogy az Eiffelék elfogadott tervét tulajdonképpen Feketeházy János MÁV főmérnök készítette, azt több hazai cégnek, s végül a MÁV-nak is felajánlotta, de egyik sem fogadta el. Csak ezután fordult az Eiffel céghez, melynek vezetői, jól ismerve **Feketeházy Já- nos** kiváló képességeit, a tervet sajátjukkal együtt elküldték a pályázatra.

A **régi híd négy felsőpályás** kétsuklós rácsos ívből állt. A bal par- ton elterülő hullámtérben három, a meder felé növekvő nagyságú (66,3 + 86,3 + 97,36 m) nyílás volt, a főmedret pedig egy 109,64 m nyílású szerkezet hidalta át. A nyílások illetően beosztása a hídnak igen esztéti- kus megjelenést biztosított, de az állékonyságára nézve kellemetlen ha- tással járt. Ugyanis a főnyílás és a mellette levő, 12 m-rel kisebb nyílás szerkezeteiből különböző nagyságú **kiegyensúlyozatlan oldalerők** ha- tottak a mederpillérre, ahol a számított talajfeszültség 14 kg/cm²-re adó- dott. Így az, oldalirányban elmozdulván, a mederszerkezet tetőpontjának 50 cm-es süllyedését és a szomszédos nyílás 45 cm-es emelkedését von- ta maga után. A torzulás természetesen nem azonnal keletkezett, a kö- zölt értékeket a 30-as évekre érte el. Hogy a pillért az eredeti helyzetébe visszanyomassák, a mederíveket vonórudakkal látták el, amelyeket meghúzva a pillérre adódó oldalerők eredőjének értelmét sikerült meg- fordítani, így a pillér felső része eredeti helyére toldott, a szerkezetek pedig a megfelelő szintre kerültek. Mivel a vonórúdrendszer a hajózást akadályozta, a tervbe vették a pillér végleges megtámasztását, aminek kivitelezése azonban a háború, majd a **híd felrobbantása** következtében elmaradt.

A helyreállítás során a **kiemelt régi acélszerkezeteket** négy helyen vonóvasas, alsópályás ívként beépítették, ezeken a helyeken a szerkeze- tek mind a mai napig igen jó szolgálatot tesznek.

Az **új szegedi Tisza-híd** támaszköz beosztása eltér a régiétől. A főmedret 147,2 m támaszközű Langer-tartó, a hullámteret 73,05 + 91,15

+ 70,95 m támaszközű felsőpályás folytatólagos, tömör gerinclemezes gerendatartó hidálja át. A pályabeosztás: 2,0 + 8,20 + 2,0 m. Az **újjáépítés** 1947. július 1-én indult meg. Először a megváltozott nyílásbeosztás folytán szükségessé vált új mederpillér megépítését végezték. Ennek alapozása vasbeton caissonnal történt. Ezt a munkát igen nagy körültekintéssel kellett végezni, részben a rendelkezésre álló felszerelés viszonylagos kis teherbírása miatt, részben a süllyesztés közben bekövetkező eltolódás mértékének a lehető legkisebbre való korlátozása érdekében. Hogy a **caisson** beúszató és leeresztő két hajó és a beépített orsós leeresztő-berendezés a vasbeton szerkezettől túlterhelést ne kapjon, a szekrényt a vágóékek szintjén kettős pallózatból kialakított vendégfenékkal látták el, melyet roncsanyagból készített rácsozattal merevítettek. Ugyan ez a rácsozat hordta a szekrény vb. födémeinek zsaluzatát. Amint a vágóél a mederfenékre ült – ez nem következett be a kerület mentén mindenütt ugyanakkor, mert a talaj egyenetlen, - a vendégfenéket a merevítő rácsozattal együtt eltávolították. Minden elővigyázatosság ellenére a caisson a süllyesztés közben – feltehetően az egyenlőtlen földnyomás miatt – az északi végén 75 cm-el **eltolódott** Szeged felé. A bekövetkezett eltolódást a pillér építésénél kiegyenlítették. A caisson vágóéle 20 m-rel van a ± 0 vízszint alatt. E munkák mellett folyt a többi pillér és hídfő átalakítása. A szegedi oldalon a hídfő és a pillér közötti boltozatot el kellett bontani, mert megállapították, hogy a pillér lassú vándorlásban van a meder felé. A boltozat helyére vb. szerkezet került, mely az elmozduló pillérre görgőkkel támaszkodik. Ezt a vasbeton szerkezetet városképi okokból az eredetihez hasonló boltozat mögé rejtették.

Az acélszerkezethez a diósgyőri és ózdi acélművek **2600 t acél**-anyagot hengereltek ki. A műhelygyártás munkáit hét gyárban végezték. Éppen ezért igen nagy gondot kellett fordítani a mérőeszközökre: a pontosság érdekében csak komparált eszközöket használtak.

1948 áprilisában kezdte meg a MÁVAG a **helyszíni szerelést**. A folytatólagos szerkezet szerelése teljes aláállványozással készült 1 db 14 tonnás portáldaru és több kisebb daru közreműködésével.

A mederhíd merevítő tartóit a Titelen át ideúsztatott Ady Endre 100 tonnás úszódaru emelte a **segédjármokra**. Ezek a segédjármok nagy nehézségek árán készült szerkezetek voltak. Összesen **75 acélcső-cölöp** viselte az ívszerkezet súlyát. Egy-egy cölöpre 20 t terhelés jutott. A cső-cölöpök nagy szabad hosszaira való tekintettel igen fontos volt azok ki-

hajlással szembeni merevítése. Az ötletesen megtervezett **merevítő berendezést** bűvárok helyezték a cölöpök víz alatti részeire. A hossz- és keresztirányú erők felvételére alkalmas csavarorsós vonóelemes merevítő berendezést a 147 m nyílású ívszerkezet szelvényomásának felvételére is méretezték, szerelés közben állandóan ellenőrizték, és utána húzták.

A merevítő tartó beszerelése után, ugyancsak az Ady Endre segítségével, helyükre kerültek a pályatartók, majd az alsó szélrácsok. Az ívet és a felső szélrácsot két irányból portáldaruk szerelték. Az ív közepén 1 m-es szakasz ideiglenesen kimaradt. Ide hidraulikus sajtókat helyeztek el, amelyek 700-700 tonna vízszintes erőt tudtak az íveknek átadni, melyek az állványról felemelkedve sarura álltak. E művelet alatt a merevítő tartók közepén **ideiglenes csukló** volt, így az egész szerkezet határozott szerkezetként működött. Annak érdekében, hogy a fél ívek és fél merevítő tartók a tervszerinti helyzetbe kerüljenek, és összeszegecselhetők legyenek, el kellett volna készíteni a vasbeton pályalemezt és burkolatát. A munka meggyorsítása céljából e helyett azonban a **leterhelést** a 40 t súlyú portáldarúval végezték. Az összeszegecselést természetesen a szerkezeti elemek pontos, tervszerinti beállítása és rögzítése előzte meg.

Az acélszerkezeti munkákat a **vasbeton pályaeépítés** követte. A folytatólagos hossztartókkal csak a nyomott szakaszokon **együttdolgozó pályatáblák** minden kereszttartó fölött megszakítással csatlakoznak egymásba.

A próbaterhelést 1948. november 18-án tartották, majd a hidat november 21-én ünnepélyesen forgalomba helyezték.

A **híd tervei** közül az alépítményi terveket Major Sándor, az acélszerkezeti terveket dr. Mihailich Győző és Schwertner Antal irányításával a II. sz. hídépítéstani tanszék munkaközössége, a műhelyterveket Prepeliczay Albert és a Ganz-gyár dolgozta ki. Az acélszerkezet helyszíni szerelési munkáit Fekete János irányította. Az állami építésvezetést (mai műszaki ellenőrzés) Lébényi László és Illéssy József gyakorolták. Valamennyi munka-előkészítés, tervezés, kivitelezés koordinálását, a központi irányítás felelősségteljes feladatát dr. Haviár Győző látta el.

A régi híddal egyidőben a szegedi feljáróban egy négynyílású (4x11,0 m), az újszegedi feljáróban egy 10,0 m. nyílású vasszerkezetű ártéri híd épült, melyeket nem robbantottak fel. Ezek mostanáig üzemeltek. A nemrégiben elvégzett erőtani vizsgálat azt mutatta ki, hogy ezek a szerkezetek a mai terhelési előírásokat nem elégítik ki. Vasbeton szerkezetekkel való kiváltásuk most folyik.

A tokaji Tisza-híd

A régi híd a millennium évében épült. Tervezője Tóth Róbert volt, aki a Fővám téri híd pályázatán pályaművével második díjat nyert. A 210 m hosszú, 51,8 + 107,6 + 51,8 m. támaszköz-beosztású, közepén 30,4 m hosszú befüggesztett résszel rendelkező hídnak érdekes, szép vonalozású, de szokatlan megoldású, háromöves főtartói voltak, melyből kettő a közte levő rácsoszással rácsos merevítő-tartó, a harmadik a függesztőrúd-szerű oszlopaival pedig függőtartó képét mutatta. Valójában azonban határozott, Gerber-rendszerű rácsos tartóval van dolgunk. Ez a maga idejében páratlanul korszerű és szép szerkezet is elpusztult a második világháborúban. A hidat új nyomvonalon épült hatnyílású félállandó szerkezettel pótolták. A főnyílást egy 50,0 m támaszközü, alsópályás rácsos trapéz tartóval hidalták át, a jobb part felé két, a bal part felé három nyílást alakítottak ki, amelyekbe 30-30 m hosszú felsőpályás rácsos szerkezetek kerültek.

Az útvonal forgalmának növekedése, a félállandó jellegű szerkezet korszerűtlensége egyre inkább sürgették a végleges jellegű átépítést.

Az Út- Vasútervező Vállalat által megtervezett új híd nyílásbeosztása a régiével megegyező. A felszerkezet 1,50 + 7,00 + 1,50 m pályabeosztású, kétfőtartós felsőpályás folytatólagos többtámaszú, változó magasságú gerinclemezes gerendatartó, amelyet a pálya függőleges lekerékítésének íve és az alsó él parabolikus kiékelésének szerencsés összhangja, valamint a gerinclemez markáns árnyékhatású függőleges merevítéseinek jó érzékkel megválasztott ritmusa igen széppé tesz. A szerkezet hagyományos anyagokból, hagyományos gyártási és szerelési módszerekkel készült.

Tanulság azért itt is akad. Ezt pedig a közbenső támaszok feletti alsó öv kiképzése jelenti. Ezeken a helyeken az alsó öv lemezkötege 1000 mm hosszban vízszintes, majd ezt követően néhány fokos töréssel a kiékelésbe hajló. Ezen iránytörés folytán a kiékelési szakasz överőjének függőleges összetevője van, ezt azonban nincs mi felvegye, mert a saruöntvény csak 800 mm hosszú. Ennek folytán a megtámasztatlan övszakasz a külső erővel támadott konzolhoz hasonlóan viselkedett és lehajlott, illetve alakját maradónan megváltoztatta.

Ehhez majdnem **hasonló eset** történt 20 évvel korábban, még az óbudai híd jobb parti szerkezeteinek építésénél. A tervező a saru felső

öntvényét éppen olyan hosszúra tervezte, mint az öv vízszintes szakaszát, ez azonban valamelyik „esztéta”-nak nem tetszett, aki, mondván, hogy a kiékelés a fejöntvény ferde síkjának elméleti folytatásával essék egybe, megváltoztatta a főtartó tervét. Ennek következtében a tokaji elrendezéshez hasonló helyzet keletkezett. A gyártást ennek megfelelően folytatták, szerencsére azonban a gyártási munkák ellenőrzésével megbízott mérnöknek feltűnt a saruöntvény és az alsó öv méretei közötti ellentmondás. A dolgot úgy korrigálták, hogy most a saruöntvény méreteit növelték meg az öv csatlakozó méreteinek megfelelően. Itt tehát a három síkbeli erő közös metszéspontja – egy óriás saru árán – valóban közös.

Az újlőrincfalvai Laskó-patak-híd

A poroszló-kiskörei út és a Laskó-patak keresztezésében egy lemezes-gerendás vasbeton híd állott, amelyet a visszavonuló német csapatok 1944 őszén felrobbantottak. A helyére épített ideiglenes híd igen hamar keskenynek és gyengének bizonyult, mégis sokáig váratott magára a végleges megoldás.

Az **új híd** tervezésével az Út- Vasúttervező Vállalatot bízták meg. A megrendelés idején már elhatározott dolog volt, hogy a szolnoki Tisza-híd és az Erzsébet-híd pályalemeze orthotrop szerkezet lesz, kívánatos volt tehát, hogy e nagy létesítmények megvalósítása előtt megfelelő gyártási tapasztalatokat szerezzenek. Így esett a választás a Laskó-patak-hídra. Ilyen nyílászviszony mellett egyébként bármilyen vasbeton szerkezet gazdaságosabb lehetett volna.

Néhány jellemző adat:

Keresztezési szög:	90°
Szabadnyílás:	18,00 m
Támaszköz:	19,00 m
Szerkezeti hossz:	20,00 m
Pályabeosztása (korlátok között):	0,50 + 7,00 + 0,50 = 8,00 m
Az acélszerkezet súlya:	43 Mp

Az **alépitmény** bennmaradó faszádfalak közötti beton síkalap, súlytámfal rendszerű csömöszölt beton felmenőfal stabilizáló konzollal és párhuzamos vasbeton függőszárnyfalakkal, a felső részen vasbeton szerkezeti gerendával és térdfallal.

A **felszerkezetet** két, 1,10 m magas, tömör gerinclemezes főtartó 11 db közbenső, 2 db végső keresztartó és az **orthotrop pályalemez** alkotják. A főtartók távolsága egymástól 5,70 m, a 30 cm-ként 200-10 mm méretű függőleges bordákkal merevített pályalemez mindkét főtartón 1,15 m-rel túlnyúlik, a túlnyomó lemezrész gerinclemezes konzoltartók támasztják alá. Ugyanezek a konzolokon nyugszanak a kiemelt szegélyek szerepét betöltő 200-as U idomok és az idomacél korlátok.

Az orthotrop lemezszerkezet számítási sémáját az Erzsébet-hídról írt tanulmányrészlet tartalmazza.

Az acélszerkezet **anyaga** az MSZ 6289 szerinti 36.24.S minőségű. Valamennyi illesztést, tehát a helyszínieket is hegesztéssel kellett elké-

szíteni. A **gyártás** a pályalemez-elemek tompaillesztéseinek, valamint az egyes fő- és kereszttartó szakaszok nyakvarratainak fedettívű automatikus hegesztésével kezdődött. Az így előkészített alkatrészek teljes szerelési egységgé való összeállítása után készültek a hosszbordák és a főtartó, majd a kereszttartók varratai kézi ívhegesztéssel. A végső művelet a hosszborða-kereszttartó kapcsolatok meghegesztése volt. A varratokat a helyszíni illesztések közelében 20-20 cm hosszú szakaszokon elhagyták. A hosszbordák és a lemez összeállítását és hegesztését, majd a fő- és kereszttartók beállítását és nyakvarratainak elkészítését forgatható beállító készülékben hajtották végre. Az egységeket egyengetés után szállították a helyszínre.

A **helyszíni munka** legkényesebb része a pályalemez alátétlemezes hegesztése volt. Az ilyen típusú varratoknál igen sok a hibalehetőség. Ha az alátét nem simul a lemezhez, gyökhibák keletkezhetnek. Túl vastag alátét nem szorítható kellőképpen a lemezhez, a vékony pedig az alapsor felrakásakor átéghet. A gyökhibák az alátétlemez eltávolítása után javíthatók ugyan, de az alátét lefaragása és a hibák fejfeletti javítása igen nehézkes, munkaigényes feladat. Ezért a kivitelezők nem szívesen távolítják el az alátétet. Vannak olyan kialakítású szerkezetek is, pl. szekrényes szelvények, amelyekben nincs mód az alátétek eltávolítására. Mindenképpen célszerű tehát az alátétlemezes hegesztéseket úgy elkészíteni, hogy azok ne szoruljanak javítgatásra. Különösképpen vonatkozik ez az olyan varratokra, amelyeknek röntgenezése nem lehetséges. (Ilyen lehet pl. egy nem mászható szelvényű szekrénytartó fejlemezének illesztése.) A hibátlan varratkészítés alapfeltétele a minden tekintetben megfelelő alapanyag mellett az elengedő számú kielégítő eredménnyel végzett technológiai próbákon alapuló technológiai utasítás szerinti gondos, lelkiismeretes munka, amely megbízható ellenőrzéssel párosul. A Laskó-híd gyártásáról, illetve szereléséről még annyit említenék meg, hogy a két, már említett nagy híd gyártása vonatkozásában sok haszonnal járt ez a kísérleti jellegű munka. Többek között a hegesztéssel és a vele járó deformációkkal kapcsolatos tapasztalatok mellett felhívta a figyelmet arra, hogy az illeszkedő elemek kiképzésében előforduló kis pontatlanságok hosszadalmas utánmunkálást vonnak maguk után.

Az elkészült acélszerkezet **korrozó elleni védelméül** hagyományos mázolászt alkalmaztak. A pályalemez felső felületén kísérletképpen háromféle **szigetelést** készítettek. A mechanikai úton megtisztított és hígított bitumennel bevont acéllemez szélső harmadán egyrétegű, középső

harmadán kétrétegű bitumenes csupaszlemez, a harmadik harmadon egyrétegű alufóliás szigetelés készült. A szigetelésre 6 cm vastag öntött aszfalt burkolatot fektettek. A kiemelt szegélyek felső felületét képező 5 mm vastag recéslemezt, szigetelés nélkül, 3,5 cm vastag aszfalttal burkolták.

A kivitelezési munkák befejeztével 1961. január 5-én megtartották a próbaterhelést, s annak kielégítő eredménye után a hidat véglegesen átadták a forgalomnak.

A szolnoki Tisza-híd

Szolnok, amint az a fennmaradt feljegyzésekből, korabeli okmányokból és más írott emlékekből is kitűnik, mindig kulcs fontosságú átkelőhely volt a Tisza által elválasztott keleti és nyugati országrészek között. Hadi- és kereskedelmi utak találkoztak a révátkelőhely szomszédságában. Az első híd a török hódoltság idején, 1562-ben épült fel. A magyar mesteremberek munkájával épített fahíd a következő századok harcaiban, de az ország békés esztendeiben egyaránt fontos szerepet játszott. A környező települések költségén fenntartott és fel-felújított hidat 1909 tavaszán a meginduló jég elsodorta. Ekkor elhatározták egy korszerű, időálló híd megépítését.

A dr. Mihailich Győző által tervezett **régi híd** aléplítményét caisson-alapozású hídfők és pillérek képezik; főtartója szimmetrikus rácsoszású, háromnyílású Gerber-tartó, a Szabadság-hídéhoz hasonló elrendezésben. Nyílásbeosztása: 54,86+79,39+54,86 m. A befüggesztett tartó támaszköze 25,16 m. Pályabeosztása: 0,60+4,80+0,60 m. A befüggesztett tartórészt dereglyén szerelték össze, majd beúsztatva a helyére emelték a konzolvégekre szerelt csigasorokkal. Ezen a hídon alkalmaztak hazánkban először két-irányban teherbíró vasbetonlemezt az acélhidakon szokványos zórésvasas pályaszerkezet helyett.

Az 1912-ben felépített hidat **1919**-ben a román intervenciós hadsereg felrobbantotta. A mederbe zuhant szerkezetet kiemelték és megjavítva 1920-ban ismét forgalomba helyezték. A második világháború végén, **1944 októberében** a visszavonuló németek ismét **felrobbantották** a hidat. A szerkezet rongálódása rendkívül súlyos volt, az akkori helyzetben nem is lehetett gondolni az eredeti állapotban való helyreállításra, mert ehhez sem anyag, sem berendezés nem volt biztosítható. Ezért a középű nyílásban csőanyagból a Kossuth-hídéhoz hasonló két-

támaszú rácsos **félállandó híd** építettek hegesztett kapcsolatokkal. A szélső nyílások ugyancsak trapéz alakú rácsos tartóinak kapcsolatait azonban csavarokkal állították elő. E szélső nyílások szerkezetei nem hidalták át a teljes eredeti nyílásokat, a rendelkezésre álló anyag csak 50 m hosszú szerkezethez volt elegendő. A szélső nyílásokat ezért cölöp-jármokkal megosztották. Az 5,0 m-es kis nyílásokat ugyancsak vasszerkezettel hidalták át.

Ez a félállandó jelleggel megépített híd az évek multával azonban egyre kevésbé felelt meg a forgalom követelményeinek. Ezért a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium egy minden tekintetben megfelelő új híd megépítését határozta el.

A legjobb **forgalmi** megoldás érdekében **tanulmánytervek** készültek, s néhányban a város elkerülésének lehetőségét is megvizsgálták. Végül az illetékesek mégis az **eredeti hely** megtartása mellett döntöttek. Az **új híd terveit** az Út- Vasúttervező Vállalat készítette el. A régi alépítmények, melyeket a felszerkezet kívánalmainak megfelelően átalakítottak, meghatározták az új szerkezet fesztávait, s azok meg is egyeznek a régi beosztással. Az **új felszerkezet** háromnyílású, változó magasságú folytatólagos többtámaszú gerendahíd, gerinclemezes főtartókkal, orthotrop pályaszerkezettel. A pálya hossz-szelvénye a középső 75 m hosszon $R=1500$ m függőleges síkú körív, az előző és követő szakaszok lejtviszonya 2,5%. A főtartók alsó kontúrja másodfokú parabola. Magassága a szélső nyílásban 2,0-5,0 m; a középsőben 2,5-5,0 m között változik. A híd alatt nyitva tartott hajózási úrszelvény 45 m széles és a legalacsonyabb pontja 4,42 m-rel van a mértékadó hajózási vízszint felett. A híd pályabeosztása: 2,25+9,00+2,25 m. A kocspálya burkolata 6 cm, a gyalogjárdáké 2,5 cm vastag öntött-aszfalt.

Az 1800-4500 mm törzsszelvény-magasság között változó **főtartók** egymástól 8400 mm-re vannak. Az alsó öv a szokásos övszögacélokból és lemezkötegből áll, a felső övet azonban a pályaszerkezet szerepét betöltő, keresztartókkal és hosszbordákkal merevített, 9300 mm széles síkacél lemez képezi. A főtartókat keresztkötések fogják össze, melyek szerkezete a főtartó magasságától függően zárt keret vagy rácsos elrendezésű.

Az acélszerkezet a keresztartók alsó övének magasságában futó **vízszintes gerincillesztés** alatt és fölött más-más technológiával, más-más anyagból, készült. Az **illesztés alatti rész** hagyományos szegecselt szerkezet, amelyben csak a gerincek gyári illesztései, a merevítések és a

gerincek kapcsolatai hegesztettek. A **felső rész** viszont a gyalogjárda-tartó konzolok szegecselt bekötésein kívül mindenütt hegesztve van. A hegesztett elemek egy része nagyszilárdságú hegeszthető acélból (MTA 50), a főtartó többi része nem hegeszthető nagyszilárdságú (A. 50.35) anyagból készült. A vízszintes illesztés feletti gerincsonk, a pályalemez, a hosszbordák, a keresztartók és keresztkötések, hevederek, merevítések, konzol, korlát és a vizsgálójárda anyaga (36.24.S) normál hegeszthető acél.

A vázlatosan leírt szerkezeti rendszer megválasztásában a **korszerű** haladásra való törekvés mellett főként még az a szempont játszott szerepet, hogy az eredetileg könnyű rácsos szerkezethez készült régi alépítmény csak jelentős és költséges átalakítással vált volna alkalmassá valamilyen nagysúlyú felszerkezet hordására. A réginel kétszerre szélesebb új szerkezet súlytöbblete mindössze 26,3%, s ebből az is látható, hogy **anyagfelhasználás** vonatkozásában is **kedvező**. Ezekon túlmenően azonban az akkoriban már elkészült első ilyen jellegű szerkezet, a Laskó-patak-híd, munkáinál szerzett kedvező tapasztalatok birtokában tervezett szolnoki **orthotrop híd** gyártása további fontos tapasztalatok lehetőségét jelentette az Erzsébet híd tervezői és kivitelezői számára.

Az acélszerkezet **gyártását** a Ganz-MÁVAG híd-gyáregysége végezte. Mivel a méretek és az alakok tartása a csatlakozó elemek jó illeszkedése szempontjából nagyon fontos, az orthotrop szerkezet gyártási egységeit **sablonban** állították össze. A nagyjából 4 M_p súlyú, 5-6 m hosszúságú, 2,10-2,40 m szélességű pályaszerkezeti egységek, amiből 4 db adta ki a teljes szélességet, fordított helyzetben készültek. A sablonba befektették a hosszbordák felé kissé domborúan meghajlított síklemezt, majd fésűs rendezők segítségével elhelyezték a hosszbordákat, ezt követte a már alsó övlemezrel ellátott keresztartók beállítása, amiknek terv szerinti helyzetét ugyancsak **fésűs rendezők** biztosították. A célszerűen kialakított sablonok **forgatásával** lehetett biztosítani, hogy a hegesztést többnyire a legkedvezőbb vályús helyzetben tudták elvégezni. A szolnoki hídnál nem alkalmaztak automatikus hegesztést, a varratok **kézi ívhegesztéssel** készültek. Az alakváltozások minimálisra csökkentése érdekében a hegesztési sorrendet előzetes kísérletekkel határozták meg, betartását gondosan ellenőrizték. Hogy a szerkezeti elemek erős felmelegedését és az ezzel járó deformációt elkerüljék, általában egy-egy elektróda leolvadása után hosszabb szakaszt kihagyva (1,00 m) folytatták a munkát, s a kihagyott szakaszra később tértek vissza.

A pályaszerkezet anyaga normálacél, elektródája ennek megfelelően ER-1. A gerincek viszont nagy szilárdságú acélból vannak, az illesztések varratai EB-1 jelű **elektródákkal** készültek. Az övszögacél és a merevítő bordák felhelyezése után a főtartó egységeket egymás mellé állítva megadták a kívánt túlemelést, felszerelték a vízszintes merevítő elemeket, majd a méretek ellenőrzése után összefűrták a gerinc és az övillesztések szegecslyukait. Átvétel és minizálás után megindult a gyártási egységek szállítása, részben vasúton, részben közúton.

Természetesen a **forgalmat az építés alatt is biztosítani kellett**. Az új híd a félállandó helyére került volna, ezért azt ideiglenes jármokra, amelyeket a kifolyási oldalon építettek, enyhén emelkedő pályán nyílásonként áthúzták. Így összesen 60 óra forgalomkiesés adódott.

A főtartó gyártási egységei egyben a szerelés egységei is voltak. A legsúlyosabb elem 14 Mp, a leghosszabb 12,4 m volt. Az átlagos elemek azonban csak 6-9 Mp súlyúak voltak. A pályaszerkezetnél 4 db gyártási egységből **előszereléssel** alakítottak ki egy szerelési egységet. A legnehezebb ilyen egység súlya 15,4 Mp volt. Az előszerelés menete a következők szerint folyt le. A négy szomszédos pályaelem munkapadon összeillesztették, mégpedig úgy, hogy a síklemez alulra került. Ilyen helyzetben hegesztették össze a kereszttartók övlemezeit egymással és a pályalemez hosszirányú varratainak hozzáférhető oldalát. Ezután az így összehegesztett 9,3 m széles és változóan 5-6 m hosszú pályatáblát egy 20 m fesztávú 5 tonnás bakdaruval felemelve, **forgató-berendezésbe** helyezték.

A forgató-berendezéssel függőleges helyzetbe forgatták a darabot, majd rögzítették. Ebben a helyzetben hegesztették meg a kereszttartó gerinclemez illesztő varratainak egyik, majd 180°-os átforgatás és gyökfaragás után a másik oldalát. A táblát ezután leemelték, végleges helyzetének megfelelően leállítva, a síklemez felső oldalán is – természetesen gyökfaragás után elkészítették a varratokat. Vizsgálat és hibajavítás után a tábla beszerelésre alkalmas volt.

A **főtartó szerelésének** fő eszköze egy megfelelően átalakított és a lehorgonyzást feleslegessé tevő ellensúllyal ellátott 16 Mp teherbírású **Derrick-daru** volt, ami 6,3 m nyomtávú pályán járhatott. A szerelés két nyílásban szabadon történt, csak az induló szakaszt kellett állvánnyal megtámasztani. Ebben és a következő nyílásban egy-egy segédjáromról hidraulikus emelővel emelték ki a konzolok lehajlását, a harmadik nyílásban a tervezett segédjármot is elhagyták, mert a lehajlást a többtáma-

szú tartó erőjátékának ideiglenesen felhordott súlyokkal való célszerű szabályozása révén a nélkül is ki tudták emelni. Mindezt természetesen gondos erőtani vizsgálat előzte meg, és az egyes fázisokban végrehajtandó műveletek menetrendjét annak alapján előre pontosan meghatározták.

A pályaszerkezet illesztései beszerelt állapotban **helyszíni hegesztésekkel** készültek. A konzolosan előrenyúló főtartókra a daru ráhelyezte az odavaló pályatáblát, az illesztési helytől néhány cm-re. Ebben a helyzetben egy külön e célra szerkesztett tapintószerkezettel pontos méretűre vágták a ráhagyással készült lemezt és hosszbordákat. A síklemez keresztirányú illesztései **alátétlemezes varratok**. Az alátétlemezt az egyik elemhez már a parton felhegesztették. A helyszíni összeillesztés után először az alátétlemezt egy alapsorral a másik fejlemezhez varrták, majd több sorban elkészítették a teljes varratot. A hosszbordák, a gerinccsonk helyszíni függőleges illesztéseit felülről lefelé haladva hegesztették Oerlikon Overcord EV-2 jelű elektródával, természetesen gyökfaragással és gyökutánhegesztéssel. Az alátétlemezes illesztésekhez Oerlikon Special bázikus elektródát használtak. A helyszíni illesztések **hibaszázaléka** 8-10 % volt.

Egy-egy pályatábla valamennyi kapcsolati varratának elkészülte után a főtartók alsó része és az orthotrop lemez, illetve a gerinccsonk közötti **hevederes illesztés** felfúrása és beszegecselése következett, majd megkezdődött a következő mező szerelése, miközben a már elhagyott szakaszokon folyt a kerékvetők, a járdatartó konzolok a szegélytartók, stb. elhelyezése. A szerelési munka mintegy nyolc hónapig tartott.

A Derrick-daru elbontása után, bár már nem a legalkalmasabb őszi időben, a síklemez felületének megtisztítása, majd a szigetelés és az aszfaltozás következett, s ugyanekkor helyezték el a **gyalogjárdák** előregyártott elemeit is.

A **próbatelhelésre** 1963. január 10-én került sor. A korlátok síkjában mért lehajlásokat a főtartók síkjaira redukálták. A kapott értékek elég jól vágnak a kéttámaszú átvitel feltételezésével számított lehajlásokkal. A csekély eltérések azt mutatják, hogy a terhelt főtartó a számítottnál valamivel kisebb, a terheletlen valamivel nagyobb részt visel a teherből, tehát a keresztelosztás a kéttámaszú átvitelnél valamivel kedvezőbb. Ez a hatás a terheléstől távolabb, a szomszédos nyílásban fokozottabban érvényesül.

A taktaharkányi Takta-híd

A Takta folyón a második világháború utolsó szakaszáig egy vasbeton kerethíd vezetett keresztül, amely valószínűleg még a húszas években épült. Ezt a hidat is felrobbantották a visszavonuláskor. Pótlására faszerkezetű ideiglenes híd készült, ami idővel elavult, teherbírása sem felelt meg a forgalom igényeinek. Ezért **új híd** építését határozták el.

A tervezéssel az Út- Vasútervező Vállalatot bízták meg 1960-ban. Az elkészült tervek egy kétfőtartós alsópályás rácsos hídra vonatkoztak. A rúdelemeket hegesztett, a bekötéseket **feszített csavaros kötésekk**el tervezték. A vasbeton pálya 7 db közbenső, hegesztett szelvényű keresztartókkal együttdolgozó szerkezet.

Néhány jellemző adat:

A keresztezés szöge:	90°
Szabadnyílás:	30,00 m
Fesztávolság:	31,20 m
Kerettávolság:	3,90 m
Főtartók magassága:	4,13 m
Főtartók tengelytávolsága:	8,50 m
Pályabeosztás:	0,50 + 7,00 + 0,50 m
Felhasznált szerkezeti acél:	38 Mp

A fúrásokkal feltárt **talajadottságok** eléggé kedvezőtlen szelvényt mutattak, iszapos puha M_0^* és puha agyagrétegek váltják egymást. A cölöpökre kerülő hídfőket ezért úgy kellett kialakítani, hogy a földnyomás vízszintes komponense minimális legyen. A megtervezett és megépített hídfők hídtengely irányban mindkét végükön nyitott, vasbeton lemezkeret-szerű szerkezetek, melyeken a töltések áthatolnak, és burkolt részükkel vannak lezárva. Ez a kialakítás biztosítja, hogy az átlagosan 10,1 m szabadhosszúságú, lebegő vasbeton cölöpök gyakorlatilag nincsenek horizontálisan terhelve.

Az **acélszerkezetet** a Közúti Gépellátó Vállalat acélszerkezeti részlege gyártotta és szerelte. A rácsos főtartó négyszög keresztmetszetű zártszelvényű rúdjai A.36.24.S minőségű acélból, **kézi ívhegesztéssel** készültek. E híd tervezéséig a zárt szelvényű rudak gazdaságosságának

* homokliszt

mértéke nálunk csak a külföldi adatokból volt ismeretes. Hogy a Takta-hídnál ez ténylegesen megállapítható legyen, a Tanszék szigorlati terv formájában elkészítette egy azonos hálózatú, teherbírású és a szokásos idomacél-rudakból összeállított, szegecselt kivitelű híd tervdokumentációját. A kimutatott **acél-megtakarítás** 30 %. A szerkezet a takarékos anyagfelhasználáson túlmenően esztétikusabb megjelenésű a hasonló elrendezésű hagyományos szerkezeteknél, s még egy nagyjelentőségű tulajdonsággal rendelkezik: a korrózióval szemben – éppen kialakításánál fogva – sokkal ellenállóbb.

A rúdszelvények és a bekötések újszerűségén felül további **korszerű megoldás**, hogy a szélrács és a hossztartók szerepét a közbenső keresztartókkal együtdolgoztatott, 20 cm vastag, B.280 betonminőségű vasbeton pályalemez teljesen átvette.

A felhasznált **csavarok** hazai készítésűek. A csavarok alapanyaga az MSZ 5780 szerinti CrV 150 jelű króm-vanádium acél. Ez az anyag azután nemesítéssel eléri a megkívánt 80 kp/mm^2 folyási, illetve a 100 kp/mm^2 szakítási szilárdságot. Ezt a minőséget az MSZ 229 10 K-val jelöli.

Az **anyák** minősége az MSZ 229 szerinti 8 G, folyási határa 60 kp/mm^2 , szakítószilárdsága 80 kp/mm^2 , alapanyaga az MSZ 2665 szabvánnyal szabályozott Cr 135 jelű krómaccél. Az **alátétek** alapanyagánál az MSZ 4369 szerinti C.60.H jelzésű szénacélt használtak fel. Az alátéttel szemben támasztott követelmény az volt, hogy keménysége a csavarral legyen azonos, vagyis minimálisan $\text{HB} = 285$.

Ahhoz, hogy a feszített csavarok orsóiban a tervezés során előre meghatározott húzóerő keletkezzék, a meghúzást olyan **szerszámokkal** kell elvégezni, amelyek valamilyen módon, a szükséges pontossággal tájékoztatást adnak a húzóerővel összefüggésben levő és az anyára ható forgatónyomaték nagyságáról. Kétféle **nyomatékmérő kulcsot** terveztek, illetőleg készítettek. Az egykarú kulcsnál a nyomaték a kulcs karjának elgörbülésével, a kétkarúnál a szár elcsavarodásával arányos. A kulcsokat a Közúti Hídfenntartó Vállalat gyártotta, a kalibrálást az Építéstudományi Intézet Laboratóriuma végezte nyomatékmérő gép segítségével. Noha külföldi kísérletek alapján ismert az anyára ható forgatónyomaték és az orsóban ébredő húzóerő közötti összefüggés, és a készített csavarok mindenben megfeleltek a DIN előírásainak, a tervező mégis szükségesnek látta annak kísérletsorozattal való megállapítását. E célra két szellemes, és nagyon egyszerű eljárást eszeltek ki. Az első

esetben a nyomatékot a már kalibrált egykarú kulccsal, a húzóerőt egy szakítógéppel segítségével mérték, míg a másik módszernél a nyomaték mérésére a kétkarú kulcsot, az erő mérésére pedig egy 60 Mp végértékű, Ericssen-féle hidraulikus mérődobozt alkalmaztak.

A legyártott és helyszínre szállított szerkezet **összeállításához** a medret beállványozták, a terv szerinti alak beállítása után a kapcsolókat véglegesen elkészítették. A helyszíni övillesztésekhez az összeállított főtartókat mindig olyan helyzetbe forgatták, hogy az illesztő varrat vízszintes helyzetben készülhessen. Majd bebetonozták a vasbeton pályalemezt, amelyet 1 cm szigetelés és 4 cm védőbeton fölött 5 cm vastag öntőtaszfalt burkolattal láttak el.

A **próbaterhelés** eredményéből kitűnik, hogy a főtartók lehajlásai elérték a számított értékek 82-87%-át, a keresztirányú teherelosztás azonban kissé eltér a kéttámaszú átviteltől, annál valamivel kedvezőbb. A kész hidat az eredményes próbaterhelés napján, 1962. január 9-én átadták rendeltetésének.

A **kísérleti jelleggel** tervezett és megépített szerkezet beváltotta a hozzáfűzött reményeket és lehetőséget nyújtott arra, hogy az itt szerzett kedvező tapasztalatok alapján a minden tekintetben jelentősebb tiszafüredi Tisza-híd terveit hasonló elvek szerint készítsék el.

Az új tiszafüredi Tisza-híd

A Füzesabony-debreceni főút és Tisza folyó keresztezésénél első ízben, 1890-ben épült állandó jellegű, közös közúti-vasúti híd, amelyet 1919-ben román csapatok felrobbantottak. A helyreállítás 1923-ban fejeződött be. A két háború közötti időszakban tervbe vették egy második híd építését, hogy a vegyes forgalom megszüntethető legyen. Az alépítményeket a meglévő híd mellett 1940-41-ben meg is építették, felszerkezetének kivitelezésére azonban a háborús események miatt nem került sor, sőt a visszavonuló német csapatok a meglévő hidat fel is robbantották.

A háború után az újabb keletű alépítményen épült újjá a vasúti híd, egyelőre ugyancsak vegyes forgalommal. Az egyre növekvő közúti forgalom számára ez a megoldás azonban nem volt kielégítő, mert a közúti járműveket csak vonatmentes időben lehetett átbocsátani a hídon, s egy-egy vonat áthaladásakor a várakozás néha a 30-40 percet is elérte.

Az ország gazdasági helyzete azonban csak a hatvanas években tette lehetővé a külön közúti híd létesítését. Az 1962-ben kiadott tervezési megbízás alapján az Út- Vasúttervező Vállalat Hídirodája elkészítette a tervdokumentációt.

Az új híd-felszerkezetek műszaki adatai:

Támaszközbeosztás: $30,0 + 3 \times 69,84 + 30,0$ m

Szerkezeti hossz: 271,21 m

Pályabeosztás: $0,50 + 7,00 + 0,50 = 8,00$ m

Szerkezeti rendszer

a két szélső nyílásban: felsőpályás, kéttámaszú, vasbeton fejlemezű, zártszekrény-keresztmetszetű öszvérhíd;

a három közbenső nyílásban: alsópályás, többtámaszú folytatógagos rácsos acélhíd

Anyagminőség: az MF 109 KGM előírás szerinti „HÍD 2” jelű hídszerkezeti acél.

Az acélszerkezetek elemeinek gyártását a Ganz-MÁVAG Hídgéregysége részben a hídműhelyben, részben a helyszínen hajtotta végre.

A **szélső nyílások** acélszerkezetei teljes egészükben hegesztettek. A műhelyi munka csupán a leszabásra, a leélezésre, a fő- és kereszttartók felső övlemezeinek felhegesztésére korlátozódott. A főtartógerinc darabok egymással, valamint a kereszttartókkal és az alsó, átmenő övlemezrel való kapcsolatait már a helyszínen hegesztették meg a következő sorrendben. Az alsó átmenő övlemez tíz darabját máglyán összeállították, majd fedettívű automatával elkészítették a hosszvarratot előbb a felső, majd fordítás után a gyökoldalon. Ezt követte a keresztirányú illesztések hasonló technológiával való meghegesztése. A 30300x4500 mm méretű lemez merevségét forgatás közben az egyik szélén ideiglenes felhelyezett szögacéllal merevítették. A varratminőség röntgennel való ellenőrzése és a hibák megjavítása után a varratokat síkba köszörülték. A kész lemezen összeállították, merevítették és előre meghatározott sorrendben, összehegesztették a teljes szekrény szerkezetet. A második szekrény készítésénél természetesen jól kamatoztatták az elsónél szerzett tapasztalatokat. A helyszíni adottságok folytán a két szekrény szerelése különbözőképpen ment végbe. A tiszafüredi oldalon felhasználták a régi szerkezet bontásához készített állványzatot, a szerelés ezen történt.

A másik oldalon azonban a rendeltetési helytől mintegy 150 m-re folyt a gyártás. A készacél-szerkezetet azután görgőkön húzták a helyére.

A gerincek felső övére hegesztett kengyeles fogak segítségével, az acélszerkezettel együttdolgozóvá tett vasbeton pályalemez vasszerelése B.50.35, betonja B.280 minőségű. A betonozás és a betonszilárdulás idejére az acéltartót a harmadokban alátámasztották, s csak a beton teljes megszilárdulása után engedték sarukra. Ezzel érték el mind az acél, mind a beton határteherbírásiig való kihasználását.

Az erőtani számításban a zárt szelvény számottevő csavarási merevségének figyelembevételével a keresztirányú hatásérték az alul nyitott szerkezetek 1,000 értékével szemben 0,586-ra adódott.

A hegesztett, zárt szelvényekből kialakított **rácsos mederhíd** gyártása nehéz feladatot jelentett a hídműhely számára. Minden szerkezeti elemet igen nagy pontossággal kellett előállítani, amit a hegesztéssel járó zsugorodások és alakváltozások megnehezítettek. Az azonos, illetve hasonló kialakítású szerkezeti elemek viszonylag magas előfordulási száma kézenfekvővé – és gazdaságossá – tette különféle célszerű merevítő és forgató készülékek és berendezések gyártását és használatát. Az öveket – illetve azok szerelési egységeit – egy 22 m hosszú állítóforgató készülékben állították össze. Érdekességként meg kell említeni, hogy az **övrudak** elemeinek illesztő-varratait is a viszonylag nagy vastagsági méretekre való tekintettel fedettívű automata eljárással hegesztették meg. A **rácsrudak és oszlopok** hasonló módon a gyártásuknak legmegfelelőbbben kialakított berendezésekben készültek el. A **kereszt-tartók** tömör gerinclemezes tartók. A felső övre hegesztett kengyeles horgony-elemek révén a vasbeton pályalemezzel együttdolgozó szerkezetet alkotnak. Első lépésként a felső övlemez fogait hegesztették fel, majd összeállítás és fűzés után fedettívű automata eljárással elkészítették a nyakvarratokat. A **szélrács** rúdjaikat összefordított U acélokból CO₂ védőgázas automatahegesztéssel gyártották.

A főtartó egyes övszakaszait a gyártás egyszerűsítése érdekében egyenesre készítették. A kívánt **tülemelést** a kifektetéskor a rácsrudak segítségével, az övek rugalmas meghajlítása útján adták meg. A kifektetést kellő átfedésekkel három szakaszban hajtották végre. A gyári kifektetés alkalmával a rácsrudakat és az oszlopokat össze kellett fűrni az övrudakkal. E feladatot igen kényessé tette az a körülmény, hogy az övrudak helyszíni illesztését hegesztéssel tervezték, így azok végleges helyzete nem volt biztosítható. A megoldás érdekében kísérleteket vé-

gezték, amelyek alapján arra lehetett következtetni, hogy a helyszíni öv-illesztés kb. 3 mm zsugorodással fog járni. A feltételezés helyességét a helyszíni tapasztalatok igazolták, egyetlen csavarlyukat sem kellett utánfúrni és a túlemelés alig tért el a tervezettől.

A szerkezet **gyártásának szinte legkényesebb része** az övrudak helyszíni illesztése volt. A megfelelő technológia megtalálása végett igen sok kísérletet végeztek, s végül is az illesztést a következő módon készítették el. A csatlakozó övrudakat tervszerinti helyzetbe hozva biztosították, majd a felső ablakon keresztül elhelyezték a két gerinc és az alsó övlemez alátétlemezeit, ezután a külső oldalokról felrakták a tom-pavarratok alapsorait, mégpedig „pozícióban” vagyis a gerincekét függőleges, az alsó övét fejeletti helyzetbe. Az alátétlemezeket ezután lefaragták, a gyököket síkra köszörülték, s a minőséget átvilágítással ellenőrizték. A hibák megjavítása után került sor az ablak befedésére. E művelet első lépése az alátétlemezek igen gondos felhegesztése a felső övlemezekre, ezután behelyezték az övlemez folytonosságát biztosító ablaklemez és annak egyik varratát 60-70 %-ig elkészítették, miközben a lemezt le kellett szorítani, nehogy a készülő varrat zsugorodása felrántsa. Ezután meghegesztették a másik varrat két alapsorát. Így mind a négy övelem varrata közel azonos stádiumban volt. Ezután meghatározott körüljárási irányban minden varrathézagba egy-egy sort húztak a hézagok teljes feltöltéséig. Ezzel a módszerrel kívánták biztosítani, hogy a varratok zsugorodása az övrúd teljes keresztmetszetében nagyjából egyidejűleg következzen be. A kapcsolat minőség-ellenőrzése után elkészítették a gyári munka során a zsugorodás közel feszültségmentes lejátszódása érdekében kihagyott cca. 1,0 m nyakvarrat szakaszokat. Egy illesztés teljes (négy öv) elkészítése az e célra külön betanított négy hegesztő szakmunkásnak eleinte 6, később 3-4 napig tartott.

A helyszíni szerelési munkák számára nemcsak az övrudak hegesztett illesztése jelentett szokatlan feladatot. A rácsrudak, az oszlopok, a keresztartók és a szélrácsok bekötéseit **feszített csavaros kapcsolatokkal** irányozta elő a tervező. A szerkezeti megoldásában hasonló, de lényegesen kisebb taktaharkányi Takta-híd szerelése biztosított ugyan tapasztalatokat e kapcsoló elem alkalmazását illetően, de elég sok nyitott kérdés maradt, arról nem is beszélve, hogy ilyen nagy mennyiségű csavar meghúzását a Takta-hídnál alkalmazott „kisipari” módszerrel nem lehetett volna gazdaságosan és a kellő ütemben megbízhatóan elvégezni. Ezért a kivitelező részben automatikus, részben pneumatikus

csavarozógépekkel és beállításukhoz szükséges tenziméterekkel, valamint nyomaték mérő kulcsokkal szerelte fel a helyszíni részlegét.

A szükséges csavarmennyiséget nyugati import révén biztosították. A művi átvételre nem volt lehetőség, de az utólagos hazai ellenőrzés egyenletes, jó minőséget igazolt, s a munka során mindössze néhány hibás csavart találtak, pedig a szerkezethez 10792 db-ot használtak fel. A súrlódó felületek **érdesítését** háromágú égőfejjel, úgynevezett lánggerblyével végezték. A lángkezelés haladási sebességét 0,5-1,0 m/perc-ben irányozták elő, ennek tartása azonban csak bizonyos gyakorlat megszerzése után sikerült. A kezeléshez m^2 -enként átlagosan $2,5 \text{ m}^3$ oxigént és 1 kg disszociált gázt használtak fel. Nemcsak a kapcsolódó felületeket, de a csavarokat is elő kellett készíteni, ami alatt a megtisztítást és a menetek vékony gépszírozását kell érteni. Egy-egy csomópont csavarjainak **meghúzásakor** először a csavarképek közepén levő csavarjait húzták, majd ezt követően a szélsőket. Ennek természetesen célja volt. Így akarták elérni, hogy az illesztendő elemek esetleges egyenetlensége a csavarképen belül kisimulhasson és a tapadás a teljes felületen létrejöhessen. A meghúzás mértékét a teljes mennyiség 15-20 %-án ellenőrizték, s mindössze 6-8 darabot találtak az előírtól kisebb mértékben meghúzva. A nyomaték mérő kulccsal történő ellenőrzés alkalmas az orsóerő meghatározására, de nem ad felvilágosítást a tapadó felületek **elcsúszással szembeni ellenállásának** nagyságáról.

Határállapotot (a csúsztató erő egyenlő az ellenálló erővel) feltételezve felírható

$$P_e = \mu \times m \times n \times P_o$$

ahol:

P_e = az ellenálló, illetve az elcsúsztató erő,

P_o = az orsóerő,

m = a tapadó felület-párok száma,

n = a bekötő csavarok száma,

μ = a súrlódási (érdességi) tényező.

Azonos anyag, orsóerő, csavarkép és felületpár-szám esetén az elcsúsztató erő kizárólag a felület érdességétől függ. (Palástnyomás és nyírási ellenállás már csak a kapcsolat tönkremenetele után léphet fel, mert a csavarorsó elvileg központosan helyezkedik el az 1,0 mm-rel nagyobb csavarlyukban.) A **súrlódási tényező** nagysága csak a kapcsolat tönkretételével határozható meg. Ezért a feszített csavaros kötések ké-

szítését szabályozó „2. sz. Különleges feltételek” (KF.2) **ellenőrző kapcsolatok** készítését rendeli el, mégpedig a jelenleg érvényes KF.2 szerint minden 2000 db csavar után 3 db ellenőrző kapcsolatot kell megvizsgálni. A kísérleti kapcsolat kialakítását, a vizsgálat módját a KF.2 körülírja. A tiszafüredi híd szerelése idején azonban még egy korábbi előírás volt hatályos. Annak alapján mindössze 5 db ellenőrző kapcsolatot vizsgáltak. A kapott súrlódási tényezők értékei alig haladták meg az előírt minimumot, amiből arra lehet következtetni, hogy a lánggal való érdesítésnél megbízhatóbb eljárást kellene alkalmazni. Azóta már kísérleteztek homokfűvással, valamint mechanikai érdesítéssel.

A szerkezet építése rácsos hidaknál ritkán alkalmazott módon, szakaszos szereléssel és szakaszos, **hosszirányú beruházással** történt. A kezdő szakaszt a beállványozott jobb parti kisnyílás fölött és hídfő mögötti feljárón állították össze. Az így rendelkezésre álló **szerelési pályahossz** mintegy 60 m-t tett ki. Az első, 60 m-es szakasz összeépítése után azt a behúzó pályán mozgó kocsikra helyezték, úgy, hogy a meder felőli vég a kocsin két kerettel konzolosan túlnyúlt, a másik véget pedig ellensúllyal terhelték meg. Ezt a kéttámaszú konzolos tartót azután a meder felé húzták kétkeretnyi hosszal. A felszabadult szerelőpályán hozzászerelték a csatlakozó szerkezetet, majd ismét előbbre húzták az egészet, de előbb a kocsikat két kerettel hátrább helyezték. Ezáltal a konzol hosszabb lett, tehát az ellensúly mennyiségét is növelni kellett. Az első mederpillértől 60 m távolságban segédjárom épült, s amikor a szerkezet vége ideért, kiemelték a konzolvég mintegy 45 cm-es lehajlását, és kocsira helyezték. A segédjárom és a pillér közötti 10 m-es szakaszt már korábban behúzópályával hidalták át, amin a szerkezetet a pillérig húzták előre. A következő nyílást is hasonló módon hidalták át, mivel azonban a szerkezet ekkor már töbttámaszú konzolos tartóként dolgozott, az ellensúly eltávolítható volt. A harmadik nyílás a hullámtérre esik, ahol a behúzó pályát a terepre lehetett építeni. A mintegy 8 m magasságkülönbség miatt a pályán elmozduló rácsos térbeli szerkezettel támasztották alá a mederpilléren túlnyúló szerkezetet. Az áthúzáshoz szükséges vonóerőt kézi meghajtású csörlővel (6 soros csigasor közvetítésével) fejtették ki. A behúzási művelet alatt meg kellett oldani a szerkezet **tenegelyben tartását** is, ami a híd hosszabbodásával egyre nehezebbé vált. Az eltérés a konzolvégen nem egyszer a 10 cm-t is meghaladta, de a görgők kiképzése módot adott a haladási irány kismérvű megváltoztatá-

sára és a tengelytől való kitérések korrigálására, végül is a tényleges tengely elegendő pontossággal megközelítette a tervezettet.

A rácsos **mederhíd számításánál** a tervező annyiban tért el a hagyományos módszertől, hogy az esetleges terhek keresztirányú redukálásával a szokásos kéttámaszú átvitel helyett figyelembe vette a teljes felszerkezet torziós merevségét s így a főtartó alatti hatásérték 0,60-ra adódott. A Tanszék által később végzett mérések szerint a valóságos tehereloszlás ennél kedvezőlenebb.

A keresztartókkal együttlő dolgozó, szegélybordával merevített, 22 cm vastag vasbeton pályalemez és burkolatának elkészülte után megtartották a **próbaterhelést**. Sajnos, az időjárás a méréseket kedvezőtlenül befolyásolta, ezért azok eredményeiből messzemenő következtetéseket nem lehet levonni, pedig a keresztirányú tényleges teherelosztás számítottal való egybevetése igen kívánatos lett volna. Annyit azért sommásan meg lehetett állapítani, hogy a lehajlások jóval a számított értékek alatt maradtak. A szekrényes szerkezetek mérései értékelhetőbben sikerültek s igazolják azt, hogy e szerkezetek lehajlása nagy csavarómerevségük következtében a teher keresztirányú elhelyezkedésétől csak csekély mértékben függ.

Az 1965 márciusában megkezdett munka 1967 júniusában fejeződött be, de a hidat már januárban átadták a forgalom részére.

A híd építése nem mindenben folyt olyan egyszerűen és zökkenőmentesen, mint ahogy az a vázlatos ismertetés alapján feltételezhető. A szerkezeti elemek helyszíni kirakásánál – 1965-66 telén – az egyik felső **övrúd megsérült**. A belső csomólemezt erős ütés érthette, mert az deformálódott és berepedt. Ennek ellenére a rúdrészt beszerelték! A repedés megjavításához a beszerelés után láttak hozzá, a rúd felső övlemezét eltávolították, a csomólemezt kiegyengették, a repedést kifaragták és behegesztették. A dolgot azonban nem lehetett titokban tartani és az építető közel sem volt olyan nyugodt, mint a kivitelező. A sérülés és a javítás körülményeinek tisztázására helyszíni szemlét rendelt el, és a **vizsgálatba** az Útügyi Kutató Intézet Hídosztályát is bevonta. A sérült lemez alsó sarkaiból próbát vettek, majd megvizsgálták. Szállítási és öregbített állapotban 1-1 ütőpróbát végeztek. A fajlagos ütőmunka az előírt $3,5 \text{ mkp/cm}^2$ helyett $0,9$, illetve $0,7 \text{ mkp/cm}^2$ volt. A **kedvezőtlen eredmény** alapján a KPM további vizsgálatok végzését rendelte el. Ezek céljára a sérült lemezből egy nagyobb, és öt másik csomólemez alsó sarkaiból 2-2 kisebb darabot vágtak le, amikből ugyancsak szállítási

és öregbített állapotban ütüpróbákat, továbbá szakítópróbákat végeztek, ellenőrizték a vegyi összetételt és a szövetszerkezetet is megvizsgálták.

A vegyelemzés és a szakítóvizsgálat általában kielégítő eredménnyel járt, sőt a szállítási állapotú Charpy-próbák eredményei is – egy lemez kivételével – elfogadható értékeket adtak. Nem így azonban az öregbített ütüpróbák! Minden lemez átmeneti hőmérséklete magasabbnak mutatkozott az előírt $+20^{\circ}\text{C}$ foknál. Az ügy vége az lett, hogy a sérült csomólemezt kibontották a szerkezetből és jó minőségű lemezből újat építettek be.

A letenyei Mura-híd újjáépítése

A régi Mura-hidat, amely három darab kéttámaszú alsópályás, szegmens alakú rácsos szerkezetből állott, 1912-13-ban építették, majd 1941-ben **felrobbantották** a középső és a bal parti nyílások szerkezetét, majd később a roncsok felett, teméntelen fa felhasználásával ideiglenes hidat készítettek. A negyvenes évek végén megromlott magyar-jugoszláv viszony következtében a provizóriumot a forgalom elől elzárták, sőt a pályát felszedték, később 1951-ben a még ép jobb parti szerkezetet is felrobbantották. A vendéghíd benthagyott faanyagát az árvizek elhordták.

A nemzetközi helyzet normalizálódása után **tárgyalások** kezdődtek a roncsok kiemelése és a híd újjáépítése érdekében. A megállapodások értelmében a roncsemelési, az alépítményi, a szerelési és a vasbeton pálya-építési munkákat jugoszláv, a tervezési és a gyártási munkákat magyar vállalatok végezték.

A tervdokumentációt az Út- Vasúttervező Vállalat Hídirodája 1960-ban elkészítette, s azt mindkét fél jóváhagyta. A tervezést követően a kohászat előállította A.36.24.S és az A.36.24.12 minőségi előírásoknak megfelelő lemez- és idomacélokat.

Néhány jellemző adat:

Támaszközbeosztás:	46,50 + 47,00 + 46,50 m
Szerkezeti hossz:	145,5 m
Pályabeosztás:	0,50 + 7,50 + 0,50 m
Szerkezeti rendszer:	Vasbeton pályával együtt-dolgoztatott többtámaszú folytatólagos, hegesztett, gerinclemezes acél gerendatartó, alsó szélráccsal, a táma-

szok felett gerinclemezes keresztartókkal és nyílásonként 3-3 rácsos keresztkötéssel. A helyszíni illesztések szegecselve készültek.

Főtartók száma: 4 db
Pályalemez vastagsága: 22 cm

A **szerkezet** szinte teljesen **hagyományos**, aminek az oka az, hogy a gyártást és a szerelést egyaránt komplikáció mentesen kívánták megoldani. A gyártással megbízott Ganz-MÁVAG hídgyára azonban felkészületlenül és szervezetlenül fogott a gyártáshoz, amiből azután a legkülönbözőbb bonyodalmak származtak. Az első szakasz gyártására durva **mérethibák** és a hegesztett szerkezeti elemek nagymérvű **deformációja** volt a jellemző. Hogy csak mást ne említsek, az illesztések és bekötések furatainak 30%-át újra kellett fúrni. Külön tanulmányt lehetne írni a helytelenül kivitelezett hegesztésekről. A gyár akkoriban szerelte fel a hídműhelyt automatahegesztő gépekkel, de nem gondoskodtak elegendő tapasztalattal rendelkező irányítókról, sem megfelelő képzettségű hegesztőkről. Csak így érthető, hogy súlyos, alig korrigálható hegesztési hibák keletkeztek. Nem volt azonban érthető a gyár vezetőségének és szakembereinek a magatartása. A minden kétségen felüli hibákat alig akarták elismerni, s a javításokat is szinte ki kellett erőszakolni. Mind-ebből természetesen igen sok bonyodalom származott, amit súlyosbít a híd nemzetközi jellege.

Végül is a szerkezetet leszállították. A helyszíni szerelés után a hidat hosszirányú áttolással helyezték a támaszokra. A pálya betonjának majd aszfaltburkolatának elkészítése után 1961. december 19-én próbaterhelést tartottak. A próbaterhelés során mért lehajlások általában 10-15%-kal maradtak el a számított értékektől és a maradó lehajlások sem érték el a szabályzatban megengedett értékeket.

A jugoszláv-magyar együttműködéssel készült hidat a mellékletesítmények elkészülte után 1962. február 26-án forgalomba helyezték.

A komáromi közúti felüljáró

Az újjáépített híd helyén egy 1891-92-ben épült, ugyancsak két főtartós, süllyesztett pályás rácsos csonka szegment alakú acélhíd állott. A felüljárót 1945-ben, háborús cselekmények következtében felrobbantották. Emiatt a felszerkezet hasznavehetetlenné vált, a két hídfő csupán megrongálódott.

A híd 1945-ben történt **felrobbantása** után a forgalom igénye miatt provizórium készült ugyancsak I vastartós fagerendás szerkezettel, amely a két kijavított hídfőn kívül a vágányok közt elhelyezett három oszlopsorra támaszkodott. A provizórium elégtelen teherbírása, továbbá a vasútforgalmat zavaró közbeeső alátámasztások miatt csakhamar szükségessé vált a felüljáró végleges megépítése.

Az **újjáépítési** munkák tervdokumentációjának elkészítésére a KPM Közúti Hídosztály az UVATERV-et bízta meg. Az UVATERV a megbízásnak eleget téve 1960. szeptember hóban benyújtotta a tervdokumentációt.

A felüljáró egynyílású, alsópályás, rácsos főtartós acélszerkezet, utánfeszített vb. pályalemezzel.

A hídtengely azonos a régivel és merőleges az alatta elhaladó vasúti pályára. (Budapest-Hegyeshalom fővonal Komárom állomási szakasza.)

A híd nyílása 48,41 m, támaszköze 49,40 m, a felszerkezet hossza 50,12 m, a híd teljes hossza az alépítményi alapok között 56,06 m.

A híd keresztmetszetének teljes szélessége 12,80 m, amelyből a korlátok belső éle közötti hasznos szélesség 12,50 m.

Ez a következőképpen tagozódik:

Kocsipálya 7,0 m, 0,50-0,50 m kerékvető, védősáv 0,50-0,50 m széles a főtartóig, s azon kívül 1,75-1,75 m széles gyalogjáró.

A híd vízszintes, a pályaszint magassága 118,80 m A.f. A szerkezet alsó élének (a füstvédő szerkezetnek) magassága 117,80 m A.f. A vasúti ürszelvény magassága 5,80 m.

Az eredeti tervdokumentáció szerint a régi felrobbantott mindkét hídfőt, miután azok a kijavítás ellenére sem felelnek meg statikailag, le kellett volna bontani az alapok felső síkjáig. A **régi alapokra** vasbeton teherelosztó lemezt terveztek s ezekre épült volna a felmenő fal.

A kiemelt föld helyére kőrákat és a régi falazat bontásából származó betonarabokból készült javított háttöltés volt tervezve. A kőrákat har-

madaiban 50-50 cm-es betonba rakott kőszál szolgálta erősítésül, s ezzel a felmenő fal mögötti kőrakatot is be lehetett vonni az erőjátékba. A későbbiek során a bontási munkák alatt észlelték hatására módosították az alépítményi terveket. A Duna felőli hídfőnél a régi hídfő is felhasználásra került az 1962. április 17-én kelt műszaki leírás kiegészítés szerint. A városi oldal hídfője az eredeti terv kisebb módosításával teljesen újjá épült.

A **felszerkezet** alakja csonka szegmens, hasonló a felüljáró folytatásában levő Duna-hídhoz. A főtartó tíz-keretes beosztású, oszlopos rácsoszással. Főtartó magassága közepén 7304 mm, a végeken 2699 mm az övszelvények külső élei között mérve. A keretek távolsága egymástól 4940 mm. A pályaszerkezet tartórácsként működik, a keretként elhelyezett keresztartók együttműködését három-három hosszartó biztosítja.

A vasbetonlemez ezen kívül még két szélső hosszartó támasztja alá.

Mind a kereszt-, mind a hosszartók együtt dolgoznak a vasbeton lemezzel. A pályaszerkezet vízszintes síkban, merev tárcsaként működik. A főtartó alsó övrúdjaiknak megnyúlásából, a keresztartókban fellépő többletfeszültség kiküszöbölése a szokásos hosszartó-megszakítással nem lenne gazdaságos, ezért a két végső keretben a pályaszerkezetet összekapcsolták a főtartó alsó övével. Ezzel a pályaszerkezet részt vesz a főtartó erőjátékában. A pályalemezben keletkező húzást a lemez kábelelkekkel való utánfeszítésével küszöbölik ki.

A főtartók alsó övének a pályaszerkezettel való együttdolgozásából több előny származott.

1. Alacsonyabb lehetett a szerkezeti magasság, az erősebb hosszartók kedvezőbb teherelosztást biztosítottak s ezzel a keresztartók magasságát csökkenteni lehetett.
2. A főtartók alsó övének megnyúlásából a keresztartókra nem jutott igénybevétel.
3. Acél-megtakarítás volt elérhető, mert az erősebb hosszartók miatti többletsúly lényegesen alatta maradt a főtartók alsó övében és a keresztartókban elért súlycsökkenésnek.
4. A pályalemez egységét nem bontják meg a pályamegszakítások, s ezzel elmaradnak az ezekből adódó hiányosságok.
5. Előnyös végül a hegesztett hosszartók fáradása szempontjából is.

A lemez vastagsága 18 cm és 28 db kábellel történik meg az utánfeszítése.

A keresztartók hegesztett gerinclemezes tartók, magasságuk a 2%-os pályaaldalesésnek megfelelően változik. Magasságuk a hídtengelyben 600 mm, az övlemezek külső élei között.

A közbenső hosszartók ugyancsak hegesztett gerinclemezesek, a keresztartókkal azonos a magasságuk. A szélső hosszartók hengerelt szelvényűek.

A vasbeton lemezzel való együttműködést a kereszt- és hosszartók felső övére hegesztett fogak és kengyelek biztosítják.

A gyalogjáró 10 cm vastag vasbeton lemeze, melyet a szélső hosszartó és a szegélytartó támaszt alá. A gyalogjáró konzolok kiosztása a keresztartókéval azonos.

A kocsi-pálya burkolata kétrétegű összesen 5 cm vastag, a gyalogjáróké 2 cm vastag öntött aszfalt.

A gyalogjárókat a két szélén 1,0 m magas acélkorlát szegélyezi.

A híd két végén háromszög alakú lemezekből készült dilatációs szerkezetet alkalmaztak.

A csapadék vizet víznyelők a híd tengelyével párhuzamosan mindkét oldalon elhelyezett Ø216 mm gyűjtővezetéken át a hídfők mögötti aknába továbbítják, ahonnan a csapadék víz vagy a töltésen kialakított folyókába, vagy a városi csatornahálózatba jut. Tehát a hídpályára hulló csapadék nem jut a vasúti pályára.

A híd a város felőli oldalon fix sarura, a Duna felőli oldalon pedig mozgó sarura fekszik fel.

A szerkezet alatt a vágányok felett füstvédő szerkezet készült, amely egyben a magas feszültségű villamos vezeték miatt szükséges védelmet is biztosítja.

Anyagminőségek felhasználás szerint:

Főtartó, hosszartók:	36.24.S jelű folytacélból.
Keresztartó:	MTA 50 jelű nagyszilárdságú acélból.
Betonacél:	A.36.24.12 folytacél.
Feszítő kábelek:	150.50 KBx j. minőségű különleges acél.
Saruöntvények:	A.ö.60 F acélöntvény henger, gömbcsukló C 45. kovácsolt acél.
Beton pályalemez:	B 280 jelű
Gyalogjáró lemeze:	B 200 jelű

A szerkezet hegesztett kivitelű, szegecselt helyszíni **kapcsolatokkal**; helyszíni hegesztés csak az alsó és felső övrudak illesztésénél.

Az illesztővarratok I. osztályú tompavarratok, kifogástalan gyök-kifaragással és utánhegesztéssel készültek.

A vasszerkezet **szerelése** a város felé eső feljárón történik, és behúzó állványon kerül a végleges helyére. Az építés alatt a forgalmat végig fenn kellett tartani a pályaudvar felé, a csehszlovákiai forgalmat Medve, illetve Rajka felé terelték el.

A hídépítési és a csatlakozó feljárók helyreállítási munkái után, 1963 júliusában megtartották a **próbaterhelést**. A lehajlást a középső keresztmetszetben mérték, az a számított értéknek mindössze 27,6%-át érte el. A maradó alakváltozás a rugalmas lehajlás alig 1%-át tette ki. A szerkezet valóságos merevsége tehát lényegesen nagyobb annál az értéknél, amellyel az alakváltozást számolták. Nincs azonban adat arra, hogy e számításban a hossz- és keresztirányú tartókkal együtt-dolgoztatott feszített vasbeton lemez hatását hogyan vették figyelembe.

A próbaterhelés után a hidat, melynek újjáépítése 1961 végén kezdődött, 1963 augusztusában üzembe helyezték.

A mosonmagyaróvári Lajta-híd

A második világháborúban felrobbantott, alsópályás szegmensalakú rácsos hidat a háború után kiemelték és megjavítva ismét üzembe helyezték. A növekvő forgalom azonban mindinkább igényelte egy nagyobb teherbírású és korszerű pályabeosztású szerkezettel való kicserélését.

A tervezési feltételekben városképi okokból felsőpályás hidat kívántak. A megkötött pályaszint és az előírt alsóélmagasság által meghatározott **építési magasság** a nyíláshoz viszonyítva szokatlanul kicsinyre ($l/20$) adódott.

A tervező **két vázlatte**rvit változatot nyújtott be. Az egyik terv acélszerkezetű szekrényes keresztmetszetű szegélybordákkal merevített vasbeton lemezre, a másik olyan takarékiüreges vasbeton lemezre vonatkozott, amelynek húzott vasalását a szerkezet külsőalsó felületén elhelyezett, a betonrészekkel együttdolgoztatott sík acéllemez képezte. A vázlattervekkel kapcsolatban elég sok kérdés merült fel. A megbeszélések során azután úgy látszott, hogy a második variáns alkalmasabb a kidolgozásra. Az elsónél ugyanis szinte megoldhatatlannak látszott az acél szegélybordák és a vasbeton lemez elfogadható együttdolgoztatása.

A részleteiben kidolgozott **terv** szerint megépült híd jellemző adatai:

Szabadnyílás:	24,0 m
Támaszköz:	26,0 m
Szerkezeti hossz:	26,6 m
Pályabeosztása:	$1,25 + 8,00 + 1,25 = 1,50$ m
Szerkezeti rendszer:	Alsó sík acéllemezekkel együtt dolgoztatott 6 cellás vasbeton gerenda- tartó
Keresztartók:	2 db vég-, 1 db közbenső keresztartó
A síklemez minősége:	52.C (MSZ 6280)
A betonacél minősége:	B.50.35
A beton minősége:	B.400

Azért, hogy a cellák zsaluzata visszanyerhető legyen, azok felső lezárása előre gyártott vasbeton elemekkel történt. Az előregyártott elemekből felül zárt kengyelek nyúlnak az általuk megtámasztott pályalemez betonjába.

A **szerkezet különleges** volta a beruházót arra készítette, hogy külső **szakértők** véleményét is kikérje. A terveket és a számítást a Tanszék részletesen megvizsgálta. Szakvéleményében hangsúlyozta, hogy mivel a tervezett tartótípussal még nincsenek tapasztalatok és kísérleti eredmények, a tervezés során csak olyan feltételezéseket szabad elfogadni, amelyek nem csökkentik a biztonságot. De feltehető, hogy a síklemez és a vasbeton bordák közötti kapcsolat nem teljesen merev, ezért a bordában repedések keletkezhetnek, amelyek hatása a kapcsolatra nem tisztázott. A szakvélemény végül is nem javasolta a terv szerinti hídnak ilyen nagy forgalmú helyen való megépítését. Voltak azonban olyan vélemények is, amelyek szerint a szerkezet kielégítően fog viselkedni.

A vélemények, főként azonban a Tanszék aggályainak hatására a beruházó előzetes **modellkísérlettel** kívánta tisztázni a leginkább kifogásolt kapcsolatok viselkedését. Erre a célra 3 db kísérleti tartót készített. A zömök T keresztmetszetű, alul 80, felül 120 cm széles, kétcellás vasbeton tartó magassága 35 cm volt, két végső és két közbenső kereszt-tartóval. A teljes hossz 4,70 m, a támaszköz 4,50 m, az alsó vasalást az 5 mm vastag, MTA 50 minőségű sík acéllemez képezte. Az erre felhegesztett kör- és szalagacél bekötőelemek, valamint háromszög alakú diafragmákkal ellátott, 50 mm magas peremlemez voltak hivatva a B.400 minőségű betonból készült bordákkal és fejlemezzel biztosítani az együttdolgozást.

Két kísérleti tartót az e célra idomacélokából készített **törőpadon vizsgáltak**. A 4,50 m fesztávolsággal alátámasztott tartót a harmadokban 50 Mp-os hidraulikus sajtókkal terheltek. A tartó és a sajtó közé keresztirányban 2 db 200-as I gerendát helyeztek. A terhelést 5-5 Mp-os lépcsőkben adták a szerkezetre. Az első tartónál 14, a másodiknál 6 helyen végeztek nyúlásmérést. A mérési eredmények értékelhetőségét az acéllemez kezdeti hullámossága befolyásolta, ezért a kapott értékeket csak tájékoztatónak lehetett tekinteni. A tönkretévő terhelés a 2x20-30 Mp között volt várható. Az első tartót 2x40 Mp erővel még nem lehetett tönkretenni, s bár ekkor az acéllemez már plasztikus állapotban lehetett, a betonrészekben repedés vagy más káros elváltozás nem volt tapasztalható. A sajtókat végül is középre helyezték és az itt kifejtett 80 Mp erővel tették tönkre a tartót. Ekkor a betonban repedések keletkeztek és a síklemez a tartóközép környékén elvált a betontól. A második tartó betonjában a 2x20 Mp terhelés hatására hajszálrepedések mutatkoztak, amelyek a 2x30 Mp-ból keletkező igénybevételre 1-2 mm-re tágultak, s

a tartó több erőt nem vett fel. A terhelések során mért nyúlásokból számított $E \cdot \epsilon$ értékek diagramjai mindkét tartónál az I., illetve II. feszültségi stádium szerint számított acélfeszültségek által határolt szektorban helyezkednek el.

A harmadik tartót **fárasztó vizsgálatnak** vetették alá. Olyan teherelrendezés és fárasztóerő volt kívánatos, amely a valóságos műtárgy fárasztási erőjátékának megfelelő igénybevételt okoz. A számításokkal meghatározott 9,0-13,0 Mp között változó nagyságú erő a harmadban, a hossz tengelyhez képest 6 cm-re külpontosan, pontszerűen támadta a tartót és abban változó nagyságú igénybevételt keltett. A keletkező igénybevétel analóg volt a tényleges szerkezet üzemi terheléséből számolt igénybevétellel. A fárasztást 2×10^6 ismétlésig folytatták. A pulzálás előtt statikus terhelést hajtottak végre 10 Mp-os lépcsőkben emelkedő, 30 Mp végértékű, a fent körülírt támadáspontú koncentrált erővel és a legnagyobb igénybevételt helyén mérték a lehajlást. A statikus terhelést a fárasztóterhelés befejezése után megismételték.

A mértékadó keresztmetszetben két lehajlásmérő órával mért elmozdulások átlagértékei:

P [Mp]	η [mm]	η [mm]
0	0	
10	1,22	
20	2,89	
30	5,48	
0	0,66	0
10		1,55
20		3,22
30		4,96
0		0,04
<i>2×10^6 ismétlés után</i>		
0	0	
10	1,56	
20	3,28	
30	5,06	
0	0,07	

A szerkezeten sem a fárasztó terhelés, sem a statikus terhelés **káros elváltozást, repedést nem idézett elő.**

Ilyen előzmények mellett került sor a **kivitelezésre**. A régi híd alépítményei kis átalakítással alkalmassá váltak az új felszerkezet hordására. A tervezett híd fesztávát a régiéhez képest a lehetőség határáig megnövelték, hogy ezzel a viszonylag keskeny síkalapok alatt keletkező talajfeszültség eloszlását kedvező értelemben befolyásolják. Erre azért volt szükség, mert az eredeti fesztáv megtartása esetén a réginél jelentősen súlyosabb vb. felszerkezet miatt a megengedhetőnél nagyobb élfeszültség keletkezhetett volna.

Az **acélszerkezet** gyártását és szerelését a Közúti Gépellátó Vállalat hidas részlegének kellett végrehajtania. Az általa összeállított technológiai utasítás szerint a lemezek leélezésén kívül minden munkát a helyszínen kellett elvégezni. A beruházó ugyan kifejezte aggályát, de kivitelezőt e szándékától eltéríteni nem sikerült. Ennek folyományaként azután igen **sok bonyodalom** keletkezett. Az első baj azonban még nem is az érdemi munkával, hanem magával az alapanyaggal volt. Az átvételre felkínált – egyebekben megfelelő tulajdonságokkal rendelkező – lemezek hullámossága az eltűrhető mértéket többszörösen meghaladta. A hengermű simító hengerléssel és a hideg alakítás káros feszültségei miatt hőkezeléssel igyekezett az anyagot elfogadhatóvá tenni. Nem sikerült. Új lemezeket hengereltek, de az elsőknél kisebb szélességgel, mert az akkoriban elkészült új hőkezelő kemence a kívánt szélesség (2300 mm) befogadására nem volt alkalmas.

A megváltozott lemezméret folytán a lemeztervet át kellett dolgozni, mert a síklemez vastagsági méretének változtatását az erőtani követelmények mellett a tábla-méretek is determinálták.

A **gyártást** a beállványozott nyílásban, kissé megemelt helyzetben végezték. A technológiai utasítás meghatározta az illesztendő élek kialakítását, megadta a hegesztés sorrendjét, és előírta a paramétereiket. E paraméterek azonban nem az előírt előzetes technológiai próbák eredményei alapján lettek megállapítva, mert ezek készítését az üzem minden sürgetés és hiányolás ellenére elmulasztotta, hanem a szakirodalom által ajánlott értékek alapján, íróasztal mellett készültek, s a helyi viszonyokat sem vizsgálták meg kellő alaposítással. Súlyosbította a helyzetet az a körülmény, hogy a vállalat korábban nem végezett még automatikus hegesztéseket, így tulajdonképpen gyakorlati tapasztalatokkal se nagyon rendelkeztek.

Az **alapot** a tervezés során még **MTA 50** minőségűnek írták elő, mire azonban a hengerlésre került a sor, már új szabvány volt ér-

vényben. A kihengerelt anyag az új MSZ 6280 szerinti 52.C minőségnek felelt meg. Ezzel az anyaggal még egyetlen vállalat sem dolgozott, tehát tapasztalatért sehová sem lehetett fordulni.

Ilyen előzmények után érthető, hogy az alátétlemezes tompakötések röntgenfelvételei **száznál több**, főként **repedési hibát** mutattak ki. Ezek javíthatása végül azt eredményezte, hogy a 8600x26600 mm felületű lemez elképzelhetetlenül hullámossá vált, aminek megkísérelt hőkezeléses egyengetése csak újabb hullámosodást okozott.

Közben az elmulasztott technológiai próbák pótlásaként a már összehegesztett lemezek hegesztését is magukban foglaló vágási hulladékaiból az UKI-ban **csiszolatokat** készítettek és a kifutólemezekből kivágott próbatesteket is megvizsgálták. A keménység mérések eredményei még elfogadhatók voltak, az **ütővizsgálattal** azonban már kedvezőtlen eredmény született. Ezért elrendelték, hogy a lemezből egy, a röntgenezés által hibátlannak minősített varratú helyéről kivágott darabbal további vizsgálatokat kell végezni. E varrat anyagának (extrapolált) **átmeneti hőmérséklete** +50°C-ra adódott. A mechanikai vizsgálatok eredményei azonban kielégítőek voltak, sőt az alapanyag vizsgálata azt mutatta, hogy az az 52.D minőségi fokozatnak is megfelel. Ekkor elhatározták, hogy a lemez átvételét valamennyi hossz- és keresztvarrat roncsolásos megvizsgálásának eredményétől teszik függővé.

Az eredetileg négyre tervezett hosszillesztések száma a már előadott hengerművi okok miatt ötre változott s ezen felül négy keresztirányú varrat készült. A vizsgálathoz még – a már kivett egy lemezkén felül – nyolc darab 100-150 mm hasznos méretű lemezkét vágtak ki. A vizsgálat igen tanulságos volt, de **eredményei meghiúsították az átvételt**. A lemezt szét kellett darabolni, a hegesztett kötések a hőzónákkal együtt kivágták.

A szétdarabolt lemezeket a gyár budapesti telepére szállították, ahol simítóhengerlés után szállítható méretű táblákba újból összehegesztették. Ezek a **gyári illesztések**, most már kikísérletezett paraméterekkel, poralatti automatikus hegesztéssel készültek, kétoldali kivitelben. A szétdarabolás miatt csökkent szélességet egy újabb lemezcsík betoldása révén egészítették ki a terv szerinti méretre. A **helyszíni illesztések** – ugyancsak elegendő előzetes próba által meghatározott módon – kézi ívhegesztéssel készültek. Először a hosszirányú varratok fejfeletti alapsora készült ráklépésben, majd a takaró sorok. E művelethez Oerlicon Overcord EV-2 jelű elektródát használtak. Ezt követte a gyök gondos

kifaragása és a varrathézagok kitöltése EB-1 jelű elektródával. Úgy a fejfeletti, mint a felső varratrészt középtől indulva, kifelé haladóan ráklépésben hegesztették. S hogy gondosan megtervezett és lelkiismeretesen végrehajtott munkával mit lehet elérni, azt a gyártást ellenőrző technológiai és röntgen vizsgálatok tanúsították: a hibaszázalék messze a sokévi átlag alatt maradt.

Így már nem volt akadálya a bekötőelemek felhegesztésének, a vasbetonszerkezetek elkészítésének, általában a műtárgy teljes **befejezésének**. Hibák, sajnos, e munkák során is adódtak. Az **állvány leeresztését**, például, az ékpárok rosszul megválasztott sorrendű meglazításával akarták végrehajtani. Nem ment, mert a nyílás belső harmadában levő alátámasztások ékei úgy beszorultak, hogy azok legfeljebb csak kiégetéssel lettek volna eltávolíthatók, amihez a beruházó természetesen nem járult hozzá. Nem maradt más megoldás hátra, mint az ékek visszaütése és a helyes sorrendben való újbóli leeresztése. A rossz módszer miatt bekövetkezett alakváltozást, persze nem sikerült kiemelni, a közben, befejezett ékek meglazításához emelő berendezéseket kellett igénybe venni.

Ennyi viszontagság után 1968 nyarán elérkezett a **próbaterhelés** napja. A művelet végrehajtásával megbízott kutatóintézet, amely a tartókísérleteket is végezte, statikus és dinamikus terhelést javasolt alakváltozás mérésel összekötve.

A **statikus terhelést** 16,2 Mp átlagsúlyú tehergépkocsikkal állították elő négy teherállásban.

Három állásban 2-2 tehergépkocsi az egyik kiemelt szegély mellett, majd tengelyben s végül a másik szegély mentén állt fel, miközben lehajlásmérő műszerek a középkeresztmetszet és a támaszközei keresztmetszet **elmozdulásait** mérték. Ez utóbbiak célja a neoprén saruk összenyomódásának meghatározása volt. Itt a hídfő süllyedését Wild N-III szintező műszerrel ellenőrizték. A **nyúlásokat** 30 helyen felragasztott nyúlásmérő bélyegek segítségével regisztrálták.

Az excentrikus teherállások lehajlási értékei azt mutatták, hogy a keresztirányú együttdolgozás kedvező, a középkeresztmetszet elfordulása csekély. E terhek hatására maradó alakváltozás nem keletkezett, ami részben azzal is magyarázható, hogy a próbaterhelés előtt néhány nappal – bár a híd még nem volt megnyitva – igen súlyos járművekből álló oszlopok haladtak át rajta. Az átvonulás után a befolyási oldalon a lemez oldalán hajszálrepedések jelentkeztek.

A **totális terhelést** 12 db összesen 194 Mp súlyú tehergépkocsi adta. Ezen teherpróba hatására a befolyási oldali repedések megnyíltak, s a másik oldalon is felléptek. Üres állásban ismét zártak. A mért lehajlás 36%-kal volt nagyobb, mint az ép betonkeresztmetszet feltételezésével számított érték. Ha azonban a lehajlásszámításnál eltérünk a Szabályzat előírásától s csak a nyomott betont vesszük figyelembe, az így kapható érték mintegy 20 %-kal nagyobb a mérténel.

A nyúlásmérési eredmények szórása nagy, az átlagérték megbízhatósága csekély.

A statikus terhelés után **dinamikus terhelési sorozat** következett. A hídon különböző sebességekkel átfutó tehergépkocsik által keltett dinamikus feszültségeket nyúlásmérő bélyeg segítségével regisztrálták és ugyanezen a helyen felszerelt elektromos elmozdulásérzékelő- és egy direktíróval, felrajzolták a dinamikus lehajlások diagramját. A kapott **nyúlás- és lehajlásdiagramok** karakterüknél fogva alkalmasnak látszanak arra, hogy belőlük a statikus terhelés lehajlásához és nyúlásához képest kimutatható alakváltozási többletből valamilyenfajta, dinamikus faktor-szerű mennyiség számszerűen levezethető legyen. Tekintettel azonban arra, hogy ilyen mérés még viszonylag kevés volt, és azok mindig csak egy-egy pontra vonatkoztak, a számszerű értékek elegendő mérési tapasztalat és kontroll hűjával nem tekinthetők kifogástalannak. Ezen túlmenően az itt és néhány más helyen végzett ilyen mérések eredményei nem egyeznek más intézmények hasonló célú, de más módszerű méréseiből levonható következtetésekkel.

A vizsgált hídszerkezetre a Szabályzat szerint 1,21 **dinamikus tényező** számítható. Az 5-65 km/óra sebességgel áthaladó gépkocsiknak a nyúlás- és lehajlásdiagramokból levezethető dinamikus többletértékei 1,2-1,6 között változnak, de az azonos sebességekhez is **nagy szórás**t mutató mennyiségek tartoznak, s a dinamikus értékek nagyságrendi változása nem konform a sebességek nagyságrendi változásával, törvényszerűséget megállapítani nem lehet. S ha arra gondolunk, hogy a két, ideálisnak egyáltalán nem mondható rezgő rendszer, mármint a híd és a tehergépkocsi, egymásra hatása, pontosabban egymásra ható gerjesztő és csillapító hatása számtalan zavaró tényező (a résztömegek ismeretlen elosztása, pályaegyenetlenség, sebesség- és irányváltozás, centrifugális hatás, stb.) folytán csak igen durván adható meg, arra következtetésre kell jutnunk, hogy e módszerekkel egyelőre csak a jelenségek regisztrálására szorítkozhatunk, de azok kiértékelésére és törvényszerűségeik

felismerésére majd csak sok újabb mérés adatainak ismeretében vállalkozhatunk.

A sokat vitatott szerkezet tehát végül is elkészült és a múlt ős óta forgalomban van, természetesen **gondos felügyelet** alatt áll. Eddig, a már említett repedéseken kívül káros jelenséget nem tapasztaltak, de hát a szerkezet még nagyon fiatal.

A bodonhelyi Rába-híd

A régi egyjártú vasbeton gerendahidat, melynek támaszközbeosztása: 22,0+29,0+22,0 m volt, 1938-ban helyezték üzembe. E híd is a háború áldozatává vált. Az útvonal alárendelt jellege folytán helyreállítását más fontosabb építések érdekében mindig elhalasztották. 1965-ben azután a közeli árpási Rába-híd korszerűsítése halaszthatatlan igényrel jelentkezett. Ez lehetőséget nyújtott arra, hogy a bodonhelyi híd, mint az árpásinak terelőhídja, végre újjáépüljön.

A helyi viszonyok és a várható forgalom szempontjait mérlegelve egyjártú híd építése elegendőnek látszott, s ebben az esetben a négy alépítmény közül csak egynél, amelyet a robbantás nagyon megrongált, volt szükség vízszint alatti munkavégzésre.

Az Út- Vasúttervező Vállalat a régi nyílásbeosztáshoz teljesen alkalmazkodó „C” teherbírású, két főtartós **öszvérszerkezetet** tervezett, ami a korábbi hasonlóktól legfeljebb csak annyiban tért el, hogy a helyszíni illesztéseket és a bekötéseket feszített csavarozással irányozták elő. Anyagát MTA 50 minőségben írták elő, de még a hengerlés előtt megváltoztatták az anyagszabványt, s így a szerkezet 52.C jelű anyagból készült. A pályabeosztás korlátok között: $0,50 + 3,80 + 0,50 = 4,80$ m. A **felszerkezet** egyéb tekintetben teljesen **hagyományos**, s ha építése közben minden rendben ment volna, nem is igen lenne mit elmondani róla.

Az alépítmények átalakítását és az egyéb beton és vasbeton munkákat a feljáró utak korszerűsítésével együtt a Hídépítő Vállalat végezte.

Az acélszerkezet **gyártása** és szerelése a Közúti Gépellátó Vállalat feladata volt.

Ez a cég éppen akkoriban készítette a mosonmagyaróvári Lajta-híd síkacél-lemezét. S, mint ahogyan ott sem, úgy itt sem tartották be a „Különleges feltételek”-nek és a saját maguk által készített technológiai utasításnak az előzetes és a gyártás közbeni technológiai próbákra vonatkozó előírásait. A gyártás viszonylag egyszerű feladatot jelentett.

A felső övre kézi ívhegesztéssel felerősítették a bekötő elemeket, közben elvégezték a 14 mm vastag, 1100 mm magas gerincegységek tompa illesztéseit, majd az alsó övlemez szegélyvarratát készítették el automata eljárással. A 300x40 mm keresztmetszetű alsó öv ugyanis két db 20 mm-es lemezből lett kialakítva, hogy az előmelegítés elkerülhető legyen. Hasonló módon készültek a felső övnek a közbenső támaszok feletti szakaszai. A felső öv többi szakasza 200x20 mm méretű anyagból van. A gerinclemez és az övek közötti kapcsolatot biztosító sarokvarratokat fedőporos automatikus ívhegesztéssel készítették. Mivel a két főtartó távolsága mindössze 2,30 m, kézenfekvőnek látszott a mintegy 12,0 m hosszú **gyártási egységek** teljes gyári összeszerelése. A kereszt-tartók, a keresztkötések és az alsó szélrács tehát már a gyárban végleges bekötésre kerültek s ez a szállítás szempontjából is kedvező volt.

Az építető nem nyugodott bele abba, hogy a gyár nem készített **technológiai próbákat**. Végül sikerült elérni, hogy a szerkezet hulladék anyagából az alkalmazott paraméterekkel előállítottak, néhány próbadarabot. A sarokvarraton 2 db próbatest összesen 8 db varrata közül kettő repedt volt. A **repedések** jellegzetes megrepedések, melyek a meg nem felelő hegesztési paraméterek következtében képződnek. A sarokvarratos próbatestek csiszolatán végzett **keményiségmérések** szerint a 20 mm-es övlemez a sarokvarrat hőhatásövezetében meg nem engedhető mértékben beedződött. A mért legnagyobb keménység 370 HV.10. A próbadarab egyes varratainak hegesztése a kisméretű próbadarabot nyilvánvalóan egyre jobban felmelegítette és az egymás után készített varratok egyre jobban előmelegített alapanyagra készültek. A hőhatásövezetekben mért legnagyobb keménység, a négy sarokvarrat hegesztési sorrendjében: 370, 345, 311 és 275 HV.10. A másik csiszolaton mért keménység gyakorlatilag rendre azonos: 366, 333, 309 és 283 HV.10. A tompavarratos próbadarabok vizsgálatai általában kielégítő eredményeket adtak.

A sarokvarratos próbatestek kedvezőtlen eredményei arra készítették az építetőt, hogy **helyszíni vizsgálatokat** végeztesen. Időközben azonban a szerkezetet már összeszerelve a helyére húzták, sőt a vasbeton pályalemezt is elkészítették. A helyszínen, még a szerelés stádiumában a műszaki ellenőrzés lebontatott egy feszített csavaros kereszttartó bekötést, mert a hevederlemez megmunkálása nem egyezett a tervvel. A lebontott lemez, de a kereszttartó gerince, valamint a pamlaglemez felülete nem volt érdesítve! Némi lángkezelés nyoma (korom) felfedez-

hető volt ugyan, de bizonyos, hogy a feltárt felületek nem biztosíthatták a megkövetelt 0,6 mérőszámú sűrűlódási tényezőt. Ezután valamennyi bekötést le kellett bontani. A helyzet nagyjából minden helyen ugyanolyan volt. Az érdesítést végül is a helyszínen végezték el, mechanikus eljárással és kielégítő eredménnyel.

A már sarukon álló híd acéltartóin, közelebről az alsó öv nyakvarratán **mágneses repedésvizsgálatot** végeztek. A szűrőpróbaszerűen kijelölt szakaszokon mindenütt jelentkezetek a gyanított repedések. A melegrepedések a varrat felszíne alatt keletkeznek, ezért szemrevételezéssel nem fedezhetők fel, a varratot keresztül vágva rendszerint radiális helyzetű, tömlő alakú folytonossági hiány képet mutat.

Arról, hogy a hídszerkezetben keletkezett-e beedződés vagy sem, csak **roncsolásos vizsgálat**tal lehetett meggyőzni. Ennek céljaira az alsó öv támaszközeli részéből vágtak ki meghatározott méretű darabokat, amelyek vizsgálatával az UKI mellett a Vasipari Kutató Intézetet is megbízták és a vizsgálatok alapján szakvélemény adására a Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Intézetét is felkérték.

A **vizsgálat** kiterjedt az öv-szegélyvarrat csiszolatán a hegyanyagban és a hőhatásövezetben a keménység mérésére; repedés felderítésére, a lángvágás miatti durva hibák kihegesztése hatásának elemzésére, a hegyanyag mechanikai tulajdonságainak megállapítására. Az alapanyag hegeszthetőségének ellenőrzését a szabvány előírásai szerint végezték. Vizsgálták továbbá az alapanyag beedződési hajlamát és mesterségesen előidézett repedések terjedésének feltételeit.

Az **eredmények** azt mutatták, hogy a szegélyvarratban mikrorepedések vannak, a hőhatásövezetek helyenként beedződtek. Az alapanyag magas folyási szilárdság mellett ($\sigma_F = 38-42 \text{ kp/cm}^2$) szűz a megengedett arány (0,22 %) felett is (0,23 %), egyéb, a beedződés szempontjából kedvezőtlen hatású ötvözt (Mn, Si) is a felső határ közelében tartalmazott. A hernyóvarratos próbadarabok $\varnothing 3,25$ és $\varnothing 5$ mm-es elektródákkal készített varratainak hőhatásövezetében mért keménységek a megengedett mértéket meghaladták. A vizsgálatok nagyon sok számszerű és elvi jelentőségű eredményt szolgáltatottak, amelyekből az a végkövetkeztetés volt levonható, hogy az adott alapanyag csak előmelegítve, megfelelően megválasztott huzal és bázikus (hochbasisch) fedőpor alkalmazása esetén tekinthető jól hegeszthetőnek. Ettől eltérő technológia hatására az alapanyag a hőhatásövezetben meg nem engedhetően beedződhet, s a hegyanyagban, de az alapanyagban is

mikrorepedéseket tartalmazó, rideg tulajdonságú zónák keletkezhetnek, tehát az így készült szerkezet a **ridegtörés veszélyét** hordja magában.

Az ilyen előzmények után összehívott **bizottság**, amelyben a megbízott szakértőkön felül a tervező, a kivitelező, az építető és felügyeleti szerve is képviselve volt, végül is úgy nyilatkozott, hogy a szerkezet a rendeltetésszerű használatra nem alkalmas, de megfelelő átalakítással és a hozzáférhető hibák megjavításával azzá tehető.

Ezek után a tervező kidolgozta az **erősítés** tervét, amely lényegében az alábbiakat írja elő. A sarokvarratok mágneses repedésvizsgálattal felderített repedéseit el kell távolítani. Ugyanitt merevítő-lemeztől merevítő-lemezig nyúló övszögvasakat kell elhelyezni feszített csavaros kötéssel. Ez lenne hivatott a feltehetően beedződött hőzónájú sarokvarratok szerepét átvenni. Az alsó öv húzott szakaszait pótövvel kell ellátni, ugyancsak feszített csavaros kötéssel, majd e húzott szakaszok kettős övlemezét összefogó szegélyvarratait teljesen el kell távolítani.

Az erősítés megtervezésénél, illetve a pót-övlemez méretezésénél kapóra jött az a körülmény, hogy a közbenső támaszok feletti keresztartók **tervezési tévedés** folytán gyenge beköteése építési igénybevételét csökkenteni kellett, s ezért a segédjármokat nemcsak a behúzáshoz, hanem a betonozáshoz is felhasználták, holott az eredeti elképzelés szerint a pályalemez a négytámaszú acéltartón készült volna. A három nyílásközépi segédjárom úgy volt az acélszerkezet alá ékelve, hogy azzal éppen csak érintkezett, tehát csak a betonszerkezetekből keletkezhetett járomreakció. A módosított támaszelrendezés természetesen a végleges szerkezet igénybevételeit is módosította, a tartó-menti feszültség eloszlás is megváltozott. (Természetesen a kivitelezési változtatást erőtani vizsgálat előzte meg.) Joggal állapíthatja meg bárki, hogy ha a tervező már eredetileg is a kivitelezett támaszelrendezéssel irányozza elő a betonozást, úgy gazdaságosabb acélszerkezetet tervezhetett volna. Ez igaz, de anélkül, hogy filozofálni akarnék, azt javaslom, a jelen esetben legyünk fatalisták, s örüljünk, hogy a kezdeti „elnézés” végül is haszonnal járt. Egyébként még további tartalék rejtőzött abban, hogy a két lépcsőben megtervezett támaszsüllyesztésnek a második lépcsőjét már – éppen tartalékbiztosítás céljából – nem hajtották végre.

A megtervezett erősítés kivitelezése éppen most folyik, a híd azonban már több mint egy évvel ezelőtt olyan stádiumban volt, hogy ha nem hibás, üzembe lehetett volna helyezni. A megerősített híd a számítások szerint az új Közúti Hídszabályzat „C” jelű járműteherre (egyenle-

tesen megoszló nélkül) fog megfelelni, ami a forgalomsűrűséget és az egyjáratúságot tekintve, megengedhető.

A bodonhelyi Rába-hídnál jelentkezett hegesztési hibák és az ezek vizsgálata folytán felderített alapanyag-tulajdonságok, illetve az ezek miatti **problémák túlnőtték e kis híd keretein**. Ekkor már gyártották a kisari Tisza-hidat, amelynek szerkezete ugyan túlnyomó részben normál acélból van előírányozva; készült a többségében 52.C-vel tervezett barcsi Dráva-híd, és a györsövényházi feszítettcsavaros rácsos híd, valamint az új győri Rába-híd és a Baross téri felüljáró tervei elkészültek. E szerkezetek anyaga is az 52.C. Sőt az algyői Tisza-híd tervein is jóformán az utolsó vonalakat húzták ki.

A bodonhelyi szerkezetnél tapasztaltak az építetők, a tervezők és a kivitelezők idegeit egyaránt felborzolták. **Tárgyalások** kezdődtek, s folynak még ma is, azt azonban nem lehet elmondani, hogy már eredmények is lennének. A **kohászok** arra hivatkoznak, hogy az anyag a szabvány előírásainak megfelel, hegeszthetőségét azonban csak megfelelő technológia alkalmazása esetére lehet garantálni. A **kivitelezők** nem akarják a megfelelő technológia alapfeltételeit képező előmelegítést bevezetni, sőt az ennek szükségét felderítő előzetes vizsgálatokat sem akarják vállalni. **Nincs szerv**, amelyik az anyaghoz illő huzalokat és fedőporokat tudományos alapossággal megtervezett kísérletsorozattal kiválasztaná, nincs, amely ilyeneket gyártana vagy importálna. Arra számítani, hogy az alapanyag problémamentes hegeszthetőségi feltételeit drága ötvözők (V; Ni) adagolásával teremtsék meg, nem lehet, mert ezt nálunknál sokkal gazdagabb országok sem teszik, bizonyára azért, mert a komplikáltabb technológia még mindig olcsóbb, mint az alapanyag tulajdonságainak javítása.

Az egész ügy mielőbbi és megfelelő **rendezése sürgető feladat** valamennyi illetékes és érdekelt szerv számára, mert a népgazdaság nem mondhat le arról az igényéről, hogy kivitelezendő létesítményeibe mindenkor gazdaságos acélszerkezetek kerüljenek beépítésre. Olyanok, amelyek a rájuk rótt szerepet az előre meghatározott élettartamuk minden szakaszában kellő biztonsággal képesek teljesíteni. Ilyen acélszerkezetek pedig csak korszerű anyagoknak korszerű technológiával való párosítása útján állíthatók elő.

A szabadszállási Dunavölgyi-főcsatorna-híd

Jóllehet e híd felszerkezete nem acél, úgy érzem, ismertetése mégis beilleszkedik e tanulmányba.

Az Alumínium Kutatási Tanács 1948. május 19-én tartott ülésén elhatározta egy **kísérleti jellegű alumínium híd** építését, hogy e fémnek, mint hídszerkezeti anyagnak viselkedését minden vonatkozásban tanulmányozni lehessen. A KPM magáévá tette a gondolatot és megbízta a tervezéssel az Állami Mélyépítéstudományi és Tervező Intézetet, megjelölve a híd helyét is. A tervezési irányelveket külön e célra életre hívott bizottság állította össze.

A szabadszállás-kerekegyházi út 2+420 km, illetve a jelenleg érvényes nyilvántartás szerint a kecskemét-kerekegyháza-szabadszállási út 30+282 km szelvényében a Dunavölgyi főcsatornát – 1944-ben történt felrobbantásáig – egy kétnyílású téglaboltozat hidalta át, majd háborús provizórium bonyolította le a forgalmat.

Az új híd néhány jellemző adata:

Keresztezési szöge:	90°
Szabadnyílása:	12,00 m
Fesztávolsága:	12,60 m
Szerkezeti hossza:	13,20 m
Pályabeosztása (korlátok között):	0,75 + 6,50 + 0,75 = 8,00 m

A **fémszerkezet** két, tömör gerinclemezes főtartóból, egy, a tengelyben elhelyezett hossztartóból és 3,00 m-enként beépített tömör gerinclemezes keresztartókból áll. A főtartók gerinctávolsága 6,72 m.

A **szerkezeti elemek anyagát** a csepeli – akkor még Weiss Manfréd – gyár készítette. Az alapanyag Fredal JU 2 jelű Dural típusú nemesített, de mesterségesen nem öregített alumínium ötvözet.

Az előírt szilárdsági értékek:

Szakítószilárdsága:	34 kp/mm ²
Folyási határ:	0,2 %
Maradó alakváltozás:	23 kp/mm ²
Nyúlás (10 d):	10-12 %

Az **anyagátvételi vizsgálatok** alkalmával minden próbapálcára mérőműszert szereltek, amellyel a 0,2 %-os maradó alakváltozás, vagyis a

folyási határ megállapítására pontos diagrammot vettek fel. A diagrammok a rugalmassági modulus, az arányossági és a rugalmassági határ megállapítására is alkalmasak voltak. Az alábbiakban közöljük az átvételnél megállapított átlagértékeket.

Hengerelt lemezek:

$$\sigma_B = 43,8 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_F = 29,3 \text{ kp/mm}^2$$

$$\delta_{10} = 18,4 \%$$

$$E = 722 \text{ Mp/cm}^2$$

Préselt profilok:

$$\sigma_B = 40,8 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_F = 29,2 \text{ kp/mm}^2$$

$$\delta_{10} = 16,3 \%$$

$$E = 734 \text{ Mp/cm}^2$$

Szegecsanyag: (nemesítetlen)

$$\sigma_B = 27,3 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_F = 24,9 \text{ kp/mm}^2$$

$$\tau_{\emptyset 16} = 19,4 \text{ kp/mm}^2$$

$$\tau_{\emptyset 20} = 18,7 \text{ kp/mm}^2$$

$$\delta_{10} = 7,9 \%$$

$$E = 685 \text{ Mp/cm}^2$$

A rugalmassági modulus értékeinek ingadozása feltűnően magas volt, a préselt profiloknál, pl. 38 %-ot tett ki. Az ötvözet vegyi összetétele az előírtat jól megközelítette. Fárasztási vizsgálatokat is végeztek.

Ezek eredményei:

$$n = 2 \times 10^6 \text{ esetén } \sigma_K = 16 \text{ kp/mm}^2$$

$$n = 10 \times 10^6 \text{ esetén } \sigma_K = 12 \text{ kp/mm}^2$$

Az értékek $\sigma_a = +1 \text{ kp/mm}^2$ kezdőértékű lüktető szilárdságok. Laposfejű $\emptyset 20 \text{ mm}$ méretű szegeccsel készült kétnyílású kötésen végezett fárasztóvizsgálat eredménye:

$$n = 20 \times 10^6 \text{ esetén } \sigma_K = 8 \text{ kp/mm}^2$$

mely érték $+98 \text{ kp/mm}^2$ kezdőértékű lüktető szilárdság. Végül is a megengedett feszültségek:

$$\text{húzásra és hajlításra } \sigma_{\text{eng}} = 1300 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{kihajlásra } \lambda > 70; \quad \sigma_{Kr} = \frac{1}{\lambda^2} \times 2,4 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$\lambda < 70; \quad \sigma_K = (1300 - 11,5 \lambda) \text{ kp/cm}^2$$

A szegecsekben pedig:

$$\tau = 800 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_p = 1700 \text{ kp/cm}^2$$

A tervek elkészülte után 1949 augusztusában megkezdődött a **kivitelezés**.

Az alumíniumszerkezetet a Magyar Vagon és Gépgyár győri híd-műhelye gyártotta. A gyári szegecsek feje nem a hagyományos félgömbölyű, hanem kúpos pogácsa alakú. Ennek oka az, hogy a félgömbölyű fej hideg sajtolásához szükséges erő olyan nagy lett volna (80-90 Mp), amely már az alapanyagot is deformálta volna, míg a kúpos fej félekkora erővel sajtolható.

A szerelést ugyanaz a gyár végezte. A helyszíni illesztések az eredetileg tervezett meleg szögecselés helyett horganyzott vascsavarokkal készültek, mert a meleg szögecseléssel végzett kísérletek a szerelés idejéig nem jártak kielégítő eredménnyel. A szerkezetet a parton, illetve a feljárón teljesen készre szerelték, még a könnyű pályatáblákat is elhelyezték, majd állvány nélkül, bebillentve a helyére húzták, és a sarukra eresztették.

A pályaszerkezet a híd egynegyedén merevített alumíniumlemezről készült, a többi részen előregyártott vasbetonlemezeket helyeztek el. Míg ez utóbbi elemek súlya (burkolattal együtt) közel 550 kp/m^2 , addig a könnyű pályaszerkezet az aszfaltburkolattal együtt 160 kp/m^2 .

A kész fémszerkezet korrózió elleni védelmének meghatározásakor ugyancsak kísérleti szempontok kerültek előtérbe, vagyis többféle eljárást írtak elő. A szerkezet egy része alapkezelés és festés nélkül maradt. Az alapkezelést a felület egy részén mechanikai, egy részén viszont kémiai (oxidációs) úton végezték. Az oxidált felület egy részét mázolás nélkül hagyták, többi részét és a mechanikailag kezelt felületeket részben cinkkromátos, részben bauxitvörös alapmázzal, majd alumínium-bronz fedőmázzal vonták be.

A **próbatelhelés** közel olyan eredménnyel járt, mint amit egy hasonló kialakítású acélszerkezet terhelése adott volna. A mért behajlási értékek mintegy 21 %-kal kisebbek a számítottnál. A maradó alakváltozás a legnagyobb lehajlás 4 %-át tette ki. A keresztartók a vártnál lé-

nyegesen kisebb alakváltozást mutattak, ami pályalemezzel való együttműködésre vezethető vissza. Érdekes jelenség volt azonban az, hogy miután a terhelés a hídról lement, a híd közepe még cca. fél óráig emelkedett, e mozgás végértéke mintegy 0,5 mm.

A próbaterhelés után, 1950. december 23-án a hidat üzembe helyezték. Az öt év múlva (1956. január) megtartott **időszakos vizsgálat** alkalmával a műtárgyat jó állapotban találták. 1959-ben a horganyzott vascsavarokat alumínium szegecsekkel váltották fel. Ezeket a szegecseket egészen szokatlan alakú, úgynevezett „köldökfej”-jel látták el. Ugyanakkor, mert a hídon rendszeresen közlekedtek a névleges teherbírást jócskán meghaladó súlyú járművek, újabb próbaterhelést végeztek, amely lényegében az első próbaterhelés eredményeit megerősítette és megállapítható volt, hogy a teherbírásban lényeges változás nem következett be. Az utolsó, 1965-ben tartott vizsgálat során a védőbevonatok romlását állapították meg.

A szabadszállási műtárgyról még el kell mondani, hogy az Európában a harmadik, a világon az ötödik alumínium szerkezetű híd.

A Közúti Hídszabályzat

Neves tudósok egész sorának mélyreható munkássága nyomán a múlt század második felében a **mechanika kifejlesztése** révén új tudományág keletkezett: a tartók statikája. Ezzel egyidőben – szükségszerűen – kifejlődött a **tudományos anyagvizsgálat**, amely a szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságainak felfedésével lehetőséget biztosított a **tartók méretszámításához**. Ennek folytán a hídépítés világszerte, s így hazánkban is nagy fejlődésnek indult.

Ezt az ívelő fejlődést 1891-ben súlyosan megzavarta az Eiffel-iroda által tervezett **münchensteini** (Svájc) 41,0 m nyílású **híd leszakadása**, mely tizenöt halálos áldozatot követelt és mintegy száz súlyos sebesülést okozott. A vizsgálat **méretszámítási és szerkesztési hibákat** fedett fel, s ez a tény természetesen felháborodást váltott ki.

Ezt követően a vasutak **hídvizsgáló osztályokat** állítottak fel. A MÁV hídvizsgáló osztályát 1892-ben szervezték meg. Feladata volt a vasszerkezetek üzembe helyezés előtti tüzetes vizsgálata és a próbaterhelés végrehajtása, továbbá a vasszerkezetű műtárgyak rendszeres időszakos vizsgálatának irányítása. Tizenöt évvel később, 1907-ben, már miniszteri rendelettel kiadott „Szabályrendelet” intézkedett a vasúti hidak vasszerkezetének tervezéséről, méretezéséről, megerősítéséről és időszakos vizsgálatáról.

Az **első magyarországi közúti hídszabályzat** a 33.034/1910. K.M. szám alatt kiadott „Szabályrendelet a közúti hidak tervezéséről, forgalomba helyezéséről, próbaterheléséről és időszakos megvizsgálásáról” c. miniszteri rendelet volt. Ez a szabályzat közúti hidakat a forgalmi jelentőség és a teherbírás függvényében **osztályokba** sorolja.

Igy **elsőrendű** hidakat az olyan utakon kellett építeni, amelyeken gőzekék vagy más, 12 tonnánál súlyosabb járművek közlekedtek.

Azokon az útszakaszokon, amelyeken az előbbi terhelés egyáltalán nem vagy csak kivételesen várható, vagyis a 6 tonnánál súlyosabb járművek közlekedése kizártnak nem tekinthető, **másodrendű** hidakat kellett építeni.

Harmadrendű hidak pedig csak ott voltak építhetők, ahol a 6 tonnánál súlyosabb járművek közlekedése kizártnak volt tekinthető.

Az egyes hídtípusokra többféle terhelési módozatot írt elő a szabályzat, melyek közül minden hídrész számításakor a lehető legkedve-

zótlenebb helyzetben azt a terhelési módot kellett felvenni, amely a vizsgált hídrészben a legnagyobb igénybevételt okozta. Intézkedett a szabályzat a gyalogjárdák és a korlátok terheléséről, továbbá a szélnyomás felvételéről és előírta, hogy a hőmérsékletváltozás okozta erők megállapításához a hőmérsékletet -25°C és $+45^{\circ}\text{C}$ között változónak kell feltételezni.

Meg kell jegyezni, hogy a szabályzat a ma használatos terminológiától eltérően alkalmazza az igénybevétel kifejezést. Amíg az 1910. évi szabályzatról lesz szó, annak megfelelő terminológiát használunk.

A szabályzat a megengedett igénybevételen alapuló számítási eljárást írja elő.

Ennek megfelelően:

$$\sigma_a + \mu * \sigma_e \leq \sigma_m$$

illetve, ha valamely hídrészben a szélnyomásból származó igénybevételt is figyelembe veszik

$$\sigma_a + \sigma_e + \sigma_{sz} \leq \sigma_m$$

de

$$\sigma_{sz} \leq 0,85\sigma_m$$

Itt

σ_a = az állandó teherből és a hőmérsékletváltozásból,

σ_e = az esetleges terhelésből,

σ_{sz} = a szélnyomásból származó igénybevétel;

μ = értéke vasszerkezetekben 1,4

σ_m = az igénybevétel megengedett felső határa

A σ_m értékeit ez a szabályzat a következőkben írta elő:

Folyasztott vasban:

Húzásra, nyomásra (a kihajlásra való tekintet nélkül), hajlításra, valamint hajlítás és húzás, illetőleg hajlítás és nyomás együttes

Hatására 1200 kg/cm^2

Nyírásra 950 kg/cm^2

A szögecs vagy csavar palástnyomása

a lyuk vetületére számítva 2600 kg/cm^2

Hegesztett (kavart) vasban:

Húzásra stb.	1100 kg/cm ²
Nyírásra	850 kg/cm ²
Palástnyomásra	2400 kg/cm ²

Öntöttvas alkotórészekben:

Nyomásra	900 kg/cm ²
Hajlításból származó húzásra	300 kg/cm ²

Tisztán húzásra igénybevett szerkezeti részekhez öntöttvas nem használható.

Acélöntvényekben:

Hajlításra	1200 kg/cm ²
------------	-------------------------

Külön előírást tartalmazott a szabályzat a **nyomott rudak** szilárdsági számításra. (A mönchensteini leszakadt híd utólagos méretszámításai szerint a nyomott rudak kihajlásával is bajok voltak.)

Így a vashidakon $\lambda \leq 110$ esetén az igénybevétel határa:

Folyasztott vasban (1200 kg/cm² helyett)

$$\sigma_K = 1200 - 5,5\lambda$$

hegesztett vasban (1100 kg/cm² helyett)

$$\sigma_K = 1100 - 5\lambda$$

$\lambda > 110$ esetén pedig:

Folyasztott vasban:
$$\sigma_K = \frac{7\,100\,000}{\lambda^2} \text{ kp/cm}^2$$

Hegesztett vasban:
$$\sigma_K = \frac{6\,000\,000}{\lambda^2} \text{ kp/cm}^2$$

A szabályzatnak külön paragrafusa foglalkozik a **vasszerkezetű hidak tervezéseinek szabályaival**. Előírja, hogy a különféle nyomott szerkezeti elemek kihajlási hullámhosszát hogyan kell felvenni; nyitott hidak esetében hogyan kell a keresztkötések elegendő merevségét igazolni. Meghatározza a teherviselő és az alárendelt szerkezeteknél használható minimális méreteket; továbbá, hogy milyen nyílású szerkezeteknél szükséges gördülő sarukat alkalmazni; a tervszerű alak

felvétele milyen terhelés hatására következzen be; számszerű értéket ad az esetleges terhelés hatására számított áthajlás nagyságrendjére (igen szigorú: $l/1500$), stb.

Ugyancsak külön fejezet tárgyalja a **forgalomba helyezés** előtti vizsgálatokat és a **próbaterhelést**. Majd újabb § részletezi az időszakos vizsgálatok kérdéseit; egy másik a fenntartást szabályozza. A 12. § az erősítési és forgalomkorlátozási előírásokat foglalja magában, míg az utolsó § vegyes intézkedéseket tartalmaz.

Mint a fenti vázlatos ismertetésből is látható, az 1910. évi Szabályrendelet szerkesztői alapos, körültekintő, korszerű előírásokkal biztosították a hazai hídtervezés és hídépítés feltételeit. Olyannyira, hogy új szabályzat kiadására hosszú ideig, mintegy negyven évig nem került sor. Időközben ugyan (1935-ben) megjelent egy „A közúti hídszerkezetekre vonatkozó **ideiglenes feltételek**” c. kiadvány, de ez a fő előírások vonatkozásában nem tért el a szabályzattól, hanem korszerű kiegészítéseket tartalmazott. Így pl. a budapesti Duna-hidak terhelését külön szabályozta. Bevezeti a **dinamikus faktor** fogalmát, értékét

$$\mu = 1,2 + \frac{10}{30 + l}$$

képlet határozza meg.

A megengedett igénybevételek (ugyanolyan terminológia, mint az 1910. évi Szabályzatban) értékét bizonyos mértékig módosítja, illetve az új anyagokra, a carbonacélra és az ötvözött acélra előírja a megengedett igénybevételek értékeit.

Érdekessége ennek az ideiglenes előírásnak, hogy külön táblázatban adta meg a hídszerkezetekhez használható acélféleségek szilárdsági feltételeit, sőt ezen túlmenően a hajlító és duzzasztó próbák értékeit.

A módosult pontok alapján világosan látszik, hogy az ideiglenes feltételek szerkesztői azokat az eredményeket használták fel, amelyek a Boráros téri és az óbudai Duna-hidak tervezésének előkészítése és tervezése során kerültek felszínre.

A negyvenes években a géperejű **közlekedés rohamos fejlődésnek** indult, mind mennyiségét, mind a járműfajta súlyait és változatosságát tekintve. Nem kevésbé mélyreható fejlődés ment végbe az anyaggyártás vonalán és a számítási eljárásokat alátámasztó tudományos elméletekben. Ez a tény természetesen időszerűvé tette új hídszabályzat kidolgozását. Erre mégis csak 1950-ben kerülhetett sor. A késedelmet a háborús

gondok, majd a háború utáni helyreállítási munkálatok sürgőssége okozták.

A Magyar Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium és az Építéstudományi Intézet által kidolgozott és a 7685/8/1950-IX./2 KPM számmal kiadott **Ideiglenes Közúti Hídszabályzat** már igen szigorú előírást tartalmaz a tervek felterjesztésére és jóváhagyására és minden közúti híd építésének bejelentés-kötelezettségére.

A szabályzat jelentős részében a **régi szabályrendeletől eltérő méretezési elveken** épül fel. Ezeknek az elveknek gyakorlatban való kipróbálását célozta az ideiglenes jelleg.

Az Ideiglenes Szabályzat tartalmában és szerkezetében is lényegesen eltér a régi szabályrendeletől. Míg az 1910. évi Szabályzat mindössze 44 kisméretű oldal, addig az 1950. évi 127 A/4-es oldal. Az utóbbi **két nagy részre** van osztva: az első, úgynevezett általános rész hét fejezetben a szabályokat, míg a második rész az úgynevezett Függelék a feltevéseket, az előírások elméleti indokolásait, a szerkesztési előírásokat tartalmazza.

Az **általános rész** osztályozza a hidakat, majd megadja a pályabeosztást, a tervezésre vonatkozó általános szabályokat; az erőtani számításnál alapul veendő terheléseket és hatásokat. Ez utóbbi részlet külön pontban foglalkozik a dinamikus tényezővel, melynek értékét a jelenleg is használatos

$$\mu = 1,05 + \frac{5}{L + 5}$$

képlettel adja meg és előírja annak számításba veendő felső határát is. Az erőtani számítás általános elvei között leszögezi, hogy az erőtani számítást általában a rugalmas és homogén anyagú tartókra vonatkozó módszerekkel kell elvégezni, kivéve, ha a Szabályzat másként intézkedik vagy, abban az esetben, ha az alkalmazni szándékolt más módszer elméleti, illetve kísérleti alapon igazolt.

A figyelembe veendő erőket és hatásokat az alábbiak szerint csoportosítja:

I. Főerők és hatások:

- a) Állandó teher,
- b) Egyenletes hőmérsékletváltozás, zsugorodás és, ha a szerkezet biztonságát csökkenti, a lassú alakváltozás is,

- c) A támaszpontok mozgásának hatása, amennyiben azok a szerkezet biztonságát csökkentik,
- d) Földnyomás,
- e) A vízfelhajtóerő és a víznyomás,
- f) A dinamikus tényezővel növelt mozgóterhelés.

II. Mellékerők és hatások (járulékos erők):

- a) Szélteher,
- b) Fékezőerő,
- c) Egyenlőtlen hőmérsékletváltozás,
- d) Korlátra ható terhelések,
- e) A támasznál fellépő súrlódás,
- f) Esetleges egyéb mellékerők (pl. hó-, jégteher).

Az Ideiglenes Szabályzat a Szabályrendeletől eltérően – a mai terminológiának megfelelően – definiálja az igénybevétel fogalmát. E szerint: Igénybevétel alatt a belső erő (hajlító nyomaték, rúderő, stb.) értendő. Ez a szabályzat **határfeszültségen alapuló méretezési eljárást** ír elő. A mértékadó igénybevételt a

$$Y_1 = n_1 Y_m + \sum Y_a$$

$$Y_2 = n_2 Y_m + \sum Y_a + \sum C_j Y_j$$

kifejezések nagyobbika adja.

- Itt: n_1 = a teljes biztonsági tényező, értéke 1,5
 n_2 = a csökkentett biztonsági tényező, értéke 1,25
 Y_a = az I. csoportban felsorolt hatásokból származó legkedvezőtlenebb igénybevétel
 Y_m = a dinamikus tényezővel szorzott mozgóteher
 Y_j = a járulékos erőkől származó igénybevétel
 C_j = a járulékos erők egyidejű határának valószínűségét kifejező tényező.

A **határigénybevétel** fogalmát is megadja a Szabályzat. E szerint: határigénybevétel az a belső erő, mely a vizsgált elem teherbírásának várható alsó határára jellemző, vagyis arra, amikor a vizsgált szerkezeti rész teherbírása (használhatósága) éppen megszűntnek tekinthető (pl. szakadás, folyás, kihajlás következtében).

Az így definiált határigénybevételek megállapításához szükséges **határfeszültségek** értékeit és a határigénybevétel kiszámításának módját a különböző anyagokból készülő szerkezetekre vonatkozó részletes szabályok tartalmazzák.

Olyan szerkezeti elemeknél, amelyekben a mozgóteher igénybevételt nem okoz, n_1 helyett $n_3 = 1,8$ és n_2 helyett $n_4 = 1,5$ tényezővel kell számolni. A C_j nagyságára is ad számszerű értékeket a szabályzat.

A Szabályzat négy terhelési osztályt állapít meg és ezek figyelembeveendő mozgó terheit részletesen előírja.

A következő fejezet alapozási előírásokat ad, majd a vas-, vasbeton-, kő- és beton- s végül a fahídszerkezetekre vonatkozó részletes szabályok következnek, míg az utolsó fejezet a műszaki megvizsgálás, próbaterhelés, üzemeltetés, nyilvántartás kérdéseit tárgyalja.

A Szabályzat minden vonalon **felhasználja a tudomány fejlődésének eredményeit**, és figyelembe veszi az anyaggyártás vonalán bekövetkezett változásokat és a korszerű gyártási eljárásokat. Így bevezeti a gerinclemezes tartók esetében a gerinclemez horpadás-vizsgálatát, a merevítések megfelelésének igazolását és az övmerevség bizonyítását; és többek között már igen részletes előírásokat ad a **hegesztett szerkezetek** számítására és szerkesztésére vonatkozóan.

Külön említést érdemel, hogy a szögecselt tartók számítási szabályai között utasítást találunk arra az esetre, amikor valamely hatásra változó előjelű szakaszokból áll és a hatások két szélső értéke ellenkező előjelű. Ekkor az abszolút értékre nagyobbat γ **növelő tényezővel** szorozva kell számításba venni, vagyis: $\dots \gamma Y_1 \leq Y_H$

A növelő tényezőt A.36.24.12 anyag esetében a

$$\gamma = 1 + 0,3 \frac{Y_a + Y_{m,\min}}{Y_a + Y_{m,\max}}$$

kifejezés segítségével kell számítani.

Nagyobb szilárdságú anyagnál a 0,3 helyett 0,4 szorzó alkalmazandó. Ennek a γ növelő tényezőnek a hegesztett szerkezetek számításánál is szerep jut, amennyiben a varratok méreteit úgy kell megállapítani, hogy a

$$\frac{\gamma}{\alpha} Y \leq Y_H$$

feltétel kielégüljön, itt α az úgynevezett varrattényező, mely a mértékadó igénybevétel két szélső értéke közül az abszolút értékre kisebbnek a nagyobbhoz való „r” viszonya függvényében a különböző anyagokra a tompavarrat null-kezdésű lüktető szilárdságához rendelve táblázatból vehető ki.

Nincs helyünk arra, hogy részleteiben ismertessük az előírásokban bekövetkezett változásokat, csak arra mutatnánk rá, hogy csak a vashidakra vonatkozó előírások (a Függelék idevágó részét is ideértve) terjedelme meghaladja a régi teljes Szabályrendeletet.

Az Ideiglenes Közúti Hídszabályzat nem volt hosszú életű. 1956. március 1-én **új Közúti Hídszabályzat** lépett hatályba, melyet az

Út-Vasúttervező Vállalat közreműködésével a Közúti Hídszabályzat Bizottság dolgozott ki. Az 1910. évi Szabályrendelet és az azt kiegészítő 1935. évi Ideiglenes Feltételek csak a vasszerkezetű hidak és a vasbetétes betonhidak tervezésére vonatkozólag ad előírásokat. Az 1950. évi Ideiglenes Közúti Hídszabályzat ezen túlmenően már utasítást ad a kő- és betonszerkezetű és a faszervezetű hidak tervezésére és építésére is. Az 1956. évi Szabályzat hét külön fejezetben foglalkozik a különféle anyagokból készült szerkezetekkel.

Ezek:

- D) Acélszerkezetek
- E) Hegesztett szerkezetekre vonatkozó különleges előírás
- F) Vasbeton szerkezetek
- G) Kő-, beton- és téglaszerkezetek
- H) Faszervezetek
- I) Feszített betonszerkezetek
- K) Előregyártott szerkezetek.

A felsorolt fejezeteken kívül még négy fejezet ad előírásokat a hidak tervezésére, geometriájára, terhelésére, méretezésére, forgalomba helyezésére, üzemeltetésére és nyilvántartására.

A **terhelési előírások** ismét változtak a korábbihoz képest. Az erőtani számítás során figyelembe veendő terhelő erők és mozgások az új szabályzat szerint két csoportra oszlanak:

1. **Állandó**, illetőleg tartós jellegű terhelő erők és mozgások:

Önsúly

Földnyomás

Víznyomás
Hőmérsékletváltozás
Támaszmozgás
Zsugorodás
Lassú alakváltozás
Feszítőerők

2. Esetleges jellegű terhek:

Hasznos terhek
Szélteher
Súrlódásból származó támaszerők
Fékezőerők
Jégteher
Járművek ütközőereje
Építés alatti terhek
Egyéb esetleges terhek

A dinamikus tényező azonosság az Ideiglenes Szabályzat adta értékkel. Ez a szabályzat is a határfeszültségen alapuló méretezési eljárást írja elő.

A mértékadó igénybevétel az

$$Y_m = \rho \left(\sum Y_a + n \sum Y_e \right)$$

kifejezésnek a szóban forgó tartóelem (keresztmetszet stb.) méretezése szempontjából a legkedvezőtlenebb értéke. Olyan esetekre pedig, amikor az anyag fáradásának veszélye fennáll a mértékadó igénybevételt az

$$Y_m = \rho \gamma \left(\sum Y_a + n \sum Y_e \right)$$

képlettel kell számolni.

- Itt: $\sum Y_a$ az állandó, illetve tartós jellegű terhelő erőkkel és mozgásokból a kedvezőtlen szórás tényező figyelembevételével számított igénybevétel
- $\sum Y_e$ az esetleges jellegű terhekből (a hasznos terhet a dinamikus tényezővel kell szorozni) a kedvezőtlen szélső értékkel számított igénybevétel
- n a biztonsági tényező, amelynek értéke a figyelembevett terhektől függően 1,4, illetve 1,1
- ρ a rendeltetési tényező, értéke 1,1

γ az anyag fáradására jellemző szorzó (értéke a vonatkozó részben szabályozva)

Az állandó hatások mellé rendelt v szórás tényező értéke 0,9, illetve 1,1. Az 1956. évi Közúti Hídszabályzat már oly sok részletes előírást tartalmaz, amelyek az elméletben, az anyagvizsgálatban és gyártásban, szerkezetgyártásban, a kivitelezésben bekövetkezett **fejlődést tükrözik**, hogy azok ismertetése e tanulmány szűk kereteiben nem lehetséges. Volt azonban **néhány hiányossága** ennek a szabályzatnak. Egyik ilyen, hogy noha igen széles körben alkalmazták az **együtdolgozó szerkezeteket** már korábban is, ezek tervezésére, számítására nem adott semmilyen utasítást. Ugyancsak hibaként róható fel, hogy a Szabályzatba kerültek olyan előírások, amelyek már a Szabályzat előkészítő munkák során is **elavultak**, meghaladtak voltak, mint pl. a hegesztett szerkezetek húzott övlemezeinek 45° alatti toldásai, vagy gerinclemezek merevítését célzó kétoldali lemezek egymáshoz képest való eltolása; nemkülönben a vasbetonszerkezetek $\varnothing 14$ mm-nél kisebb betéteinek hevederes hegesztett toldása. De a szabályzat el nem hallgatható **értelme** annak a ténynek az előírásaiban kifejezésre juttatása, hogy a közúti híd az esetek jelentős többségében nem önálló és öncélú létesítmény, hanem a forgalmi hálózat szerves része.

Hogy a hegesztett szerkezetek tervezésénél, gyártásánál és szerelésénél a legújabb elméleti és technológiai eredmények is felhasználásra kerüljenek, a KPM „**Különleges feltételek**”-et adott ki a hegesztett szerkezetek gyártási és szerelési; a feszített csavaros kapcsolatok kialakítási és a betonköracél hegesztési munkáival kapcsolatban. Sőt, mivel az úthálózat nagy ütemben megkezdett korszerűsítése és természetesen az ugrásszerűen megnövekedett gépjárműforgalom szükségessé tette az utak műszaki jellemzőinek felülvizsgálatát és módosítását, a közúti hidak általános elrendezése és fő méreteinek meghatározására 1966-ban „**Irányelvek**”-et kellett kiadni.

Míndezen egyértelműen utaltak arra, hogy az 1956. évi Közúti Hídszabályzat számos előírása a kiadás után 10 évvel kifejezetten elavultnak volt tekinthető.

Az illetékesek eleinte úgy vélték, hogy elegendő lesz az **elavult előírások** helyett újakat kiadni, vagyis a Szabályzatot részlegesen módosítani, kiegészíteni. Ilyen szellemben készítette el az Ütügyi Kutató Intézet a hegesztett szerkezetek tervezésére, gyártására, szerelésére vo-

natkozó előírás-tervezetet, aminek újbóli átdolgozása szinte a bevezetésével egyidőben elkezdődött.

Eközben a KPM úgy döntött, hogy mégis teljesen új szabályzatot ad ki.

A tervezet kidolgozását az Út- Vasútervező Vállalat végezte és az új szabályzatot e tervezet alapján a Közúti Hídszabályzat Bizottság készítette. A munka közel három évig tartott.

Az **új Közúti Hídszabályzat** (KH 1967) szakmai szabványként jelent meg, 1968. január 1. napjával történő kötelező alkalmazásba vételét a 23/1967 (Közl.Ért.23.) KPM sz. miniszteri utasítás rendelte el. A **két kötetre** osztott szabályzat I. kötete azokat a fejezeteket foglalja magában, amelyek változandóságának valószínűsége kicsiny.

Ezek:

- A) Általános előírások
- B) A méretezés általános szabályai
- C) Forgalomba helyezés, műszaki felügyelet

A B) fejezet foglalkozik az erőtani számítás során figyelembe veendő terhelő erők és mozgások részletezésével, melyeket két nagy csoportra oszt:

1. Állandó, illetve tartós jellegű terhelő erők és mozgások:

Önsúly,
Földnyomás,
Víznyomás,
Egyenletes hőmérsékletváltozás,
Támaszmozgás,
Zsugorodás,
Lassú alakváltozás,
Feszítőerők.

2. Esetleges jellegű terhelő erők és mozgások:
Hasznos terhek, dinamikus hatás.

A kocsi pályák és a járdaterhek az előző szabályzathoz képest eléggé megváltoztak, s csökkent az osztályok száma.

A dinamikus tényező számítási képlete nem változott, de maximális értékét acéllemez pályaszerkezet méretezésénél 1,40-ben kell felvenni, egyéb esetekben változatlanul 1,50.

A hasznos terhekből származó terhelő erők között szerepelnek:

Fékező-, indítóerő,
Oldallökő erő,
Ütközőerő.

További esetleges jellegű terhelő erők és mozgások:

Szélteher,
Jégteher,
Saruelenállásból származó támaszerők,
Esetleges jellegű hőmérsékletváltozás,
Építés alatti terhek,
Egyéb esetleges terhek.

Az erőtani számítás során igazolni kell, hogy a teljes szerkezet és annak minden erőt átadó eleme

teherbírás,
fáradás,
repedéskorlátozás,
állékonyság és
alakváltozás

tekintetében az előírt terhelő erőkre és mozgásokra az előírt követelményeknek megfelel.

E vizsgálatokhoz a felsorolt terhelő erőket és mozgásokat két csoportosításban kell figyelembe venni:

I. csoportosítás:

Az állandó, illetve tartós jellegű terhelő erők és mozgások, továbbá az esetleges jellegű terhelő erők és mozgások közül a legkedvezőtlenebb;

II. csoportosítás:

Az állandó, illetve tartós jellegű terhelő erők és mozgások, továbbá az összes esetleges jellegű terhelő erők és mozgások a valóságban lehetséges legkedvezőtlenebb összetételben.

Az erőtani számítás egyes vizsgálati során a hasznos tehernek üzemi értékeit kell venni.

Ezek:

Az „A” terhelési osztályban a jármű (80 Mp) 0,4-szerese,
vagy a „B” terhelési osztályhoz tartozó jármű (40 Mp)

0,75-szöröse, attól függően, hogy a vizsgált tartóelemre nézve melyik kedvezőtlenebb,

a „B” terhelési osztályban a jármű (40 Mp) 0,75-szöröse,

a „C” terhelési osztályban a jármű (20 Mp) 0,75-szöröse,

és – a terhelési osztálytól függetlenül – a járművel egyidőben a kocspálya teljes felületén elhelyezett 100 kp/m² egyenletesen megoszló teher.

A teherbírás igazolását az acélszerkezeteknél és az öszvérszerkezeteknél minden esetben; a vasbeton szerkezeteknél és a feszített beton szerkezeteknél egyes, a szabályzatban részletezett esetekben **megengedett feszültségek alapján**; a vasbeton és a feszített betonszerkezetek másként nem szabályzott eseteiben, továbbá a kő- és beton- valamint a faszerkezeteknél minden esetben **határállapot alapján** kell elvégezni.

Ennek megfelelően a **méretezési elv is kétféle**. A megengedett feszültség alapján történő méretezés esetén az állandó és az esetleges terhekből keletkező feszültségeket szorzó tényezők alkalmazása nélkül kell összegezni és a megengedett feszültséggel, összehasonlítani:

$$\sigma_a + \sigma_e \leq \sigma_{eng}$$

A határállapot szerinti méretezésnél:

$$\sum Y_a + nY_e \leq Y_H$$

ahol $n = 1,2$, illetőleg $1,0$ az esetleges teherfajták számától függően. Az állandó terhek túlnyomó aránya esetén azonban az

$$1,2 \times \sum Y_a \leq Y_H$$

Szembeötlő, hogy mindegyik képletből hiányzik a ρ rendeltetési tényező. Emellett további eltéréseket is találunk.

Y_a -nál szórás tényezőt nem kell figyelembe venni. Kisnyílású szerkezeteknél az önsúly hatása olyan csekély, hogy a szórás tényező alkalmazásának nincs jelentősége, nagy szerkezeteknél viszont igen csekély a valószínűsége annak, hogy az állandó terhek az egész szerkezeten 10%-kal nagyobbak vagy kisebbek lennének az átlagos értéknél. Ezen kívül a határállapot szerinti méretezésnek nincs értelme, ha az állandó és esetleges teher torzító tényezője túl közel esik egymáshoz (pl. $v_a = 1.1$ és $n = 1,2$ vagy többféle esetleges teher esetén $v_a = 1,1$ és $n =$

1,0!), mert ilyen esetben a méretezés csaknem azonos a megengedett feszültség alapján történő méretezéssel.

Az „n” értékei kisebbek, mint a régi előírás szerint, ezzel szemben a méretezés alapjául szolgáló ideális esetleges teher a réginek 1,333-szorosa.

Az új szabályzat megváltoztatta az **esetleges teher** súlyát és geometriai elrendezését is. Az előző szabályzat „A” jelű terhelése látszólag kisebb, mint a külföldi előírások szerinti hasonló osztály terhelése, valójában, a különböző tényezőket figyelembe véve azonban nagyobb. Kívánatos volt, hogy ez a látszólagos ellentmondás megszűnjék. Kézenfekvő, hogy az új ideális jármű geometriai elrendezése és súlya egyezzen a KGST ajánlásokkal. Ezen túlmenően kívánatosnak látszott az egyes terhelési jármű súlyai 4:2:1 arányát megtartani. Így alakultak ki a 80, 40 és 20 Mp jármű súlyok, melyek a korábbi előírásokhoz képest 1,333-szor súlyosabbak, de ezt az eltérést a méretezési képletek megfelelő megválasztásával ellensúlyozták.

A kocsi pályára méretezésénél figyelembe veendő egyenletesen megoszló teher nagysága is 1,333-szorosára, vagyis 300-ról 400 kp/m²-re nőtt. A járdák terhelésénél azonban a korábbi szigorú és túlzott előírással szemben a kocsi pályára terheivel egyidejűen csak 100 kp/m² terhet kell alkalmazni. A járda, kerékpárút és a kiemelt szegély sáv saját szerkezeti elemeit azonban 500 kp/m² egyenletesen megoszló teherre kell méretezni.

Részletes és beható **elemzéssel** kimutatták, hogy a kis nyílásoknál az új jármű 60-75 %-os hatást okoz és ez az arány 40 m-nél 99 %-ig növekszik. Ezek az értékek csak kéttámaszú tartók maximális nyomatékaira és nyíróerőire érvényesek. Nincsen azonban akadálya ilyen viszonyszámok meghatározásának többtámaszú tartók, illetve görbe vonalú hatásabrák eseteire sem. Az ilyen irányú vizsgálódások végeredménye nem rosszabb a fenténél, csak a nyílásokra vetítve másként alakul ki.

A módosításokkal tehát az új szabályzat megfelel annak a célkitűzésnek, hogy a kisnyílású szerkezetek **túlméretezése** megszűnjék, a nagyobb támaszközöknél viszont az új igénybevételek csak kis mértékben, néhány százalékkal térjenek el a régi szabályzat szerint számítottaktól.

S bár az új szabályzat megalkotásának nem volt elsődleges célja **gazdasági megtakarítás** elérése, gazdaságossági vizsgálatokkal kimutatták, hogy főként a kisnyílású szerkezetek túlméretezettségének meg-

szüntetése és a járdaterhek csökkentése kedvezően hat az építési költségek alakulására.

A szabályzat módosítását azonban természetesen elsődlegesen a **korszerű szerkezetek elterjedése** és az azokkal kapcsolatos ismeretek fejlődése tette szükségessé. E korszerű szerkezetek számítása során egyre több nehézséget okozott a határigénybevétel alapján történő méretezés. Ez az eljárás megfelelő az olyan esetekben, amikor egyszerű igénybevételekről van szó. Ekkor ugyanis az állandó, illetve az esetleges jellegű terhek különböző arányú torzítása nem okoz nehézséget, viszont gazdaságos méretezést tesznek lehetővé. Az állandó és esetleges terhek bármely aránya mellett az esetleges terhek növekedésére ugyanakkora tartalék ("biztonság") áll rendelkezésre.

A korszerű hídszerkezetek kialakulásával egyre gyakrabban fordulnak elő összetett igénybevételek, továbbá olyan esetek, amikor terhelő erők és terhelő mozgások egyidejűleg hatnak. Ilyenkor a mértékadó igénybevételt különféle igénybevételek összegezésével kellene előállítani, ami nem mindig lehetséges, s egyes esetekben a határigénybevétel is csak kísérleti úton lenne megállapítható, ezért a méretezés a határállapot alapján nem oldható meg. Az ilyen természetű problémák, pl. a hegesztett acélszerkezetek többtengelyű feszültségállapotba kerülhető varratainak méretezésekor, vagy öszvérszerkezetek tervezésekor jelentkeznek. Hasonlóképpen a másodrendű elmélettel számítandó szerkezetek (függőhidak, lapos ívek) erőtani számítását sem lehet határállapot alapján elkészíteni, mivel ezeknél is a terhelő erők, és mozgások együttes hatására ténylegesen fellépő feszültségeket kell meghatározni, s erre a különböző tényezőkkel torzított értékek nem alkalmasak.

A határállapot alapján méretezett szerkezet minden eleme ugyanannyiszoros túlterhelést bír el, függetlenül az állandó és az esetleges teher arányától. Ezért szokás ezt a méretezési módot az egyenlő biztonság alapján történő méretezési eljárásnak is nevezni.

Egyre inkább tért hódít azonban az az irányzat, hogy a méretezésnél szerephez kell jutnia a **tönkremenetellel szemben vállalt kockázatnak** is. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a jelentősebb szerkezeti elem tönkremenetele lényegesen nagyobb veszélyt jelent, mint egy alárendelt elem törése. Ebből egyenesen következik, hogy nagyobb veszély esetén csak kisebb kockázatot szabad vállalni, és viszont. Az egyenlő biztonság alapján álló eljárás azonban nem felel meg ennek az elvnek. De sokkal inkább olyan eljárás, amely a differenciált megengedett feszültségek

rendszerén épül fel. S ha a jelenlegi Közúti Hídszabályzat nem is tükrözi mindenben ez utóbbi elvet, mégis a megengedett feszültség alapján álló méretezési eljárás újbóli bevezetésével az egyes szerkezeti részekben az esetleges terhek hatására bekövetkező túlterhelés mértékét az egyenlő biztonsághoz képest a vállalható kockázatnak megfelelő értelemben módosítja.

Felhasznált irodalom

- [1] Berkes László: A dunaföldvári Duna-híd újjáépítésének rövid története. /Mélyéptud. Szemle 1962.4./
- [2] Dr. Csellár Ödön: Acélszerkezetek új méretezési előírásai – ankét a Magyar Tudományos Akadémián /Mélyéptud. Szemle 1968.1./
- [3] Danubius /jelige/: A budapesti Duna-hidak története. /Pályamunka a MTA műszaki történeti tárgyú pályázatára. 1956. Kézirat/
- [4] Domanovszky Sándor: Korszerű acélhidak orthotrop pályaszerkezetének gyártása a Ganz-MÁVAG-ban /Ganz-MÁVAG Közlemények 1966. 38./
- [5] Fekete János – Habinyák Elemér – Kozma Károly: Acélszerkezetek gyártása és szerelése /Mélyéptud. Szemle 1965. 4-5./
- [6] Fekete János: A budapesti új Erzsébet-híd tartó és függesztő kötélei /Ganz-MÁVAG Közlemények 1964. 35./
- [7] Fekete János: A budapesti új Erzsébet-híd befejező munkái /Ganz-MÁVAG Közlemények 1966. 37./
- [8] Gállik István: Ortotróplemezes kísérleti híd /Mélyéptud. Szemle 1962.12./
- [9] Dr. Haviár Győző: A szegedi közúti Tisza-híd újjáépítése /Magyar Közlekedés Mély- és Vízépítés 1949.2./
- [10] Dr. Haviár Győző: Sík acéllemezes pályatáblákról /Mélyéptud. Szemle 1956.6./
- [11] Dr. Haviár Győző: A nagyszilárdságú feszített csavaros kötésről /Mélyéptud. Szemle 1965. 10-11./
- [12] Kékedy Pál: Az első hazai nagyszilárdságú feszített csavarkötéssel kialakított acélhíd /Mélyéptud. Szemle 1961. 5./
- [13] Kékedy Pál – Domanovszky Sándor – Fekete János: Az új tiszafüredi közúti Tisza-híd /Mélyéptud. Szemle 1967. 10./
- [14] Dr. Korányi Imre: Acélszerkezetek /Tankönyvkiadó 1960./
- [15] Köröndi László – Szittner Antal: Az Erzsébet-hídon végzett dinamikus próbaterhelés eredményei /Mélyéptud. Szemle 1968. 2./
- [16] Massányi Károly: A budapesti Erzsébet-híd /Ganz-MÁVAG Közlemények 1962. 31./
- [17] Medved Gábor: Nagyszilárdságú feszített csavarkapcsolatok kivitelezési kérdései /Mélyéptud. Szemle 1968. 2./

- [18] Dr. Mihailich Győző: A XIX. és XX. századbeli magyar hídépítés története /Akadémiai Kiadó 1960./
- [19] Miklós Pál: Nagyszilárdságú csavarok alkalmazása vasszerkezetknél /Mélyéptud. Szemle 1958. 3./
- [20] Dr. Mistéth Endre: Műszaki létesítmények erőtani számításának a valószínűség elméleten nyugvó alapelvei /Mélyéptud. Szemle 1967.4-5., 6, 7./
- [21] Sávolgy Pál: Az új Erzsébet-híd /Mélyéptud. Szemle 1965. 4-5./
- [22] Sávolgy Pál és munkatársai: Darvas Endre, Kékedy Pál, Knebel Jenő, Kozma Károly, dr. Petur Alajos, Loykó Miklós, Sigrái Tibor, Ulbrich Sándor, és Szánthó Pál: A mű /Erzsébet-híd/ tervezésének fontosabb részletei /Mélyéptud. Szemle 1965. 4-5./
- [23] Simon Miklós: Az új Erzsébet-híd aszfaltburkolata /Mélyéptud. Szemle 1965. 4-5./
- [24] Széchy Endre – Fábián, Somogyi és György: A Margit-híd átépítése
- [25] Dr. Széchy Károly: Magyarország közúti hídjainak újjáépítése /Magyar Technika 1948. 8./
- [26] Dr. Széchy Károly: A közúti hidak /Mélyéptud. Szemle 1955. 4-5./
- [27] Träger Herbert – Medved Gábor: Az új szolnoki közúti Tisza-híd /Mélyéptud. Szemle 1963. 7./
- [28] Träger Herbert: A Közúti Hídszabályzatban foglalt méretezési előírások 1967. évi módosításának műszaki- gazdasági elemzése /Kézirat 1968./
- [29] Dr. Vajda Pál: A magyar Hídépítés /Műv. Min. 1964./
- [30] Zsigmondy Béla: Dunaföldvári Dunahíd

Megjegyzés: *A forrásként használt szabályzatok, szabványok, terv-, építési és nyilvántartási okmányok, valamint a kutató intézeti vizsgálati jegyzőkönyvek, továbbá a próbaterhelési jegyzőkönyvek felsorolását mellőzöm.*

