40. HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA BAJA 1999

Közlekedési és Vízügyi Minisztérium
Állami Közúti és Műszaki Információs Kht.
Bács-Kiskun megyei Állami Közútkezelő Kht.

Dr. Domanovszky Sándor

A magyarországi közúti Duna-hidak acél felszerkezeteinek története

Különlenyomat a 40. Hídmérnöki Konferencia előadásainak kiadványából

2000.

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

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

A MAGYARORSZÁGI KÖZÚTI DUNA-HIDAK ACÉL FELSZERKEZETEINEK TÖRTÉNETE

BEVEZETÉS

A mai Ganz Híd-, Daru- és Acélszerkezetgyártó Rt. – melyet korábban a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára, a MÁVAG, majd a Ganz-MÁVAG egyik gyáraként ismertek – megkülönböztetett figyelemmel készült a Baján 1999. május 17–19. között tartott 40. Hídmérnöki Konferenciára. Ennek több oka van. Nemcsak a konferencia volt jubileumi, hanem részvénytársaságunk ebben az évben ünnepelte alapításának 125. évfordulóját. Ezen túlmenően a konferencia a Duna-hidakra fókuszált, gyárunk pedig e területen azzal büszkélkedhet, hogy a mai magyar Duna-hidak mindegyikének acél felszerkezetét ő építette és – szerencsére – a Dunán ez idáig kizárólag acél felszerkezetű hidak vannak! (A sorból némileg kilóg a Hárosi-M0 autópálya-körgyűrű öszvérszerkezetű hídja.) Az 1999-es év legjelentősebb hídépítő jubileuma azonban kétségkívül az, hogy 150 esztendeje adták át a forgalomnak a budapesti Lánchidat. Ez nemcsak a Duna Regensburg alatti 2400 km-es szakaszának első állandó, hanem az akkori világ legnagyobb fesztávú lánchídja is volt!

A neves konferencián egy átfogó előadással és egy hasonló kiállítással vettünk részt. Ennek 32 tablóján összesen 77 kép szemlélteti a mai magyar Duna-szakasz mind a 11 közúti és két közúti-vasúti hídjának történetét. A kiállítás teljes anyagát e tanulmányban is bemutatjuk.

Európa második leghosszabb (2857 km) folyamának magyar szakasza már viszonylag széles, így a rajta épült hidak átlagosan 400–500 m hosszúak, de a Margit híd 600 m, a Hárosi 770 m, az Árpád több mint 900 m, tehát mind jelentős műtárgyak. Ennek megfelelően a kezdetektől fogva tervezők, kivitelezők, krónikások a hidak összes adatait, életük fontosabb mozzanatait szakszerűen és részletesen – minden érdeklődő számára hozzáférhetően – rögzítették. Felmerül tehát a kérdés, hogy – a jubileumi visszatekintésen túl – van-e értelme egy nyilvánvalóan csak rendkívül rövid, éppen ezért hiányos összefoglalónak? A konferencia szervezőivel egyetértésben úgy gondoltuk igen, tekintettel arra, hogy egy tömör, átfogó, összehasonlító elemzés hiánypótlóként, esetleg számvetésként, netán inspirációul szolgálhat.

Az előzőekben felsorolt gondolatok jegyében készített anyagunkat két részre tagoltan tárgyaljuk:

- összefoglaló áttekintésben ismertetjük a hidak megvalósításának különféle főbb jellemzőit (időpont, alapanyag, szereléstechnológia, kötésmód),
- röviden, képek segítségével bemutatjuk az egyes hidak (átkelőhelyek) történetét.

A tárgyalt témakörök természete bizonyos csapongásra kényszerít, így hol időrendi, hol pedig – a Duna folyásirányában haladva – földrajzi sorrendiséget választunk.

ÖSSZEFOGLALÓ ÁTTEKINTÉS

A dunai átkelőhelyek magyarok részéről történt megvalósításának időrendje

Ebben a fejezetben a teljesség kedvéért a vasúti hidakat is szerepeltetjük. Az I. táblázatban bemutatjuk és az 1. képen szemléltetjük a Történelmi Magyarországon (hiszen a tárgyalt időszak csaknem felében, 70 esztendőn át az arra eső Duna-szakaszon építettünk hidakat) megvalósított hidak életét, mégpedig korszakokra bontva.

I. táblázat **A hazai Duna-hidak és éltük fontosabb dátumai (A Történelmi Magyarországot is beleértve)**

Sor-szám	Történelmi korszak	A híd helye/neve		Építési időszak	Pusztítás/ bontás	Újjáépítés		Megjegyzés
		közúti	vasúti			rekonstr.	új híd	
1		Bp./Lánchíd I.		1839-49	1914	1949		1914-15-ben új acélszerkezet épült
2		Bp./Margit		1872-76	1944		1948	1900-ban szigeti szárnyhíd épült, 1935-37-ben kiszélesítették
3			Bp./Déli Összekötő I.	1873-77	1913/44			1911-13-ban helyére új hidat építettek
4			Újvidék	1882-84	1944			Trianon óta nem magyar
5		Pozsony/Ferencz J.		1889-90	1945			Trianon óta nem magyar
6			Pozsony/Ferencz J.	1889-91	1945			Trianon óta nem magyar
7		Kormárom/Erzsébet		1891-92	1945	1946/62		
8		Esztergom/Mária Valéria		1894-95	1944			Még nem építették újjá (2002-re elkészül?)
9		Bp./Ferencz J.		1894-96	1945	1946		
10			Bp./Újpesti	1894-96	1944		1955	
11	1849–1915	Bp./Erzsébet lánchíd		1898-03	1945		1964	Helyette kábelhíd épült
12			Komárom	1907-09	1945		1954	A helyén új híd épült
13			Baja	1907-09	1944		1950	A helyén új híd épült
14			Gombos	1910-11	1944			Trianon óta nem magyar
15			Bp./Déli Összekötő II.	1911-13	1944		1948/53	A helyén új híd épült
16		Bp./Széchenyi Lánchíd		1913-15	1945	1949		1913-15 között teljesen új acélszerkezetet építettek
17	1915-	Dunaföldvár		1928-30			1952	A helyén új híd épült
18	1944	Bp./Horthy Miklós		1933-37		1951		
19		Medve		1939-42		1945/73		
20		Bp./Kossuth		1945-46	1957			1957-ben lezárták, 1960-ban végleg elbontották
21		Bp./Margit		1946-48				
22			Bp./Déli Összekötő II/1.	1947-48				
23		Baja közúti-	vasúti	1949-50				1991/98-ban konzolokat építettek a közúti forgalom számára
24			Bp./Déli Összekötő II/2.	1952-53				
25	1945–1999	Bp./Árpád		1949-50				A híd építése 1939-44 között kezdődött
26			Komárom	1953-54				
27		Bp./Erzsébet kábelhíd		1962-64				
28		Bp./Árpád szélesítése		1982-84				Az eredeti híd mellé két új épült
29		Hárosi M0		1988-90				
30		Bp./Lágymányosi		1992-95				

A táblázatból kiolvasható, hogy a hídépítés és a mindenkori forgalom szabta igény között – eléggé el nem ítélhető módon – meglehetősen laza az összefüggés. Érdekes, hogy a gazdasági helyzet nem befolyásoló tényező! Ezt leginkább a II. világháború utáni újjáépítés bizonyítja. Domináns szerepet kizárólag a mindenkori kormányzat gondolkodásmódja játszik!

A táblázatból kiolvashatóan 1849–1925 között, 65 év alatt, 8 közúti és 8 vasúti, tehát 16 híd épült! (a Széchenyi Lánchidat kettőnek számíthatjuk). Ha azonban az 1890–1915-ös korszakot vizsgáljuk, 25 év alatt 6 közúti és 6 vasúti, tehát 12 átkelőhelyet létesítettek. Ugyanakkor az 1915-1942 közötti 27 évben már csak 3 közúti híd megépítésére és egy szélesítésére tellett, vagy talán

csak ennyi kellett? (1939-44 között, kb. 250 m hosszban, megépítették az Árpád híd budai oldalának egy részét is.) A II. világháború során, 1944-45-ben kis részben az „ellenség" lebombázta, nagy részben „szövetségesünk" felrobbantotta, valamennyi, akkor összesen 13 Duna-hidunkat!

II. táblázat **Jelenlegi Duna-hídjaink és életük fontosabb dátumai**

Az átkelőhely	A híd helye/neve		A forgalomba helyezés évszámai					Megjegyzés
sorszáma	közúti	vasúti	első	pusztítás, bontás	erősítés, bővítés	újjáépítés, rekonstrukció	új híd	
1	Medve		1942	1944		1945/73		1945-73 között provizórikus helyreállítás
2		Komáromi	1909	1945			1954	
3	Komárom, Erzsébet		1902	1945		1946/62		
4	Esztergom, Mária Valéria		1895	1944				Újjáépítés 2002-re?
5		Budapest, Újpesti	1896	1944			1955	1995 óta K-híd üzemel
6	Budapest, Árpád		1950				1984	Két új híd a régi mellett
7	Budapest, Margit		1876	1944	1900 /1937		1948	1900-ban megépítették a szigeti bejárót, 1937-ben szélesítés történt, 1978-ban felújítás
8	Budapest, Széchenyi Lánc		1849	1913/45	1915	1949		1913-15 között az acélszerkezet teljes cserére került, 1987-88-ban felújítás
9	Budapest, Erzsébet lánc /kábel		1903	1945			1964	A lánchíd helyére kábelhíd épült, 1975-ben új pályaburkolat, a villamos lekerül, 1990-ben felújítás, járdacsere
10	Budapest, Ferencz József /Szabadság		1896	1945		1946		1985-86-ban felújítás
11	Budapest, Horthy Miklós /Petőfi		1937	1945		1951		1979-80-ban felújítás
12	Budapest Lágymányosi		1995					
13		Bp. Déli Összekötő	1877	1913/1944			1913/1948/53	1913-ban kétvágányú új híd épült, 1948/53-ban egy-egy egyvágányú új híd épült
14	Háros, M0		1990					
15	Dunaföldvár közúti-	vasúti	1930	1944			1952	2000-ben felújítás, csak közút
16	Bajai közúti-	vasúti	1909	1944	1991 /1999		1950	1991/99-ben kétoldali konzol épült a közúti személy/teherforgalom számára

Szinte hihetetlen, hogy – az akkori körülmények között – tíz év alatt, 1955-ig 9 új hidat építettek (a Déli összekötő vasúti híd 2 önálló szekezet), 5-öt rekonstruáltak! Utolsóként, 1964-re a legnehezebb feladatot is megoldották: az Erzsébet lánchíd helyén elkészült az új kábelhíd.

Mindettől talán kifulladt az ország, talán ezután csak „a szocializmus építése" volt előirányozva, mert döbbenetes, megmagyarázhatatlan, de sajnos tény, hogy 1950 (az Árpád híd átadása) és 1990 (a Hárosi híd forgalomba helyezése) között, 40 év alatt a Dunán egyetlen új átkelőhely sem létesült, noha közben a forgalom sok tízezerszeresére nőtt! (Megismételjük: a századforduló körül átlagosan két évente avattak egy hidat!)
A teljesség, ill. összehasonlítás kedvéért megemlítjük, hogy 1971–81 között, tehát 10 év alatt a szomszédos Jugoszláviában 6 Duna-hidat építettek. Ebből négynek az acél felszerkezetét (köztük a Duna-rekorder Novi Sad-i ferdekábeles hídét) a Ganz-MÁVAG szállította (3500 m összhosszban, 20.000 t összsúlyban!). Ezeken az átkelőhelyeken a forgalom nagyságrenddel kisebb volt, mint a magyar hidakon. (Sajnos a hazai „illetékesek" ezt figyelemre sem méltatták, a hídügyet másképpen, megítélésem szerint nagyon rosszul kezelték.)
A Hárosi híd óta elkészült egy új híd (a Lágymányosi), egyet megerősítettek (bajai), egy rekonstrukciója folyik (dunaföldvári), van remény továbbiakra is (szekszárdi, esztergomi újjáépítése stb.).

Jelenlegi Duna-hídjaink történetét a II. táblázat foglalja össze. Kiolvasható belőle, hogy a mai magyar Duna-szakaszon ezidő szerint 15 átkelőhely van. Ebből 3 kizárólag vasúti, további 2 közúti-vasúti. Ha az I. táblázatot tanulmányozzuk, akkor megállapítható, hogy 150 esztendő alatt gyakorlatilag 30 acél hídfelszerkezetet építettünk a Dunán (de ez csak 20 átkelőhelyet jelent), melyből a mai Magyarországra 26 esik. A látszólagos ellentét onnan ered, hogy bizonyos átkelőhelyeken – részben az eredeti hidak elavulása, részben pedig nagymérvű elpusztítása következtében – teljesen új acél felszerkezetet kellett építeni, egyet pedig csak ideiglenesen üzemeltettek (Kossuth híd).

A hidakhoz használt alapanyagok

A vasat már három évezrede ismeri az ember. A hídépítésben alkalmazására először (eltekintve a régi kínai feszített láncokra fektetett pályáktól) öntöttvas formájában került sor (Iron-Bridge, Anglia, 1779). A mi Lánchidunk kereszttartói az 1840-es években Andrássy gróf dernői öntödéjében készültek, míg a láncokat és függesztő rudakat Angliában kovácsolták. Anyaguk a „kavartvas" („hegeszvas", „hegesztett vas") volt. Ennek szakítószilárdságát 33–34 kg/mm^2 értékben állapította meg dr. Gállik István, aki a múlt század végétől, több mint negyven éven, át a hídépítéshez használt anyagok legjelesebb kutatója és szakértője volt. Elsősorban az ő munkáiból (pl. „Történelmi visszapillantás régebbi Duna-hídjaink építésére, TECHNIKA 1941. évi 1. és 2. sz.) tudhatjuk meg, hogy Duna-hídjaink a XIX. században kavartvasból készültek.

Noha a XIX. század második felében Bessemer (1855), Siemens és Martin (1865), valamint Thomas (1876) szabadalmai alapján beindult a „folytvas"-gyártás, ezt nálunk Dunahídhoz először a Ferencz József hídnál alkalmazták. Az 1903-ra elkészült Erzsébet lánchíd, majd pedig az 1915-re átépített Széchenyi Lánchíd láncainak anyaga a „karbonacél", melynek szakítószilárdsága 50–55 kg/mm^2 között volt meghatározva. A szakítószilárdság növelésére a karbonon kívül szilíciumot is használtak. Ilyen anyagból készült az 1930-ban átadott dunaföldvári híd. Ezektől az esetektől eltekintve a II. világháborúig a Duna-hidakhoz folytvasat alkalmaztak.

Hengerműveink kezdetben saját előírások és DIN-szabványok szerint dolgoztak. Az első hazai hengerelt folytacél alapanyag szabvány a MOSZ 112-1933 volt. Ez a hídépítésre három szilárdsági csoportot tartalmaz (folytvas: 36–45 kg/mm^2; szénacél: 49–58 kg/mm^2 és szilícium-, vagy krómacél: 50–60 kg/mm^2 szakítószilárdság-határokkal).

A hídépítésben használatos anyagok hazai szabványait a kezdetektől napjainkig a III. táblázatban foglaltuk össze.

E helyütt nincs mód az egyes szabványok, ill. az azokban megjelent változások ismertetésére. Azt azonban hangsúlyozni kell, hogy a hegesztés bevezetésével megjelenő rideg törések (külföldön a 30-as évek közepén, nálunk az Erzsébet kábelhíd gyártásánál) – hosszas kutatómunka után, az ötvenes évek végére – nyilvánvalóvá tették, hogy az alapanyag szilárdsága mellett a képlékeny és a szívós tulajdonságok alapvető szerepet játszanak a hegeszthetőség és a ridegtörési biztonság vonatkozásában. A szívósság mérőszámául az ütő-

munka-próbával (nálunk kezdetben U-bemetszésű, 1975 óta Charpy V) mért, szavatolt átmeneti hőmérsékletet választották. A megfelelő anyagot korrelációs rendszerrel (pl. a Bierett-féle, melynek hazai változatát jelenleg a már elavult MI 15024/3-85 tartalmazza) lehet kiválasztani. A mechanikai tulajdonságokat csillapítással, mikroötvözéssel, hengerművi kikészítéssel (normalizálás, termomechanikus hengerlés, nemesítés stb.) biztosítják.

A fejlődés e téren rendkívüli. A hídépítésben már 30 éve alkalmaznak 700 N/mm^2, de gyártanak 1100 N/mm^2 folyáshatárú anyagokat is hegesztett acélszerkezetekhez.

Nálunk korszakos változást az – Erzsébet hídhoz betervezett – az MNOSZ 6289-53 Á szabvány szerinti 36.24 S (ún. „jól hegeszthető", de még csak nem is csillapított, tehát hegesztett szerkezetekhez alkalmatlan) acéloknál a gyártás kezdetekor bekövetkezett ridegtörési esetek nyomán kikényszerített MSZ 6280-65-ös szabvány hozott, melyben a minősítés alapját az abban bevezetésre került ütőmunka-vizsgálattal meghatározott átmeneti hőmérséklet képezte. 1000 t 36.24 S minőségű anyag került leselejtezésre. Helyette – szabvány hiányában, külön megállapodás szerint – 36.24 Sö jelzésű, ütővizsgálattal (öregített állapotban is) minősített anyag került legyártásra, ill. beépítésre. Az 1957-ben kiadott MSZ 6280 az Erzsébet hídnál szintén sok gondot, ill. selejtet okozott. Ugyanis az MTA 50-cs – a szabvány szerint szintén jól hegeszthetőnek minősített – acélnál a normalizálást 7 mm-nél vékonyabb (!) lemezekre írták elő, ezért és a Ti ötvöző labilis hatása miatt ezen anyagok szívóssága sem volt kielégítő (a gyártás közben elvégzett vizsgálatok szerint). Az MSZ 500-as szabványcsalád – az 1989-es, teljesen értelmetlenül kiadott változatig (ugyanis az EN 10025 tervezet akkor már ismert volt) – nem írt elő ütővizsgálatot, tehát anyagai a hídépítés érdemi hegesztett szerkezeteinél nem voltak alkalmazhatók.

III. táblázat **A hazai hídépítésben használatos acélanyagok szabványainak fejlődése**

A szabvány száma	A hatálybalépés éve	A szabvány tárgya
MOSZ 112	1933	Hengerelt folytacél
MNOSZ 112	1950	Szerkezeti acél, ötvözetlen, hengerelt
MSZ 6289-53Á	1954	Különleges acélok hegesztett híd és járműszerkezeti célokra
MSZ 6289-55	1956	Különleges acélok hegesztett híd és járműszerkezeti célokra
MSZ 6280-57	1958	Nagy szilárdságú acél hegesztett híd- és járműszerkezeti célra MNTI acél
MSZ 6280-65	1966	Szerkezeti acél fokozott követelményű hegesztett szerkezetekhez
MSZ 500-66	1967	Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél
MSZ 500-74	1975	Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél
MSZ 6280-74	1975	Acélok hegesztett szerkezetekhez
MSZ 500-81	1982	Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél
MSZ 6280-82	1982	Acél hegesztett szerkezetekhez
MSZ 500-1989	1991	Általános rendeltetésű, ötvözetlen, szerkezeti alap- és minőségi acél
MSZ EN 10113-1,-2,-3:1995	1995	Melegen hengerelt, hegeszthető, finomszemcsés szerkezeti acélok
MSZ EN 10025:1998	1998	Melegen hengerelt termékek ötvözetlen szerkezeti acélokból

Szereléstechnológia

A szerelés módját lényegében a mindenkori emeléstechnológia, ill. kapacitás határozza meg. Ez a múlt században 1–2 t-ra korlátozódott (egyszerű, fából ácsolt emelőszerkezetek, kézi csörlők, csigasorok stb.). Ezért a folyókat, völgyeket teljesen be kellett állványozni. A hazai ácsművészet legjelesebb példáját a századfordulón az Erzsébet lánchíd adta (13. kép) ahol – 8 db egyenként 60 m hosszú rácsos vashíd (több mint 600 t összsúlyban) és cölöpjármok beiktatásával – 11.000 m^3 faanyagot használtak fel.

Az elektromos csörlők és vasból készült emelőszerkezetek (bakdaruk, Derrick daruk, zászlós daruk, bik-ek stb.) bevezetésével a beemelt szerkezetek súlya 20 t-ra növekedett. Mindazonáltal az 1937-ben átadott Horthy hidat még mindig teljes beállványozással (21. kép) szerelték. Meg kell azonban említeni, hogy – negyven évvel korábban – a Ferencz József híd medernyílásának konzoljai állványozás nélkül, tehát ún. szabad szereléssel készültek (17. kép). A Duna-hidaknál a valódi szabad szerelést először az Árpád hídnál vezették be (5. kép), ahol csak segédjármokat alkalmaztak és erre a célra készített 35 t-ás Derrick daruval emeltek.

Igen jelentős változást hozott a Duna-hidak szerelésében a II. világháborút követő újjáépítésekhez gyártott két 100/50 tonnás úszódaru (József Attila és Ady Endre). De 100 tonnás egységeket első ízben csak az Erzsébet híd pályaelemeinek esetében emeltek be. Húsz évvel később, az Árpád híd bővítéséhez épített Clark Ádám úszódaru teherbírása 120 t (5. kép). Meghatározó azonban az előszerelés emelőkapacitása is, mely nálunk az utóbbi két évtizedben 100 t volt. (Megjegyezzük, hogy pl. Japánban 5000 t-ás úszódarukkal is építenek hidakat.)

Kötésmód

A Lánchidat leszámítva, Duna-hídjaink a kezdetektől fogva szögecskapcsolatokkal készültek. Első próbálkozások a hegesztéssel a II. világháborút megelőzően a medvei Duna-híd különféle másodrendű tartóinak, majd az Árpád híd kereszttartóinak övgerinc kapcsolatainál történt.
A háború után a Kossuth híd három fő nyílásának csőkeresztmetszetű, rácsos tartóit teljes egészében hegesztéssel illesztették (1945).
A Duna-hidaknál jelentős szerepet a korszerű hegesztés első ízben az Erzsébet hídnál kapott, ahol a pályaszerkezet gyári varratai (mintegy 100.000 m) teljes egészükben hegesztéssel készültek (kézi ívhegesztéssel és 70%-ban fedettívű eljárással). A pilonok és helyszíni kapcsolatok azonban még 100%-ban szögecseltek voltak. A 20 évvel később épült Árpád hidak (a régi szerkezet mellett jobbra-balra egy-egy önálló új híd) már korszerű technológiával, 100%-ban hegesztett gyári és részben hegesztett (pályaszerkezet), részben NF-csavarozott helyszíni kapcsolatokkal készültek. Ehhez hasonlóan épült a Hárosi híd (de feszített vasbeton pályalemezzel), továbbá a Lágymányosi híd, ahol az öt pilon helyszíni kapcsolatai is hegesztettek. A jövőben feltehetően mi is követni fogjuk a Nyugat-Európában divatos tendenciát: 100%-ban hegesztett szerkezetek (tehát az NF csavarról leszoktak).

A DUNÁN ÉPÜLT KÖZÚTI ACÉL HÍDFELSZERKEZETEK RÖVID TÖRTÉNETE

A továbbiakban – a (bevezetőben már említett) kiállítás rendszerére és képanyagára támaszkodva, a Duna folyásirányát követő sorrendben – tömören összefoglaljuk az egyes közúti hidak acél felszerkezeteinek történetét, legfontosabb adatait.

A medvei Duna-híd

A híd megépítésére a trianoni határ 1938-ban történt módosítása nyújtott lehetőséget. Az acél felszerkezet tervezésére dr. Álgyai-Hubert Pál államtitkár vezetése alatt külön bizottságot hoztak létre. (Tagjai: Tantó Pál, Dömötör Sándor, dr. Kossalka János, dr. Mihailich Győző, Ullrich Zoltán voltak). A részletterveket, Lengyel József irányítása mellett, a szerkezet gyártásával és szerelésével megbízott Magyar Waggon és Gépgyár R.T. kollektívája készítette.

A Duna árterülete a híd tengelyvonalában mintegy 2 km széles, így különféle hidak láncolatára volt szükség.

A hajózóág felett háromnyílású, folytatólagos, párhuzamos övű, szimmetrikus rácsozású, alsópályás, folytvasból készült szerkezet épült 114,0+133,0+114,0=361,0 m nyílásosztással, 6,0 m széles vasbeton kocsipályával, 2x3,2 m-es gyalogjáró konzolokkal (önsúly: 1660 t). A holtágon 101,6 m támaszközű, kéttámaszú vashíd épült (460 t), hasonló szerkezeti kialakítással. (A többi mellékhíd vasbetonból készült.)
Az acélszerkezeteknél – a Duna hidak esetében először – viszonylag jelentős szerepet kapott a hegesztés: a főtartók oszlopai, a hossz- és kereszttartók, valamint a felső szélrács hegesztett I-tartókként kerültek kialakításra. (A nyakvarratok kézi ívhegesztéssel készültek.) Az építést 1939-ben kezdték és 1942 végére fejezték be.

A hidat 1944-ben bombatalálat érte, majd német robbantás tette tönkre. Provizórikus rekonstrukciója 1945–46, végleges helyreállítása 1970–73 között történt. A mederhidat mai állapotában a 2. kép szemlélteti.

A komáromi Erzsébet híd

A híd főterveit Feketeházy János, míg a vasszerkezet gyártási terveit a kivitelezést végző Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára készítette, Czekelius Aurél minisztériumi hídosztályvezető felügyelete mellett, a Gregersen és fiai cég fővállalkozásában.

A híd négynyílású, csonka sarló alakú, rácsos szerkezetű, alsópályás, kéttámaszú egységekből áll. A híd hossza 4x102,0=408,0 m, a kocsipálya szélessége 6,5 m, ehhez csatlakozik kétoldalt egy-egy 2,6 m széles járdakonzol. A kavartvasból készült szerkezet önsúlya 2107 t.

A hidat 1891–92-ben építették. A németek 1945-ben felrobbantották. Rekonstrukcióját 1945–46-ban a csehek végezték. A híd a 3. és 4. sz. képeken látható.

Az esztergomi Mária Valéria híd

A híd főterveit – Feketeházy János komáromi hídnál alkalmazott megoldását átvéve – a fővállalkozó Cathry Szaléz és fia, az acélszerkezet kiviteli terveit, a gyártást és szerelést végző Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára készítette, Czekelius Aurél minisztériumi főfelügyelő irányítása mellett.
A híd ötnyílású, csonka sarló alakú, rácsos szerkezetű, alsópályás, kéttámaszú egységekből áll. A támaszközök befelé növekednek: 83,5+102,0+119,0+102,0+83,5 m. A híd összhossza 496 m. A kocsipálya szélessége 5,6 m, ehhez csatlakozik kétoldalt egy-egy 2,6 m széles gyalogjárda. A kavartvasból készült szerkezet önsúlya 2507 t.

A hidat 1894–95-ben építették (4. kép). A párkányi oldali első nyílást 1917-ben felrobbantották. Az újjáépítés – akkor (Trianon után) „csak" – 7 évig váratott magára. 1944 decemberében a németek a három középső nyílást felrobbantották. A „testvériség" 35 évében és a „szomszédság" (de milyen?) 10 évében nem sikeredett megállapodni az újjáépítésben, bár tárgyalások, tervezgetések folyamatosan voltak. Az 1999. szeptember 16-án történt miniszterelnöki kézfogó reményt nyújt a híd 2002-re előirányzott átadására. A jobbparti hídnyílás mai állapotában a 4. képen látható.

A budapesti Árpád híd

A híd megvalósítása, helyének kijelölése a XX. századra jellemző, magyarosan hosszú (1903–39 közötti) és éles vita után „jött össze".

A híd főterveinek kidolgozását dr. Széchy Károly irányításával a Kereskedelem- és Közlekedésügyi Minisztérium Hídosztályán végezték. Az acél felszerkezet gyártási tervei a MÁVAG-ban készültek.

A híd ferde alátámasztású, két-, négy-, háromnyílású folytatólagos és egy (a pesti parti) kéttámaszú, négyfőtartós, felsőpályás vasbeton pályalemezes gerenda szerkezetként, két vasbeton műtárgy (a Hajógyári és a Margitszigeten) közbeiktatásával került kialakításra. Támaszközei (a budai oldalról haladva): 60,0+50,0+45,0+80,0 (vasbeton)+ +82,0+103,0+82,0+90,0 (vasbeton) +76,0+102,0+76,0+37,0 m, összhossza 928 m. Keresztmetszeti méretei: 2x3,4+1,0 (gyalogjárda és kerékpárút)+ 19,2 m kocsipálya (ebből 6,5 m villamos sáv), összesen 27,6 m-re voltak tervezve.

A kivitelezés 1939-ben kezdődött és 1944-ben abbamaradt. Eddig az alapok és a szigeti műtárgyak, valamint a budai oldali szakasz első négy nyílása készült el (kb. 250,0 m, 5. kép).

A munkát, a háború után, 1948-ban folytatták. Ekkor azonban – takarékossági okoknál fogva – csak a két középső főtartót, konzolokkal, összesen 13,0 m szélességben (melyből 1,0–1,0 m gyalogjárda, 4,9 m villamospálya volt) építették meg. Ezt a hidat a MÁVAG, Perényi Miklós vezetésével, 1950-re készítette el (5. kép). A beépített folytvas tömege 4500 t.

A november 21-én, Rákosi Mátyás által, nagy csinnadrattával megnyitott, Sztálinra keresztelt híd már rövid idő után sem volt képes a forgalmi igények kielégítésére. Ezért ismételt hosszas mérlegelés, vitatkozás után végül is amellett döntöttek, hogy a régi híd – konzoljainak lebontása után, 7,2 m szélességgel – csak a villamosforgalmat szolgálja, és melléje, jobbra-balra egy-egy teljesen független – de a régi vonalvezetését követő – új híd épüljön.

A korszerű, ortotróp pályalemezes, kétfőtartós, nyitott, 13,0 m széles (ebből a gyalogjárda 2,75 m, a belső kerékvető 0,25 m) hidak teljes tervdokumentációját az UVATERV készítette, dr. Petúr Alajos irányításával. A 8500 t önsúlyú, MSZ 6280-74 szerinti 37 B, 37 C, 52 C, 52 D minőségű anyagból készült szerkezetek gyártását és szerelését – Pintyőke Károly és Gáll Endre vezetésével – a Ganz-MÁVAG 1981–84 között hajtotta végre (6. kép). Forgalomba helyezése – az észak-budapesti beruházásokkal együtt – 1984. november 5-én történt.

A Margit híd

A XIX. század második felében a főváros lakosainak száma megnégyszereződött (150.000-ről 600.000-re). Ez a Lánchíd mellett újabb híd építését tette szükségessé.

A Margit hidat, Ernest Gouin francia mérnök pályanyertes tervei alapján, vállalkozása, a Societé de Construction des Battignoles cég építette 1872–76 között. A két 20 m-es rakparti nyílást az 1874-ben, a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára keretein belül létrehozott „Hídosztály" tervezte és építette (francia anyagból).

A hat tömörgerincű, íves, keresztrácsozással merevített, lapokra támaszkodó főtartóval kialakított felsőpályás híd hat nyílása a hídközép felé növekszik (73,0, 83,0 és 88,0 m-es nyílások, 7. kép) és tengelye ott 30°-kal megtörik. A híd teljes hossza 607,0 m, pályája 11,0, gyalogjárdái 3,0 m szélesek, tömege 5012 t kavartvas volt.

A hidat 1900-ban a Margitszigettel egy 70,0 m nyílású (500 t súlyú), a főhídhoz hasonló kialakítású, négyfőtartós ívhíddal kötötték össze. Ezt a munkát már az Államvasutak Gépgyára vitelezte ki.

Majd húszéves huzavona után előteremtették a pénzt, és dr. Mihailich Győző tervei alapján, dr. Álgyai-Húbert Pál minisztériumi hídosztályvezető irányításával, dr. Széchy Károly tervei szerint. A gyártást Massányi Károly, a szerelést Zimányi István vezette. 1935–37 között a kifolyási oldalon két-két új főtartó beépítésével és a lapokra támaszkodó ívek csuklóssá alakításával a pályát 5,5 m-rel kiszélesítették a forgalom fenntartása mellett, (7. kép).

A híd pesti nyílásait a németek 1944. november 4-én („véletlenül"), a budaiakat 1945. január 30-án („előre elhatározott, aljas szándékkal") felrobbantották. A hidat 1946–48 között építették újjá. A tervezési munkákat Fáber Gusztáv, a helyszíni szerelést Zimányi István vezette. Az új szerkezet vonalvezetése követi az eredetit, de a 8 főtartó helyett csak hat (szekrényes keresztmetszetű) tartja a pályát, az X-rácsozást függőleges oszlopok vál-

tották fel, a híd szélessége 22,3-ról 25,0-ra növekedett (8. kép). A beépített folytvas tömege 4942 t.

A Széchenyi Lánchíd

A Lánchíd terveinek elkészítésével és kivitelezésével gróf Széchenyi István – húsz éven át folytatott lankadatlan küzdelme eredményeként – 1839-ben megbízhatta William Tierney Clark neves angol hídépítő mérnököt. Ő a terveket elkészítette, de a munka helyszíni irányítását Adam Clark fiatal skót mérnökre bízta.

A híd támaszköze 88,7+202,6+88,7 m. A főnyílás – a lánchíd kategóriában – világrekordot jelentett! A kovácsoltvas láncokat és csapokat (2000 t), valamint a függesztőrudakat és keresztmerevítőket (36 t) és az öntöttvas sarukat (206 t) Angliában gyártották, míg a szintén öntöttvas kereszttartók (304 t) gróf Andrássy György dernői vasöntödéjéből származtak. A pályaszerkezet többi része fából készült. A gyártás 1845–48 között folyt. Az alapok építését 1840-ben, a láncok szerelését 1848-ban kezdték. A felszerkezeti munkák – meglepően rövid idő alatt – 1849-re elkészültek. Az átadás 1849. november 20-án történt (9. kép).

Az eredeti – viszonylag gyenge és kevéssé merev vas-fa szerkezet – 64 éven át egyre nehezebben bírta a növekvő forgalmat. Cseréjére – mintegy harminc év halogatás után – 1914–15-ben, 22 hónapon át tartó helyszíni munkával került sor.

A kőépítmények (hídfők, horgonykamrák, pilonok) kivételével a teljes szerkezetet elbontották (9. kép). A régi szerkezet szépségét megőrző, de attól alapvetően eltérő (vasszerkezetű rácsos merevítőtartó, hosszabb láncok, kétszeres csaptávolsággal) új szerkezet önsúlya 5194 t (az eredeti 2146 t volt).

A főterveket Kherndl Antal műegyetemi tanár statikai számításai alapján Beke József és Gállik István készítették. A kivitelezést – Gottlieb Ferenc főfelügyelő irányításával – a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára hajtotta végre.

A csodálatra méltó alkotást 1845. január 18-án a németek felrobbantották (10. kép). Újjáépítését – csekély változtatásokkal – a MÁVAG végezte (Sávoly Pál és Fáber Gusztáv számításai és tervei alapján. A rendkívül igényes szerelési munkákat Zimányi István, Bors Ernő és Bujdosó Géza irányították). Átadására pontosan 100 évvel az elsőé után – 1949. november 20-án került sor. Az 1915-ös átépítés óta Széchenyiről elnevezett Lánchidat méltán sorolják a világ legszebb hídjai közé (6., 7. képek).

Az Erzsébet lánchíd

A XIX. század végén a főváros rohamos fejlődésével a közlekedés és vele az újabb hidak iránti igény oly mértékben megnövekedett, hogy az 1893. évi XIV. törvénycikk egyszerre két híd (az Eskü téri és a Fővám téri) megépítését rendelte el. Az 1893 júliusában közzétett nemzetközi tervpályázat 1894. január 31-ére kiírt határidejére 74 pályaművet (53-

at az Eskü téri hídra) nyújtottak be (igen sokat külföldről, 9 országból). Noha az első díjat az Eskü téri hídra beadott (németektől eredő) kábelhíd nyerte, azt kivitelre nem tartották alkalmasnak (a tervet szemlélve ez érthető, csak az nem, hogy miért ítélték oda ennek a torzszülöttnek az első díjat). Ezért a Kereskedelemügyi Minisztériumban Czekélius Aurél vezetésével hídépítési osztályt szerveztek (tagjai: Szántó Albert, Nagy Virgil, Gruber Antal, Beke József, Gállik István, Ney Ferenc, ill. utódja, Pischinger Gyula). Ők – akik több évtizeden át a dicsőséges hazai hídépítési tevékenység irányítói voltak – elkészítették a híd főterveit.

Az új lánchíd sok szempontból világraszóló alkotás lett. A pilon tengelyek között mért 290 m-es támaszköze a lánchíd kategóriában húsz éven át világrekorder volt. Az első vaspilonos, ingaoszlopos híd volt. Úttörő megoldást képviselt a merevítőtartó kialakítása: a folytatólagos, 378,6 m hosszú rácsos szerkezetet a pilonoknál és a hídfőkben kardáncsuklós ingák (összesen 8 db) támasztják alá. Egyedi a láncok lehorgonyzásának és ingaoszlopba való bekötésének megoldása is, melyeket később külföldön is átvettek. Máig is a világ legszebb lánchídjaként tartják számon. Az első olyan híd volt a Dunán, mely a folyót mederpillér nélkül ívelte át, egyben több mint 60 esztendőn át a Duna legnagyobb fesztávú hídja volt.

A híd támaszközei: 44,3+290,0+44,3 m. Keresztmetszeti elrendezése: 3,0+11,0 +3,0 m. A pilon tengelyek és egyben a merevítőtartó főtartóinak távolsága: 20,0 m. A sarutalptól mérve a pilon teteje 52,5 m, a felső láncköteg bekötőcsapjának tengelye 42,9 m magasan van. A beépített vasszerkezet súlya összesen: 11.170 t. Ebből a Martin folytacél láncok 4176 t (50–55 kp/mm^2 szakítószilárdság), a Martin folytvas pilonok 2082 t (33–40 kp/mm^2 szakítószilárdság), a Martin folytvas merevítőtartó és függesztővasak 3800 t súlyt képviseltek. Az egyéb, főként öntött- és kovácsoltvasból készült szerkezetek 1100 tonnát tettek ki.

A híd újbóli erőtani számítását (a Kherndl Antal professzor által kidolgozott grafosztatikai eljárással) és valamennyi gyártási és szerelési tervének kidolgozását (összesen 440 db), továbbá a teljes vasszerkezet gyártását és szerelését a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára végezte Seefehlner Gyula főfelügyelő, műszaki igazgató és Gottlieb Ferenc főfelügyelő irányításával (a tervezést Jurkiny Jenő, a helyszíni szerelést Strauch Emil vezette).

A közel 4100 db lánctagot lemezből munkálták ki. Mivel a láncgyártás feladatára felkértek közül egy külföldi nagy gyár sem vállalkozott, Diósgyőrben külön műhelyt rendeztek be erre a célra gyártatott (Vulkan) gépekkel. A hatalmas munkát 1899 tavaszán kezdték és 21 hónap alatt végezték el. Az egyéb acélszerkezetek gyártása 1899 elején kezdődött, és két évet vett igénybe.

A helyszíni szerelés a két hídfőnél 1899 őszén indult, és nagyjából egyidejűleg haladt a hídközép felé.

1902-ben – feltehetően a kitörő melegvíz-források miatt felpuhult szigetelő aszfaltrétegen – a budai oldali lehorgonyzó tömb 33 mm-t elcsúszott. Emiatt a hídfőket óriási előépít-

ménnyel erősítették meg (a pesti oldalon is). Az acélszerkezet szerelésének módjáról korának csúcstechnikájáról a 13. kép némi ízelítőt ad.

A hidat – mely a magyar hídépítés soha többé utol nem érhető, világraszóló teljesítménye – 1903. október 10-én József főherceg avatta fel (14. kép).

Ez a híd is a visszavonuló németek esztelen pusztításainak áldozatává vált: 1945. január 18-án olyan „sikeresen" robbantották fel, hogy csak a pesti parti pilon maradt állva (13. kép). A roncsokat a háborút követően a vízből eltávolították, de a balparti megmaradt rész 3000 tonnájának lebontására – az UVATERV (Csölle Endre) tervei alapján, Fekete János és e sorok írójának vezetésével – csak 1960–61-ben (13 hónapi munkával) került sor.

Az Erzsébet kábelhíd

E híd nemcsak azért készült el 9 évvel az utolsónak újjáépített Duna-híd (Északi vasúti) után, mert a legnagyobb, legnehezebb feladat volt, hanem azért is, mert nehezen született meg az a döntés, hogy ne a csodálatos eredeti hidat építsék újjá.

Az ügy vizsgálatával és a tervek kidolgozásával – Sávoly Pál irányítása mellett – az UVATERV hídirodáját bízták meg. Ő – józan megfontolások alapján – egy, az eredetivel azonos vonalvezetésű kábelhíd változat megépítésére inspirálta a döntéshozókat. Az indokok világosak: a régi híd önsúlyának 11.170 tonnája helyett az újé csupán csak 6300 t (36.24 Sö, MTA 50 és MU St 37-2 minőségű acél), ugyanakkor szélessége 27,5 m, a régi 18,0 m-ével szemben. Ez utóbbi előny azért is fokozott jelentőségű, mert e hidat jobbról-balról egy-egy olyan, eredeti szerkezetével újjáépített műemlékhíd veszi közre, melyeken csak 2x1 sávos forgalom bonyolítható.

Az új – és hazánkban ez idáig egyetlen – kábelhíd gyártását és szerelését (Massányi Károly főmérnök irányításával, Fekete János és Vogt Károly vezetésével) a Ganz-MÁVAG Hídgyára végezte (a felelős hegesztőmérnöki teendők ellátásával e sorok íróját bízták meg). A munka 1962 őszén kezdődött. A hidat 1964. november 21-én, ünnepélyes keretek között avatták fel. A 15. kép az előszerelést, majd az utolsó 10 m hosszú, 20 m széles, 100 tonnás egység beemelését szemlélteti. A hídon 10 évig villamosforgalom is üzemelt (15. kép). Az új híd – a Széchenyi Lánchíd mellett – szimbólumává vált Budapestnek, és – noha ez nagyon messze van a világelsőtől – szépen beleillik a városképbe (16. kép), büszkék lehetünk rá!
1975-ben a villamosvágányokat felszedték, a pályaburkolatot felújították. 1990-ben a hidat újból felújították, egyidejűleg a vasbeton járdaszerkezetet acéllemezesre cserélték.

Ferencz József / Szabadság híd

Amint azt az Erzsébet lánchíd bevezetőjében már említettük, a fővámtéri híd volt a másik, melyre a pályázatot 1893-ban kiírták. Erre 21 pályatervet nyújtottak be. Feketeházy János nyerte a II. díjat, azaz az e helyre készített tervek közül övét ítélték a legjobbnak. Az ő terve és egy másik (Seefehlner és társai), Erzsébet híd helyére készített, megvásárolt

pályamunkája alapján ugyanaz a tervező- (minisztériumi) és kivitelezőgárda (Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára), melyet már az Erzsébet lánchíddal kapcsolatban felsoroltunk, ugyanolyan munkamegosztásban hajtotta végre a nem kis feladatot.

A háromnyílású, konzolos (Gerber csuklós) híd abban tér el legtöbb társától, hogy 47 m hosszú befüggesztett része nem a nyomatékvonalat követi, hanem – kizárólag esztétikai okoknál fogva – felső övének vonalvezetése törésmentesen íveli át a 175 m-es középső nyílást. A szélső mezők támaszköze 78,1 m, így e híd 331,2 m-es összhosszával a legrövidebb Duna-hidunk. Szélessége 20,1 m, a konzolokon elhelyezkedő gyalogjárdái 2,9 m, a kocsipálya 11,5 m (a kerékvetők és főtartók 2x1,4 m-t foglalnak el).

A Martin folytvas szerkezet önsúlya 4620 t, az öntöttvas és acélszerkezeteké 230 t, míg a hídfőknél elhelyezett ellensúly öntvényeké 2x609 t.
A hidat sokan a világ legszebb Gerber csuklós hídjának tartják. Ebben nagy része van – ugyanúgy, mint az Erzsébet lánchídnál – a minisztériumi tervezőbizottságban résztvevő Nagy Virgil építésznek.

A szerkezet gyártását 1895 februárjában kezdték, és 1896 augusztusában fejezték be. A szerelést 1895 közepén a parti nyílásokkal, állványzaton kezdték, és a jégzajlásig eljutottak a pillérekig. 1896 tavaszán a medernyílás konzoljait szabadon szerelték(!) és csak a befüggesztett tartó építéséhez készítettek állványzatot (17. kép). A 18. képen a gyönyörű hidat láthatjuk, átadását követően. A rekordidő alatt legyártott és felszerelt hidat – a millennium alkalmából – 1896. október 4-én névadója, Ferencz József avatta fel.

Sajnos ez a híd sem kerülhette el sorsát: 1945. január 16-án a németek ezt is felrobbantották (19. kép). A budapesti hidak közül ennek szerkezete volt a legkevésbé elpusztítva, ezért az újjáépítést is ezzel kezdték. A MÁVAG Zimányi István főépítésvezető irányításával, a rendkívül mostoha körülmények ellenére biztosította, hogy 1946. augusztus 20-ától a híd újra szolgálhassa a forgalmat (20. kép).

Horthy Miklós / Petőfi híd

A híd tervezésére pályázatot írtak ki. Ez sikertelen lévén dr. Álgyai-Hubert Pál miniszteri főtanácsos tervét (háromnyílású, négyfőtartós, felsőpályás, folytatólagos, rácsos gerendahíd) vitelezték ki.

A szerkezeti kategóriájában rendkívül karcsú, 378,0 m hosszú híd 112,0+154,0 +112,0 m támaszközökkel íveli át a Dunát. A hídhoz Pesten ötnyílású, Budán egynyílású, vasszerkezetű parti feljáróhidak csatlakoznak. A hídon 15,7 m széles kocsipálya és két 3,5 m széles gyalogjárda/kerékpárút vezetett át. A Martin folytvasból készült szerkezet önsúlya 8000 t.

A felszerkezetet a MÁVAG gyártotta és szerelte 1935–37 között (21. kép). A gyártási munkákat Massányi Károly, a helyszíni szerelést Hübner Béla vezette.

Az 1945. január 14-én felrobbantott híd minden nyílása a vízbe zuhant. A roncsokra az orosz hadsereg ideiglenes fahidat épített, mely 1945 tavaszától decemberig üzemelt. A roncskiemelés 1945 közepén indult. A Palágyi Pál által vezetett, rendkívül kényes, igen nagy szakértelemmel végrehajtott, két évig tartó munka eredményeként több mint 6000 t szerkezetet emeltek ki a vízből.

Az újjáépítést 1951–52 között a bal parton az erre a célra megvalósított ún. Boráros téri telepen történő előszereléssel, a szélső nyílásban állványon, a másik kettőben segédjármokkal és szabad szereléssel, úszó daruk segítségével, az UVATERV tervei alapján a MÁVAG hajtotta végre Perényi Miklós vezetésével. Az eredeti szerkezetnek mintegy felét fel lehetett használni. Az 1952. november 22-én forgalomba helyezett új híd 500 tonnával könnyebb (7500 t) és 3,0 méterrel szélesebb (25,6 m) lett elődjénél.

A Lágymányosi híd

A Budapesten 45 év szünet után épült hetedik közúti híd tervezését – melyet dr. Sigrai Tibor irodaigazgató irányításával az UVATERV végzett – főként az bonyolította, hogy a híd a Déli Összekötő vasúti híd közvetlen szomszédságában helyezkedik el. Emiatt, ill. mivel Budapest belterületén fekszik, és a városképet jelentősen befolyásolja, esztétikai megjelenésére nagy gondot fordítottak. Az elkészült 9 tanulmánytervet elvetve végül is egy 10. változat került megvalósításra.
Az új híd lényegében egy kétcellás, szekrényes keresztmetszetű, ortotróp pályalemezes, ferde szélső főtartó gerincekkel kialakított, hatnyílású, folytatólagos, 493,4 m hosszú gerendahíd, 49,3+4x98,5+49,3 m támaszközökkel. A 30,5 m széles pálya beosztása: a befolyási oldali gyalogjárda és kerékpárút 3,7 m, a kocsipályák 2x8,0 m, a villamosforgalom (mely az első ütemben nem valósult meg) számára fenntartott középső sáv 8,0 m, a vasúti híd melletti kerékvető 0,5 m.

A híd egyedi volta onnan ered, hogy a pillérek felett öt 35,5 m magas pilon helyezkedik el (24. kép). Ezeknek kettős funkciója van. A közepükbe bekötött két ferde rúd a merevítőtartó felfüggesztését szolgálja, míg az ugyanitt elhelyezett 2x3 reflektor a pilon tetején lévő 2x50 tükörre vetített fényét azok vakításmentesen terítik szét a pályán (23. kép). Hídvilágításként ilyen rendszert másutt még nem alkalmaztak.

A híd tartószerkezete 6500 t MSZ 6280-82 szerinti 52 C, 52 D minőségű acél. A beépített összes acélanyag tömege 8000 t.
A híd acél felszerkezetét a Ganz Acélszerkezet Rt. gyártotta és szerelte. Egy keresztmetszet 15 hegesztett egységből áll, így a hidat alkotó 41 keresztmetszethez összesen 615 db ún. panelt kellett legyártani. Ezek mintegy 100 m-es hosszakban előszerelésre kerültek, majd – szétbontás és korrózióvédelem után – a gyár budai hídfőnél elhelyezkedő ún. Lágymányosi telepén az egyes keresztmetszeteket összeállították (a pályalemezt hegesztették, a többi kapcsolatokat NF-csavarokkal rögzítették). Kivételt képezett a hídtengelyben elhelyezkedő illesztés, melyet – az úszódaru kapacitásához igazodva – a két részben történő beemelést követően készítettek el.

A gyártási munkákat 1993 tavaszán kezdték. Az első szerelési egységet ugyanaz év december 7-én helyezték el a pesti oldalon kiépített behúzó állványra. A szabad szerelés – nyílásonként 2–2 járom segítségével – Buda felé haladt, majd, az ottani parti nyílás elkészülte után, az utolsó tag beemelésére 1995. május 18-án került sor (23. kép). A hidat 1995. október 30-án adták át a forgalomnak. A szerelést Pintyőke Károly és Gáll Endre irányították.

A Hárosi M0 híd

Az M0 autópálya-gyűrű Dunán történő átvezetését szolgáló híd 770 m hosszú, három egymást követő folytatólagos gerendaszerkezet, szekrényes keresztmetszettel, párhuzamos övű, ferde főtartókkal, együttdolgozó feszített vasbeton pályalemezzel. A két szélső nyílás támaszköze 3x73,5 m, a mederhídé 3x108,5 m. A híd szélessége 22,0 m, az egyik oldalon 3,3 m-es, a másikon 1,2 m-es gyalogjáróval, középütt 17,6 m-es kocsipályával. A beépített acélanyag tömege 4420 t, minősége az MSZ 6280-82 szerinti 37 C, 52 C, 52 D.

A híd tervei – dr. Sigrai Tibor irodaigazgató irányításával – az UVATERV-ben készültek. Hazánkban az acél-vasbeton együttdolgoztatására ennél a hídnál kerültek első ízben alkalmazásra az ún. „fejescsap"-ok. (Korábban ezt a feladatot – a nálunk jelentősen olcsóbb – felhegesztett kengyelekkel oldották meg.)

Az acélszerkezet 1988-ban megkezdett gyártását-szerelését a Ganz Acélszerkezeti Vállalat végezte. A budapesti gyárban elkészült szállítási egységeket a lágymányosi telepen – szakaszonként – előszerelték, majd uszályon a helyszínre vitték. Ott a Csepel-szigeti ártéri oldalon kezdtek, majd a jobb parti híd, végül a mederhíd következett Csepel irányába haladva. A teljes keresztmetszetű egységeket a Clark Ádám úszódaru emelte be, de mivel az csak a folyómederben tudott mozogni, az ártéri hidakat szakaszosan – segédjármokon – kellett a helyükre húzni. Ezt a munkát – Pintyőke Károly és Gáll Endre vezetésével – 1988 közepén kezdték és 10 hónap alatt végezték el (25. kép).

A vasbeton pályalemez – Hídépítő Vállalat részéről történő – elkészítése után (a tervező által pontosan meghatározott terv, ill. elvégzett számítások szerint) 0,35–1,0 m-es támaszpontsüllyesztésekkel kellett a betonba nyomófeszültséget vinni. Ez meglehetősen hosszadalmas, és nem teljes sikerrel járó műveletsor volt: ugyanis a híd nem egészen az elvárások szerinti alakot vette fel (26. kép). A hidat a hozzátartozó úthálózattal 1990. november 16-án adták át a forgalomnak.

A dunaföldvári híd

A négynyílású, alsópályás folytatólagos, szimmetrikus rácsozású gerendahídként kialakított 109,4+2x136,8+109,4 m támaszközű, 493,4 m hosszú Duna-hidat – a zártkörű pályázatot megnyerő – dr. Kossalka János műegyetemi tanár, a 80 m támaszközű alsópályás, rácsos Holt-Duna-hidat a MÁVAG tervezte. A kocsipálya 5,5 m, a konzolokon nyugvó gyalogjárdák 1,5 m szélesek. A felszerkezet tömege 2620 t, anyagának minősége A 50.35.21 szilíciumacél volt.

Az acélszerkezetet a MÁVAG gyártotta, vitéz Berencsy Béla és szerelte Massányi Károly vezetésével. A főtartókat a budapesti Hídüzemben kifektették, majd szétbontották, és hajóval szállították a helyszínre. Ott a szerelést, teljes beállványozással, 1929 nyarán kezdték, és 1930-ban fejezték be (27. kép). Ugyanabban az évben építették fel a Holt-Duna-hidat is. Az év végén a hidat forgalomba helyezték. Az eredeti tervekben biztosított volt a vasúti forgalom bonyolíthatósága. Ezt csak 1939-ben használták ki, amikor kiépítették a vasúti pályát is.
A hidat és pilléreit a németek 1944. november 14-én felrobbantották. A pusztítás oly mérvű volt, hogy rekonstrukciója szóba sem jöhetett.

Dr. Korányi Imre és Sávoly Pál vezetésével az UVATERV-ben tervezett új híd szerkezeti rendszere és nyílásbeosztása követte a régiét, de a főtartók rombikus rácsozással, a pilléreknél alul-felül kiékelt vonalvezetéssel készültek. A hídra vasúti vágányt is építettek. A 7 m széles pálya kétirányú közúti vagy (annak lezárásával) vasúti forgalmat tud bonyolítani. A híd befolyási oldalán 1,5 m széles, konzolokon nyugvó gyalogjárda van. A folytvasból készített szerkezet tömege 2680 t.

Az új híd építését a roncsok eltávolítását követően 1950-ben kezdték. A munkát a MÁVAG és a Győri Vagongyár közösen végezték. Átadására 1951. december 23-án került sor (27. és 28. képek). A Holt-Dunán a régi, épen maradt híd mellett, attól északra, hasonló vonalvezetésű hidat építettek a közúti forgalom számára.

A vasúti forgalom az utóbbi időben csak csetenkéntire korlátozódott. A közúti, főként nehézgépjármű-forgalom azonban olyan mértékben megnövekedett, hogy a pályát évek óta folyamatosan foltozgatni kellett. Ezért 2000-ben elvégzik a híd felújítását, mely a vasúti vágányok eltávolításával, teljes pályacserével és korrózióvédelemmel jár.

A bajai híd

A bajai vasúti Duna-híd terveit a Magyar Királyi Államvasutak készítették (Riedl Károly főfelügyelő, Richter Károly és Kramer Frigyes felügyelők, továbbá Szikszay Gerő főmérnök közreműködésével).

A négynyílású mederhíd – hasonlóan Feketeházy Jánosnak a komáromi Erzsébet hídnál alkalmazott megoldásához (amelyet az esztergomi közúti, a komáromi vasúti, majd, a bajai után a gombosi vasúti hídnál is átvettek) – csonka szegmens alakú, oszlopos rácsozású, alsópályás, 101,8 m támaszközű, kéttámaszú szerkezetekből áll. Ehhez csatlakozik a Duna jobb partján elhelyezkedő háromnyílású ártéri híd 3 db 51,4 m támaszközű felsőpályás, párhuzamos övű, szimmetrikus rácsozású, kéttámaszú szerkezettel. Anyaga folytvas, tömege 2868 t.

Az acélszerkezet gyártását és szerelését a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára – Gottlieb Ferenc főfelügyelő irányításával, Jurkiny Jenő és Strauch Emil vezetésével – végezte 1906–1909 között. A főtartók kifektetéséhez a gyár máig is üzemben lévő budapesti, ún. „Millenniumi" csarnokának oszlopaira darupályát építettek, és azon 5 t-ás futódarut helyeztek üzembe (29. kép).

A gyártást és helyszíni szerelést az ártéri hidakkal kezdték. A munkát teljes aláállványozással és ezen mozgó 5 tonnás, fából ácsolt bakdarukkal a jobb partról a bal part felé haladva végezték (29. kép). Megjegyezzük, hogy ezzel a módszerrel (csak 20 t teherbírású, vasból készült bakdarukkal) szerelték 1935–37-ben a Horthy Miklós hidat is.

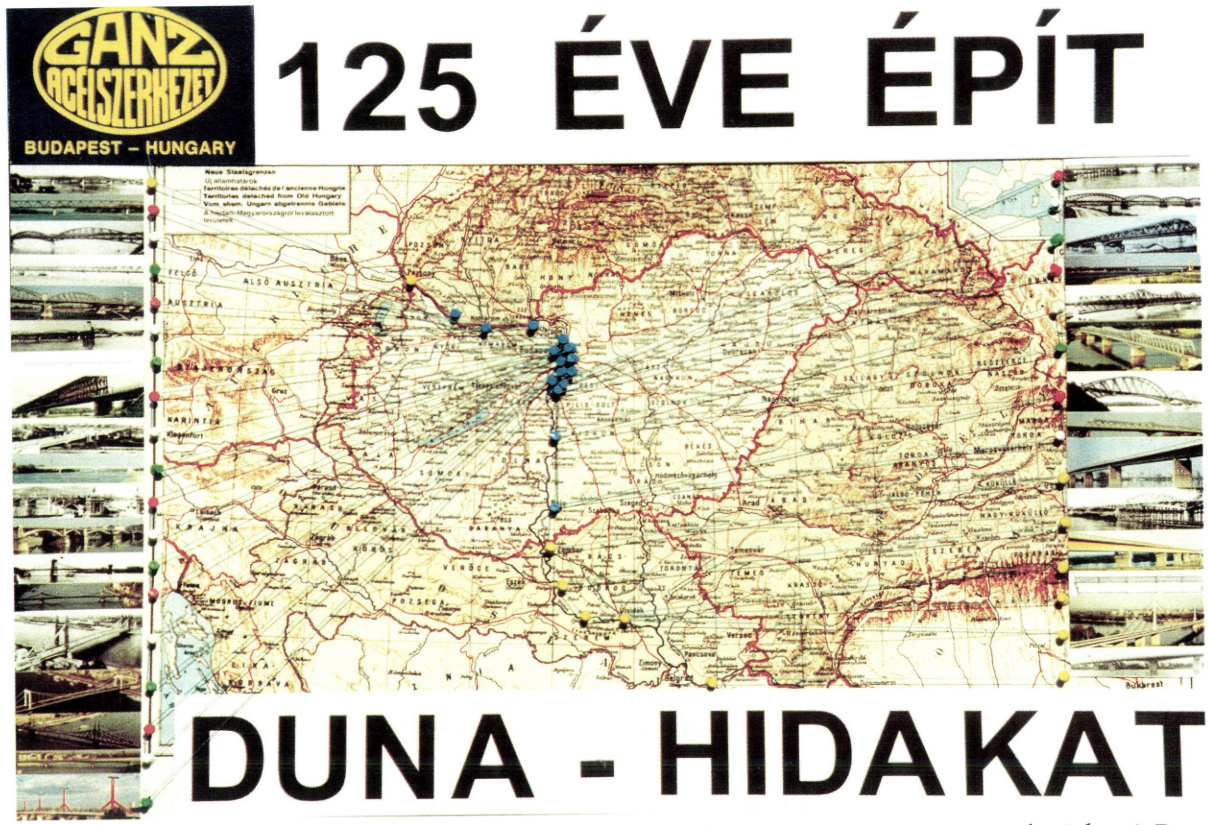
A hidat 1909. augusztus 26-án helyezték forgalomba (30. kép). 1935-ben – vonatmentes időben, váltakozó irányban – közúti forgalomra is alkalmassá tették. 1944. szeptember 21-én légitámadás, majd az október közepén végrehajtott robbantás teljesen elpusztította a hidat. A roncsok eltávolítása után, 1949–50 között építették fel az új közúti-vasúti hidat. Terveit – dr. Korányi Imre és Sávoly Pál vezetésével – az ÁMTI készítette. Az új szerkezet a régi alépítményekre épült, így rendszere hasonló. A mederszerkezet négynyílású, alsópályás, szimmetrikus rácsozású, a pilléreknél alul-felül kiékelt, folytatólagos gerendahíd (32. kép). Támaszközei (a bal part felől): 103,0+103,5+103,6+103,0 m. A jobb parti ártéri szerkezet háromnyílású, felsőpályás, szimmetrikus rácsozású, párhuzamos övű, folytatólagos gerendahíd. Támaszközei: 52,0+52,3+52,0 m. A híd összhossza 569,5 m, a beépített A 36.24.12 minőségű acél tömege 4000 t. A hidat úgy tervezték, hogy a közös közúti-vasúti forgalom konzolok beépítésével később szétválasztható legyen.

A hidat a MÁVAG gyártotta és szerelte. A parti nyílásokat állványon, majd a mederszerkezetet segédjármok alkalmazásával, a jobb part felől a bal part irányába haladva, szabad szereléssel (31. kép). A hidat 1950. december 17-én adták át (32. kép).

A híd konzolos kiépítésére – az UVATERV tervei alapján – 1989–91 között került sor. A főtartókon kívülre konzolokat építettek be, melyek 4,3 m széles kocsipályát biztosítottak (31. kép). Rendkívül hibás koncepció alapján, ennek teherbírása 3,5 t-ban korlátozódott, így a nehézgépjármű-forgalom a főhídon maradt. Ennek gyorsütemű növekedése a helyzetet rövidesen tarthatatlanná tette, ezért megszületett e hídnál a második – a hazai hídépítésben egyedülállóan – rossz döntés. Ahelyett, hogy a vasúti híd mellé egy közúti hidat építettek volna (mint ahogy az a világon és nálunk is szokás), a megerősített konzolokat a rácsos hídszerkezet felső övének csomópontjaira helyezett gerendákra függesztették (33. kép). A vasúti pályát rekonstruálták, róla a közúti forgalom lekerült (34. kép). Az ily módon – óriási költségen – elcsúfított hidat 1999. október 21-én helyezték forgalomba.

Összefoglalás

Az előzőekben megkíséreltünk a 150 éves közúti, illetve közúti-vasúti Duna-híd építésről egy átfogó összehasonlító elemzést adni. A tények, adatok objektív közlésén túl nem állhattuk meg, hogy saját szubjektív véleményünket is papírra ne vessük. Megállapításaink másfajta megítélése természetesen minden olvasó szuverén joga.



1. kép A Történelmi Magyarországon, magyarok által létesített 24 (+4 Jugoszláviában) Duna-híd elhelyezkedése és képe

2. kép A medvei híd napjainkban

Az esztergomi Mária Valéria híd átadáskor
(1894; az acélszerkezet súlya: 2507 t; támaszköz:
83,5+102,0+119,0+102,0+83,5 (+16,0) = 490,0 m;
pályabeosztás: 2,6+5,6+2,6 m)

A komáromi Erzsébet híd szerelése

Az esztergomi híd jobbparti szélső nyílása napjainkban

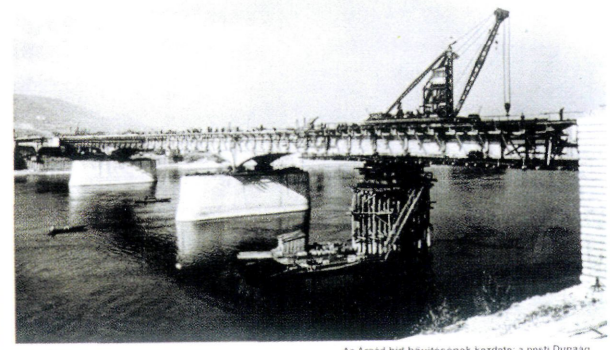
A komáromi Erzsébet híd átadáskor (1892.09.01.)

3. kép Az esztergomi Mária Valéria híd átadásakor és maradványa napjainkban, valamint a komáromi Erzsébet híd építése és jobb parti kapuzata átadáskor

4. kép A komáromi Erzsébet híd napjainkban

Az Árpád híd építésének első szakasza az eredeti terv szerint, négy főtartóval, össz-szélesség: 27,6 m (1942-43)

Az Árpád híd átadásakor (1950.11.07.); az acélszerkezet súlya: 4500 t; t.köz: 60,0+65,0+45,0+82,0+2x103,0+82,0+ +75,0+102,0+75,0+36,0=828,0 m; pályabeo.: 1,1+11,0+1,1 m)

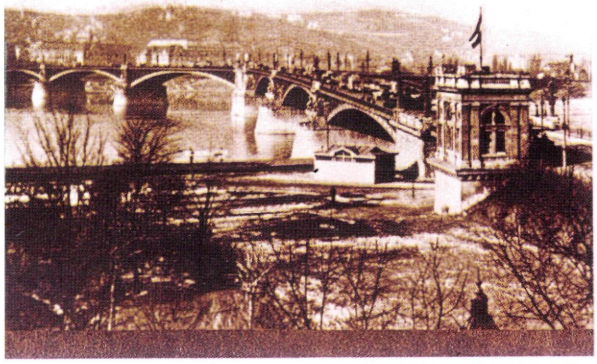


Az Árpád híd építésének második szakasza a módosított terv szerint, két főtartóval, össz-szélesség: 13,0 m (1948-50)

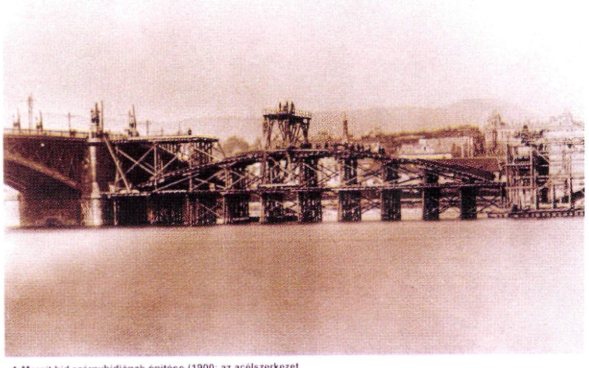
Az Árpád híd bővítésének kezdete: a pesti Dunaág déli oldali háromnyílású híd második (106 tonnás) elemének beemelése (1981.05.21.)

5. kép Az Árpád híd szerelése a háború előtt, a szerelés folytatása és az 1950-re átadott híd, valamint a bővítés kezdete 1981-ben

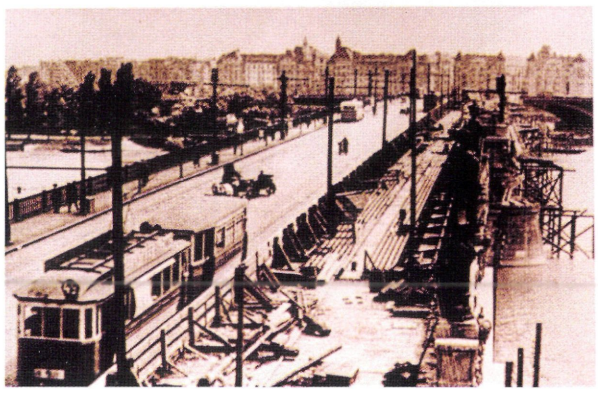
6. kép Az átépített Árpád híd budai, kifolyási oldali szerkezete napjainkban



A Margit híd 1900-ban a szárnyhíd elkészülte után



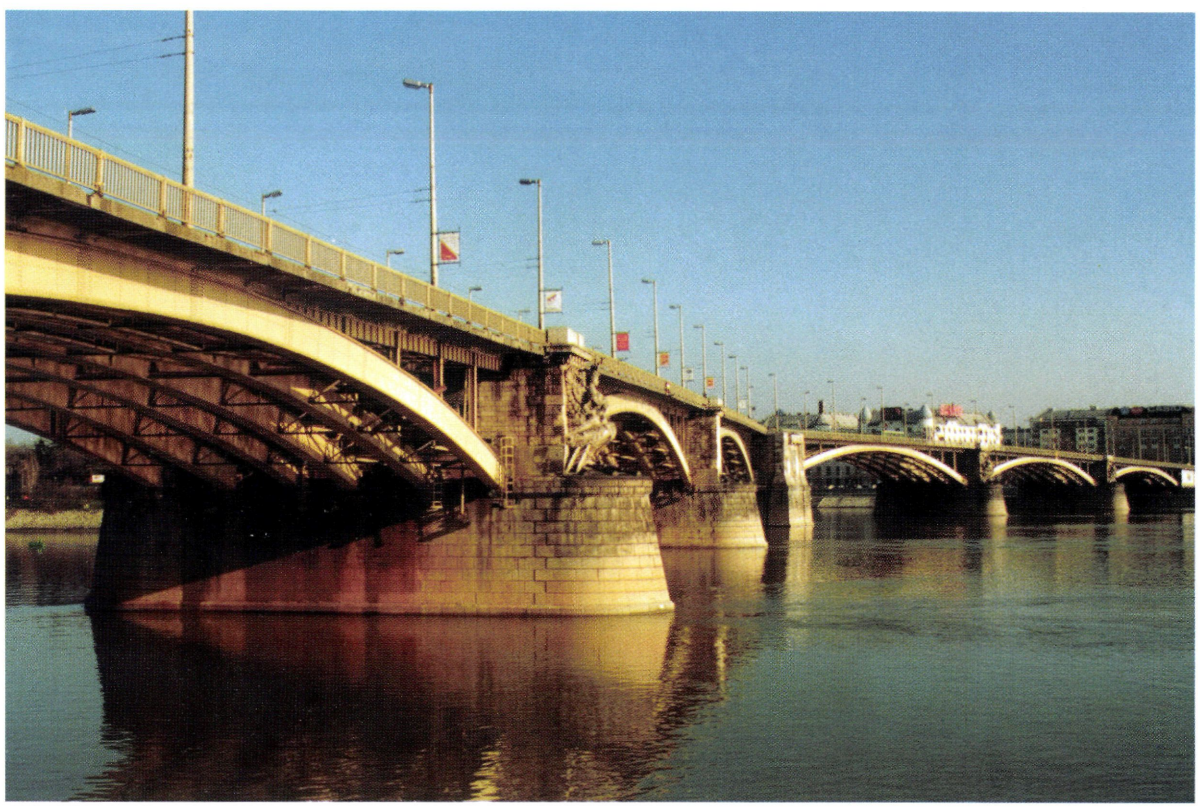
A Margit híd szárnyhídjának építése (1900; az acélszerkezet súlya: 500 t; 70,0 m; pályabeosztás: 2,5+7,0+2,5)



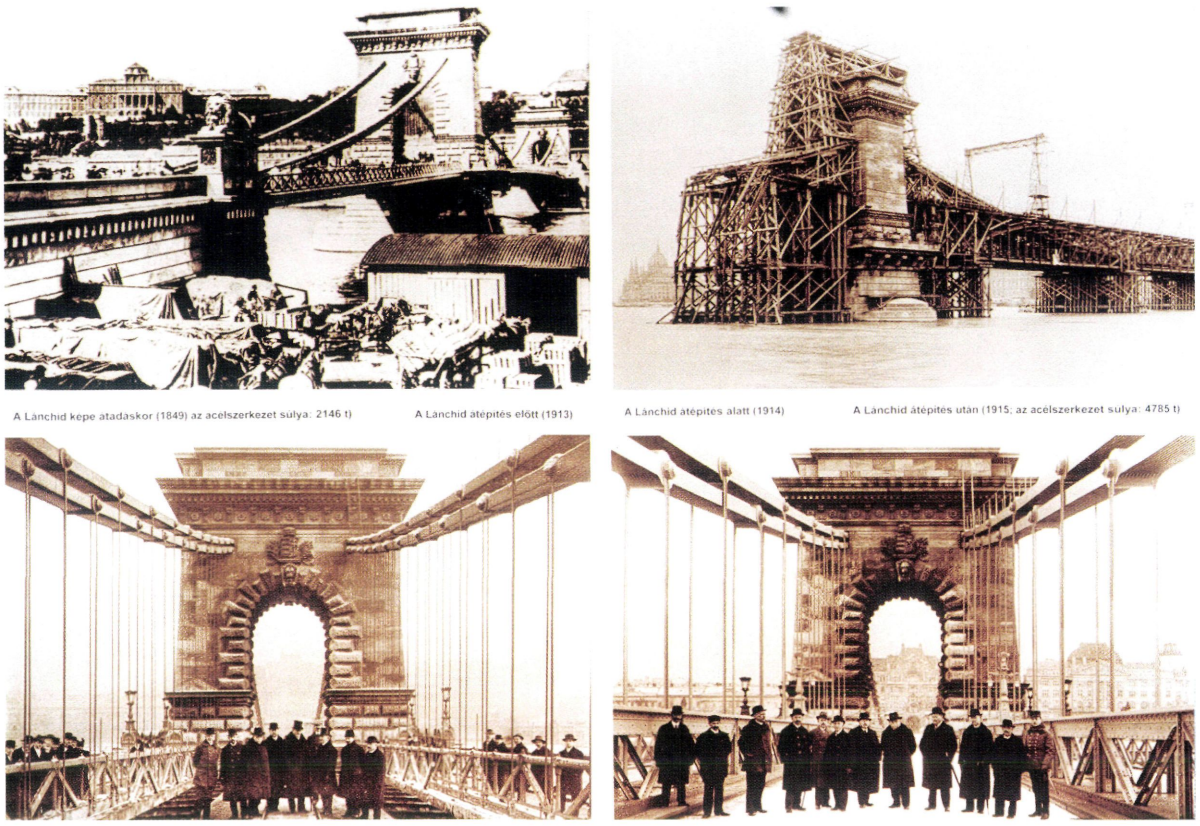
A Margit híd szélesítése (11,1 m-ről 16,8 m-re) és erősítése 1937-ben

A Margit híd látványa oldalnézetből napjainkban

7. kép Az eredeti Margit híd, a szárnyhíd építése, a szélesítés és a híd mai távlati képe

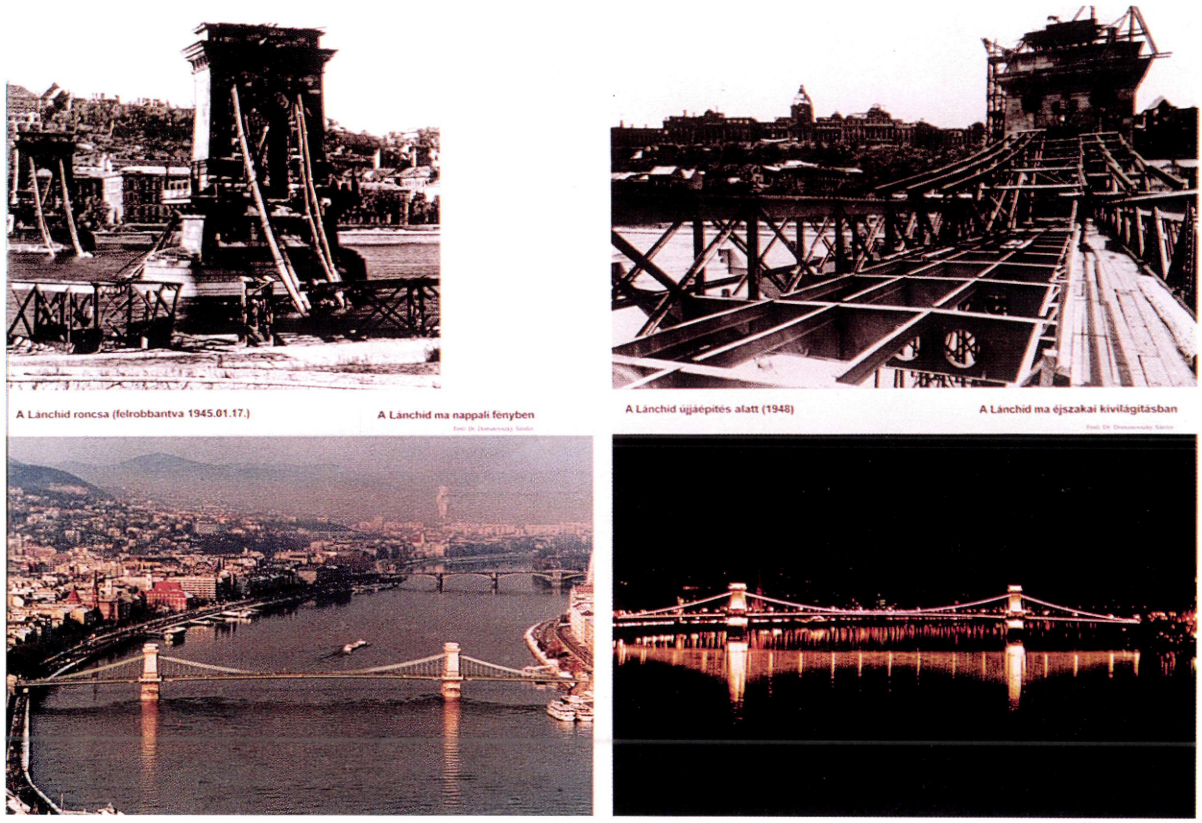


8. kép A Margit híd napjainkban



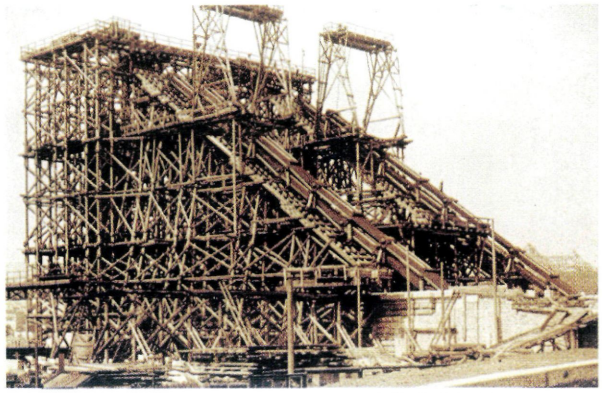
9. kép Az eredeti Lánchíd és az átépítés, az acélszerkezet teljes cseréjével

10. kép A mai Széchenyi Lánchíd kapuzata



11. kép A Széchenyi Lánchíd roncsai, újjáépítése és látványa napjainkban

12. kép A mai Széchenyi Lánchíd oldalnézete



Az Erzsébet híd balparti pilonjainak és láncainak szerelése (1900.11.11.)

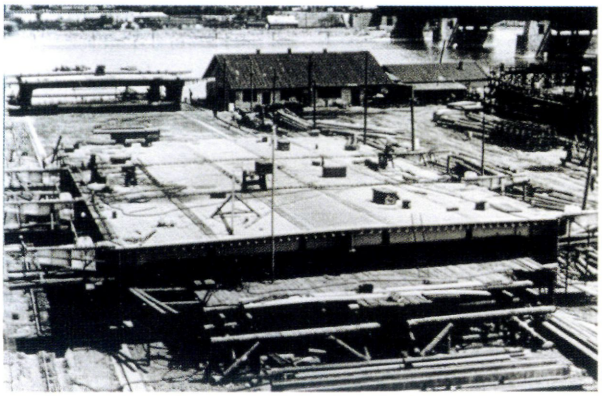
Az Erzsébet híd nyílásközépen fekvő kereszttartóinak szerelése (1902.03.01.)

Az Erzsébet híd láncainak szerelése (1901.08.08.)

A felrobbantott Erzsébet híd balparti roncsa (1945.01.18

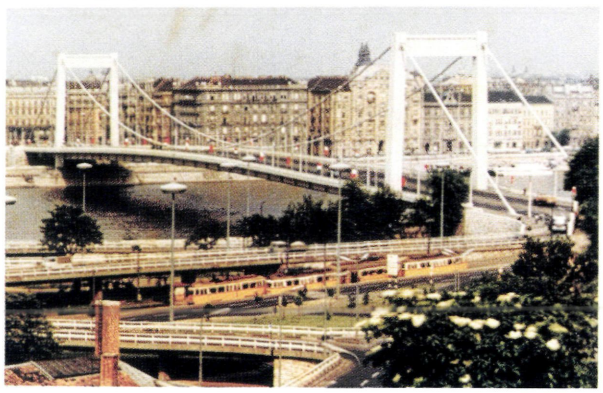
13. kép Az Erzsébet lánchíd szerelése és roncsa

14. kép Az Erzsébet lánchíd átadásakor (1903)



az Erzsébet kábelhíd merevítőtartójának összerelése a Lágymányosi telepen (1963)

Az Erzsébet kábelhíd az átadást követő években (villamos vágányokkal)

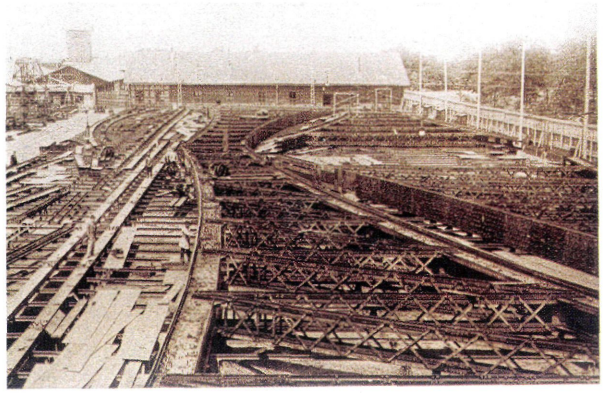


Az Erzsébet kábelhíd utolsó elemének beemelése (1964)

Az Erzsébet híd képe napjainkb (villamos közlekedés nélkül)

15. kép Az Erzsébet kábelhíd építése és a kész híd

16. kép Az Erzsébet kábelhíd napjainkban

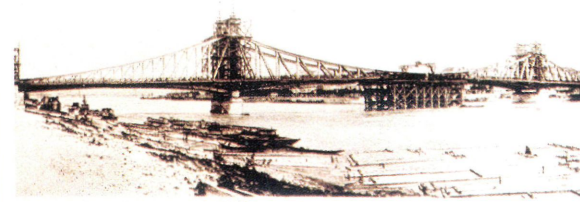


A Ferencz József hid szélső nyílásbeli főtartóinak kifektetése a mai "Hidüzem" területén 1895 májusában

A Ferencz József hid parti szakaszának építése 1895 decemberben

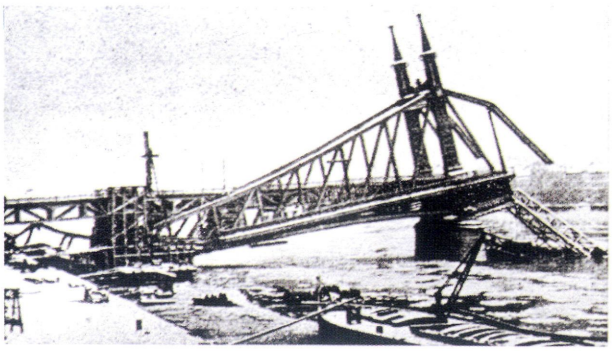
A Ferencz József hid szerelésének állása 1896 januárjában

A Ferencz József hid befüggesztett 41,2 m hosszú szakaszának szerelése 1896 augusztusában



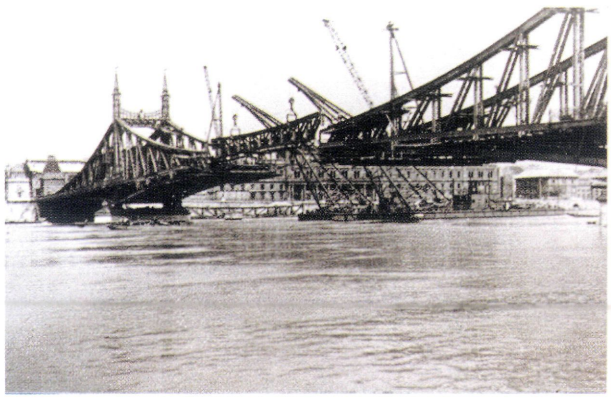
17. kép A Ferencz József híd építése

18. kép A Ferencz József híd átadásakor (1896)



A Ferencz József híd lerogyott budai oldali nyílásának emelése 1945-ben

A Ferencz József híd középső befüggesztett részének beemelése 1946 júliusában



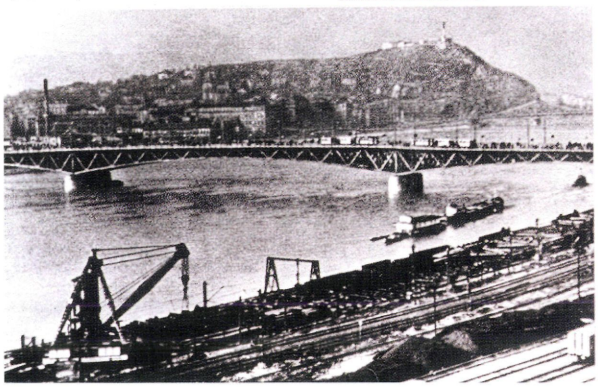
A Ferencz József híd konzolos részének újjáépítési munkái 1946-ban

Az 1946. augusztus 20-án átadott Szabadság híd napjainkban

19. kép A Ferencz József híd roncsa és újjáépítése

20. kép A Szabadság (Ferencz József) híd napjainkban

A Horthy Miklós híd pályaszerkezetének építése 1937 áprilisában



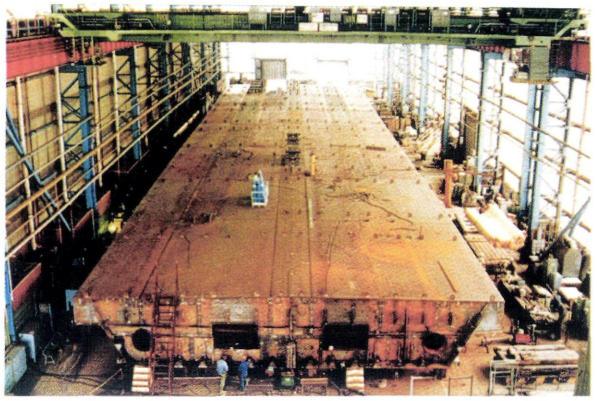
Az újjáépített Petőfi (Horthy Miklós) híd 1951-ben. Az előtérben a MÁVAG-nak a híd újjáépítésére berendezett Boráros téri telepe

A Horthy Miklós híd átadásakor (1937.09.12.) a Haditengerészeti Emlékművel

A Horthy Miklós híd újjáépítése 1950-ben

21. kép A Horthy Miklós híd építése és újjáépítése

22. kép A Petőfi (Horthy Miklós) híd napjainkban



A Lágymányosi híd pesti oldali első szakaszának üzemi előszerelése 1993 szeptemberben

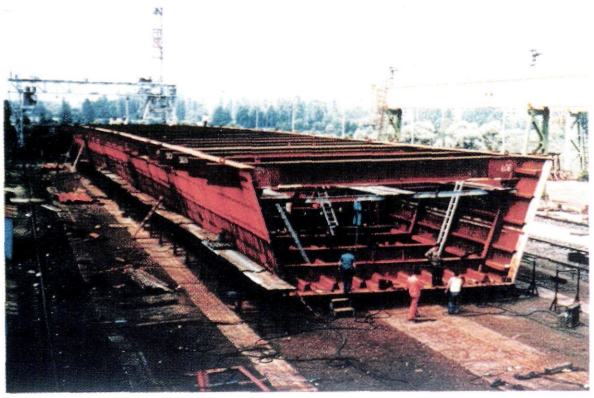
A Lágymányosi híd utolsó szerelési egységének beemelése 1995. május 18-án

A Lágymányosi híd egy keresztmetszeti egységének összeállítása a Ganz Acélszerkezet Rt. lágymányosi telepén

A Lágymányosi híd esti kivilágításban

23. kép A Lágymányosi híd gyártása, előszerelése és szerelése, valamint a kivilágított híd

24. kép A Lágymányosi híd napjainkban



A Hárosi M0 autópálya híd egy szakaszának előszerelése a Ganz Acélszerkezet Rt. Ságymányosi telepén 1988-ban

A Hárosi M0 autópálya híd egy szerelési egységének beemelése 1989-ben

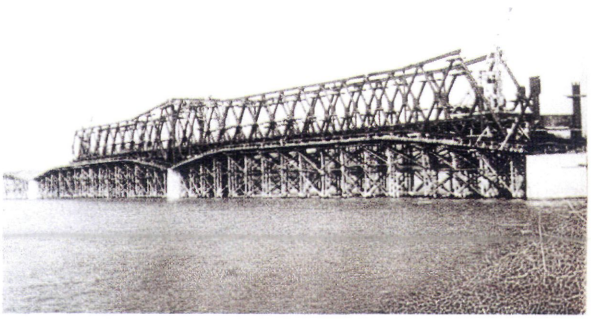
A Hárosi M0 autópálya híd összeszerelt szerkezete - a feszített vasbeton pályalemez elkészítése előtt - túlemelt állapotban 1989-ben

A Hárosi M0 autópálya híd képe naplementekor

25. kép A Hárosi híd előszerelése, szerelése, látványa naplementében

26. kép A Hárosi híd napjainkban

A dunaföldvári közúti-vasúti híd szerelésének állása 1929 decemberében



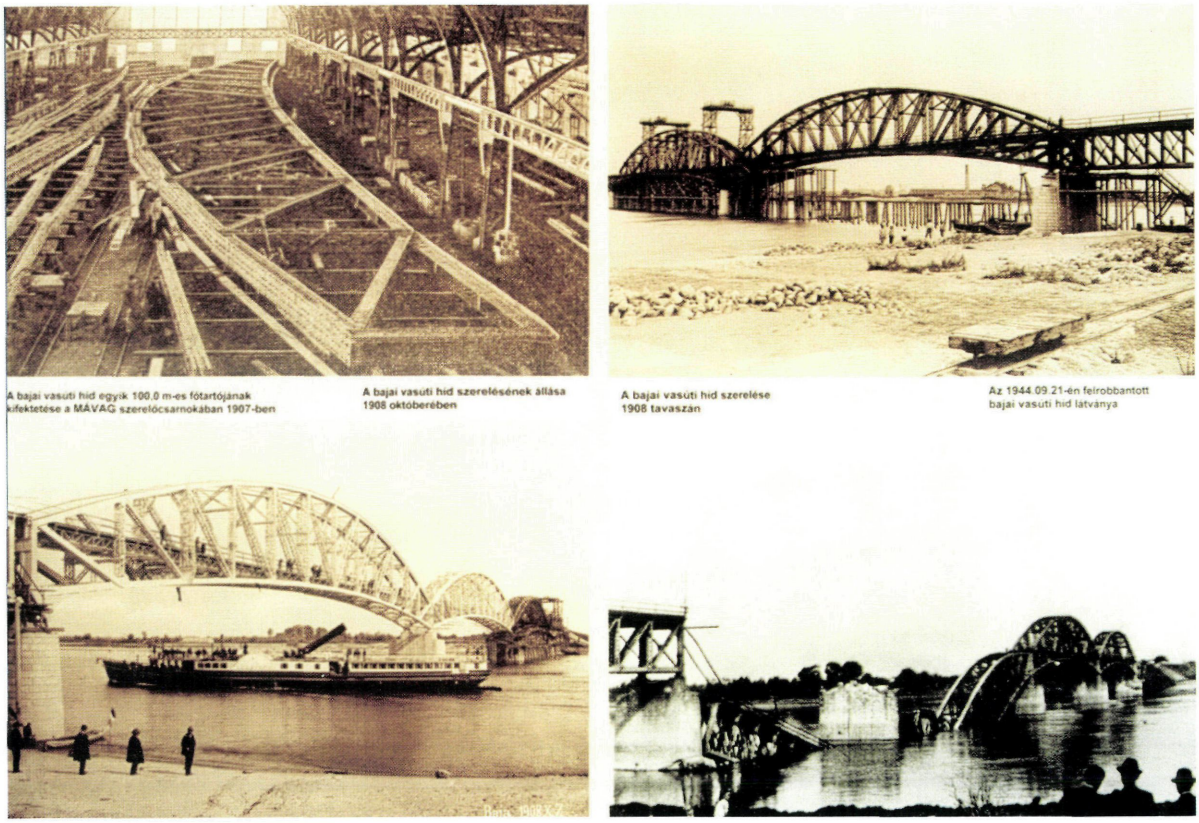
Az 1944.11.14-én felrobbantott dunaföldvári híd helyén épülő új szerkezet 1951-ben

A dunaföldvári közúti-vasúti híd látképe a szerelés befejezésekor 1930 októberében

A dunaföldvári közúti-vasúti híd látképe napjainkban

27. kép Az első és második dunaföldvári híd szerelése és a kész hidak képe

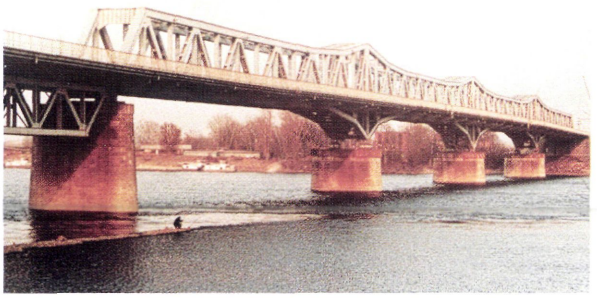
28. kép A dunaföldvári híd napjainkban



29. kép Az első bajai híd gyártása, szerelése és roncsai

30. kép Az első bajai híd átadásakor (1909)

A bajai közúti-vasúti híd mederszerkezetének szerelése 1949-ben



A bajai közúti-vasúti híd látképe a Duna jobb partja felől nézve (a személygépkocsi forgalmat szolgáló konzolok 1988-ban történt felszerelését követően)

A bajai közúti-vasúti híd ártéri nyílásainak szerelése 1949-ben

A bajai közúti-vasúti híd látképe a Duna bal partja felől nézve (a személygépkocsi forgalmat szolgáló konzolok 1988-ban történt felszerelését követően)

31. kép A második bajai híd szerelése és látványa az első kiépítésű konzollal (1991)

32. kép Az újjáépített bajai híd átadásakor (1950)

33. kép A bajai mederhíd látképe az 1998-99-ben végrehajtott átalakítás után

34. kép A bajai híd megerősített, kiszélesített keresztmetszeti elrendezése átadáskor

Asztalos István
(STABIMENT-Hungária Kft.)

FAGY- ÉS OLVASZTÓSÓÁLLÓ BETONOK TARTÓS BETON A HÍDÉPÍTÉSBEN

1. Bevezetés

A hídépítés kiemelt jelentőségű terület a betontechnológiában, mert a betont itt éri leginkább az egyik legjobban károsító közegkombináció, az olvasztósó és a fagy egyidejű hatása.

A korszerű betontechnológia és az erős hatású folyósítószerek (szuper-plasztifikátorok) alkalmazásával készített, megfelelően tömör beton előállítása már régóta ismert és alkalmazott módszer Magyarországon is.
Míg a fagyás-olvadás váltakozásával szemben rendszerint megfelelő ellenálló képességet lehet elérni egy lehetőség szerint tömör betonnal, addig ez a fagy- és olvasztósók alkalmazásával szemben már általában nem elegendő [1].

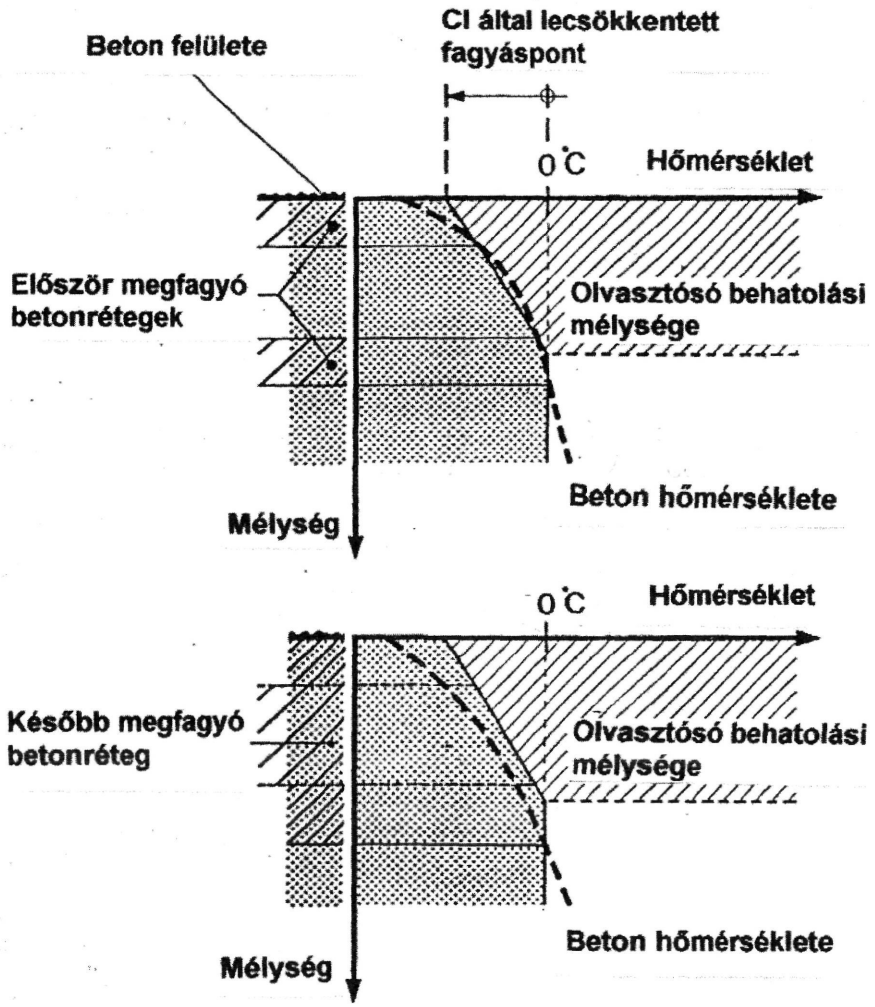
2. A fagyás és az olvasztószerek hatásmechanizmusa

A kiszórt olvasztószerek megolvasztják a havat és a jeget. Az ehhez szükséges olvadási hőt a betonból vonják el, amelynek felülete ezáltal egy percen belül akár 14 K-t is lehűlhet [2]. Ez jelentős húzófeszültségeket eredményez.

A hólé a vízszintes betonfelületeknél behatol a betonba, és a kritikusnál magasabb víztartalmat hoz létre.

A hólével együtt az olvasztószerek is bejutnak a betonba, amely a fagyáspont kívülről befelé történő folyamatos megváltozásához vezet (1. ábra). Azokban a rétegekben, amelyekben a beton hőmérséklete a fagyáspont alatt van, megfagy a víz. Ahogy az 1. ábrán látható, ez először is a felületen, majd tovább, beljebb következik be. A közbenső réteg csak erősebb lehűlésnél fagy meg. Az itt létrejövő fagy-, illetve hidraulikus nyomás nem tud átadódni az időközben megfagyott rétegeknek, és ezáltal a külső réteget lerepeszti.

Ezen károk elkerülése érdekében szükséges, hogy a betonban mesterségesen tágulási térfogatot hozzunk létre. Ezt légbuborékképzők alkalmazásával tudjuk megtenni.

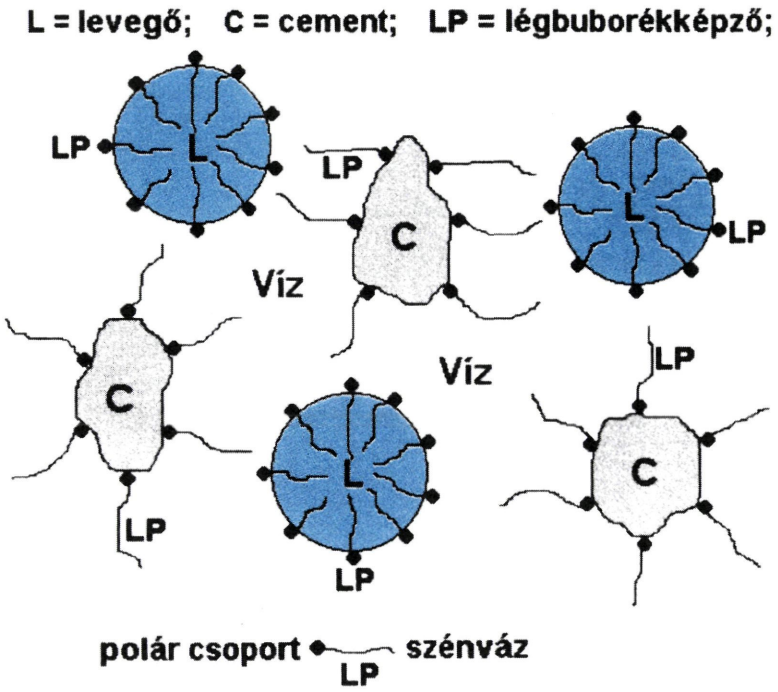


1. ábra: A beton megfagyásának folyamata olvasztószer hatása mellett [3]

3. A légbuborékképző adalékszerek

3.1. A légbuborékok hatásmechanizmusa

Légbuborékképzőnek általában vagy elszappanosított alapgyantát – mint az ismert vinzolgyanta – vagy szintetikus anyagokat – mint például a tenzid – használnak.
A légbuborékképzők (LP) hatását a 2. ábra szemlélteti. A keverésnél a légbuborékok frissbetonba történő bejuttatását a keverővíz felületi feszültségének csökkentése segíti elő. A bevezetett légbuborékokat az LP molekulák körülveszik és stabilizálják úgy, hogy azok nem tudnak nagyobb légbuborékokká egyesülni. Egyidejűleg a cementszemcséket is „rögzítik", és visszatartják azokat a frissbetonba. Járulékos hatásként az LP molekulák légbuborékban lévő víztaszító részei megakadályozzák, hogy később a vízzel telített szilárdbetonnál maguk a légbuborékok a vízzel telítődjenek.



2. ábra: A cement, a levegő, a víz és a légbuborékképző kölcsönhatása [4]

3.2. A légbuborékok hatása a friss- és a megszilárdult betonban

A légbuborékok a frissbetonban, mint kis golyóscsapágyak funkcionálnak, amelyek a belső súrlódásokat csökkentik. Mint a képlékenyítésnél, ez vagy vízmegtakarítást, vagy a bedolgozhatóság javítását eredményezi. Mindkét hatás a beton tömörségét javítja.
A megszilárdult betonban a légbuborékok megszakítják a kapillárisok rendszerét, és csökkentik azok szívóképességét. Ezáltal a víz vagy az agresszív folyadékok felvétele csökken. A megszilárdult betonban a légbuborékok lényeges szerepe a megfagyott, illetve a jég által kiszorított víz részére tágulási térfogatot biztosítani. Ahhoz, hogy ez a funkció teljesüljön, két feltételnek kell eleget tenni:

- Kellően kis méretű, 0,3 mm átmérőnél kisebb, úgynevezett mikropórusoknak kell jelen lenniük. Tágulási térfogatnak csak ebbe a mérettartományba tartozó légbuborékok felelnek meg. Elméletileg 1,5 térfogat % elegendő.
- Ezeknek a mikropórusoknak nem szabad nagyon távol lenniük egymástól, hogy a kapillárisokban a súrlódás ne legyen túl nagy. A távolsági tényező egy számtani érték, amely megadja a cementkőben azt a maximális távolságot egy ponttól a következő légbuborékig, amelynek nem szabad nagyobbnak lennie 0,2 mm-nél.

4. A műszaki szabályozás jelenlegi helyzete

Az olvasztósó és a fagy egyidejű hatására vonatkozóan legkorszerűbb magyar szabályozásnak a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás tekinthető, amelynek 7. fejezete (Fagyálló betonok) foglalkozik a olvasztósó és a fagy egyidejű hatásának kitett betonokkal. Nem külön fejezetben, de részletesen ismerteti a hatás mechanizmusát. A betonösszetételt ismertető 7.4. fejezet c) pontja kimondja:

„Ha a fagyhatás szélsőséges, és együttjár az olvasztósó hatásával is, akkor csak légbuborékképző adalékszerrel lehet megfelelő fagyállóságot elérni; ekkor a víz-cement tényező nagy tömegű szerkezetben legfeljebb 0,5, karcsú szerkezetben legfeljebb 0,45 lehet."

Az MSZ 4719 és az MSZ 4715-3 vizsgálati szabvány azonban csak fagyálló betonokat ismer és jelöl f15, f25, f50, f100 vagy f150 jellel.
A DIN 1045 6.5.7.4 pontja (Beton mit hohem Frost- und Tausalzwiderstand) külön is foglalkozik a fagy- és olvasztósóálló betonokkal. Meghatározza a használható cementeket, adalékanyagokat, víz-cement tényezőt, légtartalmat, légbuborékképző adalékszer szükségességét, és külön említést tesz az erős fagy- és olvasztósóhatásnak kitett szerkezetekről (betonútpályák).
Az ÖNORM B 4200 4.5.3 pontja (Frost-Tausalz-beständiger Beton) is foglalkozik a fagy- és olvasztósóálló betonokkal. Meghatározza a tervezhető szilárdsági osztályt, az adalékanyagokat, víz-cement tényezőt, légtartalmat, légbuborékképző adalékszer szükségességét. Az ÖNORM B 3303 a fagy- és olvasztósóálló betonok vizsgálatával is foglalkozik.
Az MSZ EN 206 szabvány – reményeink szerint – a fagyhatások osztályozásánál már meg fogja különbözteti a fagy és az olvasztósó egyidejű hatását, és ennek függvényében határozza majd meg a beton összetételére és tulajdonságaira vonatkozó határértékeket.
Csak remélhetjük, hogy előbb-utóbb olyan megfelelő vizsgálati szabvány is rendelkezésünkre fog állni, amelynek alapján mód nyílik majd az olvasztósó és a fagy egyidejű hatásának vizsgálatára.

5. A légbuborékképzők alkalmazásának nehézségei

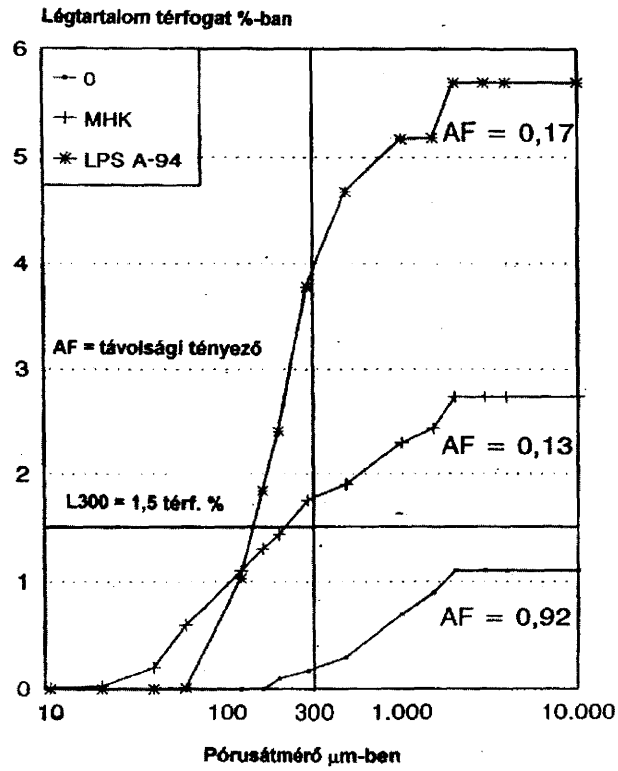
A légbuborékképzés céljára ma már korszerű, üzembiztos szerek állnak rendelkezésre. Mégis azt kell mondanunk, hogy azok alkalmazása sok tényezőtől függ, és a végeredmény pedig bizonytalan. A létrejött légbuborék-tartalom az alábbi tényezők függvénye:

- beton hőmérséklete, cementtartalma,
- 0–1 mm közötti finomhomok-tartalom,
- konzisztencia,
- keverőberendezés típusa,
- keverés időtartama, fordulatszáma,
- pihentetés időtartama,
- szállítás módja és időtartama,
- bedolgozás és tömörítés módja és időtartama stb.

Ma már rendelkezésre állnak olyan berendezések, amelyek segítségével a frissbetonban az elért légbuborékok méretét és távolsági tényezőjét is mérni tudjuk (pl. a Dansk Beton Teknik A/S cég által gyártott Air Void Analyzer berendezés). Ezzel azonban ma még kevés cég rendelkezik.

6. A légbuborékképzés üzembiztos módszere

Mivel a légbuborékképzők által létrehozott légbuborékok nem mind az ideális átmérőtartományban vannak (3. ábra), és a légbuborékok egy része a beton szállítása, beépítése és tömörítése közben kárba vész, a légbuborék-tartalomnak a frissbetonban általában 4 és 6 tömeg % között kell lennie.



3. ábra: A légbuborékok nagyságeloszlása a megszilárdult betonban [5]

Mivel a légbuborékok létrejötte elvileg csökkenti a beton nyomószilárdságát, nem mindegy, hogy a szükséges légbuborék-tartalmat milyen rátartással érjük el. Továbbá az is lényeges – ha nem tudunk helyszíni méréssel meggyőződni a frissbetonban elért eredményről –, hogy teljesítettük-e a fagy- és olvasztósó-állósághoz szükséges minimális 1,5 térfogatszázalékos légtartalmat a kb. 300 mm pórusátmérőjű légbuborékokból, és sikerült-e a távolsági tényezőt 0,2 mm-nél kisebb értékben elérni.
Ehhez nyújt nagy segítséget a STABIMENT MHK üreges mikrogömbök alkalmazása, amely forradalmasíthatja a hazai híd- és útbetonok betontechnológiáját. Ez a termék olyan kicsi, magukban zárt, elasztikus műanyag légbuborékokból áll, amelyek mint „előregyártott" légbuborékok, közvetlenül bekeverhetők a betonba. Hasonlóan viselkednek a hagyományos légbuborékképzők segítségével mesterségesen bevezetett légbuborékokhoz. Amíg azonban a hagyományos légbuborékképzők által létrehozott légbuborék-tartalmat, -méretet és -eloszlást sokféle hatás befolyásolja, és gondos ellenőrzésük szükséges, addig a STABIMENT MHK üreges mikrogömbök, mint használatra kész légbuborékok, egyszerűen alkalmazhatók, és megbízhatóan növelik a fagy- és olvasztósó-állóságot [6].

7. Összefoglalás

A beton tartósságát mindenekelőtt annak tömörsége jellemzi. Ezt a cementkő pórustérfogata határozza meg, amelyet a víz-cement tényező, a tömörítés mértéke és a hidratáció foka befolyásol.
A beton adalékszerek alkalmazásával ezeket a tényezőket pozitív irányban tudjuk befolyásolni. A képlékenyítők és a folyósítók segítségével a beton vízigényét csökkenteni, bedolgozhatóságát pedig javítani tudjuk.

A légbuborékképzők használata lehetővé teszi a magas fagy- és olvasztósóálló betonok szükséges légbuborék-tartalmának létrehozását. A STABIMENT MHK üreges mikrogömbök alkalmazásával rendelkezésünkre áll a légbuborékképzés üzembiztos módszere.

Irodalom

1. Löschnig, P.: „Verbesserung der Dauerhaftigkeit von Beton durch Betonzusatzmittel" Betonszerkezetek tartóssága – Konferencia Bp. 1996. október 29.

2. Rösli, A., Harnik, A. B.: „Zur Frost-Tausalzbeständigkeit von Beton". Schweizer Ingenieur und Architekt (46) 1979.

3. Springenschmidt, R.: „Grundlagen und Praxis der Herstellung und Überwachung von Luftporenbeton". Zement und Beton (47) 1969, S. 19-25.

4. Rixom, M. R., Mailvaganam, N. P.: Chemical admixtures for concrete. London: E. & F. N. Spon, 1986.

5. Untersuchungsergebnis der Heidelberger Baustofftechnik. Unveröffentlicht.

6. STABIMENT MHK üreges mikrogömbök – Műszaki termékismertető – Stabiment Hungária Kft.

F. Träumer:
(Deitermann Hungária Kft.)

VASBETON HÍDSZERKEZETEK JAVÍTÁSA, HÍDSZEGÉLYEK SÓVÉDELME

A beton – lúgossága miatt (pH-értéke 14) – megvédi a vasalást a korróziótól. Külső hatásokra, mint a víz, a széndioxid és a sók, a lúgosság, a beton fajtájától és állapotától függően, csökkenhet. Amint e folyamatnak, az elkarbonátosodásnak a hatására a betonvasalást védő természetes korrózióvédelem elvész, bekövetkezik a vasbeton szerkezet látható károsodása. A korrodáló vas térfogatnövekedése a betontakarást lefeszíti.
Meglévő, védelem nélküli betonszerkezetek néhány év elteltével gyakran mutatnak ilyen károsodásokat, vagy a beton vizsgálatakor felfedezhető, hogy ilyen károsodási folyamatok rövid időn belül be fognak következni. Ilyen esetben a helyreállítást és a beton védelmét haladéktalanul el kell végezni, a további károk elkerülése érdekében.
Az új építményeket ma már karbonátosodást fékező festéssel vagy bevonattal látnak el. Ezek megakadályozzák a nedvesség, a széndioxid és a sók behatolását, s ezúton védik a betont és a vasalást a károsodástól.
Az építmény fajtájától, valamint az egyes építményrészek helyzetétől és azok igénybevételétől függően különféle rendszerekkel történhet a védelem, illetve a vasbeton szerkezetek helyreállítása. Középületeknél és az úthálózat műtárgyainál olyan rendszereket alkalmaznak, amely a ZTV-SIB 90 követelményeit vizsgálatok alapján kielégítették, és amelyek alkalmazása engedélyezett.

A DEITERMANN cég betonjavító rendszerével átfogó megoldást ajánl minden alkalmazási területre.
Az itt ajánlott termékek nagy része egyben rendelkezik hazai ÁKMI-engedéllyel is.

A PCC I igénybevételi tartomány a dinamikusan igénybevett és járművel járható felületekre vonatkozik. Ilyenek pl. hidak pályalemezei és parkolóházak födémei, valamint hasonló épületrészek.
A rendszer részei:

- CERINOL MK (korrózióvédelem)
- CERINOL ZH (tapadóhíd)
- CERINOL ES 4 (durva habarcs, szemcseméret max. 4 mm)
- CERINOL ES 8 (durva habarcs, szemcseméret max. 8 mm)

PCC II és III betonjavító rendszer
A PCC II alkalmazási tartománya azokra az építményrészekre terjed ki, amelyek dinamikusan igénybe vettek, és járművel nem járhatók. Ilyenek pl. hidak és parkolóházfödémek pályalemezének alsó fele.
A PCC III tartománya a dinamikusan igénybe nem vett és járművel nem járható részek, mint pl. hídfők és pillérek, de átvitt értelemben a vasbeton szerkezetek más területei is.
A rendszer részei:

- Polyment MK/CERINOL MK (korrózióvédelem)
- Polyment ZH/CERINOL ZH (tapadóhíd)
- Polyment RE/CERINOL RM (javítóhabarcs)
- Polyment FS/CERINOL OF (finomsimítás)
- Polyment Color 901/Eurolan Color BL 1 (felületvédelem)

lásd 1. és 2. ábra
Rugalmas felületvédelem esetén alkalmazható Polyment Coating 840 bevonati anyag két rétegben (lásd 3. ábra)

Gépjárművel járható felületek rugalmas műgyantás bevonataként bevált rendszerek:

OS-F előírásoknak megfelelő rendszer:
Polyment Grundierung 1450 S alapozás
Polyment Beschichtung 3650 N bevonat
Polyment Kopvversiegelung N fedőbevonat

A megfelelő rétegrend felépítése a 4. ábrán látható.

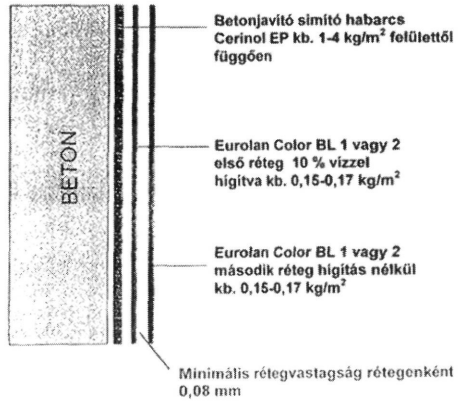
A fokozottabban igénybe vett felületek védelmére ajánlott rendszer:
Az OS-11-nek megfelelő rendszer
Polyment Grundierung 1450 S alapozás
Polyment Beschichtung 3650 N úsztatóréteg
Polyment Beschichtung 3600 fedőbevonat

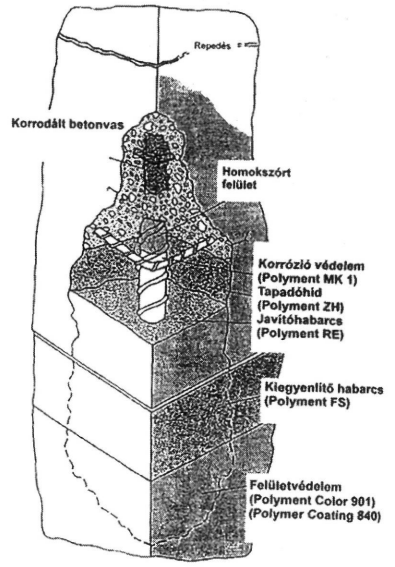
A megfelelő rétegrend felépítése a 5. ábrán látható.

A termékek forgalmazását a Deitermann Hungária Kft. végzi.
1114 Budapest, Könyves György u. 5. II/2. Tel.: 209-2931 Fax: 361-3070

OS-C

Megnövelt szigetelő képességű bevonat nem járható felületen

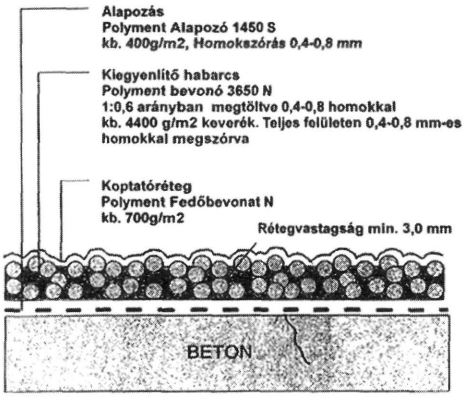




OS-F

b) Egyrétegű rendszer

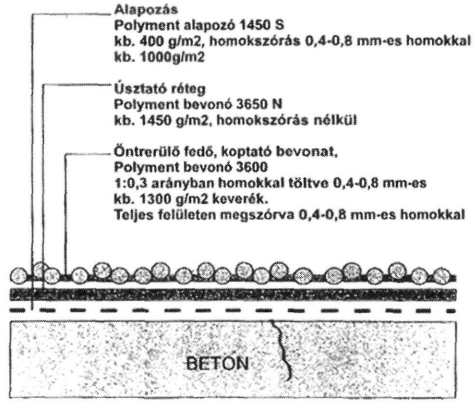
Növelt repedésáthidaló képességű bevonat járművel járható felületen



OS-11

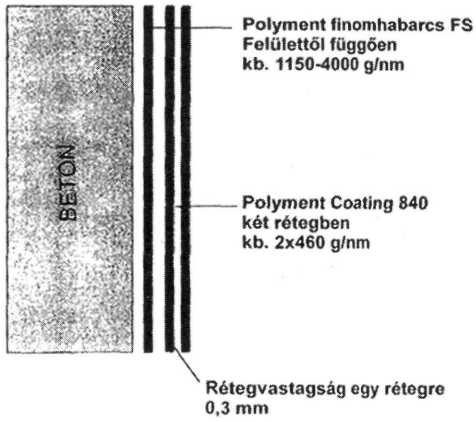
Kétrétegű rendszer

Növelt repedésáthidaló képességű bevonat járművel járható felületen



OS-DII

Megnövelt repedésáthidaló képességű bevonat nem járható felületeken



Fodor Imre:
(PANNONKORR Kft.)

ACÉLSZERKEZETI HIDAK TARTÓS KORRÓZIÓVÉDELME

Általánosan:

- Az iparilag fejlett országokban a kutatók szerint a nemzeti termék 2-4 %-a megy tönkre a korrózió következtében.
  Az ismert eljárások jobb alkalmazásával és ha az összes résztvevő – tervezőmérnöktől és termelőmunkásig más szemlélettel, tanúsággal bírna, akkor ebből a kárból kb. 20-25 % megmenthető lenne – mely minden országnak óriási pénz.

- Most szorítkozzunk csak az atmoszférikus korrózionak kitett acélszerkezetű hidakra, melyek minden esetben nagy értékű objektumok, s megvédésük nemzeti érték is.

- A Pannonkorr Kft. az elmúlt 10 évben komoly tevékenységet végzett annak érdekében, hogy hídjaink jó állapotba kerüljenek a teljes körű felújítás alkalmával.

Csak felsorolásképpen:

- Tahi, Duna-híd,
- Kisari, Tisza-híd,
- Tiszafüred, Tisza-híd,
- Cigánd, Tisza-híd,
- Lágymányosi Duna-híd,
- Záhony, Közúti Tisza-híd (új és régi hídrész)
- Murakeresztúr, vasúti híd,
- Baja-Pörböly, vasúti híd,
- Keleti pályaudvar szerkezetei – üzemi körülmények között (acélszemcsés tisztítás),
- Szabadság híd – acélszemcsés tisztítás,
- Szolnok, Tisza-híd,
- Baja, Duna-híd,

Kivitelezés alatt:

- Tiszaug, Tisza-híd,
- Dunaföldvár, Duna-híd.

- A Pannonkorr Kft. elődjeként, mint a Ganz Acélszerkezet Rt. felületvédelmi üzemeként, részt vettünk számos vasúti híd építésénél a korrózióvédelemben.
  Pl.: – Algyő, vasúti Tisza-híd,
  – Csongrád, vasúti Tisza-híd,
  – Gyomaendrőd, vasúti Tisza-híd,
  – Tunyogmatolcs, vasúti híd stb.

– Minden híd korrózióvédelmének kivitelezése – egy-egy regény, küzdelem, de a részletekkel nem szeretném untatni Önöket, habár sokszor a részletekben van az „ördög".

Hogyan lehet és kell jó, tartós korrózióvédelmet biztosítani?

1. Elegendő pénz kell hozzá, amit általában a megrendelő be is kalkulál – de a fővállalkozó – alvállalkozó annyira lecsipdesi, hogy mire a korrózióvédelmi társasághoz kerül, már nem tud „nagy okosságot" belevinni a munkába (a kivitelezésre fordítható összeg nagyon lesoványodik), ezért:

   Igyekszik a legolcsóbban elvégeztetni a munkát:
   – szakképzetlen dolgozókkal,
   – olcsó festékekkel,
   – nem jó felület-előkészítéssel,
   – kevés rétegvastagsággal,
   – a dolgozók életének veszélyeztetésével (nem állványoz stb.)

A fentieket egy komoly korróziós társaság nem vállalja fel.

2. Egyre nagyobb jelentősége van annak, hogy technikailag – eszközállománnyal, szakvezető és szakdolgozó állománnyal – megfelelően legyen ellátva a korrózióvédelemmel foglalkozó társaság.

Ezt a megrendelő vizsgálja meg, és csak azután szerződjön.

3. Minőségi követelmények betartását szakcégekkel, szakemberekkel minősítse.

4. Új szerkezeteknél korrózióvédelmi szakemberek bevonásával terveztessék meg a szerkezetet.

5. Régi szerkezeteknél is alkalmazni kell a korrózióvédelem különböző szakaszait:
   – Tervezés és döntés
   – Tervezési és specifikációs igények
   – Kivitelezés kritériumai
   – Korrózióvédelmi technológia és mintavételi terv
   – Ellenőrzés – ISO 9002 szerint

A korrózióvédelem is a tervező rajztáblájánál kezdődik, hiszen gondolni kell arra, hogy a védelmet karban kell tartani. A megrendelőnek nagyon precíznek és igényesnek kell lennie ezzel kapcsolatban.
Kerülni kell az olyan szerkezeti megoldásokat, amelynél felhalmozódhat a nedvesség, por, sár. Egyszerű, síkokkal határolt, lehetőleg zárt tárgyakat kell tervezni. A termék szolgálati és alkalmazási környezetét ismerni kell, hogy a bevonatrendszert meg lehessen tervezni.

6. Nagyon jó, ha tudja a megrendelő, de a kivitelező is:

   – Alapvető a homokszórásos vagy acélszemcsés felülettisztítás Sa 2 ½ felületi minőségre vagy Sa3 tisztaságra.

   – Homokolás előtt el kell távolítani a régi szerkezetről a vastag levelekben leváló rozsdát vésővel, spacknival, verőkalapáccsal.

- Szintén a szórás előtt kell elvégezni a szerkezet zsírtalanítását, olajmentesítését, a kereskedelemben kapható bármely zsírtalanítóval.

- Sajnos a felülettisztítás után jönnek elő a régi szerkezetek elrozsdásodásából adódó szerkezetgyengülések, így utólag hegesztésjavítások, erősítések szükségesek, pl. korlátok, vagy a régi hengerlési felület felszálkásodása, amit le kell köszörülni.

- Felülettisztítás után, festés előtt az elvégzett hegesztésjavítást és köszörüléseket jó, ha a kivitelező áthomokoltatja, a megfelelő tapadás elérése végett.

- Az első festékréteg felhordása előtt nagyon fontos az élek, sarkok, szegecsek, részben rejtett felületek ecsettel történő kikenése (ún. élvédelem), mert főleg festékszórás esetén ezekre a helyekre kevés festék jut. Ezért minden esetben kedvezőbb a lekerekített szerkezeti megmunkálás. Vasúti hidakra az oldalsó lezárást képező zúzalékágy lemezeinek érintkezését az új szabvány ilyen lekerekített formában írja elő, amely a zúzalék beépítésével járó mechanikus igénybevétellel szemben is érzéketlenebb.

- Nagyon fontos a rések tömítése alapozás után.

- A tartós korrózióvédelemhez igen „jó" festéket szabad alkalmazni – ez talán drágább –, de az üzemeltetőnek is alkalmasabb, nem kell 7 év után felújítani.

- A felületvédelem rétegenként érje el a 80 mikront.

- A homokolt felület érdes, így a völgyek kitöltése festékkel megnöveli a festékfelhasználást, ezért biztonsággal kell kiszámítani a festékigényt.

- A homokolásnál is, és főként a festésnél figyelembe kell venni az időjárási viszonyokat.
  Esős, párás időben a homokszórt felület újra oxidálódik. Ez az oxidáció függ a már elkészített, homokszórt felület minőségi fokozatától és a levegő páratartalmától, ill. velük szorosan kapcsolódóan a relatív páratartalom, testhőmérséklet és levegő-hőmérséklet viszonyától.

- A festés paramétereit a festékgyártó megadja. Ezek alapján kell a festést végrehajtani. Ide tartoznak: levegő-hőmérséklet, relatív páratartalom, testhőmérséklet, harmatpont, keverési arány, hígíthatóság, edényidő, felviteli eszközök, átfesthetőség stb.
Ezeket a paramétereket be kell tartani.

- A festékrétegek felvitele között a szerkezet szennyeződhet (por, olaj, stb.). A szennyeződést gondosan le kell takarítani. A már felvitt rétegeket igény szerint vizsgálni kell, tapadás, rétegvastagság szempontjából, ill. nem utolsó sorban a szerkezetre jellemzően esztétikailag.
  A felület-előkészítés legmagasabb fokát érdességben és részben tisztaságban az acélszemcsés tisztítás adja. Az erre a felületre felhordott Zn- vagy Al-szórás, és az ezt követő festés rendkívül hosszú élettartamot nyújt, 20–50 év.

- A rétegvastagság-mérések az MSZ szerint történjenek, de meg lehet állapodni más feltételek szerint is, ami szakmailag tartható, de annyi bizonyos, ha minden mérésnek el kell érnie az előírt minimumot, akkor legalább 50% festékveszteséggel kell számolni.
- Olyan állványzatot kötelező készíteni, amelyre vonatkozóan a Megrendelőnek is van felelőssége és ezt az állványköltséget meg is kell fizetnie,

- A festékszórást szakmailag képzett, gyakorlott dolgozó végezze.
- UV álló festékeket kell alkalmazni, hogy a krétásodást elkerüljük,
- Szakaszos hegesztést nem szabad megengedni, mert a takart felületet nem lehet védeni,
- Összefordított szögvasak alkalmazásánál – 10 mm-re egymástól – biztos, hogy tökéletesen ezeket a felületeket nem lehet védeni.

Milyen festéket alkalmazzunk?

- szárazanyag-tartalom az alapozónál több, mint 50% legyen – lehetőleg cink- vagy alumínium-pigment,
- oldószerszegény legyen – ne kelljen max. 5–6%-ot hígítani,

- minden festékismertető tartalmazza a kívánatos száraz rétegvastagságot – amit a gyár kikísérletezett, ez alá menni nem ajánlatos,

- legyenek különböző színűek az egymást követő rétegek,

- az előírtnál vastagabb rétegű festés inkább előnyösebb, mint állandóan törekedni a festék spórolására,

- a korrózióvédelemben is törekedni kell az optimális, gazdasági megoldásra – ezért a korróziót „méretezni" kell.
  Ezt ma a rendelkezésre álló bevonóanyagok és módszerek sokfélesége lehetővé is teszi, sőt talán arra kell ügyelni, hogy a kínálat bősége ne csábítsa a tervezőt öncélú és felesleges differenciálásra.
  Pl. a Zn- vagy Al- fémszórás és rákerülő festék bizonyosan hosszú, tartós korrózióvédelmet biztosít. Több híd, hídelem már ilyen felületvédelmet kapott.

Különlegesen kezelendő felületek:

1. **Szerkezeti csatlakozások–kötések homlokfelületei**
   - fémtiszta, olajmentes és érdes legyen,
   - ehhez éles, szemcsés szóróanyagot kell alkalmazni,
   - az előírt súrlódási értéket a cinkfémszórás (40–60 μ), a cinkszilikát festék (60 μ) nem rontja.

2. Utólag betett kötőelemek feltétlenül felületkezeltek legyenek (foszfátozás, horganyzás).

3. Élek, kötőelemek, hegvarratok, illesztések először ecsettel legyenek kenve.

4. Rések-hézagok „fugatömítéssel" legyenek ellátva, de úgy, hogy a rákerülő festékkel kompatibilis legyen.

5. **Betonnal érintkező felületeket is:**
   - homokolni kell,
   - cinkporos alapozóval 50 μ el kell látni,
   - 5 cm-rel túl kell vinni a többi réteget,
   - kissé ferdén lezárt betonaljzattal kell az oszlopokat beépíteni.

6. **Szigetelendő felületeknél fontos:**
   - átmenet biztosítása,
   - nyílások közvetlen közelében mindig egy pótlólagos fedőréteget kell alkalmazni.

7. **Nagyon igénybe vett felületeknél:**
   - járda,
   - korlát,
   - szegély,
   - kerékvető stb. sózásból és minden kis sérülésből adódóan pótlólagos fedőréteget kell alkalmazni (eggyel több fedőréteget).

8. **Vízgyűjtő helyeket** (por, sár, só)
különösen jól meg kell tisztítani, és az előírtan felül pótlólagos réteget kell felvinni. Régi szerkezeteknél lyukakat, nyílásokat kell kivágni, hogy kifolyjon a nedvesség.

9. **Hengerlési lemezhibákat,** hegesztési fröccsenéseket le kell köszörülni.

10. **Élek, sarkok leköszörülése** – elengedhetetlen.
Ezeket az igényeket, szükségességeket a Pannonkorr Kft. szakemberei az említett hidakon tudatosan alkalmazzák.

- A bevonat élettartama nagymértékben függ nemcsak a tervezőmérnöktől, hanem a kivitelezés középszintű vezetőgárdájától és a jól képzett és kellően megfizetett-ellátott lelkiismeretes szakmunkásoktól is.
  A korrózióvédelemnél a munka eredményessége vagy rosszasága nem azonnal látszik, ezért minden megrendelőnek fontos, hogy objektumait hosszan tartóan megóvja a rozsdásodásból adódó élettartam-csökkenéstől.

- Higgyék el, a korrózióvédelem minden fázisa nagyon nehéz, veszélyes, és rendkívül egészségtelen munka – ezért ezeket az embereket meg kell fizetni –, igen nagy a bérköltségünk.

- A korrózióvédelmet ma már nagyon értékes géppark segíti – nem csak az ecset –, ez megint komoly költség.

- Mindezeket figyelembe véve a korrózióvédelemre elfogadható árat kell a Megrendelőnek biztosítani, mert csak akkor kap „jó munkát".

Amennyiben ezekkel a tapasztalatokkal a megrendelőnek-Kivitelezőnek a segítségére lehettem, akkor már megérte összefoglalni és elmondani.

Folyamatban lévő korrózióvédelmi munkák a bajai Duna-hídon

Festésre vár a dunaföldvári Duna-híd is

Elkészült korrózióvédelem a bajai Duna-hídon

A BAJAI DUNA-HÍD KORSZERŰSÍTÉSE, AZ ÖTLETTŐL A MEGVALÓSULÁSIG

A Hídmérnöki Értekezlet keretében kerekasztal-megbeszélés volt a konferencia ideje alatt is folyó legjelentősebb dunai hídberuházásról. A megbeszélés résztvevői (ABC sorrendben): Benedek Gábor (RODEN Kft.), Dúzs György (Közgép-Unió Rt.), Földes Árpád (Földes-Hidkorr Kft.), Halász Rudolf (Alsó-Dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság), Kolozsi Gyula (UTIBER Kft.), Ludányi Béla (Servind Kft.), Müller Zoltán (GANZ Pillér Kft.), Orosz Károly (HÍDÉPÍTŐ Rt.), Pozsonyi Iván (PONT-Terv Rt.), dr. Szatmári István (BME Acélszerkezetek Tsz.), Vörös József (MÁV Rt.). Az alábbi cikk a beruházás történetét és körülményeit ismerteti, és lényegében megegyezik a híd korszerűsítés utáni ünnepélyes átadásra készült ismertető füzet szövegével. (Szerzője: Borzsák Péter UTIBER Kft)

A régészeti leletekből ítélhetően már a honfoglaló őseinket is vonzotta a számos kövér legelő, a halban, vadban bővelkedő Duna-környék, a víz közelsége és az itteni jó átkelési lehetőség. Mátyás király is ezen a helyen kelt át seregével a tolnai országgyűlés után, 1463-ban. Baja már ezt megelőzően is jelentékeny település volt, de mezővárosi címet csak 1696-ban kapott I. Lipót császártól. 1699-ben a császár megbízására egy Luigi Ferdinando Marsigli nevű tudós hadmérnök – mai szóhasználattal élve – egy „úthálózat-fejlesztési tanulmány"-t készített a kereskedelmi útvonalakra, és ebben a Magyarország területén messze túlterjedő úthálózatban Baja fontos csomóponti szerepet kapott. Közvetlen környezetének kereskedelmében a város már ekkor központi szerepkört töltött be, és a XIX. század elejére országhatáron túli területekre nőttek Baja vonzáskörei. Összekapcsolójává lett nemcsak az alföldi és dunántúli kereskedelemnek, hanem a messzi délvidéknek és a távoli északnak is, elsősorban a termény-, az állat- és a borkereskedelem területén.

AZ ELSŐ HÍD

Az első híd építését a Kereskedelemügyi Minisztérium 13691/III/1907. KM. számú határozatával rendelte el, a MÁV igazgatóság 62223/1907. szám alatt engedélyezte.

Az első Duna-híd építése 1907. évben kezdődött meg. A híd terveinek elkészítésére az akkor mindössze harmincesztendős fiatal hídmérnök, Szikszay Gerő kapott megbízást. A híd kivitelezését a M. Kir. Államvasutak Gépgyára és a Magyar Építő Részvénytársaság végezte. A vasszerkezetek szerelése 1908. év elején kezdődött, és a munkák olyan jó ütemben haladtak, hogy még abban az évben, december hó 11-én a kedvező próbaterhelés után a hidat az ideiglenes építési forgalomnak átadták. A hídon a vasúti forgalom csak 1909-ben, a Baja-Bátaszék közötti vasútvonal kiépítése után indult meg.

Az eredeti tervek szerint a híd kizárólag vasúti forgalom céljára épült, de 1935-ben a vasúti pályát lefedték, és attól kezdve a híd a közúti forgalom számára is használhatóvá vált.

A hidat a második világháborúban, 1944. szeptember 21-én olyan súlyos bombatámadás érte, hogy a híd két nyílásában az acélszerkezet a Dunába hullott.

AZ ÚJ HÍD ÉPÍTÉSE

A lebombázott híd újjáépítésére először Baja város törvényhatósági bizottságának 1946. január 28-ai közgyűlése hozott határozatot.

A régi alépítményekre támaszkodó szerkezet négynyílású alsópályás mederhíd, és háromnyílású felsőpályás ártéri hídként épült meg. Az eredeti szerkezeten egynyomú közös közúti-vasúti pálya volt, amelyen váltakozó irányban folyt a közúti forgalom vonatmentes időben. A munkákat 1949-ben roncskiemeléssel kezdték. Még ugyanabban az évben megtörtént az alépítmények átalakítása is.

A felszerkezet acélanyagát Diósgyőrben és Ózdon hengerelték. Az acélszerkezetek gyártását a Mávag kőbányai úti hídműhelye végezte. A helyszíni szerelés 1949. december 2-ától 1950. december 14-éig tartott. A szereléssel egyidejűleg a pálya építése is megtörtént, 1950. december 14-én a próbaterhelést is megtartották, és 16-án átadták az új hidat a forgalomnak.

A híd későbbi szélesítésének lehetőségét már a híd építésekor biztosították konzolcsonkok beépítésével. A híd az 1988-ban indult korszerűsítés után nyerte el mai elrendezését. Ekkor két oldalkonzolt szereltek a hídra a 3,5 tonnánál könnyebb közúti forgalom folyamatos átvezetése céljából. Ezzel a személygépkocsik forgalma megoldódott, azonban a nehéz-tehergépjármű-forgalom továbbra is a középső pályán haladt, váltakozó irányban, vonatmentes időben. Ez egyrészt időnként nagy torlódásokat okozott, másrészt a középső pályán továbbra is megmaradó közúti nehéz-teherforgalom és vasúti forgalom együtt rohamosan tette tönkre a két főtartó közötti pályaszerkezetet. A közös pályán a vasúti síneket leerősítő csavarokhoz nem lehetett rendesen hozzáférni. A sínek mellett a vasbeton közúti pályatáblákat szegélyező élvédő szögacélok sok helyen elkoptak, eltörtek, és sok gumisérülést okoztak. A most elvégzett korszerűsítés megkezdése előtt a közúti forgalom 20 km/óra, a vasúti forgalom csak 5 km/óra sebességgel haladhatott a hídon.

A hídon egyre gyakrabban kellett a középső pályát javítani. Erre általában csak éjszaka volt néhány órás lehetőség, mert a középső pályát hosszabb időre lezárni nem lehetett. A legközelebbi – a dunaföldvári – híd több mint 80 km távolságra van. Kompátkelőhelyek ugyan közelebb is vannak, de ezek használata lassú, körülményes, és az év egy részében közlekedésük bizonytalan.

A középső pálya átépítése egyre sürgetőbbé vált. 1992-ben a híd bátaszéki hídfője mellett egy ötméteres szakaszon a vasbeton pályatáblák helyére kísérletképpen egy acélból készült rácsos – áttört – pályaszerkezetet építettek be. Ez a megoldás Magyarországon és Európában ma is szokatlan, de az Egyesült Államokban már a század első felében is alkalmaztak hasonló szerkezeteket. Bár a kísérleti szakaszon nyert tapasztalatok nem voltak kedvezőtlenek, a középső pálya átépítése, költséges volta ellenére sem szüntette volna meg a közút és vasút „együttélését", ezért végül a kísérleti pálya soha nem készült el a teljes hídon.

AZ 1999 ÉVI KORSZERŰSÍTÉS ÉS MEGERŐSÍTÉS

A beruházás megkezdése előtt a tervező PONT-terv Rt. egy tanulmány keretében több, addig szóba került megoldást vizsgált meg, kezdve attól, hogy csak a középső pályát építik át, és marad a régi forgalmi rend, egészen az új közúti híd építéséig.

A tanulmány alapján kiválasztott és jelenleg elvégzett korszerűsítés arra irányult, hogy az oldalkonzolok megerősítésével és kiszélesítésével a nehéztehergépjámű-forgalom is véglegesen a meglévő oldalkonzolokra kerüljön, és a vasúti forgalomtól örökre függetlenné váljon. Az átalakításhoz az a felismerés vezetett, mely szerint a híd szerkezete rendelkezik annyi tartalékkal, hogy az oldalkonzolok ésszerű költségek árán megerősíthetők a nehéz tehergépjárművek forgalmának elviselésére is. A szerkezeti megoldás ötletadója dr. Szatmári István, a BME Acélszerkezetek Tanszékének docense volt.

A híd korszerűsítése két ütemben valósult meg. Az első ütem során a közúti forgalmat érintő munkák készültek el.

A Duna-híd kis teherbírású, konzolos közúti pályaszerkezetének megerősítése és bővítése, melynek következtében a 4,3 m széles közúti pálya „A" osztályú (80 tonna) közúti teher viselésére korlátozással, „B" osztályú (40 tonna) közúti teher viselésére korlátozás nélkül alkalmassá vált. A kiemelt szegéllyel és szalagkorláttal elválasztott új, 1,6 m széles kerékpárút a forgalombiztonságot nagymértékben megnöveli, mivel a kocsipályán megszűnik a gyalogos- és kerékpárforgalom.

Az átépítés befejeztével a közúti és vasúti forgalom egymástól független, önálló közlekedési pályával rendelkezik.

A beavatkozás során az alsópályás mederhídon a konzolos szerkezetű közúti hídpályák teherbírását a konzolvég felkötésével – függesztőszerkezet beépítésével – és a pályaszerkezet megerősítésével növelték a szükséges mértékben. Ezen a szakaszon a közúti terhelést a rácsos főtartó alsó és felső övének közvetítésével veszi fel a főtartó.

A felsőpályás ártéri hídszerkezet közúti oldalpályáinak teherbírását feszítőmű beépítésével és a pályaszerkezet megerősítésével tették alkalmassá a közúti nehéz-teherforgalom elviselésére.

A megváltozott terhelési viszonyok kihatnak a híd alépítményére is, ezért a pillérek ellenőrző számítása és a Duna-meder feltérképezése alapján a mederben talált kimélyüléseket is meg kellett szüntetni, és a későbbi kimosódásoknak elejét venni.

A helyszíni munka az északi konzol megerősítésével kezdődött. Ezalatt az idő alatt a személygépkocsi-forgalom a déli konzolon közlekedett, váltakozó irányban. A meder hídon az uszályon érkező felső kereszttartókat a Clark Ádám úszódaru az uszályból közvetlenül a helyükre emelte. A nappal beemelt gerendákat éjszaka lehegesztették a rácsos tartó felső övéhez csavarokkal előre odaerősített talplemezekre. Ezután a meglévő konzolok meghosszabbítása következett. Nehezítette a munkát, hogy a konzolokra tehergépjárművel, daruval még nem lehetett felhajtani – hiszen akkor még csak 3,5 tonnás járműre felelt meg a konzolok teherbírása –, ezért a konzolok meghosszabbításához és a szélesítéshez beépítendő szerkezeteket az újonnan felrakott felső kereszttartóra felfüggesztett csigasorral kellett a helyükre juttatni. Hasonlóan kézi erővel kellett a pályaszerkezet alatti állványon a hossztartók magasításához és a pályalemez megerősítéséhez készült elemeket is a helyükre vinni.

Az ártéri hídon nem volt felső kereszttartó, de szerencsére az eltérő szerkezeti kialakítás miatt ott a konzolok meghosszabbításához könnyebb súlyú elemeket kellett felszerelni.

Az acélszerkezeti munkák elkészülte után következett a függesztőkábelek befűzése és megfeszítése. Ezután már nőtt az északi útpálya teherbírása, és a befejező munkákhoz – mint például a dilatációs szerkezetek cseréje, aszfaltozás stb. – már behajthattak a munkához szükséges járművek.

Az északi konzol elkészülte után a személygépkocsi-forgalom és a munkaterület helyet cserélt, és hasonló sorrendben elkészült a déli konzol is.

FELJÁRÓ UTAK

A megerősített közúti oldalpályák alkalmassá váltak a teljes körű közúti forgalom átvezetésére, ezért a megváltozó forgalmi rend szükségessé tette a hídfeljárók és a szomszédos vasúti műtárgyak (közúti aluljárók) átépítését is. Erre azért volt szükség, mert az új forgalmi rendben már nem csak a személygépkocsiknak, hanem a tehergépjárműveknek is át kell haladni a vasúti pálya alatt, és a meglévő műtárgyak űrszelvénye ehhez nem felelt meg. A tehergépjárművek ezentúl ugyanazon az útvonalon fognak a hídra fel- és lehajtani, ahol eddig csak a személygépkocsik közlekedtek, ezért ezeket az utakat a teherforgalomnak megfelelően át kellett építeni, az utak vonalvezetésében és a burkolat teherbírásában egyaránt. A beruházás keretében meg kellett oldani az átépítéssel érintett közművek és a biztosítóberendezések áthelyezését, illetve átalakítását is.

Az első ütem közúti beruházásban készült, 1998 szeptembere óta. A Duna-híd átépítése a közúti és a vasúti forgalom csekély korlátozásával készült el. Az első ütem munkái alatt a konzolok közúti forgalma az egyik konzolon váltakozó irányban állandóan fenntartható volt. A vasúti közlekedés és a nehéz közúti gépjármű-forgalom kisebb szünetekkel ugyanúgy folyhatott a konzolok megerősítése és átépítése alatt, mint az építési munkák megkezdése előtt.

Az építés 1999 júliusában indult második ütemében – mely a vasúti pálya felújítására irányult – a vasúti forgalom teljes egészében szünetelt.

VASBETON ALULJÁRÓK

A második ütem beindulásával az első ütem nem ért véget, mert az első ütem részeként készülő két vasbeton vasúti műtárgy – közúti aluljáró – átépítését a Duna-híd vasúti pályájának átépítésével azonos időben, a vasúti vágányzár időtartama alatt kellett elvégezni.

A bátaszéki oldalon azért kellett a vasbeton hidat átépíteni, mert a vasúti híd alatt a közút pályaszintje 80 cm-rel mélyebben volt, mint a környezete, ezért az árvizek levonulása után az aluljáró még akkor is hosszú ideig használhatatlan volt, amikor az út többi részén már jól lehetett közlekedni. A közút pályaszintjének megemelése érdekében a híd szerkezeti magasságát kellett hasonló mértékben csökkenteni. Ezért a vasbeton kerethíd pályalemezét elbontották, és a hídfők falát megmagasítva új, korszerű, lényegesen kisebb szerkezeti magasságú monolit vasbeton híd épült. A híd nyílása megfelelő méretű volt, ezért nem változott.

A bajai oldalon a híd alatti űrszelvény magassága megfelelt, azonban a szabad nyílás mérete nem volt elegendő a hídra felhajtani szándékozó tehergépjárművek számára. Ezen az oldalon az alaptestek kivételével az egész hidat el kellett bontani, és az alaptestek kiszélesítésével egy új hidat kellett építeni. A híd átépítését kihasználva, és a költségekből részt vállalva Baja városa

is kérte a híd alatti közúti pálya további egy nyomsávval történő bővítését, mivel az aluljáró szűk keresztmetszete nemcsak a hídra való feljutást, hanem a vasúti töltéstől északra fekvő kikötői és ipari területek megközelítését is akadályozta. Itt az alaptestek átalakítása után egy teknőhíd épült, egyedileg előregyártott merev tartóbetétes vasbeton elemekből.

VASÚTI PÁLYA ÁTÉPÍTÉSE

A Duna-híd átépítésének második ütemében az előzőleg közúti és vasúti pályaként is üzemelő középső hídpálya átépítése készült el. Ehhez a munkához a középső pályán a forgalom teljes kizárására volt szükség, ezért ezt a munkát csak azután lehetett elkezdeni, mikor a középső pályáról a nehéz-teherforgalom 1999 június 26-án immár véglegesen lekerült. A beavatkozás során a vasbeton közúti pályatáblák végleges eltávolításán túl, a vasúti pályaszerkezet felújításával és korszerű vasúti felépítmény kialakításával a szerkezet alkalmassá vált az előzőnél fokozottabb vasúti igény kielégítésére is, de az új pálya közúti járművek átbocsátására a továbbiakban még ideiglenesen sem lesz alkalmas. Az új vasúti pálya vasúti beruházásban készült.

A középső pályán a régi vasbeton pályatáblás pályaszerkezet teljes egészében elbontásra került a hossztartó felső övével együtt. Ezután a régóta hozzáférhetetlen acélszerkezet alapos vizsgálata következett. Itt megerősítésre nem volt szükség, de a korrodált részeket javítani, cserélni kellett. Ezután készült el az új, korszerű hídfás vasúti pályaszerkezet.

A hosszú vágányzárat kihasználva egyidejűleg új pálya épült a Duna-híd előtt és után több, mint 800 m hosszú szakaszon, a vasúti megálló előtti vágányszakaszt és a két kis vasbeton híd szakaszát is magába foglalva.

A HÍD ÁTÉPÍTÉSÉNEK FŐBB MENNYISÉGEI

Acélszerkezetek	közúti szerkezet:	900	tonna
	vasúti szerkezet:	350	tonna
Vasbeton szerkezetek:	Duna-híd:	360	m^3
	bajai vasbeton híd	350	m^3
	bátaszéki vasbeton híd	120	m^3
Mázolás:	(részleges)	60.000	m^2
Burkolatok:	Duna-hídon	5.100	m^2
	feljáró utakon	7.600	m^2
Járható szigetelés:	Duna-hídon	3.600	m^2
Földmunka:	felhajtó utakon	3.000	m^3
	vasbeton hidaknál	2.800	m^3
Víz alatti pillérvédelem:	RENO matrac	6.000	m^2
	terméskő szórás	4.600	m^3
	Gabion-zsák-terítés	8.200	m^3
Vasúti pálya átépítése:	Duna-hídon	570	m
	vasúti töltésen	840	m

A FELHASZNÁLT EGYÉB ANYAGOK, GYÁRTÓK

Függesztőkábelek:	VORSPANN-TECHNIK (Ausztria) 2X VT-CMM 02-150 D
Dilatációs szerkezetek:	Maurer (Németország) D 240
Korrózióvédelem:	PERMATEX 2300
Aszfaltburkolat a hídon:	ÖA-8 jelű öntött aszfalt
Aszfaltburkolat a feljáró utakon:	AB 12/F jelű hengerelt aszfalt
Kerékpárút járható szigetelése:	Concretin TEP D 93
Víz alatti pillérvédelem:	30 cm RENO matrac TA-TB jelű terméskő szórás 1 tonnás Gabion-zsák-terítés

A BERUHÁZÁS KÖLTSÉGE

Közúti pályát érintő munkák:	2,3 milliárd Ft
Vasúti pályát érintő munkák:	840 millió Ft

BERUHÁZÓ:

Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium megbízásából:

Közúti beruházás: Bács-Kiskun Megyei Állami Közútkezelő Közhasznú Társaság
Vasúti beruházás: MÁV Rt. Pálya-, Híd- és Magasépítményi Szakigazgatóság

BERUHÁZÓ KÉPVISELŐJE:

Közúti beruházás: UTIBER – Közúti Beruházó Kft.
Vasúti beruházás: MÁV Rt. Beruházás Lebonyolító Igazgatóság

A BERUHÁZÁSBAN RÉSZTVEVŐ FŐBB SZERVEZETEK:

FŐVÁLLALKOZÓ:	HÍDÉPÍTŐ Rt.
ALVÁLLALKOZÓK:	
Tervező:	Pont-TERV Rt.
Acélszerkezetek gyártása és szerelése:	GANZ Acélszerkezet Rt. GANZ Pillér Kft. Közgép Unió Rt.
Korrózióvédelem:	Pannonkorr Kft. Hídtechnika Kft.
Vasbeton hidak átépítése:	MÁV Hídépítő Kft.
Feljáró utak átépítése:	Magyar Aszfalt Kft.
Vasúti pálya átépítése:	Baja HÁROM Konzorcium
Vízépítési munkák:	ADUVIZIG

A bajai Duna-híd

Kereszttartók elhelyezése

Elkészült az új kerékpárkonzol

A felsőpályás híd

Az elkészült híd neve: bajai Türr István híd

Hlatky károly:
(Hídépítő Speciál Kft.)

DUNA-HIDAK ALAPOZÁSA

Mederpillér-alapozás vasbeton köpenyfal védelmében

A háború után épített folyami hidak (szegedi északi Tisza-híd, szentes-csongrádi közúti Tisza-híd, Szentes-csongrádi vasúti Tisza-híd) mederpillérek alapozása volt az átmenet a hagyományos és a mai nap is használt, modern alapozási módok között. A fenti hidak alapozása során alkalmazott acél szádfalas körülzárás gyakorlati tapasztalatai kellő alapot biztosítottak egy elveit tekintve is új, korszerű építési technológia követelményeit is kielégítő megoldás kidolgozására.

Az ötlettől az első megvalósításig eltelt 3 év az érvek és ellenérvek ütköztetésével telt el. Végeredményként a sikeresen szabadalmaztatott eljárás első gyakorlati alkalmazása az M0 Hárosi Duna-híd építésénél (1987–1990) történt. Ezt követte a Lágymányosi Duna-híd (1992–1995), majd részben párhuzamos tevékenységként a cigándi Tisza-híd (1993–1994) mederpilléreinek építése.
A tiszaugi pilléralapozás már napjaink kihívását jelenti.

Összességében eddig 8 db mederpillér épült Magyarország területén ezzel az eljárással.

Lényege elsősorban a pillérépítéshez szükséges vízmentes munkaterület kialakításának módjában, illetve az előregyártott vb. elemek alkalmazásában keresendő.

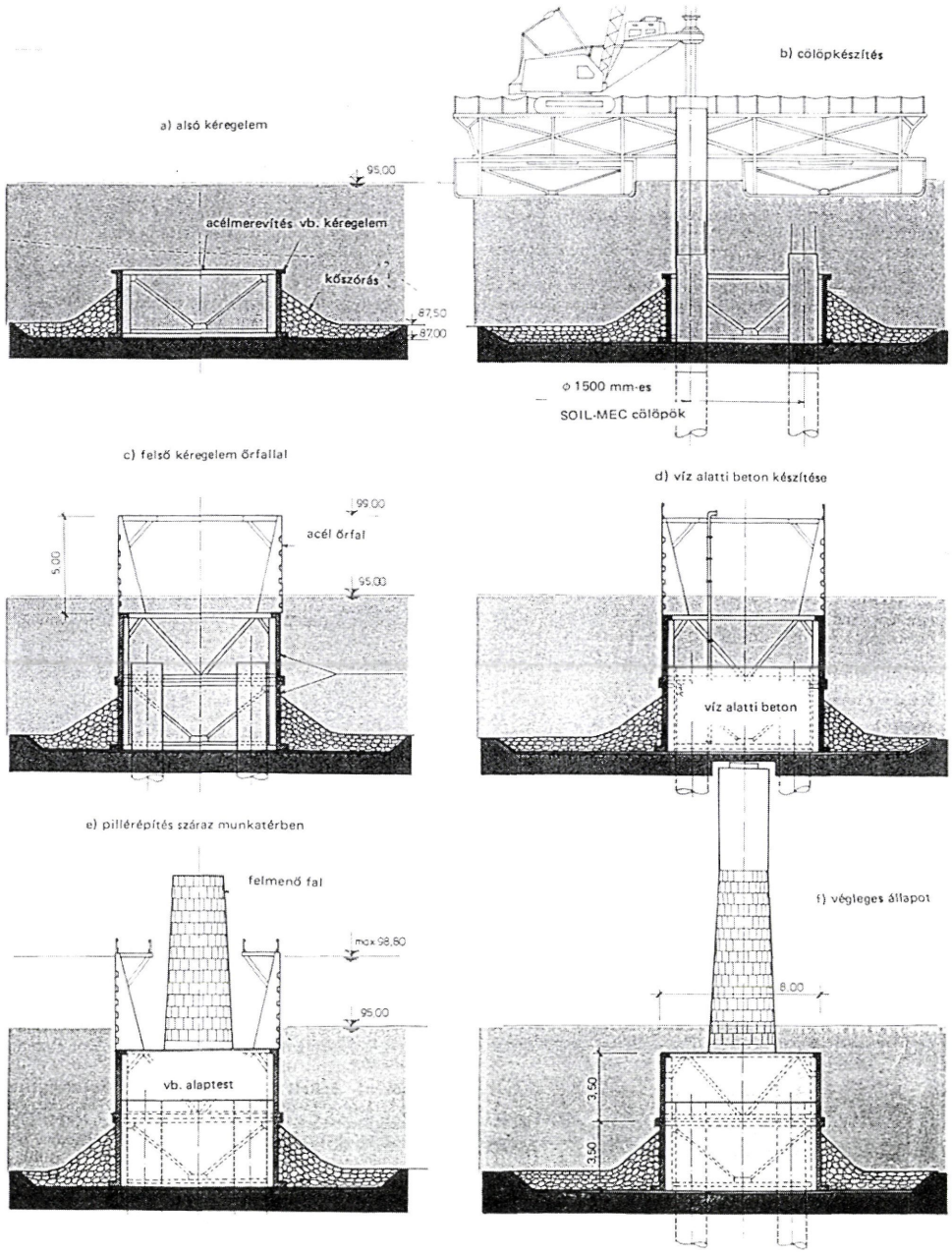
Emlékeztetőül:

Az alkalmazott technológiai sorrend:

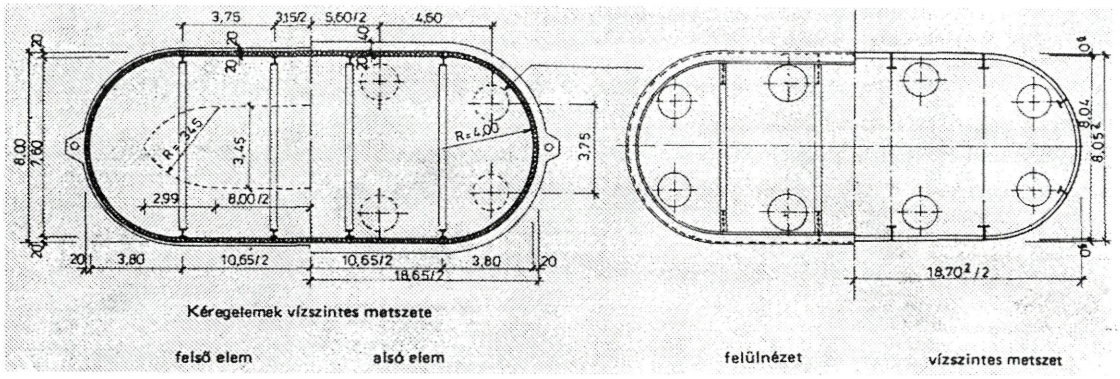
- Pillér alaptestnek megfelelő méretű, nagy pontosságú víz alatti kotrás.
- Alsó vb. kéregelem lehelyezése úszódaruval, ideiglenes rögzítése külső kőszórással.
- A lehelyezett kéregelemen belüli, nagy átmérőjű fúrt cölöpök elkészítése.
- Felső kéregelem és acél őrfal együttes elhelyezése úszódaruval, búvárirányítással.
- Víz alatti fenékbetonozással történő munkagödör alsó lezárás.
- Víztelenítés, amely után a pillér többi szerkezeti elemei már hagyományos eljárással, száraz munkaterületen épülhettek.
- A saruszintig történő építés.
- Az acél őrfal leemelése és a következő pillérnél történő ismételt beépítése.

A vázolt technológiát a mellékelt fázisrajz szemlélteti.

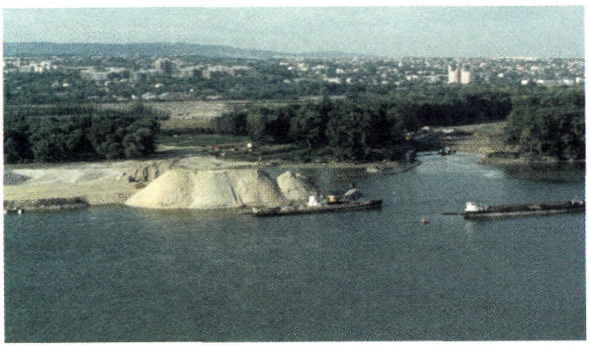
Vízben készült pillérek építési menete:



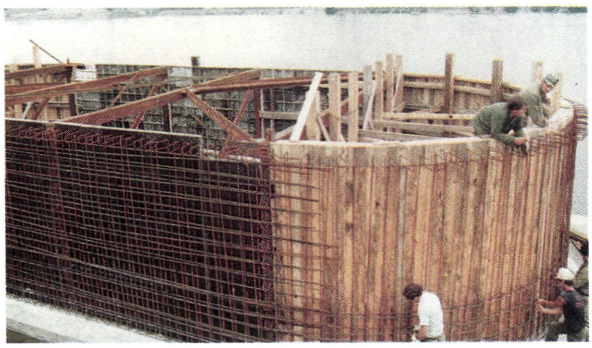
Kéregelemek vízszintes metszete:



A Hárosi Duna-híd építése:



1. kép. Mederkotrás



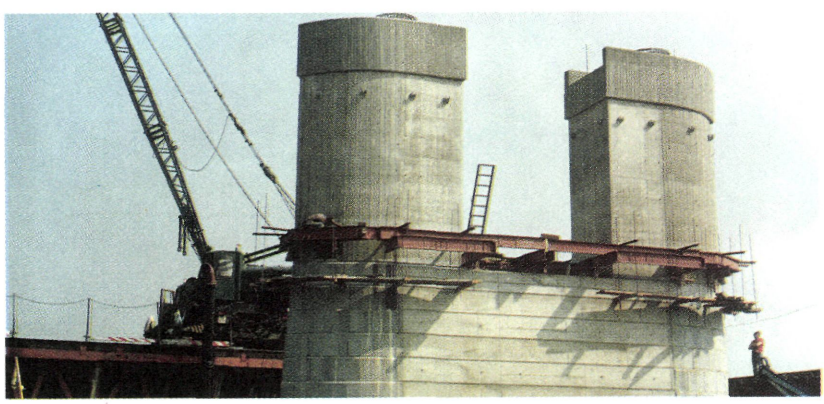
2. kép. Kéregelem-előregyártás

3. kép. Kéregelem és acél őrfal

4. kép: Alsó kéregelem elhelyezése

5. kép. Soilmec cölöp készítése

6. kép. Alaptest építése víztelenítés után



7. kép. Felmenő szerkezet építése

8. kép. Acél őrfal leemelése

A korábban átlag 1 év/pillér időtartamot már az első alkalmazás során sikerült 3 hó/pillér időtartamra lerövidíteni.

A kilencvenes évek elején az eljárást máig sem azonosítható módon „átvette" az osztrák építőipar is, természetesen olyan mértékű módosításokkal, mely alapján a szabadalom nyújtotta előnyök nem voltak érvényesíthetőek.

A Hídépítő Speciál Kft., s ezen belül személyesen én is, szerencsésnek mondhatjuk magunkat, mivel a magyarországi hídépítésekkel közel párhuzamosan módunkban állt további 3 osztrák folyami híd alapozási munkáiban is tevékenyen részt venni. (Bécs, 91–92. Nordbahnbrücke, Tulln, 1992–95, pöchlarni Duna-híd, 99. február–2000. február.). Ez összesen további 2+2+4=8 db mederpillér megépítését jelentette.

Ez a mennyiség elég jelentősnek mondható, s kellő gyakorlati tapasztalatot nyújt ahhoz, hogy az alkalmazott eljárások összehasonlítása reális értékelést adjon a változatok előnyeiről és hátrányairól.

A hazai módszer lényegében nem változott. Az M0 hídnál kidolgozott eljárás csak egy részletében módosult: az alsó kéregelem elhelyezése során alkalmazott segédszerkezet bevezetése, mely jelentősen megkönnyíti a kéregelem pontra állítását. A változtatást elsősorban a precíziós kotrásra alkalmas kotrógép hiánya (vedersoros kotró) indokolta. Igazolva az eredeti elképzelés életképességét, az előzőeken túlmenően egyéb változtatásra eddig igény nem merült fel.

Az Ausztriában alkalmazott módszert a közelmúltban befejezett pöchlarni Duna-híd mederpillér-alapozási eljárásának ismertetésével lehet bemutatni.

Az épülő híd főbb adatai: Melk és Ibbs között, Duna 2043,5 fkm szelvényben

Szabadon betonozott, 5 nyílású. (A széleken betolt ártéri szerkezettel kiegészítve.)

Nyíláskiosztás: 75+105+105+105+75=465m

Keresztmetszet: teljes 13,45 m (3,7+8,5+1,25; kerékpárút, 2×1 forgalmi sáv, gyalogjárda)

Az osztrák módszer technológiai lépései:

- Elsődleges kotrás (durva – nem pontos, lényeg, hogy +0, – 40cm-en belül legyen).
- 2 db segédcölöp elkészítése (szerepe: kéregleeresztés, alapvető különbség).
- Előregyártás (kontaktbetonozás, 3 szint, 12 m), ideiglenes támaszbeépítés (feszítő berendezés-ráépítés, feszítőkábelek bekötése).
- 1. kéregelem beemelése. Az úszódaru csak lerakja a segédcölöpön kialakított fészekbe.
- Kéregelem-leeresztés vízszint közelébe.
- Felület-előkészítés, ragasztóanyag-felhordás.
- 2. kéregelem-ráhelyezés, ragasztás, leeresztés, felület-előkészítés, ragasztás.
- 2. kéregelem-leeresztés, felület-előkészítés, ragasztóanyag-felhordás.
- 3. kéregelem-beemelés, ragasztás.
- 3. kéregelem leeresztése a végleges szintre (Kotort mederfenék szint fölött, attól 20–40 cm-re).

- Köténylemez-lehajtás búvármunkával.
- Belső víz alatti beton elkészítése 2 ütemben, (1+2 m. Lassú, 60 napos kötési idő, csökkentett cementadagolás), búvárellenőrzés mellett.
- Külső kőszórás, búvárellenőrzés.
- Kéregelem-átterhelés, feszítőpuskák lebontása.
- Ideiglenes kereszt merevítés kiszedése búvármunkával
- Vízleszívás – víztelenítés
- Fúrósablon-zsaluzás – betonozás
- Fúrt cölöp készítése (adott esetben 16 db Ø1200 mm. Mélység: 29,50 m fedélzettől 39,50 m) részben béléscsövezett, vagy megtámasztással markoló rendszerű fúróval.

- Ettől a fázistól már hagyományos lépések következnek: cölöpbontás, összefogó gerenda vasszerelése, betonozás.
- Felmenő szerkezet elkészítése saruszintig, helyszínen zsaluzott, betonozott.

Részleteiben elemezve és összevetve a két eljárás technológiai lépéseit megállapítható, hogy alapvető különbség az építési sorrendben, a kéregelem-leeresztés módjában, illetve az egész pillér méreteiben és az alapvetően más cölöpképben található.

Összehasonlítva az alkalmazott eljárásokat, az osztrák technológia

Előnye:

Azonos teherbírás mellett lényegesen kisebb fizikai méretek, kevesebb anyagfelhasználás, kisebb önsúly (kb. 50%).
Nincs a hagyományos értelemben vett, eltérő méretű alaptest. Ez a hajóütközések kockázatát nagymértékben csökkentő tényező.
A cölöpözés során nem kell bennmaradó zsalucső, így ez költségtakarékosabb megoldás.
A kéregelem-leeresztési módszer miatt nincs szükség precíziós kotrásra.
A búvármunka nem meghatározó jellegű tevékenység, hanem csak az ellenőrzési feladatokra korlátozódik.
A fúrt cölöpözés víztelenített munkagödörben történik.

Hátránya:

A segédcölöpök helyzete már meghatározza a sarutengely helyzetét is vízszintes értelemben, korrekcióra nincs lehetőség.

Alapvetően más méretezési alapelvek a cölöpkép (cölöpfal? mélyített síkalap??) miatt. (alkalmazására a hazai viszonylatban még nem volt példa).

Lassú kötésidejű beton alkalmazása miatt a betonozástól kezdve az ütemezés „kényszerpályán" mozog. Bármilyen okból bekövetkezett késedelem rendkívül súlyos problémákat jelenthet.

Csak katamarán (kéttestű) jellegű úszóműről készíthető. Az úszómű jellegéből adódóan a cölöpözés közben bekövetkező vízszintingadozás mértéke korlátozott, így szerencsétlen esetben nagyobb kiesőidőkkel kell számolni.

Az előzőekben felsorolt hátrányok egyike sem olyan probléma, mely kizárná a hazai alkalmazás lehetőségét.

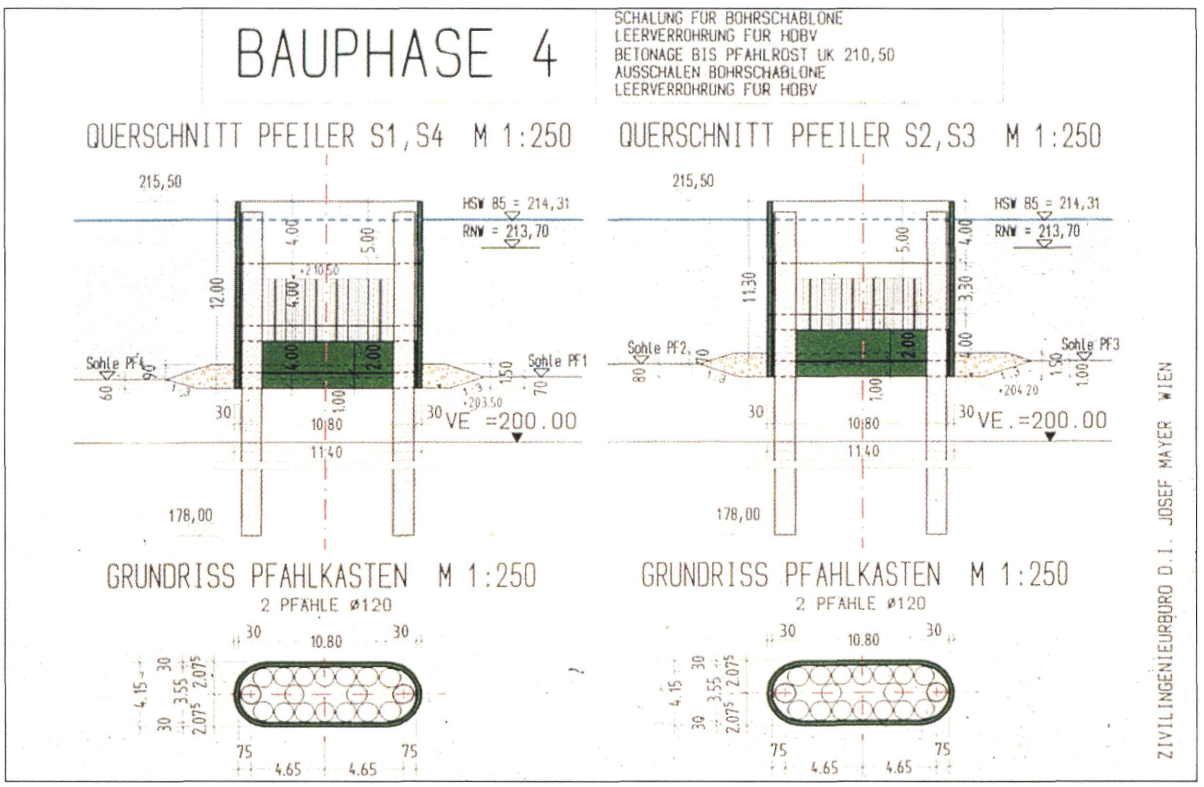
Az igazság az (hangsúlyozva azt, hogy nincs olyan eljárás, mely nem fejleszthető tovább), hogy az optimális megoldás valahol a két eljárás ötvözetében található.

Célszerű lenne a hazai hidak alépítménye tervezése során alkalmazni a méretezési eljárásukat, a kivitelezéskor pedig a feszítőkábeles kéregelem-leeresztési módot, és a lassú kötés idejű betont.

Az elkövetkező időszak műszaki kihívását jelentheti az előregyártott vb. elemek alkalmazása is olyan értelemben, hogy a pillér lényegében saruszintig „összerakott" kéregzsalu felhasználásával készüljön.

Összefoglalva az eddigieket, megállapítható, hogy a két eljárás ötvözeteként kialakuló megoldás eredményeként további 30%-os időmegtakarítás és közelítő számítás alapján 20%-os anyagköltség-megtakarítás érhető el.

Reményeink szerint a közeljövőben lehetőségünk adódik az előzőeket nemcsak elvben, hanem egy ténylegesen megépülő hídra vonatkoztatva, az adott talajviszonyok, vízjárási adatok stb. figyelembevételével részletesen kidolgozni, s a gyakorlati megvalósítás során alkalmazni.



Alapozás fázisrajz

A Pöchlarni Duna-híd építése:

1. kép. Kéregelem-előregyártás

2. kép. Segédcölöp készítése

3. kép. Alsó kéregelem beemelése

4. kép. Felső kéregelem elhelyezése, leeresztése

5. kép. Alaptest építése

6. kép. Felmenő szerkezet építése

Dr. Imre Lajos:
(ÉMI)

Adalékok a hídacélok magyarországi vizsgálatának történetéhez

Általános megjegyzések

A témakör, amelyet röviden áttekinteni szeretnénk, hazánkban egyre mostohábban kezelt. Kissé olyan, mint a labdajátékokban a szélsők helyzete: magukat komolyan kell venniük, de nem biztos, hogy a vezetés is ezt teszi velük. Mi a hídügyi anyagvizsgálatban azonban nem tehetünk mást, mint amit a magyar labdarúgás „aranycsapatának" jobbszélsője mondott egy

késői interjúban: akkor is a labdát hatékonyan felvinni és beadni törekszünk, ha a középpályán a beadott labdát nem fogadja, nem rúgja kapura senki.

Szakmailag határterülete a szerkezetépítő és a gépészmérnöki ismereteknek is a hídépítési felhasználású acélanyagok vizsgálata:

- a hidász mérnökök (bár általában szóhoz sem jutnak a felső döntéseknél) csak akkor ismerik komolyan az acélanyagok előállítását és vizsgálatát, ha alapképzésüket önszorgalomból kiegészítették,

- a gépészmérnökök komolyabb kohászati és anyagvizsgálati ismeretekkel bírnak, de nem ismerik pontosan a hídszerkezetek igénybevételeit, tehát a követelményeket.

Ezek a körülmények vezetnek oda, hogy a hídszerkezetek egységes biztonságát garantáló minőségbiztosítási rendszer finoman szólva is kétséges helyzetben van.

Negatív és pozitív példa a kezdetekről

Századforduló körüli hídszabályzatokat és egyéb iratokat tanulmányozva szomorúan tapasztaljuk, hogy a hídépítésben felhasznált acélok minőségével kapcsolatban alig találunk adatokat. Utalás történik ugyan vasúti hidak kapcsán egy 1887-es miniszteri rendeletre, de ez még nem volt mai értelemben vett hídszabályzat. A század eleji hídszabályrendeletek általában nem adnak kikötéseket a felhasználható acélokra, és a vizsgálatukra is elsősorban azt írják elő, hogy az a középítésben előírtak szerint történjék, és eredményeit a híd törzskönyvében rögzíteni kell.

Múlt század végi, e század eleji hídtörzskönyveket átnézve azonban azt látjuk (mint azt az 1891-ben vasúti hídnak épült, de később közúti forgalomra is használt tiszafüredi, illetve az 1915-ben épült közúti és vasúti csongrádi Tisza-hídnál), hogy azokban sok mindenre van rovat (közúti hídnál még a hídvámszedési jogra is), de az acélanyagokat igen mostohán kezelik.

Általában minden hídról csatolva van az erőtani számítás, sok hídnál részletezve van az egyes nyílások vagy szerkezeti egységek súlya, valamint természetesen a híd geometriai adatai. Az anyaggal kapcsolatban legtöbbször csak a kavart vas, folytvas, illetve az öntöttvas összmennyisége derül ki, még a gyártócég sem mindig. Az acélanyag vizsgálatát tárgyaló rovat pedig vagy üresen van hagyva, vagy a törzskönyv mellékleteként ma már fellelhetetlen külön jegyzőkönyvekre utal.
Elgondolkoztató, hogy a felhasznált cement vizsgálati eredményeire ugyanezen törzskönyvekben részletes eredményeket találtam. Lehet, hogy a betontól, mint kevésbé ismert anyagtól jobban féltek. Ugyanott azonban a betonacélokra semmilyen adat nem szerepel.
Bizonyítható azonban, hogy a hídépítés acélanyagainak a vizsgálata, sőt kutatási mélységű tárgyalása ebben a korban már komoly szinten folyik. Részletes, alapos cikkeket olvashatunk a Magyar Mérnök és Építészegylet közlönyében és az akadémia különlenyomataiban az Erzsébet híd láncanyagáról (Seefehlner Gyula: A budapesti Eskü téri Duna-híd lánctagjainak gyártása. – 1900.), a különböző vas- és acélfajták tulajdonságairól (Maurer Mór: A vas-

fajok, különös tekintettel a hídépítéshez használt vasfajok szilárdsági viszonyaira – 1892), sőt olyan kérdést is külön cikk tárgyal, mint a szakadási kontrakció jelentősége a vasanyag minőségének megítélésében (dr. Gállik István, 1909). Ebben a cikkében a szerző Rejtő professzornak a bemetszett szakító próbatestekre tett javaslatának kíván „kegyelemdöfést" adni, - mely sikerét még egy 32 évvel később irt cikkében is pozitívan értékeli. Pedig talán Rejtő javaslata sem volt teljesen elvetendő; mai véleményünk szerint a bemetszett próbatest viselkedéséből számos következtetés vonható le.
A felsoroltak közül az Erzsébet híd lánctagjaival foglalkozó cikk külön részletezi a szakító-, a hideg- és meleghajlító próbákkal, a lemezek felületével és megmunkálás közbeni viselkedésével szemben támasztott követelményeket.
A századvég általa hozzáférhető hazai és külföldi hídanyagait igen részletesen mutatja be (37 oldal terjedelemben) Maurer Mór cikke. A vizsgálati eredmények előtt ismerteti kora gyártási eljárásait is. A szerző egyes vas-, illetve acélfajtákból készült szakítópróbák szilárdsági, nyúlás és kontrakció, valamint huzalok hajtogató vizsgálatát különböző szelvényekből vett, többféle hőkezelésnek alávetett próbaelemeken is elvégezte. Adott szerkezet anyagával kapcsolatban – ha annak gyártóművét ismerjük – e tanulmányból igen komoly értékű adatokat nyerhetünk.
Későbbi cikkekből tudunk róla, hogy a Lánchíd átépítésének tervezésekor két magyar vasmű (Diósgyőr és Zólyom Breznó) összesen ő féle anyagával folytak alapos kísérletek.

A két világháború közötti szakasz

A hídacélok vizsgálatáról, a velük foglalkozó kutatások eredményéről számos értékes cikk jelent meg, melyek (pl. dr. Gállik István tollából) komoly elméleti munkásságról is számot adnak. Nem ismerjük azonban a kísérletek elvégzésének helyét, – ezekről a tanulmányok nem tesznek említést. Feltehetően a Műegyetem vagy a Technológiai Intézet egészíthette ki az ipari laboratóriumok adta lehetőségeket.
Részletes akadémiai előadásban számol be például Rejtő Sándor professzor „A régi Széchenyi Lánchíd anyagának kimerülése" -ről, nagy valószínűséggel műegyetemi vizsgálatai alapján.
Azt mindenesetre tudjuk, hogy amikor az I. világháború után az acélok szilárdságának növelése felé fordult a figyelem, a Kereskedelmi Minisztérium létrehozta az acélbizottságot a különböző acélfajtákkal történő vizsgálatok irányítására. Ennek a bizottságnak 1940–41-ben már a hegesztett kötések és a fáradási szilárdság vizsgálatát is kötelességévé tették.

Új korszak a II. világháború után

Nagy lendületet adott az ország hídépítésének mindkét, de különösen a II. világháború nagyarányú hídrombolása. Míg az I. világháború során inkább csak a megszálló román hadsereg robbantotta fel az útjában levő hidakat (pl. a tiszafüredit), a II. világháború végén szinte minden jelentős hidunk elpusztult. Mivel pedig a feszített vasbetonhidak építési technológiája még nem alakult ki, folyamhídjaink acélszerkezettel készültek, elsősorban rácsos szerkezetű főtartókkal, szögecselt kivitelben.
A harmincas években ugyan készültek már hegesztett hidak is Magyarországon (pl. a győri közúti Rába-híd), de ez a gyártási mód nem terjedt el igazán, sőt egyes amerikai hajók világháborús ridegtöréses tönkremenetele a hidak tervezőit újra óvatosságra intette e téren. (Kiváló professzorom 40 éve elhangzott aforizmája így szólt: „a hegesztett szerkezet akkor jó, ha nincsen benne hegesztési varrat."). Az Államvasutak a hegesztett hidak tilalmát csak kb. 20 éve oldotta fel!

Az acélanyagok független vizsgálata elsősorban a József körúti Technológiai Intézetben folyt, míg meg nem alakult 1956-ban az Útügyi Kutató Intézetben a jelenleg is (még) működő Acélhíd Laboratórium, elődöm, ifj. Gállik István vezetésével.
A laboratóriumot elsősorban acélanyagok mechanikai vizsgálatára készítették fel: szakító-, hajlító-, ütő-, keménység- és fárasztóvizsgálatra, de metallográfiai vizsgálatokhoz van egy fénymikroszkópunk, és első telephelyünkön volt közúti hídelemek fárasztására egy körpályánk is. Két utolsó nagyobb beszerzésként 15 éve került sor egy 500 kN-os MTS szakítógépnek és az ország legnagyobb csavarógépének a beszerzésére.
Mivel a laboratórium feladatai között próbaterhelések és egyéb helyszíni vizsgálatok is helyt kaptak, beszerzésre és alkalmazásra kerültek a nyúlásmérő bélyeges feszültségméréshez szükséges műszerek és anyagok is.
Ez a laboratórium – mind kutatási, mind független minőségellenőrzési vonalon – kezdettől foglakozik a szerkezeti acélok és a betonacélok vizsgálatával is. Jelentős részt vállalt a hídügyi szabványok, illetve a hídszabályzatok korszerűsítésében, a hazai betonfeszítő pászmagyártás európai szinten tartása ellenőrzésében és a szerkezeti acélok szabványainak a korszerűsítésében.
Érdemes számszerűen is megemlítenünk, hogy 1982 és 1998 között 22 kutatási megbízásnak tett eleget a laboratórium.
Utóbbi kérdés akkor vált égetővé, amikor a budapesti Erzsébet híd pályaszerkezetének gyártása során fény derült arra a tényre, hogy igen hiányosak a magyar szerkezeti acél szabványban a szívósságot garantáló követelmények. Mint ismert, ijesztő esemény történt a műhelyben a pályatáblák daruzása során: két lemez alig másfél méteres esés eredményeként ridegen eltört. Ezidőben még nem volt előírva (a hegeszthetőnek előirányzott 36.24.12 S jelű anyagnál sem) az alapanyag Charpy-vizsgálata, mely a nyugat-európai (elsősorban a német) szabványokban már követelményként szerepelt. Ekkor került sor átmeneti előírásként az ún. HID-2 jelű acél, majd a véglegesnek szánt (csaknem harminc év után az EN-szabványokra való áttérés miatt megszűnő) 37 B, C, D ...stb. minőségek előírásainak kidolgozására, laboratóriumunk akkori vezetőjének jelentős közreműködésével.
E munkáról intézeti kiadvány is készült.
Ugyanezen időszakban – még az acélanyagoknál maradva – laboratóriumunk folyamatosan, független ellenőrként figyelemmel kísérte a hídépítésben felhasznált betonacélok minőségének alakulását. Több minőségi kategóriával voltak problémák, így elsősorban a ma már nem alkalmazott B 50.36 jelű anyaggal. Sajnos, a problémák a ma felhasznált minőségfajták egy részénél is fennállnak. Néhány éve például egy külföldi érdekeltségű cég 12 000 tonna ukrán betonacél néhány mintáját vizsgáltatta velünk. Ezek érthető módon nem feleltek meg a hazai előírásoknak, már vegyi összetételükben sem, hiszen az ő előírásaik a hazainak csaknem kétszeresét engedik meg, széntartalom szempontjából. Jellemző a kiskapuk hazai rendszerére, hogy ezután az illető (magyarországi bejegyzésű) cég
– a teljes mennyiséget magyar kivitelezőknek a csepeli vám-szabad területen eladta, és
– az őket terhelő (meg-nem felelősséget bizonyító) eredményű vizsgálatokat a mai napig sem fizette ki.

Ehhez hasonló magatartástól – rossz eredmény esetén – sajnos egy-egy hazai cég ma sem tartja magát távol. Még olyan esetben sem, ha eredményünk őt csak kisebb mértékben érinti.
Jelenleg a betonacélok minőségében a legnagyobb gondot a kelet-európai acélművekből (elsősorban Ukrajnából) származó alapanyagokból történt hazai hengerlés okozza. Most már odáig sikerült visszafejlődnünk, hogy a legegyszerűbb (B 38.24 jelű) betonacélban is tud a magyar ipar szilárdságilag selejtes anyagot gyártani! És ami súlyosabb: egyre romlanak a statisztikai kiértékelés eredményezte tanulságok is!

A nagy szilárdságú betonfeszítő pászmák minősége – nagy örömünkre – egyelőre nem okoz semmilyen gondot.
Az anyagvizsgálaton túl – megléte óta folyamatosan – részt vesz a laboratórium közúti és vasúti hidak szerkezetvizsgálatában. Épülő hídszerkezetek gyártása – szerelése során számos ellenőrző vizsgálatot végzünk (beleértve a hegesztési varratok metallográfiai vizsgálatát is) az építtetők, illetve az ellenőrző mérnök megbízásából.
Felépült, forgalomban lévő hidak esetében is számos vizsgálatra került sor az évtizedek során. Csupán néhány példát említve:

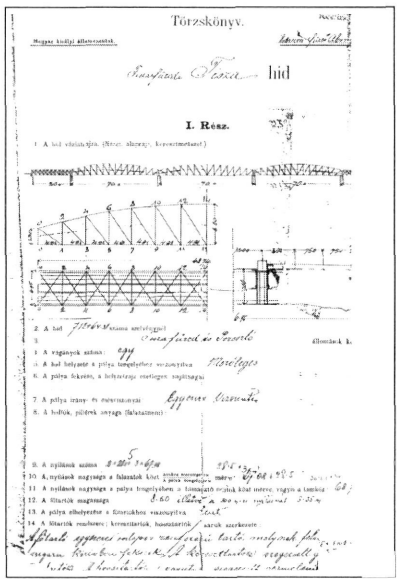
- Az 1932-ben Győrben készült első magyar hegesztett híd 1980 körüli varratrepedéseinek vizsgálata,
- a budapesti Erzsébet híd pályaszerkezetében a villamossínek alatt a merevítőbordák bekötéseinél 1975 körül keletkezett repedések, és
- az algyői vasúti Tisza-hídon ugyancsak a bordabekötések repedéseinek vizsgálata.

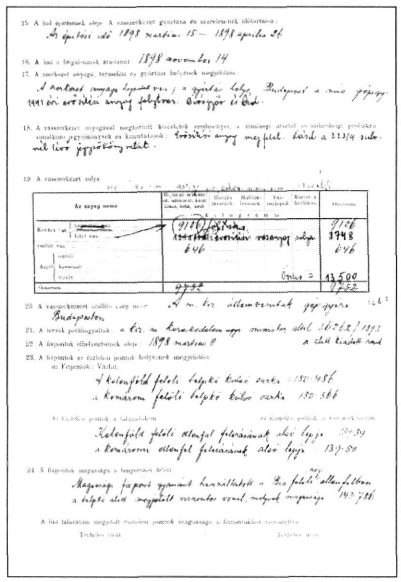
A súlyosabb problémák elemzése mellett természetesen végzünk rutinszerű ellenőrző szerkezetvizsgálatokat is, bár ezeknek független intézettel végeztetése egyre kevesebb esetben történik meg; ezeket a vizsgálatokat sok esetben kisvállalkozások végzik, feltehetően gazdaságosan.

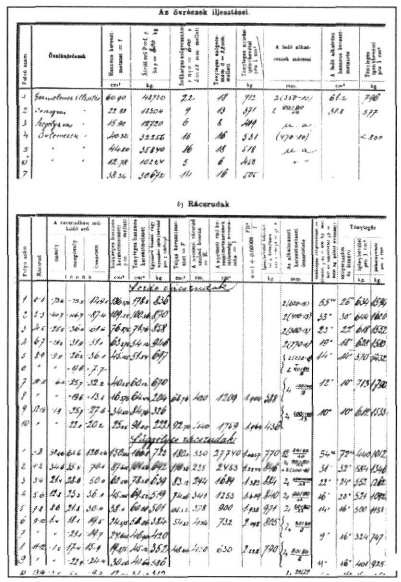
Az utolsó tíz év (1987–97)

Az 1980-as évek közepétől a laboratórium eddigi profiljának a lehetséges fokig való megtartása mellett fokozott mértékben törekszik a roncsolásmentes vizsgálati módszerek alkalmazására.
A Központi Fizikai Kutatóintézettel közösen kezdett, és egy kisvállalattal folytatott kutatás során egy hazánkban újnak számító, mágneses alapon működő feszültségmérési módszert alkalmazunk, elsősorban az acélcsavarokban és betonfeszítő pászmákban levő feszítőerő és ezen feszítés változásainak vizsgálatára. Az eredmények biztatóak, a hazai hídépítési alkalmazás engedélyezése is megtörtént, de széles körű bevezetéséről még nem beszélhetünk.
Kutatást kezdeményeztünk (a Budapesti Műszaki Egyetemmel, illetve a Miskolci Egyetemmel együttműködve) az ortotróp hídpályák fáradási tulajdonságai és a nagykorú acélhidak várható élettartama tárgykörében; az elsőt a lausannei Szövetségi Műszaki Főiskola fémszerkezeti tanszékével egyeztetett programmal. Pénzügyi fedezet híján mindkét program befejezhetősége kétséges.
Sajnálattal kell megemlítenünk, hogy a laboratórium utolsó tíz évét a hídügyi kutatásra és fejlesztésre fordított pénzügyi eszközök fokozatos elapadása jellemzi.
A laboratóriumot eredetileg arra hozták létre, hogy alkalmazott kutatási, fejlesztési, független ellenőrzési és szabványosítási téren a magyarországi acélhidak létesítése és fenntartása terén a szakminisztériumnak mintegy háttérintézményeként szolgáljon. Jelenleg a minisztériumban már ilyen igény nincs, egyenes következményeként nemcsak a források hiányának, hanem a főhatóság épületében a hídosztály megszűnésének. Így fordulhatott az elő, hogy a részünkre juttatott megbízások összege 1986 óta háromévenként reálértékben mindig a felére csökkent, lehetetlenné téve a műszerállomány korszerűségének általános szinten tartását is.
Megtörni látszott ez az 1996-os évben időlegesen megemelkedett keret, majd 1997-re a fedezet szinte nullára csökkent még a megkezdett kutatásoknál is. Ha pedig figyelembe vesszük azt, hogy ez a laboratórium nemcsak a hazai anyagvizsgáló helyek egyike, hanem a rendszeres hídügyi acélvizsgálatokra (acél alapanyag, betonacél, feszítőpászma, hegesztett kapcsolat stb. vizsgálatára) alapított egyetlen céllaboratórium, ennek az elsorvasztása mindennek nevezhető, csak helyes, céltudatos szakmai lépésnek nem. Betetőzte a folyamatot a laboratóri-

um 1998 elején történt eladása. A vételi szándékkal fellépő cég – a munkaellátottságra – nagy felfutást ígért, de az eredmény hanyatlás lett, így a labor sorsa ma meglehetősen kilátástalan; a régi anyagvizsgáló gárdából egy technikus maradt a cég állományában. A változásoknak – legalábbis időlegesen – áldozatul esett a tíz éve őrzött akkreditált státus is.
Kénytelen vagyok Gillemot professzor úr húsz éve elhangzott szavaival zárni:
„Ne lepődjenek meg a kollégák azon, hogy én az anyagvizsgálat hazai állapotát bírálni fogom. Azért vállaltam el ezt az előadást, hogy ezt megtehessem."


Törzskönyv.
híd
I. Rész.




Az övrészek illeszkedései.
b) Rácsrudak

Vértes Mária:
(ÁKMI Győri MVO)

HÍDÉPÍTÉSI BETONOK TARTÓSSÁGA

Az ÁKMI Kht. Győri Minőségvizsgálati Osztálya (a továbbiakban Győri MVO) az építtetői kontrollvizsgálatok keretében ellenőrzi a hídépítési betonkeverékek és alapanyagaik megfelelőségét, a hídszegélyek, esetleg pályalemezek betonkeverékéből készült próbakockák 50 ciklusos fagyasztás utáni nyomószilárdságát, valamint a szúrópróbaszeruen kiválasztott vasbeton szerkezeti elemek betonfedését és betonszilárdságát Schmidt kalapácsos vizsgálattal. Az elmúlt hat évben a Győri MVO 473 hídépítési és hídfelújítási munkát ellenőrzött és ennek során pl. 14 cementet, 53 adalékanyag-frakciót vizsgált, illetve vizsgáltatott meg, 19 sorozat próbakocka fagyasztási vizsgálatát végeztette el, 86 betonkeveréktervet és 93 beton- beépítés-technológiai utasítást véleményezett, 1467 betonfedés-mérést (mérési helyenként cca. 1m^2-es felület), 203 Schmidt kalapácsos vizsgálatot végzett el, 8 előregyártott vb. cölöpöt, 149 előregyártott vb. hídgerendát és 37 szegélyelemet vizsgált meg. 15 beton keveréktervnél kifogásolta az alkalmazott cement típusát, vagy az *egyfrakciós adalékanyagot,* vagy a kevert adalékanyag nem megfelelő finomrész-tartalmát. A túlzott finomrész-tartalom rontja a beton felületi keménységét a Schmidt kalapácsos vizsgálat szerint, továbbá heterogén cementek alkalmazása esetén 14–21–28 napos korban a felületi keménység ugyancsak kisebb a szükségesnél. A 164 nem megfelelő betonfedésnél hatékony védőbevonat felvitelét tartotta szükségesnek.

Ugyancsak a kis értékű betonfedés miatt védőbevonatot tetetett 11 hídgerendára, és egyúttal intézkedett a gyártócégnél a betonfedés növelésére.
Egyébként az ellenőrzések során tapasztalt hibás értékek évenként csökkenő tendenciája bizonyítja, hogy az *ellenőrzés „kikényszeríti" a minőséget,* a fokozott követelmények teljesítését.

A fagyasztási vizsgálatot általában a KTI-nél rendelték meg, aki külön kérésre a fagyasztást 5%-os NaCl-oldatban végezte el az utóbbi időben. Ez a vizsgálat jobban modellezi a téli jégmentesítésre használt sószórás károsító hatását, mint az ivóvízben történő fagyasztás. A fagyasztás során a legnagyobb szilárdságcsökkenést (63%-ot) olyan próbakockán mérték, amelynek v/c tényezője 0,52 volt, S-54 cementet – ez **lassú** szilárdulású, tiszta 32,5-ös portlandcement fajta) – használtak fel az **egyfrakciós** adalékanyaghoz, amelynek 0,25 mm alatti **finomrész**-tartalma a megengedettnél sokkal több, 21 m% volt. A próbakockákról ez a habarcstöbblet fagyott le az 50 ciklusos sós vízben történő fagyasztás során. Vagy pl. a C25-nek minősített próbakocka szilárdságcsökkenése *nagyobb* volt, mint a C40-nek minősülő próbakockáé.

A *fagyállósági* vizsgálatot az MSZ 4715-4:1987 szerint készített 28 napos korú próbakockákkal végzik. Az „etalon" próbakockákat – legalább 2 db – a fagyasztás alatt ivóvízben tárolják. A fagyasztásra kerülő próbakockák – legalább 3 db – vízzel való telítés után kerülnek a –20 ±3 °C hőmérsékletű klímaszekrénybe, ivóvízzel teli tárolóedényben. Amikor a fagyasztótér minden pontjában biztosított a fagyasztási hőmérséklet, a próbatesteket 4 órán keresztül kell ezen a homérsékleten fagyasztani. Ezután következik az olvasztási ciklus. Amikor az olvasztótér minden pontjában eléri a hőmérséklet a +20 ±3 °C-t, a próbakockákat még 2 óra hosszat tartják az olvasztótérben. Ezt a fagyasztási-olvasztási ciklust 50 alkalommal végzik el. Ezután a vízzel telített „etalon" és fagyasztott próbakockákat szárazra törölve elvégzik a nyomószilárdság-vizsgálatot. A hazai éghajlathoz a sós oldattal telítetten fagyasztó 50 ciklusos –20 +20 °C vizsgálat elegendőnek tűnik.

A beton az MSZ 4719:1989 szerint akkor fagyálló, ha a fagyasztott próbakockák tömegvesztesége 5 m% alatt van, törőszilárdságuk pedig legfeljebb 25%-kal kisebb az „etalon" próbakockák törőszilárdságánál.

A 19 sorozat fagyasztott próbakocka betontechnológiai adatait összegyűjtve és elemezve a fagyálló, tartós hídbeton készítésénél az alábbi alapelveket szükséges betartani:

– **Nagyobb szilárdság**

  Pl. egy C16/20 típusú betonkeveréktől nem várhatunk el f50 fagyállósági fokozatot.

– A **kapilláris pórusok** összes térfogatának és méretének csökkentése.

  Ezzel együtt csökken a káros anyagok (kloridok, CO_2, NOx, SO_2), továbbá a víz behatolása is a betonba. Alacsony v/c tényező, adalékszerek használata szükséges. Pl. a fagyálló, vízzáró hídszerkezeti betonoknál 0,38–0,47 a v/c szokásos legnagyobb értéke.
  Hídszegély betonokban és olvasztó sóknak közvetlenül kitett betonokban az európai műszaki előírások légpórusképző alkalmazását javasolják.

Teherhordó vasbeton szerkezeteknél azonban a légpórusképző használata nem kívánatos a szilárdságcsökkenés miatt, továbbá azért sem, mert a buborékrendszer kialakulását *igen sok* tényező befolyásolja (hőmérséklet, cementfajta és fajlagos felület, maga a v/c tényező stb.) és technikailag nincsen mód arra, hogy a munkahelyek a mai felszereltséggel és személyzettel egyenletes minőséget érhessenek el.

- A betonkeverék **túltelített** legyen.

  Pl. fagyálló, vízzáró hídbetonoknál 40–70 dm^3/m^3 a szükséges péptöbblet a tökéletes bedolgozhatóság, tömörség érdekében.

- A betonkeverék **finomrész-tartalma** (adalékanyag 0,25 mm alatti része és a cement együttes mennyisége) a bedolgozási minimum és a fagyállósági felső határ között legyen

  Egyébként a német műszaki szabályozás, a ZTV-K96 is előírja a 16 mm és 32 mm maximális szemnagyságoknál a 0,25 mm alatti finomszemcsék legnagyobb mennyiségét (470, illetve 430 kg/m^3).

- **Egyenletes minőség**

  Az alapanyagok egyenletes minosége fontos. Cement esetében a CEM I. 42,5 és CEM I. 52,5 tiszta portland cement egyenletessége a megfelelő, a legjobb. Az adalékanyag I. osztályú legyen, és 3–4 frakcióból álljon.

Az osztrák szakirodalom pld. a magasabb szilárdságú, és különleges tulajdonságokkal rendelkező betonoknál 16 mm-es maximális szemnagyság felett legalább három, ennél kisebbnél legalább kétfrakciójú adalékanyag felhasználását tartja szükségesnek.

- A betonkeverék **jól tömöríthető és jól tömörített** legyen.

  A bevitt levegőt le kell csökkenteni (légzárványokat) lehetőleg „0"-ra, be kell tartani a tömörítésre vonatkozó technológiai előírásokat (pl. tömörítési sugár, „hatékonysági rádiusz").

- **Nagyfokú hidratáció** biztosítása szükséges, ez is csökkenti a kapillárisok méretét.

  A beton **hatékony** utókezeléséről gondoskodni kell, az előírásoknak megfelelően.

- Sókorrózionak közvetlenül kitett szerkezeti elemeknél a **betonfedés** legalább 35 mm legyen (üzemben előregyártott vb. szerkezeteknél a 30 mm is elfogadható), de nem haladhatja meg az 55 mm-t. Talajjal érintkező vb. szerkezetek betonfedése legalább 40 mm legyen.

- A sókorrózionak kitett vb. szerkezeti elemeket **másodlagos (secunder) védelemmel** (védőbevonat) is el kell látni.

A *vb. szegélyek felső felületén és belső oldalfelületén* kopásálló, repedésáthidaló, sózásálló, párazáró (egyenértékű légréteg vastagsága nagyobb legyen 2 m-nél), széndioxid-beha-

tolásnak ellenálló (egyenértékű légréteg vastagsága nagyobb legyen 100 m-nél) bevonat készüljön.

A *vb. szegélyek külső felületére, a felszerkezet alsó felületeire és a felmenő szerkezetekre* korlátozott repedésáthidaló képességű, sózásálló, páraáteresztő (egyenértékű légréteg-vastagsága kisebb legyen 2 m-nél), széndioxid behatolásnak ellenálló (egyenértékű légréteg-vastagsága nagyobb legyen 100 m-nél) bevonat szükséges.

Dr. Seidl Ágoston:
(ISOBAU Rt.)

A SZABADONSZERELT, UTÓFESZÍTETT KÖRÖS-HIDAKON VÉGZETT SZEMREVÉTELEZÉSES ÉS KÉMIAI VIZSGÁLATOK A FESZÍTŐBETÉTEK KORRÓZIÓS VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSA CÉLJÁBÓL

1. Bevezetés

A kapott megbízás kerete alapos, részletes korróziós vizsgálatot nem tett lehetővé (hidanként egynapos felülvizsgálati lehetőség, mely alatt a szemrevételezést, a helyszíni vizsgálatokat és a mintavételt is meg kellett oldani). Így csupán egy rövid korróziós vizsgálatra volt mód, mely szemrevételezésből, Schmidt kalapácsos szilárdságbecslésből, kloridvizsgálathoz mintavételből, egy helyről magfuratvételből, pH-vizsgálatból és elkarbonátosodás mélység vizsgálatból állt. A vizsgálati helyek kiválasztása a szemrevételezéses vizsgálatainkkal párhuzamosan történt. Az öt Körös-híd rövid korróziós vizsgálata alapján lehetőség volt hidanként konkrét megállapítások tételére.

2. Általános megállapítások

Az öt híd állapotára vonatkozó vizsgálatok és a látottak alapján – különös tekintettel a további ilyen feszített szerkezetek vizsgálati problematikájára – az alábbi általános megállapítások tehetők:

- a hidak állapota és az azokon jelentkező hibák igen eltérőek, mind a hibák volumenét, mind azok súlyosságát tekintve;
- a légköri korrózió hatása a hidak állapotára nincsen döntő befolyással, ezeket a hidakat szinte kivétel nélkül normál légköri igénybevétel éri (sem ipari, sem klasszikus városi atmoszféra nem terheli őket);
- a hidak építési technológiája a mai korróziós tervezési elveinknek szinte egyetlen szempontból sem felel meg (betonfedés, betonminőség, kábelvédelem, szigetelés, dilatáció stb.), ezért ezeket a szerkezeteket a tapasztalt hibáktól függetlenül *potenciálisan veszélyeztetett szerkezetek*nek kell tekinteni;
- a hidak szemrevételezésekor számos olyan építéskori hiba nyomát lehetett felfedezni, mely a későbbiekben komoly korróziós veszélyeztetettséget eredményezett (méretpontatlan elemgyártás, hibás elemillesztések, gipszes tömítések, sikertelen vagy hiányos injektálások, betonozási hibák, szerelési sérülések stb., stb.);

- a komoly korróziós károkat a hidak tökéletlen vízelvezetése és víztelenítése okozza (szigetelési hiányosságok, rosszul beépített vagy hibás dilatációs szerkezetek, nem működő vagy hibásan beépített víznyelők, a szerkezet hasasodása stb.), ezek a hibák az építési hibákra szuperponálódnak;
- a régebbi rendszeres ázások, illetve a most is aktív nedvesedések eredményeképpen a feszítőbetétek a *fokozott korróziós veszélyeztetettség* állapotában vannak;
- nem tekintettük korróziós problémának a hidak alakbeli és mozgásbeli problémáit (itt szóba jöhet pl. a beton és a hézagokat kitöltő epoxihabarcs kúszása), bár egyes esetekben nem zárható ki, hogy nem várt lehajlások vagy egy híd „lemászása" a saruról többek között saru-korróziós okokra vezethetők vissza (célszerű éppen ezért a sarukat a későbbiekben méretezésre és működésre ellenőrizni);
- az eltérő állapotok és eltérő hibaokok miatt azonosan alkalmazható, *tipizálható vizsgálati módot,* javítási javaslatot nem lehet adni, minden egyes hídra egyedi vizsgálati és javítási koncepciót kell kidolgozni;
- valamennyi hídon közösnek találtuk azonban azt a *hibafeltárási folyamatot,* melynek során egy maximum ötlépcsős, vizsgálat-kiértékelés-döntés blokkokból álló programot kell végigjárni, melynek során egyre részletesebbé váló vizsgálatokkal lehet alátámasztani a döntési szinteket, hogy a lehető legkisebb költséggel a legtöbb információhoz lehessen hozzájutni. Ahol a szerkezet egy vizsgálati szint követelményeinek megfelel, ott a vizsgálati programot meg lehet szakítani, s a javítás-helyreállítás irányába elmozdulni.

3. A feszítőbetétek állapotának vizsgálata

A feszítőbetétek állapotának teljes körű vizsgálatát jelen vizsgálati programban nem lehetett elvégezni, mert

- nem álltak rendelkezésre azok az alapadatok, melyek a feszítőbetét-vizsgálat racionális (műszakilag és gazdaságilag indokolható) elvégzéséhez szükségesek (az előzetes vizsgálatok alapján mely helyeken, milyen gyakorisággal kell a feszítőbetét-vizsgálatokat elvégezni);
- nem állt rendelkezésre kellő idő és költségfedezet ezen vizsgálatok elvégzésére.

Megvolt azonban a lehetőség az *elővizsgálatok* első lépcsőjének elvégzésére, melynek során eldönthető, hogy a rendszeres hídvizsgálat során tapasztalt hibák okoznak-e a betonszerkezet, illetve a feszítőbetétek számára korróziós veszélyeztetettséget.

Az öt Körös-híd gyors megvizsgálása alapján összeállítottuk a feszítőbetétek állapotának meghatározását célzó vizsgálati, hibafeltárási folyamatszintjeit, s az azokhoz tartozó vizsgálatokat.

Az egyes szinteket úgy állapítottuk meg, hogy az alkalmazott vizsgálati módszerekkel és az azokhoz tartozó hozzáférési és eszközigénnyel az adott szinten a lehető legtöbb információ megszerezhető legyen, a megalapozott döntés érdekében. Ha ugyanis bármelyik szinten a döntés-előkészítő vizsgálatok nem kellően alaposak, akkor fennáll a veszélye annak, hogy a biztonság érdekében a következő szinten túl sok vizsgálatot vagy javítást kell végezni.

A fentiek alapján a következő öt szintet állapítottuk meg:

1. szint: annak megállapítása, hogy fennáll-e a korróziós veszélyeztetettség **gyanúja?**

Ezen a szinten elsősorban fel kell deríteni a híd múltját, beszerezni a szükséges terveket,

megismerkedni a híd előéletével, ha van rá lehetőség kikérdezni az építésben részt vett szakembereket. Szemrevételezéses vizsgálatokat kell végezni, regisztrálni kell az ázási helyeket, a látható repedéseket, a betonozási hibákat, a látható javítási helyeket, a szegélyek-dilatációk-saruk állapotát. Esetleg már ezen a szinten el lehet végezni az alakfelvételt, a dinamikus vizsgálatokat.

A vizsgálatoknak különösebb hozzáférési (vizsgálókocsi vagy állvány) igénye nincs, a szükséges eszközök csak az alakfelvétel vagy dinamikus vizsgálatok esetében haladják meg a mindennapos felszerelést.

2. **szint:** annak megállapítása, hogy a szemrevételezéses vizsgálat által jelzett hibák valósak-e, a szerkezet **kritikus helyeinek felderítése.**

Ezen a szinten rövid idejű, néhány napos vizsgálattal fel lehet deríteni, hogy melyek az aktív ázási helyek, hol vannak korábbi ázási nyomok. Vannak-e fészkes, laza betonrészek, milyen a betonfedés, milyen mélységű az elkarbonátosodás, az ázási helyeken, vagy más kritikusnak ítélt részeken milyen a kloridterhelés. Szúrópróbaszerűen lehet vizsgálni az acélbetétek korróziós átmérőveszteségét, potenciometrikus vizsgálattal korróziós veszélyeztetettségét, ellenőrizni lehet a beton szilárdságát Schmidt kalapácsos becsléssel, néhány helyen magmintavétellel.

Ezen vizsgálatok elvégzése érdekében néhány napig valamennyi szerkezeti elemhez hozzá kell férni (célszerűen vizsgálókocsival vagy könnyű gurulóállvánnyal). A vizsgálatok eszközigénye az átlagos korrózióvédelmi munkák vizsgáló-ellenőrző műszerparkjával kielégíthető.

3. **szint:** annak megállapítása, hogy a kritikus helyek valóban **veszélyeztetettek-e,** és ha igen, milyen mértékben.

Ezen a szinten célzott, részletes korróziós vizsgálatot kell végezni azokon a helyeken, melyeket az előző szint kritikusnak ítélt meg. Így pl. az átázó helyeken bontást kell végezni, klorid-koncentráció profilt kell mérni a szennyezettség mértékének és mélységének meghatározására. Meg kell határozni a vasalások és a feszítőbetétek helyét, azok kiinjektáltságát. Célszerű potenciálvizsgálattal korróziós veszélyeztetettségi térképet felvenni a kritikus helyek környezetében.

A vizsgálatok elvégzéséhez a kritikusnak ítélt helyekhez tartósan hozzá kell férni (könnyűállvány, munkahíd). A vizsgálatok különleges műszerezettséget, laboratóriumi hátteret és speciális gépparkot igényelnek.

4. **szint:** annak megállapítása, hogy a veszélyeztetett helyeken milyen a **feszítőelemek állapota.**

Ezen a szinten az előző vizsgálatokkal jól behatárolt helyeken kell a feszítőelemek állapotát, az esetleges szakadási helyeket meghatározni.

A vizsgálatokhoz tartós hozzáférés szükséges (állvány). A feszített elemek vizsgálata magasan specializált műszerparkkal, erre különlegesen képzett személyzettel végezhető.

5. **szint:** annak megállapítása, hogy a szerkezet korróziós állapota milyen befolyással van annak **statikai állapotára.**

A vizsgálatok alapján megállapított korróziós hatások (átmérőcsökkenések, szilárdságváltozások, feszítőelem-kiesések stb.) figyelembevételével a szerkezet statikai ellenőrzése. Szükség esetén próbaterhelés. A statikai számítások eredményeképpen javaslat a javításra, a szerkezet további vizsgálatára vagy figyelésére.

A hibafeltárás folyamatának összefoglalását és a folyamat ábráját a mellékelt táblázat és a folyamatábra tartalmazza.

4. A feszítőbetétek állapotának meghatározására szolgáló módszerek áttekintése és a jelen esetben alkalmazható módszer (módszerek) kiválasztása

Elő- vagy utófeszített szerkezetek feszítőbetétjeinek vizsgálatára ismereteink szerint az alábbi módszerekkel történtek próbálkozások:

4.1. A feszítőbetét kibontása és oldalirányú megfeszítése

Ennek a módszernek nehézsége, hogy a kibontást viszonylag nagy szélességben (kb. 0,5–1 m) kell elvégezni, a megfelelő hozzáférhetőség érdekében. Az oldalirányú feszítés az utólag tapadóbetétessé tett szerkezeteknél nem ad egyértelmű eredményt, a módszer csak jól meghatározott, szűk peremfeltételek mellett alkalmazható.

4.2. A feszítőbetét végeinek kibontása és hangimpulzussal történő vizsgálat

Elsősorban rúdanyagú feszítőbetétekre kidolgozott eljárás, több elemi szálból vagy pászmákból álló kábeleknél csak rövid hosszokon megbízható. Külön nehézsége, hogy lehetőleg a feszítőbetét mindkét végéhez hozzá kell férni, s az adó- és vevőfej felszerelhetősége érdekében az egyes elemi szálvégeken friss vágási vagy leköszörült felületet kell előállítani. A vizsgálatot nehezíti (a hangimpulzus szóródását elősegíti), ha a feszítőbetétben iránytörés van, vagy ha a feszítőbetétet utólagosan kiinjektálták.

4.3. A feszítőbetét felmágnesezése és a szakadásnál pólusváltás detektálása

Az eljárás korlátja, hogy csak 20–30 cm mélységig lehet a betonszerkezetben a feszítőelemeket megvizsgálni, mélyebben a mágneses térerő már nem elegendő. A feszítőbetétek helyét előzetesen pontosan meg kell határozni. A hálós vasalás hatása kiküszöbölhető, de több, egymás felett futó feszítőbetét esetén csak a felülethez közelebbit lehet vizsgálni. Szerencsére pont a vizsgálat által elérhető helyeken futnak a feszítőbetétek, általában a vizsgálat által is elérhető felületközeli tartományban (a támaszok felett a pályalemez felső síkjánál, a medernyílások közepén pedig a szerkezet alsó szélén). A módszerrel nemcsak szakadási helyek, hanem erősebb korróziós hatás is detektálható.

4.4. A feszítőbetét vizsgálata nagy energiájú sugárzásos átvilágítással

A kemény elektromágneses sugárzás alkalmazásának szigorú egészségügyi, munkavédelmi korlátai vannak. A műszerekben még biztonságosan alkalmazható sugárforrások leggyakrabban kb. 30 cm-es vastagságú betonszerkezet átvilágítását teszik lehetővé. A hálós vasalás, a több rétegben futó feszítőbetétek a nyerhető kép kiértékelhetőségét nagymértékben rontják. Az egészségügyi nehézségek miatt a módszer alkalmazása erőteljesen visszaszorult.

4.5. A szerkezet monitoring jellegű akusztikus figyelése

A szerkezetre szerelt akusztikus érzékelők (egytengelyű gyorsulásmérők) az elemi szálak szakadásakkor keletkező hangimpulzusokat érzékelik, megfelelő szoftverrel az egyéb zajoktól (pl. forgalom) elválasztják. Kb. 100 m^2-ként kell egy érzékelőt beépíteni. Több érzékelő adatait feldolgozva a szakadás helye is megállapítható. A mért értékek számítógépen gyűjthetők, modemen keresztül lekérdezhetők. Az eljárással ismert állapotú szerkezetben a további szálszakadások figyelhetők.

4.6. Előregyártott elemek illesztési hézagainak vizsgálata

Ez a vizsgálat a kábelek állapotára csak közvetett adatokat ad. Előregyártott elemekből épült hidak esetében javasolják ezt a vizsgálatot, annak eldöntésére, hogy az elemek koncentrált teher esetén rövid ideig nem nyílnak-e el egymástól. A vizsgálat üvegszál optikával vagy szakadó, illetve eltörő bélyeggel végezhető. A vizsgálat a feszítőelemeket érő terhelésről, azok működéséről és a feszítőelemek veszélyeztetettségéről ad információt.

A feszítőbetétek roncsolásmentes vizsgálata (mind elő-, mind utófeszített szerkezetekben) a probléma fennállása miatt folyamatosan szerepel a vezető európai cégek és intézetek programjában. A kutatási témák és az elért eredmények figyelése feltétlen érdekünk.

A fenti módszereket áttekintve, az általunk megismert európai gyakorlatot, a vizsgálatok elvégezhetőségét és azok alkalmazási területeit figyelembe véve a feszítőbetétek állapotvizsgálatára a remanens mágneses vizsgálatot tartjuk a legalkalmasabbnak, az alábbi peremfeltételek figyelembevételével:

- a vizsgálat csak 20–30 cm mélységig alkalmazható
- a vizsgálat csak az első (a felülethez legközelebbi) sor feszítőbetétet látja
- a vizsgálatot ott racionális elvégezni, ahol több korróziós tényező megléte miatt a szerkezet akut veszélyeztetettsége fennáll (rendszeres vagy pangó nedvesség, kloridion veszélyes mértékű jelenléte, csökkent pH, kiinjektálatlanság, korróziós termékek megjelenése stb.). A veszélyeztetettséget és annak mértékét célzott elővizsgálattal kell eldönteni.
- a vizsgálattól elvárható, hogy a szakadt, gyengült, illetve nem szakadt, de jelentősen korrodálódott feszítőbetéteket megtalálja még abban a stádiumban, amikor a kieső feszítőbetétek a szerkezet működőképességét nem, vagy csak elhanyagolható mértékben befolyásolják.

5. Összefoglalás, értékelés, javaslat

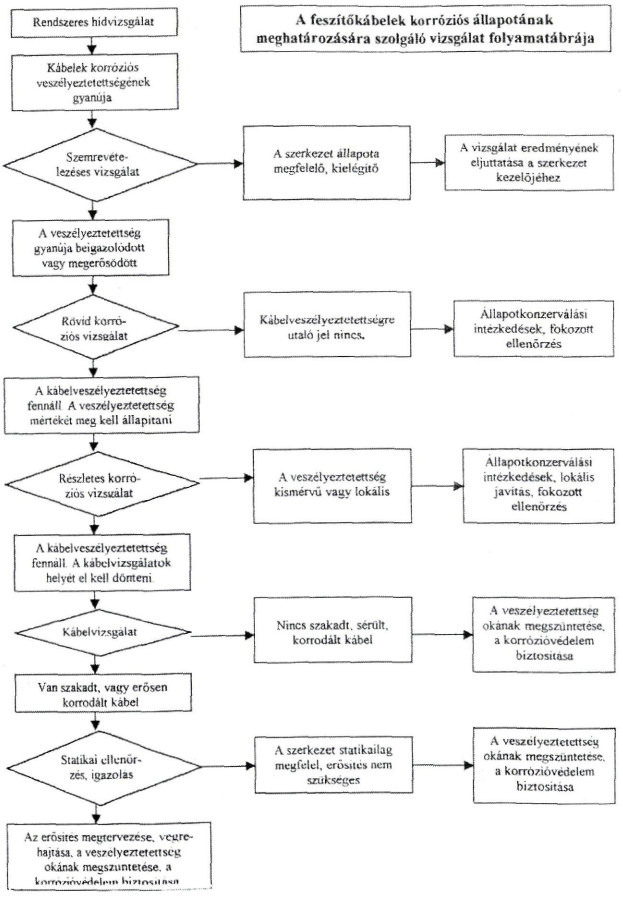
Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy az öt igen hasonló szerkezeten elvégzett (részünkről előzetesnek tekintett) vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy

- a feszítőkábelek korróziós veszélyeztetettsége (hidanként természetesen eltérő mértékben) fennáll;
- a korróziós veszélyeztetettség legfontosabb oka az építéskori hibákon túlmenően a hidak víztelenítésének és vízelvezetésének rossz állapota vagy megoldatlansága;

- a kábelvizsgálatok bonyolultsága és költségigényessége miatt többszintű vizsgálattal kell behatárolni a vizsgálandó helyeket;
- a megismert kábelvizsgálati lehetőségek közül a remanens mágneses eljárást tartjuk a legmegfelelőbbnek, mert
  - roncsolásmentes
  - egy telepítéssel kb. 30 fm hosszú, 1 m szélességű szerkezetrészen vizsgálhatók az ott futó feszítőelemek
  - az eljárás a legkritikusabb helyeken futó feszítőbetétek vizsgálatára alkalmas (a legerőteljesebben igénybe vett részeken, a felszín közelében)
  - a vizsgálati módszer által el nem érhető feszítőelemek várható veszélyeztetettsége másodlagos (vagy mert a betonban mélyen futnak, vagy mert nem a maximális igénybevételnél helyezkednek el)
  - a módszerrel a lágyvas hálón keresztül is lehet vizsgálni kb. 20 cm mélységig
  - más vizsgálati módszerekkel kiegészítve (pl. radaros helymeghatározás, endoszkópia, potenciálméréses korróziós veszély meghatározás, vegyvizsgálatok, pH-meghatározás stb.) a kábelek korróziós állapotáról megbízható kép nyerhető.

Célok	Vizsgálatok	Eszközök
1. Annak megállapítása, hogy fennáll-e a korróziós veszélyeztetettség **gyanúja.**	**Szemrevételezéses vizsgálatok** – a híd múltjának összegyűjtése (építési technológia, építéskori problémák, időközi javítások, felújítások, hídvizsgálatok megállapításai stb.) – ázási helyek – repedéstérkép – betonozási hibák (fészkesség, kilátszó vasak, kábelhüvelyek stb.) – aszfaltburkolat és hézagok állapota – szegélyek, dilatációk, saruk állapota – alakfelvétel – dinamikus vizsgálat	*Hozzáférés:* talajról, hídról, létráról *Eszközök:* tervek (eredeti és felújítási) hídtörzskönyvek szintezés dinamikus vizsgálat próbaterhelés szemrevételezés (távcső, fényképezőgép) korábbi éves hídvizsg. jegyzőkvk. korábbi időszakos hídvizsg. szakv. minden korábbi szintezési eredmény és ezek összevetése
2. Előzetes vizsgálatokkal eldönteni, hogy a szemrevételezéses megállapítások helyesek voltak-e, hol mutatkoznak a legkomolyabb problémák, hol kell a célzott vizsgálatokat folytatni **a kritkus helyek felderítésére.**	**Rövid, néhány napos vizsgálat** – ázási helyek feltérképezése (aktív ázások, régi ázási helyek) – kopogtatás (laza, fészkes, üreges helyek) – betonfedés – elkarbonátosodási mélység – szúrópróbaszerű kloridvizsgálat – Schmidt kalapácsos szilárdságbecslés – magmintavétel néhány helyen: szilárdságellenőrzés – betonacélok (hálós vasalások) korróziós állapota (korrózió foka, átmérőcsökkenés)	*Hozzáférés:* kosaras hídvizsgáló jármű, guruló könnyűállvány *Eszközök:* hibatérkép felvétele közeli fényképek készítése vaskereső elkarbonátosodás-meghatározás kloridvizsgálat mintavétellel Schmidt kalapács magmintavevő mérőléc, tolómérő

Célok	Vizsgálatok	Eszközök
3. Célzott vizsgálatok a kritikus helyek **veszélyeztetettségének megállapítására**	**Részletes korróziós vizsgálat** – aszfalt és szigetelés helyi kibontása, nedvesség- és kloridtartalom vizsgálat a pályalemezből – kábelhely-meghatározás, megfúrás, endoszkópos vizsgálat (kiinjektáltság, korróziós állapot, kloridszennyezettség, nedvességtartalom) – potenciálvizsgálat az acélbetétek és kábelek veszélyeztetettségének megállapítására – részletes korróziós terkép felvétele	*Hozzáférés:* kosaras hídvizsgáló jármű, hídvizsgáló könnyűállvány, guruló munkahíd, igény szerint állványozás *Eszközök:* véső nedvességtartalom-meghatározás kloridmeghatározás vaskereső radaros vaskereső potenciálméréshez műszer fúró leállító automatikával endoszkóp
4. A veszélyeztetett helyeken a feszítő**kábelek vizsgálata**	**Célzott vizsgálat: kábelszakadási helyek keresése:** – kábelek helymeghatározása – remanens mágneses vizsgálat – megfúrás és endoszkópia – szükség esetén kibontás	*Hozzáférés:* állványozás a vizsgálat helyén *Eszközök:* radaros vaskereső mágneses szakadásvizsgáló fúró leállító automatikával endoszkóp
5. **Statikai ellenőrzés**	**Próbaterhelés** (szükség esetén)	mérnöki számítások szükség esetén próbateher, mérés



A híd neve	Monolit szerkezeten	Előregyártott elemeken
44. sz. fkl. 50 + 361 km szelvényében lévő kunszentmártoni HÁRMAS-KÖRÖS-híd	9 mm	4 mm
47.sz. fkl. 91 + 796 km szelvényében lévő Körösladányi SEBES-KÖRÖS-híd	1 mm	4 mm
47.sz. fkl. 101 + 163 km szelvényében lévő köröstarcsai KETTŐS-KÖRÖS-híd	4 mm	2-3 mm
4234. sz. út 38 + 234 km szelvényében lévő dobozi KETTŐS-KÖRÖS- híd	1-3 mm	1-3 mm
4238. sz. út 8 + 602 km szelvényében lévő békési KETTŐS-KÖRÖS-híd	9-15 mm*	3-6 mm*

* a hídban tűzrakás nyomait találtuk, a karbonátosodás mélysége az előregyártott elemeken a támaszoktól távolodva csökken.

Elkarbonátosodási mélység vizsgálata

A híd neve	Átlagos visszapattanás	Átlagos szilárdság R_m N/mm^2	Szórás	Jellemző szilárdság R_k N/mm^2	Beton minőség
44. sz. fkl. 50 + 361 km Kunszentmártoni HÁRMAS-KÖRÖS-híd	**43,5**	**25,6**	**3,8**	**18,8**	**C 12**
47.sz. fkl. 91 + 796 km Körösladányi SEBES-KÖRÖS-híd	**51,6**	**41,4**	**4,7**	**31,9**	**C 25**
47.sz. fkl. 101 + 163 km Köröstarcsai KETTŐS-KÖRÖS-híd	**50,2**	**38,0**	**3,4**	**31,2**	**C 25**
4234. sz. út 38 + 234 km Dobozi KETTŐS-KÖRÖS- híd	**51,0**	**39,8**	**3,0**	**33,8**	**C30**
4238. sz. út 8 + 602 km Békési KETTŐS-KÖRÖS- híd	**53,5**	**46,3**	**2,2**	**41,6**	**C35**

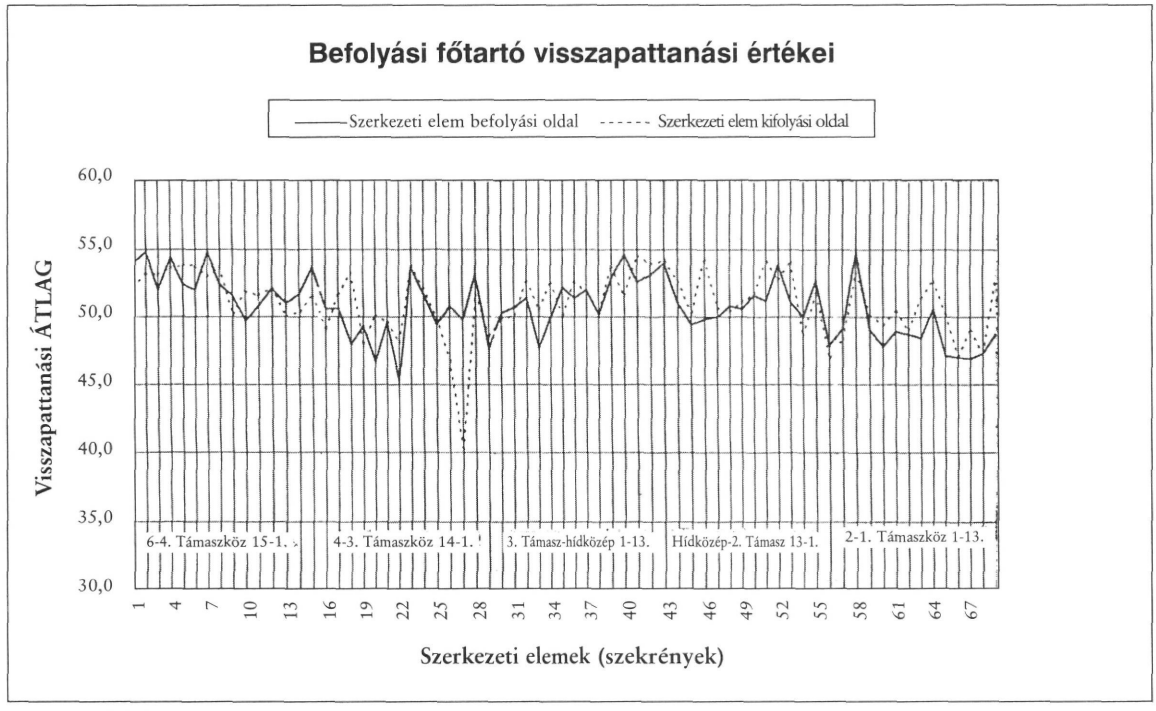
Schmidt-kalapácsos szilárdságbecslés

44. sz. fkl. út 50 + 361 km szelvényében lévő
kunszentmártoni HÁRMAS-KÖRÖS-híd

ISOBAU RT.
Minőségfelügyeleti Csoport

Példa arra, hogy szerkezeti elemenként eltérő a betonminőség

4234. sz. út 38 + 234 km szelvényében lévő dobozi KETTŐS-KÖRÖS-híd



ISOBAU RT.
Minőségfelügyeleti Csoport

Példa arra, hogy a betonminőség elég egyenletes

Dr. Balázs György
(BME Építőanyagok Tanszéke)

MIKOR OKOZ KORRÓZIÓT A TÉLI SÓZÁS?

A betonba következőképpen kerülhet kloridion:

- A beton alkotói (cement, víz, adalékanyag, adalékszer) által.
- Tűzesetek során (pl.: PVC bomlása)
- Az utak jégelenítő téli sózása révén.

Kb. 100 éve tudjuk, hogy a keveréskor a betonba juttatott kloridiont a cement C_3A-tartalma megköti Friedel-só formájában, melynek képlete:

$$\underset{\text{trikalcium-aluminát}}{C_3Al} \cdot \underset{\text{kalcium-klorid}}{CaCl_2} \cdot \underset{\text{víz}}{1OH}$$

Ezt a kloridkötési mechanizmust kísérleteink is igazolták [1].

A képlet szerint a kalcium-klorid a cement C3Al klinkerásványával lép reakcióba.
A téli sózás azonban kétféleképpen tér el az előbbi esettől:

· Nem $CaCl_2$, hanem NaCl hat.
· A forgalomnak átadott híd betonja legalább 1 hónapos. Ekkorra a cement alkotói vízzel hidrátokká alakulnak. Ekkor hat a téli sózás a betonra. Ahhoz, hogy a só megkötődhessék, valamelyik hidrátnak el kell bomlania.

Volkwein [2] 22 éves hidakat vizsgálva a következő mechanizmust tételezte fel:

$$\underset{\text{monoszulfát}}{3[C_3(A, F) \cdot Cs \cdot H_{12}]} + \underset{\text{mész}}{2CH} + \underset{\text{konyhasó}}{4NaCl} + \underset{\text{víz}}{16H} \rightarrow$$

$$\rightarrow \underset{\text{Friedel-só}}{2[C_3(A, F) \cdot CaCl_2 \cdot H_{10}]} + \underset{\text{ettringit}}{C_3(A,F) \cdot 3Cs \cdot H_{32}} + \underset{\text{alkáli hidroxid}}{4HaOH}$$

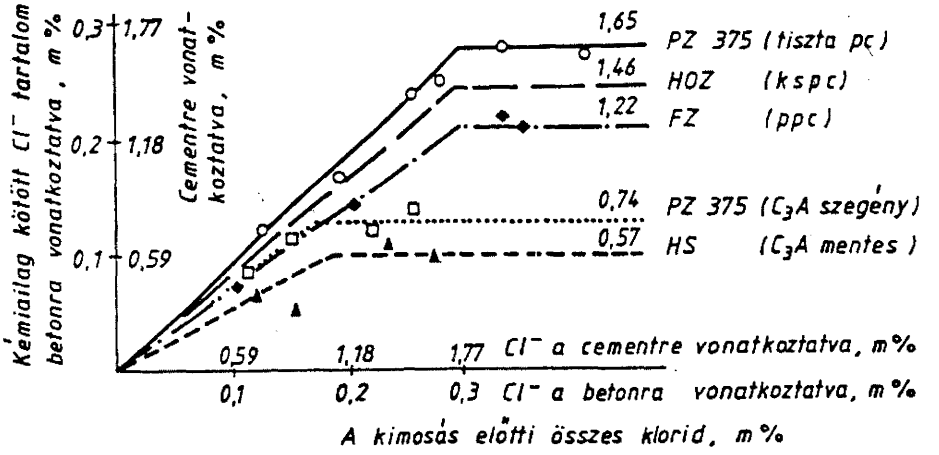
A képlet szerint:

- A monoszulfát elbomlik.
- Friedel-só keletkezik, és nemcsak a C_3A-ból, hanem a C_4AF-ből is.
- Ettringitté alakul vissza a monoszulfát.

Alkáli-hidroxid (NaOH) szabadul fel, amely növeli az alkáli-adalékanyag reakció veszélyét.
Kísérleteink [3] szerint ez a mechanizmus elfogadható. Továbbá a hazai cementek klorid-megkötő képességének a sorrendje:
450 Rpc > 350 ppc 20 > 250 kspc 60 > S 54
Mesterségesen előállított C_3Al-tal és C_4AF-tel végzett kísérleteink a kloridkötést szintén igazolták.
Kísérleteink azt a tapasztalatot is igazolták, hogy a karbonátosodott zónában nincs klorid-kötés.
De miért van szükség a kötött kloridtartalom ismeretére? Azért, mert bármelyik módszerrel **csak az összes kloridtartalmat tudjuk meghatározni.**
Korróziót azonban **csak az oldatban lévő kloridtartalom okoz, a kémiailag kötött klorid nem.**
Mi a teendő?
Meghatározzuk a beton összes kloridtartalmát. (A módszereket a „Beton és vasbeton szerkezetek diagnosztikája I. [3] című könyvben ismertettük.)

A feltételezhető kötött kloridtartalom:
1% 450 pc, 450Rpc, 550 pc.
0,7% S100 450 pc, 350 kscp 20, illetve 40, 350 ppc 10, illetve 20.
0,4% S54 350 pc.
A kettő különbsége a korróziót okozó kloridtartalom.
Ehhez hozzá kell tenni a következőket:

- Ez a javaslat az osztrák kísérletek alapján született (1. ábra), a nemzeti előírások ennél rendszerint óvatosabbak. Feszített betonban max. 0,2%-ot engednek meg.
- Korábbi [4] és most folyó kísérleteink is alátámasztották, hogy gőzölt betonban max. 0,4%-ot szabad megengedni (OTKA T019414).



1. ábra. Kémiailag kötött kloridion mennyisége a cementfajtától függően Lukas [6] kísérletei szerint

Irodalmi hivatkozások

[1] Kovács K. – Csizmadia J. – Balázs Gy.: Analysis of the chloride binding ability of cements. Periodica Polytechnica, 1997, No2. pp. 183 – 198.

[2] Volkwein, A: Ettringitänliche in stark Chloridgehaltigen, altem Zementstein und Beton. Kolloquim Chloridkorrozion, Wien, 1983.

[3] Csizmadia, J. – Balázs, Gy. – Tamás, D.F.: Chloride-ion binding capacity of tetracalcium-aluminate ferrite. Periodica Polytechnica, sa.

[4] Balázs Gy.: Beton szilárdítása gőzölés és a kalcium-klorid együttes alkalmazásával. Kandidátusi értekezés, 1963.

[5] Balázs Gy. – Tóth E. (szerkesztők): Beton és vasbeton diagnosztikája I. Műegyetemi Kiadó, 1997.

[6] Lukas, W.: Zur Frage der Chloridbindung und –korrosion von Stahl bei nachträglicher Einwirkung von Chlorid auf Beton. „Kolloquium, Grazer Congress, 1983. 06. 21.

A konferencia résztvevői

Adeptus Kft.	Komáromi Gyula
AKVALINE Rt.	Köszörűs Sándor
AKZO NOBEL Rt	Juhos Ferenc
	Antóniné Horváth Ágnes
	Dr. Héjjas Éva
Állami Autópálya Kezelő Kht.	Dr. Szakos Pál
	Hórvölgyi Lajos
	Beloberk László
	Horváth Kálmánné
	Sztrakay Józsefné
Állami Közúti Műszaki és Információs Kht.	Tombor Sándor
	Ercsey Gábor
	Tímár József
	Vértes Mária
	Lukács Szabolcs
	Dubovány Zsolt
	Rigler István
	Dr. Tóth Ernő
	Dr. Zsurkánné
	Musty Beatrix
	Dr. Trager Herbert
	Szilassy Ákos
	Németh László
	Hargitai Jenő
	Dr. Gál Imre
	Rankli Károly
	Nagy Imre
	Bozán György
	Bodai Ferenc
	Nagy Imre
	Horváth Györgyi
Alsó-dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság	Gyulavári József
Alterra Építőipari Kft.	Kiskovács Ferenc
ANDREAS Kft.	Révfalvi Attila
ANTIKORR Kft.	Adamov Csedomir
	Hódi Péter
	Tóth Andor
AUSZTRIA	Franz Simacek
AVERS Kft.	Helmut Challipsky
	Für Kovács István
Bács-Kiskun Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Langó István
	Reibl Pál
	Pápai Lajos
	Polgár József
	Csányi Imréné
	Madaras Ágnes
	Radványi Imréné
	Contos Györgyné
	Molnár Péter
	Abrankó Sándor
	Szőke Gábor
	Sibalin Mátyás
	Darabosné
	Bujdosó Zsuzsa
	Rácz Sándor
	Miskolczi József
	Eihardt Gyula
	Hazafi Judit
	Nádai Józsefné
	Gál Istvánné
	Kiss Géza
	Kiss Endre
	Liszkai Pál
	Rácz Tibor
Bács-Kiskun megyei Közlekedési Felügyelet	Damó Júlia
Baranya Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Hesz Gábor
	Glöckler Lászlóné
	Kiss István
	Sziládi Zoltán
BAU-TESZT Kft.	Gruber Péter
	Skovrankó Ernő
Bau-Trade Kft.	Dr. Tóth Zoltán
Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Szabó Lajos
	Balla Béla
Békés Megyei Közlekedési Felügyelet	Karsai Mihály
Betonplasztika Kft.	Boros Péter
	Baksy László
	Takács Dezső
Betonútépítő Nemzetközi Rt.	Németh Imre
	Tóth Emília
	Teleki Kálmánné
	Tóth Ferenc
	Abai Róbert
	Kósa Kovács József
BME Építőmérnöki Kar Acélszerkezetek Tanszék	dr.Szatmári István
	Dr. Kálló Miklós
BME Építőmérnöki Kar Építőanyag Tanszék	Dr. Balázs György
BME Építőmérnöki Kar Vasbeton szerkezetek Tanszék	Dr. Farkas György
	Dr. Szalai Kálmán

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Vastag Sándor
	Méhész László
	Szarka Judit
	Stoll Gábor
Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Közlekedési Felügyelet	Szakács Sándorné
BUDALAKK Kereskedelmi és Festékgyártó Kft.	Kiss József
	Gyenczer Sándor
BUÉP Kft.	Bujdosó János
BVM Épelem Kft.	Tápai Antal
Caementarius Kft.	Barabás András
Cardium Építőipari Kft.	Heringer János
CÉH Rt	Réday András
	Hunyadi Mátyás
Csongrád Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Jójárt János
	Basa Zoltán
Csongrád Megyei Közlekedési Felügyelet	Apró Mihály
D és J Kft.	Kapcsándi István
	Darab László
DARUMONT Kft.	Sitku László
	Sitkuné Benedek Barbara
DEITERMANN HUNGÁRIA Kft.	Gittinger Pál
	Szabó Anna
	F. Traumer
DIORIT Kft.	Pláner István
DUNA-DRÁVA CEMENT Kft.	Dregus József
	Dr. Hugyák László
Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Rt.	Dr. Imre Lajos
Északkelet-magyarországi Autópálya-fejlesztő és üzemeltető Rt.	Kerényi Enikő
	Szabó Márta
EUROÚT Kft.	Bodor Lajos
EXPERTCENTRUM	Jávor Tibor professzor
Fejér Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Bíró János
	Bognár Tibor
Fejér Megyei Közlekedési Felügyelet	Hajnal János
FÖLDES-HÍDKORR Kft.	Földes Árpád
FŐMTERV Rt	Nagy Zsolt
	Pál Gábor
	Shulek János
	Horváth Andrián
Főpolgármesteri Hivatal	Vida János
	Györkös Gábor
Fővárosi Közterület-fenntartó Rt.	Hrabovszky Klára
	Ullrich András
	Rábai László
	Újvári Péter
	Erdődi Lászlóné
	Pavelka Zoltán
FTV Kemokorr Kft.	Bleuer Miklós
	Kelemen Miklós
Ganz Acélszerkezet Építő Rt	Gonda Ildikó
	Konkoly Thege Csaba
	Nervetti Géza
	Balázsy Katalin
	Bazsó Gyula
	Dr. Domanovszky Sándor
Ganz Pillér Kft.	Müller Zoltán
	Pintyőke Károly
	Tóth Csaba
	Gáll Endre
	Léber László
	Horváth Szabolcs
GENIUS Kft.	Rostás Zoltán
Győr-Moson-Sopron Megyei Állami Közútkezelő Kht.	T. Kiss László
	Szirányi Ákos
Győr-Moson-Sopron Megyei Közlekedési Felügyelet	Krizsnánszky Lajos
Hajdú-Bihar Megye Állami Közútkezelő Kht.	Szalay Tibor
Heves Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Szerencsi Gábor
	Szabó Lajos
Heves Megyei Közlekedési Felügyelet	Szalai György
Hídépítő Rt.	Zsigmond András
	Németh Kálmán
	Rapkay Kálmán
	Berkó Dezső
	Orosz Károly
	Vörös Balázs
	Galgóczy Gábor
	Gyöngyösi István
	Lipót Attila
	Encsy Balázs
Hídszerviz Kft.	Légrádi miklós
HÍDTECHNIKA Kft.	Szendrei Gábor
	Kovács László
Hoffman Építőipari Rt.	Marázi Imre
HYDRODYNAMIK Kft.	Koczor Zoltán
	Koczor Huba
INTERLAKK Kft.	Bene Gábor

	Birkás Miklós
	Horváth Mariann
	Tamási Judit
ISOBAU Kft.	Merza Péter
	Nagy Sándor
	Dr. Seidl Ágoston
Jász-Nagykun-Szolnok Megyei	
Állami Közútkezelő Kht.	Schneider Péter
	Szecsei István
JOTUN Képviselet	Hajtó Dénes
KÁNYA és TÁRSAI BT	Kánya Béláné
Keller PLUSZ Mérnöki Kft.	Bartha Miklós
KÉV METRÓ	Magyar Pál
	Bella Tamás
Komárom-Esztergom Megyei	
Állami Közútkezelő Kht.	Teveszné Albu Zsuzsa
	Dobosi Tivadar
KONKRÉT Betonlövő és Szerkezeterősítő Kft.	Györkéné Horváth Mária
KORALPIN Kft.	Dani Sándor
KÖTEK Építőipari és Kereskedelmi Rt	Kovács Zoltán
	Révi Tibor
	Erdő Árpád
	Ferenczi Sándor
Közgép Unio Rt	Szigeti Ferenc
	Dúzs György
	Kőber József
	Gopcsa Péter
	Sal László
Közlekedési Főfel.	Mátyássy Lászlóné
	Szilágyi Géza
Közlekedési Múzeum	Szabó László
Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium	Vass István
	Regős Szivesztter
	Holnapy László
	Szabó Zoltán
	Horváth Lajos
	Váradi József
	Zsigó Róbert
	Léder Ferenc
Közlekedési, Hírközlési	
és Vízügyi Tartalékgazd. Kht.	Kákonyi József
	Borczván Béla
	Dr. Kiss Sándor
KÖZÚT Szerkesztőség	Fehér Gyula
Közúti Beruházó Kft.	Téglás István
Leonard Weiss ISOPROF Kft.	Appelshofferné
	Szolnoki Eszter
	Csaba Péter
	Tóth György
	Dr. Lámer Géza
Mabey and Johnson	Terry Dracup
MADER Bevonatrendszer Kft.	Papp István
	Pászt Éva
Magyar Aszfalt Kft.	Horváth Ferenc
	Sándor Imre
	Solti Gábor
Magyar Aszfalt Kft.	
Hídépítési Területi Igazgatóság	Visontai Mátyás
	Vőneki Zoltán
	Simon Miklós
	Kárai Jánosné
	Kerényiné Hámori Judit
Magyar Scetauroute Kft.	Földi András
	Solymossy Imre
	Duma György
	Ehal Zsuzsanna
	Gyurity Mátyás
Magyar Televízió	Karáth Imre
	Dr. Pásztor Emília
	Zimay András
	Karáth Zita
MAPEI Kft.	Markovich Béla
	Szantner Csaba
MÁV Hídépítő Kft.	Csohány Antal
MÁV Központi Felépítm. Kft.	Nagy Ákos
	Dr. Galló László
MÁV RT. Pályagazd. Főn. Kiskunhalas	Szőllősi István
	Antal Tibor
MÁV RT. PHMSZ Budapesti TFO	Nádasi Lászlóné
	Zsigmond László
	Moldovány Ildikó
MÁV RT. PHMSZ DK Mo-i TFO	Lakatos István
MÁV RT. PHMSZ Hídgazdálkodási Divízió	Szaip Lászlóné
	Kiss Józsefné
	Erdődi László
	Legeza István
MÁV Rt Vezérigazgatóság	Gutai Imre
MC BAUCHEMIE Kft.	Burkhard Weise
	Hégely László
	Pethő Gábor
	Pethő Csaba
Megalit Kft.	Adler György
Mélyépítő Budapest Kft.	Mosonyi László
METRÓBER	Schuszter Antal
MEVA RT	Oberrecht Kálmán
Mikrokorr Kft.	Kunos Béla
	Szűcs Ferenc
MONOLITH Kft.	Jakab Péter
MOTA Hungária Rt.	Dr. György Pál
	Kovács Ákos
Nógrád Megyei Állami Közútkezelő Kht.	André László
	Reichardt Jenő
Nógrád Megyei Közlekedési Felügyelet	Kardosné Pintér Erzsébet
Pannon Freyssinet	Dr. Dalmy Dénes
	Dr. Laykó Miklós
	László Helga
PANNONKORR Kft.	Fodor Imre
	Veres Szilárdné
	Bukovics Béla
PEMÁK Kht.	Szőke József
	Kovács József
	Kenderesy János
Pont Terv Rt	Bors Ernő
	Mátyássy László
	Zsömböly Sándor
	Pozsonyi Iván
RODEN Mérnöki Iroda	Benedek Gábor
SERVIND Kft.	Dr. Ludányi Béla
SETUP Bt	Bakos József
Sika Hungária Kft.	Kruchina Johanna
	Rubály Zoltán
Somogy Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Varga Ferenc
	Szabó Tibor
	Jaczó Győző
STABIMENT Hungária	Asztalos István
STRABAG Hungária Rt.	Pusztai János
STRONG Építőelemgyár Kft.	B. Rabenreither
	Kiss Attila
Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei	
Áll. Közútkezelő Kht.	Nagy Zoltán
Széchenyi István Főiskola	Dr. Lublóy László
	Molnár Viktor
	Agárdy Gyula
	Guzmics János
SZERFŐÉP Szerelő Építő és Fővállalkozó Kft.	Kapcsándi Márton
TECHNO-WATO Kft.	Csányi László
Testor Bt	Mohácsi Gábor
TETA Kft.	Németh István
TIKKURILA Kft.	Gáspár Imre
	Ráduly Enikő
Tolna Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Mihályka Tibor
	Orbán László
	Rikkel István
Tolna Megyei Közlekedési Felügyelet	Kőrösi Magdolna
TRANSINVEST-BP. Kft.	Bokor Barna
TUBOSIDER Hungária Kft.	Torma Béla
	Göncz László
ÚT-FÉNY Kft.	Zádori Gyöngyi
Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság	Goszleth Tibor
	Csordás Csaba
	Pál Zoltán
UTIBER Kft.	Auth Györgyi
	Borzsák Péter
	Karkus János
	Tragert János
	Kolozsi Gyula
	Skoumal Gábor
UVATERV Rt	Dr. Koller Ida
	Lipovszky Györgyné
	Bödecs Zoltán
	Kovács Zsolt
	Vakarcs László
Vas Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Kovács Jenő
	Kovács László
	Nacsa József
Veszprém Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Démény Zoltán
	Balogh András
Veszprém Megyei Közlekedési Felügyelet	Süle Gábor
Villas Hungária Kft.	Haraszti László
VOEST-ALPINE MCE SFAHLBAU UNGARN	Kecskemét Béla
	Gorondy János
Vorspann Technik Gmbh	Rudolf Vierthaler
Wayss és Freitag Kft.	Vecsei Károly
Zala Megyei Állami Közútkezelő Kht.	Tóthmajor János
	Halász Tibor
	Juhász Tibor
	Biri Gábor
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi	
Egyetem Műszaki Tanszék	Dr. Hubina István
	Havasi István
	Gulyás András
	Nagy Zsolt

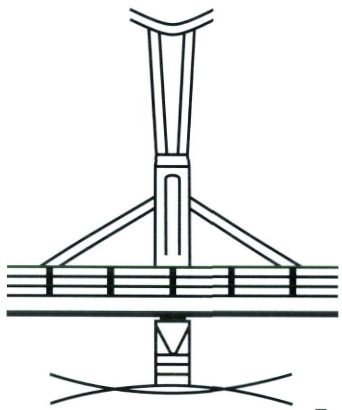
A KONFERENCIA TÁMOGATÓI:

BETONÚTÉPÍTŐ
NEMZETKÖZI ÉPÍTŐIPARI RT

GANZ ACÉLSZERKEZET
BUDAPEST - HUNGARY

HÍDÉPÍTŐ
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

KÖZGÉP-UNIÓ RT



GANZ-PILLÉR
ÉPÍTŐ ÉS ACÉLSZERKEZET-SZERELŐ KFT.

MAGYAR ASZFALT

STRABAG

PANNONKORR

Pont-TERV

utiber®
KÖZÚTI BERUHÁZÓ Kft.

SZERFŐÉP
SZERELŐ, ÉPÍTŐ ÉS FŐVÁLLALKOZÓ KFT.

RODEN road design Mérnöki Iroda Kft.