1216

(12) 6.

KÖZLEKEDÉSI, HÍRKÖZLÉSI ÉS VÍZÜGYI MINISZTÉRIUM ÚTGAZDÁLKODÁSI ÉS KOORDINÁCIÓS IGAZGATÓSÁG

38. Hídmérnöki konferencia, Budapest

ORSZÁGOS HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA

BUDAPEST 1997. OKT. 7-9.

KHT PEMÁK PEST MEGYEI ÁLLAMI KÖZÚTKEZELŐ KHT

KÖZLEKEDÉSI, HÍRKÖZLÉSI ÉS VÍZÜGYI MINISZTÉRIUM ÚTGAZDÁLKODÁSI ÉS KOORDINÁCIÓS IGAZGATÓSÁG

38. Hídmérnöki konferencia, Budapest

ORSZÁGOS HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA

BUDAPEST 1997. OKT. 7-9.

PEMÁK KHT PEST MEGYEI ÁLLAMI KÖZÚTKEZELŐ KHT

Készült: 350 pld-ban
Felelős kiadó: **Kenderesy János** ügyvezető igazgató
Nyomdai előkészítés, szerkesztés: **TypoColor Bt.**
1033 Budapest, Harang u. 16.
Telefon/Fax: 240-03-08
Nyomás: **Mediant Nyomda**
1134 Budapest, Kassák Lajos u. 78.
Telefon: 350-61-45, Telefax: 349-45-05

Tartalom

Előszó / 5

A világ jelentősebb hídépítései
Dr. Domanovszky Sándor, Ganz Acélszerkezet Építő Rt. / **7**

A FIP tevékenységének ismertetése
Dr. Balázs L. György, BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke / **8**

Hídszigetelések Villas bitumenes lemezekkel
Haraszti László, Villas Hungária Kft. / **12**

Hidak modern korrózióvédelme, kivitelezési, ellenőrzési kérdések, problémák
Dr. Ludányi Béla, Servind Kft. / **13**

2000 bar-os vízsugaras megmunkálás az építőiparban
Koczor Huba, Hydrodinamic Kft. / **14**

Hidak, felüljárók szigetelése
Claude Duchesne, Francois Laslier, Siplast SA. / **16**

Tervzsűrik és minőségellenőrzés tapasztalatai
Vértes Mária, ÁKMI-Győr / **19**

Az oszlári Tisza-híd engedélyezési terve
Dr. Knébel Jenő, PONT-Terv Rt. / **20**

Az első magyar koncessziós autópálya (M1) hídjainak minősítése
Hubert Károly, Utiber Kft. / **21**

Korszerűsítendő hidak rangsorolása új kritériumok szerint
Dr. Koller Ida, UVATERV Rt. / **22**

A szolnoki ártéri Tisza-híd erősítése
Mátyássy László, PONT-Terv Rt. / **23**

Budapest kincsei a Duna-hidak
Horváth Adrián, FŐMTERV Rt. / **26**

A Szabadság-híd felülvizsgálatának és felújításának tanulságai
Nagy Zsolt - Németh Tamás, FŐMTERV Rt. / **28**

Duna-hidak engedélyezési tervei (Baja, Taksony, Harta stb.)
Pozsonyi Iván, PONT-Terv Rt. / **29**

Budapesti Duna-hidak vizsgálatával, felújításával, tervezésével kapcsolatos tapasztalatok
Duma György, MSC Scetaroute Kft. / **30**

Különleges vizsgálati módszerek alkalmazása az alsóberecki Bodrog hídon
Dr. Seidl, ISOBAU Kft. - *Dr. Flohrer,* Hochtief. AG. / **31**

A budapesti Szabadság-híd felújítása
Ehal Zsuzsanna, Magyar Scetaruote Kft. / **38**

A záhonyi Tisza-híd átépítése
Kolozsi Gyula, Utiber Kft. / **40**

Tájékoztató aktuális kérdésekről
Dr. Tóth Ernő, UKIG / **43**

Előszó

„A hidak azok a mérnöki létesítmények, melyeket utak kötnek össze egymással." – mondják büszkén a Hidászok. Ezek a nemes szerkezetek közúthálózatunk legfontosabb részei, a mérnöki munka gyöngyszemei. Gondozásuk, megőrzésük, gyarapításuk és fenntartásuk széles körű műszaki és technológiai apparátus működtetését igényli, évenként mintegy 5 milliárd forint felhasználásával.

Fontos tehát, hogy a *Hidász Szakma* eredményeit, újdonságait és tapasztalatait minden évben megvitassák a „vájt fülű" hozzáértők.

A szakma valamennyi elkötelezettje és művelője évről évre lelkesen készül a Hídmérnöki Konferenciára, saját területén elért eredményei értékelése és összevetése céljából.

Így történt ez 1997. évben is, amikor a jeles rendezvény szervezése a Pest Megyei Állami Közútkezelő Közhasznú Társaság megtisztelő feladata volt.

A kiadvány, melyet a Tisztelt Olvasó a kezében tart, ennek a Konferenciának az anyaga, felöleli az elhangzott előadásokat és a legfontosabb eseményekről is számot ad.

Célunk, írásban is megörökíteni, és az utókor számára megőrizni napjaink műszaki felkészültségének és színvonalának jellemzőit, egyben irányt mutatni a továbbhaladáshoz, a jövő terveinek megvalósításához.

Köszönöm az Előadók értékes tanulmányait és azok magas szintű ismertetését, köszönöm a Hozzászólók aktivitását és szakmai építő javaslatait, köszönöm a Résztvevők érdeklődését, a széles körű képviseletet és nem utolsó sorban köszönöm a Rendezők áldozatkész munkáját, mellyel méltó keretet biztosítottak a Konferencia kiemelkedő színvonalához.

Reményeim szerint az 1997-es Hídmérnöki Konferencia is hozzájárult a Hidász szakma fejlődéséhez, és annak – most már időszerű – mielőbbi felvirágoztatásához.

Budapest, 1998. június 5.

Kenderesy János
ügyvezető igazgató

Résztvevők listája

Adomov Csedomír Antikorr Kft
Alfred Herl Avenarius Gmbh
Almássy Piroska Techno-Wato Kft
André László Nógrád M.-i Kht
Appelshofferné Szolnoki Eszter Leonard Weiss Kft
Apró Mihály Csongrád M.-i KF
Bácskai Endréné Scetaroute Kft
Balázs L. György BME Vasbetonszerkezet Tanszék
Balázsy Katalin Ganz Acélszerkezet Rt
Balogh József Ganz Acélszerkezet Rt
Bánfi Béla KÖVIÉP Kft
Bazsó Gyula Ganz Acélszerkezet Rt
Bella Tamás KÉV-METRÓ Kft
Beloberk László Állami Autópálya Kht
Benedek Barbara Betonútépítő Rt
Berg Tamás Állami Autópálya Kht
Berkó Dezső Hídépítő Rt
Bíró János Fejér M.-i Kht
Bodnár Péter Uvaterv Rt
Bognár Zoltán KÉV-METRÓ Kft
Boros Péter Betonplasztika Kft
Burghard Weiser MC Bauchemie
Claude Duchense Siplast
Claus Flohrer Hochtief AG
Czeglédy Ágnes Tubosider-H Kft
Csordás Péter PMS 2000 Mérnöki Társ.
Damó Júlia Bács M.-i KF
Darabosné Bujdosó Zs. Bács M.-i Kht
Dávid Tivadar PEMÁK Kht.
Demény Zoltán Veszprém M.-i Kht
Dollmayer Mátyás Hídépítő Rt
Dr. Dalmy Dénes Freyssinet Kft
Dr. Domanovszky Sándor Ganz Acélszerkezet Rt
Dr. Gáll Imre
Dr. Knébel Jenő PONT-Terv
Dr. Koller Ida Uvaterv Rt
Dr. Lubloy László SZIF
Dr. Ludányi Béla Servind Kft
Nagy Miklós CÉH Rt
Dr. Seidl Ágoston ISOBAU Kft
Dr. Tóth Ernő UKIG
Dubróvszky Gábor Ferrobeton Rt
Duma György Scetaroute Kft
Dúzs György Közgép Unio Rt
Ehal Zsuzsanna Scetaroute Kft
Erdődi Lászlóné Közterület Fennt. Rt
Ernst Balogh Hydrodynamic Kft
Evers Vasúti Felügyelet
Fekete János Veszprém M.-i Kht
Felföldi László Schuck Armaturen Kft
Filcsik Henriette Állami Autópálya Kht
Földi András Scetaroute Kft
Francois Laslier, Franz Abel Siplast
Für Kovács István Avers Kft
Gál Bertalan Heves m.-i Kht
Glöckler Lászlóné Baranya M.-i Kht
Grúber Péter Utiber Kft
Gulyás Attila Magánvállalkozás
Hajnal János Fejér M.-i KF
Halász Tibor Zala M.-i ÁK. Kht
Haraszti László, Hargitai Jenő Villas Hungária Kft.
Háy Mária FraMarket Kft
Hégely László MC Bauchemie
Heringer János Cardium Kft
Hesz Gábor Baranya M.-i Kht
Hódi Péter Antikorr Kft
Hoffmann György Hídépítő Rt
Horváth Adrián Főmterv Rt
Horváth Kálmánné Állami Autópálya Kht
Horváth Zoltánné Somogy M.-i KF
Höffer József Oktan-Plus Kft
Hubert Károly Utiber Kft
Hunyadi Mátyás CÉH Rt
Husi Márton Transinvest Kft
Jakab Péter Monolith Kft
Járay Tamás Transinvest Kft
Jójárt János Csongrád M.-i Kht
Kánya Béláné UKIG
Kardosné Pintér Erzsébet Nógrád M.-i KF
Karkus János Utiber Kft
Karsainé Lukács Katalin KTI Rt
Kenderesy János PEMÁK Kht
Kerényi Dénes Qualiplan Kft
Kerényi Enikő ÉKM Autóp. Rt
Kerényiné Hámori Judit MagyarAszfalt Kft
Kiss Elemér Közgépszer Norton Kft
Koczor Huba, Koczor Zoltán Hydrodynamic Kft
Kolozsi Gyula Utiber Kft
Konkoly Thege Csaba Ganz Acélszerkezet Rt.
Kormosné Bónus Gyöngyi Zala M.-i KF
Korpás Rudolf Betonútépítő Rt
Kósa-Kovács József Betonútépítő Rt
Kovács József PEMÁK Kht.
Kovács László Hídtechnika Kft
Kovács László Vas M.-i Kht
Kovács Zoltán KÖTEK Rt.
Kovács Zsolt Uvaterv Rt
Kökény Tamás PEMÁK Kht.
Krizsnánszky Lajos Győr-Sop. M.-i KF
Kruchina Johanna Sika Hungária Kft
Kunos Béla Mikrokor Kft
Léder Gyula Baukorr Bt
Légrádi Miklós Oktan-Plus Kft
Lencsés Sándor Nyírbau Kft
Lipót Attila Hídépítő Rt.
Loppert Zoltán KÉV-METRÓ Kft
Lőrincz Andrásné Transinvest Kft
Lukács Szabolcs ÁKMI-Győr
Mádi András FTV Kemokorr Kft
Magyar Zoltán UKIG
Maláta Mihály Mike's Mérnöki. Kft
Marton Zoltán UKIG
Mátyássy László PONT-Terv
Méhész László B.A.Z. M.-i Kht
Merza Péter ISOBAU Kft
Mihályka Tibor Tolna M.-i Kht
Mincsik Tünde Monolith Kft
Mohácsi Gábor TESTOR Bt
Mohay Kálmán Scetaroute Kft
Molnár Viktor SZIF
Molnár Zoltán Servind Kft
Nacsa József Vas M.-i Kht
Nagy Imre UKIG
Nagy Sándor ISOBAU Kft
Nagy Tibor Esztétika Kft
Nagy Zoltán Szabolcs M.-i Kht
Nagy Zsolt Főmterv Rt
Nagyné Tósaki Beáta Esztétika Kft
Németh Imre Betonútépítő Rt
Németh István TETA Kft
Németh Tamás Főmterv Rt
Nyitrai Tamás UKIG
Pákay Béla KÉV-METRÓ Kft
Pál Zoltán UKIG
Palicz György Nyírbau Kft
Pálossy Miklós PONT-Terv
Pavelka Zoltán Közterület Fennt. Rt
Peter Cramer Oktan-Plus Kft
Pethő Gábor MC Bauchemie
Pintyőke Károly Ganz-pillér Kft
Piri Antal Leonard Weiss Kft
Pláner István Diorit Kft.
Pozsgay György Metalelektro Kft
Pozsonyi Iván PONT-Terv
Püspök István PEMÁK Kht.
Rábai László Közterület Fennt. Rt
Raffai Antal Villas Hungária Kft.
Rapkay Kálmán Hídépítő Rt.
Répay András CÉH Rt
Rigler István UKIG
Rózsa Béla Baranya M.-i KF
Schulek János Főmterv Rt
Schuszter Antal Metróber Kft
Simon Miklós Magyar Aszfalt Kft
Sitku László UKIG
Sitkuné Szabó Márta ÉKM Autóp. Rt
Skokán Gábor KTI Rt
Skoumal Gábor Dickerhoff Kft
Skovrankó Ernő Bau-Teszt Kft
Solti Gábor Pécsi Építő
Solymossy Imre Scetaroute Kft
Somogyi Péter BVM Épelem Kft
Szabó Imre BVM Épelem Kft
Szabó Lajos Békés M.-i Kht
Szabó László Közlekedési Múzeum
Szakács Sándorné B-A-Z M.-i KF
Szalai György Heves m.-i KF
Szalay Tibor Hajdú-B. M.-i Kht
Szarka Judit B.A.Z. M.-i Kht
Szász Pál Villas Hungária Kft
Szecsei István Szolnok M.-i Kht
Szendrei Gábor Hídtechnika Kft
Szerencsi Gábor Heves m.-i Kht
Szilágyi Géza Közlekedési Főfelügyelet
Szilasi László PEMÁK Kht
Szilassy Ákos ÁKMI
Szirányi Ákos Győr-Sop. M.-i Kht
Sztrakay Józsefné Állami Autópálya Kht
Szőke József PEMÁK Kht
Szűcs Ferenc Mikrokor Kft
T. Kiss László Győr-Sop. M.-i Kht
Téglás István Utiber Kft
Teleki Kálmánné Betonútépítő Rt
Teveszné Albu Zsuzsanna Komárom M.-i Kht
Tombor Sándor ÁKMI Kht
Torma Béla Tubosider-H Kft
Tóth Andor Antikorr Kft
Tóth Ferenc Betonútépítő Rt
Tóth György Leonard Weiss Kft
Tóthmajor János Zala M.-i ÁK. Kht
Trager Herbert UKIG
Ullrich Zoltán KÉV-METRÓ Kft
Vakarcs László Uvaterv Rt
Vántsa Zoltán Állami Autópálya Kht
Varga Ferenc KÉV-METRÓ Kft
Varga Ferenc Somogy M.-i Kht
Vastag Sándor B.A.Z. M.-i Kht
Venesz László Utiber Kft
Vértes Mária ÁKMI-Győr
Vida Jávos BFFH Közlekedési Ao.
Visontai Mátyás Magyar Aszfalt Kft
Vörös József MÁV
Willibald Luber
Zádori Gyöngyi MÉ-TA Kft
Zalai Csaba Zalai Szigetelő Bt
Zalai Sándor Zalai Szigetelő Bt
Zsemböly Sándor PONT-Terv
Zsigmondi András Hídépítő Rt

DR. DOMANOVSZKY SÁNDOR / Ganz Acélszerkezet Építő Rt.

A világ legjelentősebb hídépítései

A folyókat, völgyeket átívelő hídszerkezeteket évezredeken át fából, liánokból, kötelekből és főként kőből építették, ill. a szélesebb folyókon hajóhidakat alkalmaztak. Az első – máig is üzemben lévő – *öntöttvas*ból készült, 30,6 m fesztávú, 384 t tömegű *ívhíd*, az Iron Bridge az angliai Severn folyó felett, 1779-ben épült. Kontinensünkön Németországban készítettek először 1796-ban egy 12, 5 m fesztávú, 46 t tömegű öntöttvas ívhidat. A kovácsolt, majd hengerelt folytvas előállítása, később az acél, majd az acélhuzal egyre kedvezőbb szakítószilárdsága vezetett a múlt század elején a *függőhid*akhoz, először *lánc* (pl. a századfordulón az Erzsébet lánchídnál 500 MPa), majd *kábel* (kezdetben 1100 MPa, napjainkban 1800 MPa, az Erzsébet kábelhídnál, 1964-ben, 1500 MPa) alkalmazásával. E rendszerek két nevezetes képviselője a kezdeti időkben: az 1826-ban befejezett,177 m középnyílású, angliai Menai lánchíd és az 1883-ban felavatott, 486 m középnyílású, New York-i Brooklyn kábelhíd. Mindkettő napjainkban is forgalomban van.

Mi magyarok büszkék lehetünk arra, hogy az 1849-ben elkészült (az angolok által, tervezett és megépített, a felszerkezet 1914-15-ben a MÁVAG által kivitelezett teljes cseréjekor Széchenyi-ről elnevezett) budapesti Lánchidunk 202 m középnyílása a lánchidak között alig marad el a világrekordertől, míg az 1903-ban felavatott, teljesen magyar alkotású, gyönyörű Erzsébet lánchíd 290 m-es fesztáva ismét világelső a lánchíd kategóriában (a lánchidak rekord teljesítményét a Brazíliában 1926-ban átadott, 339 m fesztávú Hercilio Luz híd tartja), és az 1896-ban elkészült budapesti Ferencz József hidunk, ha nem is legnagyobb, de kétségtelenül a legszebb gerber-csuklós hídja a világnak.

A kábelhidak nyílásméretet tekintve vezető szerepét az 1890-ben elkészült skóciai-*befüggesztett tartós* (Gerber csuklós), rácsos szerkezetű – Forth-híd, 521 m-es nyílásaival átvette. A világelsőséget ettől, a hasonló konstrukciójú, 1917-ben megnyitott kanadai Sankt-Lorenz híd, 549 m-es nyílással hódította el.

*Rácsos ívek*kel is hidaltak át óriási távolságokat, bár abszolút fesztáv-rekorderré ez a rendszer soha sem vált.

A világ legnagyobb nyílású acélszerkezetű hídjai

Sorszám	Átadás éve	A híd neve	Ország	A fő nyílás mérete (m)					Megjegyzés
				Kábel	Ferde káb.	Lánc	Gerenda	Ív	
1.	1780	Iron Bridge	Anglia					31	közúti, üzemben
2.	1826	Menai	Anglia			177			közúti, üzemben
3.	1834	Fribourg	Svájc	273					közúti, 90 évet üzemelt
4.	1845	Hungerford	Anglia			206			közúti, 17 évig üzemelt
5.	1848	Ohio Bridge	USA	303					közúti, üzemben
6.	1860	Wheeling	USA	308					közúti, üzemben
7.	1883	Brooklyn	USA	486					közúti, üzemben
8.	1890	Forth	Skócia				521		vasúti, üzemben
9.	1903	Erzsébet	Magyar			290			1945 felrobbantva
10.	1917	St.-Lawrence	Kanada				549		vasúti, üzemben
11.	1925	Lezardrieux	Francia		112				közúti, üzemben
12.	1926	Hercilio Luz	Brazília			339			közúti, üzemben
13.	1929	Ambassador	USA-Kanada	564					közúti, üzemben
14.	1931	G. Washington	USA	1067					közúti-vasúti kétsz.üz.
15.	1931	Kill van Kull	USA					503	közúti, üzemben
16.	1932	Harbour Br.	Ausztrália					503	közúti, üzemben
17.	1937	Golden Gate	USA	1280					közúti, üzemben
18.	1955	Strömsund	Svéd		183				közúti, üzemben
19.	1958	Nordbrücke	Német		260				közúti, üzemben
20.	1959	Severins	Német		302				közúti, üzemben
21.	1964	Verrazano N.	USA	1298					közúti, üzemben
22.	1970	Duisburg-N.	Német		350				közúti, üzemben
23.	1977	New River	USA					518	közúti, üzemben
24.	1978	Beograd-Sava	Jugoszlávia		254				vasúti, üzemben
25.	1980	Flehe	Német		368				közúti, üzemben
26.	1981	Humber	Anglia	1410					közúti, üzemben
27.	1991	Skarnsundet	Norvégia		530				közúti, üzemben
28.	1993	Yangpu	Kína		602				közúti, üzemben
29.	1995	Normandie	Francia		856				közúti, üzemben
30.	1997	Tsing Ma	Hong Kong	1377					közúti-vasúti, üzemben
31.	1997	Houston	USA		675				iker pilon, közúti, üz.
32.	1998	Great Bel East	Dánia	1624					közúti, építés alatt
33.	1998	Akashi-Kaikyo	Japán	1991					közúti, építés alatt
34.	1999	Tatara	Japán		890				közúti, építés alatt

A fesztáv méretek tekintetében a jövő egyértelműen a kábelhidaké. A földbe horgonyzott *hagyományos kábelhid*aknál már kezdetben is (pl. Brooklyn) alkalmaztak a merevítőtartóba bekötött ferde kábeleket, de a korszerű értelemben vett *ferdekábeles hidak* első példánya csak 1925-ben épült, 112 m középnyílással (Lezardrieux-híd, Franciaország). A II. Világháborút követően – főként a németek, leginkább a Rajnán – sorozatban építették a legkülönfélébb ferdekábeles hidakat. Ezek fejlődése és egyben szaporodása – a kedvezőbb költségek (kisebb kábelsúly, egyszerűbb szerelés) miatt – megelőzi a hagyományos kábelhidakét. A fejlődésnek ebben a szerkezeti rendszerben, úgy tűnik, nincsenek határai.

A fentiek nyomonkövethetők a táblázatos összeállításban.

Megemlítjük, hogy a jugoszlávok által tervezett és szerelt, de a Ganz-MÁVAG-ban gyártott Novi Sad-i hidat – mely a Duisburg-Neuenkamp-ban épülthöz igen hasonló kialakítású, csak 351,0 m-es középnyílása 1,0 m-rel nagyobb és anyaga is hagyományos, 52-es acél, továbbá helyszíni illesztései nagyrészt NF-csavarosak, míg elődjébe 680 MPa folyáshatárú acélt is felhasználtak és minden illesztése hegesztett – tervezésekor még világelsőnek szánták, de az egy évvel korábban, 1980-ban forgalomba helyezett Flehe Brücke ezt az álmot meghiúsította (368,0 m középnyílással).

Külön kell beszélni a világ – jelenleg kivitelezés alatt álló – legnagyobb két hídprojektjéről.

Az egyik az 1975-ben beindított és 1999-re befejezni tervezett Honshu és Shikoku szigeteket (Japán) összekötő három útvonal hídjai. A középső (Kojima-Shakaide), összesen 37 km hosszú, hat nagy, közúti-vasúti forgalmat bonyolító hídból álló rendszert 1987-ben helyezték forgalomba. A másik kettő közül az egyik (Onomichi-Imabari) szintén hat nagy hídból álló, 60 km hosszú közutat átvezető, míg a másik (Kobe-Narutó), két nagy hídból álló, 80 km hosszú, szintén közúti rendszer befejezését 1998, ill. 1999-re irányozták elő. Az előbbiben épül a világ legnagyobb hagyományos, az utóbbiban a világ legnagyobb ferdekábeles hídja (adataikat lásd a táblázatban).

A másik projekt Dániában áll megvalósítás alatt, annak (Zeeland) szigeten fekvő részét az európai szárazföldön fekvőtől (Funen) elválasztó Great Belt (Nagy Öböl) áthidalására. A közúti és vasúti forgalomra tervezett teljes út 17,5 km hosszú. Ez két szakaszból áll. Az egyik a kb. középütt elhelyezkedő Sprogo szigettől nyugatra lévő közös közúti-vasúti forgalmat bonyolító, már megépült, sok lábon álló vasbeton híd. A másik a keleti oldalon a vasutat alagúton vezeti át (ez 1997 nyara óta üzemel), a közúti forgalom számára viszont egy 6,8 km hosszú hidat építenek. Ennek szélső nyílásai 193 m fesztávú, 6,7 m magas, 31 m széles, kétcellás, ortotróp-pályalemezes, szekrénytartós gerendahidak (a nyugati oldalon 9, a keleti oldalon 14 nyílás). A középütt elhelyezkedő főhíd egy 2700 m hosszú, 1624 m középnyílású, vasbeton pilonos, de szintén acélszerkezetű, kétcellás (4,4 m magas), ortotróp lemezes szekrénytartó. A 80.000 tonnát kitevő pályaszerkezet fele 355 MPa, másik fele 420 MPa folyáshatárú, termomechanikusan hengerelt acél. A 6,8 km hosszú, folytatólagos acélszerkezetű főtartó minden illesztése hegesztett. Ez egyedülálló technikai bravúr! A szerkezet panel egységeit Dél-Olaszországban – a szélső hidakhoz 20, a főhídhoz 16 m hosszakban, 4 m szélességben – gyártották. A szélső nyílásokat 40 m, a főhídat 48 m hosszú egységekké Portugáliában építették össze, teljes keresztmetszetben. A 23 db szélső hídnyílást 193 m hosszú, 2300 t tömegű egységekké a helyszínen illesztették össze és egy darabban emelték be. A 8.000 db panel varratainak hossza 1500 km, mely részben fedettívű automatikus, részben porbeles, védőgázas eljárással készült. Az összes többi illesztéseket kizárólag MAG eljárással, porbeles huzallal hegesztik. A parti hidak építését 1996 áprilisában fejezték be. A kábelhíd szerelés alatt áll, a híd megnyitását 1998-ra tervezik.

DR. BALÁZS L. GYÖRGY / BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke

A FIP tevékenységének ismertetése

1. BEVEZETÉS

A Nemzetközi Feszítettbeton Szövetség (*FIP = Fédération Internationale de la Précontrainte*) 1996 szeptemberében szervezett londoni szimpóziuma különleges érdeklődésre tartott számot. A szimpózium témája az utófeszített szerkezetek voltak, amelynek aktualitását az adta, hogy 1992 és 1996 szeptembere közötti négy évben az *utófeszített, utólagosan tapadóbetétessé tett szerkezetek* építése angliában be volt tiltva.

Az alábbi ismertetést ezért két részre bontjuk: először áttekintjük a moratóriummal kapcsolatos megállapításokat, majd bemutatjuk a FIP-et, mint nemzetközi szervezetet és annak Magyar Tagozatát.

2. A MORATÓRIUM KIVÁLTÓ OKAI

1992 szeptemberében az angliai Közlekedési Minisztérium időszakosan betiltotta az utófeszített, utólagosan tapadóbetétessé tett vasbeton szerkezetek építését. A tiltás okául ezen szerkezeteken tapasztalt jelentős korróziós károkat jelölték meg, amelyek három esetben a hídszerkezet leszakadásához is vezettek a tönkremenetel várható közelségének előrejelzése nélkül.

Jelentős korróziós kárt szenvedett hidak

Év	A híd neve	Tapasztalat károsodás
1967.	Bickton Meadows Footbridge, Hampshire, UK	leszakadt
1980.	Angel Road Bridge, London, UK	szakadt feszítőbetéteket észleltek a lehorgonyzó elemek mögött
1982.	Taf Fawr Bridge, Merthyr Tydfil, UK	a feszítőbetétek jelentős korrózióját észlelték, a pályalemez teljes cseréjére volt szükség
1988.	Folly New Bridge, Bladon, Oxfordshire, UK	a feszítőbetétek jelentős korrózióját észlelték
1990.	M1 Blackburn Road Bridge, Sheffield, UK	a feszítőbetétek jelentős korrózióját észlelték
1992.	Botley Road Flyover, Oxfordshire, UK	a feszítőbetétek jelentős korrózióját észlelték
1992.	River Schelde Bridge, Belgium	leszakadt

A fenti hídszerkezeteken kívül feltételezhetően világviszonylatban még sok olyan van, amelyek utófeszített betétein korróziós károk tapasztalhatók, de számuk jelenleg nem ismert.

Az időszakos tiltás kihírdetése után egy bizottságot hoztak létre Angliában. Feladatuk volt a helyzet áttekintése, javaslatok és követelmények kidolgozása, amelyek betartása esetén a korróziós károk elkerülhetők lennének. A bizottság jelentése alapján, 1996 szeptemberében a tiltást feloldották a szegmensekből épült, utófeszített, utólagosan kiinjektált vasbeton szerkezetek kivételével.

3. A BIZOTTSÁGI JAVASLATOK

A bizottsági jelentés a *Concrete Society* (Beton Társaság) gondozásában jelent meg nyomtatásban *„Durable Bonded Post-Tensioned Concrete Bridges"* címmel. A javaslatokat és a követelményeket négy fejezetre bontva tárgyalják:

1. Tervezés
2. Injektálás és kábelvezető csövek
3. Minőségbiztosítás, vizsgálatok.

3.1 Tervezés

A tervezés és a részlettervezés azon aspektusait tekintik át, amelyek az utófeszített szerkezetek tartósságát befolyásolják, és bevezetik a *többszintű védelem* fogalmát. Legfontosabb feladat a kloridtartalmú vizek bejutásának megakadályozása a kábelvezető csövekbe és a lehorgonyzófejekbe. Előzetes jelzés nélküli tönkremenetel következhet be akkor is, ha lehetővé válik az összes feszítőbetét szakadása egyazon keresztmetszetben. A tartósságot elsősorban az alábbiak befolyásolják:

- a dilatációs hézagok kialakítása
- munkahézagok kialakítása
- repedések jelenléte
- a kábelvezető csövek és lehorgonyzó elemek elrendezése
- a szegmensek kapcsolatának kialakítása
- hóolvasztó sózás alkalmazása (tenger közelsége)
- a vízszigetelés és a vízelvezetés kialakítása
- a szerkezeti részek hozzáférhetősége a felülvizsgálatok és a karbantartások során.

A feszítőbetétek lehorgonyzásainál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

a) A lehorgonyzásokat többszintű védelemmel kell ellátni, az egyszintű védelem nem tekinthető kielégítő hatékonyságúnak a szerkezet teljes élettartama során.

b) A dialatációs hézagokat úgy kell kialakítani, hogy ha nem vízzáróak, akkor gondoskodni kell a víz elvezetéséről a feszítőelemek környezetéből.

c) A lehorgonyzóelemeket lezáró sapkákat a kábelvezető csövek injektálásakor szintén ki kell injektálni.

d) A lehorgonyzó fészkeket képlékeny konzisztenciájú, zsugorodásmentes betonnal kell kitölteni.

e) A lehorgonyzófészkek kitöltőbetonját vízszigeteléssel kell borítani.

f) A szegmensekből épülő hídszerkezetek lehorgonyzásainak kialakításakor speciális követelményeket kell kielégíteni.

3.2 Injektálás és kábelvezető csövek

Megfelelő tartósságú utófeszített szerkezetek építéséhez jó minőségű kivitelezésre – vagyis jól kidolgozott eljárásokra és a feladatokra kiképzett munkásokra – van szükség. Az elmúlt időszakban előfordulhatott, hogy nem megfelelően képzett munkások végezték az injektálást, akik az injektálás jelentőségét nem mindig ismerték föl. Előfordulhatott az is, hogy kábelvezető csövek teljesen kiinjektálatlanul maradtak.

Injektáló habarcsok
Megkülönböztetnek szokványos vagy speciális injektáló habarcsot.

A habarcsok jellemzői:

Víz-cement tényező	= 0,40 a szokványos injektáló habarcsra = 0,35 a speciális cement habarcsra.
Hőmérséklet:	az injektáló habarcs hőmérséklete bekeverésekor a + 5 °C... +25 °C tartományba eshet. Ha a hőmérséklet + 5 °C alá csökkenne az injektálást követő 48 órában, akkor a szerkezetet fűteni kell.
Konzisztencia:	mind közvetlenül bekeverés után, mind pedig az injektálások után (min 30 perc) az injektáló habarcsnak kevesebb, mint 25 s alatt át kell folynia a tölcséren.
Adalékszerek:	adalékszerek alkalmazhatók az alacsony víz-cement tényező és a megfelelő konzisztencia betartásához.
Klorid ion tartalom:	az injektáló habracs klorid ion tartalma nem haladhatja meg az 1 %-t a cement tömegére vonatkoztatva.
Vérzés:	max 2 % – a szokványos injektáló habarcsra 0 % – a speciális cement habarcsra.
Térfogatváltozás:	-1 %... 5 % – a szokványos injektáló habarcsra 0... + 5 % – a speciális cement habarcsra.
Szilárdság:	legalább 17 N/mm^2 7 nap után 100 mm élhosszúságú kockán, mérve.
Injektálási sebesség:	a maximális injektálási sebesség: 10 m/perc.

Az injektálást követő 24 órában a kábelvezető csöveket nem szabad injektálásnak kitenni.

Próba injektálás írható elő, aminek célja a kivitelező injektálási módszerének és felkészültségének leellenőrzése. A próba injektálás előírása legalább 56 nappal meg kell előzze a kábelvezető csövek elhelyezésének tervezett időpontját. A próba injektálás során a kivitelezőnek igazolnia kell, hogy az injektáló habarcs kitölti-e a csövet, és megfelelőképpen körülveszi a feszítőbetéteket. Az injektáló habarcsban maradó légzárványok mérete nem lehet a cső átmérőjének 5 %-nál nagyobb.

Felhívják a figyelmet, hogy egy zsák cement súlyának tűrése 6 %, ami már jelentősen befolyásolhatja az injektálóhabarcs jellemzőit.

Kábelvezető csövek

A kábelvezető csöveknek lég és vízzáró védelmet kell biztositania korróziós közegekkel szemben. Elsősorban a polietilén és a polipropilén anyagú kábelvezető csöveket javasolják, de más anyagok is alkalmasak lehetnek.

A kábelvezető cső is a többszintű védelem része, mivel ha a kábelvezető cső nincs kellőképpen kiinjektálva, akkor a cső még mindig távol tudja tartani a korróziós közegeket. A kábelvezető cső falvastagsága gyártáskor legyen legalább 2 mm.

A csőben lévő esetleges vizet injektálás előtt levegő befúvatással el kell távolítani.

3.3. Minőségbiztosítás és vizsgálatok

Mivel a csőben vezetett kábelek nem ellenőrízhetők szemrevételezéssel, indirekt módszerekre van szükségünk, amelyek igazolják az alkalmazott korrózió elleni védelem hatékonyságát.

Korábban a vizsgálatok általában az injektáló habarcs vizsgálatára korlátozódtak, és kevés esetben került sor a kiinjektált kábelcsövek radiográfiás vizsgálatára.

Az injektálás hibái – amik most sok aggodalmat váltottak ki – általában a szakértelem hiányából valamint az injektáló anyag változó minőségéből adódtak. Bármilyen rutin jellegű vizsgálat bevezetése előrelépést jelent a múltbeli gyakorlathoz képest.

A vizsgálatoknak az alábbi kritériumokat kell kielégíteniük:

1. Korai állapotban kell végezni, amikor a beavatkozás még lehetséges.
2. A vizsgálat legföljebb csekély mértékben zavarhatja az építési folyamatot.
3. A vizsgálat egyszerű legyen a félreértések kizárása érdekében.

22 módszert vetettek vizsgálat alá, de egyik sem teljesítette mindhárom fönti elvárást egyidejűleg.
Az injektálás hatékonyságának vizsgálatára azonban az alábbi igéretes módszer született a jelentést készítő munkabizottság és a Belmec Engineering Ltd. of Kings Lynn együttműködéséből.

Belmec „Spongeometer" működési elve, összenyomhatónak csupán a légzárványokban és az üregekben felgyülemlett gázokat tekintik, és mérik a friss injektáló habarcs összenyomhatóságát. Az összes pumpált injektáló anyag áthalad a „spongeometer" kamráján, ahol a nyomást regisztrálják, valamint nyomás is kifejthető egy beépített dugattyúval. Ha az anyagot vizsgálják, akkor a dugattyút mozgatják miközben mindkét szelep (A és B) zárva van. Ha a kábelvezető csövet vizsgálják, akkor a dugattyút mozgatják miközben csak a B szelep zárt.

4. FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte)

4.1 A FIP Nemzetközi Szervezete

A Nemzetközi Feszítettbeton Szövetséget (FIP) 1952. augusztus 29-én alapították az angliai Cambridgeben. Első elnöke Eugen Freyssinet, első alelnöke Gustav Magnel professzor volt. Szabályzata az alábbi *célkitűzéseket* fogalmazta meg.

– A feszítés és a hozzákapcsolódó műveletek fejlesztésének támogatása.

– Kapcsolat biztosítása a feszítéssel foglalkozó egyesületek, bizottságok és nemzeti szövetségek között.

– Vélemény és tapasztalatcsere biztosítása a feszítés tudományos és műszaki problémái körében, különösen nemzetközi kongresszusok és szimpóziumok szervezése révén.

– Kutatási és fejlesztési munkák támogatása.

– A tagok tájékoztatása a feszítés és a kapcsolódó fejlesztési munkák legújabb eredményeiről a FIP kongresszusi és szimpóziumi közlemények, műszaki szakcikkek és más publikációk, valamint a nemzeti tagozatok szakirodalmi cseréje révén.

A FIP székhelyének címe:

FIP, The Institution of Structural Engineers, 11 Upper Belgrave Street, London SW 1X 8BH, UK.

4.2 A FIP Magyar Tagozata

A FIP Magyar Tagozata formálisan az 1970-es prágai FIP Kongresszus után alakult meg az, Építőipari Tudományos Egyesület keretein belül. Első elnöke Garay Lajos volt.

A FIP Magyar Tagozata 1995. óta önálló egyesület
(székhelye: FIP Magyar Tagozata, BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke, 1111 Budapest, Bertalan L. u.2.).
A FIP Magyar Tagozat célkizűzéseit önálló egyesületté válásakor az alábbiak szerint fogalmaztuk meg és hoztuk nyílvánosságra Alapszabályában.

– Elősegíti a vasbeton és a feszített vasbeton szerkezetek fejlesztését és alkalmazását ankétok és tudományos fórumok szervezésével.

– Elősegíti a magyar építő- és építőanyag-ipar valamint az építőiparral kapcsolatos tervező vállalatok munkáját, a szakmai információk áramlását.

– Képviselőket delegál a FIP munkabizottságaiba.

A FIP Magyar Tagozatában jelen előadás elhangzásakor (1997. szept.) 31 céget/intézményt 56 tag képviselt, így a legnagyobb feszítettbetonnal foglalkozó, hazai, szakmai egyesületnek volt tekinthető:
31. AÉV Kft., BETONÚTÉPITŐ Nemzetközi Építő Rt., BME, BVM Épelem Kft., D&D Kft., ÉMI Rt., FŐMTERV Rt., HÍDÉPITŐ Rt., Innomat Kft., JPTE-PMMF Pécs, Közúti Felügyeletek: B.A.Z. megye, Budapest, Zala megye, Vas megye, KTMF Győr, Magyar SCETAUROUTE Kft., MÁV Rt., MÉÁSZ, MÉLYÉPTERV KOMPLEX Mérnöki Rt., Pannon Freyssinet Fővállalkozó Kft., PFLEIDERER Lábatlani Vasbetonipari Rt., PONT-Terv Rt., SIKA Hungária Kft., Soletanche Hongrie Kft., STRABAG HUNGÁRIA Építő Rt., Techno-Wato Kft., UNION PLAN Kft., UTIBER , UVATERV Rt., VORSPANN–TECHNIK (Megalit Kft.),

A cikk nyomdai leadásáig (1998. ápr. 1.) a FIP nemzetközi és hazai szinten is egyesült a CEBbel (Comité Euro-International du Béton-nal). Az egyesület új neve: *FIB* (Fédération International du Béton = Nemzetközi Beton Szövetség) lett.

A Magyar Tagozat létszáma fenti időpontig 77 főre nőtt, akik további 7 céget/intézményt képviselnek:
Fővárosi Közterületfenntartó Rt., Gauff Kft., KÉV METRÓ Kft., KTI Rt., Magyar Aszfalt, Pius Kft. UKIG.

Nagy öröm számunkra, hagy tagjaink aktívan részt vesznek az egyesület rendezvényen és a bizottságok munkájában ezt igazolja, hogy a FIP Magyar Tagozat tagjai közül 1997. folyamán tizen voltak tagjai a nemzetközi szervezet valamely bizottságának.

A BIZOTTSÁG NEVE:		MAGYAR TAGJA:
Com 1	"Concrete"	*Lakatos Ervin*
Com 2	"Prestressing Materials and Systems"	*Dr. Erdélyi Attila, Dr. Balázs L. György*
Com 3	"Practical Design"	*Dr. Dalmy Dénes*
Com 4	"Practical Construction"	*Telekiné Királyföldi Antónia,*
Com 5	"Prefabrication"	*Beluzsár János*
Com 6	"Off-shore Structures"	
Com 7	"Prestressed Concrete Pressure Vessels and Containments"	
Com 8	"Concrete and Environment"	*Dr. Almási József*
Com 9	"Earthquake Design"	
Com 10	"Management, Maintenance and Strengthening of Concrete Structures"	*Dr. Bódi István*
Joint CEB-FIP Group:		
	"External Prestressing"	
	"Light Weight Concrete"	*Dr. Farkas György*

5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az Angol Beton Társaság (Concrete Society) által készített *„Durable Bonded Post-tensioned Concrete Bridges"* című No.47/1996. számú jelentés (amit a FIP 1996. évi londoni szimpóziumon hoztak nyílvánosságra) az utólagosan tapadóbetétessé tett feszített vasbeton szerkezetek a tervezésének, a részlettervezésének, az

anyagai kiválasztásának, a kivitelezés módszereinek és a vizsgálati módszereknek a fejlesztését célozta meg.

A téma aktualitását az adta, hogy 1992 szeptemberében az angliai Közlekedési Minisztérium időszakosan betiltotta az utófeszített, utólagosan tapadóbetétessé tett vasbeton szerkezetek építését. A tiltás okául ezen szerkezeteken tapasztalt jelentős korróziós károkat jelölték meg, amelyek három esetben a hídszerkezet leszakadásához is vezettek a tönkremenetel várható közelségének előrejelzése nélkül. A moratóriumot 1996 szeptemberében a feloldották a szegmensekből épült, utófeszített, utólagosan kiinjektált vasbeton szerkezetek kivételével.

Összefoglalólag megállapíthatjuk, hogy a *tervezés során figyelembe veendő legfontosabb szempontok így:*

– a kloridbehatolás megakadályozása
– többszintű védelem alkalmazása
– a feszítőbetétek lehorgonyzásának a tartósság szempontjából megfelelő kialakítása.

Előírások születtek az injektáló habarcsok (szokványos és speciális) és a kábelvezető csövek tulajdonságaira valamint vizsgálatára vonatkozóan.

A kidolgozott javaslatok *több szintű védelmi rendszer* beépítését jelentik, s így véleményük szerint a korábbinál jóval kedvezőbb helyzet hozható létre. A kábelvezető cső is a többszintű védelem része, mivel ha a kábelvezető cső nincs kellőképpen kiinjektálva, akkor a cső még mindig távol tudja tartani a korróziós közegeket.

Az angliai tapasztalatok fölhívják arra a figyelmünket, hogy hazánkban is föl kell mérni az utófeszített, utólagosan tapadóbetétessé tett hidak állapotát, és szükség esetén meg kell tenni a megfelelő intézkedéseket a korróziós károk csökkentésére.

A fent említett jelentés kikölcsönözhető a FIB Magyar tagozat könyvtárából (BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke, 1111 Budapest, Bertalan L. utca 2.).

HIVATKOZÁSOK

[1] „Post-Tensioned Concrete Structures", *Proceedings,* FIP Symposium London, 25-27 Sept.1996, Volume 1
[2] „Post-Tensioned Concrete Structures", *Proceedings,* FIP Symposium London, 25-27 Sept.1996, Volume 2
[3] „Durable Concrete Post-Tensioned Concrete Bridges", *Technical Report No. 47*, Report of a Working Party of the Concrete Society in collaboration with the Concrete Bridge Development Group, The Concrete Society Slough 1996,
[4] Fogarasi Gy., Tassi G., „A FIP és a magyar építőipar kapcsolata", *Magyar Építőipar* 1988/4, pp.161-166.
[5] FIP, „A FIP Magyar Tagozat Alapszabálya",1995. dec.13.

HARASZTI LÁSZLÓ / Villas Hungária Kft.

Hídszigetelések Villas bitumenes lemezekkel

A Villas Hungária Kft. bitumenes szigetelőlemez gyárát 6 éve építették. Alapítói a Heraklith Baustoffe AG., a Mineral Kontor, a ZÁÉV és a MOL Rt. volt. A gyár a Heraklith Csoport tagjaként Európa legnagyobb víz- és hőszigetelő konszern része. A termékek a konszern valamennyi gyárában csereszabatosak.

A lapos tető szigetelések készítésénél a dinamikus aljzatmozgások káros hatását elkerülendő rugalmas, nem felület jellegű kapcsolat kialakítása a cél. Hidak és műtárgyak szigetelésénél azonban az aljzattal való rugalmas, de teljes felületű rögzített szilárd kapcsolat kialakítása a követelmény.

A szigetelésre merőleges és párhuzamos irányú igénybevételek hatnak:

– építési forgalom,
– használati forgalom: fékezés, gyorsulás, fordulás,
– építési hősokk + finischer mozgása.

Ez csak megfelelő tapadással biztosítható.

A jó aljzat feltétele:

– szilárd felület
– egyenletes felület
– alacsony felületi nedvességtartalom
– hőálló felületi kialakítás.

Ezt a feltételt a Villas Hungária Kft. alkalmazástechnikai előírása szerint az epoxi gyanta felületbevonatok teljesítik.

Így az MC Bauchemie Kft. által forgalmazott MC DUR LF-450 kétkomponenses, oldószermentes epoxibázisú gyantát javasolja.

A kész műtárgy felületre két bitumenes lemezszigetelési rendszer valósítható meg.

ISOVILL-1 1 rétegű bitumenes hídszigetelés
ISOVILL-2 2 rétegű bitumenes hídszigetelés

a) Az egyrétegű rendszer aljzat-előkészítése az előbbiekben már ismertetett. A szigetelés anyaga 5 mm vtg plasztomer bitumenes lemez. Típusa: P-5-B. A lemez rendkívül erős szakadó nyúlású (50%) és szakítószilárdságú (1000/700 N/5 cm). Az eltolt helyzetű hordozó és magas hőállóképesség közvetlen öntött aszfalt burkolat ráépítését teszi lehetővé. A lemez leragasztása saját bitumen tartalom felületi megolvasztásával oldható meg.

b) A kétrétegű rendszer aljzat-előkészítése azonos a fentiekben leírtakkal. A szigetelésrendszer üvegszövet-betétes, elasztomerbitumenes (E-GW-B) alátét lemezből és poliészterfátyol-betétes, plasztomerbitumenes (P-4-B) zárólemezből áll. Amíg az alátétlemezt forró Poly kiöntő masszával rögzitik az aljzathoz, a zárólemezt csupán saját bitumen tartalmával kell az alátét lemezhez lehegeszteni.

Fenti lemezeinket a fürnitzi testvérgyár készíti és az elmúlt évtizedben Ausztria legtöbb autópálya műtárgya e rendszerekkel lett szigetelve.

A zalaegerszegi gyár azonos receptura alapján már 2 éve gyárt 1 rétegű rendszerhez alkalmazható bitumenes lemezt. A lemez 1997.05.24. óta az ÁKMI 1629/97 sz. engedélyével is rendelkezik.

Az elmúlt időszakban főleg a horvátországi autópályák hídszerkezeteinek szigeteléséhez használták, a Zágrábi Egyetem engedélye alapján, az alábbi rétegrendben:

– epoxi gyanta alapozás
– Poly kiöntő massza ragasztás
– 1 rtg P-PV 5,2 T/T bitumenes lemez

A kiöntő massza alkalmazását a felületi egyenetlenség mértéke indokolta.

Jelenleg folyik a VILLASHÍD-2 rendszer minősítése is, amellyel közvetlenül a hengerelt aszfaltok alá is lehet bitumenes szigetelést készíteni.

A gyártási és eladási árak garantálják a termékek versenyképességét a hazai piacon is.

A beépített rendszer megvalósult budapesti beruházásokon, már értékelhető is.

További felvilágosítás kapható a rendezvény ideje alatt kiállításunkon, valamint telefonon, a következő számokon:

30-597-161, 92-320-921, 92-320-922, 28-706-60, 28-701-72

DR. LUDÁNYI BÉLA / Servind Kft.

Hidak modern korrozióvédelme, kivitelezési, ellenőrzési kérdések, problémák

A hidak acélszerkezete dinamikus terhelésnek van kitéve, miközben korroziós szempontból erős (un. C4-es kategória) igénybevétel éri. Korrozióvédelmi munkálatok szempontjából egy híd felújítása nagy beruházást igényel és sok járulékos nehézséggel jár, mint pl. vasúti hidaknál vágányzár biztosítása, közúti hidaknál a forgalom elterelés vagy korlátozás.

Gazdaságossági kalkulációnál a korrózióvédelem *fajlagos költségét* kell figyelembe venni.

$$\text{fajlagos költség (Ft/év)} = \frac{\text{összes költség (Ft)}}{\text{korrozióvédőbevonat várható élettartama (év)}}$$

A bevonat *várható élettartamát* meghatározza

– a környezeti igénybevétel
– a felületelőkészítés
– a bevonat minősége, vastagsága

Vasúti-, közúti hidaknál a környezeti igénybevétel a DIN 55928 ill. ISO 12944-2 szerint C4 kategória (ritka esetben C3 kategória).

A felületelőkészítés minősége nagymértékben befolyásolja a felületre felvitt bevonatrendszer várható élettartamát. Általában kézi tisztítással legalább St2, gépi előkészítésnél legalább Sa2½ minőség a megkivánt.

A bevonat vastagságára ma már elfogadott a legalább 200-250 µm száraz rétegvastagság, extrém igénybevétel (pl. korlátok) esetén 300-350 µm is javasolt.

A korrozióvédelem *összes költsége* az alábbiaktól függ:

– anyagköltség
– felületelőkészítés
– munkadíj, járulékos költségek (pl. állványozás)

A bevonatrendszerek anyagköltsége (természetesen gyártócégektől is függően) általában az összes költség 20-40%-át teszi ki. Egykomponensű rendszerek rendszerint valamivel olcsóbbak, mint a kétkomponensűek.

A felületelőkészítés a drága energiaárak miatt jelentős hányadát teszi ki az összes költségnek, különös tekintettel arra, hogy szemcse vagy homokszórásos eljárással tudjuk elérni a hosszú élettartamú bevonathoz szükséges megfelelő érdességű és tisztaságú felületet.

A munkadíjak és a járulékos költségek egy adott objektum esetén szinte függetlenek a bevonatrendszer minőségétől. A fentiek figyelembevételével lehet az egy évre jutó fajlagos költséget csökkenteni illetve az objektumot megtalálni.

Mivel a híd műtárgyak esetén a környezeti igénybevétel adott, a követelményeknek megfelelő bevonatrendszert kell kiválasztani úgy, hogy az előbbi gondolatmenet szerint a fajlagos költség a minimális legyen.

Bevonatrendszer kiválasztási szempontok:

– garancia (szavatosság), élettartam követelmények, korrózióvédelmi szakértő és beruházó egyeztetése

– felületelőkészítés megválasztása (lehetősége) az adott minőségű felülethez legjobban illeszkedő optimális bevonatrendszer (pl. St2 minőség esetén nem javasolt csúcsminőségű bevonat, de Sa2½ minőségű felületre a legmagasabb minőségű igényeknek eleget tevő bevonat ajánlott)

– minőség
  – kötőanyagtípus — egy-, kétkomponensű, alkid, uretánalkid, epoxi, poliuretán
  – pigmentális — alapozó: cinkpor, cinkfoszfát, többi réteg: szinezés, UV-állóságú
– környezet- és egészségvédelem
– felületelőkészítés módja: kézi, gépi, szabadsugaras, visszaszívásos
  – nehézfémek, toxikus anyagok eliminálása
  – alacsony VOC (környezetbe emittáló illékony szervesanyag-tartalom)
  – ár

A Szabadság híd korrozióvédelménél alkalmazandó bevonatrendszerről valamint felületelőkészítéséről és az egyéb szempontokról néhány mondat az eddig elhangzottak alapján.

Felületelőkészítés szemcseszórás visszaszívós (visszaforgatós) rendszerű berendezéssel, élesszemcséjű sarokacél szóróanyaggal Sa2½ minőségre.

Várható felületi érdesség: R_2 ~ **30-40 µm**

Bevonatrendszer

alapozó: cinkporos, epoxi kétkomponensű 80 µm száraz rétegvastagság
közbenső: vascsillámos, kétkomponensű epoxi 80 µm száraz rétegvastagság
záróréteg: kétkomponensű akril-poliuretán 80 µm száraz rétegvastagság

Szárazanyagtartalom **súly %**	85	75	67
VOC **g/lit**	410	420	440

A bevonati anyagok nehézfémmentesek. A táblázatból látható, hogy magas szilárdanyagtartalmúak és elfogadható a szerves illóanyag emissziójuk. A híd állványozása után furnérlapos és műanyaglepedős elzárással a felületelőkészítés során keletkező veszélyes hulladék teljes mértékben elkülöníthető. A visszaforgatás-rendszer különválasztja a sarkos acélszemcse kisátmérőjű frakcióját, valamint az eltávolított régi bevonatot, rozsdát és újra felhasználható szóróanyagot.

KOCZOR HUBA / HYDRODYNAMIC KFT.

2000 bar-os vízsugaras megmunkákás az építőiparban

A vízsugaras tisztítás nem új dolog. A csatornáknál, tartályoknál több évtizede használják a nagynyomású vizes tisztítást. Mára az alkalmazási terület rendkívül széles körűvé vált. Ezt az alkalmazott nyomások emelkedése tette lehetővé.

A 70-es évektől a nyomások rohamosan nőttek és a 80-as évekre elérték az 1000 bar-t. Új anyagok jelentek meg, melyek lehetővé tették a tömítést ilyen nagy nyomások esetén. Ma a különleges tömítések kevlár vázra felvitt teflon, grafit és molibdén-szulfid adalékkal készülnek. Jó a siklási tulajdonságuk, nagy az élettartamuk. A szivattyúkban fémkerámia dugattyúkat használnak. Új szelepmegoldások és anyagok lehetővé tették a hosszú élettartalmú berendezések építését.

A 90-es évekre teret nyertek a 2000 bar üzemi nyomással dolgozó szivattyúk. Felmerül a kérdés, mi az előnye ekkora nyomás használatának, amikor a nyomás emelkedésével exponenciálisan emelkednek a berendezések árai és a fenntartás költségei.

A nagynyomású berendezések szerszáma a vízsugár. Minél nagyobb a nyomás, annál nagyobb a kilépő víz sebessége. A sebesség a következő egyszerűsített képlettel számítható:

$$v_{fúvóka}=\beta*14,14*\sqrt{p_{fúvóka}}$$

p=bar; β=~0,98 (fúvóka jóságfok)

Ez 2000 bar-on ~620 m/sec; 2232 km/óra. Egy modern vadászrepülő sebessége! A munkát befolyásoló tényezők közül legfontosabb a sugárenergia, mely a sugár tömegáramából és a sebességből számítható. Nagy hatótávolságra, mélységi betonbontásra nagy térfogatáramú és viszonylag kisebb nyomású berendezést használnak. A jellemző nyomások 1000-1200 bar, 80-200 liter/perc, 160/-480 kW. A betonbontás sebessége 4-10 cm mélységig 0,1-0,6 m^3/óra.

Mások a követelmények tagolt, vagy kisebb felületek tisztításánál, vasalat feltárásnál. Itt fontos szempont a kis reakcióerő, mely a következő képlettel számítható:

$$F_{pisztoly}=p_{fúvóka}*A_{fúvóka}*2*\beta^2*10 \text{ (N)}$$

p=bar; A=cm^2; β=0,98 (fúvóka jóságfok)

Mivel a pisztolyon jelentkező reakcióerő nem lehet nagyobb 25 kp-nál, illetve a folyamatos munka érdekében ennél lényegesen kisebb tolóerővel kell dolgozni, kisebb vízmennyiségek mellett nagyobb nyomást kell használni. Ez az indoka a 2000 bar-os berendezések rohamos elterjedésének.

Mi az előnye a vizes felülettisztításnak? Rendkívül rugalmas, jól szabályozható, követi a felületet, ütőmunkával, ezért nem hoz létre repedéseket, hanem kibővíti, javíthatóvá teszi azt, termelékeny és környezetkímélő. Az összes laza szemcsét kiforgatja. A keletkező felületen a kavicsszemcsék cementmentesek, a fajlagos felület minden más eljárásnál nagyobb és tagoltabb. Így az elérhető kötésszilárdság a lehető legnagyobb, elérheti a szemcseszilárdság 80%-át is.

Az egyéb eljárások pl. marás, roncsolják a betont, megsérthetik a vasalatot, nem követik a felületet. A homokszórás elfedi a repedéseket, lyukakat és ezzel csökkenti a kötésszilárdságot. Környezetszennyező.

Szeretném bemutatni a HydroDynamic Kft. által használt URACA gyártmányú RS 716 típusú 2000 bar nyomású szivattyút.

A szivattyú üzemi nyomása 2000 bar, 17 liter/min szállítás mellett. A felvett teljesítmény ~70 kW, a motor DEUTZ BF 4L 913/C/T.

Az egész berendezés, a motor, a szivattyú az elektronikus szabályozással, szelepekkel, szűrővel, vízhiány kapcsolóval egy alvázkereten helyezkedik el. A szükséges minimális tápnyomás a kavitáció kiküszöbölése érdekében min. 1,5 bar. A háromdugattyús szivattyú egy biztonsági és váltószelepen keresztül csatlakozik a 2000 bar-os 20 m-es tömlőhöz. A pisztoly elektromosan vezérli a szivattyút.

Amikor a ravasz meghúzásával a dolgozó jelet ad, a szelep munkaállásba kapcsol és a motor fordulatszáma elkezd emelkedni. A fordulat addig emelkedik, amíg a kívánt és beállított nyomást a szivattyú el nem éri. Ez egyben azt jelenti, hogy a berendezés folyamatosan követi a változásokat és a menetközben kopó fúvókák ellenére állandó nyomással és hatékonysággal dolgozik.

A hatékonyságot rendkívül erősen befolyásolja a pisztoly végén dolgozó szerszám. Ez általában felülettisztítás esetén RWD 2000 típusú hatfúvókás forgófej. A fúvókák zafír betétesek, a furat 0,27 mm. A fej fordulatszáma örvényáramú mágnesfékkel állítható be. Mélységi munkákhoz, betonvas feltárásához az egyenes sugarat, vagy a nagyobb teljesítményt nyújtó, de rendkívül drága MONRO JET fej használható.

Munkák az URACA RS 716-os szivattyúval:

A berendezést alapvetően betonfelületek tisztítására használjuk, de nem csak erre. Dolgoztunk vele a százhalombattai erőműben, ahol a kazánok füstgázoldalán a csövekre kirakodó és nagymennyiségű nehézfém oxidot tartalmazó szennyeződést kell eltávolítani.

Szinte az egyedüli termelékeny eljárás műanyag bevonatok eltávolítására. Ilyen munkát kaptunk a 3-as autópályán, ahol a só-védő réteget kell lemaratni. Más eljárással pl. égetés, homokfúvás, mechanikus leválasztás, a feladat nem volt megfelelő termelékenységgel megoldható. A szivattyúval kb. 10 m^2/óra teljesítményt értünk el.

– Betonfelület előkészítése rekonstrukciós munkáknál. A Borsodi Sörgyárban a homlokzati elemek erősen korrodáltak. A laza, korrodált betonrészek eltávolítása 2000 bar-ral nagy teljesítménnyel, jó hatásfokkal történt. Az elért teljesítmény 15-18 m^2/óra volt.

– 22 nyílást vágtunk egy 30 cm vastag födémbe, ahol a mechanikus eljárást a statikus nem engedélyezte.

– Vasbeton áthidaló felújításánál 8 cm vastagon bontottuk el a betont MONRO JET fej segítségével.

Összefoglalva megállapítható, hogy a vízsugaras betontisztítás, előkészítés javításra, rendkívül előnyös és rohamosan terjedő eljárás. A növekvő igényekre válaszul az URACA gyár elkészítette az RS 724-es 2000 bar-os szivattyút, mellyel két pisztollyal lehet egyidőben dolgozni. A HydroDynamic Kft. folyamatosan kapcsolatban van a gyártóval és birtokában van a legfejlettebb eljárásoknak ugyanakkor forgalmazza a szivattyúkat és eszközöket.

CLAUDE DUCHESNE, FRANCOIS LASLIER / Siplast SA.

Hidak, felüljárók szigetelése

1. A SIPLAST bemutatása

A SIPLAST vezető helyet foglal el a francia piacon a francia gyártású bitumenalapú és módosított bitumenes szigetelőlemezek terén. Tulajdonosa nyolc év óta az ICOPAL dán csoport, Európa ezen termékekből első számú gyártója.

Franciaország:	árbevétel: 800 M FRF
	létszám: 450 fő
2 gyár:	Mondobleau (41)
	és Loriol (26)
USA-beli leányvállalat:	árbevétel: 250 M FRF
	létszám: 100 fő
1 gyár:	Arkadelphiában (Arkansas)
Kereskedelmi egységek:	Németország
	Kanada
	Egyesült Arab Emirátusok
	Spanyolország
	Olaszország
	Svájc
	Cseh Köztársaság
	Japán
	Szingapúr
Termékskála: 5 termékcsalád	
	– Magasépítési víz elleni szigetelések
	– Mélyépítési víz elleni szigetelések
	– Tetőfedések
	– Nyílászárók
	– Födémek

Műszaki szolgáltatások:

– Mondobleau-i telephelyén a SIPLAST rendelkezik egy *állandó szakképzési központtal*, amely egyhetes tanfolyamok keretében oktatja a hallgatóknak a különféle technológiákat.

– *Bemutató személyzet:* a SIPLAST rendelkezik egyebekben egy bemutató csoporttal, amely bármely építési helyen képes az első felhasználókat betanítani a termékek beépítési technológiáira.

– *Telefonos segélyszolgálat*: állandó műszaki ügyeletünk áll a beruházók, fővállalkozók és kivitelezők rendelkezésére bármely műszaki probléma megoldásával, a vázlattervtől a kivitelezésig.

– *Minőség:* a SIPLAST minden termékére rendelkezik az ISO 9002 minősítéssel.

2. Víz elleni szigetelés az út- és hídépítésben

Az út- és hídépítési víz elleni szigetelésekkel megoldható az alábbi létesítményfajták teljes vízzárósága:

– Közúti- és vasúti hidak
– Alagutak és földfelszín alatti létesítmények
– Vízügyi létesítmények, víztározók, völgyzáró gátak, stb.
– Utak: repedezettség elleni szigetelés
– Környezetvédelmi létesítmények.

Az előregyártott bitumenes lemezek gyárthatók 1,00-4,00 m szélességben és akár 80,00 m tekercshosszig. Ez különösen érvényes a víztározó medencék borítására alkalmazott geomemb-ránokra, még 2,00 m szélességben is, különleges technológiával felhordva régi kőművesszerkezetű ívhidaknál (**TERANAP TP).**

Agresszív talajok esetére a SIPLAST ajánlja a felhasználóknak 1,5-3 mm vtg , nagyszilárdságú polietilén (HDPE) lemezeit a **GEONAP** termékcsaládból, vagy **HYDRONAP** márkanéven a polipropilén (PP) lemezeket, amelyek fektetési technológiája eltér a bitumenes lemezétől (hőlégfúvás a nyílt lángú melegítőlámpa helyett).

3. Hidak víz elleni szigetelése

Kétféle aljzatra, u.m. – beton és
– acél

A víz elleni szigetelés feladata:

– megakadályozni az agresszív víz beszivárgását a beton repedéseibe, aminek következtében

– a beton megrepedezik a fagyás-olvadás miatt
– megváltoznak mechanikai tulajdonságai
– rozsdásodnak a vasbetétek és feszítőkábelek.

A víz elleni szigetelés gyártmányskálája:

1. csoport: aljzatra tapadó műgyanta bevonat
2. csoport: aszfaltok
3. csoport: előgyártott egy- vagy kétrétegű lemezek bitumenes beton koptatóréteggel
4. csoport: útépítésnél használatos gépesített bitumenes eljárások.

Az egyes országokban a szokásoknak, az aljzat jellegének és az adott követelményeknek megfelelően választják meg a megfelelő technológiát.

4. PARAFOR PONTS hídszigetelő-rendszer

A lemez leírása

Egyrétegű előregyártott, SBS modifikált bitumen alapú szigetelőlemez:

Előregyártott SBS Bitumen-elasztomer bázisú szigetelőlemez nem szövött poliészter háló erősítéssel és kerámiaőrlemény felületvédelemmel.

A lemez jellemzői

Tulajdonságok		Bevizsgálás	Mértékegység	Érték
Vastagság a hegesztősávnál		–	mm	4,0 (-5%)
Egységtömeg		–	kg/m²	6,0 (-5%)
Rugalmasság Ø2 mm-es tokmányon		módosított NFP 84-350	°C	-20
Hosszirányú nyúlás hősokk nélkül	20 °C 100mm/mn	LCPC,1979.dec.	%	54
Hosszirányú nyúlás hősokkal	20 °C 100mm/mn	LCPC 1979.dec.	%	57
	-10 °C 10mm/mn		%	42
Hosszirányú törőszilárdság hősokk nélkül	20 °C 100mm/mn	LCPC 1979.dec.	daN/cm	18
Hosszirányú törőszilárdság hősokkal	20 °C 100mm/mn	LCPC 1979.dec.	daN/cm	17
	-10 °C 10mm/mn		daN/cm	24
tapadás 20 °C-on nedves betonhoz		LCPC 1979.dec.	Mpa	> 0,4
Átlyukadás 20 °C-on 500 mm/mn		NFQ 03001	daN	> 8

A rendszer jellemzői

Beton aljzaton:

– Kellősítés hidegen: Módosított bitumen oldószeres fázisban – 250-300 g/m²,100-120 g/m² maradó bitumentartalommal.
– Nyílt lángon melegítőlámpával hegesztett PARAFOR PONTS
– 7 cm átlagos vatagságú bitumenaszfalt

Az aszfalt különleges összetétele esetén a vastagság csökkenthető (5 cm).

A rendszer által nyújtott minőségi szolgáltatások

– tapadás a pályalemezhez
– mechanikai szilárdság
– vegyszerállóság
– hősokkal szembeni ellenállás
– aszfalt kompatibilitás
– öregedésállóság
– alkalmazható a műtárgy minden eleméhez

Kiviteli technológia

Két tehnológiával:

– kézi fektetés PB gázos ipari lángmelegítővel, nyílt lángon
– gépi fektetés célgéppel és hosszú (150 m) PARAFOR PONTS simítóhengerrel SACAN
– műtárgyak és mélyépítési létesítmények víz elleni szigetelése

Funkciók: – aljzat söprése és portalanítása
– kellősítő réteg felhordása
– kihengerítés, hegesztés és a vízzáró réteg ragasztása

Teljesítmény: – óránként 150 m².
Az ANVAR és az Auvergne-i régió közreműködésével készíti a SACAN

Felületelőkészítés
- betonkötés (legalább 2 hetes felület)
- aljzat felülete (homokmélység-vizsgálat)
- nedvesség
- tisztaság
  - olaj szennyeződés nem megengedett
  - rosszul tapadó anyag jelenléte nem megengedett
  - beton adalékanyag maradványok eltávolítandók
  - söprés, portalanítás
  - mosás magasnyomású vízzel
  - hézagtömítés
- hidegen felvitt kellősítőanyag
- SIPLAST primer: 250-300 g/m²

Hegesztés
- átfedések
  - oldalsó: 10 cm
  - lemezvégen: 10 cm
  - nincs kettős átfedés
  - keresztben nincs megjelenő hézag
- melegítőpisztoly (Lorch)
- kiterítő és melegítő gép
- ragasztás
- lemezélek szélezése

Falcsatlakozás és toldások
- homokszórás
- fém falcsatlakozó lemez vagy horonyképzés
- vízköpő csatlakozások
- tágulási hézag csatlakozás

Koptatóréteg
- minimális vastagság: 5 cm

5. Az előírások betartása

Francia szabályozás

– A PARAFOR PONT rendszer megfelel a C.C.T.G. (Általános Technológiai Előírások) 67.sz. kiadványában szereplő szabályzatnak.

– A rendszer megkapta a SETRA (Francia Útügyi Tudományos Intézet) Alkalmazási Engedélyét, amely
  - meghatározza a primer, a kötőanyag és az előregyártott lemez anyagát
  - a fektetési feltételeket
  - a termékek minőségellenőrzésénél követendő eljárást,
  - a rendszer bevizsgálási előírásait aszfalttal és aszfalt nélküli alkalmazásra, repedésvizsgálatra, tapadásra, vízelnyelésre, nyomvályúsodásra, penetrációra, stb.

Magyar szabályozás

– A PARAFOR PONTS rendszer megfelel az UT 2-3.406.sz „Beton pályalemezes közúti hidszerkezetek víz elleni szigetelése és aszfaltburkolatai" előírásainak.

– A Magyarországi alkalmazásra szánt PARAFOR PONTS rendszer teljesítményadatai azonosak a franciországiéval, külső megjelenése és termékösszetétele azonban attól eltérő:
  - általános felületi vastagság: ≥ 5 mm
  - NT.PY erősítőháló súlya: ≥ 200 g/m²
  - hosszú és széles lemezek húzószilárdsága: ≥ 800 N/5 cm

6. Összefoglalás

A SIPLAST SA a polimerrel módosított vagy módosítatlan bitumenes szigetelőlemez gyártására szakosodott iparvállalat. A vállalat az 1970-es években Franciaországban létrehozta az SBS módosított bitumenes kötőanyagokat, majd képes volt ipari technológiáját a víz elleni szigetelés szempontjából legfejlettebb termékek és eljárások képviselte szinten tartani. A legszigorúbb bevizsgálási módszerek, valamint az ISO 9002 minősítés biztosítják az állandó minőséget.

Az előnyös tulajdonságok megbízhatóságának másik záloga a beépítési technológia. A SIPLAST SA betartja a hazai fektetési előírásokat és alkalmazkodik termékeivel ezen feltételrendszerhez. Szakmunkásokat képez e technológiákra és az állandó segítségnyújtás érdekében jelen van a kivitelezésben is, hogy biztosítsa a legfrissebb eredmények gyors átültetését a gyakorlatba. Állandó együttműködésre van tehát szükség a gyártók, kivitelezők, hatóságok, beruházók és fővállalkozók között a felhasználó lehető legjobb kiszolgálása és a rendszer tartóssága és megbízhatósága érdekében.

VÉRTES MÁRIA / ÁKMI-Győr

A tervzsűrik és minőségellenőrzés tapasztalatai

1. Az 1997. évi hídfelújítási munkák tervzsűrizése

Az 1997. évre tervezett hídfelújítási munkák terveinek zsűrizésére 1996 novemberében került sor. Az 5 fős bizottság a közútkezelő szervezetek által készíttetett és benyújtott terveknél az alábbi kérdéseket vizsgálta meg:

– indokolt-e a felújítási igény (állapotosztályzatok, híd kora, forgalma, megtérülése fajlagos költsége, hídvizsgálatok, fényképek alapján),

– a terv formai bírálata (szükséges tervrészek, feltárások, műszaki leírás, statika, korszerűségi nyilatkozat, módosítási javaslat rendelkezésre áll-e),

– a tervvel egyet ért-e a megyei közútkezelő szervezet,

– van-e méretszámítás, költségvetési kiírás (tematikus tételrend),

– építési engedély megléte.

Összesen 71 db hídfelújítási tervet vizsgáltunk át. Ezek közül:

– 5 munkát kerethiány miatt kellett elutasítani,

– 31 hídfelújítási munka elvégzése kellően indokolt volt, és kisebb módosítások után az I. ütemű meghírdetésre alkalmasnak találtak a terveket,

– 30 munkát ugyancsak indokoltnak találtunk, de a szükséges nagyobb tervmódosítások és kerethiány miatt a II. ütemű hirdetésre illetve következő évre kellett halasztani,

– 5 hídfelújítási munka terve csak nagyobb tervátdolgozás, illetve alapvető módosítások után kerülhet újabb tervzsűrizésre és jövő évi kivitelezésre.

A tervek átvizsgálása során a kisebb módosításokat általában az alábbi munkanemeknél kellett elvégezni:

– az aszfalt pályaszerkezet felépítése nem felelt meg a forgalom nagyságának,

– a tervezett betontípusok módosítása a sókorrózió figyelembevételével, (szilárdsági osztály, fagyállóság, vízzáróság),

– a konkrét márkanevek helyett az általános követelmények megfogalmazása szükséges a szigetelési, betonvédelmi munkáknál,

– vízorr kialakítása nem volt megfelelő.

2. Az 1996. évi minőségellenőrzési tapasztalatokról.

Nagyon fontos a közúti hídszerkezeteknél a korróziós károk csökkentése megfelelő védőbevonatok alkalmazásával.

A közúti acél hídszerkezetek korrózióvédő bevonataként un. vastagbevonatokat használunk, amelyek előírt legkisebb vastagsága 240-250 µm. A KO-K1 (Sa 2, 5) tisztaságú acélfelületen alkalmazott festékbevonatok három rendszerét különböztethetjük meg:

– a rugalmas klórkaucsuk alapút cinkkromátos alaprétegen,

– a rugalmas epoxi-poliuretán rendszerűt cinkporos alapozóval, vascsillámos további rétegekkel,

– a merevebb alkidgyanta alapú rendszert cinkkromátos, vagy cinkfoszfátos alaprétegen, gyakran vascsillámos rétegekkel.

A nyugati festékgyártó cégek tapasztalatai szerint a rugalmas vastagbevonatok várható élettartama 18-20 év. Pl. egy hazai 13 éves klórkaucsuk rendszerű bevonaton végzett vizsgálataink ezt az élettartamot valószínűsítik.

A merevebb alkidgyanta alapú bevonat érzékeny a mechanikai sérülésekre. Ezt tapasztaltuk például egy 10 éves bevonat rácsvágásos tapadásvizsgálata során is. Ezért az alkidgyanta rendszerű bevonatokat olyan helyeken célszerű alkalmazni, amelyek nem esnek az úthasználók mechanikai rongálásainak hatáskörébe.

A K3 tisztaságú felületre egy rétegben felvitt epoxigyanta alapú speciális 240 µm vastag bevonat tartósságával, krétásodásával kapcsolatban rossz tapasztalataink voltak. Az ilyen bevonatra feltétlenül UV álló poliuretán alapú átvonóréteg felvitele szükséges.

Az acél hídszerkezetek mázolásánál többször kifogásoltuk, hogy az érvényes útügyi műszaki előírásban foglaltak ellenére az élekre és kapcsolóelemekre nem viszik fel a további alapozóréteget, és a műszaki ellenőr ezt nem észrevételezi. Az elmaradt többlet alapozóréteg a kritikus helyeken rontja a bevonatrendszer tartósságát.

A közúti vasbeton hidaknál a sókorrózió szempontjából kritikus elemek a vasbeton kiemelt- és járdaszegélyek, a pályalemez oldalfelülete és csatlakozó alsó 1 m széles felülete, a beton folyókák, lépcsők, valamint esetenként a hídfők és a pillérek a közúti felüljáróknál.

A védőbevonathoz felhasználandó anyagok típusának kiválasztásánál feltétlenül figyelembe kell venni az alábbiakat:

– a sókorrózió közvetlenül, vagy közvetve éri-e a szerkezeti elemet,

– vannak-e a híd tervezési és statikai rendszeréből eredő 0,2mm-nél tágasabb dolgozó repedések a vb. szegélyeken,

– egyéb igénybevételt kapnak-e a bevont vb. elemek (pl. a járdaszegélyek gyalogos vagy/és kerékpáros forgalma, stb.)

A védőbevonatok a betonon csak akkor lesznek tartósak, ha együtt dolgoznak a szerkezeti elemmel, azaz jó a tapadásuk, megfelelően előkészített, pl. homokszórt betonfelületre kerülnek felvitelre.

A bevonatrendszer kiválasztásához jó segítséget nyújthat a német műszaki szabályozás, a ZTV-SIB 90 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen) amely OS-A-tól OS-F-ig hétféle felületvédő-rendszert különböztet meg az anyag típusa, a jellemző tulajdonságok alapján. A vb. kiemelt szegélyek és járdaszegélyek belső oldalfelületére és felső felületére pl. csak kopásálló, párazáró, széndioxid diffúziónak ellenálló, repedésáthidaló bevonat rendszer alkalmazható (a ZTV – SIB 90 szerinti OS-F és OS-E jelű bevonatok).

A vb. szegélyek és a felszerezet külső oldalfelületére, valamint a felszerezet alsó felületének szélső 1 m széles sávjára, továbbá a különszintű közúti keresztezések hídjainál a felmenő szerkezetek oldalfelületére pl. rugalmas, páraáteresztő (egyenértékű légréteg vastagsága legfeljebb 2 m lehet), széndioxid diffúziónak ellenálló (egyenértékű légréteg vastagsága legalább 100 m legyen) bevonatrendszer készüljön (ZTV-SIB 90 szerinti OS-DI. és OS-DII. bevonatok).

DR. KNÉBEL JENŐ / PONT-Terv Rt.

Az oszlári Tisza-híd engedélyezési terve

1. Bevezetés

Hazánk jelenleg egyik legnagyobb hídtervezési feladata az M3 autópálya oszlári Tisza-hídjának tervezése. A híd engedélyezési tervének elkészítésére a Pont TERV Rt. kapott megbízást.

Az engedélyezési tervet két változatban kellett elkészíteni. Ezek:

a) 200 m középnyílású ferde kábeles híd

b) Mederpilléres gerenda-híd

2. Ferde kábeles híd

A hídszerkezet háromnyílású, folytatólagos, párhuzamos övű ortotrop pályalemezes acél szekrénytartó, amely a pillérek felett hídtengelyben elhelyezett pilanokra ferde kábelekkel fel van függesztve.

A híd támaszközei: 72+200+72 m

A pilon magassága a pályaszinttől: 43,0 m

A hídon 2x3 forgalmi sávos autópályát vezetnek át csökkentett szélességgel. Az elválasztó sávban elhelyezett pilon miatt a híd 1 m-rel szélesebb, mint a folyó autópálya szélessége; 33,07 m helyett 34,07 m.

A hídat nagy átmérőjű fúrt vasbeton cölöpökre alapozzák. Az alépítmények vasbetonból készülnek. A hídfőknél a merevítő tartót kábelekkel lehorgonyozzák az alépítményhez. A pályaszerkezet ortotrop lemez, trapéz hosszbordákkal. A merevítő tartó három cellás gerenda, amely 12, illetve 16 m-enként van a pilonokra felfüggesztve. A pilon acélból készül szekrényes keresztmetszettel. A kábelek iker elrendezésűek; pászmákból állnak. Cseréjük forgalom mellett is lehetséges.

Az acélszerkezetet két oldalról építik. A szélső nyílásokban indító állványzat készül. A mederpillér elérése után szerelik fel a pilont, majd a középnyílás elemeit szabad szereléssel.

Az acélszerkezet 52-es acélból készül. A kábelek 1570/1770 minőségű pászmákból vannak. A gyári illesztések hegesztettek, a helyszíniek hegesztettek, illetve feszített csavarosak.

Az acél pályalemezre 1 cm vastag szigetelés és három rétegű 12 cm összvastagságú burkolat kerül.

A híd becsült kiviteli költsége 4,75 milliárd forint.

3. Három nyílású gerenda híd

A híd három nyílású, folytatólagos, felsőpályás, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó két acél szekrényfőtartós szerkezet. Az autópálya két irányának megfelelő forgalmat két egymás melletti hídszerkezet vezeti át.

A híd támaszközei: 72+112+72 m

A két egymás melletti hídon 33,07 m össz-szélességű 2x3 forgalmi sávos autópályát vezetnek át.

A hidat nagy átmérőjű fúrt vasbeton cölöpökre alapozzák. A mederpillérek vasbeton kéregelemes technológiával készülnek. Az alépítmények vasbetonból vannak.

A pályalemez helyszínen betonozott vasbeton lemez, a szekrényes főtartók változó magasságúak, a pillérek felé parabolikusan kiékeltek. Magasságuk 2500-6000 mm. A vasbeton lemezt az acéltartóval felhegesztett csapok kapcsolják össze.

A vasbeton lemez önsúlyát az acéltartó veszi fel. A vasbeton lemez megkötése után felhordott terheket az öszvér főtartó hordja. A (-) nyomatéki zónákban a húzott betont nem vesszük számításba. E szakaszokon a lemez sűrű, vékony, repedéselosztó vasalást kap. A vasbeton pályalemezben fellépő húzófeszültségek csök-

kentésére a támaszok feletti lemezszakaszokat utoljára betonozzák. Ezzel az un. zarándoklépéses betonozási sorrenddel elérhető, hogy e részeken a vasbeton lemez önsúlyából nem keletkezik húzófeszültség a lemezben; a teljes terhet az acéltartó hordja. Ez a megoldás különösen előnyös kiékelt főtartók esetén, ahol a közbenső alátámasztások feletti (-) nyomatéki zónákban a tartó magassága is nagyobb.

Az acél főtartókat két oldalról szerelik, a szélső nyílásokban indító álványzattal. A középső nyílás szabadon szerelve készül, középen zárótaggal. Az acél főtartó szerelési egységeit úszótagra helyezett autódaruval emelik be.

A vasbeton lemez mozgatható zsaluzatban, kb. 20 m hosszú szakaszokban épül. Utoljára a közbenső főtartók feletti lemezrészt betonozzák.

Az acélszerkezet 52-es acélból készül. A vasbeton pályalemez C 25, a betonacél B 60-50 minőségű. Az acélszerkezet gyári illesztései hegesztettek, a helyszíniek hegesztettek, illetve feszített csavarosak.

A vasbeton pályalemez 1 cm szigetelést és három rétegű,12 cm összvastagságú burkolatot kap. A híd becsült kiviteli költsége 2,6 milliárd forint.

HUBERT KÁROLY / Utiber Kft.

Az első magyar koncessziós autópálya (M1) hídjainak minősítése

Az M1/M15 autópálya hídjainak minősítésére kidolgozott rendszer ismertetése: előzményei, lényege, haszna és a szerzett tapasztalatok.

Az M1/M15 autópálya sok tekintetben első volt a magyar autópálya építés rövid történetében:

– az első amelyik koncessziós formában épül, a koncesszor neve is Első Magyar Koncessziós Autópálya Rt.,

– az első ahol a Független Mérnök feladatát egy külföldi (az angol Howard Humphreys and Partners) és egy magyar (Közúti Beruházó Kft.) cég együttműködve közösen látja el,

– az első díjfizető autópálya,

– de elsőnek tekinthető a hidak minőségellenőrzésére, minősítésére vonatkozó előírások összeállítására és a vizsgálati eredmények csoportosítására kidolgozott rendszer is.

E rendszer előzményeként említendő a 80-as évek elején megjelent Minősítési és Mintavételi Terv (amely némi átalakítással összefoglaló táblázatként működik az új minősítési rendszerben).

MMT-t a hidakra és az M5 építésénél kezdtek alkalmazni, majd az M0 építésénél tender követelményként szerepelt és az összes hídra elkészült.

Lássuk most már az új rendszer lényegét.

A végeredmény felöl megközelítve egy híd minősítési anyagának fő részei a következők:

1. Minőségtanúsítási nyilatkozat

Ebben a Fővállalkozó és Alvállalkozó kijelentik, hogy a hidat a tervek alapján építették meg, végső állapotát a megvalósulási terv tartalmazza. A vizsgálati és mérési eredmények valamint egyéb bizonylatok szerint a minőség a Tender előírásainak mindenben megfelel.

2. Összesítő lap

A híd szerkezeti elemeit minősítő osztályba sorolással a *„Beton, vasbeton és feszített vasbeton hidak építése. Követelmények"* c. Útügyi Műszaki Utasítás (szabvány) alapján, mivel ezen az autópályán csak ilyen hidak épülnek.

3. Minősítési összefoglaló táblázat

Nagyon hasonlít a Minősítési és Mintavételi Tervre. Részletes csoportosításban sorolja fel az elvégzendő és minősítendő munkákat (pl. altalaj az alapozási síkon, kiegyenlítő lemez, korlátok, stb.) Minden munkához megadja az ellenőrzés módját és gyakoriságát, a vonatkozó szabványokat, az ellenőrző vizsgálati jegyzőkönyv számát, eredményét (megfelelő vagy nem) és besorolási számát a vizsgálati eredmények dossziéjában.

4. Vizsgálati eredmények

Az elején részletes tartalomjegyzék a jegyzőkönyvekről a 3. sz-nál említett besorolási szám szerinti csoportosításban, majd az összegyűjtött vizsgálati eredmények dossziéja (laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvek, műszaki ellenőri igazolások vasszerelés, zsaluzás, stb. ellenőrzéséről és elfogadásáról, egyedi vizsgálatok és szakvélemények, stb.).

Hogyan működik a rendszer a kivitelezés folyamán:

Az építés és ellenőrzés során a továbbépítés engedélyezéséhez szükséges bizonylatokat, jegyzőkönyveket a Független Mérnök megvizsgálja és a szükséges intézkedéseket megteszi (engedélyezés, új vizsgálat előírása, stb.) A dokumentumokat a Kivitelező gyűjti majd az előbbiek szerinti összeállításban a munka befejezésekor benyújtja és a Független Mérnök ellenőrzés után jóváhagyja.

Két további – részben a koncessziós jellegéből adódó – részletkérdés:

Kétnyelvűség

A Tender szerint a project hivatalos nyelve az angol, minden levélnek, tervnek, iratnak, stb. az angol változata a hivatalos. Bármely eljárásnak ez az alapja (minősítés, kártérítés, többletigény, felek közötti bírósági eljárás, stb.). A munka során hatalmas mennyiségű fordításra volt szükség. A minősítési dokumentációnak ezt úgy ésszerűsítettük partnereinkkel való egyeztetés alapján, hogy a nagy mennyiségben végzett és azonos formanyomtatványon rögzített vizsgálatok egy-egy angol nyelvű formanyomtatványát csatoltuk (pl. beton és betonacél vizsgálatok stb.) és csak az egyedi ellenőrzések, szakvélemények, vizsgálatok jegyzőkönyveit fordítottuk teljes egészében (pl. próbaterhelés, nem kielégítő eredmény esetén végzett további vizsgálatok stb.).

Terjedelem

Az előbbiekből következően is a minősítési dossziék igen vastagok lettek, az M1 hidak esetében átlagosan kb. 1000 oldal hidanként. Összeállításuk, másolásuk el is húzódott. A másolatok csökkentése és a kezelhetőség érdekében partnereinkkel megállapodtunk abban, hogy teljes dokumentációt csak a Vállalkozó, Üzemeltető és a Független Mérnök kap. A többiek (ELMKA, Minisztérium, Közlekedési Főfelügyelet) úgynevezett Összefoglalót, ami az 1-2. és 3. pontban bemutatott iratokból valamint a 4. pont szerint összeállított vizsgálati eredmények részletes tartalomjegyzékéből áll és átlagosan 50 oldal hidanként.

Összefoglalva

A rendszer az ellenőrzés és vizsgálatok végzését valamint az eredmények összeállítását és a minősítést áttekinthetővé teszi, különösen nagy munkáknál lehet hasznos. Természetesen hiányosságai is vannak, az M1 tapasztalatok alapján már próbálunk az M15-re javított rendszert kidolgozni. Remélhetőleg mások is kedvet kaptak az alkalmazásához.

DR. KOLLER IDA / UVATERV Rt.

Korszerűsítendő hidak rangsorolása új kritériumok szerint

Az előadó a tavalyi debreceni Hídmérnöki Konferencián már ismertetett tanulmány további eredményeit mutatta be.

Egy hidat akkor kell általában korszerűsíteni, ha teherbírása, szélessége vagy űrszelvénye nem megfelelő.

A közúti járművek egyre növekvő tömege, mérete és forgalma egyre nagyobb teljesítőképességű hidakat követel meg.

Az UVATERV módosította a meglévő hidakra vonatkozó szélességi és teherbírási megfelelőség határait.

Fő változtatások:

– főutakon szükséges teherbírás: „A" vagy azzal egyenértékű

– mellékutakon szükséges teherbírás: „B" vagy azzal egyenértékű.

(A KRESZ szerint 40 t tömegű járművek külön engedély nélkül közlekedhetnek az utakon, ezért kívánatos, hogy minden híd érje el ezt a teherbírást.)

– minden híd kocsipályája legalább olyan széles legyen, mint a csatlakozó út burkolatszélessége.

(Hosszabb hidakon 3,5 m kocsipályaszélesség nem megfelelő, balesetveszélyes).

Nem mindegy azonban, hogy egy híd **milyen mértékben nem felel meg** ezeknek a követelményeknek.

Eddig a teherbírás- és szélesség szerinti megfelelőséget csak két osztályzattal jellemezték. (1. megfelelő, 5: nem megfelelő). A nem megfelelőség mértékének megadására az UVATERV közbenső osztályzatokat javasolt. Ezeket egyszerűsített táblázatokban bemutatta az előadó.

A hidak korszerűsítésének szükségességét a tanulmány egy **„K" korszerűségi szám** bevezetésével jellemezte. Ennek értékét minden kiemelt hídra meghatározta.

Kiemelt hidak: nyílás, hosszúság, anyag, helyzet (pl.: villamosított vasút feletti) vagy egyéb más szempontból meghatározott kritériumok szerint fontos hidak.

Darabszámuk (600 db) alig több, mint a teljes hídállomány (5600 db) 10 %-a, felületi arányuk viszont 55 % feletti.

A **„K" korszerűségi számot** több variáns kidolgozása után az UVATERV a Közútkezelő Közhasznú Társaságok észrevételeinek figyelembe vételével véglegesítette.

$$K=K_1^2+K_2^2+K_3^2$$

K_1 – a híd megfelelőségére jellemző szám

K_2 – a híd állapotát jellemző szám

K_3 – a hídhoz csatlakozó út jellemzőit, forgalmát mutató szám

$K_1 = T + Sz + Ü$

ahol

T : a teherbírás szerinti megfelelőség osztályzata
Sz: a szélesség szerinti megfelelőség osztályzata
Ü : a magassági űrszelvény szerinti megfelelőség osztályzata

$K_2 = (Á_A + Á_F) \times \frac{1}{2} + \Sigma_A \Delta_F \times \frac{1}{2}$

ahol

Á : híd-állapot osztályzatai
($Á_A$ - alépítmény, $Á_F$ - felszerkezet)
Δ : amennyiben $Á > 3$
Δ_A: $Á_A - 3$
Δ_F: $Á_F - 3$

$K_3 = F + V$

ahol

F : forgalom nagyságtól függő osztályzat
V: a híd környezetében az út vonalvezetésének osztályzata

$K_{min} = 6 \qquad K_{max} = 242$

A forgalom nagyságától függő osztályzatok kialakításához a legnagyobb fajlagos forgalmú kialakításához a legnagyobb fajlagos forgalmú hidak forgalmi adatait, valamint a K_1, K_2, K_3 tényezők arányait színes oszlopdiagramokon mutatta be az előadó.

A legfontosabb korszerűsítendő hidakat kb. 40 db. színes dián is bemutatta.

A „K" korszerűségi szám a híd korszerűsítésének szükségességét adja meg. A hídkorszerűsítések ütemezésének meghatározásánál további szempontok:

– a híd úthálózatban betöltött szerepe
– úthálózat fejlesztési tervek
– a hiddal kapcsolatban lévő egyéb hatóságok (MAV, Vízügyi, stb.) tervei
– a híd kora
– a híd legutóbbi felújításának időpontja, stb.

A fontos korszerűsítések megállapítása mellett a tanulmány foglalkozott a *hídkorszerűsítések módjának megadásával is.*

A különböző hídtípusok teherbírásának növelésére és szélesítésére módszereket javasolt táblázatokban, a megvalósult megoldások ábráival illusztrálva.

A teherbírás növelésének módjait bemutató ábrát megvalósult korszerűsítéseket ábrázoló színes diaképek egészítették ki, az egyes megoldások előnyeit és alkalmazhatóságának lehetőségeit is ismertetve.

A bemutatott korszerűsítendő és korszerűsített hidak sokfélesége rávilágít arra, hogy az általános irányelvek felhasználásával minden hidra egyedileg kell a legjobb és leggazdaságosabb korszerűsítési módot meghatározni.

MÁTYÁSSY LÁSZLÓ / PONT-Terv Rt.

A szolnoki ártéri Tisza-híd erősítése

1. Az eredeti szerkezet ismertetése

A 4. sz. Budapest – Debrecen elsőrendű főút 99 + 659 és 99 + 923 km szelvényei között helyezkedik el a szolnoki ártéri Tisza-híd. A jelenleg is álló szerkezet 1960-ban épült.

A felszerkezet egyenes tengelyű,17 nyílású, nyílásonként kéttámaszú, merőleges vasbeton gerendatartók sorozata, 10,10 + 15 * 16,20 + 10,10 m alépítményi tengelytávolsággal.

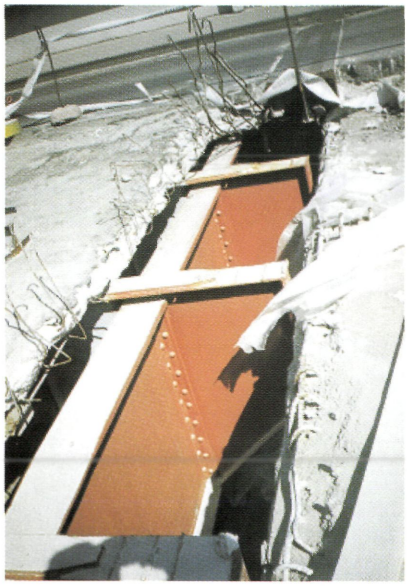
A szélső nyílásokat takaréküreges monolit vasbeton lemezzel tervezték. A közbenső nyílásokban 8-8 db 15,70 m támaszközű, hosszirányban 5-5 db előregyártott szekrénytartó elemből utófeszítéssel összekapcsolt vasbeton gerendákat helyeztek el. A támaszkereszttartóknál és a 3-3 db közbenső kereszttartónál keresztirányú utófeszítéssel dolgoztatták együtt a hosszgerendákat. Az előregyártott főtartóelemeket kereszt- és hosszirányban 3,5 cm széles kibetonozott hézaggal kapcsolták össze.

Az egyes hídmezők feszített vasbeton szerkezeteit kb. 4-4 cm légrés választotta el, amely fölött a szigetelést és a burkolati rétegeket hálóval megerősített rejtett dilatációs szerkezet segítségével vezették át.

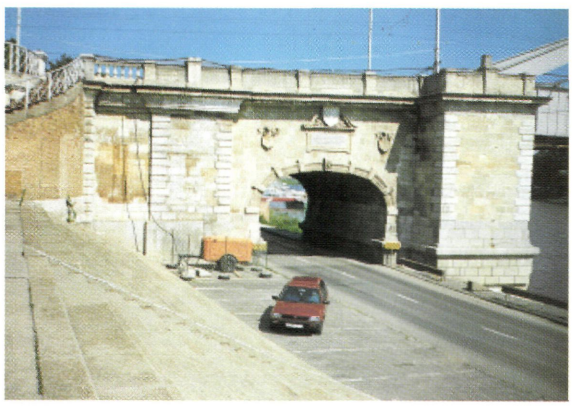
Jelentősebb hídfelújítási munkák

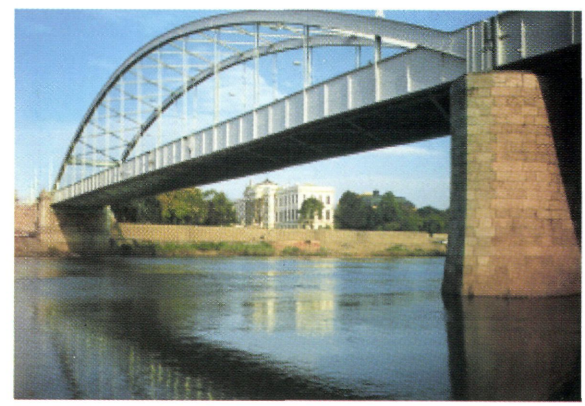
Hídépítő Rt.
1138 Budapest, XIII. Karikás Frigyes u. 20.
1371 Budapest, Pf. 458.
Telefon: 465-2200
Telefax: 465-2222

HÍDÉPÍTŐ
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

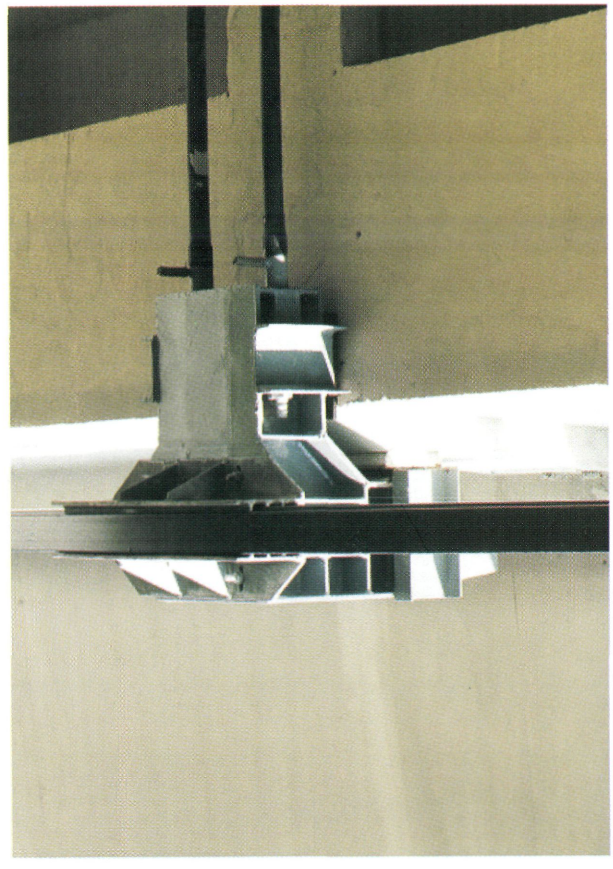


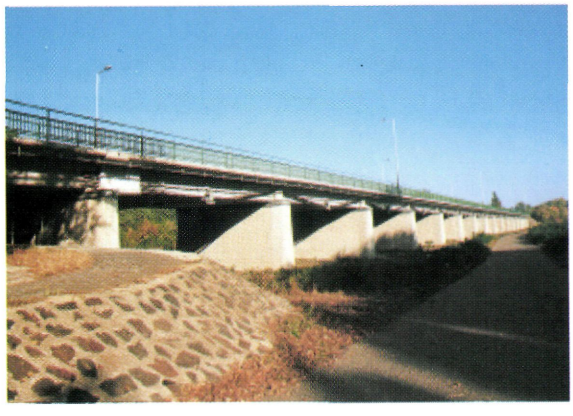
Szegedi Tisza-híd





Szolnoki Tisza-híd ártéri hidja, az ún. „százlábú-híd” felújítása és megerősítése





Budapest, Kacsóh Pongrác úti felüljáró

Mostari híd – kőkiemelés

HÍDÉPÍTŐ
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

Hídépítő Rt.
1138 Budapest, XIII. Karikás Frigyes u. 20.
1371 Budapest, Pf. 458.
Telefon: 465-2200
Telefax: 465-2222

A híd közbenső alátámasztásai vert vasbeton cölöpökre épített vasbeton alaptesteken álló tömör vasalt beton pillérek, amelyek szerkezeti gerendáin kisvasúti sínből kialakított fix. ill. csúszósaru- párra helyezték el a feszített főtartókat.

A szélső monolit hídszerkezetek vasbeton csuklóval támaszkodnak fel a szélső pillérekre, ill. a rejtett hídfő cölöpalapozással épített vasbeton ingaoszlop keretére.

1983-ban a pillérek szerkezeti gerendáit kétoldali U – 300-as gerendákon keresztülvezetett DYWIDAG rudakkal megerősítették.

2. A felújítás előzményei

A műtárgy 1992 őszi időszakos felülvizsgálata megállapította, hogy a pályaszigetelés teljesen tönkrement, a hídszerkezet szinte mindenhol átázik. A teherhordó szerkezeti részek betonja, az acélbetétek, sőt a feszítőelemek is kisebb-nagyobb mértékű korróziós károsodást szenvedtek, amelyek helyenként már veszélyes mértékűek voltak. A pilléreken elhelyezett csúszósaruk „beálltak", a szerkezeti gerendák, az acél erősítő elemek és a felmenőfalak betonfelületei korrodálódtak.

Szükség volt a szerkezet bizonyos mértékű kiszélesítésére is, ezzel a korábbinál szélesebb gyalogjárda, ill. kerékpárút kialakítása vált lehetségessé.

A felülvizsgálat megállapításai alapján 1995-ben tenderkiírás készült a híd rekonstrukciós munkáinak elvégzésére. A kiírási terv szerint a hídszerkezetet a támaszok feletti hézag kibetonozásával és új, együtt dolgozó pályalemez készítésével folytatólagos többtámaszúvá alakították, és a szélső és második nyílások között dilatációs szerkezetet építettek be a mozgások szabad biztosítására. A hídszerkezet erősítését az előregyártott tartók közötti hézagban elhelyezett, a kereszttartókba horgonyzott DYWIDAG rudas feszítéssel és a híd két szélén új, monolit gerenda erősítéssel képzelték el. A korrodált betonfelületeket lövéses technológiával felvitt 3 cm-es betonréteg szolgált.

A kiviteli munkákat a Hídépítő Rt nyerte el, a kiíráshoz képest alternatív ajánlati tervével, melyet Berkó Dezső készített. Ebben a többtámaszúsított szerkezet erősítését a híd két szélén vezetett zsírzott feszítőpászmák iránytöréséből származó erők segítségével oldotta meg. A középső kereszttartóknál elhelyezett alsó irányterők az elképzelés szerint egyben keresztirányú nyomóerőt is keltetnek, ami a szerkezetet a hosszkábelnek a széleken ható irányterő erőiből származó nyomatékok elviselésére is alkalmassá teszik.

A kiírási tervtől eltérően a felület javítására és védelmére a betonlövéses technológia helyett PROXAN javítóhabarcsot és kenést alkalmaztak.

Az alternatív ajánlat szerinti kiviteli terv elkészítésére a PONT-Terv Rt. kapott megbízást.

3. Az erősítési munkák ismertetése

A kiviteli tervben az ajánlat alapján kidolgozott erősítési eljárás lényege, hogy a hiányzó feszítőerőt a híd két szélén a I – XVI. jelű pillérek közötti szakaszon folyamatosan végigvezetett VORSPANNTECHNIK rendszerű kétszer extrudált feszítőpászmák irányterő erőivel pótoljuk.

Az irányterő erők az egyes mezők közepén elhelyezett szerkezetekre hatnak, amelyeket a hídszerkezet alatt párosával feszítőrudak kötnek össze. Ezek segítségével a szükséges keresztirányú feszítőerőt a hosszfeszítés hatásaként hozzuk létre.

Az előregyártott tartók tetején az I.-től a XVI. jelű pillérig folyamatos, 12-21 cm vastag, a tartókkal együttdolgozó vb. lemez készült.

A kiviteli terv során végzett vizsgálatok kimutatták, hogy a tartóvégek közötti rés kibetonozásával elérhető többtámaszúsítás esetén a hosszirányú mozgásokból és a terhelések nyomán előálló véglap elfordulásokból a kialakuló dupla támaszoknál befeszülés illetve többlet igénybevétel léphet fel. Ezeket az igénybevételeket a tartók közötti hézag kibetonozásával nem lehet felvenni, ezért a többtámaszúsítás elképzelése helyett csak a pályalemez folyamatossá tétele volt megvalósítható.

Az alkalmazott megoldással a híd továbbra is kéttámaszú tartók sorozatából áll, melyeket azonban a pályalemez összekapcsol. A folyamatos pályalemez a támaszok környezetében kb. 2,15 m-es szakaszon a tartókkal nem dolgozik együtt, így rugalmas lemezként a fellépő mozgások hatására alakváltozást szenvedhet. Eközben az egyes nyílások statikai váza gyakorlatilag kéttámaszú marad.

Mivel a kéttámaszú mezők közötti támasz feletti rés nem teszi lehetővé a felső irányterőnek a felszerkezeten való konstruktív elhelyezését, az irányterő erőket bebetonozott acél szerelvények segítségével közvetlenül a pillérekre adjuk át.

Ehhez a pillérek széleinek visszabontására és a irányterők alatt rövid vasbeton oszlopok építésére volt szükség. A pillér szerkezeti gerendánál keletkező keresztirányú erőket a szerkezeti gerendát összefogó már meglévő acél abroncsok konsruktív átalakításával vettük fel. Ez a megoldás az összerepedezett pillérvégek szerkezeti és esztétikai javítását is lehetővé tette.

A hosszirányú pászmák véglehorgonyzása az I. és XVI. jelű pillérek mellett, kétoldalt a szélső tartókhoz feszített vasbeton tömbök segítségével történt. A tömbök keresztfeszítését szintén VT zsírzott pászmákkal oldottuk meg, felül a pályalemezbe betonozva alul pedig a tartók alatt vezetve. Az alsó pászmák nyomóerejét a tartók között utólag betonozott vb. lemezek veszik fel.

Az I. és XVI. jelű pilléreknél a folyamatossá tett felszerkezet szakasz dilatációs mozgásait acéllemezbetétes műgumi saruk elhelyezésével tettük lehetővé. Ennek érdekében a szerkezeti gerendák tetejét a

szélső feszített mezők végeinek egyidejű megemelése mellett – annak levésése után át kellett alakítani, majd a neoprén sarukat TIPOX ágyazó habarcsba ültetni.

A szélső nyílások monolit takarékürege lemezeinek felső felületét levésték és fúrt lyukakba beragasztott betonacélok segítségével együttdolgoztatott vasbeton lemez rábetonozásával erősítették meg. A hídfő felöli végeken a vb. lemezhez és az együttdolgoztató új lemezrészhez csatlakozó vb. szárnyfalak zárják le a járda alatti mezőt.

4. A pályaszerkezet

Az új pályalemez két ütemben a forgalom fenntartása mellett, a meglévő kiegyenlítő réteg elbontása után készült. Az együttdolgozásról az előregyártott tartókba fúrt lyukakba TIPOX-al ragasztott betonacél kampók gondoskodnak. A támaszok feletti hajlékony vasbeton lemezt sürű, kis átmérőjű vasalással készítették, hogy mind a rákerülő jármű terheket, mind a tartóvégek mozgásából keletkező alakváltozásokat elviselje. A lemez betonozása előtt a feszített tartók tetejére 0,5 cm vastag, rugalmas, zártcellás műanyag lemezt helyeztek el, hogy szilárdulás után a lemez és a tartóvég mozgása szabad legyen.

5. Alsó iránytörő szerkezet

Az alsó iránytörő 52-es minőségből készülő, „L" alakú hegesztett acélszerkezet, melyet alul 2 db Ø32 feszítőrúd köt össze. A külön darabból készülő iránytörő nyerget horgany bevonattal látták el, majd a ovális lukakba fűzött csavarok segítségével erősítették a szerkezet felső részéhez. Ez lehetővé tette a nyergeknek egy egyenesbe állítását, majd rögzíttetését.

Az iránytörő saru elhelyezése előtt a felfekvő betonfelületekre PROXAN habarcsba fektetett peremes acéllemezeket helyeztek el. Ezekre ragasztották fel a feszítés és hőmozgás közbeni alakváltozások felvételére alkalmas 400-150-21 mm-es neoprén sarukat.

'Az egymással szembeni iránytörők elhelyezése a rudakkal összefűzött állapotban, együtt történt.

6. Felső iránytörők

A felső iránytörő szerkezete a pillérre épített vasbeton oszlopokból és az ezekbe betonozott acél nyergekből áll. Az acél felületét itt is horgany bevonattal látták el.

A felső iránytörők a pilléreket a szélein terhelik, emiatt a szerkezeti gerendákban keresztirányú húzóerők keletkeznek. Ezen erők felvételére, – valamennyi pilléren – a jelenlegi feszítőrudas átfeszítés tehereloszto acél U tartóit a két végén NF csavarokkal összehúzott acél pántokkal egészítették ki.

7. A kábellehorgonyzó tömbök

A kábellehorgonyzó tömbök az I. és a XVI. pillér mellett, a szélső tartók két oldalához betonozva készültek. Bennük helyezték el a hosszirányú kábelek lehorgonyzásaihoz készülő burkolócsöveket és a lehorgonyzó elemeket.

A lehorgonyzó tömböket a pályalemezben és a tartók alsó síkja alatt elhelyezett zsírzott VT-CMMO2-150 feszítőkábelekkel feszítették a tartók oldalára. A feszítőerő bevezetéséről az így keletkező súrlódó erő és az együtt betonozott pályalemez együttesen gondoskodik. A fenéklemezben keresztirányban ébredő nyomóerő felvételére a tartók között monolit vasbeton lemez készült.

8. A feszítés

A hosszfeszítés a felszerkezet két oldalán elhelyezett 4-4 db VT CMMO4-150 kétszer extrudált kábelek segítségével történt. A feszítés előtt el kellett készíteni a pillérek kiegészítését a felső iránytörők vasbeton oszlopaival együtt. Ugyancsak meg kellett építeni – a pályalemezzel összebetonozva – az I. és XVI. pilléreknél készülő lehorgonyzó tömböket a keresztfeszítő kábelekkel. Ugyanezen pilléreknél a szerkezeti gerenda átalakítását és a neoprén saruk elhelyezését is el kellett végezni.

A pályalemez és a gyalogjárók elkészítése után helyezték el az alsó iránytörő szerelvényeket. A kétoldali iránytörőkből és feszítőrudakból összeállított szerkezeteket a gyalogjárón létesített lukakon keresztül feszítő rudakkal emelték fel a beépítési helyére.

Az emelő feszítőrudak a szerelés idejére is a helyükön maradtak és ezzel – a függőleges rudak járdához feszítésével – egyrészt lehetővé tették a hosszirányú pászmák befűzésekor az alsó iránytörők stabil rögzítését, másrészt a hosszfeszítés alatt az összekötő feszítőrudak nyúlásainak ellenőrzésére is módot nyújtottak.

Az alsó iránytörők beállítása és rögzítése után fűzték be a hosszirányú kábeleket alulról felfelé 1-1 db 04-es kábelt.

A feszítés a lehorgonyzó tömbök keresztirányú VT-CMMO2-150 kábeleivel kezdődött. A hosszkábelek feszítése előtt a keresztirányú feszítőrudakat is megfeszítették az első hosszpászma által indukált erő mértékéig. A második kábel feszítése előtt a keresztirányú feszítőrudakat újra meg kellett húzni.

9. Egyéb munkálatok

A tartók külső felületét PROXAN javítóhabarcs kiegészítés és a fémfelületek passziválása után PROXAN kenéssel látták el.

A támaszoknál a tartóvégek közötti rést megtisztították és a véglapok a külső felületekhez hasonló kezelést kaptak.

Az új pályalemezen új konzolos kerékpárút és járda készült. A konzolnyomaték felvételéről a feszített tartókba ragasztott HILTI feszítőékbe csavart betonacél kampók gondoskodnak.

A hajlékony pályalemez szabad mozgásának elősegítésére a járdák a támaszok feletti 2 m-es szakaszon nincsenek leerősítve és a járdalemezek minden támasz felett megszakadnak. A 2 cm-es építési hézagba SIKA (M22) szalagot helyeztek, majd CONCRETIN TG1O-el öntötték ki.

10. Fontosabb adatok

A hídfejújítás időpontja : 1995-1996
Az ajánlatot készítette : Hídépítő Rt Berkó Dezső
Tervező : PONT-Terv Mátyássy László
Építésvezető : Hídépítő Rt Ötvös Sándor
A híd teljes hossza : 263, 2 m
A folytatólagossá tett szakasz hossza : 243 m
A pályalemez minősége a szélső nyílásokban: C20
A feszített tartókon: C30
A lehorgonyzótömb: C30
A járda és kerékpárút: C25-24/KK-Vz4-f50
Hosszirányú kábelek :
VT-CMMO4-150 kétszer extrudált VORSPANN TECHNIK zsíros pászmák
Felhasznált hossz: 1989 m
Keresztirányú felső kábelek:
VT-CMMO2-150 egyszer extrudált VORSPANN TECHNIK zsíros pászmák
Felhasznált hossz: 264 m
Keresztirányú kábelek:
VT-CMMO2-150 kétszer extrudált VORSPANN TECHNIK zsíros pászmák
Felhasznált hossz: 238 m
Kábel anyagminőség: ST 1570/1770 Lg (Ö-NORM B 4258)

HORVÁTH ADRIÁN / FŐMTERV– Fővárosi Mérnöki Tervező Részvénytársaság

Budapest kincsei a Duna-hidak

1. Bevezetés: A budapesti közúti Duna-hidak élettörténete dióhéjban

A Duna két partján elterülő Pestet és Budát, az állandó átkelési lehetőséget nyújtó hidak építése tette egy várossá. Ahogy a város a hídjainak köszönhette létét, úgy a hidak is osztoztak a város sorsában. A II. világháborúban, Budapest ostromakor minden működő Duna-hidunkat felrobbantották.

2. Az 1976. évi felújítási program alapelvei és végrehajtásuk

A háborús rombolás után újjáépített hidakon a bécsi Reichsbrücke katasztrofális összeomlásáig csupán napi karbantartási munkák folytak. A szomszédban bekövetkezett szerencsétlenség ráirányította a figyelmet a megelőző vizsgálat és karbantartás fontosságára. A főváros a Fővárosi Közterület-fenntartó Vállalatot és a FŐMTERV-et bízta meg az ún. Fővárosi Hídprogram kidolgozásával. A munka irányítója Dr. Dalmy Tibor, a FŐMTERV főmérnöke volt.

Az 1976. évi felújítási program a következő alapelveket rögzítette:

– Egyszerre csak egy hídon végezhető forgalmat zavaró munka.
– A felújítás során a hidak közúti kapcsolatainak a felújítását is el kell végezni.
– Minden lehetséges intézkedést meg kell tenni a hidak átbocsátóképességének növelése érdekében.
– A munkákat az erők nagyfokú koncentrálásával, a lehető legrövidebb idő alatt kell végrehajtani.

A fenti nagyon világos és célratörő alapelvek szerint a munkákat 1977-ben, a Margit- hídon kezdték meg. A Petőfi-híd (1979-80) és a Szabadság-híd (1980-81) pályaszerkezetének cseréje, az ellensúlyszekrény helyreállítása után az Árpád híd átépítése és szélesítése került, sorra. 1985-ben az Erzsébet-hidat vették munkába. 1985-86-ban a Szabadság-híd korrózióvédelmi munkáit végezték el. Ekkor roppant meg a budai déli oldali 6-os rácsoszlop, a járdaszerkezeten átmenő szakaszán. Megvizsgálták az összes főtartóelemnek a tönkrementtel hasonló helyzetben lévő részeit, s a szükséges megerősítéseket is elvégezték. Az első nagy felújítási ciklus a Lánchíd rendbetételével 1987-89 -ben fejeződött be.

A nagykörúti villamospálya átépítése vonta magával a Petőfi-híd pályaszerkezetének felújítását 1996-ban. Jelenleg második éve folyik a Szabadság-híd minden egyes szerkezeti elemére kiterjedő részletes állapotrögzítő felmérés és felülvizsgálat. Megkezdődött a Margit-híd felülvizsgálata is.

3. Az egyes hidakról tett főbb megállapítások 1989-93-ban

Az első (két) nagy felújítási ciklus után 1989-ben és 1993-ban készült egy-egy hídfelújítási program. Az első még teljesen az 1976-os alapelveken állt. Az 1993. évi program az 1996. évre tervezett budapesti Világkiállításhoz igazodva próbálta a munkákat ütemezni. Az akkori időszak főbb megállapításai az alábbiak voltak:

Az *Árpád-hidat* alapvetően rendben találták az átépítés után. A nyomvályúsodó burkolat egy részét helyreállították.

A *Margit-hídon* súlyos korróziós károsodást észleltek a vasbeton pályalemezben, elsősorban a 6-os nyílásban. Megállapították a korrózióvédelem romlásának kezdeti stádiumát az acélszerkezeten, s vizsgálat tárgyává tették a közlekedés szempontjából előnytelen geometria átalakítását a Margit-szigeti kanyarban.

A *Lánchídon* nagy keresztmetszeti veszteségeket mértek a lánckamrában lévő láncszakaszokon. A vízszigetelési próbálkozások után is mutatkoztak további gondok a pesti lánckamrában.

Az *Erzsébet-híd* maga viszonylag jó állapotban találtatott. Érdemleges korróziót a merevítő tartó külső oldalán fedeztek fel.

A *Szabadság-hídon* általánosan előrehaladott volt a korrózió. Komoly fáradási teherbírási hiányokat vélelmeztek elsősorban a pályaszerkezet elemein, s néhány nagyon kihasznált főtartó rácsrúdon. Ennek a megállapításnak a folyománya a két éve tartó részletes felülvizsgálat.

A *Petőfi-híd* legnagyobb gondja a budai oldali pillérén beállt mozgósaru, melyet azóta kicseréltek. Az acélszerkezet korrózióvédelmének leromlását is megállapították.

4. Az azóta végzett vizsgálatok és nyert tapasztalatok

A Szabadság-híd részletes felülvizsgálatát 1995-ben kezdte meg a FŐMTERV Híd- és Szerkezettervező irodája. Az első vizsgálatok arra mutattak, hogy az előző vizsgálatok megállapításait nem igazolják a tapasztalatok. A fáradási megengedett feszültséget sokszorosan meghaladó állapotúnak ítélt elemeken a tönkremenetel legkisebb jelei sem mutatkoztak. A fárasztó-igénybevételek részletes elemzésével, valószínűségelméleti számításokkal, gyakorlati forgalmi vizsgálatokkal és a legkorszerűbb fáradási elméletek alapján készült számításokkal igazoltuk, hogy a fáradásra kihasznált elemek száma nagyon kicsi, s azok is megerősíthetők. A későbbi részletes felülvizsgálat kimutatta, hogy ezeknek az elemeknek az eddig feltételezett geometriája a valóságban kedvezőbb (nagyobb szelvények), a figyelembe vett, utólag készült keresztirányú varratok kedvezőbb helyeken vannak, s adott esetben a szerkezeti elemeken a feszültségváltozások is kisebbek az előző szakvéleményekben számítottaknál (számításba nem vett rácsos tartó hatása). Nagyon súlyosnak ítéljük viszont a szerkezet korróziós állapotát. Egyes helyeken a korrózió már számottevő csökkenést okozott az összetett szelvények bizonyos elemein. A főtartó rudak osztott szelvényeit összefogó andráskeresztek alatti korrózió már a főtartóelemek teherbírási állapotát veszélyeztette, ezért azok cseréjét elő kellett írni.

A Petőfi-híd felújítása során a vasbeton pályalemez felső rétege bizonyult elégtelen szilárdságúnak. Ki kellett cserélni a vízzáró dilatációs szerkezeteket is. A járdák vasbetonszerkezetei gyakorlatilag teljesen tönkrementek.

A Margit-hídon a vizsgálatok csak most kezdődtek el. Annyi már ma is megállapítható, hogy a vasbeton pályalemezről tett előző megállapítások erősen túlzóak voltak. A szerkezet a szigetelés átázásának környezetében kezdett csupán – lokálisan – leromlani, de állapota ma még nem okvetlenül sürgeti a beavatkozást. Az elkövetkezőkben ügyelni kell arra, hogy a további állagromlást megállító beavatkozás ne késsen annyit, hogy ezzel a költségek exponenciális emelkedését vonja maga után.

5. A következő felújítási ciklushoz javasolt új alapelvek

Az 1976. évi hídprogramhoz hasonlóan célszerűnek látjuk rögzíteni egy új hídprogram alapelveit. Az akkor megfogalmazott téziseken csak annyit változtattunk amennyit megkövetel az új gazdasági környezet és amennyit az azóta összegyűlt tapasztalatok és a modern mérnöki szemlélet is indokol. (Az előző alapelvekhez képest új részeket dőlt betűvel szedtük. Zárójelben rövid magyarázatot közlünk.)

– Egyszerre csak egy hídon végezhető forgalmat zavaró munka.

– A felújítás során *lehetőleg* a hidak közúti kapcsolatainak a felújítását is el kell, végezni. (Nem engedhető meg, hogy a közúti kapcsolatok felújításához szükséges források hiánya miatt a hidak állapota tovább romoljék.)

– *Minden lehetséges intézkedést meg kell tenni a hidak eredeti funkciójának megőrzése érdekében.*

(A Duna-hidaknak a folyó két partját összekötő tömegközlekedést kell alapvetően szolgálniuk. Messze vagyunk még attól, hogy csak esztétikai élményt nyújtó műtárgyakként tekinthessünk belvárosi hídjainkra, ha egyáltalán így lesz a jövőben valamikor.)

– *Minden lehetséges intézkedést meg kell tenni a hidak megőrzése érdekében.* (A budapesti Duna-hidak a világon páratlan mérnöki-esztétikai együttest képviselnek. A hidak funkcionális és esztétikai harmóniája, tájbaillesztettsége pótolhatatlan értéke nemcsak hazánknak, de a világnak is.)

– A munkákat az erők nagyfokú koncentrálásával, a lehető legrövidebb idő alatt kell végrehajtani.

– A fenti alapelveket a költséghatékony megoldások megkeresése útján kell kielégíteni.

(A hidak felújításához a szükséges forrásokat meg kell szerezni. A döntéshozók meggyőzéséhez a pénzügyi szakemberek szempontrendszerét is ismerni kell. A fenti kijelentés nem okvetlenül a legkisebb kezdeti költségű megoldás választását jelenti. Erről is meg kell győzni az illetékeseket.)

Az 1976-os alapelvek közül kényszerűen kimaradt az átbocsátókapacitások növelésének keresése. Ezt ma már nem szabad javasolni sem, pedig nem biztos, hogy így van jól.

6. Összefoglalás

– A budapesti Duna-hidaknak páratlan történeti és esztétikai értékük van.

– A Dunán a forgalom nem tud „átszivárogni".

– A Duna-hidak felülvizsgálatánál a legalaposabban, a legkorszerűbb elvek és eljárások alkalmazásával kell eljárni.

– A Duna-hidak felújítását koruk, erkölcsi értékük és közlekedésben betöltött szerepük tudatában kell elvégezni.

– Az új Duna-híd(ak) tervezésénél és építésénél alapvető szempont kell legyen a meglévő hídegyüttes páratlan esztétikája.

NAGY ZSOLT – NÉMETH TAMÁS / FŐMTERV – Fővárosi Mérnöki Tervező Részvénytársaság

A Szabadság-híd felülvizsgálatának és felújításának tanulságai

Minden statikusnak szép feladatot jelent meglevő, koros tartószerkezetek fáradásának vizsgálata. Egy százéves, hányatott sorsú, naponta emberek tízezreit szolgáló, villamosok százait átvezető, a fővárosi tömegközlekedés egyik ütőerét képező hídszerkezet vizsgálata pedig rendkívüli kihívásnak tekinthető. 1994-től kezdődően a híd jelenlegi állapotának és terhelhetőségének meghatározása céljából Társaságunk részvételével vizsgálatsorozat kezdődött, melynek egyik kiemelt feladata a híd fáradással kapcsolatos viselkedésének vizsgálata. E különleges élményt jelentő munka tapasztalatából szeretnék néhányat bemutatni.

Előljáróban feltétlenül szólni kell a fáradásvizsgálat bizonytalanságairól, soktényezős voltáról, ezen belül is kiemelten a fáradás és a ridegtörés illetve a fáradás és a korrózió összefüggéseiről.

E tényezők kölcsönhatása, különösen, ha figyelembe vesszük a nagyszámú egyéb tényezőt, amelyek a híd korábbi sérüléseiből, felrobbantásából a helyreállítás körülményeiből a helyreállításnál felhasznált anyagok és technológia jellemzőiből adódnak, különösen megerősítik a fáradásvizsgálat – egyébként is meglevő – „becslés jellegét". A bizonytalanságok tudatában sem mondhatunk le azonban arról a természetes célunkról, hogy a fáradási folyamatokról minél reálisabb képet kapjunk.

Mindent előrebocsátva tudatosítani kell az eljárástechnikai különbséget, amely új szerkezetek fáradási méretezése és meglévő szerkezetek vizsgálata között kell, hogy jelentkezzék.

Új szerkezetek méretezésekor a korábbi tapasztalatok eredményeit összegző szabványok előírásai szerint járunk el. A szabvány a méretezési filozófia szerint a szerkezet megkívánt élettartamához igazodó biztonságot tartalmaz, a szerkezet kialakításakor ezt a biztonságot adjuk meg. Mivel új szerkezetet hozunk létre, általában nincs akadálya a szabványban előírt követelmények teljesülésének.

Ezzel szemben meglevő szerkezetek értékelésekor a tapasztalat, a szerkezeten elvégzett mérések és a számítások elválaszthatatlan egységek képeznek. A tapasztalat, mint „1:1 léptékű kísérlet," alapvető fontossággal bír, a vizsgálat során az elvégzett mérések jelzik a szerkezet számítási modellben elhanyagolt, de valójában működő tartalékait, a számítások pedig – a matematikában jól ismert „csendőrszabály" szerint – mutatják, hogy melyek a leginkább kihasznált (esetenként leginkább túlterhelt) elemeink, ahol részletes vizsgálatokat ill. méréseket szükséges elvégezni.

Az utóbbi két évben elvégzett vizsgálatainknál ezt az alapelvet követtük. A vizsgálati rendszerből, mely tételes (elemenkénti) vizsgálatból, ellenőrző számításból (és ezt kiegészítő mérésekből) és nyilvántartási rendszer kiépítéséből áll, e cikkben a fáradási számítással kapcsolatos tapasztalatainkat ismertetem.

A számítás során a reális kép kialakíthatósága érdekében részben a híd múltjának minél részletesebb megismerése, részben a híd geometriai adottságainak a lehetséges legrészletesebb, a fáradásra „kihegyezett" elemzése volt szükséges.

A teherspektrum minél reálisabb közelítése érdekében beszereztük a híd fáradását döntően befolyásoló tömegközlekedés paramétereit.

A forgalom sűrűsége és a terhelő járművek jellemzői alapján a híd életének öt korszaka határolható el. Az 1910-ig terjedő gyenge forgalmú első, illetve az 1944-ig terjedő gyenge-közepes forgalmú második időszakot követően 1946-1958 között erős, ezután 1972-ig rendkívüli tömegközlekedési forgalom terhelte a hidat. A kritikus negyedik időszakban évente ~ 10 millió t/év villamosforgalom mellett igen erős buszforgalom volt a hídon, az 57 t-ás UV szerelvények dominanciájával. 1973 után a forgalom kb. kétharmadára csökkent, az elmúlt évben pedig lekerült a hídról a menetrendszerű autóbuszforgalom, a villamospálya kvázi „lezárásával" pedig rövidült a villamosok hídon tartózkodásának ideje, így a szembetalálkozások valószínűsége is.

A fáradásvizsgálatot nagy ismétlésszámmal reálisan létrejövő terhelésre kell elvégezni. Így lehetőség van arra is, hogy a kis valószínűséggel létrejövő terhelési állapotokat (pl. főtartó hatásábra teljes pozitív ill. negatív szakaszának egymást követő leterhelése, a busz és a villamos egymás melletti elhelyezése a közbenső hossztartók vizsgálatakor) ne vegyük a fáradásvizsgálat során figyelembe.

Két villamosszerelvény által terhelt szerkezeti elemek vizsgálatakor (ilyen például a középső hossztartó vagy a keresztartó) számítógépes szimulációval „vonatpárhatásábrákat" készítettünk. A szemben közlekedő villamosszerelvények eltérő fázisú találkozása teljesen eltérő jellegű feszültségváltozást ébreszthet a hossztartóban, a találkozás ritmusának megfelelően. Az értékeléskor a kis feszültségváltozások a fáradás vizsgálatakor figyelmen kívül hagyhatók, a számításba veendő feszültségváltozások meghatározásával a teherspektrum jobban becsülhető, mint a szokásosan alkalmazott durva közelítésekkel.

Mindezen, általunk részletesebben elemzett hatásoknak a figyelembevételére az MSz-07-2306/3-90T szabványtervezet is tartalmaz előírásokat. Az előírások a szerkezeti elem támaszközének, a forgalom mérőszámának, ill. a kétvágányú forgalom esetén a találkozások valószínűségének hatását veszik figyelembe.

Az „ellenállás" oldalon a szegecselt szerkezetek minősítése mellett ki kell emelni, hogy a valós geometria felvétele a meglevő szerkezetek vizsgálatakor alapfeladat. Amennyiben tervek állnak rendelkezésre, azoknak a valósággal való egyezőségét mindig ellenőrizni kell, ugyanakkor részletesen és dokumentáltan fel kell venni azokat a sérüléseket, szakszerűtlen beavatkozásokat, javításokat, korróziós károsodásokat, amelyek befolyásolhatják a vizsgálatokat.

Természetesen a cikkben felsorolt eredmények csak kis részét képezhetik annak a rengeteg tapasztalatnak, ami egy ilyen híd vizsgálata során szerezhető.

A Szabadság-híd léte egy olyan ember sorsához hasonló, aki gyermekként kis terhelést, fiatalkorában egyre nagyobb igénybevételt kapott. Felnőttkorában rendkívüli terhelést viselt, és most elérkezett öregkorába.

Az elvégzett, finomított számítások eredményeként a híddal kapcsolatos teendők között a megfelelő korrózióvédelem biztosítása, a korróziós gócok felszámolása irányába tolódott el a hangsúly. A megfelelő korrózióvédelem elkészítése – különösen, ha tekintetbe vesszük a híd fő elemei között az önsúly magas arányát – a hasznos terheléstől függetlenül is *alapvető* a híd megőrzése szempontjából.

A mai kor feladata, hogy visszagondolva mindazokra, akik e – fővárosunk talán legszebb – hídját megálmodták, megépítették, feltámasztották, helyreállították, a hídnak kijáró tisztelettel és az ennek megfelelő gondoskodással minél tovább megőrizze azt az utókornak.

POZSONYI IVÁN / PONT-Terv Rt.

Duna-hidak engedélyezési terve (Baja, Taksony, Harta stb.)

Cégünk több vonatkozásban is foglalkazik Duna-hidakkal: Jelenleg folyamatban van a bajai Duna-híd funkcionális átalakításának tervezése engedélyezési, illetve tender szinten.

A Dunán nemcsak nagy folyami hidakra van szükség, hanem a Dunaágakat is át kell hidalni. Egy ilyen jelentös Dunaág-híd rekonstrukciójának tervezése fejeződött be a közelmúltban, ez a taksonyi Kis Dunaág-híd.

A dunamentí tájrehabilitációk keretében Rácalmáson és Hartán terveztünk két kisebb Dunaág-hidat, melyek jó példái a természeti környezet figyelembevételének a hídépítéseknél. Cégünk foglalkozik egy jövőbeni Duna-híd elképzeléssel is, ez a mohácsi Duna-híd.

A Mohácsi Duna-híd alapítvány, illetve a Mohácsi Önkormányzat felkérésére többváltazatos döntés-előkészítő tanulmánytervet készítettünk.

Miután egyértelműen bebizonyosodott, hogy a bajai Duna-híd jelenlegi állapota tarthatatlan mind a közút mind a vasút szempontjából, keresni kellett a lehetőségeket, melyek bizonyos észszerű kompromisszumok árán megoldást adnak.

Több lehetőséget vizsgáltunk.

– Új nyomvonalon, új híd létesítése a magas költségek miatt rövid időn belül nem valósulhat meg.

– Felmerült a jelenlegi pillérek felhasználásával a rácsos híd oldalirányú eihúzásával új fetszerkezet létesítése. Itt is magas költségekkel kellett számolni és az eredmény esztétikai szempontból valamint a vasút szempontjából nem volt kielégítő.

– A harmadik változat egy BME Acélszerkezeti Tanszéke nevezetesen Dr. Szatmári István docens – által javasolt ötlet alapján született.

Ez az ötlet a jelenlegi konzolok megerősítésével kívánta szétválasztani a közúti és vasúti forgalmat.

A megoldással kapcsalatban mintegy egy évvel ezelőtt már volt egy KTE által szervezett vitadélután, ahol többen kifejtették véleményüket a szerkezeti megoldásról. A bírálatok főleg a híd látványát féltették a várható beavatkozástól.

A PONT-Terv Rt. először arra kapott megbízást, hogy statikai és szerkezeti szempontból vizsgálja meg az ötletet. A vizsgálatunk azt mutatta ki, hogy az ötlet megvalósítható. Azonban célszerű néhány szerkezeti

változtatást végrehajtani ahhoz, hogy a létesítmény gazdaságosan kivitelezhető legyen és esztétikailag is megfelelő látványt nyújtson.

Miután döntés született a beruházás megvalósításáról, az UKIG 1997 tavaszán versenytárgyalást írt ki az engedélyezési és tendertervekre, melyet a PONT-Terv Rt. pályázata nyert meg.

A tervezés elindításakor az érintettek bevonásával egy széleskörű egyeztető tárgyalást hívtunk össze a helyszínen. Ez az igények felmérésére szolgált. A tervezésnél felhasználtuk a korábbi korszerűsítések tapasztalatait és nem utolsó sorban hasznosítottuk az előző KTE rendezvényen elhangzott jogos bírálatokat. Célunk az volt, hogy a legkisebb szerkezeti beavatkozással a kocsipálya hasznos szélességének növelésével egy „A" osztályú teher átvezetésére alkalmas szerkezetet hozzunk létre, mely tartalmaz egy biztonságos kerékpárutat is.

Megszívlelve az előzetes, még ötletszinten lévő vázlatokat ért esztétikai bírálatokat, olyan megoldást kerestünk mely nem befolyásolja jelentősen a híd látképét.

Az eredetileg elképzelt rácsos felső konzolok helyett zártszelvényű karcsú konzolos kereszttartókat alkalmaztunk. A függesztőrudak helyett korszerű un. zsírzott feszítőpászmákat terveztünk.

Bemutatok egy híd keresztmetszetet, a pályabeosztás szerint: 4,30 m széles a kocsipálya. Ez a jelenlegivel egyezik, de már nem kell itt vezetni a kerékpárutat. Ez külön védett pályán halad.

A felső konzolok nem befolyásolják jelentősen a híd látképét. Itt kívánom megjegyezni, hogy 1990. előtt a hídon már voltak felső konzolok, melyek elektromos távvezetékeket tartottak. A régi keresztmetszeten látható, hogy ezek a konzolok méretüket tekintve meghaladták az általunk alkalmazott konzolokat. Ezek megléte soha senkinek nem tűnt fel. De ugyanúgy említhetném Budapesten az Északi összekötő vasúti hidat, ahol szintén vezetéktartó konzolok vannak a hídon.

Felmerült a függesztő elemek esetleges rezgési problémája is. Ezen segít függesztő kábelek feszítése, valamint az alsó harmadban elhelyezett védőcső, mely rugalmas kapcsolatával elhangolja a káros rezgéseket

Úgy érezzük, hogy sikerült – a vasúti forgalom minimális zavarásával – egy viszonylag egyszerűen szerelhető szerkezetet létrehoznunk.

Az új szerkezet használati érték növekedése (a vasút forgalmát és fenntartási munkáit nem zavaró, a legmagasabb közúti terhelési igényeket kielégítő híd) lényegesen meghaladja a befektetési összeget.

DUMA GYÖRGY / MSC Scetaroute Kft.

Budapesti Duna-hidak vizsgálatával, felújításával, tervezéssel kapcsolatos tapasztalatok

Cégünk másfél éves fennállása alatt *nyolc* Duna-, ill. Duna-ág híd különböző tervezési munkáiban volt szerencsém részt venni, ami két dolgot mutat. Egyrészt, hogy gyakorlatilag minden folyami hidunkon akad tennivaló, másrészt, hogy végre megnyílni látszanak azok a pénztárcák, amelyek idáig bizony elég szűkösen mérték a hidakra szánt pénzeket.

A Szabadság hídról, Margit hídról, Bajai Duna-hídról, a Kvassay úti Duna-ág hídról és az Északi vasúti összekötő-híd részleges felújításáról más előadóktól hallhatnak, a tervezett Adonyi Duna-ág hídról pedig talán egy másik alkalommal beszélhetek.

Két hídról szeretnék részletesebben szólni, a Gubacsi úti Duna-ág hídról, melynek felújítása már egy éve tart, valamint az Árpád hídról, melynek részletes hídvizsgálatát végezzük.

A Gubacsi híd mint a keresztmetszeten látható, valójában két önálló, két főtartós alsó pályás, rácsos acél híd, közös alépítményen. A felszerkezet 1923-24- ben készült, majd a háború után roncsaiból épült újjá. A déli szerkezet, melyen a jelenlegi felújítási munkák folynak, két közúti sávot vezet át, míg az északi szerkezeten egy közúti sáv és egy vasúti vágány van elhelyezve. A két híd egymás melletti főtartói között egy további közúti sáv átvezetésére alkalmas pálya került kialakításra. E két különálló forgalmi pálya nagyon keskeny, a vezető korlátok közötti távolság 3,00 ill. 3,20 m. Érdekességképpen szeretnék mutatni egy északi hídszerkezetet az egyik vasúti hossztartójáról, mely egyben a gerber szerkezetű híd ellensúlyait is alátámasztotta. A hossztartó gerince a felső övszögvas alatt, a beton ellensúly tömb tetejének vonalában, teljes hosszában elkorrodált, átlyukadt. A tavalyi évben végrehajtott hossztartó- és ellensúly cserét igencsak megnehezítette azaz igény, hogy az ellensúlyokat a közúti pályatábla helybenhagyása mellett kellett kiemelni. Különféle ideiglenes segéd szerkezetek alkalmazásával végül sikerült olyan bontási technológiát kidolgozni, amelynek segítségével a megbontott vasúti vágány helyén ki lehetett emelni az ellensúlyokat, és mind a négy hossztartót is, a segédszerkezetek pedig az új ellensúlyok végleges megfogását is biztosítják.

A jelenleg is átépítés alatt álló déli hídszerkezeten az időszakos hídvizsgálat során nagyszámú komoly károsodást találtunk, ezek közül csak néhányat emelnék ki. Több helyen észleltünk fáradási repedéseket, ezek mindig a háborús felújítás során szakszerűtlenül elkészített varratokban jelentkeztek. A kiköszörült varratokat hevederezéssel javíttattuk.

Sűrűn ismétlődő hiba volt az összetett szelvényű rudak András merevítései alatt megindult korrózió, amely néhol az elem-szakadásig fokozódott. A korrodált, deformálódott merevítéseket lecseréltettük, a bemaródásos megmaradó acélfelület Terrosztát masszával történő kiegyenlítése után.

Az alsó övrúd kalap-szelvénye kitűnő koszfogónak bizonyult, a benne összegyűlt, helyenként 10 cm-t meghaladó vastagságú piszok réteg a rúdszelvény egyes alkotó elemeinek vastagságát a harmadára csökkentette, rosszabb esetben teljesen elfogyasztotta. Mivel a szelvénycsökkenések leginkább a csomópontok-ban jelentkeztek, az övrudak erősítése a híd teljes hosszára kiterjedően – a forgalom fenntartása mellett –, nem volt gazdaságosan megoldható. Végül a valós forgalmi-igények alapos mérlegelése után a fóváros a két híd közé befüggesztett pálya elbontása mellett döntött, ezzel is csökkentve a legjobban tönkrement II. jelű főtartó terhelését.

További komoly feladat volt a mellékrácsozat ferde rudjainak javítása. Az összetett szelvényű rudak félszelvényei 4-4 db sarkával egymás felé néző, közrefogott hevederekkel egymáshoz rögzített szögvasból álltak. A pályaszint alatti szakaszokon a lemez-vastagságnyi szűk hézagokban megülő duzzadó rozsda a szelvényeket erősen deformálta, és helyenként 50 %-os szelvénycsökkenést okozott. A kivitelezést végző MÁV Hídépítő Kft. kívánságának megfelelően a szelvények szétbontása, tisztítása, erősítése helyett új szelvények épültek be. Mivel a forgalmat az átépítés alatt fenn kellett tartani, ideiglenes kiváltó rudak beépítése mellett történtek meg a rúd cserék.

Ezen kívül még számtalan kisebb helyi hiba került kijavításra, jelenleg a befüggesztett pálya bontásával egyidejűleg új kezelőjárda épül a II. főtartóra, amely az alsó öv szeméttel való ismételt feltöltődését is hivatott megakadályozni. Az északi hídszerkezet keskeny közúti pályája az elképzelések szerint kerékpár út lesz, s a közúti forgalom a déli híd 2x1 sávján fog bonyolódni.

A másik témakör amit említésre érdemesnek tartok, az az Árpád híd időszakos vizsgálata. A két 1980-84 között épült új szekrényes ortotróp acéllemezes közúti híd közre fogja a régi szegecselt szerkezetű BKV-villamos hidat. Vizsgálatainkat jelenleg az új felszerkezeteken fejeztük be, s annak ellenére, hogy csak kb.15 éves szerkezetekről van szó, néhány súlyos problémát is észleltünk. A legszembetűnőbb a hidak közti hézagot takarni hivatott szegélyelemek teljes tönkremenetele, mely a híd hosszának jelentős részén leszakadt, az alatta lévő betonszegély kézzel bontható, s a szabaddá vált hézagon keresztül a csapadék akadálytalanul jut be a hidak közé.

Érdekes jelenség volt észlelhető az északi négynyílású szerkezet egyik szélső hosszbordáján. A trapéz alakú borda több méteres hosszban erőteljesen kihasasodott, felső nyakvarrata végigrepedt, az oldalfalai súlyosan korrodáltak. A borda kifúrása után több órán keresztül vízkifolyást észleltünk, tehát a deformációt nyilvánvalóan a bordában télen megfagyó víz okozta. A borda javítását az üzemeltető FKF Rt. haladéktalanul elvégeztette, s a sérült szakasz bontása után derült ki, hogy az acél pályalemezen a borda felett tenyérnyi vágott szélű lyuk volt. További komoly probléma a dilatációk állapota, ahol a mintegy 30 db gumibetétnek közel a kétharmada többé-kevésbé kipattant, s ezzel elősegíti a hídszerkezetek korrózióját. Jelentős szelvény csökkenés általában nem tapasztalható, azonban az NDK gyártmányú fazék sarukon a bejutó nedvesség eredményeként a bevonat levált és megindult a saruk erőteljes korróziója. A probléma a híd 64 db sarujából kb. 40-et érint.

A legsúlyosabb hibák a gyalogjárdákon észlelhetők. Az előregyártott vasbeton járdatáblák az acél pályatartók tetejére fektetett habarcson ülnek, s a szigetelés nélküli vékony beton lemezen átszivárgó víz és sós hólé nemcsak a beton szerkezetek több négyzetméternyi felületre kiterjedő teljes tönkremenetelét, hanem az acéltartók erőteljes korrózióját is okozta. Hangsúlyozni szeretném, hogy a laborvizsgálatok eredményei szerint az ágyazóhabarcs kloridion tartalma 5-10-szerese az egyébként igen látványosan tönkrement járda betonénak.

Mivel a hasonló kialakítású járdaszerkezetek az Erzsébet hídon és a Szolnoki Tisza-hídon is rövid idő alatt teljesen tönkrementek, ilyen megoldás tervezését a későbbiekben igencsak meggondolandónak tartjuk.

DR. SEIDL ÁGOSTON / Isobau Kft., Budapest
DR. CL. FLOHRER, / Hochtief AG., Frankfurt a. Main, Németország

Különleges vizsgálati módszerek alkalmazása az alsóberecki Bodrog hídon

1. Bevezetés

Az alsóberecki Bodrog híd a 3807. sz. összekötő út 6 + 379 km szelvényében található, háromnyílású (21 + 71 + 21 m), hosszában és keresztben feszített vasbeton pályatáblás alsópályás híd (hosszfeszítés 115 pászmával, keresztfeszítés 389 pászmával, egy-egy pászma 18 db 5 mm elemi acélszálból, a keresztpászmák egy része 9 db 6 mm acélszálból áll). Javítására 1997-ben került sor. A tervezett munkák felölelték a híd betonszerkezeteinek (a pályalemeznek és az ívnek) javítását, korrózióvédelmét, a hídpályalemez szigetelését, a víznyelők cseréjét, a gyalogjárók és a hídszegélyek felújítását.

A felújítást a jól bevált szokás szerint a híd pályalemezének megtisztításával és az új szigetelés elkészítésével terveztük kezdeni, ehhez szükséges volt a rosszul beépített (átázó) víznyelők kibontása. A kibontás

során – mivel az állvány úgyis ott volt – a pályatábla alsó síkján lévő nagyobb betonhibákat (meglazult betonrészeket, kavicsfészkeket, átázások következtében korrodált helyeket) is kibontottuk.

Rögtön a bontási munkák kezdetén néhány fontos és riasztó felfedezést tettünk: a feszítőpászmák egy része nincs kiinjektálva, a pászmák és a hálós vasalás betonfedése csekély vagy semmi, s egy helyen, egymáshoz közel két kiinjektálatlan pászmában valamennyi elemi szál az elfogyásig korrodált, elszakadt.

A fenti okok miatt a híd üzemeltetője (Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Állami Közútkezelő KHT) és az UKIG 1997. június 26-án bejárást és egyeztetést tartott, ahol a híd részletes vizsgálatáról döntés született. A vizsgálati tervek beérkezése után a Miskolci Állami Közútkezelő KHT és az UKIG 1997. július 15-én úgy döntött, hogy a hidat a gépjárműforgalom elől lezárja abból a célból, hogy a vizsgálatok akadálytalanul, a lehető legteljesebb körben és a leggyorsabban elvégezhetők legyenek. A híd lezárása 1997. július 21-én történt meg.

Az UKIG a vizsgálati lehetőségekről előzetesen széles körben tájékozódott. A számításba vehető módszereket figyelembe véve a rendelkezésre álló információk alapján született meg a döntés az elvégzendő vizsgálatokról.

2. A vizsgálatok célja

A vizsgálatok végső célja az volt, hogy választ adjon az alábbi kérdésekre: vannak-e további szakadt pászmák, hol vannak kiinjektálatlan pászmák vagy üregek a betonban, milyen a korróziós veszélyeztetettség és ez milyen hatással van a teherbírásra.

Ennek érdekében az alábbi vizsgálatok elvégzését terveztük:

- a betonacélok és feszítőpászmák helyének meghatározása
- az injektálatlan üregek helyének megkeresése
- a feszítőkábelek állapotának meghatározása (szakadások meghatározása)
- az acélbetétek és feszítőkábelek korróziós állapotának meghatározása
- a betonszilárdság ellenőrzése, illetve meghatározása
- a beton homogenitásának, repedezettségének ellenőrzése az íveken
- alapadatok szolgáltatása a statikai ellenőrzés elvégzéséhez (statikus és dinamikus próbaterhelés)
- erőtani felülvizsgálat, számítások elvégzése
- a korróziós károk következményeinek vizsgálata
- javaslatok kidolgozása a várhatóan szükséges megerősítésre, korróziós károk elhárítására, további károk megelőzésére.

3. A vizsgálatok rövid ismertetése

A vizsgálatok két nagy csoportra oszthatók:

a) a beton minőségét, állapotát meghatározó vizsgálatok
- elkarbonátosodás mélység
- fenolftaleines vizsgálat, laboratóriumi vegyvizsgálat
- kloridtartalom
- laboratóriumi vizsgálat
- szilárdság
- magfuratok vétele
- Schmidt kalapácsos vizsgálat
- üregek, kavicsfészkek helye
- ultrahangos vizsgálat
- Impact Echo
- termográfia, indukciós termográfia
- korróziós veszélyeztetettség
- potenciálmérés

b) a feszítőpászmák állapotát meghatározó vizsgálatok
- a pászmák helyének meghatározása
- radar
- vaskereső
- a pászmák szakadási helyének meghatározása
- maradó mágneses mező
- visszhangos vizsgálat
- a pászmák kiinjektáltságának vizsgálata
- termográfia
- endoszkópia
- próbaterhelés

3.0. Általános, a mérési koncepcióra vonatkozó megjegyzések

A vizsgálatok tervezésekor tudomásul kellett venni azt, hogy roncsolásmentes (vagy kissé roncsoló) eljárással csak a szerkezet felületközeli (a felülettől 20-30 cm-es mélységig terjedő) részét lehet vizsgálni, így lesznek olyan részek, melyek ezen vizsgálatokkal nem érhetők el. Mai ismereteink szerint azonban nem áll rendelkezésre olyan eljárás, mely e szerkezetben, ilyen vasaltság mellett mélyrehatóbb vizsgálatokat tenne lehetővé.

Ezt a kockázatot elfogadhatóvá teszi az a tény, hogy a korróziós hatások a felületről befelé haladva fejtik ki károsító hatásukat, tehát ahol a felületközeli részeken hibahelyet lehet találni, ott kell folytatni a vizsgálatokat, s végső esetben a roncsolásos feltáráshoz lehet folyamodni.

Az előzetes vizsgálatok azt mutatták, hogy a problémák elsősorban a szegélyek környezetében jelentkeztek a pályalemez szigetelés és a szegély csomópontjának megoldatlansága, a víznyelők hibái és a szegélyben futó kábelcsatornák okozta intenzív átázások következtében. Célszerűnek mutatkozott tehát a vizsgálatokat a szegélyekre, illetve a szegélyek környezetére koncentrálni. Így a szegélyeken lehetőleg teljes körű, a pályalemezen célzott szúrópróbaszerű vizsgálatokat végeztünk.

A vizsgálatok elvégzéséhez a hidat alulról teljes felületű állványozással kellett ellátni, mert az eredetileg tervezett hosszirányban gördíthető állványhidak nem tették volna lehetővé a vizsgálatok kellő gyorsaságú és teljes körű elvégzését.

3.1. A betonacélok és feszítőpászmák helyének meghatározása

Ahhoz, hogy a feszítőpászmák vizsgálatát el lehessen végezni, szükséges a hálós vasalás helyének ismerete.

3.1.1. A hálós vasalás helyének megállapítása

A hálós vasalás helyének megállapítására mágneses elven működő vaskereső és kiértékelő rendszer használata célszerű. A nagyfelületű objektumok felülethez közeli hálós vasalásának kiméréséhez induktív elven működő mérőfejet kell a felületen vonalszerűen végigmozgatni. A mérőfejben érzékelt jeleket PC-be vezetik, megfelelő feldolgozással a betonvasak helye igen nagy pontossággal leolvasható.

Eredmények, tapasztalatok:

A felületközeli hálós vasak meghatározására csak azon esetekben volt most szükség, amikor azokat el kellett kerülni (pl. magfuratvétel, rögzítődübelek elhelyezése, feltárások végzése stb.).

3.1.2. A feszítőpászmák helyének meghatározása radar módszerrel

A hálós vasalás alatti feszítőpászmák helyének meghatározására néhány éve a radar eljárásos helymeghatározást használják. Az eredetileg geofizikai célra kifejlesztett módszer roncsolásmentes, 1-2 GHz frekvenciatartományban dolgozik.

A vizsgáló műszer részei: antenna, vezérlőegység, adatrögzítő (jelen esetben 8 mm-es videoszalag, mágneses rögzítés), képernyő, kiértékelő számítógép. A mért értékeket a helyszínen kiértékelik. A helyszíni értékelés azonnal ad közelítő eredményeket, pontosabb adatokat az utólagos számítógépes kiértékeléssel lehet nyerni.

A vezérlő- és adatgyűjtő-berendezés mérete kb. megegyezik egy személyi számítógépével. Az antennák kézzel mozgathatók és kezelhetők, méretük megfelel kb. egy A/5-ös lapnak (1 GHz-es), tömegük kb. 1 kg.

A feszítőkábelek csatornáinak a hálós vasalás alatti roncsolásmentes kimérését az teszi lehetővé, hogy a radarhullámok a nem túl sűrű hálós vasaláson áttörnek, s a visszaverődő jelek is kellő intenzitással foghatók.

A radarantenna az elektromágneses hullámokat az antenna tengelyéhez képest kb. 90 fokos szögben bocsátja ki. A meghatározandó tárgyak nem egyetlen impulzusinformációt adnak, hanem egy információintervallumot, ahol is az intervallum szélessége megfelel annak az időnek, amely alatt a kibocsájtott sugárzás a meghatározandó objektumot meghaladja. Kerek tárgyak az amplitúdó-idő(út) diagrammban így hiperbolikus görbét adnak, lapos tárgyak pedig vízszintes jelet eredményeznek.

A vizsgálati vonalnak eszerint lehetőleg függőlegesen kell elhelyezkednie a feszítőpászmák várható helyéhez képest, hogy a maximális reflexiós energiát lehessen érzékelni. Igen nagy segítséget jelent a méréseknél, hogy a feszítőpászmák védőcsövei általában jelentősen nagyobb átmérőjűek, mint az alkalmazott hálós vasak átmérője. Ha a hálós vasalás igen sűrű, megfelelő speciális mérési elrendezéssel és számítógépes kiértékeléssel a zavarások kiszűrhetők.

A használt mérőeszközökkel és a számítógépes adatfeldolgozással lehetőség volt 30 - 40 cm mélységig, akár két réteg hálós vasalás alatt is meghatározni a feszítőpászmák helyét. A mérések eredményét a szerkezeten krétajellel rögzítettük.

Eredmények, tapasztalatok:

A radar eljárással a vizsgálatok során bemértük valamennyi keresztpászma helyét, a szegélyek alatti alsószélső pászmák helyét, valamint a híd felső részén további, a felülethez viszonylag közelebb futó pászmákat (a híd felső oldalán a pillérek környezetében és az ív alatt): ezek voltak a rendszeres vizsgálatok. Ezenkívül a pályalemez alsó felén két keresztmetszetben meghatároztuk valamennyi alul futó hosszpászma helyét. A radar vizsgálattal végzett pászmakeresés célja volt a mágneses vizsgálatokhoz adott pászmák helyének meghatározása (méréshez, illetve sínrögzítéshez), valamint a fúrással feltárandó pászmák helyének kijelölése.

A bemért pászmák a következők voltak:

keresztpászmák meghatározása megfúráshoz 44 + 247 + 45 = 336 db
keresztpászmák bemérése teljes hosszukon mágneses vizsgálathoz 40 db
hosszpászmák bemérése mágneses vizsgálathoz a szegély alatt
lent és fent 60 db
hosszpászmák meghatározása megfúráshoz szegélyek alatt 35 db
hosszpászmák meghatározása megfúráshoz pályalemez alatt 28 db

Összesen ca. 530 bemérés történt, a pászmák helyét a további mérések zavartalan végrehajtása érdekében a betonfelületre felrajzoltuk, a mérési helyeket tervrajzon rögzítettük.

3.2. Az injektálatlan pászmák és üregek helyének megkeresése

Az elővizsgálatok során látható volt, hogy néhány helyen nem, vagy nem kellő alapossággal történt meg a feszítőkábelek hüvelycsövének cementes injektálása. Mivel ezek – főleg az ívesen vezetett kábelek legalsó pontja környékén – a nedvesség és a sólé vezetése és összegyűlése miatt fokozottan korróziósan veszélyeztetett helyek, szükséges az üregek helyének megkeresése. Roncsolásos eljárással – pl. sűrűn vezetett furatokkal – lehet képet kapni a hüvelyek állapotáról, e célra alkalmas roncsolásmentes eljárás a termovíziós vizsgálat.

3.2.1. Termovíziós eljárás: az infravörös termográfia

A termovíziós, illetve termográfiás eljárások azt a fizikai tényt hasznosítják, hogy az abszolút nulla hőmérséklet (0 K = -273 °C) felett minden test elektromágneses sugárzást bocsájt ki, ez a hősugárzás. Ezt a hősugárzást infravörös kamerával érzékelni lehet, s képernyőre ki lehet vetíteni. Mivel a felfogott sugárzás intenzitása mindenkor a sugárzó test hőmérsékletétől függ, a felfogott jelekhez ismét lehet hőmérsékletértékeket rendelni. A hőfényképnek nevezett jel a megfigyelt terület felületi hőmérséklet-eloszlását mutatja (fekete-fehér vagy színes skálán). Az abszolút hőmérsékletek mérése csak valamely referenciafelület párhuzamos mérésével lehetséges.

A hőmérsékletmérés tapintásmentesen történik, az egész eljárás roncsolásmentes.

Felületközeli üregek meghatározása céljából külső hőáramot hozunk létre, melyet az üreg megzavar. Használható erre a napfény melegítő hatása, vagy egy hűlő szerkezet megfigyelése, vagy külső hőforrás (pl. infravörös fűtőkészülék, rövid idejű megvilágítás, a felület lehűtése). Jelen esetben infravörös vonalsugárzóval melegítettük meg a felületet, majd a melegítés után a hűlő felület képét figyeltük infravörös kamerával. A felmelegített felület sötét foltként mutatkozik a képen. A termovíziós kamera igen érzékeny, tized °C-os különbségeket is detektál.

Eredmények, tapasztalatok:

A termográfiás eljárással a hídon végzett 20 db mérés alapján megállapítható: az eljárással megtalálhatók a felületközeli üregek és üres pászmák. A vonalsugárzó által létrehozott sötét sávként detektált melegebb felület hűlése az üreg környezetében lassabb (a hőáramlás a szerkezetben akadályozott), ezt a képen a folyamatosan keskenyedő sötét sávon jelentkező kiszélesedés mutatja.

Az eljárás hátránya, hogy csak kisebb mélységekig hatásos (2-3 cm-ig), valamint hogy igen időigényes. Ugyanezt az információt a radaros kereséssel és a pászmák megfúrásával sokkal hatékonyabban be lehet szerezni.

3.2.2. Roncsolásos eljárás

Furatkészítés és endoszkópos vizsgálat. A műszeres vizsgálatok eredményének ismeretében, a szemrevételezhetőség érdekében furatokat kell készíteni a pászmákat befoglaló hüvelyek falán keresztül, s azokat endoszkóppal meg lehet vizsgálni. Célszerű a pászmákat magas- és mélypontjukon, valamint azokon a helyeken megvizsgálni, ahol más eljárás valamilyen problémát mutatott. A pászmák megfúrását csak leállító automatikával rendelkező fúróberendezéssel szabad végezni a pászmák védelme érdekében. A leállító automatika a híd vasalására csatlakoztatva a fúrót leállítja, ha a fúróhegy acélbetétet vagy pászmahüvelyt ér. Ezután a további fúrást vagy bontást a kellő elővigyázatossággal kell folytatni.

Az endoszkópos vizsgálattal megállapítható, hogy a hüvely injektálása megtörtént-e, annak állapota milyen, illetve, hogy látszódnak-e korróziós vagy mechanikai sérülések a pászmán. Ha a beton kellően tömör, a kifúrt lukat, illetve a hozzá kapcsolódó üreget ki lehet vákuumozni, ezáltal az üreg térfogatára vonatkozó információhoz lehet jutni. A vákuumozás használhatóságáról helyszíni próbával kell megbizonyosodni, mert az igen nagyszemcséjű betonban elképzelhetők éppen az injektálandó pászmák mellett összefüggő üregek, pórusok, melyek a vákuumozást lehetetlenné teszik.

Eredmények, tapasztalatok:

Valamennyi keresztpászmát megfúrtuk, s endoszkóppal megvizsgáltuk. Megállapítható volt, hogy csak 14 pászma volt injektálatlan. Az üres, de vizet nem tartalmazó pászmákban a feszítődrótok jó állapotban vannak, helyenként semmi, helyenként elhanyagolható mértékű felületi foltkorrózió volt látható.

Szemrevételezés alapján kimondható, hogy a feszítődrótok korróziós szempontból jóindulatú viselkedésűek, feszültségkorrózióra utaló nyomok nem voltak láthatók. Azokon a helyeken, ahol a pászma kiinjektálatlan volt, de rendszeres ázás nem következett be, ott a pászmákon nem volt elváltozás vagy csak enyhe, felületi, foltos korrózió volt tapasztalható. Annak ellenére, hogy az acélanyag nem mutat fokozott korróziós hajlamot, a rendszeresen nedvesedő, valószínűleg kloriddal is terhelt hibahelyeken erős, lokális korrózió volt megfigyelhető, mely a hibahelyeken látványos tönkrementelhez vezetett.

A keresztpászmákban erőteljes ázásra utaló nyomot nem találtunk.

Ahol a kiinjektálás megtörtént, ott a pászmák általában megfelelő állapotban vannak. Ahol azonban erőteljes átázás volt tapasztalható, ott az injektált pászmák is korrodáltak az injektáló anyag jelenléte ellenére.

A hosszanti pászmák kiinjektált állapotának meghatározására két keresztmetszetben valamennyi pászmát megfúrtuk. Megállapítható, hogy a kiinjektálatlan helyek rendszertelenül helyezkednek el, egymás mellett futó pászmák közül egy injektált, egy nem, hosszában is egy ideig injektált, később nem. Jelen vizsgálat keretében megállapíthatók voltak az injektálatlan helyek, de további furatok készítésével kell az injektálatlan hosszakat pontosan meghatározni.

A hosszanti pászmák esetében a továbbiakban ott végeztünk fúrást, ahol valamilyen egyéb vizsgálati eredmény erre okot adott (pl. Impact-Echo visszhangos eljárással üregesség, Canin potenciálméréssel korróziós veszélyeztetettség). Itt is megállapítható volt, hogy problémát az üres pászmahüvelyek beázása okozza. Ahol a pászmahüvely injektálatlan, de száraz volt, ott korrózió nem, vagy alig volt tapasztalható.

3.3. A feszítőkábelek állapotának meghatározása

3.3.1. A szakadási helyek meghatározása remanens mágneses eljárással

A feszítőkábelek szakadási helyeinek meghatározására a remanens mágneses eljárást lehet használni. Az eljárás lényege, hogy a szerkezetben futó feszítőkábelt vagy pászmát kívülről, egy erős mágnes segítségével felmágnesezzük, majd a létrehozott mágneses erőteret egy megfelelően érzékeny leolvasófejjel letapogatjuk. A mágnesezés során a szakadási helyeken pólusváltás áll elő, ezeket a leolvasófej egyértelműen szakadási helyeknek érzékeli. A kiértékelést és az adatok feldolgozását megfelelő számítógépes hardver és szoftver biztosítja.

Az eljárással a kiinjektált feszítőpászmák is vizsgálhatók (ehhez erőteljesebb mágnesezés szükséges), a műszer érzékenysége 15-20 cm mélységig teszi lehetővé a vizsgálatot.

Mivel a remanens mágneses eljárással csak a felületközeli pászmák vizsgálhatók, ezért az alábbi helyeken végeztünk vizsgálatokat:

– a szegélyek alatt 9-9 alul futó szélső hosszpászmát a híd teljes hosszában (kivéve a támaszok felett) 18+62+18 m hosszon

– a szegélyek felett, az ív alatt, a két szélső acél függesztő rúd között a két-két szélső hosszpászmát ca. 60 m hosszon

– a pályalemez felső felén, a támaszok (pillérek) felett 3-3 hosszpászmát kb. 15-15 m hosszon

– a pályalemez alsó felén, a sátoraljaújhelyi parti nyílásban 7 injektálatlan, a meder feletti nyílásban 5 injektálatlan és az alsóberecki parti nyílásban 4 injektált keresztpászmát 6,3 m hosszon

Eredmények, tapasztalatok:

Az alábbiakban csak azokat a méréseket értékeljük szövegesen, ahol szakadásra utaló jelet lehetett kimérni.

A hosszirányú pászmák közül a szegélyek alatti 9-9 pászmát vizsgáltuk. A mérés beállításához a kifolyási oldal 1. és 5. pászmáját használtuk (az 5. pászma szakadt volt, ezt a feltárásból tudtuk.). A kifolyási oldal 2. pászmáján, a medernyílás közepe táján szakadásra utaló jelet lehetett kimérni. A kimért hely kibontása azt mutatta, hogy a kiinjektálatlan pászma a jelzett helyen kb. 80 %-ban elkorrodált, az elemi szálak nagy része laza, a kibontáskor a hüvelyből és a feszítődrótokból származó korróziós termék nagy mennyiségben hullott ki. A korrózió az egyes elemi szálakat nem egyenletesen támadta, hanem az alsókat erősebben, a felső szálakat kevésbé (a nedvesség függvényében).

A középmezőben a befolyási oldalon az 1. pászmán (injektálatlan) középtájon gyenge szakadási jel mutatkozott. Kibontás után a kábelhüvely korróziója volt megfigyelhető, magán a pászmán nem volt károsodás. A kibontási helyen négy laza elemi szál volt található.

Itt célszerű megemlíteni, hogy a támasz közelében, a már nem vizsgált kb. 2 m-es sávban a potenciálméréssel veszélyesnek mért helyen is kivéstük a pászmát, ahol is a 8. pászmából (injektálatlan) nagy mennyiségű víz folyt ki (5-6 liter), a pászma itt erősen korrodált, egyes elemi szálak 80-90 %-ban elfogytak, egyes szálak még feszítettek. Ez a pászma a két parti mezőben injektált volt, ezért további furatok készítésével meghatároztuk, hogy az injektálatlan szakasz az alsóberecki oldalon lévő pillértől kb. a híd közepéig tart. Az injektálatlan szakasz többi részén nem volt korrózió megfigyelhető, csak a mélyponton, ahol a víz összegyűlt.

A sátoraljaújhelyi parti nyílásban nem volt szakadásra utaló jel.

Az alsóberecki parti nyílásban egy helyen, a hídfőhöz közel, a kifolyási oldalon gyenge szakadásra utaló jelet észleltünk a 7. pászmában. Feltáráskor egy kb. 20 x 20 cm-es felület könnyedén kibontható volt, a 7. pászma injektált és sértetlen volt, ellenben a közvetlen mellette futó 8. pászma üres volt, a s jel helyén jelentős (kb. 30 %-os) korrózió volt a pászmaszálakon megfigyelhető. A pászmaszálak azonban feszítettek.

A keresztirányú pászmák közül – a korróziós veszélyeztetettségre vonatkozó eddig szerzett tapasztalatok alapján – csak az injektálatlannak talált pászmákat vizsgáltuk, valamint 3 injektáltat. Ezen pászmákat gyakorlatilag csak a pályalemez alatti (kb. 6 m-es) sávban lehetett vizsgálni, mert a szegélyeknél ezek már felhajlanak, s a méréssel elérhetetlen mélységbe kerülnek. A keresztirányú pászmákban a vizsgált szakaszon szakadásra utaló jelet nem kaptunk. Az injektálatlan pászmákat azonban szemrevételezéssel megvizsgáltuk, s egy keresztpászma esetében találtunk egy laza elemi szálat. Ezt elvágva és kihúzva megállapítható volt, hogy a szál felületileg kissé korrodált, de a kifolyási oldal felé eső vége a befogás táján (kb. 15-20 cm-re a befogástól) teljesen elkorrodált és elszakadt. A többi elemi szál azonban még feszített. Ez a vizsgálati mód nem ad azonban információt a szegély tartományában lévő, a szerkezet belsejében futó pászma állapotáról.

A szegélyek felső oldaláról hozzáférhető pászmákat (a szegélyeken az ív tartományában az acélfüggesztők közötti szakaszon) is megvizsgáltuk. Egy helyen erős, de nem tipikus szakadási jel volt észlelhető. Kibontáskor megállapítható volt, hogy a pászma injektálatlan, víz volt benne, ennek ellenére jelentősen nem korrodált a pászma. A jelet a feltáráskor megtalált ferdén felfelé futó acélbetét okozta. Korróziót valószínűleg azért nem találtunk, mert a pászma ázása új keletű volt: a nedvesség valószínűleg a járda lebontását és a szegély friss betonozását követő utókezelés (locsolás) hatására jutott a védőcsőbe.

A pályalemezen csak a szegélyek mellett futó szélső 3 pászmát lehetett kb. 7 m hosszon vizsgálni, a többi túl mélyen futott. A pályalemez négy sarkán megvizsgálva szakadásra utaló jel mutatkozott.

Összességében megállapítható, hogy az alábbi helyeken volt szakadás, vagy a teherbíróképességet komolyan befolyásoló korrózió:

Hosszpászmák:

kifolyási oldal, meder feletti rész: 2., 4. és 5. pászma szakadt

kifolyási oldal, alsóberecki parti nyílás: 8. pászma 30 %-ban korrodált

befolyási oldal, meder feletti rész: 1. pászma kissé korrodált, 4 elemi szál szakadt

befolyási oldal, meder feletti rész: 8. pászma 80 %-ban korrodált

Keresztpászmák:

sátoraljaújhelyi pillértől 58,9 m-re injektálatlan keresztpászmában egy elemi szál szakadt

3.3.2. A szakadási helyek meghatározása visszhangos eljárással

A visszhangos eljárás lényege, hogy egy elemi szál végére ráütve, a rúdalakú anyagban longitudinális hullámok keletkeznek, ezek az anyagban a hang terjedési sebességével haladnak, s a szál másik végéről visszaverődnek, mely folyamat a lengés lecsillapodásáig tart. Mérve a jel (az ütés) kezdeti idejét, a másik végén a jel felfogásával megállapítható, hogy a szál folytonos-e, vagy ha szakadt, akkor a visszhang vissza-

érkezési sebességéből a szakadás helye meghatározható. A mérési eljárás kiküszöböli az összefeszülő, megcsavarodó szálakban keletkező szóródást, valamint alkalmas kiinjektált pászmák vizsgálatára is (ez esetben a hang terjedési sebessége és a visszhang jellege természetesen más lesz). A vizsgálatokhoz feltárással ki kell szabadítani a bebetonozott pászmamegfogásokat, az elemi szálak végét le kell csiszolni, hogy az adó- és vevőfejjel jól lehessen csatlakozni a szálhoz.

A vizsgálati helyeket úgy választottuk meg, hogy olyan keresztpászmákat vizsgáltuk, melyek valamilyen problémát mutattak (beázás, kiinjektálatlanság, szakadás, szegélyátázás stb.).

Eredmények, tapasztalatok:

A vizsgálatok során 9 mérési helyen összesen 30 pászmát vizsgáltunk. A mérési eljárás tesztelése megmutatta, hogy jelen körülmények között (kb.10 m-es pászmahossz, injektált vagy injektálatlan hüvely) a szakadási hely detektálható és helye kimérhető.

A mérések során a sátoraljaújhelyi pillértől számított 58,90 m-es pászmánál korábban talált szakadási hely a visszhangos eljárással is kimérhető volt, más vizsgált helyen szakadás nem volt.

3.4. Az acélbetétek és feszítőkábelek korróziós állapotának meghatározása

A nem szakadt feszítőkábelek és az egyéb acélbetétek korróziós állapota jelentősen befolyásolja majd a kialakítandó és meghatározandó javítási, helyreállítási munkát. Ennek érdekében meg kell állapítani az acélbetétek korróziós állapotát, illetve veszélyeztetettségüket.

3.4.1. A korróziós veszélyeztetettség megállapítás potenciálméréssel

A korróziós veszélyeztetettségre, illetve a korrózió valószínűsíthetőségére jó információt ad az acélbetétek potenciálvizsgálata. A potenciálvizsgálat valamely referenciaelektróddal szemben (általában réz/rézszulfát elektróddal szemben) mérik az acél polarizációját. Kb. -250 mV-nál negatívabb értékek korróziós folyamat jelenlétére vagy aktív veszélyeztetettségre utal. A potenciálértékeket vagy pontszerűen (raszterben) vagy folyamatosan, vonalszerűen veszik fel, számítógépes adatgyűjtés és feldolgozás után az eredmények grafikusan is szemléltethetők. A vizsgálathoz kapcsolódni kell a betonban lévő, egymással mindig fémes összeköttetésben lévő acélbetétekhez, ez egy feltárási ponton történik meg. A vizsgálat előtt a betonfelületet enyhén be kell nedvesíteni, hogy a felületnek meg legyen a kellő nedvességtartalma, s ezáltal vezetőképessége a mérések biztonságos elvégzéséhez. Jelen esetben Canin típusú berendezéssel a leginkább veszélyeztetettnek tekinthető részeken végeztünk vizsgálatot. A vonal szerint 10 cm-es sűrűséggel felvett adatokat a berendezés automatikusan memóriába rögzítette, az adatfeldolgozó szoftver táblázatos és grafikus megjelenítést is lehetővé tett. A mérési vonalak egymástól való távolsága 20 cm volt.

Eredmények, tapasztalatok:

A szegélyek alatti 2 m-es sávban, a híd teljes hosszában elvégeztük a potenciálmérést 20 cm x 10 cm-es raszterben. Általánosságban kimondható, hogy a víznyelők környékén magasabb potenciálérték volt mérhető, valamint néhány helyen, foltszerűen lehetett veszélyeztetett helyet találni. Ilyen volt a középső nyílás, befolyási oldal, alsóberecki oldal, itt a mérés intenzív korróziós folyamatot jelzett. E helyen a 8. pászma erős korrózióját találtuk, valamint az alsóberecki oldali parti mező befolyási oldalon, alsóberecki felé első részen, a hídfőtől kb. 2,5 m-re egy folton veszélyeztetettségre utaló jeleket. A jelzett helyek kibontása folyamatban van, hiszen csak szemrevételezéssel lehet megállapítani, hogy a potenciálmérés alapján veszélyesnek jelzett helyen valóban folyik-e a korrózió.

3.4.2. A betonacélok korróziós állapotának megállapítása feltárással

Azokon a helyeken, ahol a betont valamilyen más ok miatt amúgy is el kell távolítani (fészkes beton, erős kloridszennyezettség stb.) a szabaddá vált acélbetéteket szemrevételezéssel meg kell vizsgálni. A vizsgálat célja a korrózió fokának (felületi, a keresztmetszetet jelentősen érintő stb.) és fajtájának (egyenletes, lyukkorrózió, pontkorrózió stb.) megállapítása. A feltárások során észleltek megegyeznek a 3.2.2. pontban (injektálatlan pászmák vizsgálata) leírtakkal.

3.5. A betonszilárdság ellenőrzése, illetve meghatározása

3.5.1. A betonszilárdság meghatározása magmintavétellel

A betonszilárdságot egyértelműen magmintavétellel lehet meghatározni. A vasalások és a feszítőpászmák helyének meghatározása során kerültek kijelölésre a mintavételi helyek, ahol a vasalás komolyabb megsértése nélkül lehet mintát venni.

Eredmények, tapasztalatok:

5 db magmintát fúrtunk ki oly módon, hogy előzetesen a betonacélokat és a pászmák helyét a fúrás környezetében meghatároztuk. A magmintavétel és a vizsgálat megtörtént (BME Vasbeton szerkezetek Tanszék), az eredmények az előzetes várakozásokat (megfelelő szilárdságú beton) igazolták: átlagos szilárdság R 150/300 = 55,87 N/mm^2.

3.5.2. A betonszilárdság ellenőrzése Schmidt-kalapácsos vizsgálattal

A betonszerkezet felületközeli szilárdságának tájékoztató meghatározása Schmidt kalapácsos vizsgálattal végezhető. A méréseket a fúrt magminták környezetében is el kell végezni, így a szilárdság meghatározás pontosabb lesz.

Eredmények, tapasztalatok:

A pályalemez alsó felén, véséses és homokfúvásos felülettisztítás után 40 helyen végeztük el a Schmidt kalapácsos vizsgálatot függőlegesen felfelé. A korrekciók után Rk,20,nom = 40,1 N/mm^2.

A pályalemez felső felén, a magfúrások környezetében is végeztünk Schmidt kalapácsos vizsgálatot 5 helyen függőlegesen lefelé. A korrekciók után Rk,20,nom = 40,8 N/mm^2.

3.5.3. A betonszilárdság vizsgálata felszakító vizsgálattal

A betonszerkezet anyagának felületközeli minőségére igen jó adatokat szolgáltat a felszakító szilárdság vizsgálat. Jelen esetben Easy M berendezéssel vizsgáltuk a felületre merőleges felszakítószilárdságot.

Eredmények, tapasztalatok:

A felszakítási szilárdsági vizsgálatok eredményei alapján a beton szilárdsága megfelelő.

3.6. A beton homogenitásának, repedezettségének ellenőrzése az íveken

Az előzetes vizsgálatok az íveken is jelentős üregeket, inhomogenitásokat, átázásokat mutattak. A tervezett injektálásos javításhoz meg kell határozni az üregek, repedések és egyéb inhomogenitások helyét. Az ívek vizsgálatát visszhangos és ultrahangos üreg- és repedésellenőrzéssel végeztük.

Eredmények, tapasztalatok:

Az ultrahangos vizsgálatok csupán néhány helyen mutattak inhomogenitást, e helyeken cementszuszpenziós injektálást célszerű végezni.

3.6.1. Visszhangos eljárás: az Impact-Echo módszer

Az Impact-Echo roncsolásmentes eljárás a szerkezetbe bejuttatott hanghullámok visszaverődését figyeli, s azok kiértékelés révén szerez információkat a szerkezetben lévő tömörtelen vagy üreges részekről, illetve a szerkezet vastagságáról. A méréshez használt testhullámot egy, a felületre rugóval felpattintott acélgolyó szolgáltatja. A vevőegység egy nagyérzékenységű mikrofon, mely a különböző mélységből visszaverődött hullámokat érzékeli, azokat egy számítógépbe továbbítja tárolás és kiértékelés céljából. Szignifikáns anyagkülönbségek esetén (pl. üregek, rosszul tömörített részek, bebetonozott idegen testek stb.) a kibocsátott hullámok visszaverődnek, állóhullámok alakulnak ki, rezonancia áll elő. A kiértékelés ennek megfelelően elsősorban amplitúdó-frekvencia spektrum formájában történik. Az amplitúdócsúcsoknál lehet az ismert terjedési sebesség ismeretében az anyag folytonosságának változását észlelni. Ezenkívül a jelek időbeli lefutását is lehet figyelni, így a mérések jóságára is lehet következtetni.

Eredmények, tapasztalatok:

A visszhangos Impact-Echo eljárással a két parti nyílásnál 1-1 db, a meder feletti nyílásnál 2 db 4 m-es sávban, a híd teljes szélességében 1x1 m-es raszterben végeztünk vizsgálatokat. Megállapítható volt, hogy az eljárással a betonszerkezet vastagsága, annak homogenitása jól kimérhető volt. A pászmák injektált vagy üres voltára nem lehetett szisztematikus eredményeket kapni, így az eljárást csak a beton vizsgálatára használtuk. Általánosságban megállapítható volt, hogy a beton kellően tömör, csak néhány helyen lehetett kavicsfészekre utaló jeleket kapni, de ezek is csak kisméretű, lokális hibahelynek tekinthetők. Különös gondossággal történt meg az alsóberecki felé eső parti nyílás betonozási munkahézagjának vizsgálata (mely alulról jól látható, a felületen repedést és inhomogenitást mutató hely), itt sem lehetett üreget vagy egyéb folytonossági hiányt kimutatni, tehát a látszódó probléma csak felületi jellegű. A néhány ponton meghatározott kavicsfészkesség helyén véséses feltárások készülnek a javítási munka során.

3.7. A szerkezet ellenőrzése próbaterheléssel

A híd próbaterhelését a BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke a FRYTECH Kft. bevonásával végezte 1997. augusztus 27-én. A próbaterheléshez 4 db, egyenként kb. 20 tonnás tehergépkocsit használtak. A próbaterhelés során figyelembe vették az 1967. évi próbaterhelés adatait, s azzal összehasonlítható értékek mérésére törekedtek.

Eredmények, tapasztalatok:

Az elvégzett statikus és dinamikus vizsgálatok (az előzetes értékelések alapján) azt mutatták, hogy a szerkezet teherbírása megfelelő, a korrózió által kiesett pászmák miatti intézkedésekre vonatkozó javaslat és a teljes körű értékelés a BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke „Az alsóberecki Bodrog-híd próbaterhelése és ennek alapján tehető következtetések" c., véglegesítés alatt lévő jelentésben olvashatók. Mivel az előzetes adatok alapján a teherbírás megfelelőnek bizonyult, a híd forgalomba helyezésére a Tanszék a Szakértői nyilatkozatot kiadta.

4. Eredmények

A híd vizsgálata során eddig szerzett információk alapján az alábbi következtetéseket lehet levonni:

– a pászmaszakadások korrózió következtében következtek be: a befolyási oldalon a 9 alsó pászmából 1 szakadt, egy korrózió által érintett, a kifolyási oldalon a 9 alsó pászmából 3 szakadt, egy korrózió által érintett. Egyes helyek kibontásakor vagy szabaddá válásakor néhány elemi szál lazasága vagy nem teljes feszítettsége is megfigyelhető (pl. befolyási oldal, 1. pászma);

– a keresztpászmák állapota megfelelőnek tűnik;

– a pászmák korróziója nem vezethető vissza egyedül a kiinjektálatlanságra, mert számos helyen lehetett kiinjektálatlan pászmát találni jó állapotban. A nedves levegő önmagában nem okozta a pászmák korrodálását;

– a pászmák anyaga nem érzékeny fokozottan a korrózióra, a felületi korróziót még feszített állapotban is jól elviseli;

– a pászmák erőteljes korrózióját ott lehetett megfigyelni ahol hiányzott a kiinjektálás és a védőcsőben pangó vagy gyakori víz gyűlt össze (pl. mélypont, rendszeres ázás). Ahol az átázás rendszeres volt, ott az injektálóanyag sem tudta teljes mértékben megvédeni a pászmát, felületi korrózió e helyeken tapasztalható volt;

– a hídszerkezet legjobban veszélyeztetett része a két szegély, a pályalemez középső részén nem figyeltünk meg komoly meghibásodást (a lemezszigetelés nem mezőben ment tönkre, hanem a szegélyekhez közeli csomópontban). A szegélyek veszélyeztetettségét fokozta a víznyelők rossz beépítése (az oldalkiömlésű víznyelőkhöz szigetelőlemezzel nem lehet csatlakozni). Ugyancsak a szegélyeknek ártott elsősorban a pályalemez-szegély csatlakozás megoldatlansága, a szegélyben futó kábelvezető azbesztcement csövek rendszeres beázása (a csövek gyakorlatilag tele voltak vízzel);

– az alkalmazott nagyszemcsés, bazaltzuzalékos beton ott okoz problémákat és korróziós veszélyeket, ahol igen sűrű (10 cm alatti sűrűségű) a vasalás, e helyeken (íveken, pászmák között) a beton tömörsége a felülethez közel nem elegendő, fészkes, átázásra hajlamos. Egyébként a szerkezetben a beton megfelelőnek tűnik;

– a BME Vasbeton szerkezetek Tanszéke próbaterheléses vizsgálata és statikai számításai alapján (melynek során figyelembe vették a korrózió miatt kiesett pászmákat) mind nyomatéki szempontból, mind pedig normál erő szempontjából még elegendő tartalékkal rendelkezik a szerkezet ahhoz, hogy egyelőre ne legyen szükség erősítésre.

– rendkívül fontos azonban, hogy mivel a korróziós viselkedés nehezen prognosztizálható, ezért a javítás során a jelen állapot konzerválására, illetve ahol lehet, feljavítására, valamint a további romlás megakadályozására kell törekedni, azaz

– olyan korrózióvédelmi intézkedéseket tenni, melyek a korróziós folyamat jelentős lassítását célozzák (pl. korrekt szigetelés, betonpótlás, pászmahüvely- és üreginjektálás, realkalizáció, inhibeálás, bevonat-készítés), valamint

– olyan fokozott ellenőrzést, inspekciót kell bevezetni, melynek révén a szerkezet állapotában bekövetkező romlás a legrövidebb időn belül észlelhető legyen. Ennek a fokozott felügyeletnek az elemei még tervezés alatt vannak, az előzetes elképzelések tartalmazzák

– a rendszeres geometriai ellenőrzést szintezéssel

– a szabatos hosszmérések végzését a két dilatáció között

– a repedések ellenőrzését és megfigyelését a pályalemez ajlán, különösen a szegélyek alatti tartományban

– olyan jelzőrendszer kiépítését, mely által követni lehet a szerkezetben előálló kedvezőtlen változásokat (pl. indikátorszálas CFK lamellák, optikai szálbetétes nyúlás és repedésellenőrzés).

5. Befejezés

Az ilyen jellegű szerkezetek vizsgálatának problémaköre ráirányítja a figyelmet a hasonló szerkezetű hídjaink vizsgálatának fontosságára, gondolni lehet itt pl. a feszített pályatáblás vagy rejtett vonókábeles KFCS (Keleti Főcsatorna) hidakra.

Ugyanakkor az elmondott példa alapján megállapítható, hogy ma már a vizsgáló mérnök rendelkezésére állnak azok az eszközök és módszerek, melyekkel ezen különleges esetekben is meg lehet határozni egy szerkezet vagy egy szerkezeti elem állapotát. A vizsgálati módszer komplex, ez egyes vizsgálati elemek egymást támogatják vagy kiegészítik (pl. radaros helymeghatározás után maradó mágneses vizsgálat, vagy indukciós termográfiás üregmeghatározás után boroszkópiás vizsgálat stb.), s mindig a helyi viszonyok ismeretében kell a vizsgálati koncepciót és programot összeállítani. De épp a vizsgálat komplexitása ad lehetőséget a hagyományos módszereken túlmutató, azoknál jelentősen megalapozottabb, mélyrehatóbb eredmények elérésére, s ezáltal a leghatékonyabb javítási módszerek kiválasztására.

EHAL ZSUZSANNA / Magyar Scetauroute Kft.

A Budapesti Szabadság-híd felújítása

1. Előzmények

A Szabadság-hidat (akkor Ferenc József híd) 1896. október 4-én avatta fel Ferenc József, egy ezüst szegecs beverésével. A BME tavaly október 11-én tartott ankétot a híd 100 éves évfordulója alkalmából.

A Lánchíd, a Margit híd és a déli összekötő vasúti híd után Budapest negyedik hídjaként épült meg.

1894-ben az Eskü téri Erzsébet és a Fővám téri Ferenc József hídra közös tervpályázatot írtak ki. A Fővám téri híd nyertese Feketeházy János terve lett. A kiviteli tervek Seefehlner Gyula vezetésével készültek, aki az acélszerkezet kivitelezését is irányította.

A híd a Duna legkeskenyebb szakaszán ível át. A hídfők távolsága 331,2 m, ezzel Budapest legrövidebb hídja.

Statikai rendszere: két szélső konzolos és egy befüggesztett Gerber-csuklós hídrészből áll. A medernyílás 175 m, melyből a befüggesztett rész 46,9 m hosszú. A parti nyílások hossza 79,3 m. A főtartó a pilléreknél 22 m, a medernyílás közepén 3,06 m magas. A híd tömege közel 5000 t, ennek közel egynegyed részét (609 t) teszik ki a hídfők előtti keresztfő közökbe beépített öntöttvas ellensúlyok. Első nagy hídunk, mely 37-es minőségű folytacélból épült.

A főtartók tengelytávolsága 12,9 m. A kocsipálya szélessége 10,7 m, melyből a villamos pálya 5,2 m-t foglal el. A gyalogjárdák 3,0 m szélesek.

A híd alakja nem követi ugyan a statikai erőjátékot, mint pl. a hasonló szerkezetű skóciai Forth-vasútihíd, de csodálatos arányaival és esztétikai kialakításával, az előbbivel ellentétben a világ egyik legszebb konzolos hídjaként tartják számon. A magyar mérnökök feladata megóvni, és funkciójában minél tovább megtartani az utókor számára.

A híd alapozásának építését 1895 márciusában kezdték meg, az acélszerkezet gyártását februárban, és már 21 hónap múlva átadták a forgalomnak.

2. Átépítések, háborús sérülések, helyreállítás, felújítások

A villamos forgalom 1898 májusában indult meg a hídon a főtartók melletti szélső sávokban épült síneken alsó vezetékrendszerrel, melyet 1923-ban alakították át felső vezetékes rendszerre.

Az első nagyobb átépítésre 1938 tavaszán került sor, amikor a villamos pályát középre helyezték, és a pályaszerkezetet kicserélték, a teherhordó szegecseket átvizsgálták, és a hidat újramázolták.

A hidat 1945. január 16-án robbantották fel a Gerber csuklóknál elhelyezett töltetekkel. A robbanás által nemcsak a befüggesztett rész zuhant a Dunába, hanem a konzolok is megsérültek, de állva maradtak. A helyreállítás megkezdésekor a jobban sérült budai konzoltartó a rakpartra zuhant, mert az ellensúlyokat nem távolították el. A Szabadság hidat, mely az összes híd közül a legkevésbé sérült, 1946. augusztus 20-ra állították helyre. A budai nyílás első 4 kereszttartónyi szakaszát, a teljes budai mederkonzolt, a befüggesztett részt és a pesti mederkonzol 5 kereszttartónyi szakaszát újra kellett építeni. A helyreállításhoz igen sokféle anyagot használtak fel, több felrobbantott híd, főként az Erzsébet híd még használható acélszerkezeteiből. Ezért a híd acélanyaga igen heterogén.

A háború után 1965-69 között végezték a forgalom részleges fenntartása mellett az újjáépített híd első felülvizsgálatát, a villamosvágányok cseréjét, a pályaburkolat javítását és az acélszerkezet mázolását.

Nagyobb felújításra 1980 tavaszán került sor, amikor a hidat 4 hónapra lezárták, kicserélték a kocsipálya teljes vasbeton szerkezetét. A zsaluzási munka gyorsítása érdekében bennmaradó horganyzott trapézlemez zsaluzatot használtak. Kicserélték az ellensúlyok tartószerkezetét is.

1985-ben a gyalogjárdák átépítése során derült fény a főtartó rácsrudak katasztrofális állapotú korróziós károsodására. A járda síkjában lévő tisztíthatatlan zugok miatt a budai déli főtartó 6-6 oszloprúdja csaknem teljes keresztmetszetben folytonossági hiányt eredményező károsodást szenvedett, és a gyalogjárda kibontása után – mely oldalirányban megtámasztotta –, megroppant és el is mozdult. A nagy riadalmat okozó katasztrófa helyzetet követően az oszloprudak nagy részét megerősítették. A legjobban sérült 6-6 rudat sajtóval kellett a helyére igazítani. Az újjáépített gyalogjárdák vasbeton lemeze a rácsrudak körül 10 cm-es nyílással lett kialakítva, hogy a rudak jól ellenőrizhetőek legyenek, és hasonló helyzet ne fordulhasson elő.

A felújítási munkák és vizsgálatok lezárásaként a híd számára a legnagyobb igénybevételt jelentő villamosforgalom 10 éven belüli megszüntetését javasolták. A hídon közlekedő egyetlen autóbuszjárat, az 1-es jelzésű 1996-ban megszűnt. A tehergépkocsi-forgalom a hídról le van tiltva.

3. Jelenleg folyamatban lévő felújítási munkák

3.1. Előkészítés

A BFFH Közlekedési Ügyosztály megbízásából 1995 novemberében a FŐMTERV RT. több közreműködő bevonásával jelentést készített a Szabadság híd állapotáról és rekonstrukciójának előkészítési munkáiról. A javaslat a felújítás során az alábbi munkák elvégzését tartalmazta:

– főtartók korlátozott mértékű erősítése,
– főtartó alsóöv csomópontjainak és pilontövek korrozióvédelmének megoldása szerkezeti javítással,
– osztott szelvényű főtartók rácsrudak réskorrozió miatt erősen károsodott merevítéseinek cseréje,
– dilatációk és Gerber-csuklók beázásának megszüntetése,
– villamospálya alatti közbenső hossztartók erősítése,
– a Gerber-csuklónál lévő hossztartó konzolok erősítése,
– a teljes burkolat és szigetelés csere a kocsipályán, a villamossáv Rivalcoll FM7 járható műgyanta szigetelésének felújításával,
– pályaszint alatti szerkezet teljes korrozióvédelme,
– vizsgálójárda hálózat kiépítése.

A BFFH Közl.Üo. közbeszerzési eljárást hirdetett meg: Az elsőt 1996 májusában a „Szabadság híd részleges felújítási munkái" címmel a pályaszint alatti és feletti acélszerkezetek szükséges állványépítéssel. A másodikat 1997 márciusában a „Szabadság híd korrozióvédelmi munkái"-ra, mely a pályaszint alatt 10 éves garanciával végleges bevonati rendszert, míg a pályaszint felett 5 éves időtartamra foltszerű javítást irányzott elő.

Mindkét verseny nyertes generálkivitelezője a KÖZGÉP-UNIÓ Rt. lett.

3.2. Állványozási munka

A felújítási munka 1996. augusztusában kezdődött a pályaszint alatti munkaállvány átépítésével.

Az állvány anyagfelhasználása: 400 m³ (3 km 10x15 cm-es gerenda)
2 km lánc
17 t laposvas és gömbvas

A rakpartok feletti szakaszokon a nagyon alacsony 4 m-es űrszelvény miatt nem lehetett állványt építeni, ezért a rakpartok felett csak a rakparton épített állványról forgalomzár mellett lehetett munkát végezni.

3.3. Acélszerkezet felújítása

Az acélszerkezeti javítási munkák fő célja a korróziótól súlyosan károsodott elemek cseréje, vagy megerősítése, a korróziót okozó szerkezeti kialakítások korrigálása és a háború utáni helyreállítás során bentmaradt sérült szerkezetek megerősítése.

A felújítandó acélszerkezetek javítási terveinek elkészítését a szerkezet felülvizsgálata előzte meg, így a felújítási munkák a felülvizsgálattal és a tervezéssel párhuzamosan készültek.

A FŐMTERV RT. 1995-ben készített javítási javaslataiból az alábbi munkák készültek el az elvégzett munka mennyisége szerinti sorrendben:

– osztott szelvényű főtartó rácsrudak réskorrozió miatt erősen károsodott merevítéseinek cseréje,
– főtartó alsóöv csomópontjainak és pilontövek korróziós zugainak szerkezerti javítása: ferde rácsrudak bekötő szögvas végeinek levágása, kereszttartó bekötések és szélrács csomólemezek kivágása, mélypontokon lyukak fúrása.
– főtartók erősítése: D-i főtartó pesti oldal 15-15' jelű görbe és erősen korrodált oszlopának erősítése,
– a Gerber-csuklóknál lévő hossztartó-konzolok erősítése.

Ezen kívül elkészült:
– a hiányzó és laza szegecsek pótlása csavarokkal,
– a réskorrózió miatt szétnyílt elemek összefogása csavarsűrítéssel,
– a meglévő üzemi járdák 3 mm-nél vékonyabb járólemezeinek cseréje.
Felhasznált anyagok:
35 t 37-es minőségű acél
12.000 db illesztő, és 10,9 minőségű feszített csavar.
Nem került sor a javasolt munkák közül az alábbi acélszerkezeti munkákra:
– főtartó 0-1' és 9-10' rúdjainak erősítése, mely a rahegesztett merevítések alacsony fáradási szilárdsága miatt vált szükségessé, de a BME által forgalom alatt mért tényleges feszültségek a kritikus határérték alatt maradtak és az erősítés forgalom alatti végrehajthatósága sem ígért 100%-os megoldást.
– villamospálya alatti közbenső hossztartók erősítése rácsozással, mert a budai nyílásban lévő ilyen szerkezetű hossztartókon végzett mérések nem igazolták a rácsozás kedvező együttdolgozását.
Nem került sor a javaslatban szereplő szigetelés és pályaburkolat felújítására, mely miatt a szélső hossztartók átázásból származó további fokozott korróziójával kell számolni.
3.4. Korrózióvédelmi munkák
A pályaszint alatti korrózióvédelem:
Sa 2,5 tisztasági fokú felületkészítés után
3 rtg. Permatex bevonat összesen 280 µm rétegvastagságban
Ezt a bevonati rendszert alkalmazzák a rácsrudak psz. feletti szakaszán 50 cm magasságig az erős korróziós igénybevétel miatt. A felülettisztítás szemcseszórással történik, a szemcsét mindkét hídfőnél telepített nagykapacitású visszaszívó berendezéssel gyűjtik össze és szeparátorral szétválasztva a szennyező festékanyagtól ismételten elhasználják.
A pályaszint feletti korrózióvédelem:
felület előkészítés kézi szerszámokkal, a sérült felületeken
Noxyde bevonati rendszer összes rétegvastagság 350 µm

KOLOZSI GYULA / Utiber Kft

A záhonyi Tisza-híd átépítése

1. Előzmények
A fennmaradt levéltári adatok arról tanúskodnak hogy az 1700-as évek végén Záhonyban már állt egy fából épült, zsindellyel fedett híd a Tisza felett. A fahidat vélhetően gyakran elvitte a szeszélyes folyó. Az első végleges szerkezet 1910-12. között épült Záhonyban. Ezt a hidat a tanácsköztársaságért folytatott harcok során 1919-ben felrobbantották, majd 1920-22 között újjáépítették. 1944-ben, a második világháborúban felrobbantott felszerkezet helyén a Vöröshadsereg épített provizóriumot, azonban már egy év után ezt a szerkezetet elvitte a jeges árvíz. A ma látható négytámaszú acél-rácsos felszerkezetet az eredeti alépítményeken az akkori szovjet fél 1962-ben építette fel. Ez a szerkezet nem tudta követni a régi kéttámaszú szerkezet kissé eltérő eredeti nyílásbeosztását, ennek következményeként a pillérek terhelése ma 30 cm-rel külpontos.
A szovjet hidászok mellőzve a magyar kollégáik részvételét, több a későbbiekben jelentős problémát okozó hibát is elkövettek. A problémák közül a vasbeton pályalemez és a pályatartó acél hossztartók kapcsolata volt a legsúlyosabb. A pályaszerkezet leromlott állapota a nyolcvanas évek végére kritikussá vált, a pályalemez többször is átlyukadt.
1990-től szakértői és magas szintű tárgyalások folytak a kérdés megoldására. A folyó szakértői tárgyalásokon az ukrán fél javaslatot tett teljesen új szerkezet építésére, a magyar fél elegendőnek tartotta a meglevő szerkezet felújítását. A híd 1993-ban készült időszakos vizsgálatán túl 1995-ben a magyar fél próbaterhelést, szakértői vizsgálatokat, megvalósíthatósági tanulmányt és tanulmánytervet is készített. Az igen részletes vizsgálatok igazolták a szakértők aggodalmát, a felső szintű vezetés elfogadta, hogy a híd felszerkezete feltétlenül felújításra szorul, míg a pályalemez és tartószerkezete elégtelen együttdolgozása és a kereszttartók ebből eredő túlterhelése indokoltá teszi a teljes pályaszerkezet cseréjét.
A két ország között a – megújuló kapcsolatoknak köszönhetően – az 1989-94. közötti években mintegy háromszorosára nőtt a közúti forgalom. A kormány meghatalmazása alapján a két ország illetékes miniszterei első ízben 1995. május 19-én Egyezményt írtak alá az átépítési munkákra vonatkozóan. Az egyezmény végrehajtását a 2169/1995. (VI. 13.) és a 1046/1995. (VI. 13) számú kormányhatározatok rendelték el. A két ország képviselői a végrehajtás feladatainak előkészítése érdekében több alkalommal találkoztak. Ezen egyeztetések részei voltak a Magyar-Ukrán Határmenti Együttműködési Koordinációs Bizottság ülései és a KHVM Közúti Főosztály vezetésével havi rendszerességgel megtartott szakértői egyeztetések.
A folyó tárgyalások eredményei alapján megkezdődött a tervezés és a munkák vállalatbaadásához (a versenyeztetéshez) szükséges Előminősítési és Tenderdokumentáció készítése. A magyar fél a meglévő

hídszerkezet átépítési munkáinak engedélyezési tervét 1995. szeptember hónapban elkészítette, majd az ezt követően elkészült kiviteli tervekre 1995 decemberében építési engedély kérelmet nyújtott be. A versenytárgyalás első lépéseként 1995 december 10-én meghirdetésre került a Közbeszerzési Törvény szabályainak megfelelő Előminősítési eljárás.

A két ország közlekedési miniszterei a véglegesen rögzített feladatok tartalmára, azok felosztására, az átépítés utáni létesítmények tulajdonjogára, a tervek tartalmára, a jóváhagyások és finanszírozás mikéntjére vonatkozóan a korábbi megállapodás kibővítéseként 1996. január 16-án államközi megállapodást írtak alá.

2. A megállapodás konkrét feladatai:

– A magyar fél elvégzi a rekonstrukciós munkákat saját tervei alapján, a meglévő, mintegy 200 m hosszú Tisza-híd főtartószerkezetén és átépíti a tönkrement pályaszerkezetet.

– Az ukrán fél saját tervei szerint, a meglévő építményekre a szerkezeti gerendák toldásával a meglévő felszerkezet két oldalán új, 1-1 forgalmi sáv széles felsőpályás felszerkezetet épít.

– A munkákat a két állam paritásos alapon finanszírozza, melyben miniszteri szinten megállapodtak.

– Ukrán és magyar oldalon elkészül a határállomásokhoz csatlakozva a csatlakozó utak szélesítése és a mederhíd megnövelt átbocsátóképességének megfelelően a meglévő ártéri hídszerkezetek rekonstrukciója és szélesítése. A csatlakozó utak építését és az ártéri hidak felújítását és szélesítését a határállomások és a mederhíd hídfői között az ukrán és a magyar fél saját oldalán, saját tervei alapján, saját költségére végzi.

– A meglévő mederhíd teherbírásának növelésével megszüntethető az elrendelt 70 m-es követési távolság, és a hídon a várakozási tilalom. A meglévő szerkezet kapacitása nő, megszüntethető a személyforgalom felesleges várakozása.

– Az új kiegészítő hídszerkezetek lehetővé teszik a határátkelőn a teher- és személygépjármű forgalom szétválasztását és így elkerülhető a régi szerkezet esetleges nagymértékű túlterhelése.

3. A kivitelezési munkák terveinek jóváhagyása

A magyar fél kivitelezési munkáira készült tervek jóváhagyása az érvényben levő jogszabályok szerint két ütemben történt meg. A Közlekedési Főfelügyelet a munkák engedélyezési és kiviteli terveit valamint a nyertes ajánlattevő alternatív ajánlata szerinti módosított terveket több határozattal fogadta el, az alábbiak szerint:

Tárgy	Határozat száma	Dátum
Útépítési tervek jóváhagyása	107/1996/II	1996. március 04.
Ártéri és meglévő mederhíd átépítési engedélye	819/2/1996	1996. március 18.
Ukrán szerkezet építési engedélye	819/4/1996	1996. május 06.
Ártéri hidak kiviteli terveinek jóváhagyása	819/3/1996	1996. május 10.
Tisza-híd pályaszerkezet kiviteli terv jóváhagyása	819/5/1996	1996. május 28.
Ártéri hidak alternatív tervének jóváhagyása	2735/1996	1996. július 30.
Mederhíd alternatív tervének jóváhagyása	2735/3/1996	1996. október 18.

A magyar tervek jóváhagyása után átadásra kerültek az ukrán félnek, aki élve a Beruházói Megállapodásban rögzített jogával megtette észrevételeit, majd megadta a tervek jóváhagyását.

4. A munkák versenyeztetése

A magyar beszállításokra kiírt közbeszerzési törvény szerinti versenyeztetés első fázisában a hazai Vállalkozók közül 9 csoport jelentkezett, melyből a Kiértékelő Bizottság több menetben végzett értékelést követően 7 Vállalkozó jelentkezését fogadta el. Az elbírálás 1996. február 29-ig megtörtént.

Az ajánlattételre felkért Vállalkozók közül öten adtak ajánlatot, azonban a Kiértékelő Bizottság élve a Közbeszerzési Törvény adta jogával egyik ajánlatot sem fogadta el. A munkák mielőbbi vállalatba-adása érdekében a KBT 70.§ értelmében a tárgyalásos eljárásra tért át a Beruházó. A szabályos közbeszerzési eljárásra 1996. június 19-én került sor. A meghívott öt Vállalkozó közül négy Vállalkozó jelent meg.

Az eljárás során összesen 7 db ajánlat érkezett be, mindegyik Vállalkozó tett alapajánlatot és ezen túl három Vállalkozó alternatívot is adott. A versenytárgyalás nyertese a Nyírbau Kft volt. ajánlatának összege nettó 710.299.763 Ft. Ez az összeg a költségelt munkákon túl 40 mFt tartalékot tartalmazott.

5. A kivitelezés két üteme, a magyar fél által elvégzett munkák

A kivitelés az ukrán oldalon mintegy fél évvel előbb kezdődött el mint a magyar oldalon. Az eltérő kezdést az is lehetővé tette, hogy a szomszéd országban még nem ismert a versenyeztetési eljárás olyan formája mint nálunk, másrészt a tervezési munkát is jóval egyszerűbb követelmények szerint végzik, mint Magyarországon. Ennek megfelelően, a jócskán előrehaladott állapotban levő ukrán kivitelezők sürgették a magyar felet, hogy a Tiszahíd hídfő kialakításában számukra szükséges munkaterületet és körülményeket biztosítsa.

Az ajánlattételi időszakban, az ukrán fél kifejezetten sürgető kérésére, az általuk építendő hídfő területén gyorsítva megszereztük az érintett terület tulajdonjogát, valammt elkészült egy sor terület-előkészítési munka (közműkiváltások, korlátbontások, növényzet eltávolítás, töltésépítés, bejáróút kialakítás stb.). Mindezen munkák értéke szerepel az ukrán féllel történő paritásos elszámolásban.

Az 1996 júniusában sikeresen befejezett versenytárgyalás eredményhirdetését követően megkezdődhetett a konkrét kivitelezés, az alábbi ütemekre bontva:

I. ütem: 1996.07.02. – 1996.11.29.

Szerződéskötést követően a magyar fél megépítette az új ártéri hidakat, a csatlakozó utak szélesítését, a hozzá tartozó támfalakkal, közvilágítással és megkezdődött a mederhíd pályaszerkezeti elemeinek gyártása Mátranovákon valamint a korrózióvédelmi munkák készítése Budapesten.

Ezen időszakban az ukrán fél megépítette az új mederszerkezeti részeket, a meglevő hídfők szélesítésein, illetve a pillérekre épített konzolokon.

II. ütem: 1996.11.29. –1997.06.30.

A magyar fél átépíti a régi mederhíd pályaszerkezetét, annak teljes körű korrózióvédelmével, felújítja a régi ártéri hídszigetelését, aszfaltburkolatát, valamint megépíti a csatlakozó útszakaszok aszfaltburkolatát, a kapcsolódó közművel, töltésvédelmi és vízépítési kisműtárgyakkal, járulékos útépítési munkákkal együtt.

Az ukrán fél a második ütemben elkészíti a befejező korrózióvédelmi munkákat, az általa épített új szerkezeten.

A helyszíni munkálatok rendben, az előre rögzített ütemben zajlottak le 1996-ban és ennek megfelelően az első ütem munkálatai 10 nappal a tervezett határidő előtt jó minőségben 1996. november 21-én befejeződtek. A munkák sikeres végrehajtásáról Göncz Árpád köztársasági elnök úr is meggyőződött, amikor az ukrán köztársasági elnökkel 1996. november 15-én a mindkét ország számára fontos beruházás előrehaladását közösen megtekintették.

6. Az ukrán fél munkájáról

Az ukrán tervezővel 1995. májustól folyó tervegyeztetések eredményeként kialakult a megvalósításra kerülő híd szerkezete, keresztmetszeti elrendezése. Már a tervezés időszakában sejtettük, hogy a híd kivitelezése a hazai megszokott technológiáktól érthetően jelentősen eltérő módon fog megvalósulni. A munkák megkezdése után mindezeket megtapasztalhattuk, szembetalálva magunkat több igen szellemes, néha merész ötlettel.

A záhonyi Tisza-híd középső alépítményeit (a pilléreket) több szakértő alapos vizsgálatnak vetette alá. A fő kérdés az volt, hogy milyen többletterheket képes viselni a századforduló után pár évvel épített fő szerkezeti elem, illetve mit kell tenni a várt eredmény elérésének érdekében. Az ukrán-magyar szakértők vizsgálatait követően megállapítható volt, hogy hála elődeink gondos munkájának, az alépítmény az ukrán fél által megépítendő szélesítés többletterheit képes elviselni, nagyobb beavatkozás (alapszélesítés, megerősítés). nélkül. az eredmenyek alapján a régi pilléreket konzolosan szélesítette meg az ukrán fél, a régi pillértesten csak apróbb munkákat (fugázás, repedések injektálása stb.) végezve el.

A konzolok kivitelezési munkáit a régi rácsos szerkezet felső övéhez erősített keresztirányú darupálya segítette. Ezzel lehetővé vált a régi hídon beszállított anyagok (acéllemezek vasszerelés, beton, stb.) leadása a pillérfejre, külön nagyobb állványzat megépítése nélkül. A szimmetrikusan mindkét oldalra mintegy 4-4 m-re kinyúló konzolok külső „köpenyét" 10 mm vastag acéllemezből alakították ki. Az acél lemezek bölcsőszerűen körülfogják a meglevő régi szerkezet saruköveit, alatta és mellette a pillérfejbe acél tüskékkel lehorgonyozták. A konzolszerkezet belső oldalán a merevítésre és a kitöltő betonnal való együttdolgoztatás biztosítására bordákat, bekötőtüskéket helyeztek el.

A konzolok kibetonozása „zsugorodásmentes" betonnal történt meg, így teljesült az a magyar fél által támasztott azon követelmény, hogy ne jöjjön létre elválás az acél köpeny és a kitöltő beton között, ami egy későbbi korrózió melegágya lenne.

A hídfőket hagyományos, „melléépítési" módszerrel szélesítették meg. A Soil-mec típusú nagyátmérőjű, fúrt cölöpökön és az azokat összefogó cölöprácson kívül a hídfők környezetében az ukrán kivitelező szinte minden más szerkezeti elemet (térdfal, szárnyfal kiegyenlítő lemez, támfal, stb.) előre gyártott elemekből épített meg.

Az eredeti rácsos szerkezet mellett, annak mindkét oldalán szimmetrikusan, attól mintegy 5-5 cm-re betolásos technológiával épült meg a két új felszerkezet. A 2x2 m-es acél szekrénytartós elemeket az ukrán oldalon, egyszerű vasúti sínekből kialakított pályán szerelték össze. A szekrényekre ugyanitt került fel a rövidebb belső és a hosszabb külső oldali konzollal alátámasztott acél pályalemez is. A szokatlanul sűrű kiosztású NF csavaros- és hegesztett (egy keresztmetszetben általunk nem használatos) kötéseket is tartalmazó csomópontokat minták segítségével ellenőriztettük hazai laboratóriumban.

A szerkezet betolására, egy csaknem 20 m hosszú „csőr" felszerelése után került sor, egyszerű drótköteles csörlők segítségével. A szerkezet a betolása alatt, a 66 m hosszú szabad konzolvégként viselkedő szekrénytartó végén levő csőrök betölthették feladatukat, mivel a főtartó csaknem 1m-es lehajlásokat szenvedett.

A szerkezet betolása után szerelte fel az ukrán fél a sarukat, támaszonként 1-1 db-ot amely a teljes főtartó alsó síkjának 60 %-án fekszik fel. A szerkezet állékonyságára vonatkozóan az ukrán tervezők számítását ellenőrző vizsgálatot készítettünk.

A felszerkezet víztelenítésére az ukrán fél környezetvédelmi hivatkozással nem épített a csaknem 200 méter hosszú hídra víznyelőket, a földrengések hatásainak kivédésére egy igencsak szokatlan ukrán szabadalom szerinti szerkezetet szándékozott beépíteni a magyar hídfő feletti mozgó saru mögé és a dilatáció hagyományos csúszólemezes szerkezetű, ahol a vizeket egy nagyméretű acélcsatornába fogták össze.

Az ukrán fél munkáinak sikeres befejezése után végső tanulságként az szűrhető le, hogy még hazai környezetben is szükséges az apró részletekig tisztázni mindent, pedig itt mi egy nyelven szerkesztett ugyanazon műszaki, jogi, és gazdasági környezetbe illeszkedő dokumentáció szerint dolgozunk. Mindezeket abban a helyzetben, amikor például a statikai számításokat titkos anyagnak, a részletterveket felesleges dolognak minősítve át sem akarja adni a külföldi partner a megszokottnál sokkal részletesebben, alaposabban kell megfogalmazni, tisztázni.

7. Pénzügyi források, elszámolás

Az elkészült létesítmény becsült magyar oldali költségigénye 1.182 MFt. Ez tartalmazza a paritásos alapon a magyar felet illető mederhíd költségeket, valamint a határállomás és a mederhíd közötti csatlakozó út és az ártéri híd építési költségeit. A két ország kölcsönösen biztosította egymásnak a mederhíd munkálatainál a VÁM és ÁFA mentességet.

Az ukrán féllel hosszas, bonyolult tárgyalássorozatot követően 1996. szeptember 19-én sikerült az elszámolásról szóló egyezményt létrehozni. Az elszámolási tárgyalások már 1996. év elején elkezdődtek, a munkák során elvégzendő főbb feladatok, alkalmazott eszközök, gépek energiafajták rögzítésével, azok árainak egyeztetésével. Ez a módszer a két ország igen sok vonatkozásban eltérő gyakorlata, pénzügykezelése miatt nem vezetett eredményre. Ezt követően csupán 14 fő munkafázist tartalmazó tömörített tételekkel alátámasztva bemutattuk a magyar beszállítások összegét, és becslésekkel ehhez igazítva az ukrán munkák értékét. Természetesen az ezt követő, olykor vérbeli piaci kofákat is megszégyenítő tárgyalási fogásokat sem mellőző egyeztetéssorozat minden részlete nem írható le hivatalos jegyzőkönyvekben, nem is érdekes, csupán a magyar fél számára kedvező eredmény a fontos.

A kivitelezői verseny eredményének és az ukrán elszámolás mikéntjének rögzítése után ismertté vált a beruházás teljes forrásigénye és annak éves ütemezése:

Feladat	Bruttó	összeg	Ft-ban
	1996	1997	Összesen
1. Előkészítés	54 998 921	18 776 079	73 775 000
2. Kivitelezés	216 331 868	621 055 117	837 386 985
3. Keretátadás	128 669 211	60 870 674	189 539 885
4. Járulékos munkák	0	81 250 000	81 250 000
Összesen:	**400 000 000**	**781 951 870**	**1 181 951 870**

Mindez a legelső, becsült költségvetés értékétől mintegy 300 millió Ft-al magasabb összeg. Azonban a beruházás előzetes forrásigény-becslése semmiképpen sem lehet reális,

– tervek hiányában;

– a versenyt megelőzően;

– a külföldi partnerrel még nem rögzített feladatok későbbi elszámolálását és az ukrán műszaki szakértők speciális kéréseit előre nem ismerve;

– az országos átlagárakat figyelembevéve és eltekintve a gyártóhelyektől több mint 300 km-re, éppen átépítés alatt levő, de egyébként sem normális határforgalom kivitelezést nehezítő körülményeitől;

– VÁM, ÁFA, stb. különleges, máshol elő nem forduló kérdéseitől elvonatkoztatva.

Számításaink szerint, a versenyeztetés két módszere, az ukrán féllel történt megegyezés, a kölcsönös VÁM és ÁFA-mentesség biztosításának elérése több mint 800 millió Ft megtakarítást jelentett a Magyar Államkincstárnak.

Az 1995. évben forrásként biztosított 20 MFt az 1996. évi 380 MFt-al összegezve ténylegesen 400 MFt forrás került felhasználásra központi költségvetési keretből. 1997-ben a központi keret összege 700 MFt volt, az Útalap ezt egészítette ki, 82 Mft-al.

A beruházás 1997. június 30-án az előzetes terveknek megfelelően befejeződött, az új létesítményeken a forgalom az ünnepélyes átadást követően 1997. július 11-én indult meg.

DR. TÓTH ERNŐ / UKIG

Tájékoztató aktuális kérdésekről

1.) Az országos közutak hídjainak száma 1997. január 1-én 5887, felületük 972 ezer m². Az önkormányzatok hidjairól friss adatokkal nem rendelkezünk. 1988. december 31-én 4416 híd volt, 336 ezer m² felülettel.

2.) A *PONTIS hídgazdálkodási* program hazai adaptálása lényegében elkészült, a rendszernek megfelelő állapotfelvétel megkezdődött, ez a munka jövőre fejeződik be. A PONTIS legújabb változatának megismerése és a hazai kutatások alapján a gazdálkodási rendszer továbbfejlesztése esedékes. Elkészült a *hídkorszerűsítési tanulmányterv* és program is az UVATERV gondozásában.

3.) A hidak sókorrózió elleni védelmét és a hídvizsgálatok megbízhatóságának növelését szolgálja a Berger és SIMON berendezések központi programja. Tavasszal hídlemosás, az év többi részében hídvizsgálat folyik.

4.) 1997-ben hídrehabilitáció 34 hídon folyt, illetve folyik. Elkészült jelentősebb munkák: a *37. úti Hernád híd* mellett új öszvérszerkezetű híd épült, a *szeghalmi Berettyó híd* forgalom alatti pályaszerkezet cseréje technikailag érdekes, nehéz feladat volt. A 44. számú úton a régi békéscsabai felüljáró külsőkábeles erősítése és a híd megmentése a főút forgalmának eddigi akadályoztatását megszüntette. Elkészült a *szegedi (északi) Tisza-híd* állagmegóvásának első üteme, folyik a tokaji Tisza-híd rehabilitációja, elkészül ezévben a szolnoki Kolozsvári úti felüljáró felújítása. Fontos eredmény a *61. sz út Kapos hídjának* erőtani vizsgálata és rehabilitációja, melynek eredményeképpen a korlátozott teherbírást sikerült 40 t-ra növelni. A 33. sz. főúton

az út rehabilitálása előtt elkészült a hortobágyi kilenclyuku híd állagmegóvása. Az *alsóberecki Bodrog-híd* felújítása során aggasztó korróziós jelenségek mutatkoztak. Hazánk legnagyobb alsópályás ívhídjának vizsgálatára hazai és külföldi intézeteket kértünk fel. A komplex szakértői vélemény szerint, bár tényleges kábelszakadások vannak, egyelőre külső erősítésre nem, folyamatos megfigyelésre és vizsgálatra azonban szükség van. Az utófeszített hidaknál (Vác, Szolnok ártéri híd) tapasztalt korróziós károk fokozott óvatosságra intenek mind ilyen hidak tervezésében, mind ezek vizsgálatában, fenntartásában. A hídrehabilitációs tervek zsűrizése remélhetőleg minőségi javulást fog eredményezni, az egységes tételrend szerinti költségvetés készítés pedig árelemzésekre ad lehetőséget.

5.) A határhidak közül a *záhonyi Tisza-híd* átépítése: két új hídrész (ukrán kivitelezésben), a rácsos híd pályaszerkezetének cseréje és a híd felújítása megtörtént. A megnövelt kapacitású (szélesebb és nagyobb teherbírású) híd kiemelt kormányzati beruházásban folyt, e munkával több éve vajúdó problémát sikerült megoldani.

Jóval kisebb de fontos munka volt a *barcsi Dráva-híd* szigetelésének és pályaburkolatának cseréje. Az *esztergomi Duna-híd* újjaépítésének előkeszítésében eredmény, hogy a két ország műszaki szakembereinek sikerült megállapodni a műszaki megoldásban, a megépítést illetően sajnos a döntés késik.

6.) Ez évben elkezdődött a *szajoli felüljáró kapacitásbővitése*, annak érdekében is, hogy az utófeszített gerendás régi műtárgy felújítása jövőre megkezdődhessen. A *taksonyi Duna-ág híd* felszerkezetének átépítése is megkezdődött, a régi hidszerkezet hasznosításának kérdése még nem dőlt el.

7.) A jövőben nagyobb korszerűsítési munkák közül a legjelentősebb a *bajai Duna-híd* konzoljainak erősítése, oly módon, hogy a közúti és vasúti forgalom szétválasztható legyen, jelenleg a tervek készülnek. A szintén közös, üzemű *tiszaugi Tisza-híd* a 44 sz. főútnak jelenleg a legszűkebb keresztmetszete. A döntéselőkészítő tanulmány tervek szerint a meglévő alépítményeken a régi szerkezet, oldaliranyú elhúzás után csak vasúti forgalmat viselne, mellette pedig új közúti hídfelszerkezet épül. Jelenleg a tervezési munka versenyeztetése folyik.

8.) *Az önkormányzati hidak építésére* pályázati lehetőség van. Érdemes a feltételeket részletesen megismerni, mert az igényelhető támogatás esetenként 50%-kal nagyobb is lehet.

9.) *A műszaki szabályozási munkák* a Hídszabályzat Bizottság irányításával, a MAUT összefogásával készülnek. Fontosabb ezévi munkák: acélhidak fáradására vonatkozó tanulmány, az EUROCODE és a hazai méretezés összehasonlítása, hídkorlátokra vonatkozó új előírás készítése. Az érvényben lévő szabályozások listája a MAUT-nál megszerezhető, az előirásokat ugyanott meg lehet vásárolni. Az alkalmazási engedélyek listája az UKIG modemről lekérhető, az engedélyek kiadásában az Építési Törvény hatálybalépése után módosulás várható.

10.) *A Központi hídtervtár* az ÁKMI Budapest II. Petrezselyem utcai hivatalos helyiségében üzemel (Szilassy Ákos és dr. Träger Herbert). Hídvizsgálatokhoz, tervezési munkákhoz nagy segítség az eredeti tervek, egyéb dokumentumok ismerete, élni kell ezzel a lehetőséggel. – Fontos, hogy a kivitellel egyező tervek folyamatosan érkezzenek a tervtárba.

11.) Jelentős előrelépés a *műszaki ellenőri* képzés beindulása (Balatonföldváron). Tavasszal az általános, most ősszel az út-, illetve hidas szakmai ismeretek oktatása történik kiadott jegyzetek alapján, vizsgakötelezettséggel. Egyéb tanfolyamok is folynak és igény szerint indulnak. (Ügyintéző: Havasy István, ÁKMI).

12.) *Szakmai konferenciák* 1996-ban: 100 éves a Szabadság-híd, Betontartósság tárgyú (október 29-én, írásos anyag is megjelent), 1997-ben Ráckevén a már szokásos korrózió elleni védekezéssel foglalkozó konferencia volt. Örvendetesen megélénkült a FIP hazai tevékenysége (dr. Balázs L. György), érdekes, tartalmas előadások hangzottak el, érdemes a tagok közé belépni.

13.) Elkészült a *Diagnosztikai kézikönyv* első kötete dr. Balázs L. György szerkesztésében, ennek nyomdai munkálatai remélhetőleg ezévben elkészülnek, szponzorokat várunk még a kiadás támogatására.

A *debreceni Hídmérnöki Konferenciáról* készített összefoglaló elkészült, ezt minden résztvevő megkapja. Sajnos most is néhány előadó késve adta le előadásának vázlatát, kérjük, hogy ez most ne így legyen, mert a rendező Pest Megyei Állami Közútkezelő KHT néhány hónapon belül szeretné elkészíteni és megküldeni a mostani Konferencia anyagát. Elkészült *Pest megye és Budapest hídjairól*, a minden résztvevőnek rendelkezésére bocsátott könyv, szeretnénk e sorozatot folytatni, kérjük a résztvevőket, hogy fotókkal, információkkal, kutató munkával segítsék ezt a munkát. A székesfehérvi Útügyi Napokra elkészült Székesfehérvár útjai-nak és hídjainak története, a hidas szakemberek érdeklődésére is számot tart ez a szép kiadvány (Juhászné Vinicszai Ágnes műve). A szakirodalmat a *Közúti Közlekedés és Mélyépítéstudományi Szemle* is gazdagítja tervezünk hidas célszámokat is, kérjük a tervezőket, kivitelezőket és minden kollégát, hogy főbb tapasztalatait írja meg és küldje meg az UKIG hídosztályának, vagy a Szerkesztőségnek.

14.) A *Közlekedési Múzeum* és a *Kiskőrösi Szakgyűjtemény* gyűjti az út, hídtörténet munkáit. Kiskőrösön a hídskanzent szeretnénk bővíteni, elbontott hidak részeit, előregyárott hídgerendákat, sarukat stb. ki lehet itt állítani, szolgáljuk ezzel is a szakmai tájékoztatást.

15.) *Mérés-vizsgálat, kutatás* ez évben sajnos elég kevés történt. Említésre méltó a *37. úti régi Hernád híd* törésig tervezett próbaterhelése, az idős boltozott hidak értékelése, az M1 108 km híd vasalt talajtámfalainak vizsgálata, hídügyi bibliográfia készítése. Az 1995-ben elkészült munkák közül közérdeklődésre tarthat számot az időszakos hídvizsgálatok értékelése.

16.) Személyi hír, többek között, hogy szeptember 16-án volt dr. Träger Herbert 70. születésnapja, ezúton is jó egészséget, szakmai sikereket kívánunk neki.

A konferencia fő támogatói:

Betonút Szolgáltató és Építő Rt.

Betonútépítő Nemzetközi Építő Rt.

Egri Útépítő Rt.

Euróút Kft.

Hídépítő Rt.

Magyar Aszfalt Kft.

MC Bauchemie Kft.

Mélyépítő Budapest Kft.

Strabag Hungária Építő Rt.

Utiber Kft.

ÉMÁK KHT