

SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK RT. PÁLYA, HÍD, MAGASÉPÍTMÉNYI SZAKMAI FOLYÓIRATA

V. Vasúti Hidász Találkozó, Debrecen

Köszöntő • A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve • A vasbeton hidak tartósságának növelése • Hídszerkezetek méretezéselméleti kérdései • Boltozott hidak diagnosztikája és teherbírás növelési lehetőségei • A MÁV hidagzdálkodási rendszer fejlesztése • Zaj- és rezgéscsillapítási tapasztalatok a MÁV acélhidjain • A szobi vasúti Ipoly-híd 1859-1900 között • A vasúti árvíz károk krónikája • A zalaegerszegi deltavágány Zala-hídja • Nagyvasúti villamos vontatási felsővezeték vasúti hidakon és hidak alatt • A kunszentmártoni Hármaskörös-híd tervezése • A kunszentmártoni Hármaskörös-híd gyártása és szerelése • A kunszentmártoni Hármaskörös-híd kivitelezése • Gyalogos forgalom különszintű keresztezési műtárgyai • Rugalmasan ágyazott vasúti pálya átvezetése hídon • Közúti és vasúti forgalom szétválasztása nagyforgalmú hidjainkon • A vasúti acélszerkezetű hidak aktuális korróziós kérdései • Előfeszített tartószerkezetek továbbfejlesztése és gyakorlati alkalmazásuk • Vasúti hidak hibái, javításuk módja • Korrózióvédelmi bevonatrendszerek kiválasztási szempontjai • Acélhidak korrózióvédelme korszerű festékbevonatokkal • Kivitelezés szempontjai a vasúti hidak korrózióvédelmi munkáinál • A szárazjégszórás a tisztítási technológiában • Árvíz okozta károk helyre-állítás a Nyíregyházi PGF területén • Javaslat az osztott biztonsági tényező méretezési képlet továbbfejlesztésére • Budapest-Kelebia vasút-vonal 66/7 szelvényben lévő 6,0 m nyílású hid átépítése



„A hidak összekötmek”

2003



1. Különszám

A Vasúti Hidak Alapítványról

1. Az Alapítvány születése

Az I. Vasúti Hídász találkozót 1993-ban Szegeden rendezték meg. Ezen a szakmai összejövetelen merült fel az a gondolat, hogy a vasúti hídász szakma hagyományainak ápolására, fejlődésére, kapcsolatok tartására szervezett keretet kell biztosítani. A szervezetek közül a legjobbnak a vasúti hídász szakmában a legelkötelezettebb szervezetek által létrehozandó Alapítvány látszott.

A Vasúti Hidak Alapítványt magánalapítványként a következő cégek alapították:

- MÁV Rt. Vezérigazgatósága
- MÁV Épületkarbantartó Kft.
- MÁV Hídepítő Kft.
- Hídepítő Rt.
- SZFINX Bt.

A Vasúti Hidak Alapítványt a Csongrád Megyei Bíróság Pk 60.001./1996/3/670 számon 1996. február 1-én vette nyilvántartásba. A vasúti hídász szakma iránti elkötelezettséget jelzi az a tény, hogy az alapítókhoz a későbbiekben összesen 13 cég és egy magánember csatlakozott.

2. Az Alapítvány célja és működése

Alapítványunk célja:

- a vasúti hidak múltjának, történetének felkutatása, ápolása, kiadványokban való megjelentetése,
- a vasúti híd történeti kutatások támogatása, tárgyi emlékek felkutatása, összegyűjtése, rendszerezése, felújítása, ápolása, megőrzése, kiállításokon való bemutatása,
- hídász szakemberek oktatásának, továbbképzésének szervezése, anyagi és szakmai támogatása, pályakezdő szakemberek segítése,
- hídász szakmai tudományos értekezletek, konferenciák, előadások szervezése, lebonyolítása,
- hídász szakmai tudományos munkák, szakirodalmi cikkek összegyűjtése, rendszerezése,

- hídász témájú pályázatok kiírása, díjazása,
- hidak közlekedésbiztonsági továbbfejlesztésében való közreműködés tanulmányok készítésével pályázatok kiírásával.

Az Alapítvány szervei a Kuratórium és a titkár. A Kuratórium hét fős testület, tagjait az alapítók határozatlan időre kéri fel.

A Kuratórium tagjai:

Rege Béla elnök, Evers Antal, Hámosi Ottó, Dr. Iványi Miklós, Solymossy Imre, Vörös József, Zsigmondi András, a kuratórium titkára: Füle Attila.

3. Az eddigi tevékenység eredményei

Első szakmai tevékenységünként országos pályázatot írtunk ki a „Régi (70 évnél öregebb) vasúti hidak történetének cikk formájában való feldolgozására. A pályázatra 2 pályamű érkezett, amelyeket a bíráló bizottság értékelt. A díjazott pályaművek készítői és témái a következők voltak:

- Forgó Sándor: „Vándor hidak”,
- Szemenyei Mátyás: „A Győrvári aluljáró története”

Az Alapítvány a MÁV Rt-vel és a KTE-vel 1997. szeptember 16–108. között Miskolc-Tapolcán közösen szervezte meg a III. Vasúti Hídász találkozót.

A konferencia főbb témakörei a következők voltak:

- meglévő vasúti hidak vizsgálatai,
- meglévő hidak erősítése, felújítása,
- az utóbbi két évben megvalósult műtárgyak.

A konferencia munkájában 179 fő vett részt, ebből 92 fő a MÁV Rt., illetve a MÁV Kft.-k munkatársai, 87 fő pedig egyéb szervezet képviselői voltak adtuk át. A konferencián elhangzott előadások anyagát színes kivitelenben, a Sínek Világa 1998. 2. különszámaként jelentettük meg. Ez volt a Sínek Világa folyóirat első színes kiviteli kiadása is.

2003. évi különszám

XLVI. évfolyam 185. szám

Tartalomjegyzék

V. Vasúti Hidász Találkozó Debrecen, 2003. május 20–22.

Köszöntő	5
1. Vörös József: A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve	6
2. Farkas György–Kovács Tamás–Szalai Kálmán: A vasbeton hidak tartósságának növelése	12
3. dr. Iványi Miklós: Híd szerkezetek méretezéselméleti kérdései	16
4. Orbán Zoltán: Boltzott hidak diagnosztikája és teherbírás növelési lehetőségei	22
5. Erdődi László–Dányi György–dr. Lubloy László–Agárdy Gyula: A MÁV hidgazdálkodási rendszer fejlesztése	30
6. Csek Károly: Zaj- és rezgéscsillapítási tapasztalatok a MÁV acélhidjain	39
7. Hajós Bence: A szobi vasúti Ipoly-híd 1859–1900 között	43
8. Kiss Józsefné: Vasúti árvíz károk krónikája	48
9. Gál András: A zalaegerszegi deltavágány Zala-hídja	57
10. Füle Antal: Nagyvasúti villamos vontatási felsővezeték vasúti hidakon és hidak alatt	64
11. Solymossy Imre: A kunszentmártoni Hármaskörös-híd tervezése Sélley Tivadar: A kunszentmártoni Hármaskörös-híd gyártása és szerelése Becze János: A kunszentmártoni Hármaskörös-híd kivitelezése	70 74 79
12. Mácsai András: Gyalogos forgalom különbszintű keresztezési műtárgyai	86
13. Evers Antal: Rugalmasan ágyazott vasúti pálya átvezetése hídon	93
14. Pozsonyi Iván: Közúti és vasúti forgalom szétválasztása nagyforgalmú hidjainkon	96
15. Erdődi László: A vasúti acélszerkezetű hidak aktuális korróziós kérdései	100
16. Tápai Antal–Fővényi Gábor–Kókai József: Előfeszített tartószerkezetek továbbfejlesztése és gyakorlati alkalmazásuk	109
17. Boros Péter: Vasúti hidak mrghibásodása és javításuk módja	116
18. dr. Ludányi Béla: Korrózióvédelmi bevonatrendszerek kiválasztási szempontjai	120
19. dr. Rosta László: Acélhidak korrózióvédelme korszerű festékbevonatokkal	123
20. Tóth Tamás: Kivitelezés szempontjai a vasúti hidak korrózióvédelmi munkáinál	127
21. Angyal Károly: A szárazjégszórás a tisztítási technológiában	129
22. Báló Endre: Árvíz okozta károk helyreállítása a Nyíregyházi PGF területén	131
23. dr. Medved Gábor: Javaslat az osztott biztonsági tényezős méretezési képlet továbbfejlesztésére	135
24. Legeza István: Budapest–Kelebia vasútvonal 66/7 szelvényben lévő 6,0 m nyílású hid átépítése	140

- Címlapon:** Balmazújvárosi Keleti-főcsatorna-híd
- Belső oldalon:** A Vasúti Hidak Alapítványról
- Hátlapon:** A tokaji Tisza-híd tervei 1890
- Belső oldalon:** A Vasúti Hidak Alapítványról (folytatás a címlap belső oldaláról)

SÍNEK VILÁGA

Vasúti pálya, híd- és magasépítmenyi folyóirat

Kiadja: a MÁV Rt. Pálya, Híd és Magasépítmenyi Szakigazgatósága
1062 Budapest VI., Andrássy út 73–75.

Postacím: 1940 Budapest

Telefon: 342-5931, üzemi 35-19 · Telefax: 432-4042

Főszerkesztő: Pál József

Felelős szerkesztő: Ambrus Zoltán

Nyomtatás: Tuurex Kft.

Megjelenik évente négy alkalommal. Egy példány ára: 200 Ft

Évi előfizetési díj: 800 Ft

Előfizetés és hirdetésfelvétel közvetlenül vagy postautalványon,
illetve átutalással a MÁV Rt. Pályagazdálkodási Központ 10201006-50014644

Levélcím: 1011 Budapest I., Hunyadi J. u. 12–14.

Telefon: 201-1418 · Telefax: 201-0082

Árusításban megvásárolható a MÁV Noszta Kft. boltjaiban

1056 Budapest, Belgrád rkp. 26.

Engedély száma: III/ÚHB/305/1987.

HU ISSN 0139-3618

Welt der Scheinen 2003 Sonderausgabe 1

Jahrgang XLVI. Nr. 185.

Inhaltsverzeichnis

Begrüßung	5
1. József Vörös: Die drei vergangene Jahre in Eisenbahnbrückendienst	6
2. György Farkas–Tamás Kovács–Kálmán Szalai: Die Ausbreitung der Haltbarkeit der Stahlbetonbrücken	12
3. Dr. Miklós Iványi: Die theoretische Fragen für die Bemessung der Brückenkonstruktionen	16
4. Zoltán Orbán: Die Analyse und die Erhöhungsmöglichkeit der Tragfähigkeit der Gewölbebrücke	22
5. László Erdődi–György Dányi–dr. László Lubloy–Gyula Agárdy: Die Entwicklung des Systems für die Brückenwirtschaft bei MAV	30
6. Károly Csek: Die Erfahrungen für den Lärmschutz und für das Dämpfen der Schwingung auf der Stahlbrücken bei MAV	39
7. Bence Hajós: Die Eisenbahnbrücke über Ipoly bei Szob (von 1859-bis 1900)	43
8. Frau József Kiss: Die Chronik der Hochwasser bei Eisenbahnbrücken	48
9. András Gál: Die Brücke im Gleisdreieck über Zala bei Zalaegerszeg	57
10. Antal Füle: Der Eisenbahnoberleiter über den Brücken und unter den Brücken	64
11. Imre Solymossy: Die Planungsarbeit für die Brücke über Hármas-Körös bei Kunszentmárton	70
Tivadar Sélley: Die Herstellung und die Montage der Brücke über Hármas-Körös bei Kunszentmárton	74
János Bezce: Die Ausführung der Brücke über Hármas-Körös bei Kunszentmárton	79
12. András Mácsai: Die Bauwerke für den Fußgängerverkehr	86
13. Antal Evers: Der elastisch gebettete Fahrbahn auf der Brücken	93
14. Iván Pozsonyi: Die Separierung des Straßenverkehrs und Eisenbahnverkehrs auf die Brücken	96
15. László Erdődi: Die aktuelle Fragen für den Korrosionsschutz bei der Eisenbahnstallbrücken	100
16. Antal Tápai–Gábor Fövényi–József Kókai: Die Entwicklung und die Anwendung der vorgespannte Träger in Praxis	109
17. Péter Boros: Die Mängel bei der Eisenbahnbrücken und die Art der Verbesserung	116
18. Dr. Béla Ludányi: Die Auswahlkriterien für den Korrosionsschutz der Anstrichsysteme	120
19. Dr. László Rosta: Der Korrosionsschutz der Stahlbrücken mit hochwertigem Farbstoff	123
20. Tamás Tóth: Technologieanweisungen für die Korrosionsschutzarbeiten der Stahlbrücken	127
21. Károly Angyal: Reinigen mit Trockeneisen	129
22. Endre Báló: Die Sanierungsarbeit der Hochwasserbeschädigung im Bereich Zentrale für Streckenwirtschaft Nyíregyháza	131
23. Dr. Gábor Medved: Vorschlag für die Ergänzung der Bemessung mit geteilten Sicherheitsfaktoren	135
24. István Legeza: Überbau der Brücke mit 6 m Öffnung auf der Linie Budapest–Kelebia 66/7.	140

- Titelblatt:** Die Brücke über dem Hauptkanal Ost bei Balmazújváros
- Innenseite:** Die Vorstellung der Stiftung für Eisenbahnbrücken
- Hinterfläche:** Die Unterlagen der Brücke über den Theiß bei Tokaj
- Innenseite:** Die Fortsetzung der Vorstellung der Stiftung für Eisenbahnbrücken

**SÍNEK VILÁGA
WELT DER SCHIENEN**

**Fachzeitschrift des Fachdienstes für Strecken, Brücken und Hochbauten
der ungarischen Staatseisenbahnen AG**

Verleger: Technischer Direktion für Strecken, Brücken
und Hochbauten der MÁV – AG

Telefon: (36-1) 342-5931

Telex: (61-22) 4343 MÁV VIGH · Telefax: (36-1) 342-5189

Postanschrift: 1940 Budapest

Bankkonto: MÁV Rt. Pályagazdálkodási Központ
10201006-50014644

Chefredakteur: József Pál

Verantw. Redakteur: Zoltán Ambrus

Annahme von Inseraten beim Verleger

HU ISSN 0139-3618

Köszöntő

Idén lesz 135 éve, hogy a kiegyezés utáni közlekedési törvénycikkely felhatalmazása alapján a magyar állam tulajdonába került az első vasútvonal. Ezzel meg kezdte működését a korabeli Magyar Államvasutak. Lehetővé vált a kormányzat számára a vasúthálózat egyre gyorsabb ütemben való fejlesztése. A kialakult ipari mezőgazdasági érdekek vasútvonalak építését követelték meg. A XIX. század közepén kezdődött vasútépítésekkel, a különböző akadályok (vizek, utak völgyek stb.) felett a vasút átvezetése is együtt járt. A tömeges hidépítési igényt sikeresen oldották meg vasútépítő elődeink. A vasútépítés hőskorának hidépítési története üzletágunk mémöki létesítményi tervtáraiban, a Közlekedési Múzeum és a Magyar Vasúttörténeti Emlékpark gyűjteményében megtalálhatók. Ezért köszönet és tisztelet illeti hidász elődeinket, és mai hidász kollégáinkat, akik szakmai érdekből, szeretetből ezt az örökséget őrzik, óvják, a hidász hagyományokkal együtt. Ilyen hagyomány immár a vasúti hidász szakma találkozója is. Ez a szakmai konferencia sorrendben az ötödik, de a mostani egyben jubileumi is, hiszen 10 évvel ezelőtt volt az első ilyen jellegű szimpozium a MÁV Rt-nél. A pályavasúti üzletágnak a vasúti hidállag forgalom-biztos állapotának megőrzése egyik legfontosabb feladata. A vonalhálózaton szép számmal vannak koros, avult hidak is, de az elmúlt években jelentős hídfelújítási és hidépítési munkákkal is dicsekedhetünk. Az elmúlt évek sikerének könyvelhetjük el közutas kollégáinkkal együttműködve, a közös vasúti-közúti hidak azonos nyomvonalának felszámolásában tett lépéseinket. Azért ehelyütt

kap külön hangsúlyt ez a téma, mert éppen a térségben van a Tisza és árterületét áthidaló Kiskörei Tisza-híd, ahol utolsóként az országban még azonos nyomvonalon halad a két közlekedési ág forgalma. A sikerek mellett azonban a gondokról is szólnunk kell, mivel a rendelkezésre álló pénzügyi lehetőségek nem teszik lehetővé a vonalhálózaton a műszaki állapot miatt szükséges karbantartási munkák maradéktalan elvégzését. Egyes területeken állapotromlással is számolni kell. Ezért fontos a hídszolgálat diagnosztikai fejlesztése, a statikai felülvizsgálatok végzése, a felügyeleti tevékenység új előírásai szerinti végrehajtása. A különböző korú és anyagú szerkezetek üzemeltetése eltérő fenntartási tevékenység elé állítja szakembereinket. Ebben a munkában segítenek a szakmai találkozók is, amilyen ez a Debrecen városában megrendezett mostani háromnapos rendezvény is. Ahogy otthont adott a megrendezésre megelőzően Szeged, Balatonboglár, Miskolc, Szombathely is.

Vasúti szakmai körben köszönhetem a minisztérium, a közlekedési felügyeletnek képviselőit, egyetem tanárait, a közúti hídszolgálat munkatársait, a konferencián résztvevő előadókat.

Kívánom, hogy a szakmai találkozó 3 napja alatt elhangzó előadások, szakmai beszélgetések, viták, minél nagyobb mértékben szolgálják céljainkat.

Fredményes tanácskozást kívánok az V. Vasúti Hidász Találkozóhoz.

Dr. Zsákai Tibor



VÖRÖS JÓZSEF
MÁV mérnök főtanácsos
Mérnöki Létesítmények Osztály
osztályvezető

A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve

A mögöttünk levő három esztendő mozgalmas időszak volt a MÁV hídszolgálat életében. Bár olyan nagy jelentőségű kiemelkedő teljesítményt nem tudhatunk magunk mögött, mint az előző ciklusban már épülő, azóta forgalomba helyezett nagyrákosi völgyhidak, de azért bővelkedünk azokban a munkákban, eseményekben, amiről érdemes beszámolni.

Nézzük sorba mi történt az elmúlt három évben a felújítások beruházások területén, milyen új szerkezetek és eljárások kerültek alkalmazásra, milyen kutatások folynak a nemzetközi szervezetekben, és hogyan veszünk ebben részt, és végül hogyan sikerült teljesíteni az oktatás, és a szakirodalom terén kitűzött céljainkat.

Felügyeleti tevékenység

A felügyeleti tevékenység során megvalósult a számítógépes adatfelvételi rendszer, aminek bevezetése kétségtelenül nagy munkát jelentett a vizsgálatot végzőknek. Meggyőződésem, hogy a kezdeti nehézségeket magunk mögött hagyva az elkövetkező években az eddigiekhez képest kisebb energiával fogjuk üzemeltetni a rendszert. A lap későbbi oldalain részletes leírást találunk a rendszer tapasztalatairól, és a további lehetőségekről.

Sajnos e vizsgálati módszer sem kieszöböli ki az emberi mulasztásokat, így fordulhatott elő, hogy egy adott hidunknál olyan hiányosságok sem kerültek felvezetésre, amik egy korábbi kézi adatfelvétel során már rögzítésre kerültek. Tudomásul kell venni, hogy a számítástechnika nem csodaszer, csupán segítője munkánk. Tisztában vagyunk azzal, hogy a hídfelügyeleti tevékenység komoly időigényvel jár, de ezt az időt (létszámot) biztosítani kell a vizsgálatok elvégzésére, mert csak azoknak a hibáknak, hiányosságoknak a következményeit tudjuk megfelelő intézkedésekkel elhárítani, amiket ismerünk.

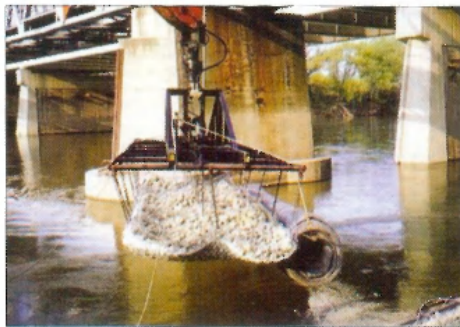
A hídfelügyelet terén némi változást jelentett a Vasúti Hídszabályzat új IX. fejezete, aminek bevezetésekor 2002-ben részletes oktatást tartottunk.

Végéhez közeledik a koros acélhidak H4 utasítás szerinti statikai felülvizsgálata, céljaink szerint 2004. év végére elérjük, hogy csak vizsgálati hiányok, vagy időközben elért 70 éves kor miatt kelljen statikai felülvizsgálatot végezni.

Az előző évek jelentősebb karbantartási munkái

A karbantartási munkák sokrétű feladatot jelentenek a hálózaton. Idő és terjedelem hiányában nem vállalkozhatunk arra, hogy valamennyi, az előző években végzett ilyen munkát felsoroljunk, ezért csak néhány jellemző, vagy jelentősebb munkát említek meg.

2001–2002. években készült el a Makói Maros-híd korrózióvédelme, és pilléreinek kimosás elleni védelme. A kimosás elleni védelemre ebben az időszakban jelentős összegeket fordítottunk. 2001-ben elvégzett makói pillérvédelmi munkán felül, ami 14,3 M Ft volt, még ugyanebben az évben 23,9 milliót költöttünk Algyőn az ilyen jellegű munkákra, és 2002-ben 32 mil-



Makói Maros-híd pillérbiztosítási munkái

liót a csongrádi vasúti híd kimosás elleni védelmére. A szegedi területen kívül a debreceni igazgatóság területén is végeztünk hasonló munkákat 11,8 millió forint összegben a Püspökladány–Biharkeresztes vasútvonal 1415/6 szelvényében a berettyóújfalui Berettyó-hídnál. Árvízkarok következtében több híd átépítése vált szükségessé a miskolci igazgatóság területén, aminek részletes ismertetését Karácsony Tamás: „Árvízkarok miatt átépített műtárgyak.” című cikkében találhatjuk meg a Sínek Világa XLV. évfolyam 180. számában.

Ugyancsak 2001–2002 közötti időszakban készült el a Záhony–országhatár között levő 12,2 + 10,0 m nyílású vasbeton műtárgyunk szigetelése, és beton korrózióvédelme (a munka részletes leírása megtalálható a Sínek Világa XLV. évfolyam 180. számában Kovács Józsefné és Várhegyi Ferenc „Fonódott vágány átépítése és vasbeton teknőhidak felújítása.” című cikkében). A Budapest Nyugati–Esztergom vasútvonalon a Szentendrei út feletti műtárgynál boltozat megerősítés, ernyőszigetelés, hídfa és sínrendszer csere készült. Esztergom kertváros állomással kezdőpont felőli végén, egy korábban provizóriummal kiváltott rossz állapotú híd karbantartása és visszaépítése történt (Sínek Világa XLIV. Évfolyam 178. szám Szekeres Sándor „A Budapest Nyugati–Esztergom vonalszakasz megerősítése” című cikk). 2002-ben további felújítási munkák készültek 250 millió összegben, ennek nagy részét koros, rossz állapotú boltozatok, átereszek megerősítése, vagy kiváltása tette ki. A boltozatok megerősítéséről „Boltozott hidak rehabilitációja” címmel tanulmány jelent meg Orbán Zoltán tollából, a Sínek Világa XLV. évfolyam 182. számában.

Felújítási, beruházási munkák

2001-ben befejeződött a Budapest Nyugati–Szob országhatár vonalon a hidak átépítése. A számtalan híd-munka ismertetése a Sínek Világa XLIV. évfolyam 178. szám Dávid Géza: „Pályarehabilitáció a Budapest Nyu-

gati–Szob országhatár vonalon” című cikkében megtalálható ezek közül a szobi boltozott híd átépítését, és a szobi Ipoly-híd korrózió védelmi munkáit említem.

A Budapest Ferencváros–Budapest Kelenföld vonalszakasz 2001. évi átépítési munkái során a vonalszakaszban levő hidak átépítése is megtörtént. A jelentősebb híd munkák között említhetjük, hogy felújítottuk a Gubacsi út feletti hidat és pályacsatlakozást, elkészült a soroksári út feletti szerkezetek korrózióvédelme, és hídfa cseréje, a Déli Duna-híd régi, rossz állapotú saruit korszerű műgumi betétes sarukra cseréltük. Elkészült a Fehérvári úti és a Bartók Béla úti híd mindkét vágányának szigetelés felújítása és ágyazatcsereje, és új korrózióvédelmi bevonatot kapott a Bartók Béla úti híd. A Budafoki úti hídnál zaj- és rezgéscsökkentő elemeket építettünk be a vasúti pályába.

A Budapest–Cegléd–Szolnok vasútvonal rehabilitációs munkáival a hídfelújítások mellett új gyalogos aluljáró épült Vecsés, Üllő, és Celédbercel-Cserő állomásokon. Átépült a Budai út megállóhely közelében lévő gyalogos felüljáró és megállóhely gyalogos aluljárója.

A Budapest Ferencváros–Soroksár közötti pálya átépítésnél is több műtárgy épült. Példaként említem a 66/7 szelvényben átépült tartóbetétes teknőhidat, amiről külön ismertetést adunk e lap hasábjain. Elbontották a régi rossz állapotú és rakszelvény korlátozást is jelentő meddőhányó úti hidat, és új gyalogfelüljáró épült Soroksár állomáson. Az új felüljáró impozáns, utaskényelmi szempontból a lépcsőfeljárók melletti liftek felszerelésével, a mai igényeket messzemenően kielégíti. Sajnálatos tényként kell azonban megállapítanunk, hogy a soroksári gyalogfelüljáróhoz hasonlóan, az utóbbi időben nagy anyagi áldozat árán felszerelt liftek és emelőlapok üzemeltetése nincs megnyugtatóan megoldva. Az esélyegyenlőségi törvény szerinti utas-barát szolgáltatások érdekében, a közeljövő fontos feladata más üzletágakkal együttműködve, az ilyen berendezések megnyugtató kultúrált üzemeltetésének biztosítása.



Algyői Tisza-híd pillérbiztosítási munkái



Csongrádi Tisza-híd pillérbiztosítási munkái

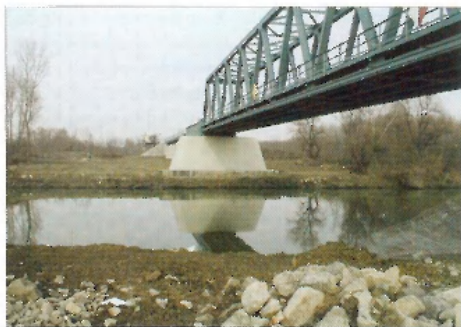
További nagyobb hídberuházási munkák

Az előző konferenciánkon már ismertettük a szekszárdi és simontornyai Sió-hidak tervezési és kivitelezési munkáit mára ezek a hidak elkészültek, és kifogástalan állapotban viselik a vasúti terheket.

A vizsgált időszak legjelentősebb beruházása volt a kunszentmártoni Hármaskörös-híd, ahol a meder feletti három régi, kis teherbírási híd-szerkezet helyett egy újonnan épült alátámasztással, a mederelfajulást is korigálva, két új, korszerű híd-szerkezet épült. Az átépítés során a régi szerkezetek is új korrózióvédelmi bevonatot kaptak: a régi alépítmények javítására, illetve megerősítésre kerültek. Az munkák befejezésével, megszünt a hídon a sebesség és tengelysúly korlátozás, elhárítottuk a bal-parti pillérnél a pilléralamosás veszélyét, és hosszú időszakra teremtettük meg a biztonságos közlekedés feltételeit. Az új meder feletti rácsos híd-szerkezet a Galyapatak-híd, a szekszárdi és simontornyai Sió-hidak tervezési és kivitelezési tapasztalatait felhasználva, korszerű térbeli rácsos tartóként méretezett híd-szerkezet, ami az előtte működő hidakhoz képest jóval gazdaságosabb üzemeltetést tesznek lehetővé.

Jelentős új műtárgyunk a zalaegerszegi deltavágány 17/18 szelvényben a Zala fölött épülő híd. A 39,0 + 52,0 + 39,0 m támaszközü, fölül nyitott, támaszok fölött kiékelte rácsos híd-szerkezet több szempontból új, és különleges. Különleges a híd-szerkezet abból a szempontból, hogy a vízszintes 600 m sugarú pályáivnek megfelelően a főtartók íves kialakításúak. A Zala folyó megközelítőleg 45°-os ferdeséggel keresztezi a vasúti pályát. A sodorvonallal közel párhuzamos alátámasztást a mederpilléreknek úgy oldotta meg a tervező, hogy a sugárirányban kialakított végső alátámasztások felett a közbenső alátámasztások eltolt keretállás csomópontok alá kerülnek. A geometriai kötöttségek miatt a kis szerkezeti magasságot rugalmas ágyazású közvetlen sínleerősítéssel (EDILON) lehetett biztosítani. A pálya, ív miatti túlemelése részben a híd-szerkezet túlemelésével, másrészt a pálya alálemelésével történt. Ilyen geometriailag és statikailag bonyolult híd-szerkezet tervezése a mai számítástechnikai lehetőségek nélkül szinte elképzelhetetlen. A híd tervezéséről korábbi számunkban (XLV. évfolyam 181. szám Tőke László: „A zalaegerszegi deltavágány” című cikkében), és e lap hasábjain részletes ismertetés olvasható.

Másik új híd-szerkezet a Zalaszentiván–Zalaegerszeg vasútvonal Zala-hídja, ahol egy ismeretlen eredetű rakomány ütközés következtében a híd középső rácsos szerkezetét ki kellett cserélni. Az új szerkezet súllyesztett pályás gerinclemez szerkezet, amit a kiálló helyek kialakíthatósága és anyagtakarékossági szempontok miatt a nyomatéki ábrát követő változó gerincmagassággal építettek meg.



A kunszentmártoni vasúti híd új mederszerkezetei

Említést érdemel az előző időszak műtárgyépítései közül a Pápa vasútállomáson létesített gyalogos aluljáró, ami a korábban lezárt gyalogfelüljáró helyett az átlomás átépítésével, a peronok kialakításával egyidejűleg épült. Az új gyalogos aluljárót 2001-ben a város fennállásának 900 éves évfordulója, valamint a Pápa-bánhidai helyi érdekű vasút megnyitásának centenáriuma évében ünnepélyes keretek között adták át a forgalomnak. Az aluljáró építéséről korábbi számunkban (XLV. évfolyam 181. szám Udvarhelyi András: „Gyalogos aluljáró Pápa állomáson”) már beszámoltunk.

A vasúti közlekedés számos előnye mellett hátrányos a városban és a lakóterületek mellett vezetett vasút zajhatása. Ennek csökkentése érdekében úgy íthton, mint külföldön számos próbálkozás történt. Többek között ilyen szándéktól is vezérelve részesítjük előnybe az ágyazatátvezetéses, vagy rugalmasan ágyazott pályátvezetésű hidak építését. Meglévő régi híd-szerkezeteknél ez a megoldás utólag nem minden esetben alkalmazható. Különösen olyan régi szerkezeteinknél jelent ez problémát, ahol a valamikor külterületen fekvő híd környéke beépült és az urbanizáció elvárásainak megfelelően a zaj és rezgés hatások csökkentését utólag kell megoldani. Ilyen célok érdekében készült el a Déli összekötő vasúti Duna-híd zaj- és rezgésvédelme 2002. évben. A munkálatok során a már elhasznált korrodált recéslemezeket műanyag bevonatú vizálló faforgácslemezekre cseréltük, és a felépítmény kapcsoló-szerkezeteibe, valamint a sín hevederkamrájába zaj- és rezgéscsillapító elemeket építettünk be. A munka részleteivel külön cikk foglalkozik. A 2001. évben beépített műgumi betétes saruk ezeknél a hidaknál ugyancsak a zajszint csökkentését is szolgálják.

Idegen forrásból megvalósult vasúti hídépítések

Legjelentősebb ilyen beruházás volt a Kecskemét–Kunszentmárton vasútvonal 302/304 hm szelvényében levő tiszai Tisza-híd, ahol közúti forrásból a közös

pályájú közúti-vasúti híd forgalmának szétválasztása céljából 2000–2001 között, új közúti híd épült. Az új híd a mai forgalmi elvárásoknak megfelelő keresztmetszeti kialakítással vezeti át a 44 sz. fő közlekedési út forgalmát, és lehetővé tette a korábban közös pályával üzemeltetett híd kizárólag vasúti forgalomra történő átalakítását. A beruházás keretében új emelt peronos eső-beállítóval kialakított megállóhely készült, és Tiszaug község bekötő útjának átvezetését a korábbi szintbeli kialakítás helyett különszintűre építették át. Ennek céljából egy 12,0 m nyílású közúti aluljáró épült. A munkák befejezésével a vasút szempontjából nemcsak a sebességkorlátozás megszüntetése, hanem a jelentős létszámkiváltás is kedvező változást jelentett. (Lásd Sínek Világa XLIV. évfolyam 176–177. szám, Dobra Jánosné „Vegyess forgalmú hidak története délkelet-magyarországi régióban.”)

Közúti beruházás részeként épült meg a 2001-ben a Kaposvár–Fonyód vasútvonal 55/56 hm szelvényében, egy 33,0 m támaszközű, párhuzamos övű, felül nyitott alsópályás rácsos hídszerkezet. A híd és folyópálya csatlakozásnál a vasúti pálya új megoldású lekötéssel, a hídon EDILON rendszerű rugalmas ágyazással épült.

Ugyancsak közúti beruházás részeként valósult meg 2001-ben Baja–Bátaszéki vasútvonalon a Baja Pesti úti felüljáró közelében egy új 12,00 m támaszközű tartóbetétes vasúti híd építése, ami az 55 sz. út forgalmát vezeti át a vasút alatt. A beruházás keretátadással valósult meg, és jó példája volt az idegen (ebben az esetben köz-

utas) érdekből megvalósuló beruházások levezetésének, más szóval bonyolításának. A keretátadással megvalósuló beruházások során ugyanis egyszerűbbé válik a jóváhagyás, építési felügyelet, a különböző MÁV szakszolgálattal való kapcsolattartás, forgalomba helyezés, jobban érvényesíthetők a MÁV érdekek, és mentesül az idegen beruházó a speciális vasúti előírások elszámításától. Az elkövetkező időszak hasonló beruházásainál egyértelműen ezt a gyakorlatot kívánjuk alkalmazni, mivel a jogi szabályozás és a vasút érdekeinek is ez a legmegfelelőbb.

Hasonló módon történt 2002-ben Kőbánya-Kispest vasútállomásnál a Ferihegyi gyorsforgalmi út felhagyott vasbeton ívhídjának a bontása. A rendkívül komoly előkészület, és vágányzár közbeni munkaszervezés eredménye, hogy 24 óránál rövidebb vágányzárban 17 évvel a felhagyása után a hatalmas hídszerkezetet elbontották. A bontás részleteiről a Sínek Világában Csek Károly és Lada Ildikó „Budapest X., Újhegyi úti régi közúti híd bontása” című cikkében már beszámoltunk (XLV évfolyam 180. szám).

Az elkövetkező időszak tervezett beruházási munkái

Mint arról már korábbi konferenciáinkon is beszámoltunk, tervezzük az újpesti Duna-híd átépítését. A 670 m hosszú ideiglenes jelleggel helyreállított hídszerkezet 2005-ben éri el az 50 éves kort. Felújítása gazdaságtalan, és a provizórikus jelleg miatt a hídon megengedett



A Tiszaugi Tisza-híd

sebességet nem lehet 40 km/h fölé emelni. Az új felszerkezet tervei elkészültek, és megfelelő hitel biztosítása esetén az átépítés megkezdhető. Az új híd lehetővé teszi a sebesség és tengelysúly korlátozás megszüntetését, kedvezőbb zaj és rezgésterhelést ad át a környezetnek, és hajózási szempontból is kedvezőbb feltételeket teremt.

2002 őszén a Budapesti Intermodális Logisztikai Központ alapkövét elhelyezték. Ennek a beruházásnak a kapcsán az ország vasúthálózatán először két tűzoltó-híd is épült.

Új beruházásként tervezzük a korábban állapotromlása következtében lezárt pécsi gyalogos felüljáró új szerkezetre történő átépítését. A beruházást a pécsi önkormányzattal közösen kincstári és önkormányzati hitel felhasználásával kívánjuk megvalósítani.

Jövő évi kezdéssel tervezzük a vasvári Rába-ártéri híd átépítését. A jelenlegi hídszerkezet támaszai meg-süllyedtek, és a süllyedés mértéke a felszerkezet állékonyságát veszélyezteti. Az új hídszerkezet bár a mai hídnál rövidebb, de az egyenylású rácsos felszerkezettel a megfelelő átfolyási szelvény biztosítható. Az új hidfők kialakítása miatt jelentős forgalomkorlátozással kell számolni, aminek zökkenőmentes lebonyolítása a forgalmi szakszolgálattal közös feladatunk.

Az érdi háromcsuklós ívhídon már két éve nem közlekednek a vonatok, mégis sok gondot jelent, mert egy-részt a rendkívül rossz állapotú híd veszélyt jelenthet az alatta működő Budapest–Székesfehérvár vasútvonalra nézve, másrészt a villamosított vasútvonalakra vonatkozó úrszelvény szabványt nem kielégítő híd alatt nyitva tartott tér a villamos vontatási felső vezetékek üzemeltetését nehezíti. A legfontosabb feladat a meglévő híd bontásához szükséges hatósági feltételek rendezése, hosszabb távlatban (2004–2005) egy olyan új vasbeton-híd megépítése, ami a műemlékvédelmi, pálya vonalvezetési és úrszelvényi feltételeknek is egyaránt megfelel.

A bajai 55. sz. út műtárgyépítés lebonyolításához hasonlóan, keretátadással tervezzük Békéscsaba–Szegeď vasútvonal, 1555+23 szelvényében a Hódmezővásárhely Kaszap utcai vasúti híd megépítését. A híd 15,5 m nyílású süllyesztettpályás orthotróp pályalemez gerinclemezes hídszerkezet EDILON rendszerű pályáát-vezetessel.

További feladatként említem meg Rákospalota, Monor, valamint Cegléd vasútállomáson épülő gyalogos aluljárókat, továbbá a Szolnok–Lökösháza vasútvonal rehabilitációjának hídmunkáit.

Műszaki szabályozás

- K+F munka keretében megkezdtük a beton és acélhidak új szabályzatának kidolgozásához szükséges adatgyűjtést.

- Mint bevezetőben már említettem, a Vasúti Hídszabályzat IX. fejezetét átdolgoztuk, és módosított formában a 428/0/2002 Közlekedési Főfelügyeleti szám alatt adtuk ki. A módosítást az időközben bekövetkezett törvényi változások, a digitális technika és a hid-diagnosztika, nem utolsó sorban a MÁV-nál bekövetkezett szervezeti változások indokolták. Az új szabályozás a vizsgálatok tekintetében bizonyos egyszerűsítéseket tartalmaz, ugyanakkor előírja a próbaterhelési terv készítését, és a használatbavétel előtti vizsgálat szempontjait.
- A P-4790/2000. számú rendelettel és annak módosításaként a P-3854/2001. szám alatt kiadott rendeletünkkel szabályoztuk a rendkívüli eseményekkel kapcsolatos jelentési kötelezettséget.
- P-4648/2001. számú rendelettel szabályoztuk az irányított száraz sajtólást a MÁV vonalhálózatán.
- Szabályozást adtunk ki a használaton kívüli, üzemszünetelés alatt álló hidak felügyeletére vonatkozóan.
- P-12844/2002. szám alatt irányelveket adtunk ki, a hullámosított acélcsövekből épülő műtárgyak építésére, és meglévő műtárgyak ilyen csövel történő bélelésére vonatkozóan.
- A hídgazdálkodási divízió módosított ügyrendjét, P-11444/2001. szám alatt tettük közzé.
- P-3757/2003. számon kiadott rendelettel szabályoztuk acél és betonszerkezeten a szögbelövésvel történő rögzítés feltételeit.

Új módszerek és eljárások a vasúti hidépítésben

Terjedelmi okok és ismétlések elkerülése céljából csak címszavakban sorolom fel azokat az új módszereket és eljárásokat, amelyeket az utóbbi években vezettünk be.

- Pálya-híd csatlakozásánál vasúti felépítmény rugalmas lekötése (MSc Kft. tervei alapján)
- Ágyazatragasztási és vasúti hidak háttöltésénél
- Boltozatok megerősítése és bélelése különböző új eljárásokkal. (lőtöb, hullámosított acélcső).
- Különböző zaj és rezgéscsillapító anyagok és berendezések beépítése.
- Háttöltések, boltozatok injektálással történő stabilizálása GEOPUR és más anyagokkal.
- Hidfák és hidfalekötő csavarok környezetének javítása ragasztásos technológiával.

Ezen eljárások ismertetése nagyrészt a további cikkeinkben megtalálható.

Nemzetközi szervezetekben végzett munka

Az UIC mérnöki szervezetek munkájában már régóta aktívan közreműködünk. 2001-től kezdődően szakmánkat Orbán Zoltán szakaszmérnök kollégánk képviseli. A számtalan kutatási téma közül megemlítem az alábbiakat.

- Várhatóan rövid időn belül elfogadásra kerül a „Vasúti hidak terhei” című 776-1. sz. UIC döntvény.
- Új projekt indult boltozott hidak címmel, ami a tégla-, kőboltozatú hidak teherbírásának megállapításával, megbízhatóságával és rehabilitációjával foglalkozik. A munkacsoport vezetője Orbán Zoltán, a MÁV szakaszmérnöke. A téma iránt igen nagy az érdeklődés, eddigi résztvevő tagvasutak száma meghaladja a tizet. A téma kidolgozásában közreműködik az UIC Alagút munkacsoport, ERRI, RTRI, VR. Az eddigiek során az irodalomgyűjtés és a résztvevő tagvasutak állagában lévő boltozott szerkezetek felmérése történt.
- A 776-1. sz. UIC döntvény felülvizsgálata folyamatban van, és várhatóan kiadásra kerül egy új UIC ajánlás a hidak dinamikus vizsgálatára vonatkozóan.
- Megvalósíthatósági tanulmány készült a közvetlen sínleerősítésekre vonatkozóan. Ennek alapján még ebben az évben nagy volumenű projekt indul az alábbi témakörökkel: közvetlen leerősítések tesztelése, modellezése, fenntartási költségek alakulása, üzemeltetői előírások.
- Az alagutakkal kapcsolatban több projekt is indult, például az alagutak karbantartása és az alagutak biztonsága címmel.
- Új feladatként született javaslat a vasúti hidak felügyeletére és diagnosztikai módszereire vonatkozóan. Az UIC elhatározta, hogy egy új munkacsoportot állít fel a témakörben. Első évben egy megvalósíthatósági tanulmányt kell elkészíteni. A finanszírozást teljes egészében az UIC vállalta magára.

Kíváncsian és egyben szívesen vesszünk részt ezekben a munkákban.

Oktatás, szakirodalom

2001-ben két hónapos, hidász munkavezetői és hidvízsgálói tanfolyamot, ezen kívül a hídszakértők részére több egynapos oktatást tartottunk. Korábbi elképzeléseink közül nem valósult meg a hidász (szerkezetépítő) második diploma megszerzése. Ugyanakkor látható, hogy a felügyeleti tevékenység végzéséhez nem rendelkezünk elegendő képzett szakemberrel. Ezen a hiányon a tisztképző keretében szervezett bentlakásos tanfolyammal szeretnénk segíteni.

A hidász kolléganők és kollégák szakirodalmi munkássága rendkívül nagymértékben javult az utóbbi időben. E cikkben felsorolt hivatkozásokból is kiderül, hogy milyen bőséggel születnek cikkek eredményeinkről, elvégzett munkáinkról, esetleg problémáinkról. Külön öröm, ha a szerzők között fiatal mérnökök neve szerepel, és ez az utóbbi években egyre gyakrabban előfordul. Az ismertető írásokon túl nem egy tudományos igényű megfogalmazott tanulmány jelent meg különböző szakfolyóiratokban. Külön kiemelendő, hogy több könyvben jelentek meg kisebb-nagyobb fejezetek munkatársaink tollából. Ezekben az írásokban a sorok mögött a tenni akarás, az együtt gondolkodás, az új iránti fogékonyság és annak bemutatási igénye olvasható, és ez elanyagiasodott világunkban mindenképpen megbecsülést, és tiszteletet érdemel.

Rövid összefoglalóban minden bizonnyal jó néhány téma, említés nélkül maradt. Céлом tevékenységünk elmúlt éveiről áttekintést adni. Remélem, hogy a hídszolgálat munkájának bemutatásával a jövőre nézve is, sikerült hasznos gondolatokat ébreszteni.



DR. FARKAS GYÖRGY
BME Építőmérnöki Kar
dékánja



KOVÁCS TAMÁS
BME Hidak és Szerkezetek
Tanszéke



SZALAI KÁLMÁN
BME Hidak és Szerkezetek
Tanszéke

A vasbeton hidak tartósságának növelése

1. Bevezetés

A vasbeton hidépítés Magyarországon több mint 100 évre tekint vissza. Első vasbeton hidunk az 1889-ben Solton épített, és még ma is üzemelő Monier rendszerű boltozat [1]. Ez a szerkezet látható az 1. képen.



1. kép. A solti Monier-rendszerű vasbeton boltozat

Az elmúlt évszázadban nagyon sok vasbeton híd-szerkezet épült, és üzemel ma is. A sok kifogástalan állapotban lévő szerkezet mellett az utóbbi években azonban egyre több olyan híddal találkozhatunk, amelyeknél jelentős korróziós károsodások jelentkeztek. Ilyen példákat mutatnak a 2. és 3. képek.

A korróziós károsodás elsősorban az agresszív környezeti hatásokra és a nem megfelelő betontechnológia alkalmazására vezethető vissza.

A vasbetonépítés kezdeti időszakában általános nézet volt, hogy a vasbeton szerkezetek tartósságát a beton anyaga önmagában garantálja. Ez részben igaz is volt, mert egyrészt ekkor még a tervezési előírások egyszerűsége következtében vastkos szerkezeteket építettek (mint például a solti híd), másrészt a környezeti hatások



2. kép. Vasbeton ív korróziós károsodása

kevesbé károsították azokat. Később az erőtani tervezés módszereinek fejlődésével, az anyagtani és méretezés-elméleti ismeretek bővülésével, a feszítési technológia elterjedésével a szerkezeti méretek erőteljesen csökkentek. Az ipar fejlődésével járó káros környezeti hatások (pl. a hidak sózása, a savas esők) megjelenése, továbbá esetenként tervezési, kivitelezési, használati hibák



3. kép. Előregyártott szélső híderenda korróziós károsodása

együttesen vagy külön-külön azt okozták, hogy a fenn tartási költségek folyamatosan emelkednek. A szerkezetek tartósságának vizsgálata, illetve a korróziós károk okainak elemzése ezért az utóbbi időben egyre fontosabb kutatási témává vált [2].

2. Vasbeton hidak korróziós károsodásainak gyakoribb okai

Tartószerkezetemk élettartamának csökkenése egy kárhalmozódási folyamat következményeként jöhet létre [3]. A kárhalmozódás kialakulhat

- belső, kémiai-fizikai-elektrokémiai folyamatok (beton karbonátosodás, acélbetét korrózió, zsugorodás, kúszás) miatt,
- mechanikai hatások, különleges terhek, fenntartási problémák hatására,
- szerkezeti hibák (helytelen szerelvények, vízvezetési hibák) következtében,
- környezeti hatások (savak, sók, víz, gázok) eredményeként,
- erózió (kopás, üregesedés) miatt.

A vasbeton hidak tartósságának legfontosabb feltétele a megfelelő betonstruktúra létrehozása.

3. A beton struktúráját befolyásoló tényezők

A szerkezetek tartósságának növelése szempontjából ideális betonstruktúra kialakulása több tényezőtől függ [4]. Ezek közül az egyik legfontosabb a betonkeverékhez alkalmazott víz mennyisége. A vízmennyiség alapvetően befolyásolja a kész beton pórusrendszerét és permeabilitását.

A beton szilárdságának kialakulásához, illetve a cement kémiai kötéséhez szükséges víz-cement tényező, $v/c = 0,20-0,23$. Az ennél több víz pórusképző, és később eltávozik a betonból, előidézte ezáltal a kúszás és zsugorodás jelenségét. A szabad víz helyfoglalása nyílt pórusrendszert képez. Ennek következtében nagy lesz a beton víz-, illetve ionáteresztő képessége. A megszilárdult betonban általában 10–20% „főlös” kalcium-hidroxid marad vissza, és ez a pórusokban jelenik meg. Ez a főlös kalcium-hidroxid lesz a beton korróziójának kiinduló pontja, mert a kívülről behatól víz a kalcium-hidroxidot könnyen kimoshatja, vagy az a levegő széndioxidjával kalcium-karbonáttá alakul át, csökkentve ezzel a beton lúgosságát [5].

A beton permeabilitásától, azaz a víz- és általában elektrolit-ion-áteresztő képességétől függ az, hogy a korróziós folyamat milyen sebességgel következik be. Megállapították, hogy az oxigénmolekulák és a kloridionok effektív diffúziós együtthatója a víz-cement tényező függvénye. A víz-cement tényező értékének csökkenésével rohamosan csökken a diffúziós együtt-

ható. Alacsony víz-cement tényező ($v/c = 0,25-0,30$) mellett az oxigénion egy nagyságrenddel lassabban, míg a kloridion két nagyságrendnél is lassabban diffundál, mint átlagos víz-cement tényező ($v/c > 0,5$) esetén.

A víz-cement tényező csökkenésével a tömörebb betonstruktúra következtében fokozódik az acélbetétek passzivitása is. A vizsgálati eredmények alátámasztják, hogy a vasbetonban a korrózió mechanizmusának kialakulásához és tartóssá válásához a víz- és oxigénmolekuláknak elegendő mennyiségben kell jelen lenniük ahhoz, hogy a vas oxidációjakor felszabaduló elektronok mozgásba jöjjenek, és így a korróziós folyamat visszafordíthatatlanná váljon.

Az utóbbi időben a betonok szilárdságának növelése érdekében egyre többször alkalmaznak mikroszilikátot a betonkeverékben. A mikroszilikát szemcseátmérőjének mikrométer nagyságrendjéből adódik, hogy azok csapágygolyó módjára elősegítik az érdes felületű betonadalékok elmozdulását, ezzel a beton tömörödését. További előny, hogy a mikroszilikát szemcsék gyakorlatilag teljes keresztmetszetükben átgélekednek, könnyen behatolnak a pórusokba és ott a kalcium-hidroxiddal ugyanúgy kalcium-szilikát-hidrátot (CSH) képeznek, mint a cement-cementáló tulajdonságú komponensei. A mikroszilikát hatására így csökken a beton kalcium-hidroxid tartalma is. A mikroszilikát szemcsék könnyen adnak le és vesznek fel vizet, így „vízpuffer” szerepet töltenek be a beton kialakulásakor. További előnye a mikroszilikátnak, hogy általa erősebb kötések létesülhetnek, mint a hagyományos betonban. A mikroszilikát-gél tökéletesebben be tudja vonni a durva adalékszemcsék felületét, mint a „cementgél”, ezért kölcsönhatása is erősebb lesz az adalékokkal. E hatások együttesen tömör betont és magas szilárdságot eredményeznek [2].

A beton legfontosabb alkotóeleme az adalékanyag. A betonszerkezetek időállóságának növelése érdekében az adalékanyaggal szemben támasztott alapvető követelmények a következők:

- a betonkeverékbe kerülő cement és adalékanyag tömegét úgy kell megválasztani, hogy azok fajlagos felületei közel azonosak legyenek,
- mosott adalékanyagot kell alkalmazni annak érdekében, hogy a betonkeverék mentes legyen a káros, lágy, víztároló iszaptól és agyagtól,
- az adalékanyag legyen homogén, a szemcsék alakja a bedolgozást elősegítő gömbölyded alakú, továbbá rejtetted repedés és az alkáli-adalék reakció veszélyének csökkentése érdekében a legnagyobb szemmagyság ne haladja meg a 16 mm-t.

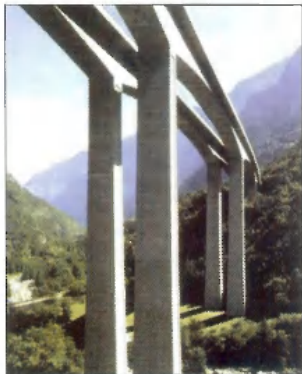
A vasbeton szerkezetek tartósságát nagymértékben befolyásolja a beton készítésének módja, bedolgozása és utókezelése. Ebből a szempontból fontos megjegyezni, hogy a csupán a kémiai kötéshez szükségeshez

közeli vízmennyiség adagolása esetén a bedolgozáshoz képlekenyítő szert kell alkalmazni. A beton kiszáradását – locsolás vagy permetezés helyett – fólia- vagy filctakarással célszerű meggátolni.

4. Nagyszilárdságú, nagy tejesítőképességű (HSC/HPC) betonok alkalmazására végzett kutatások

Az előzőek szerint a nagyszilárdságú, nagy tejesítőképességű, a külföldi szakirodalomban HSC/HPC-nek nevezett betonok alkalmazásával jelentős mértékben növelhető a hidak tartóssága. Az ilyen betonok ipari méretekben történő előállításának hazánkban sincsenek elvi akadályai [6]. Annak, hogy ezek hazai alkalmazása eddig mégsem terjedt el, sajátos okai vannak. A korszerű betontechnológia eszközzüksége több vállalatnál lényegében már jelenleg is rendelkezésre áll. Az elmúlt években a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen beindított betontechnológiai szakmérnöki képzésben oklevelet szerettek révén folyamatosan bővülnek a személyi feltételek is. A HSC/HPC betonok hazai alkalmazásának szabályozási háttere viszont jelentősen elmarad az európai színvonaltól. Ennek legfontosabb oka a HSC/HPC beton megvalósíthatóságával és megbízhatóságával kapcsolatos bizalmatlanság. A bizalmatlanság elsősorban a gyakorlati tapasztalatok hiányával indokolható. Külföldön pedig – főképpen gazdaságosságuk miatt – nagy számban építenek nagyméretű hidakat HSC/HPC betonok alkalmazásával, elsősorban feszített szerkezetként. Ilyen példák láthatók az 4. és 5. képeken.

A nagyobb szilárdságú betonokból készített szerkezetek gazdaságosságát Polgár László összehasonlító gazdaságossági vizsgálatai is alátámasztják. Ennek eredményeit az 1. táblázat foglalja össze. A táblázatban az elmúlt mintegy 40 évben alkalmazott, azonos teherbírású és az adott időszakra jellemző keresztmetszeti



4. kép. Feszítettbeton gerendahíd HSC/HPC betonból



5. kép. Feszítettbeton ívhíd HSC/HPC betonból

kialakítású és betonszilárdságú gerendák összehasonlító adatai láthatók. Az utolsó oszlopban bemutatott gerenda fejlesztését és próbaterhelését az ASA Kft. és a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke közösen végezte. A gerenda törése látható a 6. képen.

Beton	C16/20	C25/30	C40/50	C40/50	C50/75
Beton f_{td} [MPa]	0,175	0,15	0,12	0,125	0,081
Beton f_{td} [MPa]	16,47	17,84	20,1	13,21	7,1
Feszítési f_{p1} [MPa]	-	-	1001,770	-	-
f_{p2} [MPa]	-	-	-	1,57	4,71
Össztartomány	100%	59%	33%	71%	34,8%
Ar	100%	93%	83%	90%	81%

1. táblázat. Beton szelemengerendák összehasonlítása

A táblázatból kitűnik, hogy az azonos teherbírású és azonos nagyszilárdságú beton alkalmazásával nem jelent költségnövekedést.

Annak érdekében, hogy a mérhetően kisebb beruházási és fenntartási költségeket igénylő HSC/HPC betonból készülő hidak építése hazánkban is elterjedjen, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén az AKMI támogatásával olyan kutatási programot indítottunk el, amelynek célja, hogy a komplex költségek mi-



6. kép. Kísérleti vizsgálatok HSC/HPC betonból készült gerendákkal

Tervezett szilárdság	Keverék jele	Cement (kg/m ³)	Víz/cement tényező	Adalékszer (%)	Mészkiöliszt (%)	Szilika-por
C50/60	„A”	440,6 CEM-I 52,5	0,284	Glénium 51 1,15	–	–
C60/75	„B”	409,4 CEM-I 52,5	0,282	Glénium 51	–	15
C70/85	„C”	450 CEM-I 52,5	0,264	Glénium 51 2,0	–	10
C60/75	„MK”	420 CEM-I 42,5	0,28	FM95 2,5	4,5	–
C60/75	„SZ1”	420 CEM-I 42,5	0,28	FM95 2,5	–	4,5
C60/75	„MKSZ”	420 CEM-I 42,5	0,28	FM95 2,5	4,5	3,0
C60/75	„SZ2”	420 CEM-I 42,5	0,28	FM95 2,5	–	7,5

2. táblázat. HSC/HPC keverékek összefoglaló táblázata

nimumának figyelembevételével, a híd-szerkezetekre vonatkozó európai szabványok (Eurocode-ok, [7]) előírásai alapján ajánlásokat adjon HSC/HPC anyagú híd-szerkezetek tervezéséhez.

A kutatás első fázisában a nagyszilárdságú, nagy teljesítőképességű betonok előállítására végeztünk laboratóriumi vizsgálatokat, melynek célja a hidépítésben is alkalmazható, a korróziós károsító hatásoknak ellenálló betonok optimális összetételének meghatározása. Ennek érdekében különböző összetételű betonkeverékekkel végeztünk vizsgálatokat. Az eltérő keverékek jellemzőit a 2. táblázat mutatja. A próbatesteken tervezett vizsgálatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze. Végül a 4. táblázatban láthatók a különböző betonkeverékekből készített próbatestek jellemző nyomószilárdsági értékei.

Vizsgálat jellege	Próbaelem mérete (mm)	Vizsgálati kor (nap)
Nyomószilárdság	150×150×150 kocka	2; 7; 28
Hasítószilárdság	∅ 150/300 henger	2; 7; 28
Vízzáróság	200×200×120 hasáb	28 napi kezdettel induló
Fagyállóság	150×150×150 kocka	
Sóállóság	∅ 90/150 henger acélbetét: ∅ 10–150 mm, 50 mm kinyúlás	

3. táblázat. Próbatestek adatai

	A beton kora [nap]		
	2	7	28
A keverék	59,64	66,52	75,23
B keverék	58,18	68,74	81,94
C keverék	60,96	77,88	82,52
MK keverék	55,34	60,27	72,60
SZ keverék	56,79	70,67	88,50
MKSZ keverék	53,38	64,07	82,32
0SZ2 keverék	64	73,92	97,13

4. táblázat. Nyomószilárdságok összehasonlító táblázata

Az adatokból kitűnik, hogy szilika-por alkalmazásával a beton szilárdsága kedvezően befolyásolható, de megfelelő körültekintéssel szilika-por nélkül is magas nyomószilárdságú beton készíthető. A kutatás folytatásaként elsősorban a betonok tartósságát vizsgáljuk, majd nagyléptékű szerkezeti elemek próbatelhelésével elemezzük a hidépítési alkalmazások lehetőségét.

5. Összefoglalás

Az elmúlt évek tapasztalati azt mutatták, hogy hazánkban a betonszerkezetű hidak tartósságával esetenként gondok vannak. Külföldi példák arra utalnak, hogy ennek elsődleges oka a nem megfelelő betontechnológia, ami a környezet károsító hatásainak növekedésével együtt esetenként a betonszerkezetek viszonylag gyors állapotromlásához vezethet. A probléma megoldása véleményünk szerint a nagyszilárdságú, nagy teljesítőképességű betonok alkalmazásának a hazai hidépítésben történő elterjesztésében rejlik.

6. Irodalom

- [1] Medved G.: Történetek a világ hidjairól, TERC, Budapest, 2001
- [2] McCurrich, L.H., Decter, M.H.: Refurbishment of structures using new-generation flowing microconcrete (Paper presented at Concrete '95 Concrete Institute of Australia/FIP Int. Conf., Brisbane, Australia, September 1995)
- [3] Farkas Gy.–Kovács T.–Szalai K.: Betonszerkezeti állapotjellemzők kárhalmazódás okozta változásai, a diagnosztikai vizsgálat eszközei, a megelőzés és a felújítás lehetőségei, kutatási jelentés, OTKA T-32055, 2003.
- [4] Farkas, Gy.–Szalai, K.–Kovács, T.: The superconcrete and its application in the Hungarian bridge construction industry, International conference on "High performance materials in bridges and buildings", Kailua-Kona, Hawaii, July 29–August 3, 2001.
- [5] Szalay T.: A vasbetonszerkezetek időállóságának kulcsa a betonstruktúra minősége, OTKA TO 32-055 sz. kutatási feladat keretében készült tanulmány. BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei 2002.
- [6] Farkas Gy.: Nagyszilárdságú betonok alkalmazása a szerkezetépítésben, Közlekedés és Mélyépítéstudományi Szemle XLV. évf. 3. sz.
- [7] EN 206-1: 2000 Concrete – Performance, production and conformity



DR. IVÁNYI MIKLÓS
egyetemi tanár,
a műszaki tudomány doktora
Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem,
Hidak és Szerkezetek Tanszéke

Hídszerkezetek méretezés- elméleti kérdései A matematikai modell szerepe

1. Bevezetés

A méretezéselmélet jelentős változásokon ment keresztül az utóbbi évtizedekben. Az egységes biztonsági tényező módszer mellett megjelentek a félvalószínűségi elven dolgozó eljárások, melyek osztott vagy parciális tényezőket használnak, de alapvetően megtartva a determinisztikus szemléletet.

A teljes valószínűségi elvre való áttérést számos „fejlesztésnek” kell támogatni, hiszen ismerni kell a terhek tulajdonságait, azok kezelésének módszereit, az anyagjellemzők statisztikai értékeit, a geometriai viszonyok alakulását, de a statikai, erőtani tárgyalás lehetőségeit. A statisztikai szemlélet terjedésében drámai változásokat eredményezett a modern számítástudomány. Így kialakult a „szimulációs-alapú” vizsgálatok lehetősége, melynek kiteljesedéséhez számos alapfeladatot meg kell oldani

- hogyan illesztjük a szabályzatokat a vizsgálatokhoz,
- milyen kísérleti adatbázisunk van,
- a biztonság, tartósság, hasznosság radikális újraértelmezése.

A tervezéselmélet fejlődését generáló két oldal: kísérletek, számítástudomány. A számítástudomány lehetőséget ad a szimulációs-alapú vizsgálatra, figyelembe véve a statisztikai adatok tulajdonságait.

A szimulációs alapú vizsgálat megváltoztatja a tervező mérnök lehetőségeit, mivel a szabályzatoknak a jelenlegi fél-valószínűségi megközelítései „elrejtik” a mérnökök előtt a tényleges kockázati és tönkremeneteli valószínűséget, és a mérnök mint a szabályzatok interpretálója vesz részt a tervezési folyamatban, így ez a helyzet korlátozza a mérnök kreatív együttműködési szerepét.

A jelenlegi szabályzatok „mechanikus” szigorú értelmezése a kreatív részvétel nélkül elvezethet a tényleges kockázatok helytelen értelmezéséhez, következtetés-

képpen alul- és túltervezéshez, vagyis versenyképtelen termékekhez.

A jelenlegi megbízhatóság-elméleti módszereket a „logarléc”-időszakában és a felhasználó szempontjából determinisztikus szemlélet alapján állították össze. Ezek a módszerek korlátozott lehetőséget adnak a további fejlesztésekhez.

A modern számítógépek és az információelmélet drámai fejlődése lehetőséget teremt a mérnöki gyakorlatban a determinisztikus módszerektől a teljes valószínűségi koncepció alkalmazására való áttérésre. Ennek a koncepciónak a bevezetése nemcsak új típusú szabályzatokat, méretezési módszereket kíván, de megköveteli a váltást a determinisztikus gondolkodásból a tudatos valószínűségi szemléletig.

Az Európai Unió nemzetközi projektek keretében támogatja és támogatja ezt a folyamatot. A Leonardo da Vinci program keretében készült projekt:

TERECO-Teaching Reliability Concepts using Simulation Technique

Leonardo da Vinci programme, European Commission,
Project No. CZ/98/1/82502/PI/1.1.1.a/FPI

[Marek, P.–Brozzetti, J.–Gustar, M., 2001], [Iványi, M.–Fülöp, A., 2001]

Jelen dolgozat a Leonardo programban bemutatott eredmények közül emel ki néhány kérdést.

2. Hídszabályrendeletek biztonsági rendszerének alapjai

Az 1951. évi Vasúti Hídszabályrendelet a hidak méretezésénél új módszert – a megengedett feszültségeken alapuló méretezési mód helyébe a dán Moe gondolatait fejlesztve tovább az ún. határállapotot figyelembe vevő méretezést – vezet be, ezzel tekintetbe véve az anyag

minőségi mutatóinak, a teher nagyságának szórását. A vasúti hidak méretezéséhez készített szabvány lett alapja a hazai erőtani méretezési szabályzat-családnak, de nemzetközi viszonylatban is úttörő munkának számított. Hatására több ország, illetve nemzetközi szabályzat tekintete alapjául az ún. határállapotot figyelembe vevő méretezési elvet. [Korányi I., 1960].

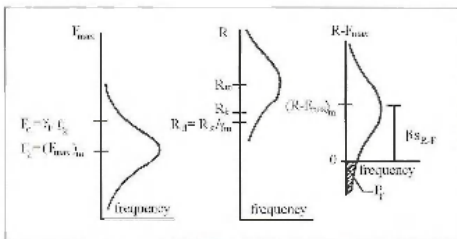
Elsőként a méretezési gyakorlatban az egységes biztonsági tényezőes eljárás alakult ki (melyet néha megengedett feszültség eljárásnak is neveznek). Ennek kimutatásából áll, hogy az állapotjellemzők maximumának mindenkor várható értéke – melyet a jelenlegi szabványok ezek alapértékének (F_k) neveznek, nem haladhatja meg a korlátok normatív értékének egy γ_p , egységes biztonsági tényezővel osztott értékét, a korlát R_p megengedett értékét (1. ábra) (megengedett terhet, megengedett igénybevételt, megengedett feszültséget, megengedett alakváltozást, stb.):

$$F_k \leq \frac{R_p}{\gamma_p}; \quad F_k \leq R_p$$

Az osztott biztonsági tényezőes eljárás (néha határfeszültség eljárásnak is nevezzük) abból indul ki, hogy a (bár hiányosan, főleg a különböző terhekre és külön az anyagtulajdonságokra vonatkozó) statisztikai adatok jobban, gazdaságosabban és szemléletesebben használhatjuk, ha (ugyan több számítási munka árán) külön biztonsági tényezővel fejezzük ki az állapotjellemzők (terhek) és külön azok (anyagtulajdonságoktól erősen függő) korlátainak szórását, azaz a

$$\gamma_F \cdot F_k \leq \frac{R_k}{\gamma_m} = R_L$$

formulát alkalmazzuk, ahol R_L -t a korlátok határértékének (határteher, határigénybevétel, határfeszültség) nevezzük, míg γ_F a teher, γ_m pedig a megfelelő korlát biztonsági tényezője (1. ábra).



1. ábra

Az osztott biztonsági tényezőes méretezési eljárás bevezetésével a vasúti hídszabványzat mérészen elvetette (egész Európában az elsők között) a biztonság hagyományos értelmezését; hidak vonatkozásában elsőként tért rá az osztott biztonsági tényezőes méretezési eljárás

és határfeszültségek alkalmazására. Ezáltal a mérnöki tartószerkezetek méretezési módjának modernizálása terén úttörő szerepet vállalt.

A „Tartószerkezeti Eurocode” szabványcsoport is ezeket az elveket használja, és bevezeti a „parciális biztonság” fogalmát.

3. A szimuláció és a valószínűségelméleti méretezés

3.1 Szimuláció

A szimuláció általában egy modellen végrehajtott kísérletet jelent és kevésbé tartozik egy valós rendszerhez. A szimuláció célja a valós történések működésének a megértése. A valós történések példái lehetnek egy szerkezet tönkremenetele, egy gyártási folyamat működése. A történések megértésének kísérlete során a tudós vagy a mérnök feltételezéseket tesz a történések természetére nézve úgy, hogy a modell alakítható legyen. A modellt és a feltételezéseket aztán vizsgálni kell azok helyességét illetően, a történések ismétlése segítségével. Az ismétlések megvalósításához az első dolog, ami a mérnök vagy tudós eszébe jut, hogy fizikai kísérleteket kell végrehajtani. Ilyen kísérletekkel szemben a költségbeli, az időbeli vagy térbeli megkötöttségek kizárhatják a fizikai kísérleteket. A kísérlet lehet túl drága, igényelhet túl hosszú időt vagy lehet túl gyors a megfelelő adattárolásig. A kísérlethez szükséges lehet egy abnormálisan nagy szerkezet, vagy az lehet a csak angrströmökkel mérhető szinten. A történet fizikai elhelyezkedése lehet megközelíthetetlen. A történet lehet megismételhetetlen, mint pl. egy hajó elsüllyedése vagy egy földrengési folyamat. A történet veszélyeztethet egyéni életeket vagy anyagi javakat. Az okok olyan sorozata állhat fenn, ami miatt a fizikai kísérleteket nem lehet kivitelezni. Az esemény, vagy történet szimulációja egy olyan másik lehetőség, ami nem jár ilyen problémákkal.

A mérnök vagy tudós a modellt alakítani kívánja, mert a modell ábrázolás vagy elrendezés szükséges a fizikai esemény megértésének a demonstrálásához. Egyes esetekben a modell a valós rendszeret reprezentálja minden áttétel nélkül, kivéve esetleg a méretarányt. A komputer-szimuláció bármelyik rendszerét végtelen tárolási lehetőséget feltételez, miközben a fizikai modell elegendő tárolást tesz lehetővé, adva időt a helyettesítésre. Minden más tekintetben a reprezentáció pontos lehet. Gyakorlati értelemben a modell közvetlenül reprezentálja a történetet vagy eseményt. Más modellek koncepcionális áttételeket igényelnének, pl. mechanikai rendszerek modellezhető elektromos áramkörökkel, átvéve az erő, sebesség, csillapítás fogalmát feszültség, áram, ellenállás stb. fogalmára.

A legtöbb rendszer leírható matematikai modellel. A kísérletet ezután úgy szimulálják, hogy a történet

matematikai egyenlet-rendszerekkel modellezik, azután „futtatják” a modellt. Gyakran használják a szimuláció vagy megoldás diszkrét típusát. Ebben az esetben az „operáció” abban áll, hogy az egyenleteket kis egymást követő lépések váltják fel, amelyek utánozzák az elemeknek a rendszeren való áthaladását.

3.2 Valószínűség-elmélet

A valószínűség-elmélet alaki szabályokat alkot a valószínűségi mértékekről. Ha a rendszer valamely valószínűségi jellemzője precízen meghatározható, akkor más valószínűségi jellemzők számíthatók vagy becsülhetők alkalmazva a valószínűség-elmélet törvényeit [Feller, W., 1968].

Tapasztalatok random beérkezéseknél, szerkezeti megbízhatóságnál kimutatták, hogy pontos determinisztikus jóslás ritkán lehetséges. Mégis, ha az alapvető probabilisztikus mechanizmusok ismeretesek, meghatározhatók az eredmények probabilisztikus határai és tanulmányozhatók ezen határok túllépésének kockázatai.

E határok meghatározásához egy probabilisztikus modellt kell konstruálni, amely kifejezi vagy megmagyarázza a történéseket vagy eseményeket. Ha a feltételek adekvátak a probabilisztikus határok alkalmazásában, használható lesz a modell a régiók vagy régióközök definiálása, amelytől azt várjuk, hogy tartalmazza az eredményeket és megbecsülje azokat a megbízhatósági határokat, amelyeken belül foglalnak helyet az eredmények. Az eredmények kudarcának kockázata is kiszámítható a megjóslt régiókon belüli helyzettel és megtehetők a szükséges lépések a kockázatok elleni bebiztosítás érdekében.

Ez az a probabilisztikus modell, amely a Monte Carlo szimuláció figyelembe vételéhez vezet. Ha egyszer a modellt megformálták, az használható lesz a vizsgálódás tárgyát képező szerkezet és a jelenség működésének jobb megértéséhez. Ezt a megismerést el kell sajátítani ahhoz, hogy a mérnök a szimulációhoz forduljon.

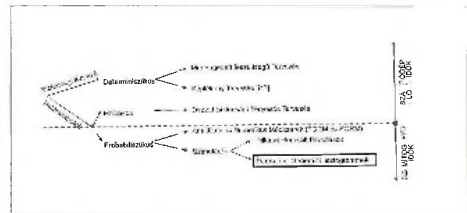
3.3 A Monte Carlo módszer

A Monte Carlo módszer általános szakkifejezés bármely olyan módszer leírására, amely random számok sorát használja számítások végrehajtására. A Monte Carlo módszer használatakor változatos problémák közelítő megoldását lehet nyerni. A módszer alkalmazható probabilisztikus és determinisztikus problémáknál is. Az egyedüli követelmény, hogy a probléma megoldása legyen leírható valószínűségi sűrűségfüggvénnyel (pdf = probability density function). Determinisztikus esetben ez egy sűrűség-függ-

vény. Minden olyan mennyiség, amely random változók várható értékével fejezhető ki, becsülhető a Monte Carlo módszerrel.

4. A határállapot filozófiájának valószínűség-elméleti interpretációja

A szerkezeti megbízhatóság-becslés során a határállapot koncepciója, amely elválasztja a random változók multidimenzionális tartományát „biztonságos” és „nem-biztonságos” tartományokra, általánosan elfogadott és növekvő mértékben használt kifejezés a szerkezeti megbízhatóság-becslés elméletében és a tervezési alkalmazásokban (lásd pl. [Haldar, A.–Mahadevan, S., 2000]). A „határállapot filozófia” interpretációja az utóbbi néhány évtizedben a szabályzatokban, szabványokban és más tervezési dokumentumokban (mint pl. részletes szerkesztési előírások), amelyek behatóan ismertetik a szerkezet megbízhatósági becslését, sokat változott. Ez a tény a terhelési szint, a tartósság, a történeti és terhelési hatás-kombinációk mennyiségi meghatározásainak; továbbá a teherbírás, a tartósság, a használhatóság és szerkezeti elemek vagy összetevők gazdaságosságának; a szerkezeti rendszernek jobb meghatározásához vezetett. A 2. ábra mutatja a megbízhatósági becslések alapvető megközelítéseit a számítógép előtti és a számítógépes korszakban.



2. ábra Áttekintés a szerkezet megbízhatósági becslésének fejlődéséről

4.1 A determinisztikusból a probabilisztikusba vezető koncepció

Az átmenet a következetes és teljesen probabilisztikus szerkezet-megbízhatósági becslés koncepciójába többféle megközelítésen alapul (lásd 2. ábra):

- Analitikai és/vagy numerikus megközelítés: Amikor statisztikai és valószínűség-elméleti adat-kiértékelésből eredő multi-random változókat veszünk figyelembe, az ilyen megközelítésen (pl. FORM/SORM koncepció, lásd [Rackwitz, R., 2000]) alapuló megbízhatósági elemzés hirtelen nehézkessé és a tervező szempontjából túl bonyolulttá válhat.

b) Szimulációs technika: Ez egy alternatív megközelítés, ami nagyon hatékonyá vált a komputer-technológia drasztikus fejlődése folytán, a mintavételre és a szimulációra alapított módszerek használatával. Ezek a koncepciók vagy a Monte Carlo szimuláción, vagy más speciálisan javított procedúrákon – mint a Latin Hypercube Válaszos Közelítés (lásd pl. [Sundararajan, C., 1995] és [Schneider, J.] – alapulhatnak.

A teljes valószínűség-elméleti szimuláción alapuló koncepció egyik alkalmazási lehetőségét, az SBRA-t (Simulation-Based Reliability Assessment módszer, lásd [Marek,P.–Guštar, M.–Anagnos, T., 1995] és a 2. ábra) írjuk le, teljes valószínűség-elméleti megközelítést adva a tervező részére. Az SBRA módszer arra szolgál, hogy csatlakozva a mérnök gondolkodás-módjához, tapasztalatához és ítélőképességéhez minőségi-ig új megközelítést adjon és arra, hogy megismertessük őt a teljes valószínűség-elméleti szerkezeti megbízhatóság-becslés módszerével a Monte Carlo technika alkalmazása mellett.

Minden olyan szempont, amely a szerkezeti megbízhatóságot érinti, random változókkal van definiálva. A fő összetett random változók, amelyek részei a megbízhatósági becslés folyamatának, a következők: (A) az S összetett igénybevételek, (B) az RV referencia-értékek (teherbírási, határértékek) és (C) a környezeti hatásokra és rendkívüli helyzetekre vonatkozó SC speciális körülmények (mint a tűz, környezeti hatások és mások).

4.2 Tönkremeneteli és használhatósági határállapotok

Az S, RV és az SC kölcsönhatását tekintve, a megbízhatósági függvény két fő csoportját lehet felállítani:

- Tönkremeneteli (biztonsági) határállapot függvények, amelyek megfelelnek a teherbírásnak (beleértve a kárhalmozódással és időfüggő teherhatáskombinációkkal érintett szerkezeti tartósságot).
- Használhatósági határállapot függvények, amelyek a felhasználó speciális kívánalmaira és más különleges szolgáltatások iránti igényére utalnak (a felhasználó komfortja, a berendezések működése – gépek vagy szolgáltatások, megjelenés és így tovább).

A tervezőnek igazolnia kell a szerkezet tervezése során, hogy a határállapotok mindkét csoportját figyelembe vette, és hogy minden határállapotbeli feltétel teljesült. Ezt meg kell tenni nemcsak az építési és a kivitelezési fázisban, hanem a szerkezet várható tervezett élettartama alatti bármely időpontban. Minden várható jelentős időfüggő faktort, ami a biztonsági és használhatósági feltételeket érinti, figyelembe kell venni.

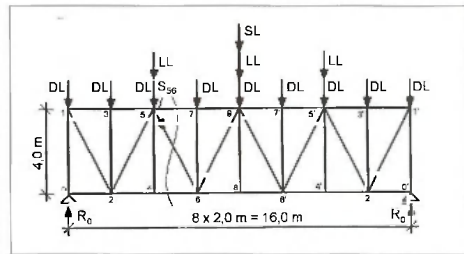
5. Alkalmazási példák a szimulációs-alapú vizsgálatok végrehajtásához

A bemutatott példáknál alkalmazott különböző hisztogramokat Marek, P.–Brozzetti, J.–Gustar, M, [2001] alapján határoztuk meg.

5.1 Rácsos tartó húzott rácsrúdjának biztonsága [Iványi, M.–Fülöp, A., 2001]

Feladat

Határozzuk meg egy kéttámaszú rácsos tartó 5-6-os húzott rácsrúdjának biztonságát (lásd 3. ábra). A húzott rúd egy 50×50×4 mm-es négyszög alakú zártszelvény. A külső terhet az önsúlyteher, esetleges- és tartós terhek kombinációja alkotja. A terhek kölcsönösen és statisztikusan függetlenek egymástól. A rácsrúd biztonságos, ha a tönkremenetel valószínűsége P_F kisebb, mint a megengedett tönkremeneteli valószínűség P_D = 0,00007 (P_F < P_D).



3. ábra. A rácsos tartó geometriája

Bemenő adatok és változók

Az 50×50×4 mm-es zártszelvény keresztmetszeti területe A_{nom} = 5,67 cm². A külső erők a 1. táblázatban találhatóak.

A külső terheket DLvar, LLvar és SLvar változókkal és a megfelelő hisztogramokkal jellemezzük. A zártszelvény keresztmetszeti területének feltételezett eloszlását az Avar változó és az Area-S.his hisztogramm segítségével vesszük figyelembe. Az alapanyag folyáshatárát f_y egy nominális alapérték f_{y,nom} = 235 N/mm² és az F_{y235A.his} hisztogrammból vett tényező szorzataként definiáljuk (lásd. IF071601.ah input fájl).

Teher	Szélső érték	Változó	Hisztogramm
Önsúlyteher	DL = 60 kN	DLvar	DEAD2.his
Hasznos teher	SL = 60 kN	SLvar	SHORT1.his
Tartós teher	LL = 40 kN	LLvar	LONG1.his

1. táblázat Terhek és eloszlásuk

A rácsrúderő és rúd ellenállásának meghatározása

Az 5-6-os rúdban keletkező S_{56} húzóerőt függőleges vetületi egyensúlyi egyenlettel határozhatjuk meg. Először a támaszreakciót kell meghatároznunk a következőképp:

$$R_0 = (9 \times DL + SL + 3 \times LL) / 2 \quad (1)$$

A függőleges vetületi egyenlet a rácsor tartón balról számolva a következő:

$$\Sigma F_{\text{vertical}} = R_0 - 3 \times DL - LL - S_{56} \times 4 / 20^{0.5} = 0 \quad (2)$$

$$S_{56} = 20^{0.5} / 4 \times (1.5 \times 60 \times DL_{\text{var}} + 0.5 \times 60 \times SL_{\text{var}} + 0.5 \times 40 \times LL_{\text{var}}) \quad [\text{kN}] \quad (3)$$

A zártszelvényű rúd húzási ellenállása a következő:

$$R_{S6} = A \times f_y = 5.67 \times A_{\text{var}} \times 23.5 \times \text{fyvar} \quad [\text{kN}] \quad (4)$$

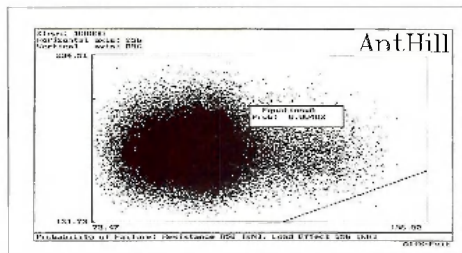
Így a rúdra meghatározott biztonsági függvény:

$$SF = R_{S6} - S_{56} \quad (5)$$

A tönkremenetel bekövetkezik, ha $SF < 0$.

A szimulációs technika alkalmazása

A húzott rúd biztonságát (5) egyenlettel meghatározott biztonsági függvény kiértékelésével kapjuk A kiértékelést az AntHill programmal számítjuk (IF071601.ah input fájl). Az AntHill program eredményét a 4. ábra mutatja.



4. ábra. A rácsos tartó húzott rúdjának tönkremeneteli biztonsága (AntHill™ program output)

Eredmény összefoglalás

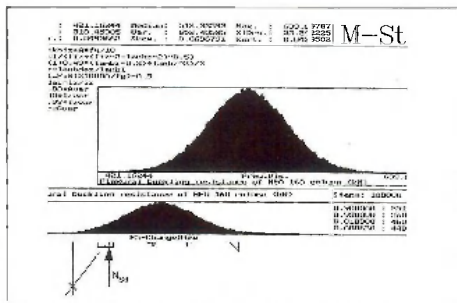
A húzott négyszög keresztmetszetű rácsrúd biztonságos, mert a tönkremenetel valószínűsége kisebb, mint a megengedett valószínűség $P_T = 0,00004 < P_d = 0,00007$.

5.2 Nyomott oszlop kihajlási ellenállása

[Iványi, M.–Fülöp, A., 2001]

Feladat

Határozzuk meg egy melegen hengerelt HEA 160-as nyomott oszlop kihajlási ellenállásának $P = 0,01$ -es valószínűséghez tartozó értékét. Az oszlop mindkét végén csuklós megtámasztású (lásd 5. ábra). Az oszlop magassága $L = 4$ m.



5. ábra. HEA 160-as oszlop geometriája és terhelése

Geometriai adat	Névleges érték	Változó	Hisztogram
A	38,80 cm ²	Avar	N1-05.his
i _z	3,98 cm	izvar	N1-05.his
I _z	400 cm	Izvar	N1-01.his

2. táblázat. Geometriai adatok és eloszlások

Bemenő adatok és változók

A HEA oszlop keresztmetszeti adatait a 2. táblázat mutatja. A keresztmetszeti terület és az inerciasugár közötti összefüggést ugyanazon N1-05.his hisztogrammal alkalmazásával vesszük figyelembe. A folyáshatárt f_y az A36M.his hisztogram írja le. Ezen feladat az IF051101.ms input fájlban található.

Az oszlop kihajlási ellenállásának meghatározása

A kihajlás az oszlop gyenge tengelye z körül következik be. A csuklós-csuklós oszlop kihajlási félhullám-hossza megegyezik a geometriai hosszal, így $I_z = 400$ cm.

Az oszlop kihajlási karcsúsága a következő:

$$\lambda_z = I_z / i_z \quad (6)$$

A dimenzió nélküli karcsúság:

$$\bar{\lambda} = \lambda_z / \lambda_1 \quad (7)$$

ahol

$$\lambda_1 = \pi \times (E / f_y)^{0.5} \quad (8)$$

valamint $E = 210000$ N/mm².

A kihajláshoz tartozó csökkentő tényező Maquoi és Rondal [1978] szerint a következő:

$$\chi_z = \sqrt{\left(\phi_x + \sqrt{\phi_x^2 - \bar{\lambda}_z^2} \right)} \quad (9)$$

ahol

$$\phi_z = 1 + \alpha_z \times (\bar{\lambda}_z - 0.22) + \bar{\lambda}_z^2 / 2 \quad (10)$$

Maquoui és Rondal [B.48] ajánlása szerint az imperfekciós faktor hengerelt szelvények esetén $\alpha_z = 0,49$. Végül a gerenda kihajlási ellenállása a következő:

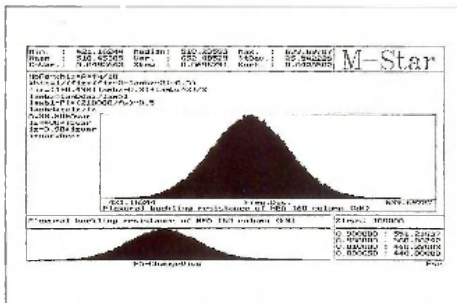
$$N_{b,Rd} = \chi_z \times A \times f_y. \quad (11)$$

A szimulációs technika alkalmazása

A HEA oszlop (11) egyenlettel meghatározott kihajlási ellenállását az M-Star programmal számítjuk (IF051101.ms input fájl). Az M-Star program eredményét az 6. ábra mutatja.

Eredmény összefoglalás

A HEA 160-as oszlop kihajlási ellenállásának $P = 0,01$ -es valószínűséghez tartozó értéke $N_{b,Rd} = 460,3$ kN.



6. ábra. HEA 160-as oszlop kihajlási ellenállása $N_{b,Rd}$ (M-StarTM program output)

6. Összefoglalás

A megbízhatósági becslés koncepcióján alapuló szimuláció alkalmazása és interpretálása, amely megfelelhet a tervezési szabályzat formájának, teljes mértékben új kihívást jelentő feladat. Mind a mai napig a tervezési szabályzatok és szabványok úgy szolgáltak, mint az instrukciók, egyenletek, faktorok és előírások csoportja a folyamatban lévő ismeretanyag folyamatában. Ezt használták a szerkezeti elemek és összetevők biztonságának, használhatóságának és tartósságának felmérésére. Ezek az úgynevezett félvalószínűségi formátumokon alapuló szabályzatok bizonyára nem tárgyalnak minden olyan esetet, ami a szerkezet-tervezés gyakorlatában felmerülhet. Egyik, alapvetően a teljes valószínűségeen alapuló szabályzat sem részletez világos és explicit általános szabályokat egy olyan szerkezet megbízhatósági becsléséhez, amely bármely teherfajának vagy terhelési helyzetnek alá lehet vetve oly módon, hogy lehetővé tegyen a tervező számára egy közvetlen eljárást. Ennélfogva, a tervező nem tud ennek szellemében fejlődni a szabályok és általános követelmények („játék-

szabályok”) tömege között. Így aztán a tervező hozzászokik az előírások és az ezeknek megfelelő determinisztikus gondolkodás-mód hagyományos formátumaihoz. Abból a célból, hogy a teljesen valószínűség-elméleti tervezési szabályzatok új generációját kifejlesszük, új „játék-szabályokat”, formalitást, számítási eszközöket, adatbázist és eljárásokat kell definiálni és részletezni (lásd pl. [Dowling, P.J.–Sedlacek, G., 1989]). Ugyanakkor a tervező gondolkodás-módját meg kell változtatni, hogy értékelje a tisztán valószínűség-elméletileg kialakított tervezési szabályzatokat. A determinisztikustól a probabilitisztikusba való átmenet formája nemcsak a szabályzatok fejlődését, hanem a mentalitás változását (különösen a felelősségi és a törvényességi aspektusokat tekintve) és a gondolkodás-módot is új alapokra fektette. A determinisztikustól a probabilitisztikus szabályzatok felé való toródás nemcsak a szabályozó és tervező oldalt érdekli, hanem a megbízői és biztosítási oldalt is.

Irodalom

- Dowling, P.J. and Sedlacek, G.: *Eurocodes – The current Scene*. EKC – Symposium, Stratford upon Avon, 1989.
- Feller, W.: *An Introduction to Probability Theory and its Applications*. Vol. 1, 3rd edition, John Wiley, 1968.
- Haldar, A. and Mahadevan, S.: *Probability, Reliability and Statistical Methods in Engineering Design*. Wiley, New York, 2000.
- Iványi Miklós–Fülöp Attila, szerkesztők: *Acélszerkezetek szimulációs vizsgálati megbízhatósági eljárással – Examination of Steel Structures using Simulation-based Reliability Assessment (SBRA-method)*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2001, p.286.
- Korányi, I.: *Acélszerkezetek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
- Maquoui, R. and Rondal, J.: *Analytical Formulation of the New European Buckling Curves*, Acier-Stahl-Steel No. 1 pp. 23-28, 1978.
- Marek, P., Brozzetti, J. and Gustar, M. editors: *Probabilistic Assessment of Structures using Monte Carlo Simulation*, TeReCo Product, ITAM CAS CR, Prague, 2001 June.
- Rackwitz, R.: *Reliability Analysis – Past, Present, Future*. ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, Notre Dame, 2000.
- Schneider, J.: *Introduction to Safety and Reliability of Structures*. Structural Engineering Documents 5, IABSE, Zürich, 1997.
- Sundararajan, C. (Raj) editor: *Probabilistic Structural Mechanics Handbook. Theory and Industrial Applications*. Chapman & Hall, New York, 1995.



ORBÁN ZOLTÁN
okl. építőmérnök
hidász – MÁV Rt.
egyetemi tanársegéd
PTE PMMFK

Boltozott hidak diagnosztikája és teherbírás növelési lehetőségei

Összefoglalás

A cikk régi téglá, valamint kőanyagú vasúti boltozott hidak megerősítésére mutat be egy eljárást, amelynek fő alapelve a meglévő szerkezeti kapacitás minél nagyobb mértékű kihasználása. A vázolt műszaki megoldás kisvastagságú, alacsony merevségű, erősített lőttbeton kéreggel és ezzel egyidejű szerkezeti injektálással biztosítja a boltozat stabilitását.

1. Bevezetés

A téglá, illetve kőanyagú boltozott hidak jelentős részét képezik az európai vasúti hídállományban. Felméréseink szerint több, mint 150 ezer ilyen típusú híd található az UTC tagvasutak vonalain. Talán meglepő, hogy az olasz vasutak 60 ezres boltozott híd állománya az összes vasúti hídjaik 94%-át teszi ki, de az angol vasútnaknál található 40 ezer és a francia vasutak közel 20 ezres darabszáma is a boltozat szerkezeti formába vetett – talán nem indokolatlan –, bizalmat jelzi. Nemcsak a külföldi példák, hanem a közel 1000 db hazai boltozaton szerzett ta-

pasztalataink is azt mutatják, hogy ezen hidak általában jóval nagyobb teherbírású tartálékkal rendelkeznek, mint arra a számítások alapján következtetni lehetne. Az építési technológia és természetes szerkezeti forma összhangja a mai kor mérnökei számára is meglepően tartós szerkezeteket eredményezett (1. és 2. ábra).

A boltozott hidak szerkezeti viselkedésének és a teherbírású tartálékának megbízható ismerete kulcsfontosságú a hídgazdálkodás számára, mivel a felújítások ütemezése mellett lehetőséget biztosít az optimális megerősítési megoldások és stratégiák kialakítására. Nemcsak a számítások igazolják, hogy a leggazdaságosabban úgy lehet régi boltozott szerkezetek teherbírását hosszútávon biztosítani, ha segítünk nekik az évtizedek alatt jól működő statikai rendszer fenntartásában és a rejtett teherbírású tartálékok mobilizálásában. Így nem az a cél, hogy minél jobban áthárítsuk az eredetileg viselt terheket egy új teherviselő elem beépítésével, hanem az, hogy meggátoljuk a régi statikai rendszer átalakulását labilisabb, tönkremenetel szempontjából kockázatosabb rendszerré. Ennek kulcsa a káros szerkezeti mozgások korlátozása, valamint a lokális jellegű tönkremeneteli folyamatok hátráltatása.



1. ábra. Boltozott viadukt építése (Franciaország)



2. ábra. Viaduc de Saint-Chamas (Franciaország)



3. ábra. Kő (bal) és téglá (jobb) falazatú boltozott hid MÁV vonalom

A számítási modellek finomodásával egyre pontosabban meg tudjuk állapítani azt, hogy melyek azok a szerkezeti- és anyagjellemzők, amelyek különös jelentőséggel bírnak a boltozatok teherbírása és használati teher alatti viselkedése szempontjából. Ez esetenként változó lehet, nagymértékben függ a boltozat alakjától, az áthidaltszéstávtól, a feltöltés magasságától, a boltozat repedezettségétől, stb. A pontosabb modell azonban mit sem ér, ha a bemenő paraméterek értékei nagy bizonytalanságot tartalmaznak. Különösen lényeges tehát a kulcsfontosságú paraméterek minél megbízhatóbb ismerete. Ehhez a meglévő diagnosztikai módszerek tökéletesítésére és új, hatékony eljárások alkalmazására van szükség.

2. Diagnosztika roncsolásmentes módszerekkel

A boltozott hidak a környezetükkel (pl. háttöltés, feltöltés, altalaj) kölcsönhatásban alakították ki teherviselő rendszerüket, amely rendszer része takarva van a szokványos diagnosztikai eljárások számára. Sajnálatos módon ennek az eltakart résznek a tulajdonságai jelentős hatással vannak a boltozat viselkedésére, így a megbízható szerkezeti modellezéshez nem lehet eltekinteni bizonyos „rejtett” tulajdonságok vizsgálattal történő meghatározásától.

Az utóbbi időben egyre szélesebb körben terjed az ún. roncsolásmentes szerkezetdiagnosztikai módszerek alkalmazása. Téglá és kő boltozatú hidakra is sikerrel alkalmaztak már többek között szeizmikus, ultrahangos, szonikus eljárásokat, valamint az alépitmény felméréseknél már korábban bevezetett georadaros vizsgálatokat. Ezek nemcsak az alkotóanyagok szilárdsági tulajdonságairól, hanem a boltozat belső kapcsolati hiányosságairól, repedéseiről, zárványairól, a boltozati rétegek egymástól való esetleges elválásáról, valamint a háttöltés jellemzőkről is használható információkat szolgáltatnak. Ugyancsak fontos lehet a boltozat hasz-

nálati járműteher alatti alakváltozásainak nyomon követése amelyre egyre fejlettebb elmozdulásmérő és monitoring rendszerek állnak rendelkezésre.

A roncsolásmentes szerkezetvizsgálatok előtt nagy jövő áll a korszerű híddiagnosztikai rendszerekben, bár azt meg kell említeni, hogy a mérésekből jelenleg még csak viszonylag alacsony megbízhatósággal tudunk a számításokhoz szükséges anyagjellemzőkre következtetni. Így a roncsolásmentes vizsgálatok inkább a szerkezet egészére mutatnak minőségi jellemzőt, mintsem a mechanikai paraméterek számszerű értékeit határoznák meg. Természetesen ez a minőségi jellemző kiválóan kiegészítheti a hagyományos vizsgálati módszerekkel nyert információkat, sőt nagy segítséget nyújthat a szokványos vizsgálatok helyeinek és szükséges gyakoriságának megállapításához.

Számos kutatás folyik világszerte a mérési módszerek megbízhatóságának növelése és az adatfeldolgozás tökéletesítése érdekében. Néhány hazai fejlesztésünk eredményét a későbbi esettanulmány kapcsán mutatjuk be.

3. A megerősítés hagyományos módszerei

A meglévő teherbírás megbízható megállapításának hiányában, a boltozat károsodásai sok esetben már elegendő okot szolgáltatnak arra, hogy ne bízzunk tovább a boltozat teherviselésében. Ezzel a megközelítéssel összefüggésben fejlődött ki az a többször előszeretettel használt megerősítési megoldás, miszerint a meglévő boltozat terheit (vagy annak túlnyomó részét) egy újonnan beépített kéregnek adjuk át. Ez lehet például a boltozat fölé beépített vasbeton nyereg (4. ábra), vagy a külső felületen kialakított viszonylag vastag, dupla vasalással ellátott, kellően lealapozott löttbeton bélelés (5. ábra).

Mindkét megoldás arra irányul, hogy a boltozatot mentesítse az eredeti teherviselési funkciója alól. Mivel a merev vasbeton kéreg és a lágyabb boltozati felület



4. ábra. Jazernice viadukt felújítása vasbeton nyereggel (Csehország)



5. ábra. Megerősítés „vastag” vasbeton kéreggel. (Angol – baloldali és magyar – jobboldali példa)

együttdolgozása nem biztosítható hatékonyan, ezért az új kerget önálló teherviselő boltozatként illik méretezni. Mindez meglehetősen költséges megoldást eredményez, nem beszélve arról, hogy a meglévő szerkezeti rendszerbe drasztikusan beavatkozunk úgy, hogy a régi boltozat teherbírásáról szinte teljes egészében lemondunk. Ugyancsak kérdéses, hogy valójában mikor veszi át az új betonkéreg a terheket a régi boltozattól, tekintettel a zsugorodásból származó feszültségekre, a még le nem zajlott lassú alakváltozásokra, illetve talajkonzolidációra.

Más erőtani megfontolásokon alapszanak a következőkben vázolt megoldások, melyekben a megerősítés célja nem a szerkezet kiváltása és a boltozatra ható terhek átvétele, hanem a meglévő teherviselési kapacitás minél nagyobb mértékű kihasználása.

4. A teherbírési tartalék kiaknázhatósága

Régi téglá és kőanyagú boltozott hidak teherbírési tartaléka elsődlegesen magában az anyagi összetételben keresendő. A boltozat ugyanis viszonylag merev blokkokból (tégla, kő), valamint a blokkok közötti lágyabb

anyagból (habarcs) áll. Régi hidak esetében a fűgahabarcs porozitása révén jóval lágyabb anyagú, mint a blokkokat alkotó téglák, kövek, ezenfelül rendelkezik számos más olyan tulajdonsággal is, amely a szerkezet számára lehetővé teszi nagymértékű alakváltozások különösebb károsodás nélküli elviselését, illetve túlterhelés esetén magában rejtja a gyors feszültségátrendeződés lehetőségét. A kedvezően nagy alakváltozó képesség nagyobb energia elnyelésre teszi alkalmassá a boltozatot. Mindehhez adódik a feltöltés, illetve háttöltés támasztó hatása, különösen nagy terhelések esetén passzív ellenállás formájában, valamint a homlokfalak merevítő hatása. Az említett teherbírési tartalék azonban csak abban az esetben mobilizálható, ha a szerkezetnek lehetősége van oly módon változtatni alakját, amely révén ez a képlékeny energia elnyelő képesség kihasználható. Amennyiben a boltozat kritikus helyein nagymértékű károsodás van jelen (pl. repedések, zárványok, mély kifagyások, blokkok közötti nem megfelelő kapcsolat, stb.), úgy a szerkezet hajlamossá válik rideg módon végbemenő tönkremenetelre, jelentősen lecsökkentve ezzel a szerkezeti biztonságát. Hasonlóan romlik a helyzet abban az esetben is, amikor a boltozat nincs oldalirányban kellően megtámasztva, illetve ha az

alapok egyenlőtlen süllyedése következtében az említett energia elnyelő képesség nagy része már a süllyedések áthidalására fordítódott.

5. Megerősítés a meglévő kapacitás kihasználásával

A meglévő szerkezeti kapacitás kihasználásához általában csak arra van szükség, hogy helyreállítsuk a boltozat azon kedvező tulajdonságát, miszerint képlékeny alakváltozásokra képes, és erősen túlterhelt állapotban sem ridegen megy végbe a törési folyamat. A megerősítés kulcseleme így a deformációk kontrollálására és nem a külső terhekből származó igénybevételek felvételére irányul. A gyakorlatban a mértékadó tönkremeneteli mechanizmusok kialakulását kell hátráltatnunk azáltal, hogy a kritikus helyeken gátoljuk a káros alakváltozásokat. Ez lehetséges egyrészt azáltal, hogy a megfelelő helyeken (pl. képlékeny csuklók várható kialakulási helyein) magának a boltozati anyagnak a duktilitását növeljük meg például injektálással, másrészt olyan szerkezeti elemek utólagos beépítésével (pl. acélcsapok, horgonyok, nagy energia elnyelő képességű vékony kéreg, stb.), amelyek saját deformációjuk révén képesek a boltozat káros mértékű elmozdulásainak gátat szabni.

A teherbírás és a szerkezeti biztonság növelése mellett további megfontolásokat igényel a használati terhek alatti megfelelés biztosítása. Itt elsősorban az a cél, hogy ne alakuljanak ki túlzott mértékű alakváltozások illetve repedés megnyílások. Kiindulhatunk abból a megfigyelésből, hogy jól működő boltozott hidaknak általában nagyon kicsiny (általában néhány tized mm) lehajlása van használati teher hatására. A rehabilitáció során célunk tehát az, hogy az eredeti, sértetlen statikai rendszert minél jobban helyreállítsuk. Nagyon hatékony megoldást jelent e tekintetben a gyengült, repedezett részek környezetének megfelelő anyaggal történő

injektálása, valamint az alapok süllyedésének, eltávolításának korlátozása pl. mikrocölöpözéssel. További kedvező hatása lehet a keresztirányú merevséget növelő részek (homlokfal, felfalazások) újra együtt dolgoztatása a boltozattal (6. ábra – néhány külföldi példa), ezen kívül a háttöltés, feltöltés támasztó hatásának erősítése talajinjektálással. A boltozattal együtt dolgozni képes vékony, lőtöbeton kéreg a szerkezet merevségének kismértékű növelése mellett áthidaló szerepet is betölt, amely a sérült, berepedt részek teherviselésébe való jobb bevonását és a boltozat térbeli rendszerként való hatékonyabb működését eredményezi.

A megerősítés tervezésekor nem szabad megfeledkezni arról, hogy a járműteher változó intenzitású, sőt akár változó előjelű feszültségeket okozhat a boltozatban. Mindez fárasztó igénybevételt jelent a boltozatot alkotó anyagok számára. Amennyiben az anyagok képlékeny kapacitását már a használati terhek szintjén kihasználjuk, akkor ez könnyen fáradási tönkremenetelhez vezethet, ugyanis képlékeny állapotba jutott anyag előbb fárad. Célszerű ezért a megerősítés révén azt is biztosítani, hogy a használati terhek lehetőleg ne okozzanak képlékeny tartomány közeli feszültségeket.

5.1 A hatékony megerősítés anyagai

Tekintettel arra, hogy a régi téglakő boltozatok több évtized, esetleg évszázad óta harmonikus egyensúlyban működnek környezetükkel, nem célszerű olyan anyagok alkalmazása, amely ezt a rendet felboríthatja. Kerülni kell többek között az olyan megoldásokat, amelyek nagymértékben megváltoztathatják a szerkezet belső (valamint a szerkezet és környezete) merevségi viszonyait. Ez ugyanis nem várt feszültség átrendeződésekhez és új repedések kialakulásához vezethet. Fontos ezen kívül, hogy alkalmazkodjunk a szerkezet meglévő kémiai-fizikai adottságaihoz. Példaként említhetjük itt meg a parádiffúziós jellemzők kompatibilitásá-



6. ábra. A keresztirányú (térbeli) merevség biztosítása feszítő elemekkel.

- a) Homlokfalak összekötése „Patras” rendszerrel (Anglia)
 b) Keresztirányú merevség növelése horgonyokkal (Franciaország) – megj.: a hatékonyság kérdéses
 c) Homlokfalak együtt dolgoztatása a boltozattal (Franciaország) – megj.: esztétikailag kedvezőtlén

nak fontosságát, ellenkező esetben a boltozat belső erőzions folyamatai felgyorsulhatnak. Ugyancsak kiemelt jelentőséggel bír az összeférhetőségi és inhomogenitási problémák gondos kezelése, tekintettel arra, hogy a változt műszaki megoldásoknál olyan anyagok együttdolgozását követeljük meg, amelyek nemcsak korban, hanem esetleg a teher alatti viselkedésükben is alapvetően különböznek. Mindez a megerősítés során felhasznált anyagok oldaláról nagyfokú toleranciát igényel egyrészt az alakváltozások egyeztetetősége, másrészt a meglévő boltozat anyagjellemzőinek szokásosnál nagyobb variabilitása miatt.

5.2 Együttdolgozó kéreg

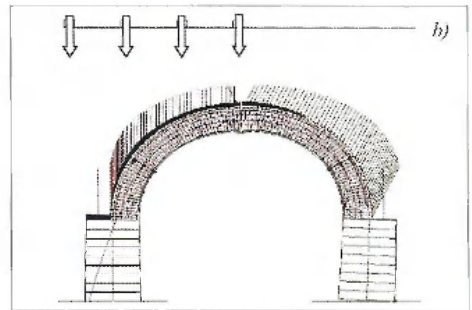
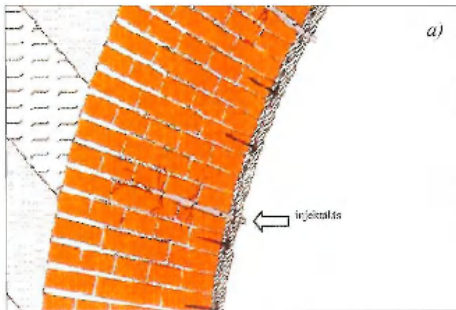
Amennyiben a boltozattal együttdolgozó külső kéregbevonatot (pl lőtthabarcst, lőttbodynt) alkalmazunk, az erősítő kéregtől számos követelmény egyidejű megfelelést kell elvárunk. A legnagyobb kérdés az, hogy miképpen lehet az erősítő kéreg tulajdonságait a meglévő falazott szerkezetéhez úgy igazítani, hogy az együttdolgozás tartós legyen. Mindenekelőtt biztosítanunk kell azt, hogy a szerkezetre újonnan felvitt réteg mechanikai és fizikai tulajdonságai ne térjenek el jelentősen a meglévő felület anyagától. Különösen nagy kihívást jelent ez inhomogén anyagú falazatra utólag felvitt, általában nagyobb alakváltozási tényezőjű betonréteg esetében. A merev kéreg és az eredeti falazott felület között ugyanis a két réteg elválását okozó nyírófeszültségek alakulhatnak ki. A nyíró-, vagy más szóval csúszató feszültségek úgy mérsékelhetők leginkább, ha a kéreg és az eredeti felület anyagainak alakváltozásait a lehető legnagyobb mértékben egymáshoz igazítjuk. Ez falazott boltozatok erősítése esetén az alkalmazott lőttbodynt alakváltozási tényezőjének jelentős csökkentését igényli például speciális, alacsony merevségű adalékanyagok, polimer, illetve a műanyagszál adagolás révén. Fontos ezen kívül az is, hogy a beton visszafordít-

hatatlan törési folyamatai csak viszonylag magas alakváltozás mellett induljanak meg, így kellően „toleráns” lesz képes a meglévő felület változásait követni.

Tovább javul az együttdolgozás azáltal, hogy a javítóréteg vastagságát csökkentjük (7. ábra), így a támaszvonalon nagy kiütemessége esetén is mérsékelt nagyságú csúszató feszültségek keletkeznek a kapcsolati réteghatáron. Számolnunk kell továbbá azzal a hatással is, hogy az elkerülhetetlen zsugorodás és az esetlegesen számottevő lassú alakváltozás miatt, a betonban húzó feszültség alakul ki, ami a nyomó igénybevételek felvételét késlelteti.

A megfelelő együttdolgozás szempontjából elengedhetetlen az erősítő kéreg jó repedés áthidaló képessége. A javítóbeton magas hajlító-húzó szilárdsága mellett talán még fontosabb, hogy nagy szívóssággal rendelkezzen, illetve legyen képes a húzószilárdság kimerülését követően is bizonyos mértékű húzófeszültség felvételére. Ez a tulajdonság elsősorban szálerősítés alkalmazásával érhető el, és a repedések korlátozása mellett a meglévő felülethez és a vasaláshoz való jobb tapadást is elősegíti. Célszerű emellett olyan vasalási rendszert kialakítani – feltéve, ha a szálerősítés mellett erre szükség van –, ami kellő képlékeny alakváltozó és a betonban való jó lehorgonyozódó képességgel rendelkezik, emellett vékony erősítő kéregben hatékonyan korlátozza a repedéseket.

Kiemelt jelentősége van a megfelelő felület előkészítésnek is. Elsősorban a laza, könnyen leváló részek eltávolításáról kell gondoskodni, például homokszórással. Bár a homokszórás jelentősen javíthatja a lőttbodynt vagy lőttbodynt kéreg felületi tapadását, a továbbiakban jelentkező esetleges átázások miatt erre a hatásra csak óvatosan szabad számítani. Jóval hatékonyabb felületi lehorgonyozást eredményez a vékony kéregnek a külső, laza fugázat eltávolítása révén keletkező hézagokba való beékelődése és a megfelelő sűrűségű bekötő csapok elhelyezése. A bekötések szerepe elsősorban a



7. ábra. Boltozat erősítés együttdolgozó, vékony kéreggel.
a) Alacsony merevségű lőttbodynt kéreg kombinálása injektálással
b) A megerősítés modellezése „merev blokk” módszerrel

felületi kapcsolat csökkenése, azaz a tapadószilárdság kimerülése és a kapcsolati réteg betonjának elnyíródása után érvényesül, ezért a tartósan jó együttműködés szempontjából a kéregbeton magas nyírószilárdsága mellett az is fontos, hogy annak kimerülése ne hirtelen, rideg módon menjen végbe.

Ugyancsak fontos, hogy a meglévő boltozat párávándorlási folyamatait lehetőleg minél kevésbé akadályozzuk a kéreg erősítéssel. Ehhez az alacsony rétegvastagság mellett alacsony páradiffúziós ellenállást lehetővé tevő szerszerkezetre van szükség, de a feladat így sem egyszerű.

5.3 Boltozat erősítés injektálással

A boltozat injektálásával lényegében kétféle kedvező hatást érhetünk el. A repedések, folytonossági hiányok, valamint a meggyengült fugázati részek kipótlásával növelhető a boltozat homogenitása, másrészt csökken a vízáteresztő képessége. Az injektálás során a falazat szilárdságának növelése helyett inkább a folytonosság helyreállítását, valamint az elváló részek együttműködésének elősegítését kell megcélozni. Kedvező hatásként jelentkezik emellett, hogy az injektált falfelület jobb tapadást biztosít a felületre kerülő lövellt beton vagy habarcs kéreg számára (7. ábra).

Az injektáló anyagok megválasztásakor rendkívül körültekintően kell eljárni annak érdekében, hogy biztosítható legyen a meglévő szerkezettel való kompatibilitás a fizikai, kémiai és mechanikai jellemzőkben, illetve a megfelelő injektálhatóság. Az injektálást követően is meg kell őrizni a szerkezet eredendően jó képlékeny alakváltozó képességét. Nem szabad olyan anyagokat használni amely hirtelen merevségváltozásokhoz vezet, mert így fennáll a veszélye további repedések kialakulásának és a rideg tönkremenetelnek. Lényeges, hogy a meglévő falazat anyagaival (tégla, kő, fugázat) jó tapadás tudjon kialakulni, amely nedvesedés és dinamikus hatások mellett is időtálló. Fontos továbbá, hogy az injektálás révén ne avatkozzunk be túlságosan a szer-

kezet meglévő páraháztartásába. Az említett követelményeknek eleget tevő, nem túl magas költségigényű injektáló rendszer alakítható ki többek között hidraulikus mézs és trassz alapú anyagok felhasználásával.

A boltozat megerősítés hatékonyságának egyik kulcs-eleme a vízszigetelés helyreállítása. Mivel a boltozat felletti ágyazat és feltöltés ideiglenes eltávolítására a legtöbb esetben nincs lehetőség, ezért a vízszigetelés megoldásának lehetséges módja a feltöltés, valamint háttöltés intrados felőli injektálása, például poliuretán habbal.

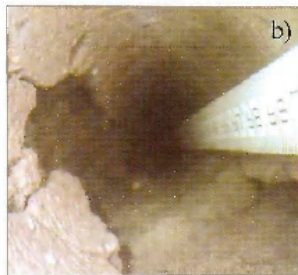
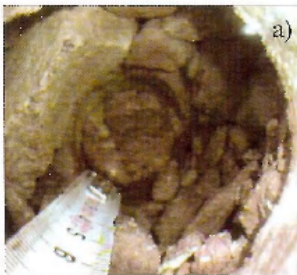
Az injektáló anyag összetételének, mennyiségének megállapítását, valamint az injektálási helyek megtervezését célszerű próbainjektálással és diagnosztikai módszerekkel előkészíteni.

6. Esettanulmányok

A fenti alapelvek figyelembe vételével kutatás-fejlesztési program indult a Pécsi Pályagazdálkodási Főnökség területén többek között a PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskola, mint kutatóintézet, valamint a Vertikor-Alpin Kft., mint a fejlesztéshez kapcsolódó diagnosztikai vizsgálatok és kísérleti megvalósítások kivitelezője részvételével. A fejlesztés legfontosabb célkitűzései egyrészt a boltozott hidaknál hatékonyan alkalmazható diagnosztikai módszerek felkutatása és kipróbálása, másrészt a meglévő szerkezeti kapacitás kihasználásán alapuló megerősítési technológia kidolgozása és alkalmazása voltak.

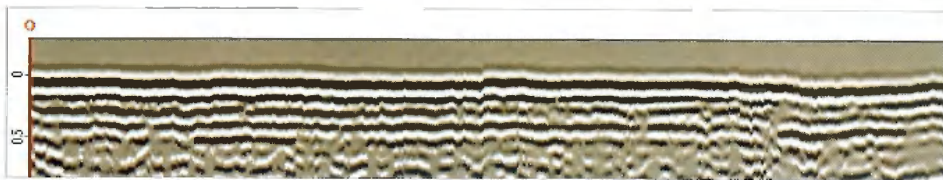
A vizsgálatok és próbakivitelezési munkálatok helyszínénél két db felújításra váró műtárgy szolgált. Az egyik a Pécsbánya-Rendező–Magyarbóly vonalon található 5,70 m nyílású boltozat, a másik a Pécsbánya-Rendező–Barcs vonalon lévő 1,20 m nyílású átérész.

A szerkezetek állapotának és teherbírási állapotának megállapítására mindkét esetben lyukkamerás (8. és 11. ábra) és georadaros (9. ábra) diagnosztikai vizsgálatot végeztünk, illetve a fűrt mintákon kis átmérőjű próbatestekre kalibrált szilárdsági vizsgálatot. A vizsgálatok segítsé-

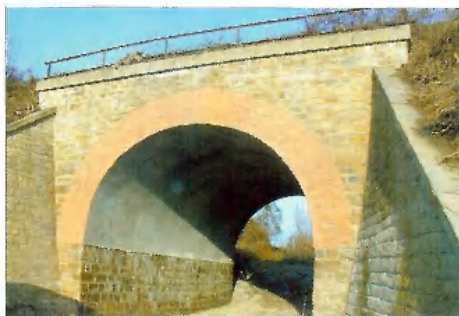


8. ábra. Diagnosztikai vizsgálat lyukkamerával.

a) Háttöltés viszonyok feltérképezése. b), c) Belső üregek, repedések feltérképezése



9. ábra. A boltozat radarképe



10. ábra. 5,70 m nyílású boltozott híd felújítása, 2002. (Kivitelező: Vertikor-Alpin Kft.)
a) Felújítás előtt . b) Felújítás után

gével áttekintő képet kaptunk a boltozatok állapotáról, illetve a statikai számításhoz szükséges alapadatokat biztosítottuk. A számítások alapján nyilvánvalóvá vált, hogy mindkét szerkezet alapvetően jelentős teherbírású tartálékkal rendelkezik, viszont a belső repedezettségi állapot, üregek és a boltozati rétegek nem megfelelő együttműködése miatt ez a tartálék könnyen leépülhet. Különösen veszélyessé válhatott volna ez az állapot néhány éven belül, figyelembe véve a boltozatok utóbbi időben felgyorsult romlási folyamatait.

A boltozatok stabilizálása és a romlási folyamatok megállítása érdekében mindkét esetben olyan megerősítési megoldást alkalmaztunk, amely csak kismértékben avatkozik be a fennálló teherviselési rendszerbe, és a hidak meglévő kapacitására épít. Felületi bevonatként egy 50 mm vastagságú, szálerősítésű, hajlékony lőtbe-

ton kerget alkalmaztunk felületi horgonyok kombinálásával. A szerkezeti együttműködést a horgonyok mellett többszintes injektálási rendszer is elősegítette. A felújítási munkák megvalósítását a 10. és 12. ábrák mutatják be.

7. Összegzés

Mint minden szerkezetrehabilitáció esetében, boltozott hidaknál is igaz, hogy a korai beavatkozás jóval kisebb költséggel jár, mint a későbbi, ezen kívül a teherviselő rendszer számára is kevesebb módosítással.

Az ideális megerősítési technológiának biztosítania kell, hogy a szerkezet meglévő teherbírású kapacitását a lehető legnagyobb mértékben ki tudja használni úgy,



11. ábra. Az injektálás hatékonyságának vizsgálata lyukkamerával



12. ábra. 1,20 m nyílású boltozott átéres felújítása, 2002. (Kivitelező: Vertikor-Alpin Kft.)
 a) Felújítás előtt b) Horgonyok elhelyezése c) Lőttbetonozás d) Injektálás, kész állapot

hogy „éppen elegendő”, gazdaságos mértékű teherbírás növekedést eredményezzen. A teherbírás kritériumok mellett szem előtt kell tartania a hosszútávú használhatóságot, illetve hogy a híd megjelenésére csak kismértékű módosítást jelentsen és a forgalmat lehetőleg minél kisebb mértékben zavarja.

Az optimális megerősítési stratégia mindig a híd aktuális viszonyaitól (állapotától, helyzetétől, méretétől, forgalmi viszonytól) függ.

A megfelelő teher alatti viselkedés és teherbírás biztosításának leghatékonyabb módja a káros szerkezeti deformációk korlátozása. Fejlesztési tevékenységünk az eredeti szerkezettel együttműködő, nagy tartósságú erősítő rendszerek kifejlesztésére, valamint ezek hatékonyságának elméleti és kísérleti igazolására terjedt ki. Eredményeink reményt adnak arra, hogy a jövőben jóval gazdaságosabban lehet majd a régi vasúti boltozottak biztonságát hosszútávon garantálni, illetve a nem kívánt sebesség-, és tengelyteher korlátozások mértékét csökkenteni.

Irodalom

- Boothby, T.*: „Elastic plastic stability of jointed masonry arches” *Engineering Structures*, Vol. 19, No. 5, pp. 345–351, 1997.
- Fanning, Boothby, T.*: „Three dimensional modelling and full-scale testing of stone arch bridges” *Computer and Structures*, 79/29–20, 2645–2662, 2001.
- Dr. Gilyén Jenő*: „Az alakváltozási különbségekből eredő igénybevétel elosztási kérdések tartószerkezetek megerősítésénél”, *Műszaki tervezés*, XLII. évf., 2002.
- Heyman, J.*: „The Masonry Arch”, Chichester, New York, Holsted Press, 1982.
- Madden, B.*: „Aspects of Construction of Masonry arch Bridges”, Seminar on Masonry Arch Bridge Assessment, Dublin, October 2001.
- Orbán, Z.*: „Optimised rehabilitation strategies of old masonry arch bridges”, UIC Infrastructure Commission – Structural Experts Seminar, Paris, January 27–28 2002.
- Orbán Z.*: „Boltozott vasúti hidak rehabilitációja”, *Sínek világa*, 2002/III. sz.
- Orbán Z.*: „Assessment, reliability and maintenancen of old masonry arch bridges” UIC International Union of Railways. Research Project Report. Paris, January 30–31 2003.
- Page, J.*: „Load tests to collapse on two arch bridges at Torksey and Shinefoot”, Transport and Road Research Laboratory, Research Report 159., Crowthorne, UK., 1988.



ERDŐDI LÁSZLÓ
MÁV Rt. PMLI
Mémóriai Létesítmények Osztály
szaktanácsadó



DÁNYI GYÖRGY
MÁV Rt. PGK
Híddiagnosztikai Osztály
rendszergazda



DR. LUBLÓY LÁSZLÓ
Széchenyi István Egyetem
egyetemi adjunktus



AGÁRDY GYULA
Széchenyi István Egyetem
főiskolai docens

A MÁV hídgyárállítási rendszer fejlesztése

1. A hídgyárállítási rendszerek általában

1.1 A hídgyárállítási rendszerek célja

A gazdaság teljesítőképességének növelésében, a nemzetközi gazdasági kapcsolatok fejlesztésében az infrastruktúrának, és ezen belül a közlekedésnek meghatározó szerepe van.

A kereskedelem szempontjából fontos nagy volumenű szállítások, ill. a magas színvonalú, igényes személynégyárállítási területén a leggyorsabb, legmegbízhatóbb, legolcsóbb megoldást a vasút kínálja. E területen a vasúti közlekedés renszánnsza jellemző az egész európai közlekedéspolitikára.

A vasút tipikusan nagy állóeszköz igényű, nagy beruházási igényű ágazat, amelyben csak a gazdaság legelőkerőbb cégei képesek sikeresen működni. Emiatt a legtöbb országban a vasúti közlekedés (részben vagy egészen) állami vállalatok kezében van. Az üzemeltetési tapasztalatok, a gazdasági (többnyire deficités) eredmények egyre inkább arra ösztönzik a tulajdonost, ill. a tulajdonosi érdekeket képviselő kezelőt, üzemeltetőt, hogy az üzemeltetés – fenntartás – korszerűsítés területén a térben és időben leggyárállítási rendszer váltassa, amely az egész hálózatra, hosszú távra kínál megoldást.

Az ilyen, az egész hálózatot átfogó, nagy adatállományon dolgozó, multifaktoriális elemzéseket lehetővé tevő, esetenként sokparaméteres optimalizációt végző, műszaki-gazdasági elemző rendszereket a szakterület *gyárállítási rendszereknek* nevezi. Gyárállítási rendszereket az elmúlt évtizedekben különböző elméleti megfontolások alapján, különböző gyakorlati megoldásokkal, sokféle infrastrukturális állományra – hálózatra fejlesztettek. A fejlesztés irányait alapvetően mindig a szakterület lehetőségei és igényei határozták meg. A gyárállítási rendszerek megteremtése és működtetése iránti igény először mindig az adathalmaz tulajdonosá-

nál jelentkezik. Az infrastrukturális szektorban elegendő mennyiségű adat az egy-egy régiót összefogó szervezetenél gyűlt össze, és ott volt szükség az elemzések eredményeire is. Ezért az először fejlesztett gyárállítási rendszerek mind hálózati szintűek voltak, azaz a létesítményeket, a hálózat (az állomány) elemeit csak statisztikailag értékelték. Ezzel lemondtak ugyan arról, hogy létesítményi szinten pontos, jól alátámasztott eredményeket szolgáltatassanak, viszont viszonylag szűkebb adatbázis alapján is az egész állományról helytálló eredményeket állítottak elő. Jelenleg a rendszerbe állított gyárállítási rendszerek túlnyomó többsége ilyen, és a létesítményi szint felé még csak a kezdeti lépéseknél tart a fejlesztés.

1.2 A hídgyárállítási rendszerek előzményei

A gyárállítási rendszerek lényege, hogy a vizsgálandó egyedek sokféle jellemző, műszaki-gazdasági adatain végzi elemzéseit, értékeléseit. Az első, és talán legfontosabb feladat tehát a gyűjtendő-vizsgálandó adatok körének kiválasztása. Ebben a munkában jól felhasználható a korábbi adatgyűjtések eredményei, tapasztalatai.

Alapadatok

Történetileg az első adatokat a nyilvántartások számára gyűjtötték, rögzítve az objektum helyét fő méreteit, szerkezeti kialakítását, anyagát. Ezek az adatok mintegy leltárszerűen jellemzik az állományt, változásokra, az adatok aktualizálására a térben és időben csak ritkán (a szerkezet átalakítása-átépitése miatt) van szükség.

Minősítési adatok

Az információigény következő lépcsőjét az jelenti, amikor már nem elégszünk meg annak ismeretével, hogy a szerkezet milyen teherbírársra készült, hanem arra vagyunk kíváncsiak, hogy most, jelenlegi állapotában milyen a terhelhetősége; egysszóval a leltári adatok mellett,

azok kiegészítéseképp állapotminősítési adatokat is gyűjtünk. Természetesen ezeket az adatokat rendszeresen aktualizálnunk kell, ha a szerkezetek, és ezáltal a teljes állomány állapotát időről időre aktuálisan ismerni akarjuk. Az adatgyűjtés két lényeges kérdés kimunkálását kívánja: milyen állapotadatokat gyűjtünk, ill. az állapotadatokat milyen ciklusidővel gyűjtjük.

Gazdasági adatok

A műtárgyak szerkezeti kialakításának, anyagának, és az egyes szerkezeti elemek aktuális állapotának ismerete a felhasználónak felkínálja egy tipizált beavatkozás kijelölésének vagy algoritmikus kiválasztásának lehetőségét. Ez az első lépés a gazdálkodási rendszer kialakítása felé, mert itt teszi meg az adat felhasználó az első visszacsatolási lépést. Természetesen a tipizált beavatkozáshoz költségek is rendelhetők, és ebben a pillanatban a rendszer kilép kizárólagos műszaki kereteiből, és a műszaki-gazdasági adatok összekapcsolásával valódi gazdálkodási rendszerré válik.

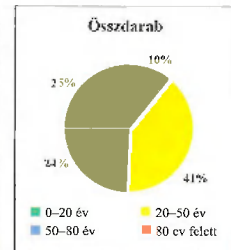
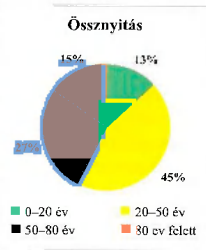
2. A MÁV hídgaзdálkodási rendszer (MÁV-HGR)

2.1 A MÁV hidállomány bemutatása

Hídtípus	Hidak megoszlása					
	Tényleges szerkezeti szám szerint		Nyilván-tartási szám szerint		Vágánynyílás szerint	
	db	%	db	%	vnyfm	%
Tartónélküli nyílt átérész	61	0,71	64	0,56	33	0,06
Fatartós átérész, fahíd	15	0,17	15	0,13	11	0,02
Köfede lapos átérész	81	0,94	125	1,09	96	0,18
Kő, téglá, beton, vasbeton, hidak, átérészek	7736	89,95	10696	93,65	27930	52,73
Feszített vb. hidak	18	0,20	19	0,17	1848	3,49
Rácsos acélhidak	136	1,58	87	0,76	9088	17,16
Egyéb acélszerkezetű hidak	438	5,10	312	2,73	7656	14,46
Gyalogos felüljárók	79	0,92	77	0,67	5572	10,52
Ideiglenes hidak (provizórium)	35	0,41	26	0,23	727	1,37
Pályavasúti hidállag összesen	8599		11421		52960	

Kincstári tulajdonú, a MÁV Rt. által kezelt, üzemeltetett hidak megoszlása hídtípus szerint

A hidak között még szép számmal találhatóak az 1800-as évek végén, az 1900-as évek elején épített fa, kő anyagú hidak, megtalálhatóak a 80–100 éves szegecselte, térbeli szerkezetként kialakított hegesztett rácsos acélszerkezetű hidak, valamint az elő- és utófeszített vasbeton szerkezetű hidak egyaránt. A 35 db provizórium jelentős része a világháborús hidrombolásokat követően ideiglenesen helyreállított, és a mai napig is így üzemelő műtárgy.



Kincstári tulajdonú, a MÁV Rt. által kezelt, üzemeltetett hidak megoszlása kor szerint

Tehát egyszerre kell a koros, korszerűtlen szerkezetek problémáival és a mai igényeket kielégítő szerkezetek problémáival foglalkozni, az eltérő felügyeleti, karbantartási problémákat kezelni.

2.2 A MÁV-HGR célja

A MÁV stratégiai fontosságú közlekedési hálózatot működtet tart fenn, és fejleszt. Ezen belül kiemelkedően fontos szerep jut a hidaknak, hiszen ezek tönkremenetele vagy akár csak a szolgáltatási szint kényszerű csökkentése (különösen nagy forgalmú vonalszakaszon) igen nagy bevételkiesést, esetleg tényleges pénzügyi kárt okoz a cégnek (és persze áttételesen a nemzetgazdaságnak). A mai forráshiányos gazdasági körülmények között különösen fontos, hogy a különböző szakterületek lobbierdekei mellett megalapozottan lehessen bemutatni

- a MÁV hidállomány jelenlegi műszaki-gazdasági állapotát,
- elmaradását a társadalmilag elvárt szolgáltatási szint állapoteloszlásától,
- a lemaradás pótlására, ill. az elért állapoteloszlás dinamikum szinten tartására szükséges ráfordítások nagyságát,
- az elégtelen ráfordítások okozta gyorsuló leromlás veszélyét.

Ugyanakkor legalább ennyire fontos, hogy a megszerzett forrásokat a leghatékonyabban használjuk fel, ott és úgy, hogy a ráfordítás a kitűzött aktuális célok elérése szempontjából optimális változást eredményezze az állományon.

A kifejlesztendő HGR stratégiai céljaiként tehát ezt a kettős célkitűzést fogalmazhatjuk meg:

- egyrészt objektíven megállapítani és a politikai döntéshozók felé felmutatni a műszakilag és gazdaságilag indokolt forrásigényt;
- másrészt a leghatékonyabban alokalni a megszerzett forrásokat.

2.3 A MÁV-HGR előzményei

A MÁV-nál a hidakra vonatkozó adatok gyűjtése a hidvizsgálatok része. A hidak vizsgálatát a Vasúti Hídszabályzat, és az ez alapján kidolgozott belső előírás, a MÁV D5 utasítás szabályozza. Eszerint minden hidat évente legalább egyszer hidász szakember vizsgálja át, és az éves állapotadatokat, valamint az elvégzendő beavatkozási munkák jellegét, mennyiségét és tervezett időpontját ez a vizsgálat rögzíti. A hivatkozott Utasítás előírja továbbá, hogy 10 évente egyszer, indokolt esetben más alkalommal is, a hídon részletes, hidszakértői hidvizsgálatot is kell tartani.

A MÁV a műtárgyak alapadatait hidakra vonatkozó szabályzatok előírásai alapján gyűjti.

A hid nyilvántartás tartalmazza a hidak pontos helyét (vonal, szelvény), leltári adatait, a hid típusát, geometriai jellemzőit, szerkezeti elemei anyagát, méretezési terhet, a tényleges teherbírást, a rajta áthaladó vasúti felépítmény adatait (rendszere, vágányszám) és a hid élete során említésre, rögzítésre méltó minden eseményt, beavatkozást.

Az így rögzített adatokból készültek az állagkezelő szervezeti egységekre, majd felsőbb vezetői szintekre összesített egyedi kimutatások, nyilvántartások, mint

- Hidállag kimutatás
- Acélszerkezetű hidak mázolási kimutatása
- Teherbírási kimutatás
- Koros (80 évnél korosabb), gyenge (teherbírás < 1951 évi „C” teher) hidak kimutatása

Az adatállományt 1990-ig kézzel vezetett nyilvántartások tartalmazták. Ekkor kezdtük el a fenti adatok elektronikus adathordozóra történő felvitelét, az adatok elektronikus úton történő nyilvántartását.

A MÁV-nál a műtárgyakra vonatkozó állapotadatok rögzítése is megalakulás óta zajlik folyamatosan, de korábban hidvizsgálati könyvekben, a vizsgálati jegyzőkönyvekben kerültek rögzítésre. Állapotadatok rögzítését meghaladó, kimondottan minősítési adatok gyűjtése 1990-es évek eleje óta folyik. Kezdetekben a minősítésre „Műszaki állapotértékelő és vizsgálati lap vasúti hidhoz” adatlap került kitöltésre hidanként az 5 m-nél nagyobb nyílású hidakra, de ezek további feldolgozására nem volt lehetőség.

A korábbi, vizsgálatokból, minősítésből származó adatok gazdasági adatokat, gazdálkodást segítő eredményeket nem szolgáltatottak.

Ilyen előzmények után a nyilvántartott adatok tetszés szerinti céllal történő felhasználást biztosító, gazdálkodási feladatokat segítő program fejlesztését határozta el MÁV Hidosztálya, aminek eredménye a MÁV Híd-gazdálkodási Rendszer, a MÁV-HGR.

2.4 A MÁV-HGR elemei

A MÁV-HGR az eddig vázolt alapfunkciókra építkezve biztosítja a hidak elektronikusán rögzített adatainak kezelését, a Vasúti Hídszabályzat, a D-5 Utasítás előírásainak megfelelően a nyilvántartások tetszés szerinti adatállományra vonatkozó előállítását, a hidakkal kapcsolatos feladatokhoz alapadat szolgáltatását.

A fejlesztés irányának meghatározásakor, az akkor hozzáférhető, más környező országokban zajló fejlesztéseket tekintették át, és ezt vetették össze a MÁV-nál jelentkező igényekkel. Ekkor kidolgozott, az elképzeléseknek megfelelő kész program még máshol sem állt rendelkezésre – igaz, hogy a pénzügyi lehetőségek egyébként sem tették volna lehetővé kész program megvásárlását.

Így alakult ki a többcélú felhasználást biztosító, közös adatbázison alapuló rendszer váza.

A MÁV-HGR főbb moduljai:

1. Tervtári adatok kezelése – ezekből tetszés szerinti kimutatás, nyilvántartási adatok legyűjtését
 - a) Hidállag kimutatás
 - b) Acélszerkezetű hidak mázolási kimutatása (felület nyilvántartás és minden korrózióvédelemre vonatkozó adat)
 - c) Teherbírási kimutatás
 - d) Tervgyűjtemény (tervtári adatállomány tételes jegyzéke)
 - e) Koros, gyenge hidak kimutatása
2. Járatási, közlekedési feltételek meghatározása

Járatás a túlsúlyos küldemények vasúti hidakon való közlekedtetési feltételeinek a meghatározása a H.4. Utasítás (1/11/1956.KPM.I./Hid.II.szám) szerint, a teherbírási mutatószám/terhelési tényező viszonyának az elemzése alapján.

A közlekedő jármű paramétereinek meghatározása után a program segítségével tetszőleges útvonalra adhatjuk meg a közlekedtetés feltételeit.
3. Híd-gazdálkodást segítő alapadatok szolgáltatása
 - a) Hidminősítő és értékelő adatok

A híd-szerkezetek állapotát jellemző adatokat rögzítünk, és a szakma képviselőinek kívánalmak szerint szolgáltat a program.

Ezek a PSION kézi terepi adatgyűjtő program feltöltése során keletkeznek, valamint a hidvizsgálati adatok és a hidak műszaki adatainak meghatározott szempontok szerinti feldolgozása során kerülnek generálásra.

A rendszeren keresztül dönthetünk objektíven a hibák megszüntetésének időbeni és fontossági sorrendjéről, szükség szerint a pénzügyi források sorolásáról.

b) Gazdasági tervezési adatok

A hidvizsgálatok (II, III. fokú) elvégzése után a program, a PSION kézi adat gyűjtőben rögzített hibák mennyiségének visszatöltése során keletkező adatok és az „AJAK” költségvetés készítő programból átvett komplex normatátelek alapján, szolgáltatja a híd javítására fordítandó költséget. Az így kapott költségek összesítése után készíthetők el a különböző gazdasági, beruházási, felújítási, karbantartási tervek.

c) A hídra, illetve hidakra fordított költség felhasználási adatok

A program lehetőséget ad arra, hogy a hiba megszüntetésekor a ráfordított költséget valamint a megszüntetés módját eltároljuk.

A ráfordítási költségek összesítése után tényleges ráfordítási költségeket kapunk az igényeinknek megfelelő bontásban.

4. Terepi adatgyűjtő program (Psionhid, Psihid)

A HGR hídgazdálkodást segítő adatszolgáltatásához szükséges alapadat felvételhez az elmúlt évek során kifejlesztésre került a PSION WorkAbout kézi számítógéppel történő helyszíni II–III. fokú hidvizsgálati adatgyűjtő (PSIHID), valamint az adatok át és visszatöltésére, konvertálására alkalmas PC (PSIONHID) program. Az volt a cél, hogy számítástechnikai eszközökkel feldolgozható mennyiségi, hídminősítő és hídértékelő adatokat tartalmazó hidvizsgálati eredmény álljon rendelkezésre. Objektíven bemutatható legyen a hidállomány állapota, az észlelt hibák megszüntetéséhez szükséges pénzügyi forrás igény, meghatározható legyen a hibák megszüntetésének időbeni és fontossági sorrendje.

Míndezek megvalósítása érdekében a II. és III. fokú hidvizsgálat során el kell végezni valamennyi hídnál (szerkezetnél) a PSION terepi program segítségével:

- a hidak szerkezeti elemeinek meghatározását
- a típushibák szerkezeti elemekre történő egyedi meghatározását, kiválasztását
- a hidak (szerkezeti elemek, szerkezetek) állapotfelmérést a hibák mennyiségének, a hibák minőségének (M), értékelésének (V) rögzítésével,

A továbbiakban a „Hídgazdálkodást segítő alapadatok szolgáltatása”, és ennek adatgyűjtését, feldolgozását biztosító „terepi adatgyűjtő program” fejlesztési kérdéseivel foglalkozunk részleteiben.

2.5 A MÁV-HGR fejlesztési kérdései

A fenti stratégiai célok eléréséhez a MÁV-HGR-t a fejlesztés során a következő kettős feladat végrehajtására kellett alkalmassá tenni:

1. A hídelemekre végzendő javítási – helyreállítási –, pótlási munkák pontos definiálásával mennyiségének helyszíni rögzítésével és a munkák normatív költségelésével állítsa elő az állomány fenntartási feladatainak forrásigényét mind reáliákban mind pénzügyi összegezésben, hogy ezekkel a pénzügyipolitikai döntéshozók számára az állomány objektív fenntartási szükséglete megjeleníthető, igazolható legyen.

A MÁV-HGR „Hídgazdálkodást segítő alapadatok szolgáltatása” modul kialakítása célirányosan a vasút feladatainak megoldására készült, ennek megfelelő a hídelemek kiválasztása, meghatározása, a típushibák definíciója.

A rendszer lelke tulajdonképpen a „hídtípusok–szerkezeti elemek–hibatípusok” kapcsolatrendszer kidolgozása volt.

Ehhez át kellett értékelni az 1976. évi Vasúti Hídszabályzatban meghatározott hídtípusokat.

Új hídtípusok kerültek bevezetésre – az eddigi 15 hídtípus helyett 23 hídtípust különböztettünk meg.

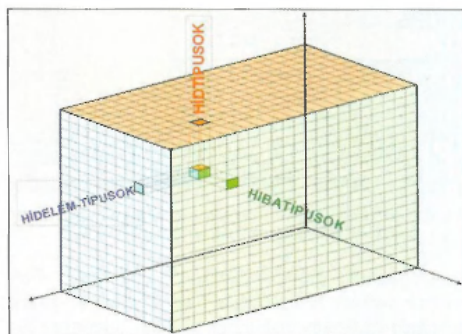
6 fő szerkezeti elemet definiáltunk, úgy mint

- vasúti felépítmény,
- felszerkezet,
- alépítmény,
- hidtartozékok,
- hídkörnyezet,
- geometriai állapotjellemzők.

Ezeket tovább bontottuk, összesen 169 szerkezeti elemre.

Ezekhez kapcsolódóan 125 hibatípust és ezeken belül 2–5 db, a hibatípushoz rendelt típushibát definiáltunk.

Így állt elő a 23×169×125 méretű térbeli mátrix.



A hídtípusok–hídelem típusok–hibatípusok kapcsolati sémája

A hibákhoz hozzárendelt helyreállítási munkák „javítási módok–javítási költségek” rendszere kapcsolódik.

2. A hídelemek állapotának és veszélyeztetettség fokának osztályozásával (a hibatípusokat 1–5 állapot-szinten (M) és 1–4 veszélyességi kategóriába (V) definiáltuk és egyértelműen a szerkezeti elemekhez rendeltük), ill. ezen rész-minősítések súlyozott összegzésével a hidak fő (szerkezeti) elemeire képezzen összehasonlító(hat)ó MINŐSÍTŐ SZÁMOKAT,

M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

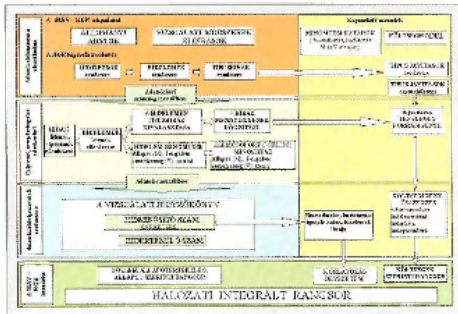
vasúti fel- építmény	pályatartó	főtartó	fel- szerkezet	al- építmény	hid- tartozékok	hid- környezet	geometriai állapot jellemzők
A hid egészére jellemző minősítő szám							

ill. ezeket a hid egyéb fő adataival (korosság, teherbírás, vonalbesorolás, a hid fenntartási igényét megjelölő virtuális szorzó, a hid fáradására, öregedésére információt szolgáltató áthaladt elejtonna km stb.) kiegészítve állítson elő egy olyan integrált HÍDÉRTÉKELŐ SZÁMOT,

□□□□□ 5 számjegyű szám.

Értéke 0–99999 között változik, melyek segítségével (forráshiány esetén) lehetőség nyílik meghatározni a beavatkozások fő irányait, akár vonali rehabilitációként, akár szerkezeti stratégiai célként, akár hatékonysági optimumként keressük is a megoldást.

Ez a kettős cél nagyon alapos és komplex előkészítő munkát kívánt. Az adatbázis struktúrájának mindkét igényt ki kellett elégítenie.



A MÁV-HGR hídminősítő és terepi adatfelvétel moduljának vázlat, kapcsolati összefüggései a fejlesztés mai állapotában

A vizsgálószemélyzet főleges munkájának elkerülése érdekében az adatok rögzítését és a felvett adatok dokumentálását úgy alakítottuk ki, hogy a rendszer hivatalos, elfogadott VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYVET nyomtat, amely felváltja az eddigi, kézzel készített vizsgálati dokumentációt.

Jk. sorozás: 11008102 HÍDVIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Vonal : 004/1 Bp.-Ferenycsókai Jég. Bp.-Ferenycsókai
 Szevénél : 45451 Újtelei 1 Szevénél ps.: 1

Híd neve: Fardó úti aluljáró
 Közművek rendszere : 24 Földművelésügyi miniszter, Budapest
 Nyitási év : 2002 Nyitási év :
 Tervezőiroda : 076 Tervezőiroda :
 Készítési év : 06 Készítési év :
 Tervezőiroda : 0 Tervezőiroda :
 Felépítés helye : Budapest
 Készítési év : 2002
 Tervezőiroda : Budapest
 Készítési év : 2002

Vizsgálatot végző : Lendvai
 Vizsgálat szintje : 2
 Vizsgálat kezdete : 2002.11.18
 Vizsgálat vége : 2002.11.18
 Jegyzőkönyv kezdete : 2002.11.18
 Jegyzőkönyv vége : 2002.11.18

Vizsgálatot végző aláírása

Összegező értékek:

A híd az értékelhető hibák hiányosságát nem észleltem.

Jegyzőkönyv nyomatok dátuma: 2002.12.01

Vizsgálatot végző aláírása

Mint látható, a jegyzőkönyv minden, a hid azonosításhoz szükséges adatot tartalmaz, valamint minden egyéb információt (a vizsgálatot végző neve, a vizsgálat dátuma, azon vizsgálati megállapítások ahol hibát talált a vizsgáló és az ezekhez rendelt mennyiség, ezek értékelése, a szükséges intézkedések meghatározása, és a vizsgálatot végző saját kezű aláírása). A jegyzőkönyv automatikusan sorszámozódik az adatok asztali PC-re visszatöltéskor a vizsgálatokat végző szervezeti egységként és évenként. Bármilyen módosítás végrehajtása a letárolt vizsgálati adatokon, új jegyzőkönyv keletkezését eredményezi.

Az adatrögzítés itt egyrészt (a korábbi gyakorlattal megegyezően) a hídelemek szemléleti (II. fok), ill. műszerez (III. fok) állapotellenőrzését jelenti, a szükséges beavatkozások jellegének és mennyiségének meghatározásával; másrészt a híd szerkezet rész-elemeinek állapot és forgalomveszélyesség szerinti osztályozását jelenti, a (fő) elemek integráló állapotosztályozatának meghatározásával együtt. Természetesen ez a két munkafázis erősen összefügg, az adatok megállapítása párhuzamosan történik, a megkülönböztetésre az adatok eltérő felhasználása miatt van szükség: a részletes mennyiségi adatok a költségvetés és a létesítményi szintű eredményeket előállító blokk bemenő adataiként szolgálnak, míg az állapot- és forgalomveszélyességi adatok a hálózati szintű összehasonlító értékek előállításához szükségesek.

A beavatkozások mennyisége és a költségek volumene megkívánja, hogy a hídelemek rendszere zárt legyen, azaz a helyszínen ne kelljen és ne lehessen új elemeket felvenni. Ez az előkészítő munkát nehezítette meg: előre meg kellett határozni a MÁV állományában előforduló hidak típusait, és valamennyi típusra az abban előfordulható szerkezeti elemeket. Természetesen

azt előre, a meglévő nyilvántartás alapján nem lehet megállapítani, hogy egy-egy konkrét hídon a típus mely elemei vannak valóban jelen, ezt az első vizsgálat alkalmával a vizsgálónak kell rögzítenie, az ott nem szereplő elemek, típus hibák kihúzásával, törlésével. Ez a feladat megnöveli az első vizsgálat során a helyszíni munkát, de az egyszerűen alaposan, lelkiismeretesen rögzített elemkészletet a program megőrzi, és a következő vizsgálati ciklusban már csak ezekre a ténylegesen meglévő elemekre kéri a vizsgálati adatokat.

A minősítési rendszer hozadékeként lehetőség nyílt a forgalom fenntartására, a híd teherbírására kiemelt háttérrel lévő hibák minősítési értékeihez rendelhető korlátozási kategóriák meghatározására.

Az „M” > 3 és „V” >= 3 értékek kombinációjához rendelünk sebességkorlátozást pályatartó, főtartó esetén, ha

$$M = 4 \text{ és } V = 3 \quad v = 80 \text{ km/h}$$

$$M = 4 \text{ és } V = 4 \quad v = 60 \text{ km/h}$$

$$M = 5 \text{ és } V = 4 \quad v = 40\text{--}20 \text{ km/h,}$$

illetve teherbírás- és sebességkorlátozás egyidejű bevezetése, ha a hiba, a sérülés jellege megkívánja.

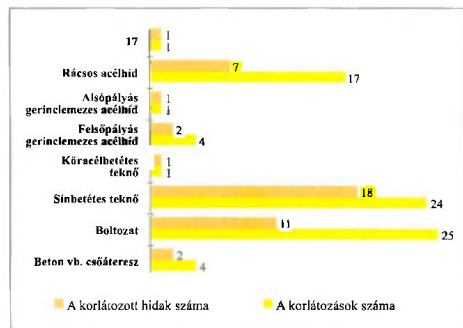
2.6 A MÁV-HGR eddigi tapasztalatai

2.6.1 A vizsgálati adatok feldolgozásának tapasztalata

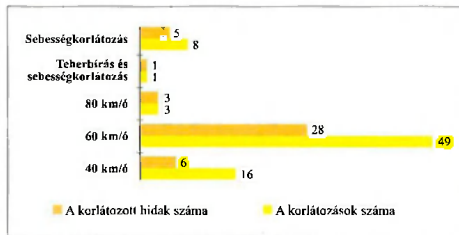
A gépi adatfeltöltéssel a hidállag 67%-a, 5993 db hidszerkezet került megvizsgálásra 2001–2002. évben.

Az eddig feldolgozott adatok alapján regisztrált hibák száma 4687493.

Ebből az $M \geq 4$ és $V \geq 3$ minősítési értékkel bíró hibák száma 4965 db. Az M és V számok meghatározott hibatípusokhoz rendelt határértékei alapján 81 db korlátozást maga után vonó hiányosság fordult elő összesen 43 db hídszerkezetnél.



A HRG által detektált korlátozások szerkezeti megoszlása



A HRG által detektált korlátozások jelleg szerinti megoszlása

2.6.2 A vizsgálati tapasztalatok alapján bevezetett terepi adatfelvételi egyszerűsítések, változások

A rendszer bevezetését minta adatfelvétel előzte meg. Kezdetben a program túl sok felépítményes kérdést tett föl, valamint a vizsgálandó elemekhez kapcsolt típus hibák száma is jelentős volt a programból minél több számszerű adat kinyerése érdekében.

A felhasználóktól beérkezett javaslatok, a felvett hídvizsgálati adatok elemzése, a pálya-híd térbeli elhatárolására kiadott rendelet alapján több ízben módosításra került az adatfelvételhez használt PSION program (PSIHID), a HGR jegyzőkönyv készítő és visszatöltő modulja, és a szerkezeti rendszerek típushiba listája.

A jelentősebb változtatások az alábbiak voltak:

- A szerkezeti elemek egyértelmű kezelése érdekében 7-ről 36-ra változtattuk a PSIHID program menüjét, ezzel egy időben jelentősen gyorsítottuk az adatbevitelt és menükezelést.
- PSION-PC kommunikációs problémák jelentkeztek a WINDOWS '98 operációs rendszer és az újjabb fejlettebb alaplapok esetében (ACPI megjelenése). A 16 bites direkt kommunikációt lecseréltük 32 bites WINDOWS-on keresztül.
- Felülvizsgáltuk a híd típusok – szerkezeti elemek, és a szerkezeti elemek – típus hibák elemeit, kapcsolati rendszerét. Ennek következtében a konkrét hidaknál vizsgálandó típus hibák listája jelentősen csökkent.

Példa a módosítás előtti kérdés számra

Rácsos szerkezeti rendszer	II fokon feltett kérdés	III fokon feltett kérdés
	1776	3227

Példa a módosítás utáni kérdés számra

Rácsos szerkezeti rendszer	II fokon feltett kérdés	III fokon feltett kérdés
	1019	2401

Ssz.	Vonal száma	Vonal megnevezése	A vonal besorolása	A vonalon a HGR szerint korlátozással érintett műtárgyak és a korlátozás mértéke	A vonalra engedélyezett sebesség	A ténylegesen bevezetendő sebességhorlátozás
1	215	Polgár–Görögszállás	B.2.	2 db boltozat / 40 km/h 1 db vb keret /40 km/h	60	40
2	301	Bp. Nyugati–Nyíregyháza	A.1.	1 db rácsos acélhíd / 60 km/h	120	60
3	317	Déaványa–Kótpusza	B.2.	2 db sínbetétes teknő /60 km	50	–
4	319	Véscztő–Kőtegyán	B.2.	1 db sínbetétes teknő / 60 km/h	60	–
5	321	Debrecen–Létavértes	B.2.	1 db sínbetétes teknő /40 km	60	40
6	322	Sáránd–Nagykerek	B.2.	1 db fp. gerinclem. /40 km/h	60	40
7	323	Debrecen–Nyirábrány	B.1.	1db sínbetétes teknő /60 km/h	80	60
8	609	Kikunhalas–Bátaszék	B.1.	1db ap. gerinclem. /60 km/h	100	60
9	617	Pusztaszabolcs–Paks	B.1.	3 db boltozat / 40 km/h 1 db csőáteresz / 40 km/h 3 db sínbetétes teknő / 40km/h	100	40
10	625	Godisa–Komló	B.2.	7 db sínbetétes teknő /60 km/h	60	–
11	701	Bp.Kelenföld–Szentlőrinc	A.1.	4 db boltozat / 60 km/h 1 db sínbetétes teknő / 60km/h 1 db ap. gerinclem. / 80 km/h 3 db rácsos / 60 km/h	100	60
12	712	Kaposvár–Siófok	B.2.	1db csőáteresz / 40 km/h	60	40
13	718	Nagyharsányi elág. –Középrigóc	B.2.	2 db csőáteresz / 40 km/h 1 db köracélbetétes teknő / 60 km/h 2 db sínbetétes teknő / 60 km/h	80	40
14	904	Győr–Szentgotthárd	A.2.	1 db rácsos / 60 km/h	120	60
15	910	Tatabánya–Pápa	B-1	1db csőáteresz / 80 km/h	80	–

A MÁV-HGR előírásai szerint az eddig elvégzett vizsgálatok alapján bevezetendő korlátozás a vonalak, vonalkategóriák szerint

Hídtípus	Korlátozást igénylő hidak száma [db]	Korlátozási okok		Az okok rövid leírása	Bevezetendő korlátozás
		Felépítményi hiányosság	Szerkezeti hiányosság		
Csőáteresz	4	1	3	A falazat átázott, repedt, törött, az elemek közötti hézag megnyílt	40 km/h
Boltozat	9	1	8	Teherbírást befolyásoló repedések, falazatdőlés, falazatból kifagyás, elemhiány	40–60 km/h
Sínbetétes teknőhid	18	0	18	Falazatdőlés, teherbírást veszélyeztető elemrepedések, acélbetét szelvénygyengülés	40–60 km/h
Köracélbetétes vb. teknőhid	1	0	1	Falazatdőlés	60 km/h
Vasbeton kerethíd	1	1	0	Faalj tönkremenetel	40 km/h
Felsőpályás gerinclemez acélhíd	2	1	1	Terelelem hiányos rögzítése, laza szegccsek a kapcsolatban, teherbírást befolyásoló helyi sérülés, a hídszerkezet oldalirányú elmozdulása	40–60 km/h
Alsópályás gerinclemez acélhíd	2	1	1	Törött, hiányos hídfacsavar, a szegccselt kapcsolat mozgása	40–60 km/h
Rácsos acélhíd	6	1	5	Hídfacsavar 2 cm-t meghaladó berágódása, hossztartó megszakítás, hossztartó konzol hibái, a szerkezet elmozdulása	60 km/h

A MÁV-HGR előírásai szerint az eddig elvégzett vizsgálatok alapján bevezetendő korlátozás hídtípusok szerint

A végrehajtott módosítások, és az előző évi vizsgálatkor az adott szerkezeti rendszerre (hídtípusra) és hidra optimalizált kérdéseket is figyelembe vevő jegyzőkönyv készítés beépítése után további csökkenés kö-

vetkezett be. Ez a csökkenés a cső-, nyílt-, fatartós, köfedlapos áteresz esetében 50%, az összes többi híd esetében 25–50% között mozog.

2.6.3 A HGR működtetésének, kezelésének tapasztalatai

A HGR alkalmazása sok nehézséget okozott. A programok használatának egyik gátja a felhasználók informatikai ismereteinek elégtelensége. Ezen több PGF esetében az sem segít, hogy a felhasználói program oktatáson a PGF informatikusa is részt vett.

Másik, tőlük független nehézség a PGF-eken lévő gépek eltérő kiépítettsége, különböző verziójú szoftverek, különböző típusú nyomtatók alkalmazása.

A számítógépes terepi adatfelvételvezetés bevezetése óta a teljes hídállomány 67%-a került a HGR-be adatvisszatöltéssel számítógépen regisztráltan megvizsgálásra, a 2002. évi vizsgálatok 25%-a került dokumentálásra.

Ennek okát keresve végeztünk oknyomozást, és juttunk arra, hogy az I.-II.-III. fokú hídvizsgálatokhoz normák alapján meghatározott létszám többszöröse a jelenleg a vizsgálatokat, felügyelet ellátó hidászként foglalkoztatottaknak, bővíteni kell a II- és III. fokú vizsgálatokat végző létszámot

A HGR-ben rögzített állagadatok között a vizsgálat során több tévesen regisztrált találatunk, ezért *nem hanyagolható el a rendszer karbantartása, az adatok létének és valóságtartalmának ellenőrzése, a nyilvánvaló adathibák kiszűrése-kijavitása, a hibás-pontatlan adatfelvétel lehetőségének programozástechnikai-oktatási módszerekkel történő csökkentése, az eredményszámító algoritmusok paraméterezésének vizsgálata, az eredmények verifikálása, szükség esetén az algoritmusok függvényeinek-paramétereinek módosítása.*

2.7 A MÁV-HGR továbbfejlesztési irányai

Sajnálatos módon a tapasztalatok szerint (még a nálunk jóval erősebb-fejlettebb gazdasággal rendelkező országokban is!) az infrastrukturális fenntartási feladatokat végző intézmények-szakemberek mindig *forráshiányos* helyzetben tevékenykednek. Munkájuk segítségével, döntéseik támogatásában tehát elsődrendű feladat a megfelelő információk biztosítása, és az egyes *döntések műszaki-gazdasági következményeinek* (a lehetőségek szerint legpontosabb, legmegbízhatóbb) *prognosztizálása, a döntések optimalizálása.*

A továbbiakban elsősorban az ezirányú fejlesztési lehetőségeket vizsgáltuk meg, bemutatva a szükséges adat- algoritmusbővítéseket és utalva az elérhető eredményekre.

A rendszer továbbfejlesztésének elsődleges irányát a ráfordítások visszacsatolásának megoldásában látjuk. A rendszer jelen állapotában már képes az állomány integrált állapotának bemutatására, a szükséges beavatkozások jellegének, mennyiségének, költségigényének meghatározására, de nem ad becslést a ráfordítások ál-

lapotváltoztató (állapotjavító) hatásának mértékéről. Amíg a források a forgalomveszélyesség szempontjából egyértelműen javítandó esetek költségigényét nem haladják meg, e visszacsatolás hiánya nem jelentős, hiszen a beavatkozásokat egyértelműen a műszaki szükségességesség determinálja. Forrásbővülés esetén azonban a beavatkozásokat gazdasági hatékonyság alapján kell sorolni, amihez nélkülözhetetlen lesz a költség-állapot visszacsatolás valamilyen szintű-rendszeri megoldása.

2.7.1 A döntéshozatal optimalizációja

A MÁV-HGR a hidak részletes, előre szabályozott kérdésekre kiterjedő vizsgálata nyomán rögzíti a hidak szerkezeti elemeinek a vizsgáló hidász által megállapított *állapotosztályzatát*, és a hibák-hiányosságok kijavításához-helyreállításához *szükséges beavatkozások megnevezését és mennyiségét*. Amennyiben sem pénzügyi, sem kapacitásbeli hiány nem lenne, a szükséges munkák elvégzése után az állomány egésze, az időközben óhatatlanul bekövetkező leromlástól eltekintve, megfelelő lenne, és a továbbiakban csak a vizsgálati ciklusidő alatt bekövetkező leromlás hatását kellene a beavatkozásokkal kompenzálni. A gyakorlat azonban nem ez: *a források nem fedezik a műszakilag indokolt igényeket, és a megfelelő szintű vezetőnek kell arról döntenie, hogy a rendelkezésre álló forrásokat mire fordítja, azokkal milyen problémákat old meg. E döntések meghozatalát már mostani lehetőségeiben is segíti a MÁV-HGR, de a döntésszolgáltató funkció nagymértékben javítható valamilyen automatikus optimalizációs eljárás beépítésével.*

2.7.2 A lehetséges optimalizációs döntési szintek

A MÁV-HGR valójában *létesítményi szinten* veszi fel és rögzíti az adatokat, és a nagyobb egységek (vonalszakaszok, vonalak, igazgatóságok, teljes országos állomány) adatait ezekből képi. Adat-oldalról tehát az optimalizáció akármelyik szinten megtervezhető-végrehajtható. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az optimalizációs algoritmusban *alternatíváknak* kell szerepelni, amelyek közül a program *alkalmas célfüggvény* (pl. összegzett költségek) minimumát vagy (műszaki állapot, szolgáltatási szint) maximumát keresve határozza meg a követendő stratégiát, a megteendő lépéseket.

2.7.3 Optimalizáció állományi szinten

A teljes állomány szempontjából a kérdések úgy fogalmazhatók meg, hogy az elmaradás teljes felszámolására elegenden forrásokból mit finanszírozzunk? Melyek lesznek az állományból azok a hidtípusok, azok a szer-

kezeti elemek, azok a szerkezeti megoldások, amelyek javítása révén a hálózat megfelelősége, szolgáltatási szintje a leghatékonyabban növelhető vagy amelyek a beavatkozások a legkisebb ráfordítással a legnagyobb javulást-megtakarítást eredményezik (ehhez a megoldáshoz a beavatkozásokat a velük elérhető állapotjavulás mértékével, ill. a beavatkozások költségeivel össze kell kapcsolni, beleértve a beavatkozás elmaradása esetén bekövetkező állapotromlás és az elhalasztott ráfordítás növekedésének mértékét is!). Ez esetben a döntés egy-egy hidtípus, egy-egy szerkezet típus, egy-egy szerkezeti megoldás optimális kiválasztását jelenti.

Ugyancsak állományi szinten tehető fel a kérdés, hogy egy-egy szerkezet tipikus, nagy mennyiségben előforduló károsodására milyen javítási technológia, milyen anyag a leghatékonyabb (ehhez a megoldáshoz a beavatkozások meglévő rendszerét alternatív beavatkozási fajtákkal kell bővíteni!) Ez esetben a döntés egy-egy anyag, egy-egy javítási technológia optimális kiválasztását jelenti.

Az állományi szintű optimalizáció megvalósítása után a MÁV-HGR *stratégiai változatok kimunkálására, közlekedéspolitikai prioritások hatáselemzésének elkészítésére* is alkalmas lesz.

2.7.4 Optimalizáció hálózati szinten

A hidállomány a vasúton hálózatba szerveződik, és a vasúti közlekedéspolitikai időről időre meg is fogalmaz egyértelmű hálózati prioritásokat. E prioritások figyelembevételével, a vonalszakaszok hídjait együttesen kezelve, meg lehet kísérni a fenntartási-felújítási munkák *hálózati optimalizációját, amikor a döntés a hálózat egy-egy szakaszának optimális kiválasztását jelenti.*

A hálózati szintű optimalizáció megvalósítása után a MÁV-HGR hálózati elemek összehasonlítására, beavatkozási stratégiák hálózatos hatásainak elemzésére válhat alkalmassá.

2.7.5 Optimalizáció létesítményi szinten

A *létesítményi szintű optimalizáció* révén a Felhasználó arra kap választ, hogy a vizsgált hidak (célszerűen egy vonal, vonalszakasz, egy terület hídjai) közül melyik hídon a leghatékonyabb a források elköltése, milyen sorrendben érdemes a hidakon a beavatkozásokat ütemezni. (Meg kell jegyeznünk, hogy a „HÍDÉRTÉKE-LŐ SZÁM”-ban megtestesülő sorrend is ehhez hasonló célt szolgál, csak ott pénzügyi-gazdasági paraméterek, költséghatékonyság figyelembevételére nincs mód.) Ez esetben a döntés *egy rész-állomány egyedeinek optimális kiválasztását jelenti.*

A létesítményi szintű optimalizáció is megkívánja a szerkezetek időtől, terheléstől, teherismétlődéstől, stb. függő leromlása, a beavatkozások révén elérhető állapotjavulás, a beavatkozások költségei közötti összefüggések meghatározását.

A létesítményi szintű optimalizáció megvalósításával a MÁV-HGR *rész-állományok hídjainak műszaki gazdasági optimum alapján történő rangsorolásra, költséghatékonyság szerinti csoportok képzésére válik alkalmassá.*

2.7.6 Optimalizáció beavatkozási szinten

Kellő részletezettségű adatbázis birtokában, az alkalmazható építési-javítási technológiák árainak és várható élettartamának ismeretében és ezen adatok karbantartásának lehetősége esetén lehet vállalkozni a *beavatkozás szintű optimalizáció* kimunkálására. Ez esetben a döntés *egy-egy hiba – károsodás kijavításának helyreállításának optimalizálását jelenti.* Természetesen ez a szint kívánja a legrészletesebb, és a gyakorlatban leginkább változó (esetenként a legbizonytalanabb) adatok alkalmazását.

A beavatkozás-szintű optimalizáció megvalósítása révén a MÁV-HGR az (alternatív) *beavatkozási technológiák közötti választásra* is alkalmassá válhatna.

2.7.7 Összetett optimalizáció

Az optimalizáció a különböző döntési szintek között is felvethető: vajon célszerűbb-e *egy-egy hidat teljes egészében* felújítani, rajta az észlelt hibák mindegyikét kijavítani vagy előnyösebb *egy javítási technológiával a vonal valamennyi hídján* elvégezni a javítási munkákat. Ez a feladat valójában hálózati-létesítményi szintű (vertikális) optimalizációs eljárásnak tekinthető.

3. Összefoglalás

A MÁV-HGR rendszerterve már eleve úgy készült, hogy a *műszaki adatok* mellett *gazdasági* (mégpedig a műszaki paraméterekhez egyértelműen köthető, sőt köztudott ár-) adatokat is tartalmazzon. Jelenleg ezek az adatok még nincsenek úgy szervezve, az adatösszefüggések nincsenek úgy kialakítva, hogy a gazdálkodási-optimalizációs algoritmusok közvetlenül fogadni tudják őket, de az *állapotjellemzők változásának* (időfüggés, terhelésfüggés, teherismétlődés, esetleg kor-szerkezet-anyag szerinti függés) *feltárásával egyszerű, használható, de mégis a szerkezet(j elem)ekre kellően differenciált leromlási modell felvételével az optimalizációs döntés-segítés is a rendszer részévé tehető.*



CSEK KÁROLY
MÁV Rt. mérnök tanácsos

Zaj- és rezgéscsillapítási tapasztalatok a MÁV acélhidjain

A vasútvonalak által keltett zaj mértékét a lakóövezet környezetében csökkenteni kell.

A zajscsökkentés legfőbb eszközeként több km hosszú zajvédő falat építettünk eddig.

A zajvédő falak útátjáróknál a vasútra való rálátást jelentős mértékben zavarják, csak a „kis rálátási háromszög” biztosítható (1. ábra).

A töltéseken elhelyezett zajvédő falakat folyamatosan kell építeni még akkor is, ha azokat hídszerkezet szakítja meg. Ilyen esetben a híd mellé vagy a hídra olyan tartószerkezetet kell építeni, ami képes a zajvédő fal és járulékos terheit viselni (2., 3. ábra)

A zaj- és rezgéscsillapítás megtervezése és kivitelezése vasúti hidakon különleges feladatot ad a mérnököknek.

A hidakon akusztikai szempontból jelentkeznek

- vasút által keltett rezgések,
- rezgések a hídszerkezeten (főtartók, gerinclemezek stb.),
- hídtól származó lesugárzott zaj,
- a hídtól származó közvetlen zaj.

A hidakon az említett zajvédő falas zajscsökkentő megoldáson kívül hosszú éveken keresztül más módszert nem alkalmaztunk. (4. ábra)

2000. évben kísérleti jelleggel a budapesti Fehér úti acélhíd bal vágányú szerkezeténél (5. ábra) a jelentős zajkibocsátású acél járőlemezeket kicseréltük egy speciális kialakítású műanyag járőlemezre (GREENBRIDGE műanyag járőlemez).

A beépítés előtt és után is zajszint méréseket végeztünk (6. ábra) az elhaladó vonatok keltette zaj meghatározására. (A méréseket a MÁV Rt. Gépészeti Központ Környezetvédelmi Osztálya végezte). Megállapítottuk, hogy átlagosan 3 dBA zajszint csökkentést értünk el a műanyag járőlemez beépítésével. Ez a zajszint csökkenés nem jelentős mértékű, ezért a járőlemezen további kísérleteket, átalakításokat végeztünk.

A Fehér úti hídnál nem volt lehetőség a felépítményi szerkezeteken fellépő és a hídra átadódó rezgés csökkentésére, technológiai ismeret hiányában.

2001. év elején számunkra új technológiával ismerkedhettünk meg. A technológia lényege, hogy 10 mm vastagságú rezgéscsökkentő lemezt (CDM rugalmas lemez) kell beépíteni a sín talpa és az alátétlemez közé, továbbá az alátétlemez és a híderenda közé 20 mm vastagságban. Ezt a technológiát alkalmaztuk kísérleti



1. ábra



2. ábra

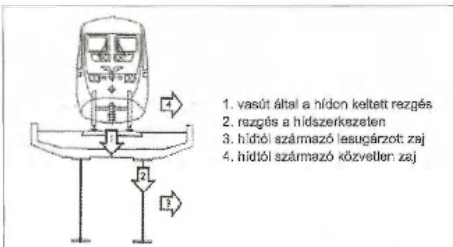


3. ábra

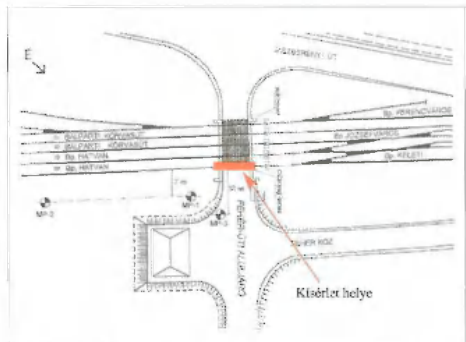
jellel Budapesten a Budafoki úti híd bal vágányában (7. ábra). Ennél a kísérleti beépítésnél az acél járólemezek műanyag járólemezre való cseréjére nem volt ugyan lehetőségünk, de a mérési eredmények szerint a CDM rugalmas lemezek beépítésével mégis közel 4 dBA zajszökkentést értünk el.

A korábbi időszakban elkezdődött a budapesti Déli összekötő vasúti hidak pesti oldalán a milleniumi városközpont (Nemzeti Színház, Hagyományok Háza, Nemzeti Filharmónia, stb.) építése. Igényként fogalmazódott meg, hogy a vasúti acélhidakon történő jármű áthaladásakor keletkező többlet zajszint csökkenjen.

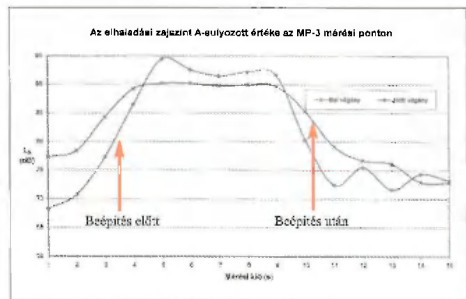
Erre azért volt szükség, mert a tervezett épületeknél az összes környezeti zajterhelés a vonat áthaladásakor közel 10 dBA-val nagyobb volt, mint vasúti közlekedés nélkül (8. ábra). A vasúti hídon és annak környezetében történt



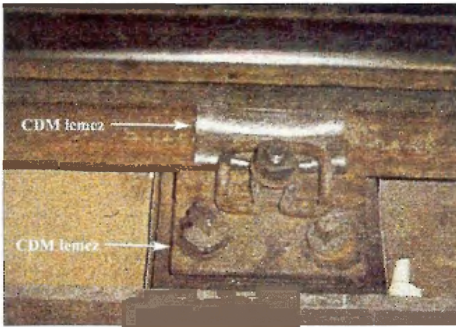
4. ábra



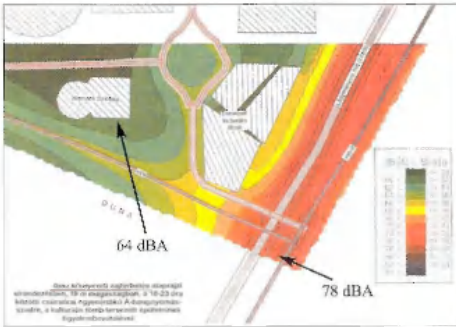
5. ábra. GREENBRIDGE műanyag járólemez beépítése



6. ábra. Műanyag járólemez



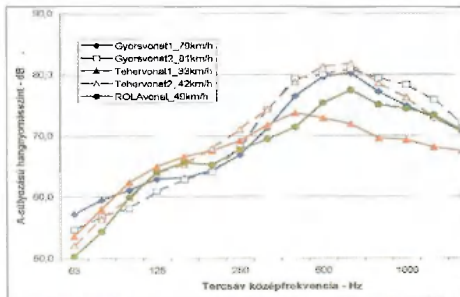
7. ábra. Budafoki úti híd a bal vágányban



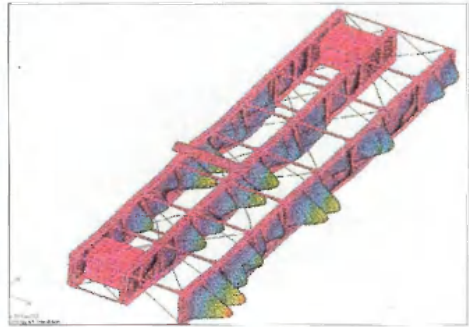
8. ábra. Zajmérések a Duna-híd környezetében

zaj mérésekkor – amit a KTI Rt és a BME végzett – megállapítható volt az, hogy a zaj kibocsátás mértéke függ a vonat típusától és sebességétől (9. ábra) is.

A híd acélszerkezetének számítógéppel szimulált rezgéscsúcsai láthatók a 10. ábrán. A közlekedéscsillapító és hidász mérnökök szemének a „defomált” acélszerkezetek látványa megrázó lehet. Gondoljunk bele azonban ennek a képnek az üzenetébe! Az üzenet pedig nem más, mint az, hogy a híd tervezésével, szerkesztésével foglalkozó acélszerkezeti mérnök az akusztikus mér-



9. ábra



10. ábra. Főtartók számítógéppel szimulált rezgés csúcsai

nőktől kapott instrukciók alapján nagy valószínűséggel statikai és akusztikai szempontból is lényegesen kedvezőbb szerkezetet tudna tervezni.

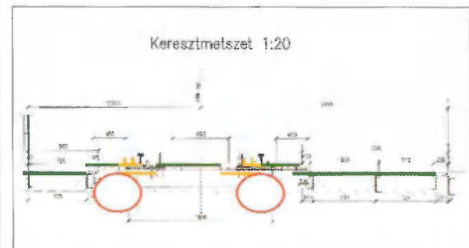
Javasolom, hogy a jövőben az új acélszerkezetű híd építése, vagy a meglévő teljes felújítása előtt akusztikai szakemberekkel történjen a konzultáció.

A 11. ábrán láthatók a Duna hidakon végzett beavatkozások. Zöld színnel jelöltük az acél járólemez cseréjét GREENBRIDGE műanyag járólemezre.

Barna színnel jelöltük az alátételemezek alá (terelő szögvasak alá is), és a sátralp alá beépített CDM rugalmas lemezeket, továbbá a síngerince helyezett CDM rezgéscsökkentő izolátorokat.

A piros karikával jelzett csomópontnál található a híderenda és az acélhid szerkezet kapcsolata. Terv szerint ide is beépült volna a CDM rugalmas lemez, de a hosszú vágányzári időszükséglet és jelentős költségigény miatt erre nem került sor. Itt található a központozító lécek, amik nagyon nagy függőleges mozgást engedtek meg. Ez a mozgás nagy zajt és rezgést keltett. Ennek kiküszöbölésére a híderendákat függőleges csavarokkal erősítettük az acélszerkezethez.

A Fehér úti és a Budafoki úti hídnál szerzett tapasztalatokat felhasználtuk a Duna hidak zaj- és rezgés szigetelési munkáinál. A műanyag járólemezek tovább fejlesztéseként a szendvics szerkezetbe egy akusztikai réteg is beépült (12. ábra).



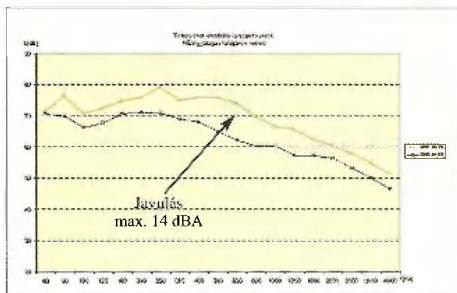
11. ábra



12. ábra



13. ábra. A műanyag járólemez beépítése



14. ábra. A rezgismérések összehasonlítása

A 13. ábrán látható a járólemezek beépítése.

A munkák befejezése után az előzőkhez hasonlóan ebben az esetben is mértük a zajszintet. Az átlagos zajszint csökkenés 8,2 dB(A) volt, de kimutatható volt 14 dB(A) csökkenés is (14. ábra).

A 15. ábrán láthatók a híd felépítményi szerkezetei és járólemezei a munkák befejezése után.

Végezetül ki kell emelni a nemzetközi viszonylatban is egyedülálló mértékű zajszint csökkentés mellett a kivitelezési bravúrt is. A munkálatokat ugyanis 2002. februárban és márciusban végezték rendkívüli zord időjárási viszonyok között, a tervezett vágányzári időn és tervezett költségkereten belül, a legkisebb mértékű tárgyi és személyi baleset nélkül.

A rezgészigetelési munkák generál kivitelezője a MÁV-BK Kft., projektirányítója Csek Károly volt.



15. ábra



HAJÓS BENCE
MAV mérnök fotiszt
Nyíregyházi PGF
szakaszmérnök gyakornok

A szobi vasúti Ipoly-híd 1859–1900 között

Szob határában, az Ipolyon ma is áll egy vasúti hid. Azonban ez már a negyedik hídszerkezet ezen a helyen. A híd igen fontos vasútvonalon fekszik, így nem véletlen, hogy egykor az itt álló híd volt építésekor a Kárpát-medence legnagyobb szabad nyílású vasúti hídja.

Jelen tanulmány célja az 1859 és 1900 között fennállt szobi vasúti Ipoly-híd bemutatása, különös tekintettel a szerkezeti részek kialakítására.

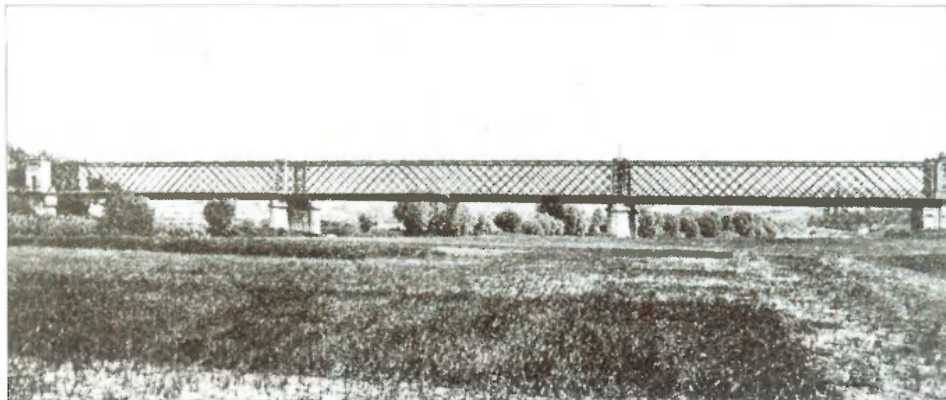
A vasútvonal építése – Az első híd fából

Hazánk első gőzüzemű vasútvonala 1846. július 15-én nyílt meg Pest és Vác között. Az elkészült vasútvonal a Pestet Pozsonnyal összekötő vasútvonal első szakaszként épült meg. A vonal továbbépítése azonban csak a szabadságharc leverése után folytatódhatott. 1850. december 16-án adták át a Vác–Párkányána szakaszt. Egy évet sem kellett várnunk, 1851. szeptember 6-án átadták Pozsonyig a vasutat. Ezzel megindulhatott Bécs és Pest között a vasúti közlekedés.

Ennek a vasútvonalnak az építése nem járt különösebb földmunkákkal. A nyomvonal végig sík vidéken halad. A vasútvonalat a Duna bal partján vezették, amivel elkerülhető volt egy igen költséges Duna-híd építése. Nagyobb feladatot a Duna bal parti mellékfolyójának áthidalása jelentett (Ipoly, Garam, Vág, Nyitra). A hidakat nagyobb rész fából építették, majd a fahidakat fokozatosan építették át vasszerkezetű hidakká. (A Vágon átvezető híd azonban már eredetileg vasból készült. A 420 méter hosszú, felsőpályás, többtámaszú párhuzamos övű híd 14 darab 30 méteres nyílásból állt.)

A Garam és az Ipoly fölötti fahidakat 1859-ben építették át vasszerkezetű hiddá. Az Ipoly fölötti rácsos vashíd 1859. április 7-én készült el.

A hídszerkezet részletes bemutatása előtt egy érdekesség a híddal kapcsolatban: A hidat 1859-ben kétvágányúra építették, holott a vasútvonalat csak egyvágányúra építették ki 1850-ben, 4,9 méter földmunka koronaszélességgel. Később 1872 és 1885 között építették meg a második vágányt Párkányána–Pozsony szaka-



1. ábra

szon. Így több mint három évtizeddel előbb épült meg a kétvágányú vasúti híd, mielőtt elkészült volna a vonal második vágánya.

A háromnyílású híd folytatólagos gerenda szerkezet, szabad nyílásai rendre 141,00–180,00–141,00 láb (1898-as felmérés adatai szerint: 44,459–56,830–44,600 méter). A híd ezzel a középssó nyílással (56,83 méter) 1867-ig a Kárpát-medence legnagyobb nyílású vasúti hídja volt.

A szobi vasúti Ipoly-híd részletes tervdokumentációját a Közlekedési Múzeumban őrzik. A tervkötet 20 számozott és egy számozatlan oldalból áll, melyek keletzése 1857 novembere és 1858 novembere közötti. A tervkötet szinte minden részletre kiterjedően mutatja be a hídszerkezetet.

A híd támaszainak kialakítása

A híd valamennyi megtámasztása teljesen merev volt. A merev kapcsolatokat öntöttvas elemekkel alakították ki. A szögecselt szelvényeket öntöttvas vályúban fogták meg. A hídfőknél az alsó övet mintegy 2,5 méter hosszon rögzítették a szerkezeti kőhöz négy nagy csavar segítségével.

A hídfőknél álló két-két kőházat (befoglalójuk 3,5 × 3,2 m) úgy építették, hogy a szerkezet merev megfogására alkalmasak legyenek. A két díszes kialakítású házíkot egy öntöttvas elemekből készített gerenda kapcsolta össze egymáshoz a felső övek magasságában. A felső övet öntöttvas kapcsolóelemekkel és két csavarral rögzítették a kőház falához.

A két közbenső támasznál az alsó öveket 3,5 méter hosszon csavarozták a közbenső pillér szerkezeti kövéhez hat csavarral. A felső övek megfogásához merevítő kapu épült. A kapu függőleges szárjai négy darab öntöttvas elemből álltak. A két szár közötti keresztelés két kisebb öntöttvas sarokelemből és egy viszonylag zömök, szögecselt rácsos gerendából állt.

A főtartók

A két főtartó párhuzamos övű, oszlop nélküli szimmetrikus rácozású, folytatólagos négytámaszú tartó. A rácozás három és fél rombuszos (azaz hétszeres rácozá-

sú) volt. A két főtartó között helyezkedett el a két vasúti vágány. A főtartókat alsó- és felső szélrács kötötte össze. Mindkét oldalon a főtartók külső oldalán 1,35 méter széles konzolos gyalogjáró volt. A főtartó magassága 6,4 méter, a rácozás sűrűsége (egy rombusz elem átmérője) pedig 1840 mm volt.

A felső és az alsó öveket laposvasakból és szögvasakból szögecselték. Az övek szelvényét 7-7 darabból készítették. A közbenső támaszok környezetében még 4-4 erősítő laposvasat is alkalmaztak. Az öveknek nagy gerinclemezők, de csak egy övcsikuk volt.

Az övekkel ellentétben a rudak csak egy szelvényből készültek. A híd részére különleges szelvényeket hengereltek, melyek leginkább a zórésvasra emlékeztetőek. A kalapszelvény jelentős előrelépés a korábban használt laposvasakhoz képest. Az alkalmazott rúdszelvény ezáltal mindkét irányban rendelkezett bizonyos fokú merevséggel. A kitérinyű hajlító merevség aránya 1:6 volt. A különleges rácsrudak szilárdsági tulajdonságai is jobbakk voltak az öveknél.

A rudakat háromféle szelvényvastagsággal gyártották 10, 14 és 19 mm vastagsággal. A szelvények befoglaló szélessége egységesen 210 mm volt. A kalaprészt a szelvény vastagításával kifelé hízott, azaz a szelvény magassági vetülete rendre 63, 67 és 72 mm volt.

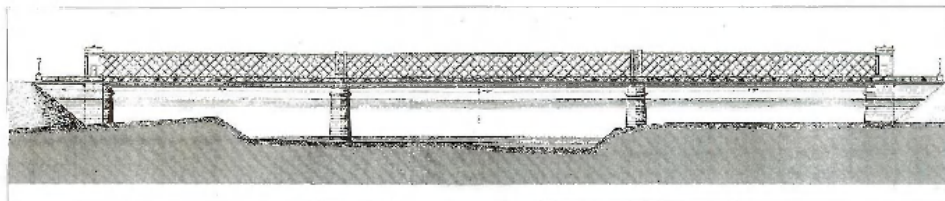
Keresztartók, keresztelések, szélrácsok

A két főtartót a keresztartók, keresztelések és a szélrácsok kötötték össze. A keresztartók tengelyeinek távolsága 3680 mm volt, azaz minden második rácsrúd indulásánál volt keresztartó.

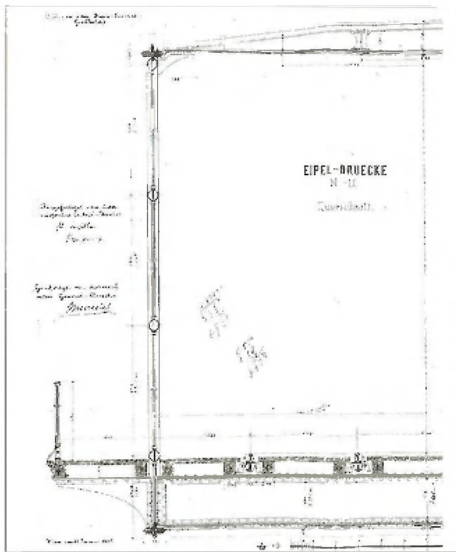
A keresztartó szögecselt gerinclemezes gerenda-tartó volt. Öveinek szélessége 240 mm, a tartó magassága 675 mm volt. Az alsó övek síkjában két-két keresztartónkénti mezőben egy andráskereszt elrendezésű laposvas szélrács is volt.

A főtartó felső öveit keresztelések és szélrács kapcsolta össze. A keresztelések, hasonlóan a keresztartókhoz 3680 mm sűrűn voltak, de a laposvas szélrács dupla sűrű volt, azaz minden keresztelések között két andráskereszt laposvas volt.

A felső keresztelés eredetileg egy sínzállból és egy aláhelyezett laposvasból állt. A hidtengelyben a két



2. ábra



3 ábra

elem függőlegesen egymástól eltávolodott. A két elem közötti távolságot a harmadokban elhelyezett öntöttvas elem adta meg.

A híd építésekor még nem gondoltak a nyomott rúd-elemek kihajlási tönkremenetelére, ezzel magyarázható a rendkívül karcsú felső keresztmérés. A keresztmérés keresztmetszetének csekélységét bizonyítja, hogy a 80-as években a keresztmérést megerősítették többlet övelemekkel és egy gerinclemezzel.

A „hossztartók” és a pályaszerkezet

A híd szerkezet „hossztartója” külön figyelmet érdemel. A keresztartók között a teherátadást két, talpával egymás felé fordított sinszál biztosította. A felső sinszálon közvetlen folyt a vasúti forgalom. A nyílások felében a két sinszál egymástól eltávolodott (a felső keresztméréshez hasonlóan) 25 cm-re. Az ily módon áthidalat támaszköz 3,68 méter! A híd szerkezet építéséhez 34 kg/fm súlyú sineket használtak.

Sinszálból készített tartókra találunk számos példát az 1850-es években. Ilyen egyszerű szerkezetekkel hidalattak át 4,7 méteres nyílásokat is. Ma sinszálakat tartóként csak provizóriumokban használnak.

A keresztartók közötti nyílásoközépen (ahol a különponsságot adó öntöttvas tuskók voltak) a vágány jobb és bal sinszálát vonórúddal erősítették egymáshoz, hogy a nyomtávolság biztosított legyen. Ezek szerint nyomtávolságot biztosító keresztmérés csak 1,8 méterenként volt. A keresztartó-sinszál, illetve a sinszál-sín-

szál kapcsolatok között öntöttvas elemek voltak. A kapcsolatok szögecseléssel és csavarozással készültek. Ennélfogva a pályaszerkezet teljesen merev, önálló rugalmassága nem volt. A hihetetlen karcsú szerkezet azonban egészen 1887-ig használatban volt, és rajta folyt a fővonal vasúti forgalma.

Az 1887. évi átépítéskor a pályaszerkezetet teljesen kicserélték. A meglévő keresztartók közé hagyományos hosszartós, sínfás rendszert építettek. A beépített hosszartók 400 mm magasak voltak 200 mm széles övelemekkel. Az átépítéssel a sinkoronaszint magassága változatlan maradt.

A híd szerelése

A híd szerelése meglehetősen korszerűnek mondható. A főtartókat a folyó két partján fektetve összeszerelték egy-egy szerelőcsarnokban. A szerelést követően a két főtartót csőrök segítségével felállították, és a főtartót ideiglenesen fa keretekkel megtámasztották oldalirányban. Ezeket a merevített főtartókat ezt követően csőrökkel hosszirányban behúzták. A behúzáshoz csupán pár közbenső ideiglenes dúcot használtak. A keresztartókat és egyéb szerkezeteket a híd végleges helyén szerelték.

A behúzást a teljes aláállványozás kiváltására alkalmazták. A független, ideiglenes fa híd szerkezet biztosította a forgalom fenntartását az építkezés teljes idejére.

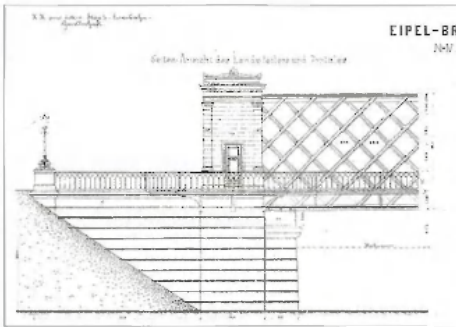
Az átadásának ideje:

1859. április 7.

A szobi vasúti Ipoly-híd a maga korában meglehetősen új és korszerű szerkezet volt. A szobi híd forgalomba helyezésének pontos dátumát igyekeztem fölmutatni. A hídról adatot vagy utalást csak néhány műben találtam.

A Millennium alkalmából megjelent Matlekovits féle statisztika táblázatosan tartalmazza az 1896-ban álló jelentősebb vasúti hidakat. E munka VIII. kötetének 102. tétele a szobi híd. Az itt szereplő adatok szerint a híd 1855-ben épült 44,57+56,9+44,57 méter nyílásközökkel. Ugyanez a munka 37. tétel alatt ír a szegedi Tisza-hídról 1857-es építéssel és 41,1 méteres nyílásokkal. A Matlekovits féle statisztika a MÁV jelentékenyebb hidjai c. mellékletben az 1848 és 1867 közötti időszakra a vashidak közül a szobi, szegedi és a Bahonyhíd rajzát (oldalnézet) közli.

A Mehrens-féle részletes hídtörténeti munka a híd építését 1859-re teszi, és 44,27+56,52+44,27 méter nyílásközöket ír. Emellett megjegyzi a tervező nevét (V. Ruppert), illetve még röviden, két sorban ír a hídról. A könyv sajnálatosan több helyen téves évszámokat és méreteket ad meg, ami óvatosságra int.



4. ábra

A másik német mű, a millennium évében jelent meg a Monarchia vasúttörténetét feldolgozó részletes, német nyelvű munka. A könyvsorozat első kötetének első részében találunk adatokat az Ipoly-, illetve a Garam-hídról. A két testvérhidat fényképén kívül részletes adatokat is közöl: A hidatadásának ideje 1859. április 7. volt. Ezenkívül egy rövid bekezdésben ír a hídról, melyben megemlíti a tervező Ruppert mérnök nevét. A könyv szerint a vashíd felszerkezését a Bécs melletti biedermandsdorfi Martiensens féle gyár szállította.

Ezek alapján bizonyossággal állíthatjuk, hogy a hidat 1859. április 7-én adták át, azaz mintegy négy hónappal a szegedi Tisza-híd átadása után.

A szobi vasúti Ipoly-híd 1867-ig, más források szerint az 1870-ig (algyői Tisza-híd építéséig, 104 méter támaszköz) a legnagyobb nyílású vasúti híd volt a Kárpát-medencében.

Az első nagyobb vasúti folyóhidunk, a szegedi Tisza-híd után nem sokkal adták át tehát az Ipoly-hidat. Méltatlan azonban, hogy e jelentős hídról (57 méteres nyílás, behúzás) alig esik szó a magyar hídtörténelemben.

Az átépítés okai (1900)

Az Ipoly-híddal és a Garam fölötti testvérhídjával is számos nehézség adódott. Mindkét hidat a századfordulón kicserélték új szerkezetekre. A Garam-híd átépítéséről cikk jelent meg a Magyar Mémök- és Építész Egylet Közlönyében. Az írás részletes ismerteti a híd kicserélésének okait, körülményeit és lefolyását. A Garam-hidat 1898-ban, az Ipoly-hidat pedig 1900-ban cserélték ki.

A hidat 1859-ben kétvágányúra építették ki, de a hidhoz csatlakozó vasútvonal egyvágányú volt még hosszú ideig. Ezért a főtartók egyenletesebb igénybevételére céljából félévenként hol az egyik, hol a másik vágányra terelték a forgalmat.

A főtartók távolsága 7584 mm, de a hidat legszűkebb helyén, a hídfőkben álló kőházak között a szabad tér

csak 7135 mm volt. Ez a szélesség a századforduló idején használatos német egyleti szabványos űrszelvény-nél 36 cm-rel kisebb volt.

A megépített űrszelvény szűkösségének ellenére egészen az 1880-as évek végéig, amíg a szélesebb kocsik közlekedése csak kismértékű volt, egyetlen eset kivételével komolyabb baleset nem történt.

A szélesebb hosszjártú kocsik sűrűbb alkalmazásával az 1890-es években ismételtelen fordultak elő balesetek az ablakon való kihajolások miatt. Ekkor a kocsi és a szerkezet között csupán 28 cm távolság volt. Valamennyi baleset a Garam-hídon következett be. Az Ipoly-hídon az űrszelvényből fennmaradó szabad köz a szabványos értéknel jóval kisebb volt, ám a balesetek elkerülésére elegendően nagy volt.

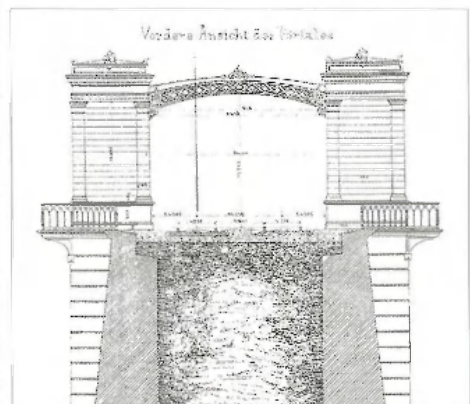
Az újabb balesetek megelőzésére lehetőleg gyorsan kellett valami megoldást találni. Az összes személykocsiban figyelmeztető táblákat helyeztek el:

„A Garam- és Ipoly-hídon Párkány-Nány és Garam-Kövesd, illetve Szob állomások között a fejet vagy kezét a kocsik ablakán kidugni veszélyes.”

Emellett a Garam-hídon a szerkezet bevágásaival az ablakok magasságában 15 cm mély „fülkéket” vágattak ki. Ezeket a 86 cm magas kivágásokat a sínkorona felett 2,1 méter magasságban készítették 1891 őszén. Így a szabad tér a Garam-hídon 30 cm-re növekedett.

Újabb balesetek ezek után nem fordultak elő. A kérdés azonban nem oldódott meg teljesen. Olyan végső megoldást kellett keresni, mely a baleseteket teljesen kizárja.

Az űrszelvény elégtelen voltán kívül a közelítő számítások kimutatták, hogy a mozdonyok terheléseinek állandó növekedése mellett a vasszerkezet kétvágányú terhelést nem bír el. Ezek alapján kézenfekvő megoldásnak kínálkozott, hogy a hídon a vágányokat a híd-tengely felé annyival tolják el, hogy a külső oldalon a



5. ábra

szükséges köz meglegyen a kocsik és a szerkezet között. Ez az átalakítás a baleseteket teljesen kizárta volna, azonban az összes keresztartó megerősítése már nem került sorra, mert egyre inkább előtérbe került az igény a hid kétvágányú használatának megerősítésére.

Vác–Párkány-Nána vonalszakasz második vágánya 1893-ban készült el. A hídon való vonatkeresztvezést a hid kis teherbírása miatt azonban nem engedélyezték. A hid forgalmát külön biztosítóberendezés (blockberendezés) felügyelte. Vonatok a hid mindkét vágányán közlekedtek ugyan, de a két vágány egyszerre nem volt bejárható. Pénzügyi okok miatt a hid eredeti állapotában maradt még 1900-ig.

A szerkezet erójátékának vizsgálata

A többszörösen rácsozott főtartók számítása analitikus úton meglehetősen nehézkes. Ez okozta, hogy ezt a szerkezeti rendszert egyre ritkábban alkalmazták. Azonban a szerkezettel szemben támasztott legnagyobb igény, a számíthatóság, a gépi modellezés használatával rendelkezésre áll.

Számítógépi végelelemes modellszámítással a szerkezet viselkedése jól nyomom követhető. A közelítő kézi számítás (helyettesítő merevségek módszere: hajlítást az övek, nyírást a rácsrudak viselik) a teljes gépi modellen végzett eredményekkel egyezést mutat. A különféle módszerekkel elvégzett számítások eredményei közötti eltérés csupán 6% volt. Az elvégzett számítások alátámasztják, hogy a szerkezeti rendszer teherbírási szempontból megfelelő, azonban különös gonddal kell eljárni a kapcsolatok kialakításánál.

Összefoglaló

A többszörösen rácsozott tartóknak vélhetően még van további jövőjük. Számos előnyük ezt bizonyítja: Könnyed és esztétikus forma, kis rúd-keresztmetszetek, rövid a rácsrudak kihajlási hossza, rövid az övrudak kihajlási hossza, egyszerű a rúdkapcsolatok kialakítása, kis csomólemezt is elegendő, tipizálható rácsrendszerek alakíthatóak ki legkülönbözőbb feszítávokra, kedvező szerelési tulajdonságok, valamint a szerkezet tönkremeneteli viselkedése is több előnyös tulajdonsággal rendelkezik. A gyártás-szerelési többfeladatokat azonban a szerkezeti rendszer ellen szólnak.

A többszörösen rácsos tartó számos előnye és (ma már) jó számíthatósága miatt lehetséges, hogy ez a hid-szerkezeti rendszer a jövőben ismét teret hódít.

Bibliográfia

1. *Beckett, Derrick*: Great Buildings of the World-Bridges. London, Paul Hamlyn, 1969
2. *Bondariuc V., Bancila R.*: Poduri Metalice – Grinzi cu zăbrele, Indrumator de proiectare si lucrări. Timisoara, Romania, 1986
3. *Domanovszky Sándor Dr. techn.*: A vasúti acél-híd-felszerkezetek magyarországi építésének 140 éve. In: Vasúthistoria évkönyv 1995. MÁV Rt. Közdosk, Budapest
4. *E. Brühwiler, M. A. Hirt*: Das Ermüdungsverhalten genieteter Brückenbauteile. In: Stahlbau 1/1987
5. *Hermann Strach*: Geschichte der Eisenbahnen der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie. I. Band 1. Theil. Wien–Teschen–Leipzig, 1898
6. Jelentés a MÁV Hídépítési Főnökség megbízásából hegeszvas próbatesteken végzett fáradási vizsgálatokról. BME, Acélszerkezetek Tanszék, Budapest, 1970. június
7. *Korányi Imre*: Stabilitási kérdések a mérnöki gyakorlatban – Kihajlás a síkban. Budapest, 1965
8. *Korányi Imre*: Tartók sztatikája II. kötet Sztatikailag határozatlan tartók. Budapest, 1954
9. *Kossalka János*: A szegedi vasúti Tiszahíd – doktori értekezés, Budapest, 1903
10. *Kossalka János*: Vashidak szerkezete. Budapest, 1921
11. *Martin Trautz*: Eiserne Brücken im 19. Jahrhundert in Deutschland. Düsseldorf, 1991
12. *Matlekovits Sándor*: Az 1896. évi ezredéves kiállítás eredménye VIII. kötet Ipar – Kereskedelem – Közlekedés: Geduly Gyula: Közforgalmú vasutaink alapítmánya Budapest, 1898
13. *Mehriens, Georg Christoph*: Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften – Eisenbrückenbau. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1908
14. *Michailits Győző*: A XIX. és XX. századbéli magyar hidépítés története. Budapest, 1960.
15. *Nemeskéri-Kiss Géza*: Hegeszvas szerkezetű vasúti hidak anyagának minőségi vizsgálatai In: Mélyépités tudományi Szemle, 8. évf. 1958/1–2.
16. *Papp Tibor*: Hegesztett vasból készült vasúti hidak anyagvizsgálati eredményeinek értékelése. In: Mélyépités tudományi Szemle, 9. évf. 1959/1.
17. *Spitzer Inác*: A Garam-híd régi vasszerkezetének kicserélése. In: MMÉE Közönye XXXIV. kötet XII. füzet 1900 p. 269–284
18. Stahlbau Handbuch, Für Studium und Praxis, 1 Teil B. Köln, 1996



KISS JÓZSEFNÉ

Vasúti árvízkárok krónikája

A magashegyi vízgyűjtők (az Alpok, Kárpátok és az Erdélyi Középhegység) hótakarójának vastagságától, az olvadás időbeli lefolyásától, illetve hirtelen esőzés kialakulásától függően veszélybe kerülhetnek a lakott települések és a nyomvonalas létesítmények. Nagy mennyiségű hó olvadásakor az átfagyott talaj befogadó képessége szinte teljesen megszűnik, így a terephajlatokban belvíz gyűlik össze, amelyeket több helyen a vasúti átereszek nem tudnak megfelelő mértékben át-bocsátani. Hazánkban, szélsőséges esetben 1 óra alatt 100 mm, illetve egy nap alatt 250 mm csapadék is lehullhat. Tengerektől való távolságunknak tulajdonítható a szárazságra való hajlam, de a csapadék viszonylagos rendszertelensége is. Több évszázados megfigyelés, hogy az aszály és árvíz nem zárják ki egymást a Kárpát-medencében, számolni kell a két szélsőséeg egyidejű fellépésével, első sorban az alföldi régióban.

A vízfolyások a vízgyűjtő terület legmélyebb részén alakították ki természetes medrüket. Ebből adódóan a meder változatos, egyenes és íves szakaszokból áll. Egyes szakaszokon a meder általában csésze szelvényű, legmélyebb pontja rendszerint a keresztmetszet közepén helyezkedik el. Íves szakaszokon a keresztmetszet aszimmetrikussá válik, az ív külső oldalára tevődik át a meder legmélyebb pontja. A legmélyebb pontok összekötése adja a fenék vonalat. Fölötte van a vízfolyás sodorvonala. A vízfolyás egyenes szakaszán a sodorvonal általában a keresztmetszet közepén halad, íves szakaszokon az ív külső oldalán lévő partfal közelébe kerül. Az ív belső oldalán a vízrézecskek mozgása lelassul, és magukkal hozott hordalékot lerakva, lassan feltöltik a medret. A természetes meder tehát állandóan változik. Az árhullám levonulása elsősorban a mederalakulat függvénye.

Az árvizek levonulása szempontjából a vasúti töltések és annak műtárgyai a legtöbb vidéken döntő jelentőségűek.

A vasútvonalak esetenként nem kerülnek el az árterületek. Ilyen helyeken két eset fordul elő :

1. a vasúti töltés az ártól mentesített területen fekszik. Ilyenkor az árvédelmi gátak fogják fel az árvizet. A vasútvonal másodrendű árvédonalként szerepel.
2. a vasúti töltés határolja az árteret, ekkor elsőrendű árvédonalként maga látja el az árvédelmi töltés szerepét is.

Az árvíz által érintett vasútvonal megfigyeléséről a vasútnak kell gondoskodnia.

Időszerű megemlékezni, hogy milyen károkat okoztak az elmúlt évtizedek árvizei a vasúti hidaknál, elemezve a vélhető okokat és azok tapasztalatait.

Az árvíz pusztító hatása utat vágva a töltésekbe hidakat képes tönkretenni.

Említést érdemel az 1879-es szegedi nagyárvíz, ahol a tiszai gátat átszakító árvíz ellen, az Alföld felől védő, vasúti töltés magasításán ezrek dolgoztak. Szeged árvízi védekezése versenyfutást kezdett az újabb magasági rekordokkal. Kedvezőtlenül befolyásolta a védekezést a kitört vihar. Elkerülhetetlen volt a földművek pusztulása. 1879. március 12-én éjjel félkettőtöror a szélvihar által felkorbácsolt árvíz átszakította a Szegedet Hódmezővásárhellyel összekötő vasút töltését, elárasztva a várost. A folyó csak fél év múlva húzódott vissza a medrébe.

Következzék egy időrendi táblázat az elmúlt 50 év jelentősebb vízpusztítással összefüggő vasúti hidakat ért káreseményeiről:

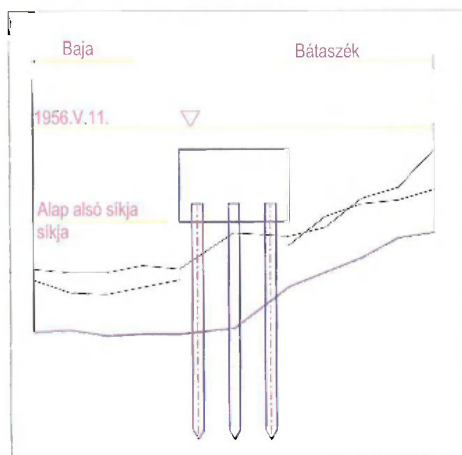
1953. június 10-én / Környe község közelében felhőszakadás tett tönkre egy 15,4 m nyílású felsőpályás acélhidat. A hirtelen lezúduló víztömeg elmosta az egyik oldali hídfő mögött a töltést, majd alámosta a hídfő alapjait, amely magával rántotta az acélszerkezetet. A híd lecsúszott a másik oldali támaszról is.

1956 / Baja–Bátaszék vonal Fás Duna-híd

Bajai Duna-híd egyik jobb ártéri hídjánál nagy mértékű alámosást okozott az árvíz. Ezen a helyen közvetlenül egymás mellett halad a vasút és a közút. A vasúton 3 nyílású acélszerkezet, a közúton 3 nyílású vb. szerkezet vezet le a Duna árvízét. Az 1956. évi jeges ár a hidak bajai hídfőjét veszélyeztette, ezért nagymennyiségű homokzsákokat és terméskövet használtak fel, amivel sikerült is a védelmet ellátni. A híd alatt a meder Baja felé lejtett, ezért az ár elvonulása után tő maradt vissza. A hidakon egy ideig elváltozás nem mutatkozott. A közúti híd Baja felőli hídfőjének korlátján, azonban deformációk jelentek meg, amiből a hídfő alámosására lehetett következtetni. Szondázással megállapították, mind a közúti- mind a vasúti hídnál, a Baja felőli első pillér alámosása következett be. A régi falazatok facölöp alapozásúak voltak. A víz leszivattyúzása során észlelték a 2,2–2,5 m mélységű talajelmosást a beton alaptest alatt. A rajz a víz levonulása utáni felméréskor készült. Akkorra kiüregelődés keletkezett, hogy sétálni lehetett a facölöpek között. (1. ábra)

1956. március

Mozgalmas élete volt Szekszárd közelében egy 4,0 m nyílású vb. teknőhidnak. 1883-tól 1940-ig egy 2,0 m nyílású boltozat állt ezen a helyen kiegyenlítő műtárgy jelleggel, amit akkor elmosott az árvíz. Ennek a helyébe épült a 4,0 m nyílású teknőhid, amit a II. világháborúban felrobbantottak, és 1955-ig provizóriummal váltottak ki. Még egy évig sem állt a helyén az új vb. teknőhid, amikor az 1956. évi dunai jegesárvíz idején újra tönkrement. A víz még a háborús robbantásnál is nagyobb károkat okozott a sok viszontagságot látott hídban. A jeges árvíz Palánk község egész területét elárasztotta,



1. ábra. Dunai árvíz pillér alámosása (1956)

és több helyen elmosta a vasúti pályát. A legmélyebb kimosás ennek a Szekszárd-Palánk mh. közelében lévő hídnak a helyén jelentkezett. Kb. 50 m hosszú 10–12 m mély tő keletkezett, amelyben a híd teljeseen eltűnt.

1963

A hóolvadáskor Mende–Sülysáp, Pécel–Isaszeg, Környe, Gyórszentiván környékén jelentkező árvizek átömöltek a vasúti pályán, megrongálva azt. A meglévő hidak nem tudták levezetni a hirtelen megnövekedett vízmennyiséget. Ezekben a helyeken új műtárgyak építése vált szükségessé.

Az árvíz okozta kár nyomán teljesen használhatatlanná vált egy 8,0 és egy 6,0 m nyílású teknőhid, egy 6,0 m nyílású boltozat, és 2 db 0,95 m nyílású fedlapos átereszt. Egy 15,0 m nyílású gerinclemezes acélhíd alsó élet meghaladó jeges ár pedig a szerkezetet a saruiról letolta. Egy megszüntetett 0,5 m nyílású csőáteresznel a víz maga nyitott utat a műtárgyban és annak a háta mögött.

Székesfehérvár–Komárom vv. Concó patak

Közel 45°-os szögben keresztezi a vasútvonalat egy patak, 8,0 m nyílású teknőhidban. A keresztezésnél, a patak tengelyének irányát – annak érdekében, hogy a keresztezés öszege nagyobb legyen, megváltoztatták. Márciusban a hóolvadási megduzzadt patak szintje meghaladta az áthidaló szerkezet alsó szintjét, a víznyomás alatt a víz nagy sebességgel áramlott át a hidnyíláson. Először csak a töltés lezárásoknál mutatkozott sérülés. A híd egyik hídfőjén megjelent 20 cm hosszú hajszálrepedés kivételével semmiféle elváltozás nem volt észlelhető, amely 14 óra forgalom után már 1,5 mm-re megnyúlt és kiterjedt. A vízfolyás sodorvonala nem volt párhuzamos a falak síkjával, ezért a befolyási oldalon az egyik töltés lezáró kúp burkolatának ütközve, irányváltoztatást szenvedett és turbulens mozgások keletkeztek, amelyek teljesen elmosták a töltéslezáró kúpot és kezdték a töltést. Az örvénylő víz később, a kifolyási oldalon mindkét kúpot elmosta. A híd negyedik sarkát egy régi híd alapja megővta a nagyobb kimosástól. Az egyik oldali hídfőt azonban 70–80 cm mélységben alámosta. A forgalom leállítását követően 12 órával 6–7 cm-re, további 12 óra múlva 50–60 cm-re felnyílt a repedés és a hídfő lesüllyedt.

Azért érdemes megemlíteni ugyancsak vasútvonal egyik 0,95 m nyílású fedlapos áteresztét, mert itt minden előzetes észrevehető jel nélkül a pálya 30–40 cm-t süllyedt egy áthaladó vonat alatt, és csak a szerencsén múltott, hogy a vonat nem siklott ki. Az átereszen a nyomás hatására nagy sebességgel átáramló víz a vágány tengelyében alüregelgette az alapokat, amelyek a vonat terhelés hatására hirtelen lesüllyedtek. Az átereszt két

végén kimosás nem volt, és a vágánytengelyben lévő kiüregelődésre utaló jel sem volt észlelhető.

Ugyanez év Győr–Pápa vv.

Egy 6,0 m nyílású teknőhidat rombolt le ugyanekkor az ár. A tönkremenetelt itt is az alapok alámosása okozta. A híd befolyási oldalán két patak egyesült, és a vízfolyás irányában itt is törés következett be. Az a körülmény is megkönnyítette a helyzetet, hogy az alapok alsó síkja 43 cm-rel magasabban volt, mint a mederfenék alsó szintje. A hídfők alámosása után a tartóbetétes felszerkezet nem zuhant le monolit szerkezetként, hanem a felszerkezet hengerelt tartói leválva a betontól, a híd elemeire hullott szét. Csak a sínek és a vasbetonaljak kötötték össze a meder két partját a levegőben lógva. Az új híd alapjai már 1,0 m-rel lejjebb kerültek a mederfenéknél.

Ugyanezen vonalon egy 6,0 m nyílású téglaboltozatot is tönkretett az árvíz. A híd alatt állandó vízfolyás nem volt, így nem is volt burkolva a meder. A II. világháború során az egyik kőkúp mellett egy bombatölcsér volt, amelyet salakkal töltöttek fel. Ennek a kőkúpnak az alapját mosta el először a víz, majd a boltozat alapját is, a boltozaton hatalmas repedések jelentkeztek a támaszelmozdulás miatt. A 90 éves boltozat sok nagy árvizet, nagyobb sérülések nélkül átél, ezek után azonban használhatatlanná vált.

1965 / Az 1965. évi leglényegesebb rombolást a Csorna–Szombathely vv. egyik hídjánál okozta az árvíz.

Egy hosszan tartó és fokozódó ausztriai felhőszakadás áterjedt a Dunántúl nyugati részére, és a kisebb-nagyobb élő vízfolyásokat felduzzasztotta, a szűnni nem akaró esőzés szinte tengerré változtatta a határszéli településeket. Az árvíz 500 m hosszban járhatatlanná tette a vasúti pályát és egy, a folyótól 5 km-re lévő Kőrös-patak teknőhidját pedig megrongálta. (2. ábra)



2. ábra. Átszakadt árvízvédelmi töltés miatti teknőhid elmosás

A híd alatt átfolyó csatorna 45°-os szögét zárt be a vasúttal. A híd történetét áttekinthető az alámosás okainak feltárásában érdekes folyamat játszott közre. Az első híd eredetileg 28,2 m (merőlegesen 20,0 m), nyílású vashíd volt. A hídfők sicalapozással készültek. Ezt a hidat 1938-ban átépítették. A második híd az egyik hídfő felhasználásával, de kisebb és már kétnyílású 2×8,48 m (merőlegesen 2×6,0 m) hengerelt vastartó betétes beton felszerkezettel készült. A II. világháborúban történt felrobbantása után a harmadik híd össz-nyílásában még kisebb 12,0 m (merőlegesen 8,5 m) nyílású vb. felszerkezetű teknőhid volt, amely ebben az évben a távolabb átszakadt árvízvédelmi töltés miatt a folyó vizét nem volt képes átvezetni. Az egyik hídfő befolyás felőli sarka 80 cm-t lesüllyedt, a vb. felszerkezet megdőlt, a pálya járhatatlanná vált

1967. július / Dombóvár–Szentlőrinc vv.

Abaliget és Bükkösd állomások között egy felhőszakadás következtében rongálódott meg a vasúti pálya és 6 kisebb híd. Ezen a helyen az 1951. évi árvíz egy 6,0 m nyílású vashidat és a csatlakozó pályarészeket teljesen elsodort, a helyreállítás után még ugyanez év őszén az ár ismét megrongálta a vasúti pályát. Az abaligeti barlangban eredő Bükkösd patak vízhozama rendkívül változó, vízgyűjtő területe pedig az ország legcsapadékosabb területére esik. 1953-ban a vízfolyás rendezésére tervet dolgoztak ki, hogy megszüntessék a vasútvonal és a patak 3 km-en belüli hétszeri keresztezését. A patak medrét ezen a kritikus szakaszon a pálya jobb oldalára helyezték.

Az átalakítást 1954–57-ben végre is hajtották. Az új patak mederszelvényét a vízügyi szervek a legnagyobb árvíz figyelembevételével határozták meg, ami 50 m³/s vízmennyiségnek felelt meg.

Az 1951. évi árvíz alkalmával csak 40 m³/s vízmennyiséget mértek. Joggal remélték, a vízügyi és vas-



3. ábra. A víz feltáró munkája felhőszakadás után (1967)

úti szervek, hogy még egyszer nem ismétlődnek meg az árvíz által okozott károk. Tíz éven keresztül ez így is volt, azonban egy felhőszakadás rácaffolt ezekre a feltételezésekre. Ekkor három óra alatt 147 mm csapadék hullott le. A víz megkereste a régi medret és a völgyben szétterülve, elmosta a vasúti pályát. Kibontotta a korábban megszüntetett hidak hídfőit (2 db 6,0 m-es, és 1 db 1,5 híd) (3. ábra) és a provizórium töltésben megmaradt részeit, a meglévő hidakat (2 db megszüntetett 6,0 m-es híd helyén épült 3,5 ill. 2,0 m nyílású hidat) és helyenként a vasúti felépítményt is méterekre eltolta (4. ábra).



4. ábra Bükkösd-patak egyik hídjánál történt pályaelmosás (1967)

1974. július / Kőtegyán–Békéscsaba vv.

Rendkívüli árvízi helyzet alakult ki a Körösökön, 5 árhullám követte egymást. A zöldár veszélyeztette a Fekete és Fehér Körös menti falvakat és városokat, kár elhárítás céljából a Körösök deltájába – mint víztározóba – engedték a vizeket. Robbantással kellett a Fehér Körös jobb parti töltését megnyitni. A Fekete Körös-híd áthidaló szerkezetét elérte a víz, a vasútvonal veszély-



5. ábra Elmosott, nyomvonalból eltolt vasúti pálya (1974)



6. ábra. Elmosott vasúti töltés (1974)

helyzete miatt a forgalmat már a robbantás előtt 2 órával leállították ugyan, de a megerősítésre, védelemre már nem volt mód. Az árhullám a sínkoronaszint felett 8 cm-rel tetőzött (5., 6. ábra). A vasút 3 km hosszban víz alá került.

Az 1–3,0 m magas alépítményt több helyen a terepszintig elmosta a víz, a zúzottkő ágyazatot néhol 30–50 m-re is elsodorta. Az árhullám levonulása, azaz 90 napos kényszerpihenő után (7–9. ábra) kezdődhetett meg a vasútvonal helyreállítása.

Már 1925-ben és 1966-ban is megrongálta az árvíz itt a vasúti pályát, de az 1974. évinél 35, illetve 60 cm-rel alacsonyabb vízsintekkel.



7. ábra. Vonalbejárás árvíz után Gyula–Sarkad állomásköz (1974)



8. ábra. Vasút az árhullám levonulása után (1974)



10. ábra. Vasúti pálya alól elmosott híd (Sajó ártér, 1974)



9. ábra. Vasútvonal kényszepihenője (1974)



11. ábra. Az árvízűl összenyomott tekinőtűd maradványa

1974. október / Kazincbarcika–Rudabánya vv.

A hosszantartó esőzések miatt az Ipoly, Tarna, Zagyva, Sajó, a Boldva, Hernád és a Bodrog vízgyűjtő helyén árhullám vonult végig. Egyik-másik folyó 24 óra alatt elérte az addig mért maximumot. Mivel erre senki nem számolt, védekezni sem lehetett előre. Napokra megbénult a szóban forgó észak-magyarországi folyók mentén a vasúti forgalom. Kazincbarcika térségében a Rudabánya felé vezető vasútvonalon a Sajó árterületén egy, a II. világháború. pusztításaiban tönkrement, majd 1956-ban épített 4×8,0 m ny. teknőhidat ragadott magával a minden eddigi mértéket meghaladó ár. A híd egy személynovat elhaladása után omlott össze (10., 11. ábra).

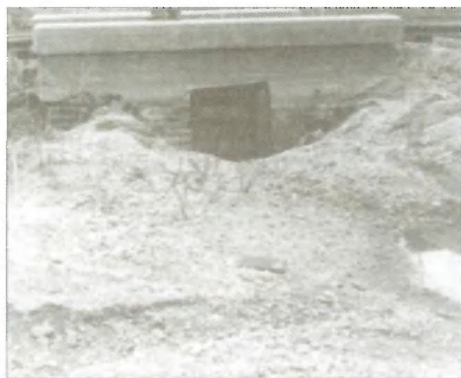
A viszonylag rövid idő alatt összegyűlő víztömeg a hídnál keletkező szűkületben felgyorsult, és a híd környezetében jelentkező örvénylések a híd alátámasztásait alámosták. Jellemző a víz erejére, hogy a Rudabánya felőli hídfő mögött 6 m hosszon elsodorta a töltést, az egyik pillér alapja körül pedig egy 6 m mély 15 m átmérőjű kráter keletkezett (12. ábra).



12. ábra. Vasúti pálya alátámasztó műtárgy nélkül (1974)

1980 / Dévaványa–Kótipusztá v.

A Körösök és a Berettyó folyók vidékét az árvíz több árhullámmal fenyegette. A MÁSz (mértékadó árvízszint) alatt lévő Berettyó híd alsó övét 71 cm-rel halad-



13. ábra. Alépitmény elmosás egy már kidűcölt teknőhidnál (1980)

ta meg a vízszint. A hidat rakott szerelvényvel leterhelték, megvédése céljából. A Berettyó és Sebes-Körös deltájába beömlő víz a Szeghalom–Vésztő vonalszakasz 7 kisebb műtárgyán ömlött át, majd átcsapott a vasúti töltésen. A legnagyobb kárt egy 0,9 m ny. már kidűcölt teknőhidnál okozta, az alépitményt mindkét végén kimosta az áradat (13. ábra).

Napjainkból

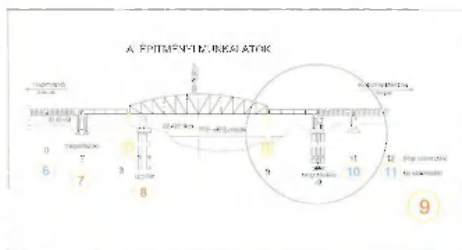
Árvízkar megelőzés céljából bevett gyakorlat az előzőekben említett hid leterhelés, amelyet 1995 telén a Kőtegyán–Békéscsaba vonal Fehér Körös hídjánál és a Bp.–Záhony vonal Szolnok melletti Zagyva hídjánál az elmúlt időszakban többször is kellett alkalmazni.

Az árvízi károkozással kapcsolatban, a már ismert esetek közül említésre méltó a Kunszentmiklós–Dunapataj vasútvonal egyik hídját ért káresemény.

1997-ben egy csatorna átvezetését szolgáló műtárgy egyik oldali hídfő melletti beton héjjal burkolt földkúp földanyaga a burkolat alól lesuvadt, ezáltal egy függőleges, megtámasztás nélküli vasúti forgalmat veszélyeztető töltésrész alakult ki. Ugyanezen az oldalon, a másik hídfő mellett, burkolattal együtt a meder felé csúszott a földkúp. Az ideiglenes helyreállítást veszélyeztette, hogy a horgászok is folyamatosan alakították át a töltéslelát.

1999-ben a Budapest–Miskolc vonalon történt pályaelmosás, ahol a töltésbe iker kerethidakat építettek be a töltésmosás helyén.

A folyómederbe épült hidpillérek környezetében a folyómeder állandóan változik. Kimosódások jelentkeznek, időnként feltöltődés is tapasztalható. A folyamatot a folyó vízmozgásával lehet magyarázni, amelyet a változó vízsebesség befolyásol. A folyómeder anyagától függően, ha a vízsebesség egy kritikus értéket ér, akkor kimosódás, ha a sebesség értéke ezt nem haladja meg, lerakódás jelentkezik. Általában a befolyás felőli



14. ábra. Mederelfajulás miatt alámosás veszélyes síkalapozású pillér



15. ábra. Alámosás veszélyes támasz megerősítése

oldalon duzzasztás mutatkozik, a kifolyás felőli oldalon pedig, az örvénylés és a vízsebesség növekedés miatt lemcényülés figyelhető meg. Tapasztalható még, hogy a folyómeder sodorvonala is folyamatosan változik, esetleg rosszul megválasztott folyószabályozási mű elhelyezése vagy vízsebesség változás miatt. Ez a helyzet alakult ki 1999-ben a Tiszatenyő–Kunszentmárton vonal Hármas Körös hídjánál is, ahol a folyómeder elfajulása veszélyeztette az egyik síkalapozású parti pillért (14., 15. ábra).

Szigorított felügyelet utáni pillérerősítéssel volt elkerülhető a hidalépitmény károsodása miatti esetleges katasztrófa.

2000-ben a dunai árhullám lassú elvonulása miatt Zebegénynél a Bő-szobi patak dunai torkolati műtárgya sérült meg. Az iker ROCLA csöveket is magába foglaló támfal, illetve utófenék keretelemei jelentősen megcsúsztak, magukkal rántva egy ROCLA csődarabot. A kialakult szakadóláp a vasúti pályatestet is veszélyeztette.

2000 április–májusában a Tisza mellékfolyóinak (Bodrog, Sajó, Zagyva, Tarna) áradása miatt az elmúlt évszázad egyik legnagyobb árhulláma vonult le a Tiszán. Az árvízi terhelés legnagyobb része a Középtisza vidékére jutott. A Szolnok–Kiskunfélegyháza vv.

a Tisza elsőrendű védvonalára, az itt lévő egyik 2,0 m nyílású teknőhid töltéslezárasai mozdultak szét és áztak fel a 2000. évi árvíznél.

Ugyanitt egy 1,0 m nyílású beton csőáteresz esik a terephajlat (Tiszaalpár–Lakitelek) mélypontjába, ahol ugyancsak töltéslezáras szétcsúszás következett be.

2001-ben a tiszai árvíz okozott a Nyírvidéki kisvasúton 2 db teknőhidnál és egy csőáteresznél süllyedéseket, illetve a záhonyi fővonalon a Lónyai csatorna hidjánál burkolat helyreállítást, mederkorrekciót igénylő munkák váltak szükségessé.

2001-ben a Dombóvár–Bátaszék v. egyik 1910-ben épült, és 62 év múlva toldott 1,0 m ny. csőáteresznél a többnapos esőzés nagy mértékű kimosást okozott a vasúti pálya töltésében, majd a csőáteresz toldás előtti részén beszakadás jelentkezett. Az ideiglenes helyreállításig, 1 napig szünetelt a vasúti forgalom.

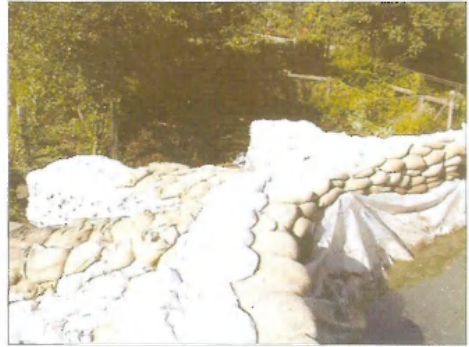
2002. augusztusában a dunai árvíz a Bp.–Hegyeshalom vonalon, Szőnyénél megkerülte a hegyeshalmi vonal egyik műtárgyának zsiliptábláját, elmosta a vasúti pályát és a hidszélesítés kútalapjai is kimozdultak a helyükről (16. ábra).



16. ábra. 6 m-es fényőpallók, fólia és homok zsákok zárják el a víz útját



17. ábra. Búvárok keresik a vízbetörés helyét



18. ábra. Műtárgy mögötti ellennyomó medence

A többszörösen toldott műtárgy tervezésénél figyelembe vett mértékadó árvízszintet a dunai ár hullám meghaladta. Búvárok segítségével találták meg a vízbetörés helyét (17. ábra). A mentett oldalon ellennyomó medence építésével akadályozták meg a további előntést (18. ábra).

Árvíz miatti híd tönkremenetel leggyakoribb okai:

- szűk hidnyílás,
- vízfolyás irányváltoztatása a híd előtt,
- falazatok nem elég mély alapozása,
- mederburkolat teljes vagy részleges hiánya,
- elmarad a vasúti hídhoz csatlakozó részekben a vízrendezés,
- a rendszeres hídfelügyelet esetleges elmaradása az állandóan vízben lévő kisebb műtárgyaknál,
- a hidrológiai statisztikai adatok tévedései,
- a vízgyűjtő terület változását (pl. erdő kivágás, vízrendezés) nem követi a műtárgyak átépítése.

A fentiek alapján levonható tanulságok:

- Árvizek, belvizek esetén a vasúti hidakat forgalombiztonságuk szempontjából fokozott mértékben figyelemmel kell kísérni.
- A hidnyílásokat csökkenteni csak nagyon átgondolt vízügyi tapasztalatok alapján érdemes.
- Árvízveszélyes helyeken, megszüntetett hidaknál célszerű a töltést megfelelő kő vagy beton burkolattal el látni, illetve a töltéslábnál kőszórást alkalmazni.
- A megszüntetett műtárgyak a pálya egyéb szakaszaihoz viszonyítva a vonal gyenge pontjának számítanak.
- Vízlevezetést szolgáló ún. kiegyenlítő műtárgyakat, még ha hosszú évek óta száraz is a medrük, megszüntetni nem célszerű, mert a víz úgyszólam megtalálja az útját.
- A patakok, folyók medrét a hidak környezetében feltétlenül úgy kell kialakítani, hogy annak tengelye párhuzamos legyen a hídfők síkjával.

- Árvízveszélyes helyen mederburkolatot kell építeni.
- A kőburkolatok jókarban kell tartani, a hidvízsgálatoknál a burkolatok hiányosságait aggályosan kell kezelni (a hídfők mögötti töltések ülepedése is okozhat aláüregelődést).
- Magas vízállásnál a víz sebessége igen erősen megnövekszik, a hidnyíláson átfolyó vízmennyiség a kimosás ellen védő mederburkolatokat is képes megbontani, a meder fenekén kimélyüléseket hoz létre, amelyek alámosáshoz vezetnek.
- Az ideiglenes megerősítés ne nehezítse meg a későbbi helyreállítást (kőkúp támasztó kőhányás, későbbi cölöpözés helyén).
- A híd alatt, a befolyás felőli oldalon, mindig ferde szárnyfalak (illetve ferde vízterelő falazat – lásd Baja 1956) készüljenek, a víz bevezetése céljából.
- Rosszul megszüntetett közműkeresztezések védőcsövei mindig hibaforrásai lehetnek, a töltés elmosásoknak.
- Ha a hidat az elmosás veszélye fenyegeti, célszerűbb a csatlakozó töltésszakasznak robbantással vagy egyéb módon való átvágása,
- Célszerű a kimosásra érzékeny utólagos csőtoldások helyett bélelést, illetve ha ez nem lehetséges, teljes átépítést tervezni,
- Árvízveszélyes helyeken a kúp burkolatok fontos szerepét ki kell hangsúlyozni.
- Hidak melletti kőburkolatot csak teljen megüledett töltésen lehet elhelyezni, ez új építésű hidaknál fontos szempont.
- Szárazon rakott kő burkolat hátránya, hogy a hézagon keresztül a vízmozgás, hullámverés, kiszivattyúzza a töltés anyagot, ezért az ágyazó anyagnak 15 cm vtg. apró szemű kavicsból, illetve közúzalékból kell állnia. A szárazon rakott kőburkolatot megüledés után cementhabarcsos burkolattá kell átfektetni. Megüledett töltésen, szűrő rétegen cementhabarcsba fektetett fagyálló terméskövet kell használni.
- Árvízkarok megelőzését célzó védekezés (D11. utasítás, a vasúti alépitményre vonatkozó műszaki útmutató).
- A víz alatt lezajló kimosási jelenség következmenye nem észlelhető azonnal a műtárgy látható részein, repedések, dőlések, deformációk formájában. A szerkezet alsó élét elérő ill. azt meghaladó vízállásnál, a kifolyásnál nagy sebességgel kiömlő szinte felszökkenő, örvénylő víz, illetve mind a híd előtt után alulról felfelé mozgó áramlás, főként, ha a vízfolyást ferdén keresztezi a műtárgy, kimosásra enged következtetni (időnként szondázással kell ellenőrizni a mederfenék helyzetét, ezzel lehet a falazatok tönkremenetelét, illetve a forgalmi baleseteket megelőzni) Természetesen a nagy vízsebesség megnehezíti a szondázást, jobb szolgálatot tesz egy nagyobb síndarab vagy heveder, drótra felfüggesztve, mint egy súlyos függő.

- A hídpillérek állékonyágát veszélyeztető állapot elkerülése, a folyamat megállításra rendkívül fontos feladat. Meder rendezéssel, folyószabályozási művek elhelyezésével, mederpillér körüli feltöltéssel, pillérerősítéssel a veszélyhelyzetet el kell kerülni.
- A vízgyjűtő területeken bekövetkezett változást (erdőirtás, parcellázás stb.) kritikusan kell figyelni, szükség esetén a vízügyi szervekkel közösen, a megelőző intézkedéseket időben kell elvégezni.

Alljon itt külföldi példa is vasúti hidakat ért káresetekről

1997. július 16. és augusztus 8. között a Szilézia felett hosszasan időző két egymást követő ciklon Magyarországon egyéves átlagos csapadékmennyiségét (600 mm-t) zúdította alá, aminek következtében Csehország, Lengyelország, Szlovákia és Németország területén hatalmas árvizek pusztítottak. Észak-kelet Csehországban a Szudétákból érkező Odera, Elba, és a Morva folyók vízgyjűtő területein a legveszélyeztetettebbek az emberi létesítmények, így a hidak is. 1997. évi nagy árvíz jellegzetes vasúti káreseteményeit mutatják be a képek (19–24. ábrák).



19. ábra



20. ábra



21. ábra



22. ábra



24. ábra



23. ábra

Mivel a hidak a vasúti pályának a legnehezebben és legköltségesebben helyreállítható részei, megóvásuk érdekében a tervezésüknél, kivitelezésüknél a később bekövetkező károsodásuk elkerülése érdekében legfontosabb a jó műszaki döntések meghozatala.

Összefoglalás

A cikk az elmúlt ötven év vasúti hidakat ért vízelmosásos káreseményein keresztül mutatja be az ár- és belvizek, illetve felhőszakadások által okozott károk vélhető okait, és a hidak építésére, üzemeltetésére vonatkozó tanulságokat vonja le.



GÁL ANDRÁS
NSc Kft.

A zalaegerszegi deltavágány Zala-hídja

Összefoglalás

A Zalaegerszeg állomás elkerülésére épült új, 2,3 km hosszú, 100 km/h menetsebességre tervezett vasútvonal (a zalaegerszegi deltavágány) keresztezi a Zala folyót. A szigorú vízügyi igényeket és a vasúti pálya kedvező vonalvezetésének követelményeit kielégítő új Zala-híd íves (600 m sugarú), ferde ($\alpha=50^\circ$), folytatólagos háromnyílású szerkezet. A csaknem teljesen hegesztett, kiékelt rácsos, ortotrop pályaszerkezetű, alsó övrúd nélküli felszerkezeten a vasúti felépítmény EDILON 60 rendszerű.

A megvalósult tervben az íves rácsostartó kialakítása volt a legnagyobb feladat.



1. ábra. A csaknem elkészült híd

A híd helye

A 2002. évben gyártott, megépített és a befejező munkák végeztével már (2003 májusában) a forgalomnak is átadott híd Zalaegerszeg belvárosának észak-keleti sarkánál, a városi stadion edzőpályáinál vezet át a Zala folyón (2. ábra). Az új zalaegerszegi deltavágány, melynek része a híd, a 17+84 km szelvényében keresztezi a

folyót, ennek 78+00 folyam km szelvényében. Az egyik irányban Zalaszentiván–Zalabér, a másikban András-hida–Zalalövő felé vezet deltavágánynak a végpont felőli harmadába esik az íves Zala-híd.

A deltavágány építésének célja

A deltavágány megépítését a Szlovénia és Magyarország közötti, néhány éve átadott vasútvonal akadálytalan kiszolgálása, az országos és a nemzetközi hálózatba történő közvetlen bekötése, Zalaegerszeg állomás kikerülése tette szükségessé.

A Budapest–Székesfehérvár–Szombathely fővonal és a már néhány éve forgalomban lévő Zalalövő–Muraszombat nemzetközi vasútvonal közötti kapcsolatot a bobai deltavágány és a Zalaegerszeget elkerülő 2,3 km hosszú deltavágány fogja biztosítani.



2. ábra. A híd helye

A híd tervezésének kiinduló adatai, feltételei

A deltavágány magassági vonalvezetését – és így részben az alaprajzit is – a híd szerkezeti magassága határozta meg. Ezért 1998 novemberében, a tanulmányterv készítésekor a lehetséges lejtviszonyok figyelembe vételével (8,8%, a kivitelnél 6%) megvalósítható változatokat dolgoztunk ki. A híd után néhány száz méterrel, a deltavágány végpontjánál szintbeli közötti keresztezés található (a Batthyány Lajos utcánál, l. az 2. ábrán). Ennek magasság betartásához a Zala érintett szakaszának vízügyi szakvéleményére, az alapozás módjának tervezéséhez a talajfeltárássra és az ezen alapuló előzetes talajmechanikai szakvéleményre (MÁVTI) támaszkodtunk.

A vasútvonal előzetes (tanulmányterv szintű) alaprajzi elrendezése szerint a híd egy 600 m sugarú jobb ívben fekszik és cca. 45°-ban keresztezi a Zalát. (A megvalósultnál ez az érték 50°-ra szelidült.)

A változatok kidolgozásakor, a híd szükséges hosszának megállapításához és az alatta nyitva tartandó minimális magasság betartásához a Zala érintett szakaszának vízügyi szakvéleményére, az alapozás módjának tervezéséhez a talajfeltárássra és az ezen alapuló előzetes talajmechanikai szakvéleményre (MÁVTI) támaszkodtunk.

A Nyugat-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság a hídhöz csatlakozó meder- és ártérszakaszok rendezésén kívül, legfeljebb 3 db, összesen legalább 90 m széles merőleges szabad nyílást írt elő. Több nyílást a pillérek miatti kompenzáción felüli átfolyási szelvény-növelés árán sem engedélyezett. A kereszteződés nagy ferdeségéből adódóan a híd alépítményei a Zala más-más szelvényébe esnek. A közelmúlt magas vízállásai (a Zalái is) miatt azonban a vízügyi hatóság semmiféle engedélyre nem volt hajlandó. A szerkezet alsó élének szintjét *min. 149.00 mBf.* magasságban állapította meg. (A ~200 m-re lévő Batthyány utcai útátjáró szintje csupán 30 cm-rel van e szint fölött.)

A talajfeltárások azt mutatták, hogy a legfelső rétegek a folyó tipikus legújabb kori üledékei. Sicalapozás



3. ábra. Íves, nyitott, részben zárt keresztmetszetű felszerkezet

esetén a felső vékony kavicsrétegek alatti puha talajok miatt nagy süllyedések lennének várhatók, így reálisan csak mélyalapozással számolhattunk.

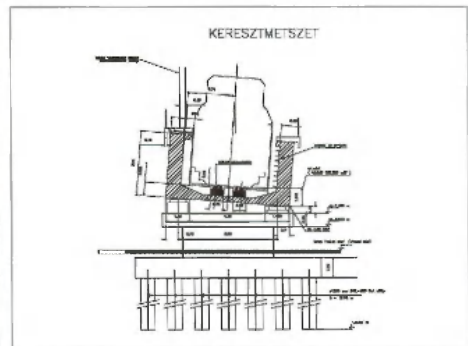
A kidolgozott vázlatlattervi változatok

1. Háromnyílású, folytatólagos, alsópályás, ortotróp pályaszerkezetű, alaprajzilag törtvonalú (kb. öt egyenlő hosszú darabból álló, ötszögű) rácsos acélszerkezetű híd. A mederhez közeli pilléreknél ferde alátámasztású és kiékeltt. A felszerkezet keresztmetszete részben nyitott, részben zárt. Ez a változat a megvalósult híd vázlatlattervi elődje (3. ábra). Az alapozás nagytérűjű fúrt cölöpalapozás.

2. a/b) Három azonos, 45 m hosszú, egyenylású alsópályás, ortotróp pályaszerkezetű, merőleges/60°-s ferde, párhuzamos övű, nyitott, rácsos acélszerkezetű híd. Alapozása olyan, mint az 1. változatnál.

3. Háromnyílású, folytatólagos (3×48 m), íves, súlylyesztett-pályás, U-keresztmetszete részben nyitott összekötő lemezzel), merőleges alátámasztású felszerkezet. A hídtengelyre merőleges támaszvonalon lévő sarukat a folyóval párhuzamos, 3,0 m széles pillérek tejejére tett, nagyméretű fejlemez fogadta. A szakaszosan-előretolt feszített vasbeton szerkezet (keresztmetszetét l. a 4. ábrán) teljes szélessége 7,20 m. A főtartóké 0,80 m, azok magassága 3,80 m, az alsó lemez 0,32 m vastag, a főtartókhoz kiékeléssel csatlakoztatva. A főtartók a támaszoknál 3,0 m átmeneti szakasszal, 2,0 m hosszon 1,30 m vastagságúra „hizlaltak”. A főtartók felső öve mely a szolgálati járda is 0,3 m vastagságú és 0,5 m szélességben kifelé konzolos. Alapozását ennek a változatnak is fúrt, nagytérűjű cölöpökkel terveztük.

Az űrszelvény szélessége valamennyi változatnál 2×60 mm ívpótlékkal 4520 mm-re növelt. A 600 m ívsugárnak és a tervezett menetsebességnek megfelelően (116 mm-rel, a véglegesenél 96 mm-rel) döntött. Az ív húrmagassága és a tüleleméssel megdöntött űrszelvény



4. ábra. A vasbeton változat keresztmetszete



5. ábra. Próbacölöpözés

határozta meg a főtartók egymástól való távolságát. A szerkezeti magasság csökkentése érdekében az acél hossz-tartókhöz (pályalemezhez), illetve a 3. változatnál a vasbeton hosszgerendákhoz EDILON-os vasúti felépítményt terveztünk. Ezen felépítmény alkalmazása mellett szót a lakott terület kö-

zelsége is, hiszen a gumiba beágyazott síneknél kisebb zaj keletkezik, mint más leérősítési módoknál.

A tanulmánytervi változatokat a kiviteli-, a fenntartási költség, az élettartam, a vasútüzemi és vízügyi megfelelés, a fenntartás biztonsága, a környezetvédelem, az utaskényelem, és esztétikai megfontolások, szempontok szerint értékelték a szombathelyi BLI. BLO. és a Divízió.

Bár a második, a kéttámaszú hidak sorozata volt a legolcsóbb változat, ellene szót a pályamegkötések nagy száma (min. 4 db) és az ezzel járó fenntartási költségei és bizonytalanságai. (Kettő vagy négy dilatációs szerkezet került volna a hidra, EDILON-os dilatációs készülékekre lett volna szükség, vagy különböző – hibrid – leérősítési rendszereket kellett volna alkalmazni.) A megvalósítás ellen szót az is, hogy a pilléreknél a négy-négy saru elhelyezéséhez a folyásiránnyal párhuzamos felmenőfalakra a merőleges vagy 60°-os ferdeségű szerkezetekhez nagyméretű, konzolos, a magas vízállásnál vízbe kerülő fejröndök kellett volna. A harmadik, feszített vasbeton változatnál a magas árán kívül (a nehéz felszerkezet miatt több cölöp), a pályafenntartás nehézségei (a korlátozottan belátható pályán nincs menekülő kiálló, a főtartók közül nehezen távolítható el a hó) és a hid robusztus megjelenése voltak a fő ellenérvék.

A folytatólagos töbttámaszú acélhíd (első) változat mellett szót a folyamatos pálya kialakíthatósága, a pillérek kis mérete, a felszerkezet szerelésének egyszerűsége és a folytatólagosságból eredő gazdaságos acélfelhasználás. Ellene hozhatók fel a bonyolult geometria és az ebből adódó precíz gyártási követelmények. A variánsok közül ez utóbbit választotta a megbízó, a MÁV Rt. BLI Beruházás Lebonyolító Osztálya Szombathely és bízta meg az MSc Kft.-t a továbbtervezéssel.

Az engedélyezési- majd a tenderterv készítésekor a szerkezeti részletek tovább finomodtak. A leglényegesebb változás az volt, hogy az alaprajzilag ötszög alakú

pályaszerkezetből íves kialakítású lett, ebből következően a főtartók egymáshoz közelebb kerülhettek, azaz a híd keskenyebb lett. A vasúti pályatervek kisebb módosítása a keresztelési szög növekedésével járt, így a közbelső alátámasztások is ez utóbbi és a fenti változás miatt kisebbek lehettek, mint a tanulmányterven.

Általános elrendezés

A felszerkezet a vasútvonal 17+18,4 és 18+45,9 m szelvényei közé esik. A három szabad nyílás folyásirányra merőlegesen mért hossza: $28,37+37,98+23,99=90,34$ m > 90 m.

Az ívesen ~131,0 m hosszú szerkezetet 25 db – a vágánytengelyben mérve ~5,20 m hosszú – keretállás alkotja. A jobb oldali (belső) főtartó vonalában a támaszközök 8+10+7, a bal oldali (külső) vonalában pedig 7+10+8 keretállás hosszúságúak. Azaz a közbelső alátámasztások ferdék, a saruk az 5,40 m tengelytávolságra lévő főtartókat az egymást követő (8. és 9., ill. a 18. és 19.) keresztartóknál támasztják meg.

A „portállabak” (a legszélesebb rácsrudak) közötti szabad szélesség (4920 mm) biztonsággal elegendő a 100 km/h sebességhez és a 96 mm túlemeléshez tartozó, ívpótlékkal növelt úrszelvény részére.

A keretállások hosszának (~5,2 m) és a főtartók tengelytávolságának (5,40 m) közel azonos mérete tette lehetővé, hogy a közbelső támaszokat a Zalával csaknem párhuzamosra tervezhessük. A felszerkezet a középső nyílásban (~50° jobb) ferde. Míg a hídfőknél a támaszok (saruk) vonala a vágánytengelyre merőleges.

A rácsostartók keretállásonként alaprajzilag sokszög (25 szög) vonalban követik a pálya ívelését. A rácsrudak egyenesek, a felső övrudak csomólemezei síkok. Az alsó csomólemezek – (5,2m/600 m) rad = ~0,5° mértékben – megtörték. A felső övrudak kétszer egyenyed fokos törései az érintőirányban álló csomólemezeknél kerültek a szerkezetbe. Az övrudak övlemezei is ívesek.

Az építési engedély szerint a híd mindkét külső oldalára azonos, 0,75 m széles üzemi gyalogjárda készült, melyek mindegyikében osztozott, erős és gyengeáramú kábelek számára fut csatorna. A kétoldali járda a rácsostartók külső oldalainak megközelítését is egyszerűbbé teszi. A végleges szerkezeti magasság az acélszerkezet alsó élétől (keresztartó övlemezenek alsó síkjától) a jobb (belső) sín koronájáig mérve ~1012 mm.

A szerkezet legalsó éle: 149,06 m > 149,00 m

Alépítmények

Az alaprajzilag íves hidat két pillér és két hídfő támasztja alá. Az alépítmények fűrt vasbeton cölöpökön álló vasbeton szerkezetek, melyek a cölöpöket összefogó alsó lemezből és felmenő szerkezetből állnak.

Alapozás

A híd különböző trv-fázisaihoz összesen nyolc különböző átmérőjű és mélységű fúrás és négy verőszondázás készült. Ezen kívül a kiviteli tervez, az 1,20 m átmérőjű, SOIL-MEC cölöpök végleges hosszának megállapításához az 1. j. hídfőnél és a 3. j. pillérnél a tender tervben megadott cölöpészcs szintekre lemélyített VUIS-rendszerű próbacölöpökkel próbaterhelést végeztek (5. ábra). A próbacölöpözésből és a számításokból kapott cölöpteherbíráskor jól egyeztek. A cölöpök az egyes aléptítményeknél más-más rétegezetségű és sorrendjében változó agyag, homok, kavics és iszap rétegekbe kerültek. A mértékadó cölöpterhek 1800–2700 kN, a cölöpök határteherbírása pedig 2250–3400 kN között változik. A fékezőerőt felvevő 3. j. pillérmél 18 m, a többinél 15–16 m mélyre fúrt cölöpök készültek. Az 1,5 m vastag, a hídfőknél 8,0×5,6, a pilléreknél 12,9×3,6 m méretű cölöpösszefogó gerendákat nyári időben, a Zala alacsony vízállásánál száraz munkagödörben készítették.

A pillérek alsó lemeze nyolc-nyolc cölöpöt fog össze (6. ábra). Felmenő szerkezetük két-két kör keresztmetzetű oszlopból és az azokat összekapcsoló, alul a cölöpösszefogó lemezbe is bekötött vékony falból áll. Az oszlopokon külpontosan elhelyezett, kibetonozott acéleső saruszámolyokra támaszkodik a felszerkezet (7. ábra).

A pillérek 2-2 db 1,5 m átmérőjű pilléroszlopának alaprajzi helyzetét a Zalával párhuzamos elrendezés szabta meg. Ebből következően – pillérenként – az oszlopok a híd átellenes oldali főtartóinak szomszédos csomópontjai alá kerültek. A saruszámolyoknak az oszlopfőtengelyekhez képesti – a hídtengely felé eltolt – excentricitását is a Zalával való párhuzamosság, illetve a sarucseréhez szükséges emelő sajtók elhelyezhetősége magyarázza. Egy aléptítményen belül az oszlopok azonos magasságúak, a híd hosszseséből és a saruk magasságkülönbségéből származó eltérő saruszámoly felső szín-



6. ábra. A 3. j. pillér visszavésett SOIL-MEC cölöpjei



7. ábra. Az 1. j hídfő és a 2. j. pillér

teket a számolyok különböző magasságával játszottuk ki. A saruszámolyok 914 mm átmérőjű acélcsővét az oszlopokba néhány cm-t besüllyesztettük és ráhegesztett betonacélokkal bekötöttük.

A hídfők (8. ábra) alsó lemeze hat-hat cölöpöt fog össze. A felmenő falakra merőleges függő szárnyfalak a vágánytengellyel párhuzamosak, részben alapozottak. A felmenő falak tetejéből kiemelkedő téglatest alakú vasbeton saruszámolyokra támaszkodik a felszerkezet. A saruszámolyok között, a felszerkezet hossztartóinak vonalában hídfőnként két acél lehorogonyt szerelvény készült a negatív reakcióerők felvételére.

A vágányzónában, a vasúttengelyre szimmetrikusan, a hídfő térdfalának középső része alacsonyabb, mint a széleken. Ide az alacsony térdfalra támaszkodik a két hosszbordával rendelkező, (felül bordás) kiegyenlítő lemez (l. 3. ábrán). A hídfő mögötti sín-dilatációs szerkezet első hat betonlappal ezekhez a bordákhoz lesz rugalmasan lekötvé. A rugalmas lekötés az úszólemezgel együtt szolgálja, többek között, a híd és a töltés függőleges ágyazásának átmenetességét. A lemez híd felőli, a



8. ábra. 4. j. hídfő



9. ábra. Egy hidvégi szerelési egység leemelése a trailerről



10. ábra. Pályaszerkezet gyártása, kereszttartó illesztés

térfallal azonos síkban elhelyezkedő függőleges pereme támasztja meg a zúzottokó ágyazatot.

A kiegyenlítő lemezek másik végénél, a javított hátöltésben keresztzivárgó készült, melyet a jobb oldali burkolt rúzsúkre kiveztünk. A szárnyfalak teteje a hid kétoldali járdájával színel, azokkal azonos szélességű és vastagságú, a híd járda folytatása, csakúgy mint a hid korlátjai és a szárnyfalakon lévőek.

A felszerkezet háromnyílású folytatólagos, oszlop nélküli szimmetrikus rácsoszály, hegesztett acélszerkezet. A főtartók alsó övét az ortotróp pályaszerkezet alkotja, külön alsó övrudak nincsenek. A párhuzamos övű rácsos tartó – kivéve a közbenső támaszok feletti három három mezőt – nyitott. A támaszok fölötti szakaszon a villamosított úrszelvénynek megfelelően megmagasított és zárt, azaz a felső övek (két-két mezőben) kereszt-kötésekkel és szélraccsal merevítettek (3. ábra). A zárt keresztmetszetet a ferde támaszok miatti csavarás felvétele, a magasabb főtartót a többtámaszúságból a támaszok fölötti nagyobb igénybevételek indokolták. A keretállások állandó hossza a rácsrudak merevedésének növekedését eredményezte, ami szintén kedvező az erőjáték szempontjából.

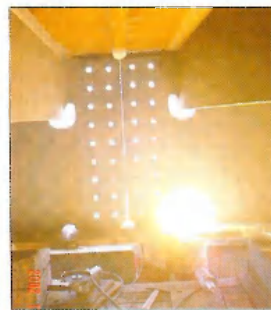
Az elméleti hálózati magasság a nyitott szakaszokon a jobb oldali főtartónál 4500 mm, a balnál – a pálya keresztirányú esése miatt – 4410 mm. A közbenső támaszoknál ezek az értékek 2500 mm-rel nagyobbak. A pályalemez teteje és az övrúd övlemezeinek alsó éle közötti távolság a tartók tengelyében a jobb oldalon 4460, a balon 4370 mm, illetve a magas szakaszokon 6979 / 6889 mm. Az alsó csomópontok közötti távolság ugyanott mérve bal oldalon 5223, a jobbon 5177 mm.

A felső övek Γ szelvényűek, 480-30/16/12 mm övlemezekkel (vízszintes elem) és egymástól 380 mm-re lévő 260-30/25/16 mm gerinclemezekkel (függőleges elemek). A gyári illesztéseik hegesztettek, a helyszíniek a gerinclemezeknél NF csavarosak, az öveknél hegesztettek.

A csatlakozó rácsrudak H szelvényűek, 380-12 mm méretű gerinccel és 350-25/20/12 mm-s övekkel. A rácsrudak és a csomólemezek közötti kapcsolatok gyárilag, illetve a helyszíni előszerelő telepen hegesztettek (13., 14. ábra). Az egyes szerelési egységeket egymással összekötő ferde rudak bekötéseinek a gerincek (M20 NF) csavarozottak, az övek hegesztettek.

A pályalemez 14 mm vastag és 270-20 mm szelvényű, ívesen vezetett laposacél hosszborádkkal van merevítve. Az aszimmetrikus tetőszelvényű pályalemez a hid bal szélétől az első gyári illesztésig 3%-ot emelkedik, onnan 3%-ot esik a jobb oldal felé. A vágánytengelyben két gyártási darabra osztott pályaszerkezetet a pályalemez helyszíni hosszirányú tompavarratos és a kereszttartók gerinceinek NF csavaros és alsó övlemezeinek hegesztett illesztései kapcsolják össze (11. ábra). A vágánytengelyre merőleges, sugárirányú kereszttartók változó (815–700 mm) magasságúak, alsó övlemezeik 350-30/20 mm-es méretűek. A támasz-kereszttartók végig 30 mm vastag övlemezei a saruknál kiszélesednek.

Az egymástól 1520 mm tengelytávolságra vezetett hossztartók, a kereszttartóknál törve, sokszögvonaltalban követik a vágánytengely vonalát. A 350-25 mm szelvényű alsó övlemezeik



11. ábra. A pályalemez és a kereszttartó illesztése

a kereszttartók alsó övlemezeivel csillaglemezzel kapcsolódnak (10. ábra). A bal és jobb oldali hossztartók gerinclemezeinek magassága 795, illetve 750 mm. A hossztartók gerinc és alsó övlemezeinek helyszíni illesztései olyanok, mint a kereszt-tartókéi.

A felszerkezet tömege az anyagkivonat szerint, az egyes elemek befoglaló méretével számítva 395 t, mely 2:1 arányban oszlik meg a pályaszerkezet és a rácsostartó között.

Saruelfrendezés

Az íves híd saruelfrendezésénél a hőtágulás okozta keresztirányú elmozdulást (növekedne a sugár), a centrifugális erőt, valamint a hosszirányú (tangenciális) fékező-indító vízszintes erőket vettük figyelembe. Az alábbi saruelfrendezést alkalmaztuk:

Jobb oldali főtartó	Függőleges támaszok	Sugárirányú támaszok	Érintő-irányú támaszok
1. j. hídfő	x	–	–
2. j. pillér	x	–	–
3. j. pillér	x	–	x
4. j. hídfő	x	–	–

Bal oldali főtartó	Függőleges támaszok	Sugárirányú támaszok	Érintő-irányú támaszok
1. j. hídfő	x	x	–
2. j. pillér	x	x	–
3. j. pillér	x	x	x
4. j. hídfő	x	x	–

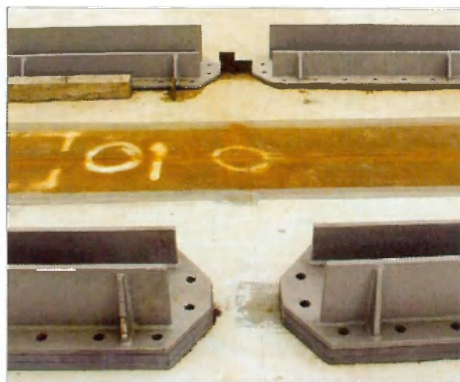
x = megtámasztott, – = szabad

A mozgó és fix támaszokhoz teflon-, neoprénbetétes fazéksarukat alkalmaztunk. A hídfőknél lévő 2000 kN, a közbenső támaszoknál elhelyezettek pedig 5000 kN függőleges teherbírásiúak. A 3. j. támasznál lévő darabonként 1500 kN érintő-irányú fékezőerőt képesek felvenni/átadni. A hídfőknél a középső nyílás mértékadó leterheléséből negatív reakciók keletkeznek, ezek felvételére a hosszartatók alá, a hossz- és keresztirányú mozgást nem akadályozó, ingaoszlopos lekötéseket terveztünk

Vasúti felépítmény a hídon

A hidra EDILON 60 típusú felépítmény kerül. Az Edilon-Corkelast nevű gyorsan kötő rugalmas sínbeágyazó anyagot a pályalemezhez – 8,8 min. csavarokkal sűrűn – rögzített, acélszerkezetű vályúba kell önteni. A két nagyszilárdságú 60-as sínszál alá azonos fenéklemezű vályúelemek készültek (a sarakak különbözősége miatti húrmagasság-különbség <math>< 1\text{ mm}</math>). A sínek belső oldalára terelősínként vízszintes szárú T szelvényt terveztünk. A terelősín felső merevített éle 30 mm-rel van a sínkorona szintje fölött. A vályú szélességét (200 mm) a terelősín és a sín belső éle közötti előírt távolság (180 mm) határozta meg. Ilyen feltételek mellett a kisiklott kerek nem kerülhet a pályalemezre, azt nem roncsolhatja.

A pályalemezre jutó csapadékvíz elvezetéséhez az egymástól ~1,0 m-re lévő (~300 mm hosszú) vályú-



12. ábra. Sínvályú megszakítás a csavarozott kapcsolat elkészülte előtt

megszakításoknál (12. ábra) kellő keresztmetszet áll rendelkezésre. A vályú fenéklemezének és a sín alá kerülő anyagnak az együttes vastagsága. $(16+25 \Rightarrow)$ min. 41 mm. Ez a pályalemez és a sín talpa közötti szabad hely, sincsere esetén elegendő a sínek termit-hegesztéséhez is.

A 100 km/h menetsebességhez tartozó (96 mm) túlemelésből a pályalemez 3%-os keresztése 45 mm-t tesz ki. Ezért a külső oldali vályú alá további ~50 mm összvastagságú acéllemez magasztás készült. (l. a12. ábrán)

Sín-dilatációs szerkezetek

A fix támasz az alacsonyabb közbenső (3. j) pillérenél található. A híd hőmérséklet-változásából keletkező érintő irányú elmozdulás a hosszabbik – kezdőpont feléi – oldalon ± 45 , a rövidebbiken ± 20 mm. A hídon kívül elhelyezett VMD típusú kettős dilatációs készülékek a szerkezetet csak annyiban érintik, hogy a készülékek híd felőli csavart (1:20-ról 1:∞-re dőlésű) sínjei a szerkezetre ~5 m-t belőgnak. Itt készül el a hídon vezetett sín és a dilatációs készülék híd felőli mozgó sínje közötti záróhegesztés.



13. ábra. A rácsostartó szereléséhez oldalára fordított pályaszerkezet a pályalemezen átbújtatott csomólemezekkel



14. ábra. A kiéltetett szakasz gyártásának befejezése a helyszínen

A híd előtt kisiklott kerekeket az EDILON vályú oldalfalára fel kell vezetni, azok semmiképp sem kerülhetnek a pályalemezre, ezért az utolsó három aljmon mindkét sínzál mellett két-két ékes lemezt vezet fel a kereket a vályú oldalfalára.

A felszerkezet gyártása, szerelése

A 25 keretállásból álló híd öt darab, öt mező hosszúságú gyártási szakaszban készült. Egy-egy ilyen szakaszt – bár két, vágánytengelyben félbe vágott szerelési egységből áll – egy időben, együtt készítették. A pályaszerkezetet fordított (fejfel lefelé) pozícióban a pályalemez keresztirányú eséseinek (tetőszelvényének) és a túlemelésnek megfelelő készülékben gyártották. Az alsó, híd-tengely felőli, hajlított csomólemezeket a táblásított pályalemez 1-2 mm ráhagyással készült résein bújtták át, és körbevezetett sarokvarratokkal kapcsolták a lemezhez. A hosszbordákat egyidejűleg két oldalról védőgázos automata hegesztéssel rögzítették a pályalemezhez. A varratok elkészülte után helyezték el a keresztartók, majd a hosszartók gerinclemezeit. A pályaszerkezet gyártása az előre összeállított hossz- és keresztartó övlemezek felhegesztésével fejeződött be.

A pályaszerkezet gyártásával párhuzamosan készültek az íves felső öv szakaszok és az egyenes rácsrudak. Ezeket az oldalára, függőleges helyzetbe fordított pályaszerkezethez rögzítették (1. a 13. ábrán). A közös felső csomópontba futó ferde rácsrudak egy síkot képeznek, míg a szomszédos rácsrúd párok ettől a síktól fél-fél fokra elfordított síkban fekszenek. Az elemek rögzítése után a szerelési egységet terv szerinti helyzetbe (talpra) állították, és az alacsonyabb főtartós szakaszokon elkészítették a végleges varratokat. A magas (kiéltetett) főtartójú szerelési egységeknél ideiglenes kapcsoló szerkezetekkel biztosították a rácsostartó rúdjaiknak helyzetét. Ennél a négy, a közbelső támaszok fölé kerülő szerelési egységnél a gyártás a helyszínen fejeződött be (14. ábra). A kétfajta technológiára a szállít-

ható méret korlátozása miatt volt szükség. (A 9. ábrán látható elem egy darabban került a gyártó nyiregyházi üzeméből a zalaegerszegi helyszínre.) A gyártás 2002 augusztusában a hídközépre kerülő darabokkal kezdődött és novemberben a járdaelemek és a sínvályúk elkészítésével zárult.

A szerelés hídközépen, a Zala fölötti szakaszon kezdődött, és két irányban a két hídfő felé haladt. A maximálisan 40 t tömegű szerelési egységeket egy nagy teherbírású, (100 t) rendkívül kedvező emelési karakterisztikájú, dízel-elektromos, lánctalpas daru egyedül mozgatta. Második darura csupán a meder fölötti egyik elem elhelyezésekor volt szükség. A szerelési egységek jármokra és a már elkészült aléptímenyekre, illetve szerkezetre támaszkodtak. Először a letett elemek pályalemezei között készült el a hosszirányú, kerámia-alátétes tompavarrat. A hegesztés irányának megfelelően a két fél pályaszerkezet közötti hézag szélessége nem volt állandó. A pályalemez egyengetése után a keresztartók alsó övlemezeinek méretre igazított betételemezeit (pass darabjait) hegesztették be (1. a 11. ábrán). A varratok zsugorodása miatt a két fél elemet a hegesztések megkezdése előtt 1-2%-kal kifelé megdöntötték. A párosával összehegesztett egységek egymáshoz képesti alapszerkezeti helyzetének beállítása után készítették el a pályalemez keresztirányú varrait. Ezen egységek végeinél a rácsostartók hiányzó egy-egy rácsrúdját az egymáshoz képesti magassági beállítás után hegesztették a helyére.

A híd kivitelezésben részt vett cégek, szervezetek

Az alapozást HBM Hídepítő-Bachy Mélyalapozó Kft., az aléptímenyeket a STRABAG Építő Kft. készítette. A acélszerkezetet az MCE VOEST Hungary gyártotta és szerelte. Az egész vasútépítési beruházás 50%-os ISPA (az uniós tagországok számára készült ún. Kohéziós Alap előcsatlakozási megfelelője, mely elsősorban környezetvédelmi és közlekedési projekteket támogat) finanszírozással valósult meg a MÁV RT. BLI BLO Szombathely, mint mérnök közreműködésével. A hídépítés költsége összesen 2,35 millió eurót tett ki. Ez a híd folyóméterére vetítve kb. 18 ezer euró.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a tervek készítésében részt vett kollégáimnak alkotó munkájukat, segítségüket. Elsősorban Lipták Lászlónak tartozom hálával, akinek az ötletéből született a híd. Köszönet jár az együttműködés nehézségeivel küszködő kivitelezőknek igényes munkájukért, a hibák kijavítására tett erőfeszítéseiért, a kiváló minőségben elkészített hidért és nem utolsósorban köszönet illeti a Divízió munkatársait a rugalmas, az újdonságokat támogató, pozitív hozzáállásukért.



FÜLE ANTAL
MÁV Rt. TEBI
TFO Szeged
vimalbiztús

Nagyvasúti villamos vontatási felsővezeték vasúti hidakon és hidak alatt

A közlekedés fejlődése során gazdasági és környezetvédelmi okok miatt kialakult a villamos vontatás.

A villamos vontatás legfőbb jellemzője, hogy a mozdony a közlekedéséhez szükséges energiát nem viszi magával, az energiahordozót a pálya felett elhelyezett ún. felsővezeték biztosítja részére. A mozdony a villamos energiát áramszedője révén veszi le a felsővezeték munkavezetékéről.

A 80 km/h feletti sebesség fokozott követelményeket támaszt a felsővezetékkel és az áramszedővel szemben egyaránt, és az elvárás a sebesség növekedésével hatványozottan jelentkezik.

A megfelelő minőségű áramszedés érdekében a felsővezetéknek:

- A pálya síkjával közel párhuzamosnak kell lennie.
- Nem lehetnek nyomvonalában hirtelen magassági ugrások.
- Az áramszedőre egyenletes, meghatározott értékű nyomóerőt kell kifejtenie.

A felsővezeték és az áramszedő jó együttműködésének feltétele a megfelelő geometriával kialakított felsővezeték.

A műtárgyakon, műtárgyak alatti felsővezeték átvezetés a műtárgy miatt nem alakítható ki az optimális geometria szerint.

A felsővezeték geometriai módosításának velejárója az áramszedés romlása. A műtárgyakon történő átvezetés fontos feladata a még elviselhető geometriai torzulás meghatározása, melyhez elengedhetetlen a felsővezeték legfontosabb paramétereinek ismerete.

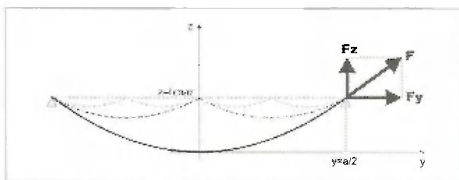
I. A felsővezeték főbb paramétere

Köztudott, hogy a levegőben kifeszített, elhanyagolható merevséggel és belső súrlódással rendelkező huzal magassági vonalvezetése egy speciális görbe, az ún. kötélgörbe szerint alakul.

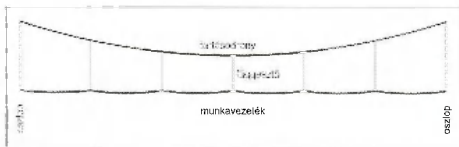
Ez a jelenség a merevségéhez képest nagy felfüggesz-

tési távolsággal rendelkező munkavezetékre is igaz, de a kötélgörbe szerint belógó munkavezeték csak kis sebesség (max. 40 km/h) esetén alkalmas áramszedésre.

A megfelelő magassági vonalvezetés javítható a feszítőerő növelésével, de ennek határt szab a mechanikai szilárdság, ezért a megfelelő geometriát a felfüggesztési pontok számának növelésével érjük el.

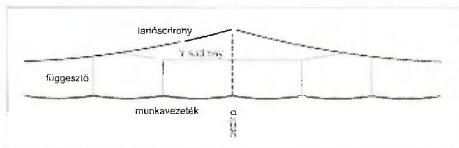


Azonos feszítőerő mellett a felfüggesztési pontok sűrítése jelentős belógáscsökkenést eredményez. A felfüggesztési pontok sűrítése nem a tartóoszlopok számának növelését jelenti.



A felfüggesztések sűrítése az ún. tartósodrony segítségével történik. A tartósodrony a munkavezeték felett elhelyezett, kifeszített bronz vagy acélsodrony, amelyhez az ún. függesztők segítségével kötjük fel a munkavezeteket.

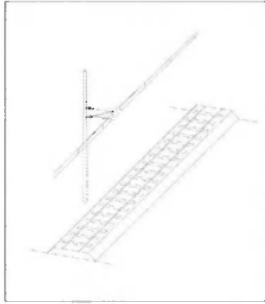
A tartósodrony, függesztő és munkavezeték együttesét hosszláncnak nevezzük.



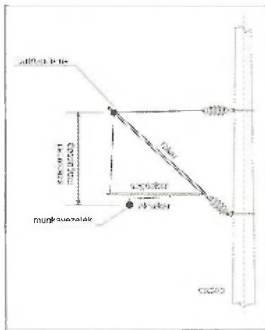
A hosszlánc rugalmasságának megfelelő értéken tartása miatt a felfüggesztési pontnál meghatározott erővel feszített, ún. Y sodronyot szerelnek fel.

A felsővezeteki hosszlánc felfüggesztése történhet:

- egyedileg, tartóoszlopokkal
- csoportosan, keretállásokkal
- csoportosan, keresztmezőkkel.



Az egyes felfüggesztési módok ugyan különbözőnek, de az alageometria azonos. Az ábrán a tartóoszlopos megoldást ábrázoltam. Az oszlopon az ún. tartószerkezet biztosítja a hosszlánc felfüggesztését. A munkavezeték és a tartósodrony felfüggesztési pontban mért távolságát szerkezeti magasságnak nevezzük. A szerkezeti magasság értéke normál esetben 1,8 m, amely szükség esetén csökkenthető.



A tartószerkezet főbb részei:
Főkar
 Feladata a hosszlánc súlyának átvitele az oszlopra, továbbá pozicionálja a tartósodrony helyzetét is.
Segédkar
 Feladata a munkavezeték kigyózásának pozicionálása.
Oldalkar
 Feladata a munkavezeték kigyózásának pozicionálása, és rugalmasságának biztosítása. Az oldalkar függőleges és vízszintes irányban is elmozdulhat.

Az ábra magyarázatában említett kigyózás a munkavezeték vízszintes síkban történő cikk-cakk vonalban történő vezetése, amelyre az áramszedő-paletta egyenletes kopása miatt van szükség.

A tartószerkezetnél alkalmazott főbb méretek:

Megnevezés	Normál érték	Minimális érték	Megjegyzés
Kigyózás egyenesben	+/-400 mm újában +/-300 mm	Nincs értelmezve	
Kigyózás ívben	+/- 350 mm	Nincs értelmezve	
Munkavezeték - segédkar távolság	250 mm	250 mm	Az áramszedőnyomás miatt szükséges, hogy az oldalkar ne ütközzön fel a segédkaron.
Munkavezeték - tartósodrony távolság (szerkezeti magasság)	1800 mm	Lásd a későbbi számítást	
Tartósodrony - Y sodrony távolság	~250 mm	~ 50 mm	Az oszloptávolság és a beszállás függvénye.

A munkavezeték sínkoronaszint feletti magassága:

Felszerelési hely	Magasság	Megjegyzés
Szabvány szerinti minimum	5050 mm	
Szabvány szerinti maximum	6150 mm	
Állomási vágányok felett	6000 mm	
Nyíltvonali vágányok felett, kétvágányú pályán	6000 mm	
Nyíltvonali vágányok felett, egyvágányú pályán	5700 mm	Az oszlopsecúción elhelyezett tápvezeték és a tartósodrony között, a karbantartási munkák során szükséges távolság biztosítása miatt.
Útátjárók felett	6000 mm	
Rakszelvény miatt nyíltvántartandó alsó határ	5500 mm	

A munkavezeték magasságát a vonatkozó MÁV SZ 2922:1995 szabvány meghatározott értékek között engedélyezi. Ennek oka a járműszerkezetségi elvekkel való összhang megteremtése. A főbb értékeket a fenti táblázatba foglaltam.

Alkalmazott pályasebesség (km/h)		Megengedett legnagyobb lejtés
-től	-ig	
0	100	1 : 200
100	120	1 : 250
120	140	1 : 300
140	160	1 : 400

A munkavezeték magasságváltoztatása nem lehet ugrásszerű, a szabvány szerinti értékek a táblázatban láthatók.

A felsővezeték üzemi feszültsége 25 kV, 50 Hz váltakozó feszültség.

Ez a feszültségérték kellően nagy érték ahhoz, hogy a feszültség alatt álló berendezés-részek ne legyenek akárhogy elhelyezhetők. A biztonságos üzemvitel érdekében ún. szigetelési távolságokat határoz meg a szabvány.

A szigetelési távolság a feszültség alatt álló szerkezet és a földpotenciálú pont között megengedett legkisebb távolság. Értékei az alábbi táblázatban láthatók.

Alkalmazási terület	Dinamikus helyzet		Statikus helyzet		Megjegyzés
	normál (mm)	legkisebb (mm)	normál (mm)	legkisebb (mm)	
Légszennyeződések nélkül	170	70	270	200	A dinamikus helyzet mozgó berendezésre értendő (pl. szél, vagy áramszedő által mozgott hosszlánc). A legkisebb értékek az áramszedő felé felé ható nyomóerőt veszik figyelembe. Statikus helyzetben a mozdony áll (legkisebb érték esetén).
Légszennyeződések figyelembe vételével	220	120	320	250	

A munkavezeték legalacsonyabb helyzetét a szabvány 5050 mm-ben állapítja meg. Ezt az értéket:

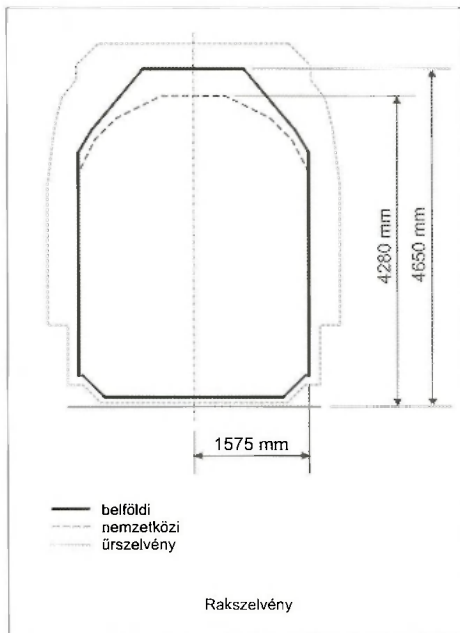
- szükség szűlte kényszernek, vagy
- szerkezeti okok miatti minimumnak

kell tekintenünk, és alkalmazását a lehető legnagyobb mértékben kerülnünk kell.

A vasút egyik alapvető feladata az áruszállítás. A rakományok között rendszeresen előfordulnak túlméretes rakományok, amelyek túlérnek a rakszelvényen.

A feszültség alatt álló munkavezeték és a rakomány legmagasabb pontja között is biztosítani kell egy biztonsági távolságot, melynek értéke a MÁV E 101. utasítás szerint 250 mm. Ezen távolság megléte esetén a vonat korlátozás nélkül haladhat.

A MÁV D 54 utasítás szerint a rakszelvény az alábbi.



A munkavezeték célszerű legalacsonyabb magassága:

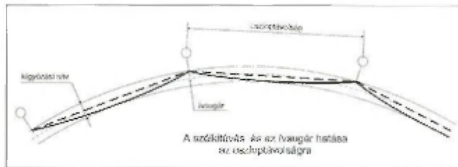
A rakszelvény felső szintje:	4650 mm
Rakomány túlérési ráhagyás:	500 mm
Biztonsági távolság (E 101):	250 mm
Járműmozgás dinamikus pótléka:	50 mm
Összesített magasság:	5450 mm

Ez az érték egybevág a rakszelvényen túlérő küldemények továbbításának elbírálása céljából, az E 101 utasítás értelmében nyilvántartandó 5500 mm alatti munkavezeték magasságokkal.

A munkavezeték minimálisan engedélyezhető legalacsonyabb magasságának új építési berendezések esetén az 5500 mm-es értéket kell tekintenünk.

A felsővezeteki oszlopok egymástól mért távolságát

- a pályáívf sugara
 - az alkalmazott kigyózás
 - az alkalmazott hosszlánc típus
 - a figyelembe vett szélsőbesség
- együttessen határozzák meg.



A felsővezeték az íves pályát sokszögvonalban (szagatott vonal) közelíti, miközben a munkavezeték sehol sem léphet ki a kigyózási sávból. A kigyózási sáv alatt a megengedett kigyózás érték kétszerese értendő.

Ez a feltétel meghatároz egy fiktív oszloptávolságot. A valóságban a felsővezeték a szabadban létesül, ahol esetenként szél is fúj. A szél mint megoszló terhelés, a hosszláncot kötélgörbe szerint kifújja (folyamatos vonal).

Amennyiben a fiktív oszloptávolságot alkalmaznánk, a munkavezeték kikerülne a kigyózási sávból, ezért a valós oszloptávolságot a fiktív oszloptávolságnál kisebb értékben kell megállapítani.

II. A felsővezeték elhelyezése hidakon

A felsővezeték elhelyezése szempontjából két alapvető hídtypust különböztethetünk meg:

- felül nyitott hidak
- felül zárt hidak

II. 1. Felül nyitott hidak

Felül nyitott hidaknak tekintem azokat a hidakat, amelyeknek nincs felső szélrácsuk, ezért a híd feletti térben semmilyen szerkezet nincs.

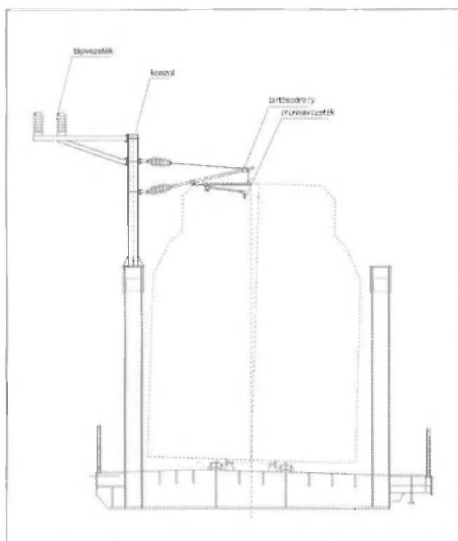
Ezeket a hidakat a felsővezeték korlátozás nélkül elhelyezhető.

Az elhelyezés tekintetében alapvetően csak a híd hossza számít.

Amennyiben a híd hossza kisebb, mint az alkalmazandó oszloptávolság, a felsővezeték csak áthalad a híd felett, de azon nincs megfogása.

Abban az esetben, ha a híd hossza nagyobb, mint az alkalmazandó oszloptávolság, a hídon a felsővezeték részére megfogást kell létesíteni. Ez a megfogás a híd szerkezeti kialakítása függvényében történhet:

- közvetlenül a hídszerkezethez
- az oszlop helyett e célra felszerelt függőleges konzolhoz



Az ábrán jelölt esetben a híd főtartójára szerelt függőleges konzolhoz erősítjük a felsővezeték tartószerkezetét, valamint a tápvezetékét.

A tartókonzol célszerűen cső, vagy „H” szelvény lehet. A felerősítés lehet csavaros vagy hegesztett egyaránt.

Látható az ábrán, hogy a konzol elvben bármilyen hosszú lehet, azaz a felsővezeték és tápvezeték tekintetében nem kell korlátozásokat alkalmaznunk.

Az ábrán csökkentett szerkezeti magasságot alkalmaztunk. Ennek oka, hogy a hidnak vannak zárt szakaszai is, viszont sem a munkavezeték magasság, sem a szerkezeti magasság nem változhat ugrás-szerűen.

Esztétikai okok miatt, valamint a szerkezeti egységesség érdekében, későbbi villamosítás esetén is célszerű lehet a tartókonzolt a híddal együtt elkészíteni.

II. 2. Felül zárt hidak

Felül zárt hidaknak tekintem azokat a hidakat, amelyeknek van felső szélrácsuk, ezért a híd feletti térben a felsővezeték korlátozás nélkül általában nem helyezhető el.

A műszakilag legjobb megoldás az lenne, ha a felsővezeték normál kialakításához választanánk meg a híd magassági méreteit. Ez nagyon magas hídszerkezetet eredményezne, ezért alkalmazása gazdaságtalan.

A gazdaságilag legjobb megoldás az lenne, ha a legalacsonyabb munkavezeték és szerkezeti magasság figyelembe vételével határoznánk meg a híd magassági méretét. Ez a megoldás megépíthető ugyan, de nem lennének továbbíthatók a hídon a rakszelvényen túlértékű küldemények, azaz a vasút alaptevékenységében okoznánk korlátozásokat.

Meg kell keresnünk a műszaki-gazdasági optimumot.

Megnevezés	Hídmagasság számítás a nevelges felsővezeték magasságával	Számítás a szabvány szerinti minimális felsővezeték magasságával	Számítás a rakszelvény figyelembe vevő felsővezeték magasságával
Munkavezeték magasság	6000 mm	5050 mm	5500 mm
Munkavezeték-segédkar távolság	250 mm	250 mm	250 mm
Segédkar-Y sodrony távolság	150 mm	150 mm	150 mm
Y sodrony-tartósodrony távolság	250 mm	250 mm	250 mm
Szigetelési távolság	320 mm	320 mm	320 mm
Számított hídmagasság	6970 mm	6020 mm	6470 mm
Munkavezeték magasság	6000 mm	5050 mm	5500 mm
Dinamikus pótlék	50 mm	50 mm	50 mm
Biztonsági távolság	250 mm	250 mm	250 mm
Rakszelvény magasság	4650 mm	4650 mm	4650 mm
Rakománytúlérési tartalék	1050 mm	100 mm	550 mm

Az első esetben túlzottan nagy lesz a hídmagasság, a második esetben alig marad tartalékunk a rakszelvényen túlértékű küldemények továbbítására, míg a harmadik esetben kb. 0,5 m tartalékkal rendelkezünk, ezért ez utóbbit tekinthetjük optimális esetnek.

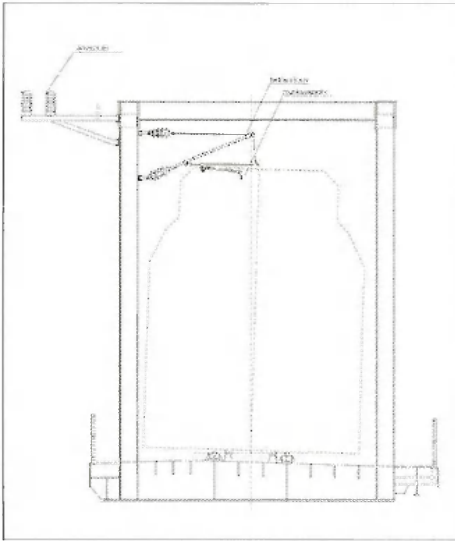
Eszerint felül zárt hidaknál a 6500 mm hídmagasság tekinthető tartalékkal is rendelkező optimumnak. Megjegyzendő, hogy az MSZ 8691-4:1981 szabvány 6000 mm-es szabadon tartandó teret ír elő új építésű hidakra. Ezzel a hídmagassággal még a 100 mm-es rakszelvényen túli tartalék sem lesz biztosított, ha betartjuk a felsővezeték előírásait.

A fentiek alapul vételével megfontolandónak tartom nevezett szabvány módosítását, és a szabadon tartandó tér sinkoronasint feletti magasságának 6000 mm helyett 6500 mm-ben történő előírását.

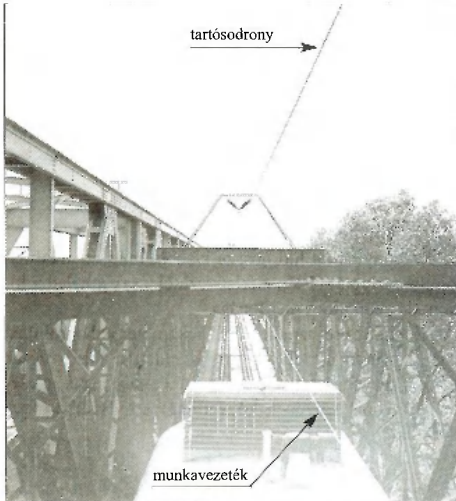
A felsővezeték megfogások tekintetében hasonló a helyzet a nyitott hidakhoz.

Amennyiben a híd hossza kisebb, mint az alkalmazandó oszloptávolság, a felsővezeték csak áthalad a hídon, de azon nincs megfogása.

Abban az esetben, ha a híd hossza nagyobb, mint az alkalmazandó oszloptávolság, a hídon a felsővezeték részére megfogást kell létesíteni. Ez a megfogás az esetek túlnyomó részében közvetlenül a hídszerkezethez történik.



Az ábrán jelölt esetben a híd főtartójára erősítjük a felsővezeték tartószerkezetét, valamint a tápvezetékét. A felerősítés általában csavaros, de elvben lehet hegesztett is. Az ábrán az előző optimális esetből kiinduló hidmagasság miatt a minimálisra csökkentett szerkezeti magasságot alkalmaztam.



Alacsony hidak esetén a munkavezeték magasság csökkentése helyett esetenként a hidat „beleépítik” a felsővezetéki hosszláncba. Ez azt jelenti, hogy a tartósodronyt a híd felett vezetik és fogják meg, a munkavezeték a szélrácsok alatt halad, a függesztők pedig a szélrácsok között helyezkednek el.

A megoldás ötletes, de nem valószínű, hogy a hidak esztétikai elcsúfítása jelenti az ideális megoldást. Ideiglenes megoldásként (lásd a képen) megfelel, véglegesen nem célszerű alkalmazni.

III. Felsővezeték átvezetés a hidak alatt

A híd alatti felsővezeték átvezetés magassági vonalvezetési szempontjai azonosak a hídon átvezetett felsővezetéknel leirtakkal.

Különbségek:

- rövidebb szakaszon korlátozzuk a felsővezeték magasságát
- a hídstruktúrára általában nem fogjuk meg a felsővezetékét
- vasbeton vagy öszvérhidak esetén védőberendezéseket kell alkalmazni

Az MSZ 8691-4:1981 szabványa a szabadon tartandó tér vonatkozásában három esetet taglal:

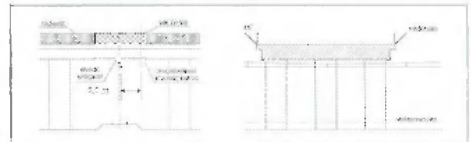
- a hídszélesség 15 m alatti
 - a szabadon tartandó tér magassága 6000 mm
- a hídszélesség 15–20 m közötti
 - a szabadon tartandó tér magassága 6200 mm
- a hídszélesség 20 m feletti
 - a szabadon tartandó tér magassága 6500 mm

Az esetek többségében a hidak nyíltvonalis szakaszon létesülnek, ahol az átlagos oszloptávolság 75 m.

Ennél az oszloptávolságnál 2-3 függesztőköz esik a híd alá. Ezen a függesztőköz-hosszon a tartósodrony magasságváltozása az oszlopköz felezőjében, ahol általában a hidak vasút feletti átvezetése történik, 51–103 mm, azaz jelentősen kisebb, mint az ezen ok miatt differenciált szabadontartandó tér magasságok különbsége.

A 6500 mm-es hidmagasság (a híd alsó élének magassága a sínkoronaszint felett), kezelhető szerkezeti magasság mellett, megfelelő felsővezeték magasságot eredményez, ezért megfontolandónak tartom az MSZ 8691-4:1981 szabvány módosítását és a szabadon tartandó tér sínkoronaszint feletti magasságának 6500 mm-ben történő előírását, és a jelenlegi szélesség szerinti differenciálás megszüntetését.

IV. Védőszerkezetek a hidakon



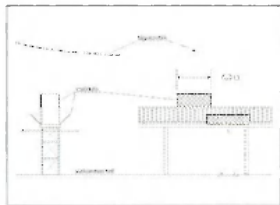
Azokat a hidakat, amelyek alatt felsővezeték vezetnek át, védőszerkezetekkel kell ellátni.

Ilyen védőszerkezet az **élvédő szögacél**, amely az elszakadó felsővezeték felcsapódása vagy túlzott megemelés esetén fellépő zárlati áramaitól védi meg a hid-

szerkezetet. Acélhidaknál alkalmazása felesleges. Az élvédő szögacélt fémesen össze kell kötni a hídszerkezettel és a vasúti EPH vezetével (vágány, drosszel-transzformátor).

Ugyancsak védőszerkezet a *védőháló*, amely a felsővezeték hídról történő megközelítését akadályozza. Ilyen eset lehet a huzal vagy lánc lelógatása, lemászás, stb. A védőháló lehet sűrű szövésű drótháló vagy lemez. Acélhidaknál is alkalmazni kell. A védőhálót fémesen össze kell kötni a hídszerkezettel és a vasúti EPH vezetével (vágány, drosszel-transzformátor). A védőhálón az E 101 utasítás szerinti figyelmeztető táblákat kell elhelyezni.

A védőháló, és/vagy az élvédő szögacél hosszát úgy kell megválasztani, hogy az mindkét irányban min. 2 m-rel túlnyúljon a legszélső feszültség alatt álló felsővezetéki szerkezeten.



A gyalogfeljárókra, ha azok felett táp- vagy megkerülő vezeték halad át, felső védőhálót is el kell látni. A védőhálót a hídszerkezettel fémesen össze kell kötni. A védőháló a felette lévő vezeték nyomvonalán mindkét irányban min. 2-2 m-rel nyúljon túl.

VI. Tápvezeték átvezetés hídon, híd felett, híd alatt

VI.1. Hídon átvezetett tápvezeték

A hagyományos megoldás szerint a tápvezeték a híd külső oldalán vezetik át, megfelelő méretű konzolokra szerelve (lásd korábbi ábra).

Ez a megoldás amellét, hogy esztétikailag kedvezőtlen, a hidkarbantartást is akadályozza.

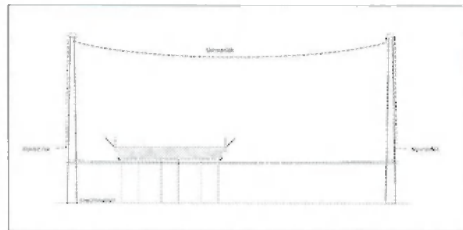
Korszerűbb megoldásnak tekinthető a tápvezeték hídon történő kábeles átvezetése. Korábban a nagyfeszültségű kábelek nem voltak megfelelőek, de ma már beszerezhetők megfelelő minőségű kábelek.

A kábel részére a járdalemez alatt, kábelcsatornában elhelyezett \varnothing 150–200 mm méretű, alsó alkotóján hosszában hasított védőcsövet kell elhelyezni. Ez a cső biztosítja kábelhiba esetén a zárlat-védelmet. A kábel mechanikai védelmére az acél védőcsőbe \varnothing 100–150 mm méretű KPE védőcsövet célszerű helyezni.

VI. 2. Híd felett átvezetett tápvezeték

A tápvezeték szabadvezetékes megoldással csak a híd felett vezethető át úgy, hogy a karbantartási munkák zavartalanul végezhetőek legyenek. Amennyiben a tápvezeték csökkentett magassággal a híd alatt vezetjük át, a lecsökkent távolságok miatt, karbantartási munka ese-

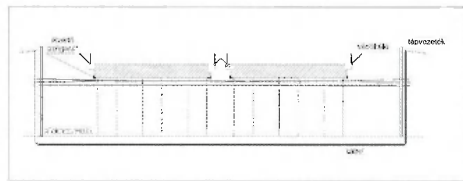
tén a felsővezetékkel együtt a tápvezeték is feszültségmentesíteni kell, emiatt a mögöttes felsővezeték szakaszok energia ellátása nehézségekbe ütközik.



A megoldás két magas oszlop alkalmazását igényli.

VI. 3. Híd alatt átvezetett tápvezeték

Elkerülhető a magas oszlopok alkalmazása, ha a tápvezeték a híd alatt kábellel vezetjük át.



VII. Összefoglalás

A fentiekben érintőlegesen ismertettem a felsővezetéki berendezések kialakításának néhány szempontját.

Céлом egyrészt, a felsővezeték-technikában kevésbé jártas hidász szakemberek figyelmének ráirányítása arra, hogy:

- megfelelő műszaki paraméterekkel rendelkező
- esztétikus megjelenésű
- korlátozásokat nem okozó

felsővezeték általában csak a híddal összhangban tervezhető.

Ennek eléréséhez az szükséges, hogy a híd tervezése során a munkába felsővezeték tervezőt is bevonjanak, ha a hídon átvezetett vasút valaha is villamosítva lesz (lehet).

Ugyancsak céloom, hogy a fentiekben részletezett szabvány módosításokra javaslatot tegyek.



SOLYMOSSY IMRE
műszaki igazgató
MSc Kft.

A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd tervezése

A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd a Tiszatenyő-Szentes vv. 333+76,92 hm szelvényben 90°-os szögben keresztezi a Hármas-Körös folyót, annak kb. 50° görbületű jobb kanyarulatában.

Az első állandó jellegű híd 1885-ben épült ezen a helyen, fájármokkal alátámasztott 15 m támaszközű felsőpályás, kéttámaszú vasszerkezetekkel. 1922-ben a jégzajlás elsodorta a mederben lévő cölöpjármokat, a helyreállítás során egy 59,4 m támaszközű rácsos mederszerkezetet építettek be cölöpalapozású betonpillérekkel. A fájármokat 1931–34 között fokozatosan beton alépitményekre cserélték ki. 1934-ben új gerinclemez szerkezeteket építettek be a medernyílás két oldalán, a jobb parton 19,30 m, a bal parton 20,80 m támaszközszel. 1935–36 folyamán a megmaradt ártéri felszerkezeteket megerősítették. Az 1944-ben felrobbantott rácsos mederszerkezetet és a jobbparti nyílást 1949-ben állították helyre, majd 1956-ban erősítési munkákat végeztek.

1988–91 között az ártéri hidakat acélszerkezetű felsőpályás gerinclemez szerkezetekre cserélték, hagyományos hidfás központi léces pályaszerkezetekkel. A megmaradó rácsos mederhidat és a mellette lévő 19,30 és 20,80 m támaszközű gerinclemez szerkezeteket megerősítették és megemelték. Ekkor nyerte el a híd a mostani felújítás előtti formáját az alábbi támaszközökkel: 6×14,60+19,30+59,40+20,80+2×14,60 m.

A Tiszatenyő-Szentes vv. 1980-as években elvégzett korszerűsítési munkálatai során az átépített szakaszon a fejlesztési sebességet 100 km/órára emeltek, a kiépítési és engedélyezési sebesség 80 km/órára, a tengelyterhelés pedig 210 kN-ra módosult. A korszerűsítési munkák tervezett folytatása szükségessé tette a Kunszentmártoni Körös-híd régi mederszerkezeteinek átépítését, hogy a vonalra engedélyezett terhelésű és sebességű járművek korlátozás nélkül áthaladhassanak.

A hídszerkezet felújításának és részleges átépítésének tervezését az MSc Kft. közbeszerzési eljárás során nyerte el 1998. novemberében. Az előkészítő munkákat

– geodéziai felvétel, mederfelvétel, talajmechanikai felmérések, pillérvizsgálatok és mintavételek, stb. – nagymértékben nehezítette a rendkívüli árvíz.

A tervezés első fázisában többváltozatos döntéselő-készítő tanulmányt készítettünk, melyben a cserélendő három mederszerkezet helyett két nyílás építését javasoltuk. Így lehetővé vált a partbiztosítás hiányában erősen elfajult meder követése (1. ábra) és az előírt hajózási úrszelvény biztosítása.

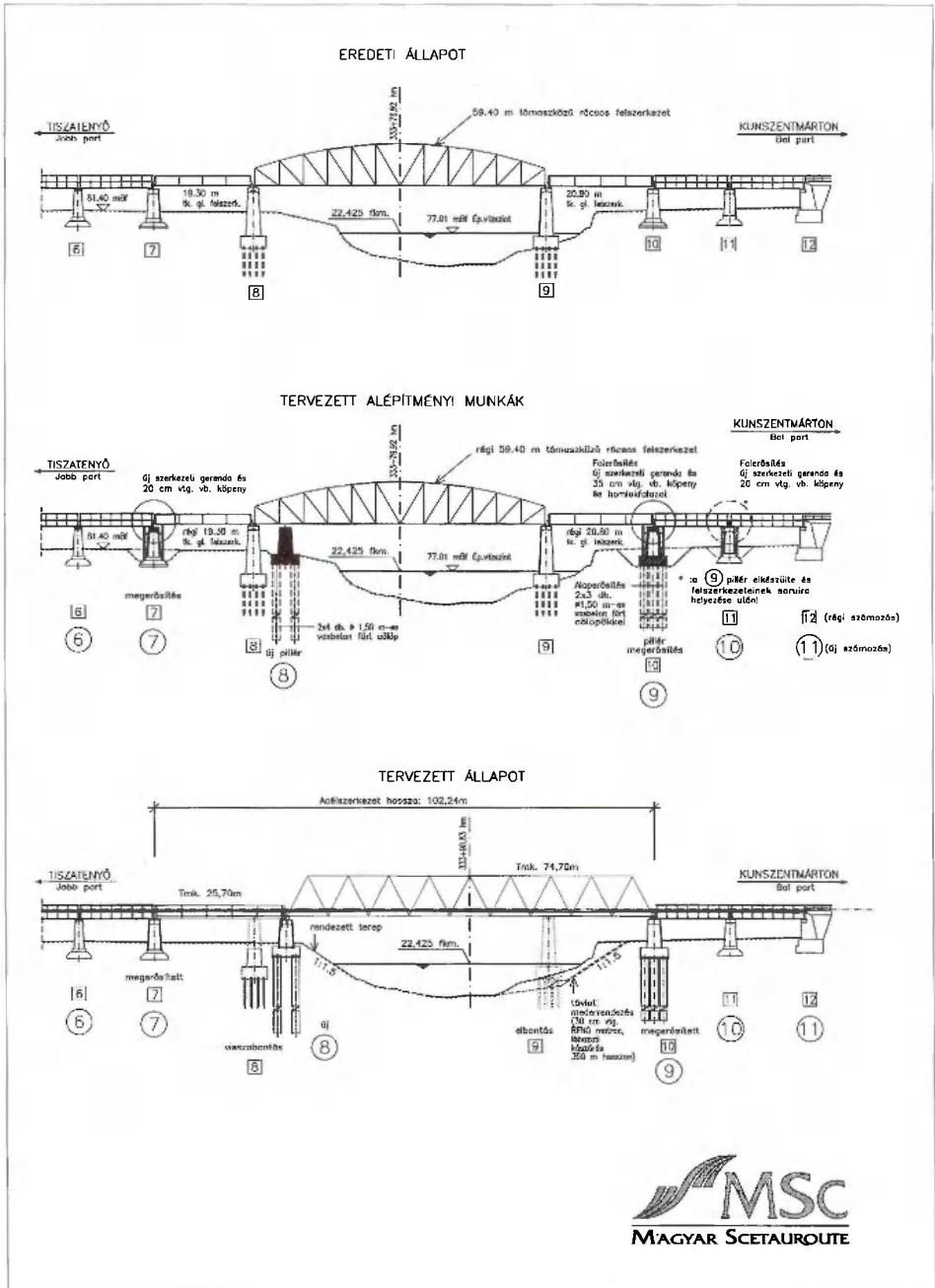
Fentiek alapján az engedélyezési tervet egy 25,70 m támaszközű süllyesztett pályás gerinclemez és egy 74,70 m támaszközű alsópályás rácsos szerkezet beépítésére dolgoztuk ki. A gerinclemez szerkezet alsó éle és szerkezeti magassága megegyezik a megmaradó ártéri nyílások felsőpályás szerkezeteivel. A rácsos híd kisebb szerkezeti magasságát a hajózási úrszelvény szabta meg, így a sínkorona szintet nem kellett emelni.

Mindkét híd hegesztett szerkezetű, a helyszíni kapcsolatok általában NF csavarosak. A pályaszerkezet hagyományos hossz- és keresztartós, nyílt pályás, központi léces vasúti felépítménnyel készült – igazodva a meglévő ártéri szerkezetekhez –.

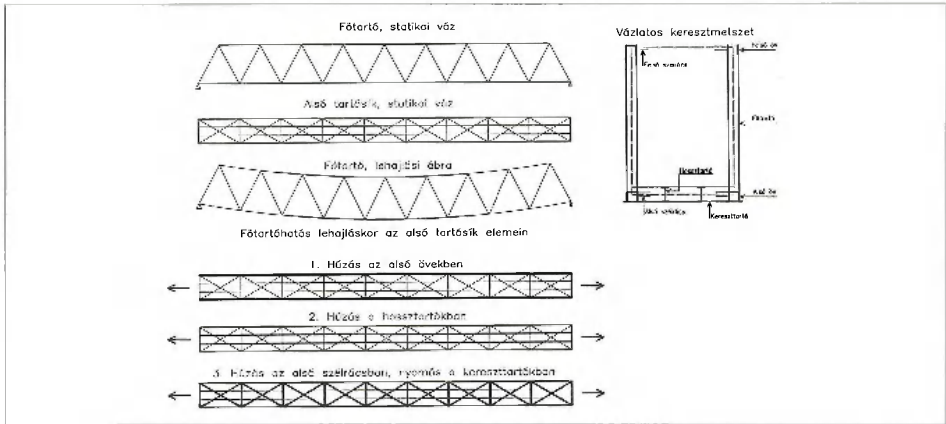
Az alépitmények tervezésénél elsődleges szempont volt, hogy építések illetve erősítések közben a vasúti forgalmat a régi hidon fent lehessen tartani. A két új acélszerkezet 8-as számú közös mederpillérét a régi felszerkezet alatt el lehetett készíteni. A fűrt cölöpköket úgy osztottuk ki, hogy a régi híd mellett biztonságosan elkészíthetők legyenek. A fix saruk természetesen az új pillérré kerültek, azt már erre méreteztük.

Az ártéri szerkezetekkel közös 7-es és 10-es számú pillérek erősíteni kellett. Köpenyezés és új vb. szerkezeti gerendák készítésén túlmenően a régi sicalapozású 10-es számú pillért fűrt cölöpalapozással szélesítve erősítettük meg. Az új híd forgalomba helyezése után a feleslegessé váló régi 8-as és 9-es számú pillérek földből, illetve mederből kiálló részét el lehetett bontani.

Az új híd általános elrendezését lásd a 2. ábrán.



1. ábra. Kunszentmártoni Körös-híd átépítése



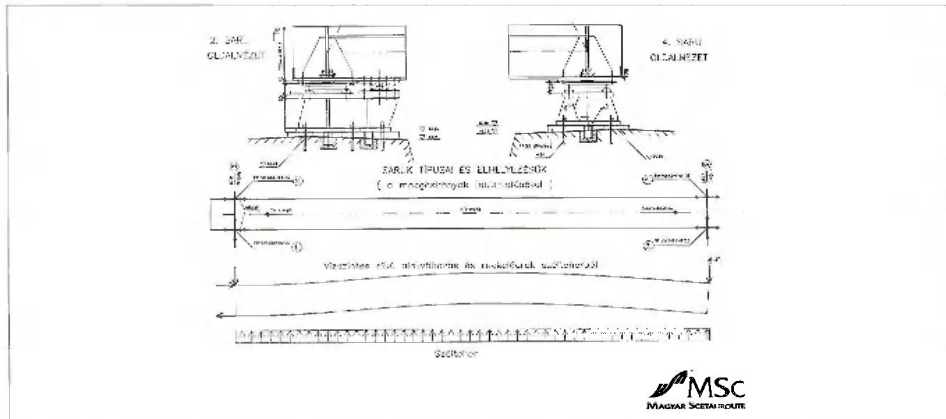
3. ábra. Főtartóhatás rácsos szerkezet alsó elemein

A felszerkezetek helyszíni szerelését, építését és bontását jármokon, hossz- és keresztirányú be-, illetve kihúzással irányoztuk elő.

A kiviteli tervek készítése során a rácsos híd esetében eltértünk a szokványos szerkezeti kialakítástól. Az alsó szélrácsot és a hossztartó szélrácsot összevontuk, és a pályaszerkezet súlyvonalában helyeztük el. Így a térbeli rácsos szerkezet alsó elemei jobban együttműködnek, az alsó övrudak és a hossztartók mellett a szélrács és a kereszttartók együttese is résztvesz a hosszirányú teherviselésben (3. ábra), s csökken a kereszttartók vízszintes hajlítása. A szélrács méretét többször módosítva optimalizáltuk, mivel szelvényének változtatásával jelentősen átrendeződnek az igénybevételek az alsó övben. A feszültségméréses próbatelhelési eredmények jól igazolták elképzeléseinket és számítási modellünk helyességét.

A rácsos híd saruinak tervezésekor ugyancsak eltértünk a szokásoktól. A 4 db, egyenként 4000 kN teherbírási teflonbetétes fazéksaru mindegyike hosszirányban mozgó, a befolyási oldalon lévő keresztirányban fixek (4. ábra). A hosszirányú rök felvételére a saruk elé NF csavarokkal felerősített ütközők szolgálnak átvive a terhelést a saruzsámolyokra, így a fazéksarukkal együtt töltik be a hagyományos értelemben vett fix saruk szerepét. A fékező erőből és a szélteherből származó – vízszintes síkú befogásból eredő – hídtegelvény irányú erőket csak a szükségesnél lényegesen nagyobb függőleges teherbírási fix sarukra lehetett volna áthárítani.

Az egyéb szerkezeti részletekre, anyagminőségekre, gyártásra, szerelésre, illetve építésre vonatkozólag a kivitelezők cikke tájékoztatt.



4. ábra. Kunszentmártoni Körös-híd átépítése



SÉLLEY TIVADAR
MÁV Hidépitő Kft.
acélszerkezeti főmérnök

A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd gyártása és szerelése

A MÁV Hidépitő Kft. végezte a Tiszatenyő–Szentcsanak v. 332/35 hm. szelvényben lévő kunszentmártoni Hármas-Körös-híd ártéri és mederszerkezetének átépítési munkái során az új hídszerkezetek gyártási-, szerelési- és korrozóvédelmi munkáit.

Acélszerkezet gyártása

A régi 2 db süllyesztettpályás ártéri és az 1 db rácsos meder acélszerkezetet elbontották, helyette új pillérkiosztással a Kungyalu felőli oldalra egy 25,4 m támaszkörű süllyesztettpályás ártéri acélhidat, a Kunszentmárton felőli oldalra pedig egy 74,7 m támaszkörű alsópályás rácsos felszerkezetet épült.

A szerkezet elhelyezkedése vízszintes, keresztelési szöge 90°. A hídszerkezet a gyártóműben három egységben készült – két főtartó a keresztartó bekötő csomóponttal, és a pályaszerkezet.

A mederhid, melynek támaszköre 74 700 mm, kéttámaszú alsópályás oszlop nélküli rácsos főtartó, kereszt-, hosszartós, nyitott pályaszerkezettel. A hid alsó és felső szélráccsal készült.

A gyári kapcsolatai hegesztettek, a helyszíniek NF csavarkötések – kivétel a pályaszerkezetben a hosszartó felső övek helyszíni kapcsolatai, melyek hegesztve készültek a helyszínen.

A pályaszerkezetet a gyártóműben három egységben gyártották le. Ugyancsak három egységben készültek főtartók alsó és felső övei. Külön gyártási egységet kaptak a rácsrudak és kapuzatok.

A szerkezetek alapanyaga:

S 23570(37C), S 2357263(37D), S 2357862(37B)

Hegesztési varrat minőségek az MSZ 6442-79M szerint:

Tompavarratos kötések I C

„T” kötések tompavarratok I. o.

Sarokvarratos kötésekre I. o.

Hegesztőanyagok:

A kézi ivhegesztés OK 48.00, o 2,5, 3,25, 4, 5 mm elektródával készült

A fedőporos ivhegesztés hozóanyaga:

OK AUTROD 12.20 Ø 3., 4., 5 mm

OK FLUX 10.61 fedőpor a tompa és sarokvarratok hegesztéséhez

A védőgázhasználatú ivhegesztéshez használt anyagok:

OK AUTROD 12.56 huzal

18% CO₂–821% Ar kevert gáz

A gyártási munka a mederszerkezet 3 egységből álló pályaszerkezetének, valamint az alsó övrudak és az alsó szélrács gyártásával indult. Ezt követte a rácsrudak, kapuzatok és a felső övek gyártása.



1. kép. A mederhid pályaszerkezetének gyártása

Ugyanezen sorrendben történt a szerkezet próbaszerelése is központi telephelyünkön. Először a pályaszerkezetet a főtartó alsó övrudakkal és az alsó szélrácsokkal állítottuk össze a hid teljes hosszában. Ekkor történt meg a helyszíni illesztések furatainak végleges átméretezésére való felfúrása is.



2. kép. Mederszerkezet főtartójának próbaszerelése

A próbaszerelés második szakaszában a jobb és baloldali főtartókat oldalra kifelé fordított állapotban állítottuk össze és fűrtük össze a szükséges beállítások elvégzését követően.

A keresztirányú főtartóba bekötő furatokat, valamint a kapuzat és a felső szélrács furatait a próbaszerelés során csak előfűrtük. Ezen furatok végleges felfurását csak a helyszíni szerelés, a végleges beállítást követően végeztük el.

Az összejelölt és szétbontott elemek a sorjázást követően felülettisztítóba kerültek. Itt az elemeket fémzsemce szórással tisztítják $Sa\ 2\frac{1}{2}$ tisztasági fokozatra zárt tisztítókamrában.

A felülettisztítást követően az elemekre alapozó mázolás került GEHOPON-EXZINK 2K cinkporos alapozóval, 80 μm rétegvastagságban.

A mederszerkezet összsúlya: 310 To

A gyártási munka: 2001. decemberében indult és 2002. áprilisában ért véget.

A mederszerkezet gyártási munkáinak befejeztével indult az ártéri gerinclemez híd szerkezet gyártása.

A szerkezet alapanyaga, valamint a felhasznált hegesztőanyagok minősége megegyezett a rácsos mederszerkezet gyártása során felhasznált anyagokkal.

A gyártás során a híd szerkezet teljes próbaszerelése és összefúrása megtörtént.

Az összejelölést és szétbontást követően a híd szerkezetet az előbbieken ismertetett korrózióvédelmi bevonattal láttuk el.

Az ártéri szerkezet összsúlya 68 To.

A műszaki ellenőri tevékenységet, a gyártási, korrózióvédelmi és helyszíni szerelési munka folyamán a beruházó megbízottjaként a MÁV KfV Kft. látta el.

Ők végezték el a kész szerkezeti elemek átvételét és a kiszállítások engedélyezését is.

A gyártási munkához kapcsolódó roncsolásos anyagvizsgálatokat az AGMI Rt., míg a roncsolásmentes vizsgálatokat a LAFOREX Bt. végezte.

Hídszerkezet szerelése

A Hídepítő Rt.-vel közösen készítettük el a szerelés-technológiai terveket. Ugyancsak együtt történt a szerelőállványzat kivitelezése. Általánosságban a cölöpözés és az alátámasztó csöbök és azok sicalapozása a Hídepítő Rt. munkája volt.

A hossz- és keresztirányú betolópályák tartószerkezetének beépítése, az ezekre kerülő sínpályák, állványzatok elkészítése a MÁV Hídepítő Kft. feladata volt.



3. kép. Vagonba rakott főtartó felsőövek

A technológia kialakításánál maximálisan próbáltuk figyelembe venni a kivitelezők technológiai adottságait, rendelkezésre álló speciális anyagait, eszközeit.

Ugyanakkor törekedtünk arra, hogy a szerelés-technológiával kihasználjuk a szerkezetben rejlő szerelés-technológiai lehetőségeket, valamint hogy alkalmazkodjunk az ajánlatunkban tett vállalásunkhoz, miszerint a forgalom minimális zavarásával végezzük el a feladatot. Ezzel egyenrangú célunk volt az is, hogy a megtervezett technológia költségtakarékos legyen.

Az új mederszerkezet szerelését a Hármaskörös bal partján kialakított szerelőtéren végeztük. A szerelőtér a vasúti töltésnek támaszkodva épült, a behúzás tengelye a vágánytengellyel párhuzamosan, attól 10 m távolságra lett meghatározva.

A behúzóinek egymástól való távolsága azonos volt az új híd főtartó tengelytávolságával, azaz 5,1 m.

Az új híd szerkezetek egységeit vasúton szállítottuk Kunszentmárton vasútállomásra.

A mederszerkezet pályaszerkezte 3 egységben, a főtartó alsó- és felsőövek 3-3 részben, a rácsrudak és kapuzatok pedig önálló szállítási egységként kerültek leszállításra. Az ártéri szerkezetet három egységre bontva szállítottuk, amely a pályaszerkezetből és a két főtartóból állt.

A mederszerkezet helyszíni kirakását a szerelő állványra és szerelését a MÁV Hídepítő Kft. vasúti darui-nak segítségével végeztük éjszakai vonatmentes időben, a vasúti forgalom zavarása nélkül.

Először a pályaszerkezetek és a főtartó alsó övek kirakását és szerelését végeztük el. Ezt követően pedig a főtartó felső övek és rácsrudak kirakását, majd a következő éjszaka az előszerelt felső övszakaszok beemelését és szerelését végeztük el.



4. kép. A mederszerkezet helyszíni szerelése

A szerkezet előszerelését, pontos beállítását követően helyére kerültek az NF csavarok, melyekből a mederszerkezet szerelésénél mintegy 15 000 db-ot helyeztünk el. Az ártéri szerkezet szintén nyíltvonali kirakással került a szerelőtérre, de itt a kirakást 90 tonnás közúti daruval lehetett végezni, amely a szerelőtér előtt állva emelte le a 24 tonnás elemeket a vasúti pályáról.

A gyári bemérőlapok alapján történt beállítást követően a szerkezetek helyszíni korrózióvédelmi munkáit végeztük a vágányzárt megelőzően.

A szállítási és szerelési munka során keletkezett sérülések javítását követően a közbenső mázolás GEHOPON-EISENGLIMMER 2K epoxid közbenső, vascsillámos festékkel végeztük 80 µm szárazréteg vastagságban. A fedőmázolást WIEREGEN-ACU-EISENGLIMMER 2K poliuretán átvonó festékkel végeztük DB 501 színben 80 µm rétegvastagságban. A teljes rétegvastagság az acélszerkezeten 240 µm.

A hosszirányú betolás a bal parton folyamatosan kialakított pályán történt. A pálya a szerelőtérén 10 m-ént kialakított vb. alaptestekre támaszkodott, majd két partí- és egy mederjárom támasztotta alá a folyó bal partjának eléréséig („9a” jelű mederjárom).

A híd szerkezeti kialakítása maximum három keretállásnyi konzolosságot megenged. Ezt használtuk ki azért, hogy a további folyamatos hosszirányú behúzópálya helyett egy keretállásnyi hosszúságú (8,3 m) célpözütt mederjáromot („8b”) építettünk három keretállásnyi távolságra a balparti („9a”) járomtól.

A „8b” jelű mederjáromot elhagyva a híd két keretállásnyi konzol kialakulásával elérte a jobbparti mederpillér tengelyét.

A keretállásnyi előretolásokat a betoló kocsi áthelyezése szakította meg.

Ilyenkor a hídszerkezet megemelésével a behúzó kocsi a fellépő reakciók figyelembevételével át kellett rendezni a behúzás folyamán többször is.

A szerkezet mozgatásához 1000, 500 és 250 kN teherbírási behúzó kocsikat használtunk párban összeállítva. A teherátadás a kocsi fejlemezén a két görgő felett történt, melyre teherelosztó tartók kerültek beépítésre.

A hídszerkezeteket hidraulikus toló hengerekkel mozgattuk, melyek 250 bar nyomással, 1,05 m löket-hosszon dolgoztak. A hidraulikus hengerek a betoló-pálya sínjére támaszkodtak az előrehaladást fogaskör-műs léptetés biztosította.



5. kép. Mederszerkezet hosszirányú betolása

A választott technológiai megoldással mintegy 310 tonnás acélszerkezet közel 100 m-es hosszirányú mozgatása, valamint a keresztirányú betoló pályára helyezése vágányzár nélkül és a vonatforgalom minden zavarása nélkül elvégezhető volt.

Annak érdekében, hogy a hídszerkezetet csak a legszükségesebb mértékben emeljük vagy süllyesszük, a



6. kép. „8b” és „9a” jelű mederjáromok a hosszirányú betolás folyamán

hossz- és keresztirányú behúzópályák felső síkját azonos magasságra alakítottuk ki. Az új mederszerkezet keresztirányú betolópályára helyezése vágányzár nélkül és a vonatforgalom minden zavarása nélkül elvégezhető volt.

Annak érdekében, hogy a hídszerkezetet csak a legszükségesebb mértékben emeljük vagy süllyesszük, a hossz és keresztirányú behúzópályák felső síkját azonos magasságra alakítottuk ki. Az új mederszerkezet keresztirányú betolópályája a „8” és „9” jelű pillérek sarutengely vonalában lett kialakítva.

A „7” és „8” jelű támaszok között beépülő gerinclemezés hídszerkezet helyszíni szerelése a keresztirányú betolás tengelyében és szintjén történt a folyó jobb partján kialakított szerelő állványon.

A régi hídszerkezetek – az 59,40 m támaszközű rácsos mederhíd, a 19,30 m és a 20,50 m támaszközű gerinclemezés szerkezetek – alátámasztására és a bontásuk elvégezhetősége érdekében a kifolyási oldalon további kitoló és bontó állványok épültek a vágányzárt megelőzően a vágánytengelytől 8 m távolságra.

A hídszerkezetek mozgatása, a technológia további végrehajtása vágányzártban, a vonatforgalom folyamatos kizárásával volt végezhető.

A vágányzár ideje: 2002. augusztus 2–16.

A vágányzártban végzendő feladatok pontos egymásra épülő munkafázisainak koordinálására vágányzárti ütemterv készült.

A vágányzárti munka a szükséges vasúti pálya bontását követően a régi hídszerkezetek megemelésével a hiányzó kitolópálya megépítésével, valamint a szerkezetek hídkitolókocsokra rakásával és a régi hídszerkezetek bontóállványra történő kitolásával kezdődött.



7. kép. Mederszerkezet szerelése a szerelőtéren

A régi szerkezetek kitolását és a bontóállványon való rögzítését követően – amely a vágányzár második napján történt –, az új szerkezetek betolását végeztük a vágányzár harmadik és negyedik napján.

A vágányzár ötödik, hatodik napján a mederszerkezet, míg a hetedik napon az ártéri szerkezet süllyesztését és sarura helyezését végeztük el.

A vágányzár hátralévő napjaiban a vasúti pálya épült meg. Az utolsó vágányzárti napon volt a híd próbaterhelése és a forgalomba helyezés.

Régi hídszerkezetek bontása

Az ártéri szerkezeteket az ártéren álló autódarukkal bontottuk el.

A mederszerkezet bontását az úszóművön települt autódaru segítette. Az elemek nagyobb egységekben kerültek leemelésre a szerkezetekről, majd a továbbdarabolás már a földön biztonságos körülmények között folytatódott.



BÉCZÉ JÁNOS
Hídépítő Rt.
Budapest

A kunszentmártoni Három-Körös-híd kivitelezése

1. Bevezetés

Az alábbiakban a vasúti híd felújításának kivitelezéséről, valamint a technológiai folyamat segédszerkezeteiről esik szó.

2. Általános ismertetés

2.1 A régi-, és az új hídszerkezet adatai

Az új kéttámaszú rácsos acélszerkezetű mederhíd

hossza: $L_{11} = 74,70$ m,

tömege: $G_{11} = 311,00$ t

Az új gerinclemezes ártéri hídszerkezet

hossza: $L_{21} = 25,70$ m,

tömege: $G_{21} = 78,65$ t

A régi mederhíd – kéttámaszú, szegecselt rácsos hídszerkezet

hossza: $L_{10} = 59,40$ m,

tömege: $G_{10} = 175,00$ t

Az elbontott gerinclemezes hidak

hossza: $L_{20} = 19,30$ m, illetve $L_{30} = 20,50$ m,

tömegei: $G_{20} = 60,00$ t, illetve $G_{31} = 64,00$ t

A korszerűsítésre kerülő hidak és a hozzá tartozó segédszerkezetek elrendezését az alábbi általános tervek mutatják.

3. A kivitelezés lépései

3.1 Cölöpözés

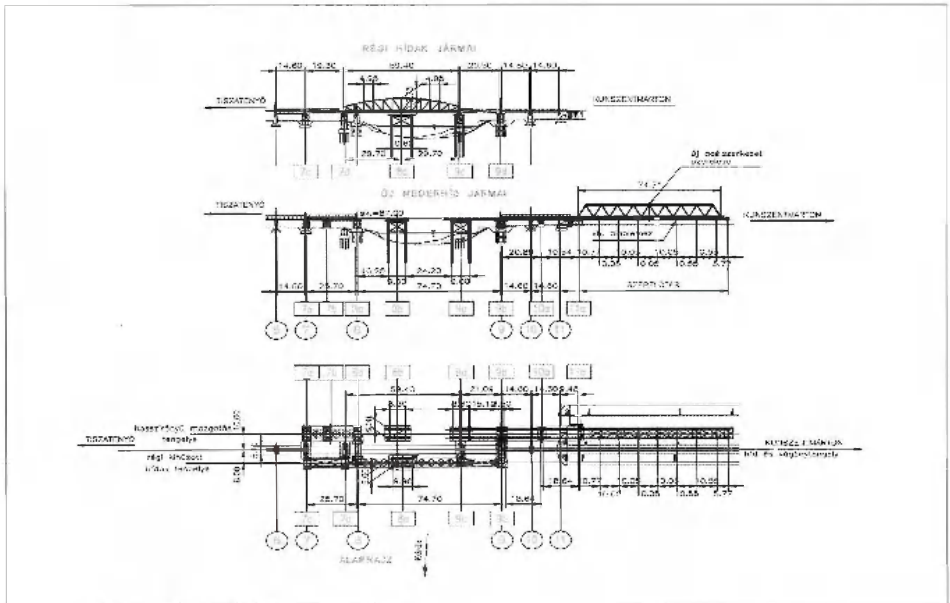
Mindkét parton az új pillérek – „8” és „9” jelű – mellett „VUIS” rendszerű próbacölöp készült. A próbaterhelések kiértékelése igazolta a cölöpök számított határterherbírását.



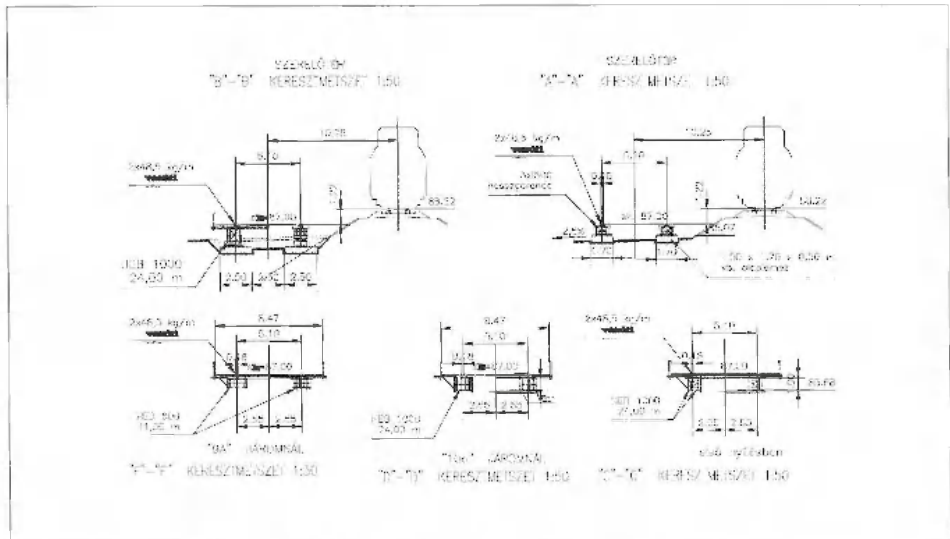
1. kép



2. kép



1. ábra. (Ált. terv I.) Alaprajz; oldalnézetek



2. ábra. (Ált. terv II.) Keresztmetszetek

A végleges szerkezethez a jobb parton új keresztmetszetben épült a „8” jelű pillér. A cölöpök a meglévő mederhid két oldalán készültek el.

A 4-4 cölöpöt két különálló alptest fogja össze.

A bal parton a részben megmaradó „9” jelű régi pillér két oldalán 3-3 cölöp lett lefúrva a tervezett elrendezésben és a tervezett mélységig. Valamennyi végleges cölöp iránycső és zagmegtámasztás mellett készült.



3. kép

3.2 Alaptestek

Az alaptestek munkagödrt az árvizek levonulása után lehetett kinyitni. A cölöpvésés, vasalás, zsaluzás és betonozás ezután volt elvégezhető.



4. kép

3.3 Felmenőfalak

A két új pillér felmenőfalának geometriai kialakítása hasonló volt. Ez tette lehetővé azt, hogy az íves pillérvögeket zsaluzatához egyedi acélszerkezetű megtámasz-



5. kép

tó-kereteket alkalmazunk. A zsaluzat borítása és hevederei faszerkezetből készültek, DOKA H20 tartókból és "-os cm-es deszkázattal.

A „9” jelű pillér megmaradó felmenőfalát a tervezett mértékig kellett megvédeni, és terv szerinti tuskézéssel ellátni. A felület-előkészítés után készülhetett a felmenőfal köpenyezésének vasalása, zsaluzása és betonozása.



6. kép

3.4 Szerkezeti gerendák

A „8” jelű pillér szerkezeti gerendáját a régi híd árnyékában kellett elkészíteni. A munkát itt magasságilag igen korlátozott volt, ezért a gerendát több lépésben lehetett csak elkészíteni.

A „9” jelű pillérnél a régi hidakat ideiglenes támaszokra kellett átterhelni, majd ezután került sor a régi saruzsámolyok és a szerkezeti gerenda visszavésésére. Az új szerkezeti gerenda a „8” pillérével azonos módon készült.

3.5 Bontások

A hídszerkezetek cseréjét követően a felhagyott „8” és „9a” jelű régi pilléreket az új hídak alatt el kellett bontani. A bontást a tervezett mederszelvény alatt -1,00 m síkig végeztük el.



7. kép

4. Szerelési technológia

4.1 Tanulmány a tenderezés időszakában

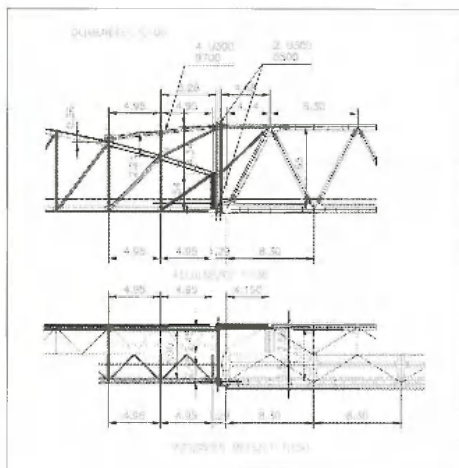
A tenderkiírás technológiai megoldása a régi szerkezetek kihúzásához, illetve az új szerkezet betolásához hossz-, és keresztirányú behúzó-pályákat irányzott elő,

Ø 324-8 acélső jármokra építve. A mintegy 560 t össztömegű segédszerkezet mennyisége – viszonyítva az új hídszerkezetek 390 t teljes tömegéhez – nagyon soknak tűnt. Célszerűnek látszott, hogy egy másféle technológiai elképzelést keressünk, amelynek alapján csökkenthető az acéljármok mennyisége, és ezáltal a szükséges cölöpverések, illetve a ráfordításra kerülő idő mennyisége.

Felmerült tehát egy olyan elképzelés, hogy a régi mederhidat is a befolyási oldalra, az új híd behúzó-pályájának tengelyébe húzzuk ki. Az új hidat időközben ugyanezen keresztmetszetig előrehúzzuk, majd a két szerkezetet egy előre felszerelt rácsoszással összekötjük, nyomatképbíró kapcsolatot létrehozva, ezáltal önhordó, többtámaszú szerkezet jön létre. A régi- és az új mederhíd, mint folytatódó tartó, most már egyszerre tolató előre. A régi szerkezet így közbenső jármok segítségével nélkül kihozható a medernylásból, az új híd pedig egyazon ütemben bejuttatható a végleges támaszok vonalába.

A két híd összekötő rácsos acélszerkezet ~22,00 t acélmennyiséget igényelt volna. A régi híd eredeti erőjátéka a többtámaszúvá válás miatt megváltozik, ezért természetesen egyes rúdjaikat meg kellett volna erősíteni. Ez az erősítés további 20,00 t acélszerkezetet igényelt, amit forgalommentes időszakokban kellett volna beépíteni.

A rendkívül rövid vágányzári időtartam – 16 nap – alatt a fenti technológia ugyan megvalósítható lett volna, de a magas kockázati tényezők miatt az ötletet elvetettük.



7. kép

Maradt tehát az a lehetőség, hogy a tender-tervben kidolgozott technológiát próbáltuk ésszerűsíteni.



8. kép

4.2 Segédszerkezetek

A Kunszentmártoni vasúti híd felújításának előkészítése során a technológiai megoldást a tender-tervhez hasonló módon – kisebb módosításokkal – alakítottuk ki.

Az új mederhíd összeállítása a Hármas-Körös balpartján, a befolyási oldalon létesített szerelőtérre történt. A szerelés és a behúzás pályatengelye a jelenlegi vágánytengellyel párhuzamos volt, attól való távolsága 10,25 m. A szerelőtér szintje +85,95 m, a behúzó-pálya sínkorona szintje +87,000 m Bf. A behúzó-sínek egymástól való távolsága azonos volt az új híd főtartó távolságával, azaz $t=5,10$ m.

4.3 Ideiglenes jármok

4.3.1 Mederjármok

A mederjármok a tender-tervben $4 \times 4 \text{ } \varnothing 324\text{-}8$ acélcső cölöpcsoportból álltak. Ezen megoldás helyett 4×1 nagytátmérőjű csőcölöpöt alkalmaztunk. A cölöpök $\varnothing 830\text{-}12$ mm keresztmetszettel, nyitott alsó véggel készültek. Hosszúságuk $25,00\text{-}26,00$ m. A negyedére csökkenő cölöpszámnak köszönhetően gyorsabbá vált a segédstruktúrák kivitelezése, egyszerűbbé vált a jármok merevítése is. Erre a változtatásra főként azért volt szükség, mert a vízi munkákat csak a tavaszi áradás levonulása után lehetett elkezdni.



9. kép



10. kép

Az új híd behúzó-pályáját két mederjármok támasztotta alá. A jármok nyitott végű cölöpeit úszótagról vibráltuk le az $+59,00$ m szintig. A jármok cölöpkiosztása $6,00 \times 9,00$ m.

A jármonkénti 4-4 nagy átmérőjű cölöpöt mindkét függőleges síkban kettős szélrácsokkal merevítettük. Térbeli merevítésüket az építési vízszint ($+78,00$ m) felett kellett beépíteni. A rács-, és összekötő rudak 2-2

U 300 tartókból álltak. Az alsó-, és felső összekötő rudak síkjában az elcsavarodás megelőzésére vízszintes rácsozás is készült.



11. kép

A jármok fejlemézére teherelosztó tartórács került, erre támaszkodtak a hossz-, és keresztirányú pályák alátámasztó elemei.

A régi híd jármói a kifolyási oldalon készültek el, szemben a meglévő támaszvonalakkal.

A „9c” jelű járom részben a később elbontott pillér alaptestére, részben két nagytátmérőjű cső-cölöpre támaszkodott.



12. kép

A süveggerenda 4×2 U300 tartó. Az alaptestre támasztott – $\varnothing 324$ -8 méretű acélső – oszloptorony „U” alakban veszi körül a régi pillérestet. Magassága ~8,80 m. A torony és a két csőcölöp merevítését 2-2 U 300 rács-, és összekötő rudak biztosítják.

„8c” járom

A járom cölöpkiosztása $6,00 \times 10,60$ m. A nyitott végű cölöpöket itt is a +59,00 m szintig kellett lehajtani. A merevítő rácsozás kialakítása hasonló a „9a” jároméhoz.

4.32 Parti jármok

A jármok kiosztása igazodott a technológiai elképzelésekhez, illetve a behúzó-pálya meglévő acélszerkezeteihez. A hullámtérbe kerülő jármok sicalapozással készültek. Az acéljármok korábbi készletekből, azok részben átalakításával épültek be.



13. kép

4.4 Behúzó-pályák

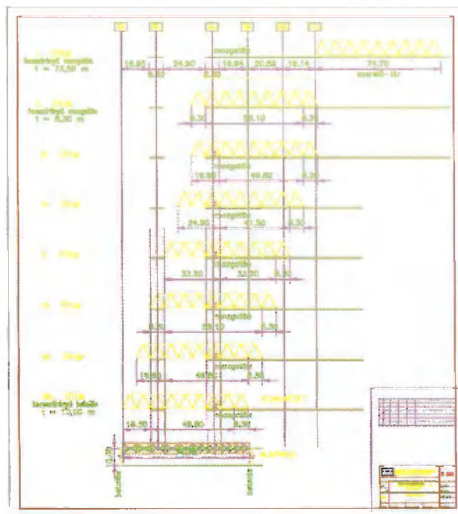
A hosszirányú mozgatás a bal-parton folyamatos pályán történt. A pálya a szerelőtér ~10,00 m-ként kialakított vb. alaptestekre támaszkodott, 3-3 I 500 hossztartóval kialakítva. A szerelőtér peremétől a pálya tartószerkezete 2-2 HEB 1000; illetve 3-3 HEB 800 tartókból állt, amelyet két parti-, és egy mederjárom támasztott alá.

A bal parti pálya a „9a” járom sodorvonal felőli széléig folyamatos behúzást tett lehetővé.



14. kép

A híd tovább mozgatása konzolosan történt – a statikai számítások szerint – maximum három keretállásig. Ekkor érte el a híd eleje a „8b” jelű járomra épített behúzó-pályát. Ezen a behúzó-pályán egy-egy keretállásnyi – 8,30 m – előretolás volt elvégezhető. A „8b” járomot követően az új mederszerkezet két keretállásnyi konzol túlnyúlásával éri el a végleges támaszvonala tengelyét. (L. Fázisábrát)



4. ábra

A keresztirányú pályák a „8” és „9” jelű pillérek támasztengelyében lettek kiépítve. A keresztirányú mozgatás szintje szintén 87,000 m, azonos a hosszpálya szintjével. A híd szerkezet keresztirányú betolása időben a régi szerkezet kihúzását követte.

A 7-8 jelű támaszok között beépített gerinclemezes hídszerkezet összeállítása is a behúzás tengelyében, illetve szintjén történt, ideiglenes szerelőállványon.

A régi hídszerkezetek a vágányzár kezdete után a szereléssel ellenkező – kifolyási – oldalra lettek kihúzva.

A régi szerkezeteket hosszirányú kihúzópályája 8,00 m-re lett kítűzve a vágánytengelytől. A gerinclemezes hidakat kihúzás után autódaruval bontották le. A mederhíd darabolása csak a keresztirányú kihúzás utáni, hosszirányú mozgathatóság elhagyásával kezdődött meg.



15. kép



16. kép

Végezetül egy-két kép az elkészült vasúti hídról.



17. kép



18. kép



MÁCSAI ANDRÁS
MÁVTI Kft.

Gyalogos forgalom külön szintű keresztezési műtárgyai

1. A kezdet

A vasúti közlekedés megindulása óta megoldandó feladat a gyalogos forgalom biztonságos lebonyolítása. A vasúti pálya keresztezte a megszokott útvonalakat; a töltések, bevágások, a több vágányú állomások új akadályokat jelentettek a hagyományos közlekedésben. A szintbeni keresztezés már a kezdetektől akadályozva volt. Emiatt már a legkorábbi időktől foglalkozni kellett a külön szintű gyalogos közlekedéssel és annak műtárgyaival.

A magyar vasúti közlekedés 1846-ban indult meg a Pest–Vác vasútvonal megnyitásával. A fellelhető adatok szerint már ekkor szükség volt a gyalogos forgalom külön szintű keresztezésének biztosítására. A Budapest Bajza u-i aluljáró (jelenleg Budapest–Cegléd vv. 9+42 hm szelvény) boltozat legrégebbi része a fellelhető adatok szerint 1846-ban épült. 1873-ban az aluljárót átépítették. Az ebből az időből megmaradt tervek szerint az épített környezet szépítését éppúgy megoldották, mint a vízvezetést.

A vasúti forgalom és a sebesség növekedése egyaránt abban az irányban hat, hogy szintben semmi se ke-

resztezze a szerelvények útját; ugyanakkor természetes az igény a biztonságos közúti- és gyalogos forgalom iránt is. A vasútvonalak korszerűsítése, átépítése kapcsán szükségessé válik nemcsak a közúti-, hanem a gyalogos forgalom külön szinten való lebonyolítása is. Az alábbiakban a gyalogos forgalom külön szintű keresztezési műtárgyaitól adok rövid áttekintést a tervező szemszögéből.

2. A műtárgyak osztályozása

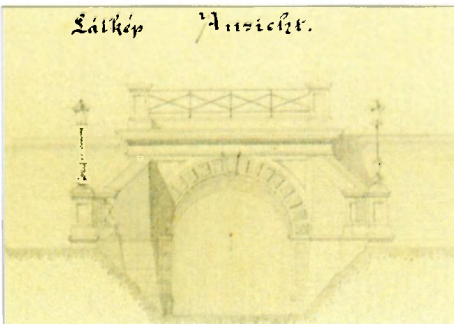
A gyalogos forgalom külön szintű keresztezési műtárgyai azok, melyek csak a gyalogos – és esetleg az ehhez kapcsolódó – kerékpáros közlekedés lebonyolítására alkalmasak. A gépjárműforgalom lebonyolítása szerkezeti kialakításuk miatt sem lehetséges.

Ezeket a műtárgyakat legegyszerűbben a keresztezés magassági helyzete szerint csoportosíthatjuk:

- *Gyalogos felüljáró*: a vágányok felett elhelyezett, gyalogos közlekedésre alkalmas híd-szerkezet.
- *Gyalogos aluljáró*: a vágányok alá épített híd-szerkezet, mely a gyalogos forgalomra szolgál. (Meghatározások a Vasúti értelmező szótár szerint. Természetesen ide értjük a csak a peronok megközelítését lehetővé tevő peron felül-, illetve aluljárókat, mint utasforgalmi, és közforgalmat lebonyolító létesítményeket is.)

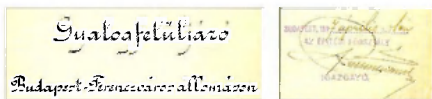
A műtárgy helye szerinti csoportosításban:

- Nyílt vonali műtárgy a vasútvonal által elválasztott területek közti gyalogos forgalom lebonyolítására (pl. Ács, Zrínyi u.)
- Állomási műtárgy a felvételi épület és az állomással szembeni oldal, továbbá a szigetperonok megközelítésére (pl. Pápa állomás)
- Fejállomások műtárgya az állomás és a városi közlekedés közti kapcsolat biztosítására (pl. Budapest, Kéleti pu.)



Budapest, Bajza u. gyalogos aluljáró terve (1873)

3. Előírások



Terv címlap és jóváhagyás 1897-ből

Az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat szerint gyalogos felüljárókon a méretezési teher 400 kg/m^2 , a dinamikus tényező értéke $m=1,4$. A szélteher számításához még külön közli a torlónyomást és az alaki tényezőt.

Az aluljárókon az „A” jelű terhelés ($7 \times 25 \text{ t}$ tengelyteher) érvényes.

Az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat külön nem foglalkozik a gyalogos felüljárókkal. Az aluljárókhöz a gyalogos lejtő emelkedését (max. 10%), a lépcsőfok mérete a $2m + sz = 63 \text{ cm}$ össze-függést ($m=14,5 \text{ cm}$ ajánlott értékkel), és a $3,0 \text{ m}$ szintkülönbségenként létesítendő pihenőt írja elő. Az 1967. évi Közúti Hídszabályzat az önálló gyaloghidakra 500 kp/m^2 terhet ad meg. A szélteher az alaki tényezővel együtt 80 kp/m^2 .

Az aluljáró terhe az 1976. évi Vasúti Hídszabályzatban már a jelenleg is használatos „U” jelű terhelés ($4 \times 250 \text{ kN}$ koncentrált és 80 kN/m megoszló teher).

Az 1990. évi Vasúti Hídszabályzat (MSZ 07-2306/1-4 T) csak a gyalogos lejárók vonatkozásában említi a gyalogos műtárgyakat; kialakításukra vonatkozóan az akkori OÉSZ-re (2/1986. (II. 27.) ÉVM rendelet) hivatkozik. Részletes előírásokat felüljárókra az ME-07-3700:1994 (Közúti hidak létesítésének általános szabályai), az MSZ-07-3701 (Közúti hidak erőtanai számítása); beton és vasbeton hidakra az MSZ-07-3709; acél-szerkezetekre az MSZ-07-3702 és az azóta megjelent kiegészítések, módosításokban találunk.

Az aluljárókra – mivel legtöbbször vasbeton szerkezetek – a „Vasúti vasbeton, feszített vas-beton és beton hidak tervezése” (MSZ-07 2306/4-90T) szabvány, illetve az ebben hivatkozott „Beton, vasbeton és feszített

vasbeton közötti hidak tervezése” (MSZ-07-3709-87) előírásai érvényesek.

A műtárgyak tervezésekor figyelembe kell venni a vasúti úrszelvényre és a szabadon tartandó térre vonatkozó előírásokat is. A MÁV D 54. sz. összeállítás szerinti állomásokon, felüljárók alatt, villamosított vasútvonalak esetén a sínkoronaszint felett $6,5 \text{ m}$ magas, a vágánytengelytől mérve $2,2-2,2 \text{ m}$ széles a szabadon tartandó tér. (Az összeállítás nyílt vonali műtárgyak esetén a nem villamosított vasútvonalra $3,0 \text{ m}$ szélességet ad meg). Ezen kívül biztosítani kell az üzemi közlekedési tér helyigényét is. Az elsodrési határ – jelenleg 100 km/h sebesség fölött $3,0 \text{ m}$ a vágánytengelytől mérve – és a vasúti pálya esetleges íves vonalvezetéséből adódó úrszelvénybővítés tovább növeli a helyszükségletet.

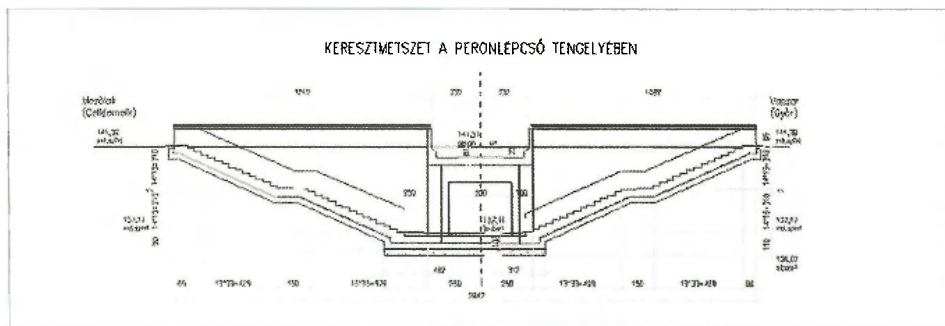
Az utóbbi években a mozgáskorlátozottak érdekeit is figyelembevevő, új szemléletet tükröző törvények, szabványok jelentek meg. Néhány részlet ezekből:

1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről: „Biztosítani kell közhasználatú építmények esetében a mozgásukban korlátozott személyek részére is a biztonságos és akadálymentes megközelíthetőséget.”

253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK): „Kerekesszékekkel és gyermekocsival is megközelíthető módon kell kialakítani a közhasználatú építményeket. Akadálymentes használathoz a lépcső mellett akadálymentes közlekedést biztosító megoldásról (lejtő, felvonó, emelőlap, lépcsőlift stb. is gondoskodni kell. A lejtő lejtésének mértéke a gyalogos közlekedés útvonalaán legfeljebb 8%-os lehet.”

Az 1997. évi LXXVIII. törvényt módosító 1999. évi CXV. törvény meghatározza – többek közt – a műtárgy és a közhasználatú építmény fogalmát.

1998. évi XXVI. törvény a fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról: „A közlekedési rendszereknek, utasforgalmi létesítményeknek – beleértve a jelző és tájékoztató berendezéseket is – alkal-



Pápa állomás, gyalogos- és peronaltuljáró peronlépcsők terve

masnak kell lenniük a fogyatékos személy általi biztonságos igénybevételre.”

Az OKVPSZ tervezete a korábbi előírásokat kiegészítve rendelkezik a peronokon az elsodrési határon kívül közlekedők számára szabadon tartandó tér szélességéről is.

Megállapíthatjuk, hogy a korábbi – döntően műszaki jellegű – rendelkezésekhez képest az újabb előírásokban a műtárgyak használhatóságán van a hangsúly.

4. Előkészítés

Új, külön szintű gyalogos közlekedést biztosító műtárgy építésére általában az állomások felújításakor (pl. Veszprém), vagy nyílt vonalon a vasúti közlekedési sebesség felemelésénél (pl. Ács) kerül sor. Vannak kivételek is, mint például pl. Pápa állomás, ahol az évekkel ezelőtt rossz műszaki állapota miatt elbontott gyalogos felüljáró pótlására új gyalogos- és peronaljáró épült. Ez nemcsak az elbontott műtárgyat helyettesíti, hanem az átépített állomás szigetperonjának megközelítését is lehetővé teszi.

A műtárgy helyét a helyi körülmények figyelembe vételével kell kiválasztani. A fontosabb szempontok:

- állomás esetében a felvételi épület helye, funkciói;
- a rendelkezésre álló hely;
- utasáramlási, közlekedési útvonalak a jelenlegi és az építés utáni állapotban;
- az állomáshoz csatlakozó közterületek, tömegközlekedési létesítmények helye, forgalma;
- helyi rendezési terv.

Döntést kell hozni: alul- vagy felüljáró épüljön? A felüljáró építése anyagilag kedvezőbb, de az utazóközönség nem szívesen veszi igénybe. Ennek egyik oka lehet, hogy a vesztett magasság az úrszelvény miatt lényegesen nagyobb, mint az aluljárónál. (Más kérdés, hogy ahol évtizedek óta megszokták a felüljárót, ott használata is valószínűbb). A döntést befolyásolhatják a talaj és azon belül is a talajvíz viszonyok: magas, esetleg agresszív talajvíz jelenléte az aluljáró építését jelen-



Cellődmölk, gyalogos aluljáró

tősen megdrágítja. Ennek ellenére a drágábban megépített, de használt aluljáró jobb, biztonságosabb, mint a nem használt, de olcsóbb felüljáró mellett, a kidöntött kerítésen keresztül lépők életveszélyes manőverei.

A környezet geometriája eleve eldöntheti a kérdést. Magas töltsénnél az aluljáró kézenfekvő megoldás – és még lépcső sem kell hozzá (pl. cellődmölk aluljáró).

Bevágásban lévő vasútvonal felett a felüljáró jelent kisebb magasságvesztést (pl. Érd)

Az előkészítés során kell megállapodni a vasútnak és a helyi önkormányzatnak a műtárgy kezeléséről, fenntartásáról, üzemeltetéséről, takarításáról. Sajnos nem minden esetben jön létre az egység, pedig a gyorsabb és biztonságosabb közlekedés nem csak a vasút érdeke. (Érdekes kérdés vet fel, hogy az állomáson túli területre eljutni szándékozó közlekedő számára – aki nem utas – ki biztosítsa a műtárgy használhatóságát? Gondolok itt elsősorban a lift, lépcsőlift üzemeltetésére. Mennyit vállalhat magára a vasút, amikor a biztonságos közlekedés érdekében külön szintű közlekedést biztosító műtárgyakat épít?)

5. Tervezés

A tervezés az esetek döntő többségében legalább kétféle feladat. Az engedélyező hatóság (amennyiben átmenő forgalom is van: a Központi Közlekedési Felügyelet; csak a peronra vezető műtárgyaknál; saját hatáskörében a vasút) az engedélyezési terv alapján adja ki a létesítési engedélyt. A beruházás nagyságára való tekintettel a műtárgyépítés versenyeztetés tárgya, amihez a kiviteli terven kívül tenderterv készítése is szükséges lehet.

A tervezés során kell az egyeztetéseket is elvégezni.

A műtárgy méretei, kialakítása

A műtárgy hosszát alapvetően a vágányhálózat geometriája határozza meg. A vágány geometriánál – mivel gyakran az állomás átépítéséhez kapcsolódóan épül új műtárgy – a tervezett állapotot kell figyelembe venni. Tekintettel kell lenni a távlati fejlesztésre és a továbbépíthetőségre is.

Az aluljáró folyosó, a felüljáró áthidalószerkezet, valamint a lépcső szélességi mérete a forgalmi vizsgálat adatai felhasználásával, az OKVPSZ és az OVSZ előírásai alapján határozható meg. Megjegyzendő, hogy a későbbi (üzleti) hasznosítás a hasznos szélesség csökkenéséhez vezet. (pl. Bp. Kelenföld aluljáróba telepített bódék és ezek ügyfelei.) A magassági méretek a szabadon tartandó tér, illetve az aluljáró folyosó minimális méretéből kiindulva számíthatók.

A kialakításra vonatkozólag minden esetben a könnyű karbantarthatóság és tartósság igénye is szem előtt tartandó.

Korlát, kapaszkodó

Korlát és kapaszkodó mindig kell: az aluljárók lépcsőinél a megközelítést segíti (kapaszkodás), míg a felüljáróknál a leeséstől is óv. A korábbi rácsos szerkezetek főtartója a korlát szerepét is betöltötte; a drótháló a biztonságot fokozta. Kialakításukra a szabványok tartalmaznak előírásokat.

Járósík

A járósík kialakítása is nagy változáson ment át az elmúlt időben. Kezdetben volt a kő és a téglá (aluljáróknál) illetve felüljáróknál a fapalló. Vasbeton (kopóréteggel), aszfalt, érdesített beton felhasználásával készülhet, de szemcseszórt műgyanta felület is alkalmazható. Felüljárónál készülhet járósík acéllemezéből is. Van elképzelés teherviselő műanyag járólemez alkalmazására is; ha beválik, talán ez lesz a szószáknak legjobban ellenálló burkolat.

Lépcső, rámpa

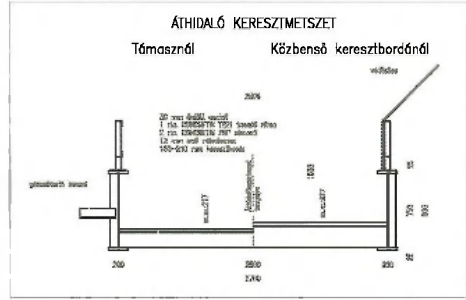
A lépcsőknél találkozunk a legváltozatosabb megoldásokkal. Az áthidalószerkezet (vagy az aluljáró folyosó) tengelye legtöbbször egyenes és lehetőleg a vágányokra merőleges, hogy a szerkezet hossza és ezzel a műtárgy ára az elérhető minimum legyen. A lépcső magassága a környező terep és a műtárgy járósíkja által meghatározott; kialakítása a rendelkezésre álló terület és a forgalmi igények szerinti. Elrendezése alapján lehet egyenes- vagy törtvonalú, egy- vagy többkarú. Felüljáróknál acél vagy vasbeton lépcsőkar acél, vasbeton, fa lépcsőfokkal; aluljáróknál rendszerint vasbeton lépcső készül. A lépcsőre és a lépcsőfokra is érvényesek a szabványok előírásai.

Rámpa építésére az utóbbi időben ritkán kerül sor. Ennek főbb okai:

- A korábbi előírások szerint a maximális emelkedő 10%; jelenleg ez az érték 8%. Az előírt szintemelkedéseknél (max. 50 cm) pihenővel kell megszakítani. (Tegyük hozzá: a mozgás-sérültek egyedül feljutni még egy ilyen – nem túl meredeknek tűnő – rámpán is komoly nehézséget jelent.)
- A lift költségénél kb. 9-szer nagyobb a rámpa létesítésének költsége.
- A helyigény: egy aluljáróhoz tartozó, kb. 60-80 m hosszúságú rámpa rendszerint nem fér el az állomások területén.

Áthidalószerkezet

Felüljárók esetében a kialakítás fontos szempontja, hogy lehetőleg minél kisebb legyen a környező terep és az áthidalószerkezet járósíkja közti szintkülönbség. Ezért már a kezdeti időkben is előszeretettel alkalmazták az alsópályás, rácsos főtartójú áthidaló szerkezeteket. Újabbban egyre gyakoribb a gerinclemezes, acél pályalemezes,



Szombathely állomás, gyalogos felüljáró

alsópályás szerkezetek építése. (A villamos felsővezeték miatt amúgy is szükséges a tömör oldalzárás.)

Nagyobb áthidaló szélesség esetén zárt rácsos (fedett) áthidalószerkezetet alkalmazunk.

Aluljáró folyosó

Az aluljáró folyosó szélességi mérete a korábban említettek szerint határozandó meg. A belmagasság előírt minimális értéke 2,5 m. Ettől az értéktől azonban célszerű nagyobb választani hosszú és széles folyosó esetén. A statikai váz rendszerint zárt- vagy U keret, ez utóbbinál födémmel. Az oldalfalakat célszerű mosható festékkel bevonni; a födémbe a „vandálbiztos” lámpák kerülnek, míg a fenéklemezbe (illetve a feltöltésbe) a csapadékvíz elvezetést építik be. A méretezésnél figyelembe kell venni a járműterhen kívül a mind gyakrabban előforduló talajvíz felhajtóerejét is.

Alátámasztások, alapozás

Felüljáróknál az alátámasztás rendszerint acél oszlop, (rácsos kialakítás vagy lemezekből, idomacélokból összeállított szelvény). Vasbeton áthidalószerkezetnél az alátámasztás is vasbeton anyagú. Az alap minden esetben vasalt-vagy vasbeton; a lépcsőkart alátámasztó végső alap rendszerint lépcsős kialakítású.

Az aluljárók általában lemezalappal készülnek.



Pápa vasútállomás, aluljáró folyosó

Tartozékok

A felüljáróknál kiegészítő berendezése a villamos felsővezeték környezetében a védőrács, melynek kialakítása a Közúti Hídszabályzat szerint történik. Régebben elterjedt volt a füstfogók (pl. Baja, Kispest) használata; a nem villamosított vonalakon ma is van jelentősége. A villamosításnál az érintésvédelem része lehet, bár a védőberendezéseknek e nélkül is teljes védelmet kell nyújtani.

A villamosított vasútvonalaknál a felüljáró feletti megkerülő-, illetve tápvezeték közelsége miatt szükség lehet védőtető alkalmazására.

Az aluljáróknál utastájékoztató jelzéseket (pl. peron és vágányszám jelölése), és berendezéseket kell felszerelni (információ az érkező- és induló vonatokról).

Az aluljáró tartozékai közé kell sorolni a lépcsőkarok lefedését is, melynek kialakítása építész tervezői feladat.

Felül- és aluljáróknál egyaránt szükséges a fogyatékos személyek megfelelő tájékoztatása: a környezet kialakítása, pl. az eltérő kialakítású burkolat is jelzi a műtárgyat a rászoruló számára.

Előregyártás

Az acélszerkezetű gyalogos felüljárók egységei (áthidalószerkezetek, alátámasztó oszlopok, lépcsők, védőberendezések) üzemi előregyártással készülnek. A vasbeton elemek közül a lépcsők, lépcsőfokok, esetleg az oszlopok előregyártása volt rendszeres az elmúlt időszakban.

Aluljáróknál a vasbeton födém előregyártásával a provizórium kiemelése és az elemek elhelyezése célszerűen egy munkafázisba vonható össze. Az előregyártott elemek alkalmazása kedvező az amúgy sem hosszú építési idő kihasználásánál.

Technológiai tervek

A megvalósításhoz – főleg állomási aluljárók esetén – gyakran kell provizóriumot beépíteni (aminek rendszerint jelentősek a költségei). A provizórium terveken kívül forgalmi, technológiai (zszaluzás, munkagödör kialakítás, víztelenítés, stb.) tervek elkészítése is szükséges.

Mintatervek

Korábban a gyalogos felüljárók esetében gyakran alkalmazták a mintaterveket. Példaképpen álljon itt az 1953. évi mintaterv gyűjtemény (kissé összevont) tartalomjegyzéke:

Vasúti gyalogfelüljárók mintatervei 1953 [MÁV I/10.C. osztály és Mélyépítési Tervező Vállalat 1952]

– Áthidalószerkezetek: 9,22; 13,97; 18,72 és 23,47 támaszközzel

– Alátámasztások: közbenső és végoszlopok; alacsony és magas pihenő- és „peron” oszlopok gőz-és villamos vontatáshoz

– Lépcsőkarok, füstfogók, világítási- és védőberendezések, beemelő provizórium, stb.

(A mintaterv gyűjtemények azért is fontosak, mert még most is sok helyen állnak olyan műtárgyak, amelyek ezek vagy még régebbi mintatervek alapján készültek.)

Az acéllal való takarékoskodás jegyében voltak vasbeton oszlopokra és lépcsőkre is mintatervek; az áthidalószerkezetekre ekkor is a klasszikus rácsos acélszerkezeti kialakítás volt a jellemző.

6. Műtárgyakhoz kapcsolódó szakági tervek

A műtárgy terveinek elkészítésében a szerkezet tervezésén kívül más szakágak közreműködése is szükséges.

A forgalmi vizsgálatról, tervezésről már korábban szó volt.

Talajmechanikai szakvélemény: a talajok és talajvíz mechanikai és vegyi adatai; javaslat a munkagödör kialakítására és a víztelenítésre.

Az elektromos tervezés: világítás és elektromos energia ellátás mindig szükséges.

Közműtervezés: csapadékvíz elvezetés (épületgépeseti berendezésekkel, csatornázással), vízellátás.

Építészeti: a műtárgy helyének megválasztása már önmagában település-építészeti kérdés. Az építészetnek a felüljárónál a műtárgy megjelenése, színezése; aluljárónál a kialakítás (például a bezártság érzetének enyhítése a peronoknál megemelt födémmel, ahol a terhek amúgy is kisebbek), illetve a műtárgy színezésével kapcsolatban van komoly jelentősége. Építész tervezési feladat a lépcsők és rámpák lefedése is.



Veszprém állomás, gyalogos aluljáró lépcsőlefedés

Fontos a felsővezeteki tervezés összhangja a műtárgytervezéssel. Aluljáróknál elsősorban a felsővezeteki oszlopok kiosztását és az aluljáró helyét kell egyeztetni; felüljárók esetében ezen kívül külön figyelni kell a megkerülő vezeték műtárgyhoz viszonyított helyzetére.

Az új műtárgyak általában meglévő vasútvonalak környezetében épülnek. A vasúti biztosítóberendezési,

távközlési és energiaellátási kábeleket legtöbbször védelembe kell helyezni, de gyakran kiváltásuk, áthelyezésük szükséges.

Az új előírások alapján a lift vagy más hasonló gépeszeti berendezés tervezése is a műtárgytervezés szerves része.

Aluljáró esetében nem szabad elfeledkezni a szigetelés fontosságáról. Az alkalmazott anyagok, technológiák ma már nagyon sokfélék; mindenki az általa legjobbnak tartottat igyekszik alkalmazni. Felüljárók esetében – különösen acélszerkezeteknél – ez a kérdés a korrózióvédelem szempontjából kap jelentőséget.

Itt kell megemlíteni a sóvédelmet is. A szerkezetek – legyen vasbeton vagy acél – önmagukban nem ellenállóak a csúszásmentesítést biztosító sózással szemben, ezért külön só elleni védelem is szükséges.

A terület közművesítésétől függően a nem vasúti (víz, gáz, elektromos, távközlési) vezetékek, kábelek kiváltása, áthelyezése is szükséges lehet. (Érdekes volt annak idején, a Budafok-Albertfalva állomáson épült gyalogos aluljáró esete. Eredetileg egy egyszerű gyalogos műtárgynak indult, de mikor híre ment a tervezett létesítménynek, a közművek egymás után jelentkeztek, hogy ők is átvezetést kérnek az aluljáró mellett. A vége az lett a dolognak, hogy a közművek számára külön átvezetést, ikerkeretet kellett építeni.)

7. Villamosítás

Az utóbbi években több vasútvonalat is villamosítottak. Ehhez kapcsolódóan a vasutat felülről keresztező műtárgyakkal, elsősorban a gyalogos felüljárókkal kell foglalkozni.

A villamosítás megnöveli a vasút helyigényét: új építésű műtárgyakra vonatkozóan a nem villamosított vasútvonal 5500 mm úrszelvény magassága 6500 mm-re változik. (A meglévő felüljáróknál az 5500 mm magasság még elfogadható.) A vasutat felülről keresztező (közúti) műtárgyakat az esetek döntő többségében, mint adottságot kezelik a villamosítási szakemberek (természetesen csak addig a határig, hogy a mozdony bizton-



Szombathely állomás, gyalogos felüljáró

ságosan átférjen a híd alatt), de a kisebb létesítmények (pl. csőátvezetések, gyalogos felüljárók), melyek megemlése nem jelent elviselhetetlen költségnövekedést, rendre átépülnek.

A felüljáró megemlésekor annak statikai erőjátéka is megváltozik: a felszerelendő védőberendezések a szélteherre, mint „vitorlák” működnek, és a megnövekedett magassággal számítva a korábbinál lényegesen nagyobb igénybevételt jelentenek az alapozásra. Ezért rendszerint az alapok méreteit meg kell növelni.

Rácsos, acélszerkezetű oszlopok esetében vagy az alátámasztó betontömböt kell megmagasítani, vagy az oszlopot egy keretmagassággal megoldani. Amennyiben a szerkezet műszaki állapota indokolja, új alátámasztás épül. Vasbeton oszlopok alátámasztásánál általában új oszlopok építése válik szükségessé.

A felüljáró magasztásakor megnő a lépcső helyigénye ezért rendszerint új geometriával, új lépcsőkart kell építeni.

Az aluljárók esetében a villamosítás nem jelent különösebb problémát. Arra azért figyelni kell, hogy a lépcsőn feljövő utasok útjába ne kerüljenek felsővezetéki tartóoszlopok.

Minden fémszerkezetre – de különösen az acélanyagú felüljárókra – vonatkozik, hogy azokat földelni kell.

8. Használhatóság

Kardinális kérdés a műtárgy használhatósága. Ha nem abban a szerencsés helyzetben vagyunk, mint a fentebb említett celdömölki aluljárónál, akkor a műtárgyhoz mindenképpen szintkülönbséget áthidaló szerkezeti egységet kell építeni. Régebben a gyalogos műtárgyak csak a mozgásukban nem korlátozottak, lépcsőt használni tudó emberek számára épültek. Természetes volt, hogy a lépcsőn kell közlekedni. A jelenlegi, humánusabb előírások a mozgásukban korlátozottak számára is biztosítani kívánják ezen létesítmények használhatóságát. Ezért különféle létesítményeket kell a műtárgyhoz tervezni és építeni, mely a lépcső mellett lehet: mozgólépcső, mozgójárda, lift, rámpa, illetve a felsejoltak kombinációja. Általában a környezeti adottságok és az építendő anyagi lehetőségei döntik el, hogy mi szükséges.

Rámpa építésének előnye, hogy nem igényel további üzemeltetési költséget, személyzetet, mint pl. a lift. Megfelelő karbantartás, takarítás mellett folyamatosan használható. Hátránya magas építési költsége, nagy helyigénye.

A mozgólépcső és a mozgójárda látványos megoldás, de a mozgásukban korlátozottak csak nehezen, vagy egyáltalán nem tudják igénybevenni (pl. Kőbánya Kispest felüljáró). Ezért előírás, hogy ezek mellett lift (lépcsőlift) építése is szükséges.

A lépcsőlift kísérő nélkül – mivel a szerkezet jelenleg még nem tekinthető elterjedtnek – nem használatos. Az állomási személyzet létszáma és helyzete viszont nem minden esetben teszi lehetővé az utasok kísérését. (Tudomásom szerint a BKV földalatti járata jelenti a kivételt, ahol a vizsgázott mozgássérültek önállóan is közlekedhetnek a lépcsőlifttel. Az más kérdés, hogy itt sem minden állomáson megoldott a mozgáskorlátozottak közlekedése, és nem minden mozgáskorlátozott vizsgázott liftkezelésből.)

A teljes körű megoldást a lift jelenti, azonban – részben anyagi okok miatt – nem mindig ez épül. Egyrészt létesítési költsége magasabb, mint a lépcsőlifté, másrészt a zárt tér miatt a vandalizmus veszélyének jobban ki van téve mind a berendezés, mind az utazni szándékozó. (Ebben megoldás lehet az átlátható liftkabin és a folyamatos megfigyelés alkalmazása.)

A csatlakozó járdák, közutak kiépítése is a műtárgy használhatóságának kérdésköréhez tartozik. Ennek különösen akkor van jelentősége, ha egyébként nem szilárd burkolatú környezetben kell műtárgyat létesíteni.



Pápa állomás, gyalogos aluljáró a Kazinczy u. felől

9. Karbantartás, javítás, megszüntetés

A használat során, a káros környezeti hatások miatt egyre gyakrabban fordul elő, hogy meglévő szerkezeteket kell javítani, felújítani. A nyomott vasbeton oszlop bár kétségkívül acélananyag megtakarítást eredményezett – hosszú távon nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Természetesen van mód a javításra: akár a korrodált betonfelületek rendbehozataláról, akár újszerű megoldásokról van szó (Székesfehérvár gyjf.).

Acélszerkezetű áthidalók esetén akár új járócsík kialakítása is szóba jöhet (Balatonfenyves).

Az aluljáróknál a már előbb említett sózás okoz a vasbeton szerkezetekben károkat. A pályáátalakítások-

hoz, rekonstrukciókhoz kapcsolódóan jó lehetőség van a szigetelés és dilatációk felújítására, szükség esetén a háttöltés víztelenítés megoldására. Az elhasználódott – gyakran sajnos tönkretett – világítási, vízelvezetési berendezések cseréjét, pótlását is legalább ilyenkor el kell végezni.

Sajnos a gyalogos műtárgyak is ki vannak téve nemcsak az időjárás és a kor, hanem a vandalizmus hatásának is. Mert hiába épített a megrendelő „mindenki által használható...” létesítményt, ha azt a tönkretetők „senki által sem használható”-vá tudják változtatni, de a lehetőségek korlátozottak. Nekünk – amennyire lehet – „vandálbiztos” létesítményeket kell tervezni és építeni; a fenntartás, üzemeltetés sokat tehet azért, hogy az utazóközönség szívesen használja a tiszta és jó karban lévő műtárgyakat, de a megoldás nem lehet csak a hidász társadalom feladata.

A gyalogos műtárgyak esetében is eljön egyszer az idő, amikor a további karbantartás, felújítás helyett érdemesebb új szerkezetet építeni. Van olyan helyzet is, mikor úgy ítélik meg, hogy a továbbiakban az adott szerkezetre a megváltozott forgalom miatt nincs szükség. Lehet, hogy a műtárgyat megszüntetik, mint az aluljárót a Kelenföldi pályaudvaron (a Rimaszombati utca és Bartók Béla út között); de az is lehet, hogy új funkciót kap, és továbbra is a közönség szolgálatára áll, mint az egykori szombathelyi gyalogos felüljáró a Vasúttörténeti Parkban.



Az egykori szombathelyi felüljáró a Vasúttörténeti parkban

A külön szintű közlekedési műtárgyakra a vasútépítés kezdete óta szükség volt, és szükség is lesz. A hidépítésnek ez a része is mindig a haladást szolgálja – a szó eredeti és átvitt értelmében is.

Irodalom

Vörös József–Evers Antal: A vasúti híd szabályzat helyzete (Sínék világa 97/2)

Hivatkozott szabványok, MÁV előírások



EVERS ANTAL
ny. MÁV mérnök
főtanácsos

Rugalmasan ágyazott vasúti pálya átvezetése hídon

Az utóbbi években a MÁV Rt.-nél gyakran kerül sor arra, hogy vasúti hidakon rugalmasan ágyazott pályát alakítsanak ki. Ezt elsősorban a hídszerkezet szerkezeti magasságának szükségszerű csökkentése érdekében alkalmazzák.

A rugalmasan ágyazott pálya hazánkban alkalmazott formája a Hollandiából származó EDILON típusú sínleerősítés. Ez lényegében abból áll, hogy a sín részére a hídszerkezeten végig, a sín rendszerétől függő méretű acél vagy beton vályút (sínvályút) alakítanak ki. Ebbe helyezik el rugalmas betét közbeiktatásával a nyomtávnak, fekszintnek, valamint síndőlésnek megfelelően beállított sínt. Ezt követően a vályút, a nyomcsatorna biztosítása mellett, rugalmasan megszilárduló speciális anyaggal kiöntik. A vályúhoz, illetve a sínhez erősen tapadó kiöntő anyag a szükséges és elfogadható mértékig rugalmasan rögzíti a sínt a vályúhoz, illetve a hídszerkezethez.

Az EDILON típusú sínleerősítés hídon történő alkalmazhatóságára, részletes laboratóriumi vizsgálatok alapján, a Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési Tanszék adott ki Műszaki Alkalmassági Bizonyítványt (M.A.B.-ot). Vasbeton hidakra EDILON – 2/1996., acélhidakra pedig EDILON – 3/1997. számon, melyeket 1998-ban kiegészítettek. Ezek tartalmazzák az alkalmazás feltételeit. A feltételek szerint 170 mm széles vályúval és UIC 54 rendszerű sínnel kialakított acél híd, megszakítás nélküli hézagnélküli pályába, 10 m hosszúságig, vasbeton híd pedig, olyan hosszúságig építhető be, „melynek végelmozdulása a dilatáló hossz végén nem haladja meg az 5 mm-t”. Ez utóbbi értéket 1999-ben „az EDILON-típusú sínleerősítési rendszer 160 km/h járműsebesség esetén történő alkalmazására” kiadott M.A.B.: 1/1999. számú, vasbeton hidakra vonatkozó bizonyítványban, a 200 mm széles vályúval és UIC 60 rendszerű sínnel kialakított pálya esetén 7 mm-ben határozta meg. Ezeket az értékeket azzal indokolták, hogy ilyen mértékű sinkitolódás vagy sínbehúzóadás mellett, a rugalmas sínrögzítő anyag még nem válik el

sem a vályú, sem a sín felületéről. Ezzel a feltétellel kapcsolatban tudni kell, hogy a megszakítás nélküli hézagnélküli pályában lévő sín pályairányú hőtágulása teljesen korlátozott. Ennek megfelelően a megszakítás nélküli hézagnélküli pálya sinje pályairányban gyakorlatilag mozdulatlan és a hossza a semleges hőmérsékleten mérhető hosszal mindig azonos. A hőtágulás tekintetében ezeknél a hidaknál is azt tételezik fel, hogy a sín, valamint a hídszerkezet hőmérséklete közötti eltérés 10 °C-nál nem nagyobb (de ez még nincs bizonyítva), és a sín, valamint a hídszerkezet hőtágulási hossza egymással megegyezik. Tudni kell még, hogy amennyiben a hézagnélküli pályát valamilyen oknál fogva megszakítjuk, azaz megszüntetjük a sín hőtágulási korlátozottságát, akkor a megszakításnál a hézagnélküli pálya meghatározott szakasza pályairányban úgynevezett lélegző mozgást végez. A hídszerkezetek hőmozgását azonban nem lehet korlátozni. Azokat úgy alakítják ki, hogy a hőmérséklet miatti méretváltozása szabadon létrejöhhessen. Ennek megfelelően általános esetben a híd áthidaló szerkezetének alátámasztásainak egyikét állóként, azaz fixként, a többit pedig elmozdulhatóként, azaz mozgóként alakítják ki.

A fent említett 5 és 7 mm értékekhez tartozó szerkezeti hossz a következő módon számítható:

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta t; \text{ ebből } l = \Delta l / \alpha \times \Delta t$$

ahol

- Δl a sinkitolódás, illetve a hídszerkezet hőtágulási hossza,
- α a hőtágulási tényező, melynek értéke acélnál, vasbetonnál: 0,000012 (1/°C),
- l a hídszerkezet hossza,
- Δt a +10 °C semleges hőmérséklet és a figyelembe veendő szélső hőmérséklet közötti érték. Ez acélhidaknál: ± 35 °C, vasbeton hidaknál: ± 20 °C.

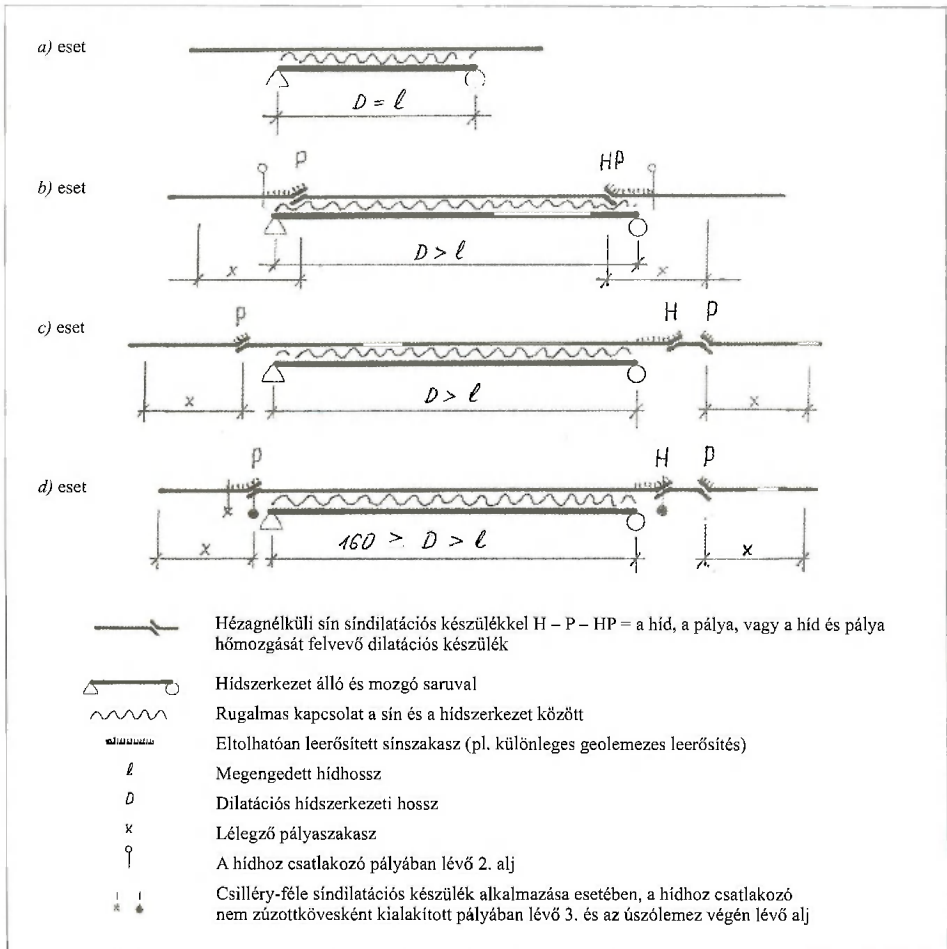
A vasbeton hidak így kiszámított megengedett hossza: 21 és 29 m.

Az említetteknel hosszabb dilatációs hosszúságú hídúszervezetek esetén, a hézag nélküli pályát a híd előtt és után, síndilatációs készülékek beépítésével meg kell szakítani. A síndilatációs készülékek lehetőleg a híd szerkezeten, annak végeinél kell elhelyezni. Amennyiben arra valamilyen oknál fogva nem lenne lehetőség, például, ha nem állna rendelkezésre a sínnel azonos módon beágyazható síndilatációs készülék, akkor azt a hídhöz csatlakozó pályába kell elhelyezni.

Hézag nélküli pályába építendő EDILON-os sínlerősítési híd (a továbbiakban: **E-s híd**) pályakialakítási alapeseteit az 1. ábra mutatja be. A d) eset a Csilléry-féle síndilatációs készülékkel történő megoldást tartalmazza abban az esetben, mikor a hídfőnél a hídhöz

csatlakozó pályában az úszólemez pályaszakasz nem zúzottkőves kialakítású.

A M.A.B. feltételei között az is szerepel, hogy a megszakítás nélküli hézag nélküli pályába beépíthető hidaknál, illetve azok fix saruinál és azok falazatainál (lásd 1. ábra a) eset), a Vasúti Hídszabályzat szerinti fékező erővel együtt figyelembe kell venni az EDILON-os kialakítású pályáról a hídszerkezetre átadódó pályairányú vízszintes erőt is. Ennek megállapításához ismerni kell a rugalmasan ágyazott sín pályairányú eltolásához szükséges erőt, illetve a síneltolási ellenállás értékét. Az alkalmazásai vizsgálatokat 1,0 m hosszú próbatesteken végezték. Annak során mérték, hogy mekkora erővel lehet a próbatestből kitolni a sínt. A kitoló erő



1. ábra. Rugalmasan beágyazott sínnel kialakított híd beépítési alapesetei hézag nélküli zúzottkőágyazatos pályában

függött többek között a sínvályú anyagától, de függött attól is, hogy a sín kitolását a próbatest fárasztási vizsgálata előtt vagy azt követően hajtották végre. A kitoló erők ismeretében meghatározták az 1,0 m hossza vonatkozó *fajlagos síneltolási ellenállás* értékét. Mivel a M.A.B.-okban nem adták meg, hogy a pályáról a hídra átadódó erő számításánál mekkora sínellenállási értéket lehet vagy kell figyelembe venni, javasolható a még nem fárasztott próbatesteknél megállapított legnagyobb értékkel számolni. Ez a vizsgálati eredmények szerint 28 kN/mm/m.

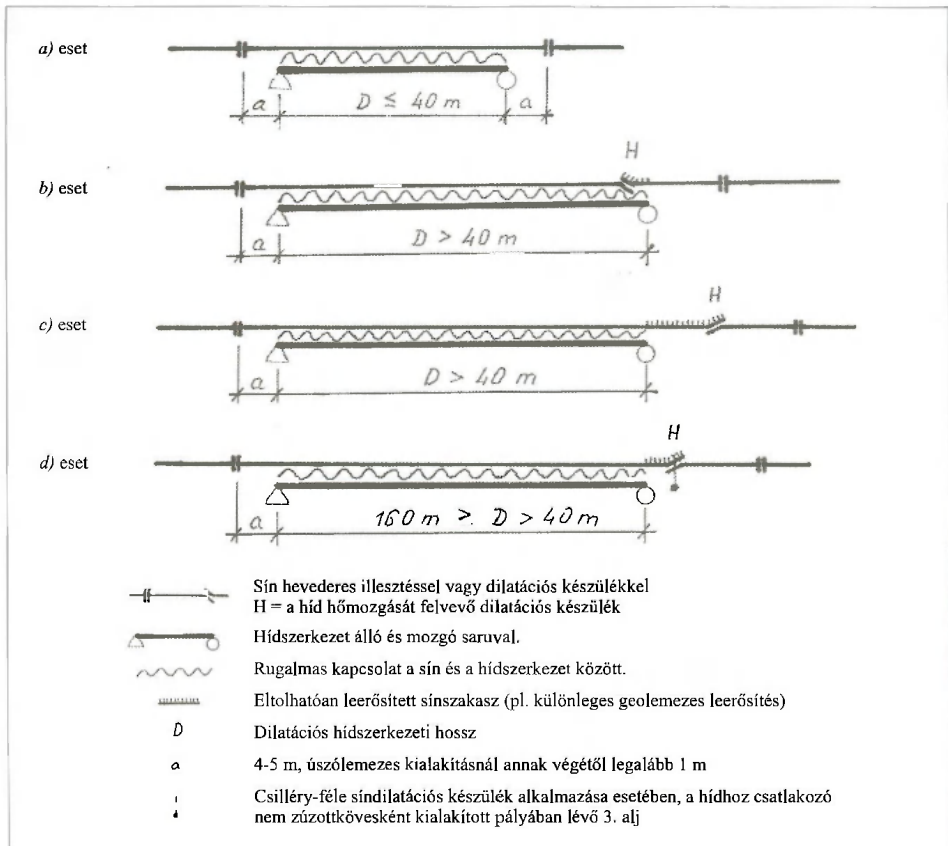
Hagyományos, azaz hevederes sínillesztésű pályába kerülő E-s hidak a korábban szokásos kialakítású hidakkal azonos feltételekkel építhetők be. Ezeknél a hidaknál természetesen nem jelentkezik sem a megszakítás nélküli hézag nélküli pályánál fentebb említett pályából átadódó erő, és nem értelmezhető a sinkitolódási hossz sem.

A hídhöz csatlakozó pályába a híd szerkezet mozgósa-

rus végénél síndilatációs készüléket csak akkor kell elhelyezni, ha az ehhez a hídvéghez tartozó dilatáló hidhossz a 40 métert meghaladja. Ennél kisebb hossz esetén a híd végétől 4-5 méterre, úszólemez hídalkalítás esetén az úszólemez végétől legalább 1 méterre, a csatlakozó pályába kell a hevederes sínillesztést elhelyezni.

Az E-s hid hagyományos pályába történő elhelyezésének, illetve kialakításának alapeseteit az 2. ábra mutatja be. A c) esettel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a síndilatációs készülék a híd szerkezet végétől távolabb is elhelyezhető, de az lehetőleg 6-7 méternél messzebbre ne kerüljön.

Meg kell említeni, hogy EDILON rendszerű pályával eddig 5 db acélhidat (legutóbb a zalaegerszegi delta vágány hídja) és 3 db vasbeton lemezhidat épített a MÁV Rt., és ilyen pályával fog épülni a Déli Összekötő vasúti híd III. vágányú szerkezete, valamint az újpesti északi vasúti híd is.



2. ábra. Rugalmasan beágyazott sínrel kialakított híd beépítési alapesetei hevederes zúzottkőágyazatos pályában



POZSONYI IVÁN
Pont-TERV Rt.
elnök igazgató

Közúti és vasúti forgalom szétválasztása nagyforgalmú hídjainkon

Az elmúlt években a Pont-TERV Rt. több Duna- és Tisza híd felújítási munkáit tervezte. Ezek között volt néhány olyan műtárgy melyet a vasút és közút közösen használt. A felújítási munkák azóta elkészültek, így a tervezés és kivitelezés kiértékelésével számos – a jövőbeni munkáknál hasznosítható – tapasztalathoz jutottunk.

Ezekből szeretném a legfontosabbakat ismertetni:

Az előadás az alábbi hidak felújítási munkáival kíván foglalkozni

- Bajai Duna-híd
- Dunaföldvári Duna-híd
- Tiszaugi Tisza-híd

A vizsgálódás elsősorban az acélszerkezetű felszerkezetekkel kapcsolatos tapasztalatokra terjed ki.

A közös közúti és vasúti forgalom számos nehezen kezelhető problémát vetett fel.

- Kedvezőtlen volt a hidak áteresztőképessége
- Az eltérő igénybevételek hatására a pályaszerkezetek a hatalmas fenntartási költségek ellenére a teljes tönkremenetel határára érkeztek.
- A fenntartási munkák és ellenőrzések szervezése a kétféle üzemeltető miatt nehézkessé vált. Ez is növelte a fenntartási költségeket.
- A forgalom helyzetéből adódó torlódásoknak környezetkárosító hatása volt.

A problémák megszüntetésére legkézenfekvőbb megoldás a vasúti és közúti forgalom szétválasztása volt.

A 90-es évek végén elkezdődött egy program, melynek eredményeképp három folyami híd rekonstrukciója elkészült.

A három híd rekonstrukciója – a meglévő adottságokat figyelembevéve – háromféle megoldást tükröz.

- A bajai hídnál egy szerkezeten belül a konzolok teherbírásának növelésével lehetett a forgalmat kétváltásztani.



1. kép. A bajai Duna-híd látképe

- Tiszaugon a kiszélesített alépitmények felhasználásával új független közúti pályával egészült ki a meglévő szerkezet, mely az átépítés után már csak a vasúti forgalmat bonyolítja le.



2. kép. A tiszaugi Tisza-híd látképe

- Dunaföldváron a vasúti forgalom megszűnése miatt egy korszerű pályaszerkezetet megépítésével tisztán közúti híd jött létre.



3. kép. A dunaföldvári Duna-híd látképe

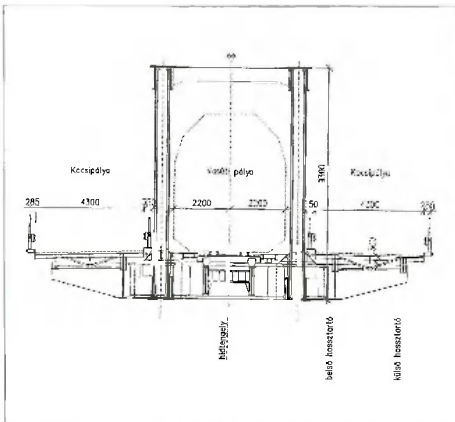
Vizsgáljuk meg különböző szempontok szerint e három műtárgyat:

I. Építési sorrend

Bajai Duna-híd

A munkák a közúti konzolok erősítésével kezdődtek. Előbb a befolyási oldali konzol épült és a közúti forgalom a kifolyási oldali konzolon, illetve a közös közúti vasúti pályán váltakozva haladt. Ezután a kifolyási oldali konzolt vették munkába, forgalma a befolyási oldali konzolra került.

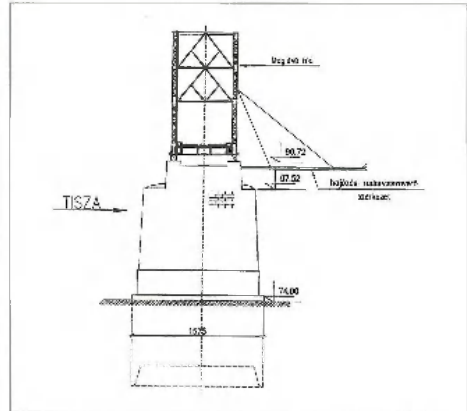
A közúti pályaszerkezetek elkészülte után a vasúti pálya teljes felújítása következett a vasúti forgalom teljes lezárása mellett. A közös pályaszerkezet bontása után a korróziós károk kijavítása mellett egy korszerű, központosító léces hídfős pálya készült. A pálya korszerűsítése után a szerelvények teherkorlátozás nélkül haladhatnak át a hídon.



1. ábra. A bajai Duna-híd felújítás előtti keresztmetszete

Tiszaugi Tisza-híd

Az új közúti felszerkezet a meglévő pillérek kiszélesített részére támaszkodik. A közúti és vasúti forgalom a megszokott rendje szerint bonyolódhatott az új felszerkezet építése alatt. A vasútnak átengedett felszerkezet felújításakor volt csak szükség a vasúti forgalom korlátozására. Az építés a pillérek szélesítésével kezdődött. Ezt követte az új gerendahíd szerelése.

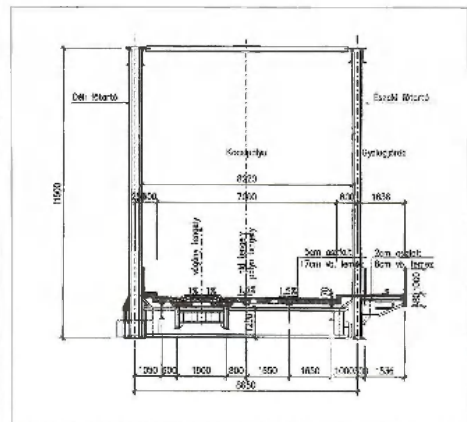


2. ábra. A tiszaugi Tisza-híd felújítás előtti keresztmetszete

A közúti híd elkészülte után a régi híd pályaszerkezetét kellett átalakítani. Ez az alábbi munkarészekből állt.

- vasbeton pályalemez elbontása a két sínzál között
- terelősin beépítése
- járórácsok beépítése

Dunaföldvári Duna-híd



3. ábra. A dunaföldvári Duna-híd felújítás előtti keresztmetszete

Mivel a vasúti forgalom megszűnt, építés alatt csak a közúti forgalmat kellett biztosítani. Az építés felpályás lezárással történt. Először a kifolyási oldali felpályát vették munkába, mivel ez volt rosszabb állapotban, majd a befolyási oldali felpálya következett. A forgalom a felpályákon váltakozó irányban haladt.

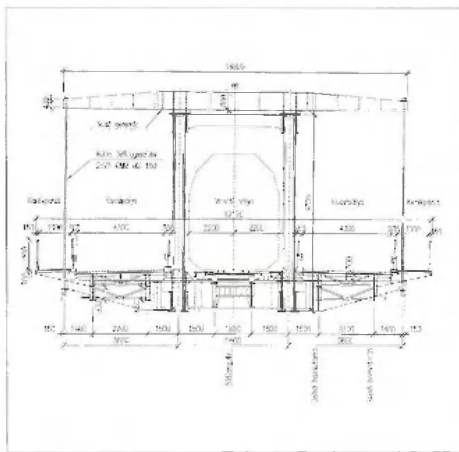
II. A szerkezeti rendszerek kiválasztása

A szerkezetek anyagát és rendszerét az építési idő alatti forgalmi viszonyok és a meglévő szerkezeti adottságok határozták meg.

Bajai Duna-híd

A meglévő keresztbordás ortotróp pályás konzolokat úgy kellett megerősíteni, hogy viselni tudják a közúti „A” jelű terhet. Ez az erősítés a konzolok felfüggesztésével történt. Itt a meglévő szerkezet meghatározó volt.

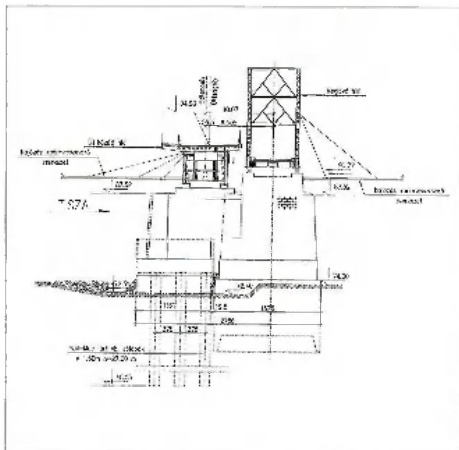
A pályaszerkezet megtartása miatt némi kompromisszumra volt szükség. Bizonyos a fáradás szempontjából szükséges méretek az adottságok miatt nem voltak betarthatók. Gyakorlati tapasztalatok azonban azt bizonyítják, hogy az ilyen szerkezetek komoly tartalékokkal rendelkeznek. Ezt az azóta végzett ellenőrző vizsgálatok teljes mértékben igazolták.



4. ábra. A bajai Duna-híd építés utáni keresztmetszete

Tiszaugi Tisza híd

Tiszaugon a közúti pálya részére teljesen új felszerkezet készült. A meglévő kiszélesített pillérek az eredet rácsos vasúti hidat és az új közúti szerkezetet is hordják. Ezért új felszerkezetként csak könnyű acélszerkezet jöhetett számításba.

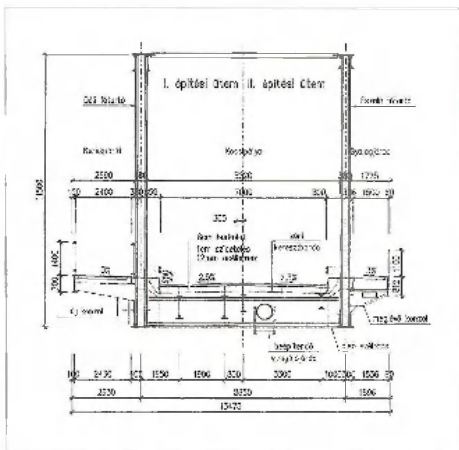


5. ábra. A tiszaugi Tisza-híd építés utáni keresztmetszete

Dunaföldvári Duna-híd

Ennél a hídnál a pályaszerkezet anyagának és rendszerének megválasztásában döntő szerepe volt annak, hogy az átépítést forgalom alatt kellett végrehajtani.

Vasbeton pályalemez így nem jöhetett számításba. Az alkalmazott ortotróp pályalemez lehetővé tette az építés alatti felpályás forgalom fenntartását.



6. ábra. A dunaföldvári Duna-híd építés utáni keresztmetszete

Az ortotróp pályaszerkezetek kialakításának szempontjai

Különböző szempontok alapján mindhárom esetben a közúti pálya ortotróp rendszerű lett.

Az ortotrop pályaszerkezeteket kétféle rendszerben alkalmazzák:

- hosszbordás kialakítás
- keresztbordás kialakítás

A hosszbordás szerkezet gazdaságos acélfelhasználást tesz lehetővé, mivel a pálya a főtartó szelvényébe beszámítható. Az olyan szerkezeteknél ahol erre nincs szükség ott szóba jöhet a keresztbordás szerkezet is. Ez a megoldás a helyszíni illesztések egyszerűsége miatt előnyös.

Bajai Duna-híd

Itt a keresztbordás pályaszerkezet adott volt. Az erősítés csak a pályát alátámasztó konzolokat és hossztartókat érintette.

A beavatkozás a főtartók közötti vasúti pályára nem volt hatással.

Tiszaugi Tisza-híd

Az új felsőpályás kétfőtartós közúti híd természetesen a szokásos trapéz hosszbordás megoldással készült. Az új szerkezet építése itt sem volt hatással az átépítés után már kizárólag vasúti rácsos hídra.

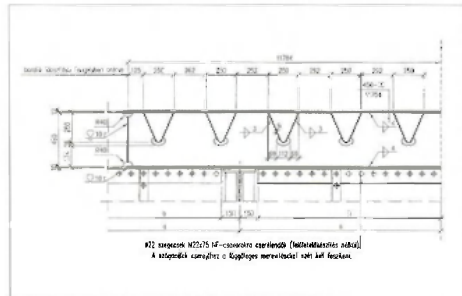
A gondot egyedül az aléptítmények szélesítése jelentette, ennek elemzése külön előadást érdemelne.

Dunaföldvári Duna-híd

Ennél a hídnál a főtartók teherbírása megfelelő volt, ezért nem volt szükség a pályaszerkezet bevonására.

Az egyszerű gyártás és a gyors helyszíni szerelés érdekében keresztbordás megoldást választottunk.

A keresztbordás pályalemez fáradásra érzékenyebb mint a hosszbordás, mivel a keresztborda felett áthaladó kerekek váltakozó irányú igénybevételeket okoznak. A kedvezőtlen hatás csökkenthető, ha a hagyományos trapézbordák helyett „V” alakú bordát alkalmazunk és a pályalemezt sűrűbben támasztjuk alá.



7. ábra. A keresztbordás ortotrop pályalemez

Kihasználva azt, hogy meglévő pályaszerkezet továbbra is felhasznált hossztartói elég sűrűn vannak kiosztva, kisebb teherbírású borda is megfelel. Így amellett, hogy kis anyagfelhasználást egyszerűen gyártható pályalemezt kaptunk, a burkolat léteartalmára is kedvező hatással van az, hogy a pályalemez 300 mm helyett 250 mm-enként van alátámasztva.

A tervezési és építési tapasztalatok összegzése

Mindhárom munkánál acélszerkezetű megoldást választottunk. Megállapítható, hogy a különböző életkorú és állapotú acélszerkezetek igen jól kombinálhatók, erősíthetők szerkezeti megoldásaik az igényeknek megfelelően átalakíthatók.

Acél pályaszerkezet alkalmazása lehetővé teszi a forgalom alatti építést.

Bár a közúti és vasúti forgalom szétválasztását a három műtárgynál háromféle módon oldottuk meg, mégis mindhárom esetben azonos problémákkal kerültünk szembe:

• Forgalom alatti építés

Az építés alatti forgalmi viszonyok előre nem becsülhető váratlan helyzeteket teremtettek és gyors beavatkozást tettek szükségessé.

• A meglévő szerkezetek teherbírásának figyelembevétele

Baján és Dunaföldváron elsősorban a felszerkezetek (főtartók és pályaszerkezetek), míg Tiszaugon az aléptítmények teherbírására kellett tekintettel lenni.

• A meglévő és az új szerkezetek összehajgja

A meglévő szerkezetek csak a kivitelezési idején az állványok elkészülte, illetve a szükséges bontások után voltak mérhetőek. A tervezés az eredeti valamint a megvalósulási tervek alapján történt. A tapasztalat az volt, hogy a megvalósulási terveken feltüntetett méretek gyakran eltértek a valóságtól. Ez folyamatos termódómosítást illetve tervezői közreműködést igényelt.

Itt a legfőbb tanulság az, hogy a megvalósulási terveket nagyobb gondossággal kell készíteni.

Ezek az átalakítások meghozták az elvárt eredményt. Hatásukra mind a közúti, mind a vasúti forgalom gyorsabb és biztonságosabb lett.

Egyszerűbbek, jobban szervezhetőek lettek a karbantartási munkák. Csökkentek a forgalmi dugók okozta környezeti ártalmak.

A program elindult, de még nem fejeződött be. Hátra van a kiskörei Tisza-híd közúti és vasúti forgalmának szétválasztása, ahol hasznosíthatók majd az eddigi tapasztalatok.



ERDŐDI LÁSZLÓ
MÁV Rt. PMLI
Mémőki Létesítmények Osztály
szaktanácsadó

A vasúti acélszerkezetű hidak aktuális korróziós kérdései

A MÁV Rt. hatékonyabb működését célzó átalakítási folyamatainak, a szervezet racionalizálásának köszönhetően a pályalétesítmények – benne a hidak – üzemeltetési rendszere, szervezete folyamatosan változik.

Ebből eredően a hidakat üzemeltető egységek feladatai is változóan mentek keresztül, és ehhez igazodóan az üzemeltetést végző létszám is egyre karcsúsodik.

A kezelt állami tulajdonú hídállag viszont gyarapodott az elmúlt időszakban a szlovén vasúti összeköttetés helyreállításának köszönhetően.

Az üzemeltetési feladat a teljes vertikum (hídfelügyelet, hiba- és zavarelhárítás, tervezhető és nem tervezhető karbantartási munkák) saját kapacitással történő ellátásától a tevékenységek minél szélesebb körben vállalkozásba adása irányába tolódik.

Sajnálatos módon ez a tendencia a hídüzemeltetési feladatok teljes átvértékelődését jelenti.

Korábban a jelentősebb saját fizikai létszámnak köszönhetően a felügyelet által feltárt beavatkozási igénylő hibák rövid időn belül megszüntetésre kerültek.

Az 1990-es évektől kezdődően a hídüzemeltetésre fordítható forrás nem nyújt fedezetet a szükséges javítások elvégzéséhez, és ezzel egy időben a fizikai létszám drasztikus csökkenése a saját kapacitások jelentős szűkülését vonta maga után.

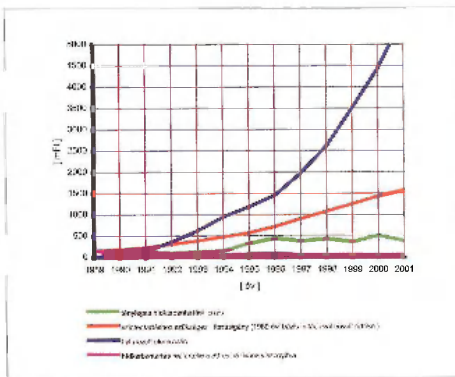
A tervezhető javítási, karbantartási munkák vállalkozásba adására viszont forrás hiányában nincs lehetőségünk.

A forráshiány összességében azt eredményezte, hogy a hidak romlási folyamata felgyorsult.

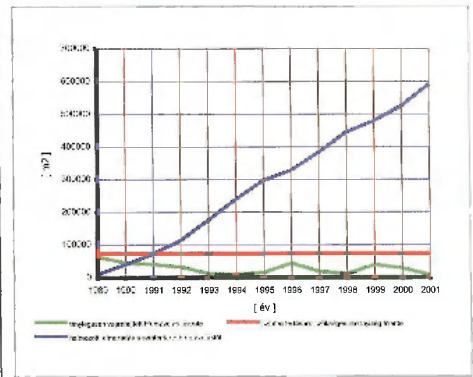
A vasúti hidak közül kiemelten hátrányos helyzetbe kerültek az acél szerkezetű hidak, mivel ezek mázolására a saját kapacitás már végkép nem nyújt lehetőséget.

Az acél szerkezetű hidak méretüknél fogva a vasúti hídállag jelentős hányadát képviselik.

Ezek a hidak biztosítják a nagyobb áthidalásokat a Dunán, a Tiszán és valamennyi jelentősebb vízfolyásunk felett, a helyközi és a nemzetközi forgalmi összeköttetések fontos megteremtőjeként.



A hídkarbantartás finanszírozása (1989–2001)



Korrózióvédelmi teljesítmények a MÁV Rt. vonalhálóján

A MÁV Rt. Pályavasúti üzletág által üzemeltetett vasúti hídszerkezetek megoszlása szerkezet típusa szerint:

Szerkezet típusa	Hídszerkezetek száma [db]		Nyilvántartás szerint hány hídnek számít [db]		Nyilvántartás szerinti hossz típusonként [vnyfm]	
	össz.	%	össz.	%	össz.	%
Beton, vasbeton csőáteresz	3 050	35,47	3 889	34,05	3 824	7,22
Tartó nélküli nyílt áteresz	61	0,71	64	0,56	33	0,06
Fatartós áteresz, fahíd	15	0,17	15	0,13	11	0,02
Kőfedlapos áteresz	81	0,94	125	1,09	96	0,18
Áteresz összesen*:	3 207	37,30	4 093	35,84	3 964	7,48
Boltozat	653	7,59	1 005	8,80	2 771	5,23
Sinbetétes teknő	1 621	18,85	2 307	20,20	7 126	13,46
Köracélbetétes teknő	910	10,58	1 334	11,68	7 607	14,36
Szegélybordás v. egyéb vb. gerendahíd	70	0,81	92	0,81	1 157	2,18
Vb. keret	1 417	16,48	2 046	17,91	4 961	9,37
Tartóbetétes teknő	15	0,17	23	0,20	484	0,91
Előrcgyártott vb. gerenda főtartós híd	3	0,03	4	0,04	71	0,13
Feszített beton híd (vb. szekrénytartós és egyéb utófesztett vb. híd)	15	0,17	15	0,13	1 777	3,36
Tégla, kő, beton, vasbeton hidak összesen:	4 704	54,70	6 826	59,77	25 953	49,01
Ikertartós híd	14	0,16	16	0,14	96	0,18
Felsőpályás gerinclemezes acélhíd	214	2,49	139	1,22	3 444	6,50
Alsópályás gerinclemezes acélhíd	150	1,74	121	1,06	3 472	6,56
Rácsos acélhíd	136	1,58	87	0,76	9 088	17,16
Egyéb acélszerkezetű híd (acél csőáteresz, TUBOSÍDER)	18	0,21	28	0,25	39	0,07
Acél főtartóval együtt dolgozó vb. pályalemezes híd	36	0,42	1	0,01	426	0,80
Süllyesztettpályás gerinclemezes acélhíd	3	0,03	4	0,04	109	0,21
Acél szekrénytartós híd	3	0,03	3	0,03	70	0,13
Acélhidak összesen:	574	6,68	399	3,49	16 744	31,62
Ideiglenes híd (provizórium)	35	0,41	26	0,23	727	1,37
Gyalogfelüljárók	79	0,92	77	0,67	5 572	10,52
MÁV Rt. Pályavasút hídállaga összesen:	8 599	100,00	11 421	100,00	52 960	100,00

(A táblázat a 2001. évi számítógépes hídállag adatok alapján készült.)

* az „áteresz összesen” nem azonos a ny < 2,0m-es hidakkal!

A számokból látható, hogy a vasúti terhet viselő acélszerkezetű hidak a szerkezet db szám szerint csak 6,68%-át teszik ki a hídállagnak, de a 29,7 m-es átlagos szabadnyílással az összes híd hossz 31,62%-át képviselik. Ezek mellett van még a 79 db acélszerkezetű gyalogos felüljáró összesen 5572 m hosszban, ami a hídállag 10,52%-a.

Az összes acélszerkezetű híd a provizóriumokkal együtt a hídállag 43,51%-a.

Ezek a számok jelzik, hogy ezen szerkezetek jelentősége, súlya a kezelt hídállagban igen nagy.

Ezért látjuk szükségesnek kiemelten foglalkozni ezen szerkezetek állapotával, korrózióvédelmével.

A kérdés fontosságára tekintettel készítettük el 544 db, vasúti terhet viselő acélszerkezetre kiterjedő korróziós állapotfelmérést a MÁV KfV Kft.-vel.

A bevonatrendszer korróziós károsodás értékelésének szempontjai

A MÁV 2947 számú „Acélszerkezetű vasúti hidak korrózióvédelmi fenntartási munkái” című szabvány, továbbá

- Átrozsódásfokozat: (MSZ-05 22.7610/1-84)
- A szerkezeti elemre vonatkoztatott átrozsódásodás mértéke: (DIN 53210)
- Korróziós károsodás helyei (Csomólemezen, Hossztartó felső övön, Keresztartó felső övön, Főtartó alsó övön, Egyéb helyeken)
- Hólyagképződés: (MSZ-05 22.7610/4-86)
- Repedések: (MSZ-05 22.7610/2-86)
- Krétásodás: (ÚT 2-2.202.-1987)
- Réteges leválás: (MSZ-05 22.7610/8-88)
- Szennyeződés lerakódása
- Megjegyzések
- Festékvastagság mérés eredményei:
A festékréteg átlagos vastagsága a
Teljes hídszerkezetre vonatkoztatva: mm
A festékréteg maximális vastagsága: mm
A festékréteg minimális vastagsága: mm
A festékvastagságok szórása:
A festékvastagságok normalizált szórása
- A tapadásvizsgálat eredményei (MSZ 9640/25-1987)

Összefoglalás

A bevonatrendszer korróziós károsodásának felmérése alapján a javítási javaslat: (MÁV Sz 2947)

A hidak fentiek szerinti értékelése alapján összesített kimutatás készült, mely tartalmazza a vizsgált híd nyilvántartási adatait, a hídszerkezet számított mázolásai fe-

Javítási kategória	A kategória jelentése	Minősítés
(A) A bevonatrendszer korrózió védő, nincs javítás	$Ri < Ri0, Ri1, Ri2$	1
(B) Foltszerű javítás szükséges	Javitandó felület $< 5\%$ és $Ri > Ri3$	2
(C) Foltszerű javítás és karbantartó átmázolás	Javitandó felület $5-30\%$ és $Ri > Ri3$ Festékvastagság $< 400 \mu m$	3
(D) Teljes felújítás	Javitandó felület $5-30\%$ és $Ri > Ri3$ Festékvastagság $> 400 \mu m$ VAGY Javitandó felület $> 30\%$ és $Ri > Ri3$	4

lületét recéslemez, korlát, pályatartó, főtartó bontásban, valamint az összes mázolandó felületet. Ezáltal kiiktathatók a régi, acélszerkezet súlyából becsült mázolás felületek, melyek vállalkozásba adott mázolás munkáknál a megrendelő és a tényleges felület felmérő kivitelező között feszültség forrása volt.

Ez a kimutatás egyben az acélhidak mázolásai kimutatása is, mivel a táblázat utolsó oszlopai – amit helyhiány miatt a kivonat nem tartalmaz – rögzítik az utolsó mázolás évét és az alkalmazott bevonatrendszer jellemzőit is.

Tartalmazza továbbá a táblázat külön – külön a pályatartó és a főtartó bevonatának minősítését, a hídszerkezet egészének minősítésére jellemző „korróziós minősítő számot” is. A korróziós minősítő szám képzésénél a pályatartót, mint a vasúti forgalomból eredő korróziós terhelésnek elsődlegesen kitett szerkezeti elemet kétszeres súllyal vettük figyelembe.

Az így képzett súlyozott minősítő számok felhasználásával számítottuk a felület szerinti átlagot, mely az 1-4 közötti skálán 3,1 értékre adódott.

Kivonat a vasúti acélhidak korróziós állapotfelméréséről készült táblázatból

So szám	Vonal megnevezése	Szelvény	Híd ív u. kö ív	Híd neve	Szabvány	Számított felület (m ²)				
						Recéslemez	Korlát	Pályatartó	Főtartó	Összesen [m ²]
1.	Bp.Keleti-Hegyeshalom	38+80	15	Kőbányai úti aluljáró	29,80	118	45	748	748	1 495
2.	Bp.Keleti-Hegyeshalom	38+80	15	Kőbányai úti aluljáró	29,80	-	-	385	385	770
541.	Porpác bez.-Szentgotthárd	1465+00	16	Pinka-híd	25,00	0	23	346	346	691
542.	Porpác bez.-Szentgotthárd	1682+72	16	Lapincs-híd	37,78	257	31	701	701	1 402
543.	Ágfalva oh. bez.-Nagykanizsa	1159+48	16	Rába-híd	50,00	370	60	823	823	1 646
544.	Ágfalva oh. bez.-Nagykanizsa	1181+82	16	Csömöc-híd	25,00	214	38	484	484	967
						86 444	23 973	342 089	453 390	800 046

A táblázat folytatása

Javítási kategória								Korróziós minősítő szám				Mázolási igény = (2001)		
Főtartó				Pályatartó				Fő tartó min. átlós szám	Pályatartó min. átlós szám	Súlyozott min. átlós szám (10 árú min. 2-pályatartó min. 10)	Súlyozott átlós szám	Fő tartó felület (m ²)	Karbantartó átmázolás (m ²)	Teljes felület (m ²)
Megfelelő	Foltsz.jav.	Karb.átm.	Telj.felúj.	Megfelelő	Foltsz.jav.	Karb.átm.	Telj.felúj.							
% 1	% 2	% 3	% 4	% 1	% 2	% 3	% 4							
0	1			0	1			1	1	1,0	1 495	0	0	0
0	1			0	1			1	1	1,0	770	0	0	0
			100	4			100	4	4	4,0	2 764	0	0	691
	10	2			10	2			2	2,0	2 804	140	140	0
		100	3			100	3		3	3,0	4 938	0	1 646	0
	10	2			10	2			2	2,0	1 934	97	97	0
											2 240 968	12 031	156 350	357 143

A táblázat adatainak felhasználásával számítható forrásigény a korrózióvédelmi munkákhoz 2002. évi ár-szinten

Javítási kategória	Mázolandó felület [m ²]	Egységár [Ft/m ²]	Mázolási költség [E Ft]
Foltszerű javítás	12 031	4500	54 139,5
Foltszerű javítás és karbantartó átmázolás	156 350	6500	1 016 275,0
Teljes felújítás	357 143	8500	3 035 715,5
Mázolási költség összesen:			4 106 130,0

A vasúti hidak korrózióvédelmének gyakorlata szerint – a DUROL és a TRINÁT bevonatok és ólomminium alapozó időszakában – a mázolási ciklus 10 év volt.

A jelenleg meglévő bevonatok 70–75%-a még e bevonatokkal készült.

Ennek figyelembevételével a 10 éves ciklus esetén a forrásigény csak a korrózióvédelmi munkákra 410,6 millió Ft-é.

15 éves mázolási ciklus esetén is 273,74 millió Ft/év, de ennek feltétele olyan korszerű bevonatrendszerek alkalmazása, melyek ezt az elvárt élettartamot biztosítani képesek.

Sajnos a fentiek azt jelzik, hogy a mázolási ciklusidő a régi, rövid élettartamú bevonattal rendelkező acélszerkezetek esetében is kitolódik – egyes hidak esetében 20–25 év – a hídserkezetek erőteljes romlását eredményezve.

Korróziós állapot, korróziós károsodás okozta hiányosságok

A hídserkezetek korróziós romlási folyamatának lassítására tartalmaz az „Acélszerkezetű vasúti hidak korrózióvédelmi fenntartási munkái” című MÁV szabvány a hidak mosására előírást, amit kísérleti jelleggel 1996-ban elkezdtek.

A mosást saját kivitelezésben, saját létszámmal végeztük.

Az azóta eltelt évek hidkarbantartási, hidfelügyeleti költségei nem tették lehetővé a mosás rendszerbe állítását. Az itt használható, e célra összegyűjtött felszerelések – vasúti vízszállító tartálykocsi, mobil áramfejlesztők, kézi nagynyomású mosók, vízszivattyúk – egy részét leselejtezték, másik részét átcsoportosították.

Ennek következményét osztjuk meg önökkel a következőkben.

A hidakon a pergő szemét lerakódása

A tehervagonokról lepergő rakomány a hid alsó övének zárt tereiben, az alsó öv vízszintes elemei, az övszög-áccélon, a csomólemezekon rakódik le azok erőteljes korróziós károsodását okozva. A szemét a csapadékot felfogja, a felületek kiszáradását gátolja. Az így kialakult göcspontokon a rakomány vegyi terhelése (műtrágya, egyéb vegyi anyagok), a levegőbe kerülő, és a csapadékkal oldatba kerülő vegyi összetevők idővel feldúsulnak a korróziós folyamat egyre intenzívebb lefolyását eredményezve.



Budapest déli Duna-híd

Szolnok Tisza-híd

Ennek következtében a szeméttel fedett szerkezeti elemek (szögacélok, csomólemezek, kapcsolóelemek – szegecsek, csavarok) intenzív korróziós károsodása tapasztalható. A képek sajnos az ország bármely területén készülhetnek volna, de még elszomorítóbb, hogy a szolnoki Tisza-híd és a Déli Duna-híd is „alkalmas” ilyen képek készítésére.

A szerkezetek rendszeres – évenkénti – letakarítására, mosására, a korróziós károsodás megakadályozására forráshiányból eredően nincs lehetőségünk, ezért olyan új problémák kezelésére kényszerülünk, mint a szelvénygyengült kapcsolószerkezet szelvénygyengülési fenntartási, a szerkezet teherbírási határértékének meghatározása, a korróziós károsodás okozta szelvénygyengülés határértékének, a szerkezet teherbírásának meghatározása.

Korábban ilyen kérdésekre nem kellett választ adni, mert lehetőség volt a szerkezetek rendszeres karbantartására, szükség szerint a sérült hidak javítására, a szerkezetek cseréjére.

Most nézzünk néhány jelenleg is üzemelő hídon tapasztalható korróziós károsodást:

A szemétkorrodás okozta szegecsfej korrózió

A képeken a főtartó alsó övön tapasztalható, szegecsfej gyengülést eredményező korróziós károsodást igyekszünk szemléltetni. A függőleges szegecscek fejszelvényének hiánya 50–80%.

A Hernád hídról készített képen a saját létszámmal, kézi felület előkészítéssel (rasketta, drótkéfe) készített bevonat pár éven belüli tönkremenetelének lehetünk tanúi.

A vasúti hidász szakaszok nem rendelkeznek korszerű technológiával (szemcseszórásos felület előkészítés technikai háttérrel). Az érintett híd bevonatának felújítását megkezdttük már 1994-ben, de a források hiánya csak részleges munkavégzést engedtek meg. A híd szerkezet korrózióvédelmének felújítása azóta több lépcsőben, szakaszosan zajlik. Sajnos oda jutunk, hogy már az első lépcsőben elkészült bevonat foltszerű javítása szükséges, míg a további mázolások igen vontatottan haladnak, a teljes befejezésre még kilátás sincs.

Az ilyen ütemezés a korrózióvédelmi munkák hatékonyságát nagymértékben csökkenti.

A szegecsnek a híd szerkezet teherbírásában nagy jelentősége van. A statikai számításnál a szegecsszár a teherviselő elem, de a szegecs sajátos működési mecha-



Gubacsi úti Duna öbölgyi híd korróziós károsodása



Budapest–Szerencs vv. Hernádnémeti Hernád-híd

nizmusa folytán a szerkezetre a fej erős gyengülése, vagy hiánya miatt is kihat. Az összekapcsolt szerkezeti elemek korróziómentes, terv szerinti alakját is a szegecs biztosítja azáltal, hogy a melegen zömített szegecs lehűléskor tengelyirányban jelentős összeszorító erőt is biztosít. A teljes értékű szegecsfej a terhelés hatására nem engedi a szegecsszár hajlítása következtében előálló kis mozgások kialakulását, a kapcsolat fellazulásának kialakulását.



Befejezésül a szolnoki Tisza-híd egy csomópontjáról készült képet csatlók. Itt is látható a szegecsfejek erős kopottsága, szelvényhiánya.

A szegecsfej jelentős korróziója (70–80%) azt eredményezi, hogy a szegecs elveszti az összeszorító képességét, a szegecsszár mind szabadabban képes a terhelés hatására a nyíróerő felvételekor alakváltozni, ami a kapcsolat fellazulását, az elemek egymáshoz szorító erejének lecsökkenését, ennek következtében az elemek közötti korrózió megindulását eredményezi.

Ezek a csomópontok a szerkezet fő teherviselő elemein találhatóak, amiknek acélszerkezeti javítása igen körülményes. A javításhoz az építéskori szegecselékes technológia is már igen korlátozottan áll rendelkezésre.

A lerakódó szemét, törmelék nem csak a szegecseket károsítja, hanem az acél szerkezeti és kapcsolóelemeket is azok szelvénygyengülését okozva.

A szemétkorodás okozta szelvénygyengülés



Teljes keresztmetszetű átrozsdásodás



A csomólemezek erős károsodása

Persze szelvénygyengülést – teherbírást befolyásoló szelvénygyengülést – nem csak a légköri korrózió okoz. A hidkarbantartási munkák elmaradása miatt a hossztartók felső övére felfekvő hídfák mozgása is felerősödik a hídfaleszorító csavarok korróziója, berágódása, a faaljak korhadása következtében, a hossztartók felső övének erős dörzsölését, koptatását eredményezve.



A szolnoki Tisza-híd erős, de még teherbírást nem befolyásoló korróziós károsodása

Ez az elemek egymáson való mozgásából származó károsodás felerősítve a légköri korróziós kárral a hosszartató felső övlemez 50%-os szelvénygyengülését is elérheti.

Korrózió okozta elem deformáció

A korrózió nem csak a teherviselő elemek szelvénygyengülést, hanem azok terv szerinti alaktól való eltérését is eredményezhetik

Ismét a szolnoki Tisza-hídról néhány kép



Varrat korróziós károsodása, szelvénygyengülése



Ez a hiányosság az aránylag új acélszerkezeteknél tapasztalható kimondottan a korróziós javítási-, felújítási lehetőségek hiányára visszavezethetően.

Összetett elemek mozgásai

Ez a hiányosság a szerkezetek előregedésére (fáradás) és korróziós hatások felerősödésére vezethető vissza.

Az itt vázolt hiányosságokkal való együttélés kényserít minket az új problémák kezelésére, új hibák fogalmi meghatározására, és a hozzájuk rendelhető határértékek felvételére.

Ezeket az előírásokat építettük be a számítógépes hídvizsgálati, hídminősítő rendszerünkbe, a HGR-be.

A feladatok időben történő ellátásának és azok elmaradásának pénzügyi következményeit az alábbi táblázatban foglaltam össze (2002. évi árszinten számolva).

Az acélszerkezetek karbantartásának, mázolásának elmaradása a szerkezetek élettartamát 50–70%-ban csökkenti, tehát a 100 évre tervezett hidak élettartama 50–70 év!

A táblázat adatai alapján a szerkezet időbeni karbantartó átmázolásával (10–15 év), és ezt követően időbeli felújításaival (10–15 év) a tervezett 100 év élettartam az új híd építési költségeinek 50–70%-ával biztosítható.

Összességében a korrózióvédelmi munkák elmaradása következtében az acélszerkezetek üzemeltetése eddig nem tapasztalt feladatok megoldása elé állítja a vasúti hidak kezelőit.



Az ilyen típusú, vasúti járművekkel közvetlenül terhelt szerkezeti elemeknél tapasztalható hiányosság egyelőre ritkán fordul elő, de éppen az egyik nemzetközi fővonalon, a Budapest–Miskolc–Nyíregyháza–Záhony vasútvonalon, a tokaji Tisza-hídon készült a felvétel. A felső öv szöszgacélok és a közrefogott gerinclemez közötti mozgások megtűrhető értékére, a forgalom fenntartásának feltételeire eddig útmutatást nem találunk.

A korrózióvédelmi munkák súlyán történő kezelése a vázolt hibák végkifejletét, a hidak korróziós károsodás miatti teherbírás csökkenését, a hidak korróziós károsodás miatti átépítését küszöbölne ki.

Sajnos az elmúlt évek tapasztalatai alapján kedvező fordulat nem várható a korrózióvédelmi tevékenység szükségességének elismertetése, a forrás megteremtése tekintetében, így elévülhetetlen érdemeket szerzünk a korrózió által károsított hidak üzemeltetési kérdéseinek tisztázása, kidolgozása kapcsán.



A szolnoki Tisza híd „2002”

Hídtípus	Mennyiség [db]	Átlagos szabványhíás [m]	Átlagos mázolási felület [m ²]	Átlagos tömeg [kg]	Bevonat karbantartó átmázolása 6500 Ft/m ² [E Ft]	Bevonat teljes felújítása 8500 Ft/m ² [E Ft]	Acélszerkezet gyártási költsége 1000/800 Ft/kg [E Ft]
Rácsos ap	136	62,74	4116	289 044	26 754	34 986	289 044
Gl. ap.	153	22,20	862	56 000	5 603	7 327	44 800
Gl. fp.	244	15,14	434	28 350	2 821	3 689	22 680
Ikertartós	11	8,00	225	7 000	1 463	1 913	5 600
Összes acélhíd	574	28,88	1471	100 868	–	–	–

	Vizsgálat szintje	Mértékegység	Hibák jegyzéke	Javasolt állapot minősítő szám (M)	Javasolt veszélyességi értékelő szám (V)	Bevezetendő korlátozások
Összetett elemek mozgása (csak esavazotott és szegecseli kapcsolát)	II. fok	–	Az összetett elem hibátlan, mozgásra utaló jel nincs	1-2	1	Pályatartó, főtartó esetén M=4 és V=3 v=80 km/h M=4 és V=4 v=60 km/h M=5 és V=4 v=40 km/h
	II. fok	db	Az összetett elem mozgás látható	3-5	2-4	
	III. fok	db	Az összetett elem mozgási jel látható, terhelés hatására a mozgás kisebb a kapcsolóelem átmérőjének 10%-nál	3	2-3	
	III. fok	db	Az összetett elem mozgás látható, terhelés hatására a mozgás kisebb a kapcsolóelem átmérőjének 10-20% közötti	4	2-4. Általában, de 3-4. Pálya- és főtartó esetén	
Alapanyag repedés	II. fok	–	Nincs repedés a vizsgált elemen	1-2	1	Pályatartó, főtartó esetén M=4 és V=3 v=80 km/h M=4 és V=4 v=60 km/h M=5 és V=4 v=40 km/h
	2. fok	db	Telherbírása veszélyes alapanyag repedés	3-5	2-4	
	II. fok	db	Alapanyag repedés	3-5	2-3	
	III. fok	db	Terhelés hatására mozgó, élő repedés hossza kisebb, mint a vizsgált szerkezeti elem húzott övénék 30%-a	3-4	2-4. Általában, de 3-4. Pálya- és főtartó esetén	
Hegesztett kapcsolát korrozója	II. fok	–	A hegesztési varraton korrozíós károsodás nem látható	1	1	Pályatartó, főtartó esetén M=4 és V=3 v=80 km/h M=4 és V=4 v=60 km/h M=5 és V=4 v=40 km/h
	II. fok	m	Hegesztési varraton a bevonat repedezett, tönkrement, töredezett	2	1-2	
	II. fok	m	A varraton a korrozíó okozta gyengülés < 15%	3	2-3	
	II. fok	m	A varraton a korrozíó okozta gyengülés < 30%	4	2-4. Általában, de 3-4. Pálya- és főtartó esetén	
	II. fok	m	A varraton a korrozíó okozta gyengülés > 30%	5	2-4. Általában, de 4. Pálya- és főtartó esetén	
Szegecs	II. fok	–	Nincs korrozíós károsodás a szegecsejen	1	Pályatartó, főtartó esetén M=4 és V=4 v=60 km/h M=5 és V=4 v=40 km/h	
	II. fok	kdb	A szegecseli kapcsolatban a szegecsfaj hiány nem éri el a 70%-os szelvénygyengülést	2		
	II. fok	kdb	A szegecseli kapcsolatban a 70%-os a szegecsfaj hiányos szegecsek száma < 20%	3		
	II. fok	kdb	A szegecseli kapcsolatban a 70%-os szegecsfaj hiányos szegecsek száma > mint 20% és < mint 40%	4		
	II. fok	kdb	A szegecseli kapcsolatban a 70%-os szegecsfaj hiányos szegecsek száma > mint 40%	5		3-4. Általában, de 4. Pálya- és főtartó esetén
Alaki sérülés	II. fok	–	Káros mértékű alaki hiba a szerkezeti elemen nincs	1-2	1-2	M=4-5 és V=3 v=80-60 M=4-5 és V=4 v=40-20 km/h M=5 és V=4 v=40-20
	2. fok	db	A szerkezeti elemen káros mértékű, a teherbírást veszélyeztető alakhiba található	3-5	3-4	
	III. fok	t	Alaki hiba a szerkezeti elemen a gyártási tűrőhatár kétszerese fölött van, a de szerkezet teherbírást veszélyeztet	3-4	2-3	
	III. fok	t	Alaki hiba a szerkezeti elemen a gyártási tűrőhatár kétszerese fölött van és a szerkezet teherbírást veszélyeztet	4-5	3-4	
	II. fok	db	A szerkezeti elem káros mértékű alakhiba található	3-5	2	
Korróziós bevonat állapota	II. fok	–	Bevonati rendszer hibátlan	1-2	1-2	–
	II. fok	m2	Bevonat az összfelület < mint 5%-án sérült R1>= R3 szerint	3	1-2	
	II. fok	m2	Bevonat az összfelület 5-30%-án sérült, (és a bevonat összréteg vtg-a < 400µm, csak III foknál)	4	1-2	
	II. fok	m2	Bevonat az összfelület nagyobb, mint 30%-án sérült, (vagy a bevonat összréteg vtg-a > 400µm, csak III. foknál)	5	1-2	



TAPAI ANTAL
műszaki vezérigazgató
BVM Épelem Kft.



FÖVÉNYI GÁBOR
műszaki vezérigazgató-helyettes
BVM Épelem Kft.



KÓKAI JÓZSEF
vállalkozási igazgató
BVM Épelem Kft.

Előfeszített tartószerkezetek továbbfejlesztése és gyakorlati alkalmazásuk

Összefoglaló

A BVM Épelem Kft. hagyományaihoz híven napjainkban is jelen van a hídépítés, ezen belül a vasúti hídépítés területén, tartóival és hídkiegyesítő elemeivel igyekszik kiszolgálni a kivitelezői igényeket.

Bemutatásra kerülnek a különböző továbbfejlesztett tartócsaládok, így a legújabb szabványoknak is megfelelő EHG/F, az UBXM, az UH típusú hídgerendák a hídkiegyesítő elemek és az egyedi termékek. (A bemutatott referenciák mindezt jól prezentálják.)

A hagyomány kötelez

A BVM ÉPELEM Kft vezetői hosszú évek óta rendszeresen részt vesznek a vasúti hídkonferenciákon, gyakran kiállítóként vagy bemutató előadással igyekeznek hozzájárulni annak sikeréhez. A legutóbbi alkalommal Szombathelyen a szobi vasúti alagút egyedi előre gyártott elemeit mutattuk be, most pedig arra készülünk, hogy az előfeszített tartószerkezetünk továbbfejlesztett elemeivel ismertessük meg az érdeklődőket. Együttal bemutatjuk azokat a műtárgyakat, mint referenciákat, amelyek már az új elemek felhasználásával készültek.

Mielőtt elmélyülnénk a hídgerenda gyártás és hídépítés rejtelmeibe, röviden bemutatjuk cégünk utolsó tíz évének fejlődését.

Új szemlélet a privatizált vállalat vezetésében

A rendszerváltás a BVM budapesti gyára számára is új lehetőségeket teremtett, mellyel – így utólag visszagondolva – jól élt a vállalati kollektíva. A vállalat átalakítá-

sának lehető legrögösebb útját választottuk. A rendszerváltást követő általános gazdasági válságot sikeresen menedzselte a Beton- és Vasbetonipari Művek nagyvállalatának vezetése.

Túlélte a vidéki nagyobb gyárak leválása okozta sokkot is. A BVM felbomlása után került sor a maradék négy gyáregység privatizációjára. Ennek eredményeként a BVM budapesti gyárát, mint jogutódot nem egy tőkeerős nyugati cég hanem a gyári kollektíva vásárolta meg, rálépve ezzel a tulajdonosság nehéz útjára. A dolgozói kollektíva két szervezete, az MRP szervezet és az MBO Kft. közösen pályázott és nyert, majd a tulajdonrészek nevesítése után több mint száz kistulajdonossal létrejött a BVM Épelem Kft.

A kivásárlási részletek törlesztése után a cég jelenleg is jól működik, és megteremtette a jövőbeni eredményes gazdálkodás alapjait.



1. ábra. A BVM ÉPELEM Kft. folyamatai

Szakított a hagyományos vállalati szerkezettel, szervezeti felépítése nem horizontális, nem is vertikális, hanem a termelési, gazdálkodási és irányítási folyamatok egy sajátos rendszere, mely az 1. ábrán látható. A kapcsolódó folyamatokat leginkább egy élő szervezet-

hez lehet hasonlítani („BVM virág”), amely egy minőségorientált térben működik úgy hogy a gyökérzet, a szár, a levelek és a bibe-szirmok külön-külön gazdálkodási egységeket jelölnek meg.

Központi szerepe van az önálló termelési tevékenységet folytató üzletágaknak, a profitcentrumoknak, melyek a logisztikai és humánpolitikai folyamatokon keresztül érnek el és működtetnek minden erőforrást.

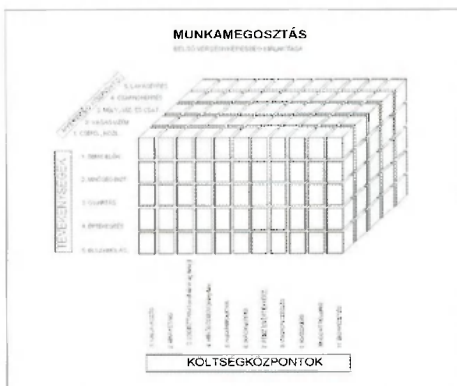
A virág levelei (költségeközpontok) is folyamat elven működnek, melynek nagy előnye az egyéni kreativitás és a csapatmunka egységének prioritása, amely egyúttal az eredményes folyamatok működtetésének záloga is.

Ebben a rendszerben a BVM ÉPELEM Kft. 2002. évben 2,2 milliárdos termelési illetve árbevételi tervet teljesített eredményesen, ami azt jelenti, hogy megőrizte piaci pozícióit minden ipari és lakossági termékcsoportnál. Jelenlegi állományának 120 fő, vezető tisztségű főleg lakásépítésnél, út és hidépítésnél, csatornázásoknál és csarnoképítésnél építik be.

Telephelyei az ország különböző területein megtalálhatók (Budafoki út, Csepel, Szolnok, Bodrogkeresztúr), és biztosítják a hosszú távú tervekben megfogalmazott piaci fejlődéshez szükséges biztos hátteret.

A rugalmas szervezeti felépítéshez tevékenység mélységű munkaköri leírás és munkaszerződés kapcsolódik. A munkamegosztás különböző sikok mentén valósul meg.

Ezen sikok metszéspontjai 1-1 tevékenységet reprezentálnak. Egy-egy kocka egy-egy főtevékenységet jelöl. A tevékenység központokon, a nyereségközpontokon és a költségközpontokon belüli felsorolás az egyes folyamatokat jelöli. Ezen folyamatok működési terét kockában ábrázoljuk.



2. ábra. Munkamegosztás a BVM Épelem Kft.-ben

Az ábrán is jól látható öt nyereségközpont közül az egyik legjelentősebb a közlekedéscsökkentési elemek előre-

gyártásával foglalkozó üzletág. Csepeli telephelyünkön működik három darab 90 méteres feszítőpad, amelyeken 2001. évben indítottuk újra a termelést. 2002. évben már három gerincmagasságú tartót gyártottunk. A termelés elsősorban az autópálya építéseknek köszönhetően örömdetesen növekedett. Közúti és vasúti hidak elemeinek ma is országosra ismert és elismert szállítója nemcsak a tartószerkezetek, hanem a hídkiegészítő elemek vonatkozásában is (surrantó elemek, rézsűburkolók és hidvízszelő lépcsők) a munkavállalók tulajdonában lévő társaság.

A feszített tartók piacán a BVM ÉPELEM Kft. ma is a piacvezetők közé tartozik.

Közlekedéscsökkentési elemcsalád

A BVM ÉPELEM Kft folytatója annak az előregyártási szaktudásnak és magas színvonalú gyártási kultúrának, amelyet elődje, a Beton- és Vasbetonipari Művek megvalósított.

Budapest két metróvonalát nem épülhetett volna meg a tübing elemek nélkül. Minden autópálya és a fő közlekedési utak hidjainak nem kis hányada épült meg előregyártott hídgerendáinkból.

A főváros közel 30 km villamosvasúti pályájának jó részét az itt készült elemek alkotják. A termékek eljutottak Európa több országába, jelezve a magyar előregyártás magas színvonalát.

A felsoroltakon kívül még számos termékünk szolgálja a közlekedés biztonságát, a kulturáltabb közlekedés érdekében. Termékeink állandó fejlesztése kiemelt feladat, elégt utalni a nagyfeszítávú – 30 m feletti – előregyártott hídgerendákra vagy a legújabb budapesti villamosvasúti pályák terelő elemeire.

Nincs a közlekedésnek olyan ága, ahol ne lennének jelen a BVM Épelem Kft termékei.

EHGTMF 130, EHG/F -100, -90, -80 jelű hídgerenda

Az EHGTMF az EHGTM fejlesztett változata. Magassága 1,30, felső öve 0,60, az alsó 0,52, a gerincvastagsága 0,14 m. Alkalmazása 24,00–30,00 m nyílástartományban célszerű. Közúti hid-felszerkezeteknél a maximális gerinctávolság 30,00 m-es nyílású hidaknál 1,00 m. Kisebb nyílású hid esetén a feszítópálya száma csökken.

Az EHG/F hídgerenda magassága 1,00; 0,9 vagy 0,8 m típusától függően, egyéb keresztmetszeti méretében megegyezik az EHGTMF gerendával. Alkalmazása 10,00–26,00 m nyílástartományban célszerű. Gerendák kiosztása 0,9 m–1,5 m-ig.

EHGTMF-130 – BVM-MF-1/99

EHG/F-100,-90,-80 – BVM-MF-2/02

Alkalmazási hozzájárulás száma: 2650/2002.

Érvényességi ideje: 2007. április 30.

Összehasonlító adatok

	EHG/F jelű hídgerendák			
Tartó jelle	EHGTMF 130	EHG/F 100	EHG/F 90	EHG/F 80
Magassága	130 cm	100 cm	90 cm	80 cm
Nyílás-tartomány	24–30 m	18–25 m	16–24 m	14–22 m
Súly	9,1 kN/m	8,04 kN/m	7,69 kN/m	7,34 kN/m
Felbeton	23 cm	20 cm	20 cm	20 cm
MH	4616 kNm	3145,1 kNm	2673,05 kNm	2214,75 kNm
MT	6924 kNm	4717,66 kNm	4009,57 kNm	3322,17 kNm
Gerinc távolságok max. íveszűz esetében	1 m	0,90 m	0,90 m	0,90 m

A termék betervezése esetén a BVM Épelem Kft-vel egyeztetni szükséges!

„UBxm” jelű hídgerendák

Az UBxm jelű feszített beton hídgerendákból 10–26 m szabadnyílású, merőleges vagy ferde, egy- vagy többnyílású, a közúti hídszabályzat szerinti „A” jelű teher hordására alkalmas hidak felszerkezete készíthető.

Az UBxm gerenda különösen alkalmas nagy terhelésű különleges födémek kialakítására is (pl. metróállomások födémé). A tartócsalád három, különböző magasságú, egyébként hasonló keresztmetszeti kialakítású tartóból áll, melyek hosszúsága 1 m-es lépcsőkben változik.

Tartómagasság: 70 cm, 100 cm.

Hosszúság: 10,80–20,80 m, 16,80–26,80 m.

A hídgerendákat a támaszoknál 40–40 cm-es felfekvéssel kell beépíteni. A beépítés után a helyszínen minimálisan 20 cm vastag monolit vasbeton lemezt kell készíteni. A tartók vége a keresztbordával, az alsó lemez ék alakú vastagítással van kiképezve.

A megadott határokon belül eltérő hosszúságú gerendák is gyárthatók.

Az UBxm hídgerendákat az EHGTM gerendákhoz képest jóval nagyobb teherbírás és keresztirányú merevség jellemzi, ugyanakkor a feszítőerő hatására a felhajlás sokkal kisebb. Az UBxm hídgerendákat a hidkeresztmetszetben egymástól távolabb, maximálisan 60 cm távolságra lehet helyezni. Az azonos magasságú, de különböző hosszúságú tartókban a feszítőbetétek száma különböző.

A termék tartós szabályozását tartalmazó Műszaki Feltételek száma: BVM-MF-85/02.

A Műszaki Feltétel száma: BVM-MF-03/01

Alkalmazási hozzájárulás száma: 905/2002.

Érvényességi ideje: 2007. február 28.

Jellemző adatai:

A tartó jelle	Hossz (m)	Tömeg (t)	Térfigat (m ³)	Határnyomaték a KH szerint
UBX 10,80-70K	10,80	9,60	3,80	
UBX 11,80-70K	11,80	10,50	4,20	
UBX 12,80-70K	12,80	11,30	4,50	
UBX 13,80-70K	13,80	12,20	4,90	
UBX 14,80-70K	14,80	13,00	5,20	
UBX 15,80-70K	15,80	13,90	5,60	max. 2254 kNm
UBX 16,80-70K	16,80	14,70	5,90	
UBX 17,80-70K	17,80	15,60	6,20	
UBX 18,80-70K	18,80	16,50	6,60	
UBX 19,80-70K	19,80	17,30	6,90	
UBX 20,80-70K	20,80	18,20	7,30	
UBX 16,80-100K	16,80	19,40	7,80	
UBX 17,80-100K	17,80	20,50	8,20	
UBX 18,80-100K	18,80	21,50	8,60	
UBX 19,80-100K	19,80	22,60	9,00	
UBX 20,80-100K	20,80	23,60	9,50	
UBX 21,80-100K	21,80	24,70	9,90	max. 3517 kNm
UBX 22,80-100K	22,80	25,80	10,30	
UBX 23,80-100K	23,80	26,80	10,70	
UBX 24,80-100K	24,80	27,90	11,10	
UBX 25,80-100K	25,80	28,90	11,60	
UBX 26,80-100K	26,80	30,00	12,00	

A fenti teherbírás adatok nem az egyes tartók, hanem a 20 cm vastag vasbeton lemezzel együttműködő ösvértartók határnyomatéki adatai, a maximális számú feszítőpálya alkalmazása esetében.

„UH” jelű vasbeton hídgerenda

Az UH jelű hídgerenda elemekből 4–14 m szabadnyílású, merőleges vagy ferde, egy- vagy többnyílású, a közúti hídszabályzat szerinti „A” jelű teher hordására alkalmas hidak felszerkezete alakítható ki, 20 cm vastag együttműködő vb lemez segítségével, valamint a gerendák felső takaréküregének kibetonozásával.

Az U keresztmetszetű elemek belső oldalfelületeiből 1 m-es osztásközben elhelyezett egyenlő szárú trapéz alakú vasbeton fogak állnak ki, amelyek a helyszíni beton és a gerenda közti csúsztörőerőt felveszik egyben a helyszíni beton lekötését is biztosítják.

Az elemek hossza 1 m-es lépcsőkben változik 4,80–14,80 m-ig. A hídgerendákat a támaszoknál 40–40 cm-es felfekvéssel kell beépíteni.

A Műszaki Feltétel száma: BVM-MF-03/01

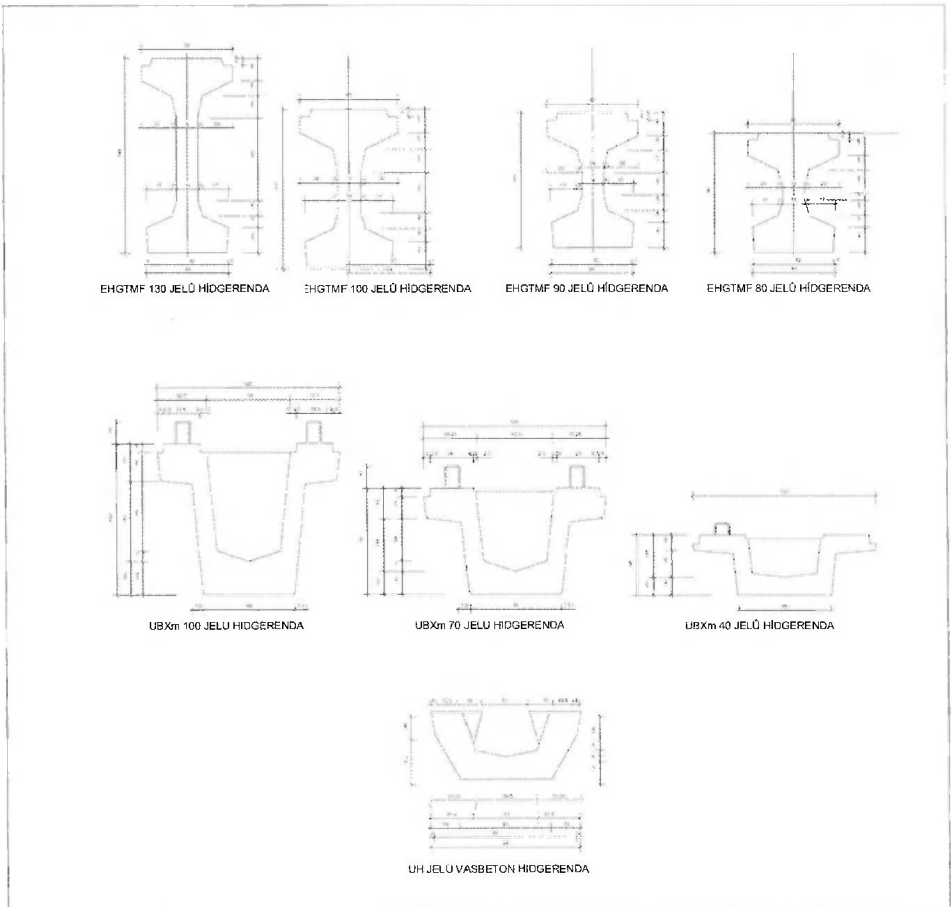
Alkalmazási hozzájárulás száma: 3247/2001.

Érvényességi ideje: 2006. július 31.

Az UH jelű vasbeton híderendák jellemző adatai

Gerenda jele	UH	4,80-20A	5,80-20A	6,80-20A	7,80-20A	8,80-20A	9,80-20A	10,80-20A	11,80-20A	12,80-20A	13,80-20A	14,80-20A
Hossz (m)		4,80	5,80	6,80	7,80	8,80	9,80	10,80	11,80	12,80	13,80	13,80
Fogak kiosztása (db)		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Együttműködő pályalemez (cm)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Térfogat (m ³)		1,26	1,53	1,79	2,05	2,32	2,58	2,84	3,11	3,37	3,63	3,90
Tömeg (t)		3,15	3,83	4,48	5,13	5,80	6,45	7,10	7,78	8,43	9,08	9,75
Mértékadó nyomaték a Közúti Hídszabályzat szerint	UH tartó (kNm)	43,5	65,4	91,9	123,0	158,3	198,3	242,7	272,3	322,2	349,0	403,0
	Öszvértartó (kNm)*	280,0	382,3	492,7	600,5	712,3	829,4	952,8	940,3	1060,2	1025,1	1139,9
	Repedéstágasság az öszvértartón a mértékadó nyomatéck csetén (mm)	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07

*A saját teher I. és II. részéből keletkező nyomatékot is tartalmazza



BVM ÉPELEM Kft. által gyártott híderendák keresztmetszetei

Hídkiegészítő elemek

Hídvizsgáló lépcső

Az előregyártott hídvizsgáló lépcsőelemek eredetileg hídszerkezetek hídfőinek – a fenntartást végző személyzet részére történő – megközelítésére szolgálnak. Ezen kívül tetszőlegesen alkalmazhatók bármilyen más célra is, ha geometriai kialakításuk megfelel az adott célnak. Különösen alkalmasak részsíakra fektetve kisforgalmú helyeken a gyalogosközlekedésre.

A lépcsők fagyálló és vízzáró kivitelben készülnek.

Hídvizsgáló lépcső típusai

Típus	Lépcsőelem hossz (cm)	Lépcsőker szélesség (cm)	Feljáró magasság (cm)	Bélyéki méret (cm)	Bélyék felbontó arányarány	m	Súly (kg)
HL-10	133	60	21	21	1-1,0	0,1	250
HL-15	138	60	18	27	1-1,5	0,15	333
HL-20	150	60	16	32	1-2,0	0,12	320
HL-25	SR	60	14	35	1-2,5	0,16	400

Tanúsítási szám: ÉMI KHT; ÉME SZÁM: A-129/01

Surrantó

Az autópálya kialakításánál a töltésvédelem szempontjából szükséges víz elvezetésére szolgál.

Az elemek fagyálló és vízzáró kivitelben készülnek.

Építési Műszaki Engedély száma: A-129/01

Rézsüburkoló

Autósztrádák melletti töltés oldalak, valamint árok és egyéb vízvezetés céljára szolgáló műtárgyak oldalburkolására alkalmazhatók.

Az elemek fagyálló-, vízzáró és kopásálló kivitelben készülnek.

Építési Műszaki Engedély száma: A-129/01

Referenciák

Az 1970-es évek közepén kifejlesztett EHGTM típusú tartóval számos felüljáró és híd épült. Kezdetben az I keresztmetszetű tartókat felváltotta a T keresztmetszet. Ezeknek a tartóknak a többszörös módosítása után alakult ki a mai EHG/F típusú tartó, ami megfelel az új ÚT 2-3 szabványnak is. Kötődött, hogy a környezeti terhelések megnövekedése miatt a tartók betonacéljainak betontakarását az évek során többször emelni kellett, valamint a szabványoknak megfelelően nagyobb teljesítményű (vízzáró, fagyálló) betonból kell gyártani a tartókat.

A fejlesztett EHGTMF 130-as 30, 80 m hosszú tartók először az M-1 autópálya hegyeshalmi határátkelő előtti felüljáróba kerültek beépítésre (1-2. kép). Ezt a tartót tervezték be a 44-es fő út Békéscsaba Gyula közötti szakaszán, valamint a tiszzaugi híd ártéri szakaszán is.



1. kép



2. kép

A hosszú tartók számos előnye mellett nagy hátrány a nagy tömeg és méret, ami a szállítást és beemelését esetenként nehézkessé és költségessé teszi.



3. kép

Az autópálya építés kedvelt tartói az elmúlt időben az EHG/F 90-s tartók.

Kezdetben a tartók 24,0 m fesztáv áthidalására voltak alkalmasak, ezt később

26,0 m-re növeltünk. Az autópályák csökkentett koronaszélességénél ezekkel a tartókkal két nyílással a pálya áthidalható (3. kép).

A 90-es tartóval a nagyobb fesztávok csak úgy hidalhatók át, ha a tartókat közel tesszük egymáshoz, ami azazal a hátránnyal jár, hogy hidellenőrzés, illetve karbantartás a tartók közötti kis távolság miatt nehézkes.

Ez a felismerés vezetett az EHG/F 100 típusú tartók kifejlesztésére amelyet elsőként a

MÁV Hidépítő Kft. épített be a 4. sz főút Hajdúszoboszló elkerülő szakasz 2+400 km szelvényben épített közúti felüljáróba. A közúti hídstruktúrát a Budapest-Záhony vasútvonalat a 2001311 km szelvényben keszrezi. (4-5. kép).

A felüljárót a Pont Terv Kft. Tervezte.



4. kép



5. kép

Köztudott, hogy a tartók magassága a tartók árában nem játszik lényeges szerepet, annál inkább a műtárgy tejes bekerülési költségébe. A szerkezeti magasság nö-

vekedésével nőnek a földmunka, a szállítás és egyéb járulékos költségek is. A BVM Épelem Kft ezért (a 70-es években kifejlesztett 70 cm, majd 75 cm gerincmagasságú tartók mintájára) a Céh Rt. tervezésében a múlt évben gyártani kezdte az EHG/F 80 típusú tartókat. (6. kép)



6. kép

A tartók 2002-ben és 2003-ban az M-30 autópálya Emőd-Miskolc szakaszán a Mahíd Rt., illetve a Polár-20 Kft. kivitelezésében épültek be.

A 6-14 m nyílások áthidalására, az UH típusú tartók alkalmazhatók. Ezek a tartók normál vasalásúak és a kisebb élővízfolyásoktól kezdve többnyílású hidakon át a metró földémgig számos helyen alkalmazzák. A 2002-ben több elkerülő útnál (Sárvár, Pápa, Veszprém) építették be (7. kép).



7. kép

2002 évben az UB hídgerenda családot is korszerűsítettük, hogy megfeleljen az ÚT 2-3. 414. 2001 szabvány előírásainak. A tartók kedvező oldalirányú merevsége miatt a tartó „elütésből” eredő károk kisebbek, és kedvező a tartókkal épített műtárgyak esztétikai megjelenése is. Erre példa a Ferihegyi repülőtér termináljainál történt beépítés (8. kép).



8. kép

Az előregyártás lehetőségét a hidépítésben néhány, talán sokak által ismert példával szeretnénk bemutatni.

Elsőként az M-1, M-7 autópálya közös bevezető szakaszán épült gyalogos felüljáró, amit a Főmterv Rt. tervezett. A forgalom minimális zavarásával emelték be a pillérfejeket és a pályalemezt. A hid esztétikailag is impozáns (9–10. kép).

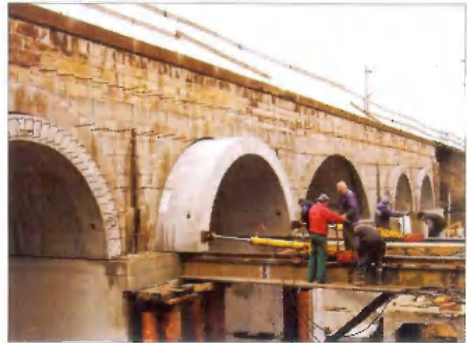


9. kép



10. kép

Befejezésül a két évvel cselótt Szombathelyen bemutatott szobi híd rekonstrukciós munkáit idézzük fel két kép erejéig, ahol az egyedi előregyártás lehetőségére láttunk példát (11–12. kép).



11. kép



12. kép



BOROS PÉTER

Vasúti hidak meghibásodása és javításuk módja

A vasúti hidakon különféle meghibásodások jelentkeznek, melyek a híd állagát, s ezzel a vasúti forgalom biztonságát veszélyeztetik.

A hibák egy része a forgalom korlátozása nélkül javítható, más részük viszont csak vágányzár, villamosított vonalon feszültségmentesítés biztosítása mellett javítható.

Bizonyos esetekben provizórium beépítése válik szükségessé.

Régen épített szerkezeteknél, főleg boltzott műtárgyaknál gyakran előfordul, hogy a régi szigetelés tönkrement, a szerkezet ázik, s utólagos szigetelés készítése szükséges.

Ezekben az esetekben a felépítmény, az ágyazat kibontása után végezhető el a szigetelés készítése, azonban ez jelentős költséggel jár.

Az utóbbi években bevezetett új technológiákkal, anyagokkal a fentiekben említett korlátozások, bontások nélkül is elvégezhető az utólagos szigetelés és ezt követően a szerkezet szükség szerinti javítása.

A továbbiakban felsoroljuk az előforduló hibákat, azok vélhető okait, majd a hibák javításának módjait.

Hibajelenségek

- ázások
- betonfelületek mállása
- betonacélok korróziója
- repedések kialakulása

Hibák okai

- szerkezetek előregedése
- fenntartási hiányosságok
- betonfedési hibák
- kivitelezési hibák
- szerkezet mozgásai
- mechanikai sérülések
- kémiai hatások

Helyreállítás módjai

- ázások megszüntetése
- tartószerkezetek szükség szerinti megerősítése
- felületi hibák javítása
- repedések javítása
- védőbevonatok készítése

Ázások megszüntetése

A legsúlyosabb probléma a vasúti hidak utólagos szigetelése, melynek igénye leginkább a régi, boltzott műtárgyaknál fordul elő.

Amint a bevezetőben említettük, a munka elvégzése vágányzárát, feszültségmentesítést, felépítmény- és alépítmény bontást igényel általában.

Ezek a jelentős költséggel és a vasúti forgalom akadályozásával járó munkák elkerülhetők, amennyiben az utólagos szigetelést alulról, akrilát gél injektálással végezzük.

A boltzatot alulról megfelelő kiosztással átfúrjuk, majd a furatokba injektáló pakkereket építünk be.

A pakkereken keresztül a bekevert akrilát gélt speciális berendezéssel juttatjuk a szerkezet mögé, alulról fölfelé haladva.



Utólagos szigetítés



Berkenye vasúti alagút felújítás előtt

Ezzel a módszerrel a teljes felületet akrilát géllal vonjuk be a takart oldalon, mely a szerkezet tartós szigetelését biztosítja.

Az anyag tartósan rugalmas marad, víz hatására duzzad, így a további átázásokat megakadályozza.

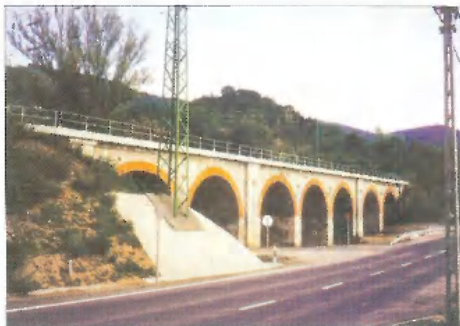
A Vác–Verőce–Szob vasútvonalon több műtárgy utólagos szigetelését végeztük el ezzel a módszerrel, s a tapasztalatok azt mutatják, hogy a munka eredményes volt, az ázások megszűntek.

Ugyanilyen ázási problémák voltak a Vác–Balassagyarmat vasútvonal 199/200 hm szelvényében lévő, Berkenye melletti faragott kő boltozatos hídnál.

Az ázások miatt kétségessé vált a műtárgy tartós állékonysága, s ezért a műtárgy löttbetonos megerősítésének szükségessége merült fel.

A helyszínt megtekintve a MÁV szakembereivel arra a közös álláspontra jutottunk, hogy az igen szép faragott kő boltzat megmenthető a fugák vízzáró kialakításával és a híd utólagos szigetelésével, a repedések erőzáró injektálásával.

A löttbetonos megoldás szerkezetileg ugyan megfelelő lett volna, azonban a híd elveszítette volna eredeti jellegét.



Zebegényi Völgyhid



Berkenye vasúti alagút felújítás után

Országunkban egyre kevesebb a szép faragott kő boltzat, újabbak már régóta nem épülnek.

Az injektálásos technológiával megmentettünk egy esztétikus műtárgyat a következő nemzedékeknek.

Tartószerkezetek szükség szerinti megerősítése

A tartószerkezetek megerősítése általában löttbetonos technológiával történik.

A laza részek eltávolítása után a felületet homokszórással meg kell tisztítani.

A felületre hegesztett háló vasalás kerül rögzítésre, a régi szerkezetbe való betűskézéssel.

Ezt követően készül el a löttbeton réteg, mely biztosítja a megfelelő teherbírást.

Kisebb felület és vastagság esetén a javítás, erősítés előkevert, száladalékolt habarccsal készül el.



Löttbetonozás

Felületi hibák javítása

A jól látható, felületen keletkező hibák (mállás, betonhiány, betonacél korrózió) javítása viszonylag egyszerű.

A javítást megelőzi a felület megfelelő előkészítése, mely történhet száraz homokszórással, magasnyomású vízes mosással.

A laza részek eltávolítása után a betonacélok passziválását elvégezve kerül sor a felület pótlására, melyet korszerű anyagrendszerekkel végzünk.

A javítás történhet kézi módszerekkel vagy nagy felület esetén löttbetonos technológiával.

Rendszeren belül az egyes anyagok kiválasztása a javítandó felülettől függ, a rendszerek tartalmaznak tapadó hidat, betonacél passziváló anyagot, finom és durva javítóhabarcsot, valamint különféle védőbevonatokat.

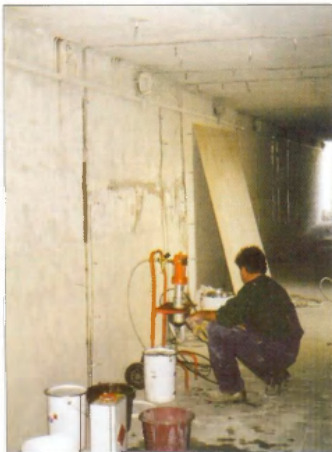
Repedések javítása

Gyakran keletkeznek a műtárgyakon különböző repedések, melyek a szerkezet mozgásából adódnak, s ezek erőzáró módon való javítása szükséges.

Ezen esetekben a repedéseket a felületen le kell zárni, majd a repedéseket két oldalról megfürva, injektáló csomkokat (pakkereket) beépítve, a javítás műgyanta injektálással történik.

Injektáló gyantaként általában MC-DUR 1200 VK anyagot használunk, ehhez azonban a belső felületnek száraznak kell lennie.

Nedves repedések esetén MC Injekt 2300 NV gyantát alkalmaztunk, mely nedves közegben is megfelelően köt.



Repedésinjektálás

Védőbevonatok

Bár a közúti hidaknál gyakori, hogy a híd egyes szerkezeti részeit sókorrózió elleni védőbevonattal kell ellátni a téli sózás miatt, felmerül a vasúti hidak felületvédelmének szükségessége is az egyéb korróziós hatások ellen.

A vasút-közút csatlakozásánál épült műtárgyak betonfelületei is korróziós hatásoknak vannak kitéve, ezért célszerű a szerkezetek védelme.

Védőbevonatként szóba jöhetnek cementbázisú – polimerrel javított PCC –, valamint nagy kopásállóságú műgyanta bevonatok az igényeknek és a terhelésnek megfelelően.

Egyéb esetekben is sor kerülhet a felületek védelmére a levegőben lévő szennyező anyagok miatt, illetve a szerkezet tartósságának növelése érdekében.

A magyar-szlovén vasútvonal építése során a nagy-rákosi völgyhid és a „kis” völgyhid ágyazatmegtámasztó bordái, járdakonzoljai kaptak Zentrifix F 92 védőbevonatot.

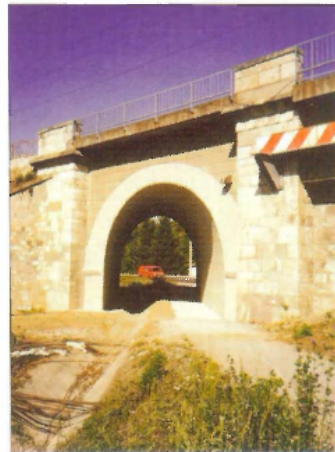
A völgyhidak szigetelési munkáiban is részt vettünk, melyet Servidek-Servipak rendszer felhasználásával végeztük el.

Speciális esetek

Néhány esetben felmerül a hídfők mögötti háttöltés tömörítésének, ott keletkezett üregek kitöltésének szükségessége, mint például a Budapest–Hegyeshalom vasútvonal 661/662 hm szelvényében lévő közúti aluljárónál.

Itt a vasúti ágyazat évek óta folyamatos pótlásra szorult a háttöltés süllyedése miatt.

A probléma megoldására kettős injektálást valósítottunk meg, a hídfőt előre meghatározott raszter szerint



Szerkezetmegerősítés



Tatabánya-Alsógalla vasútállomás gyalogos- és peronaluljáró fejpülete felújítás előtt



Alsógalla MÁV aluljáró felújított épülete

átfúrva, egyedileg készített speciális, 6 fm hosszú pakkereket építettünk be.

Ezeket keresztül egymással párhuzamosan cementpépet és nedvesség hatására duzzadó műgyanta habot injektáltunk a háttöltésbe.

A beinjektált jelentős mennyiségű anyag igazolta a feltételezett üregek létét.

A kivitelezés során a vasúti felépítményt a Pályagazdálkodási Főnökség szakemberei naponta színtezték, melyet a munka befejezését követően bizonyos idő elteltével megismételték.

A múlt év végén a Hegyeshalom felőli hídfő mögötti háttöltést szilárdították meg, sikerességének beigazolására után a későbbiekben kerül sor a Budapest felőli oldal javításra.

Zárszó

Sajnos a Közútkezelő Kht.-hoz hasonlóan a MÁV Részvénytársaság sem rendelkezik korlátlan anyagi eszközökkel, így a műtárgyak felújítása általában csak az éppen elkerülhetetlen, soron kívüli beavatkozásokra korlátozódik.

Bízunk abban, hogy a jövőben a helyzet javulni fog, és egyre több régi műtárgy kerül felújításra.



DR. LUDÁNYI BÉLA
Servind Budapest Kft.
termékfelelős

Korrózióvédelmi bevonatrendszerek kiválasztási szempontjai

Híd acélszerkezetének korrózióvédelmi rendszerét az igénybevétel ismeretében határozzuk meg, amelyet a követelmények tudatában a leggazdaságosabb megoldás kiválasztására használjuk fel. A kivitelezői hibalehetőségek leírása felhívja a figyelmet a leggyakrabban előforduló gondokra. Végül a bevonatrendszer ellenőrzési szempontjai, valamint az élettartam és garanciális idő fogalmak összefüggései találhatóak a cikkben.

1. Bevezető

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

2. Bevonatrendszer rétegrendje, színválasztás

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

Hídi acélszerkezeteknél ma már csak a szemcseszórásos környezetvédelmi okok miatt, ha lehet a majdnem zárt visszaforgató rendszerű Sa 2 1/2 tisztaságú fokozatú felület előkészítés az elfogadott.

Az igénybevételi kategória folyókon átívelő hidak esetén C4 vagy esetleg C5-I. Ez erős korróziós igénybevételt jelent, amely legalább 240 µm, a különösen kritikus helyeken korlátok, hegesztési varratok, csavarok körül legalább 320 µm nominális rétegvastagságot kö-

vetel meg. A nominális rétegvastagság a mért átlagos rétegvastagságot jelenti. Ettől lefelé maximálisan 20%-kal lehet eltérni. A tényleges, gyakorlati festékfelhasználásnál előbbieket figyelembe véve azt jelenti, hogy az elméleti kiadósságnál kb. 40-50%-kal többet kell számolni úgy, hogy az érdességgel még nem is számoltunk.

A bevonatrendszer általános felépítése

- *első réteg:* aktív vagy/és passzív korrózióvédő anyagot tartalmazó általában epoxi kötőanyag bázisú alapozó (cinkporos vagy alupigmentált)
- *második réteg:* rétegvastagság növelő, általában alapozóval azonos kötőanyagbázisú
- *harmadik réteg:* a bevonat színét meghatározó UV ellen jól védő, akril poliuretán vagy polisziloxán kötőanyagbázisú fedőfesték

A színválasztás szempontjai

A festékgyártók a nemzetközileg egyezményesített RAL vagy az NCS, illetve Pantone színkála receptjeit dolgozzák ki. A RAL színek a legelfogadottabbak, hidak fedőszíneiként az NCS és Pantone nem jön számításba. Előbbiek mellett a gyártók kidolgoztak vascsilámmot tartalmazó színkálákat is, melyek közül az egyik legismertebb az ún. DB (Deutsche Bundesbank) színek.

Az alapozók első réteg és a közbcnső réteget alkotó festékeknek a színnek legfeljebb annyi a szerepe, hogy a rétegek színben elkülönüljenek, így a kivitelezőt segítsék.

Híd acélszerkezetek festésére nagy értékű, tartós pigmenteket használnak fel a gyártók. A pigment részecskéket kötőanyagburok veszi körül. A környezeti terhelések így a kötőanyag pigment együttes rendszert károsítják. A károsító terhelések közül elsősorban az UV-sugárzás roncsolja ezt a rendszert, különös tekintettel a

kötőanyagra. (Tehát az UV-sugárzás a pigmentet körülvevő kötőanyagburkot bontja le, a pigment pedig szabdaddá válik.) Meg kell jegyezni, hogy a pigment gyártók leírásai alapján a pasztell színek, valamint a sárga, piros pigmentek érzékenyebbek az időjárás viszontagságaira és az UV sugárzásra, mint a többiek. Ennek értékeltetésére lásd az alábbi táblázatot.

Ebben látható, hogy a fehér, kék, zöld, fekete pigmentek időjárás állósága az 1-5 számokkal jelzett skálán gyakorlatilag 5-ös, tehát legjobb minősítést kapott, míg a sárga, piros színek alacsonyabb számértékű minősítést kaptak. A fényállóságnál ez a különbség sokkal kisebb a különböző pigmentek között, de hasonló jellegű. Tehát az amúgy is drágább sárga, piros színű bevonatok csökkentebb tartóssága miatt, célszerű előre a gyártókkal egyeztetni a hid esztétikáját is meghatározó leggazdaságosabb szín kiválasztásában

A vascsillámot tartalmazó színek a vascsillám jellemző struktúráját és színét mutatják, tartós igénybevételre alkalmasak.

3. Kivitelezésnél előforduló hibalehetőségek

A szemecseszórásos felületelőkészítés után a frissen megszórt, érdes acélfelület hamar rozsdásodik. Ennek mértéke a levegő relatív nedvességtartalmától függ. 60% relatív nedvességtartalom alatt gyakorlatilag nincs rozsdásodás, felette exponenciálisan nő a rozsdásodási sebesség. Ezért a felület előkészítés után a lehető leghamarabb, 2-4 órán belül fel kell hordani az első, alapozó réteget.

A korrózióvédelmi szempontból kritikus helyeket NF csavarok, hegesztési varratok, nehezen hozzáférhető sarkok elő kell kenni, hiszen a leggyengébb láncszem elve alapján legelőször itt indulhat meg a korrózió.

Gyakran előforduló probléma különösen a nagy szilárdanyag tartalmú epoxi anyagoknál az átfesthetőségi idő be nem tartása. A gyártók a műszaki adatlapon fel kell tüntessék, hogy mennyi idő hagyható a következő réteg felhordásáig, ha ilyen jellegű anyagról van szó.

Pigment	Pigment-tartalom (%-x)	Szín index	Időjárás állandóság 1-5 skálán		Fényállóság 1-8 skálán	
			tiszta	kevert	tiszta	kevert
Titanium Dioxide fehér	69	PW 65	5	5	8	8
Quinophtalone sárga	45	PY 138	4-5	3	7-8	5-6
Lead Chromate sárga	67	PY 34	4-5d	4-5	8	8
Iron Oxide sárga	55	PY 42	5	5	8	8
Lead Chromate Medium sárga	68	PY 34	4-5d	4-5	8	8
Diarylide sárga	13	PY 83	4d	2-3	7-8d	6-7
Molybdate narancs	65	PR 104	3-4	3-4	7	8
Iron Oxide piros	62	PR 101	5	5	8	8
Monoazo Naphtol AS piros	45	PR 170	4	2-3	7-8	6
BON piros (Mn)	25	PR 48:4	3-4d	2	7	5-6
Quinacridone piros	12	PR 122	3-4d	4	7d	8
Dioxazine viola	12	PV 23	5	4	8	8
Phtalocyanine kék	14	PB 15:4	5	4-5	8	7-8
Phtalocyanine zöld	15	PG 7	5	4-5	8	7-8
Carbon fekete	4	PBk 7	5	5	8	8
Carbon fekete	24	PBk 7	5	5	8	8

Az epoxi kötőanyagbázisú festékek mindemellett hajlamosak a krétásodásra. Ez a jelenség az UV sugárzásnak kitett felületen úgy jelentkezik, hogy a porszerű-krétaszerű-degradálódott kötőanyag lepi be a felületet. Ez a további réteg kötését gyengíti, de a közép-európai klíma viszonyok között 6-8 hónapig nem okoz zavart. Sokkal nagyobb hiba lehetőséget okoz a híd szerkezetek szerelésénél óhatatlanul is előforduló szerelési szennyezés. Ez lehet zsír, olaj vagy a helyszíni por, piszok általi szennyezés. Ebben az esetben gőzborotvás felület tisztítás és leszárítás szükséges a következő réteg felhordása előtt. (A harmatpontra és páratartalomra figyelni kell!)

4. Bevonatolási munkák ellenőrzése

A korrózióvédelmi munkák ellenőrzésének egyik legfontosabb pontja az építési naplóban naprakészen rögzített időjárás paraméterek és a bevonandó felület állapotának leírása. Fenti adatok alapján azonnal eldöntendő, hogy a sok esetben vésszesen közeledő határidő ellenére végezhető-e bevonatolási munka vagy sem.

A beruházók, kivitelezők és festékgyártók közös védelme érdekében a szabványban javasolt iránymutatók szerint referenciafelület létesítése indokolt. Ez azt jelenti, hogy (EN ISO 12944-7 fejezet) a híd összes acélfelület 0,2-0,5%-át javasolják referenciafelület kijelölésében.

Mérhető paraméterek:

- felület előkészítés minősége
- nedves-, száraz rétegvastagságok
- tapadás – rácsvágás
 - leszakítós módszer

Fentiek mellett a korrózióvédelemben szereplő összes résztvevő közös célja független korrózióvédelmi szakértő megbízása.

5. Élettartam és garanciális idő a korrózióvédelemben

Az EN ISO 12944-5.5 pont szerint rövid, közepes és hosszú élettartam vállalható a korrózióvédelmi rendszerre. A rövid 2–5 év, a közepes 5–15 év a hosszú 15 év feletti élettartamot jelent. Ez mindenkor az első felújításig eltelt időt jelenti, és szerződésben rögzíti a bevonati károsodás mértékét.

Az élettartam műszaki, míg a garanciális idő jogi fogalom. Beruházói oldalról minél hosszabb garanciális idő az elvárás. A két fogalom akkor közeledik egymáshoz, ha az igénybevétel, a követelmények és a gazdaságosság együttes figyelembevételével az érdekelt felek ésszerűen választják meg e két időtartamot.



DR. ROSTA LÁSZLÓ
Interlakk Kft.
ügyvezető igazgató

Acélhidak korrózióvédelme korszerű festékbevonatokkal

A MÁV Rt. vasútvonalain megépült acélhidak szakszerű és gazdaságos karbantartása kiemelten fontos feladat. Hétköznapi tapasztalataink alapján tudjuk, hogy az időjárás viszontagságainak kitett acélszerkezetek előbb-utóbb megrozsdásodnak. A korróziós folyamatot gyorsító főbb tényezők: *a)* nagyobb páratartalom és nedvesség, *b)* magasabb hőmérséklet, *c)* az acélfelülettel érintkező vízben oldott oxigén és ionok nagyobb koncentrációja, valamint *d)* egyéb mechanikai és vegyi hatások, melyek például a vasúti teherforgalomnál is előfordulnak (pályajavítás, rakományszóródás).

Hogyan védhetjük meg az acélt a korróziótól? Például úgy, hogy izoláljuk a környezetben található oxigéntől és víztől. Erre a célra alkalmasak a korróziógátló festékbevonatok, melyek, tulajdonképpen megakadályozzák, hogy a korróziós ágensek, azaz a víz, az oxigén és a folyamatot jelentősen gyorsító ionok eljussanak az acélfelületre. Logikusan adódik, hogy minél vastagabb az alkalmazott festékréteg, annál nagyobb a védelem hatékonysága. A korszerű festékbevonat-rendszerek általában három vagy négy rétegből állnak: egy réteg alapozóból, egy vagy két réteg közbensőből és egy réteg átvonóból. Az *1. táblázatban* láthatók ezen bevonatok főbb kötőanyagai és pigmentjei.

Acélhidak festése során a teljes bevonatrendszer szárazréteg-vastagsága többnyire 240 és 320 mm között van. Logikusan adódik, hogy minél vastagabbak az alkalmazott festékrétegek, annál nagyobb a védelem hatékonysága.

A hatásos korrózióvédelem biztosítása szempontjából nemcsak a festékbevonatok megfelelő kiválasztása lényeges, hanem a megfelelő felület-előkészítés és festék-felhordás is. Pár évtizeddel ezelőtt még gyakori volt az acélhidak kézi tisztítása, de mára már elfogadottá vált a drágább, de sokkal hatékonyabb és hosszabb élettartamot biztosító szemeszórás. A vizes tisztítást a szemeszórás kiegészítéseként elsősorban olyan hidaknál alkalmazzák, ahol nagy a sóterhelés, és szüksé-

ges a nem látható klorid és szulfát szennyeződések eltávolítása. A vízsugaras felület-előkészítés olyan hidfelújításoknál jöhet szóba, ahol a régi szemeszugaras felület-előkészítés megfelelő érdességű, és csak a rosszul tapadó festékbevonatot kell eltávolítani.

A modern, nagy szilárdanyag-tartalmú bevonatokat általában airless szórással viszik fel a felületre. A gyakorlati anyagvesztés csökkentése érdekében, különösen tagolt felületek esetén elterjedt módszer a hengereles, míg az ecsetelés lassúsága miatt kevésbé használatos. Mindegyik esetben ügyelni kell az egyenes festékfelhordásra, az előírt rétegvastagság és a festégyártó cég által előírt műszaki feltételek betartására.

Optimális festési technológia és szakszerű kivitelezés esetén sem lehet a korróziós ágenseket teljesen elzárni az acélfelülettől. A bevonatok szabad térfogatain belül, a pórusokon és hibahelyeken át még több rétegű bevonatrendszeren is átdiffundálnak az oxigén- és vízmolekulák, valamint a vízben oldott ionok. Az acélfelület és a vele érintkező festékréteg határán tehát további védelmet kell beiktatni, hogy az acél ne rozsdásodjon el túl hamar. Erre szolgálnak a korróziógátló pigmentek, melyek két alapvetően különböző mechanizmus szerint fejtik ki áldásos hatásukat. Az inhibítív típusú pigmentek, mint például a cink-foszfát, az acélfelületen vékony védőréteget képezve lassítják a vas oldódását. Ennél hatékonyabbak az úgynevezett áldozati anódként funkcionáló pigmentek, mint például a cinkpor. A cink potenciálja vízben negatívabb a vasénál, így korrozív körülmények között az acél helyett a cink oldódik fel. A keletkező, vízben oldhatatlan cinksók, cinkoxid, cinkhidroxid, cinkkarbonát befedik a sérült acélfelületet, valamint kitöltik a bevonaton belüli pórusokat, ezáltal tovább növelve a korróziógátló hatást. A tudományos kutatások eredményei, valamint a több évtizedes gyakorlati tapasztalatok alapján a légköri korrózió ellen tehát legcélszerűbben több rétegű festékbevonattal védekezhetünk, melynek alapozója korróziógátló pigmentként cinkport tartalmaz.

<p>Felületelőkészítés</p> <p>TAPADÁSNÖVELÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tisztítás • Felületnövelés • Érdesség 	<p>Vízugaras</p> <ul style="list-style-type: none"> – WJ-1, WJ-2, WJ-3, WJ-4 látható szennyeződések eltávolítása – SC-1, SC-2, SC-3 nem látható szennyeződések eltávolítása <ul style="list-style-type: none"> • vizes tisztítás: 70 MPa alatt • nagynyomású vízugaras tisztítás: 70–170 MPa • ultra-nagynyomású vízugaras tisztítás: 170 MPa felett <p>Szemcseszórás Sa 2, Sa 2 ½, Sa 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • száraz-nedves • szóróanyag <ul style="list-style-type: none"> – sarkos (homok, acél, korund) – gömbölyű (sörét) <p>Kézi-gépi tisztítás St 2, St 3</p>
<p>Festék-felhordás</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rétegvastagság • Impermeabilitás • Kinézet 	<p>Ecsetelés, hengerezés, szórás (Airless, Pneumatikus)</p>
<p>Alapozó réteg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapadás • Korrozógátló hatás 	<p>Kötőanyag 2K Epoxi, 1K / 2K Szilikát, 1K Poliuretán, 1K Akrilát</p> <p>Pigment Cinkpor, Alumínium, Üvegcsillám, Vascillám, Cinkfoszfát</p>
<p>Közbenső réteg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapadás • Barrier hatás 	<p>Kötőanyag 2K Epoxi, 1K Poliuretán, 1K Akrilát</p> <p>Töltőanyag Vascillám, Talkum, Bárium-szulfát, Kalcium-karbonát</p>
<p>Átvonó réteg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapadás • Színtartás 	<p>Kötőanyag 1K / 2K Poliuretán, 1K Akrilát</p> <p>Pigment Időjárásálló színező-pigmentek (+ vascillám)</p>

1. táblázat

Két remek tulajdonságokkal rendelkező kötőanyag közül is választhatunk: mégpedig vagy epoxigyantát vagy szervesetlen alkil- vagy alkáli szilikátot. A cinkpor csak akkor funkcionál igazán hatásosan, ha a bevonaton belül a pigment részecskék egymással, illetve a határretegen belül az acélfelülettel is érintkeznek. Ezért nagyon fontos, hogy az ilyen típusú alapozók csak száraz és alaposan megtisztított, szemcseszórt acélfelületre legyenek felhordva.

Az utóbbi időben népszerűvé váltak az úgynevezett „felület-toleráns”, alumíniummal pigmentált epoxi alapozók. Ezek tulajdonságait láthatjuk a 2. táblázatban – összehasonlítva a fent említett cinkporos alapozókkal.

Az olcsó adalékanyagokkal feldúsított kétkomponensű epoxi-alumínium alapozókkal rozsdafoltos, régi bevonatos, kézzel tisztított felületen is jól tapadó, flexibilis réteget lehet létrehozni. Alkalmazása elsősorban olyan hidaknál javasolt, ahol nem lehet vagy nem éri meg szemcsesugaras felület-előkészítést alkalmazni, valamint elfogadható a viszonylag rövid, 5–15 év közötti élettartam.

Tulajdonság	2K Epoxi Alumínium	2K Epoxi Cinkporos	1K Szilikát Cinkporos
Kötőanyag tömeg %	25–40	4–12	4–12
Pigment tömeg %	5–15	60–90	60–90
Oldószer tömeg %	5–25	5–25	5–25
Adalékok tömeg %	30–55	0–5	0–5
Szilárdanyag tömeg %	75–95	75–95	75–95
Szárzréteg-vastagság, µm	100–200	40–80	60–100
Acélfelület ISO 12944	P St 2 – Sa 2 rozsdafoltos, régí bevonatos	Sa 2 - Sa 2½ nagyon kevés rozsdafolt	Sa 2 ½ - Sa 3 (majdnem) fémiszta
Tapadás	jó	nagyon jó	kiváló
Porozitás	(eleinte) kicsi	közepes	(eleinte) nagy
Flexibilitás	nagy	közepes	kicsi
Zsugor-feszültség	kicsi	közepes	nagy
Szakítószilárdság, MPa	3–7	5–10	2–5
Hőállóság, °C	40–120	100–200	400–500
Korróziógátló hatás	barrier jó	(katódos) jó - kiváló	katódos kiváló
Ajánlott felhasználási terület	Hídfelújítás, 5-15 év élettartam	Hídfelújítás, 15 év feletti élettartam	Új hidak, 15 év feletti élettartam

2. táblázat

Vasúti acélhidak korrózióvédelmi felújításánál a következő szempontokat kell elsősorban figyelembe venni:

- Elvárt funkcionális élettartam
- Különleges előírások és követelmények
- Légköri korrozivitás (ISO 12944: C2, C3, C4, C5-1, C5-M)
- A hídstruktúrából és mikrokozmoszból adódó hatások
- Kivitelezési feltételek és körülmények
- Költségek

A kifakult, elszíneződött, esetleg helyenként fellelt régi bevonatok természetesen nem esztétikusak, de ezen túlmenően korróziógátló képességük is redukált. Érdemes még akkor elvégezni javításukat, amikor az alapozóréteg még jó állapotban van, hiszen így elkerülhető a korrózióvédelmi festés egyik költséges eleme a felület-előkészítés. Ha közelebbről szemügyre vesszük az acélhidak korrózióvédelmével kapcsolatos költségeket, akkor látható, hogy nem a kiválasztott bevonatrendszer ára a meghatározó tényező.

Költségek

Tervezés

- Korrózióvédelmi technológia kiválasztása és előírása
- Javítások és felújítások kritériumai és ütemezése
- Költség-haszon elemzés (CBA)
- Életciklus-költség elemzés (LCCA)

Felület-előkészítés

- Munkadíj
- Gépköltség
- Anyagköltség

Korrózióvédelmi festés

- Korróziógátló festékek
- Hígítók
- Festési munkadíj

Egyéb

- További kivitelezési és járulékos költségek, mint például hulladékkezelés, minőségbiztosítás, szakértők, egészség- és környezetvédelem, energia, engedélyek, dokumentálás, állványozás, építési segédstruktúrák, elkerítés, letakarás, szállítás, mozgatás, szervezés, leállítás, akadályoztatás, forgalom-elterelés, stb.

Hamar tönkremenő, olcsó festékbevonatok esetén gyorsan kiderül, hogy valójában nagyon is drágák, hiszen a felújítás során az egyéb költségek igen jelentős összegeket emésztnek fel. Érdemes az alkalmazandó korrózióvédelmi technológiát és annak műszaki, gazdasági, valamint környezetvédelmi szempontjait alaposan megtervezni. Ebben az Interlakk Kft. nagy tapasztalattal rendelkező szakemberei szívesen nyújtanak segítséget a MÁV Rt.-nek. A cégünk által képviselt német Geholit+Wierner korróziógátló festékekkel már több száz acélhid hosszú távú korrózióvédelmét sikerült megoldani gazdaságosan és környezetkímélő módon. Az alábbi termékfelsorolásból látszik, hogy lehetőség van a különféle korrózióvédelmi feladatoknak és elvárásoknak optimálisan megfelelő bevonatrendszer összeállítására.

Acélhidak hosszú távú korrózióvédelme Geholit + Wierner festékbevonatokkal

Alapozók

- Gehopon-EX-Metallgrund
- Gehopon-EX-Metallgrund-Rapid
- Gehopon-EXK-Metallgrund
- Gehopon-EKS-Aluminiium
- Gehopon-EX-Protect-DS-Al
- Gehopon-EX-Zink
- Gehopon-EX-Zink-Rapid
- Gehozink-SI
- Gehotex-WK-Metallgrund

Közbensők

- Gehopon-EX-Protect-DS
- Gehopon-EXS-Eisenglimmer
- Gehopon-EXS-Eisenglimmer-Rapid
- Gehotex-AC-Hydro-Eisenglimmer

Átvonók

- Wieregen-ACU
- Wieregen-ACU-Eisenglimmer
- Wieregen-D
- Gehotex-AC-Hydro
- Gehotex-WK

A következő két felvételen olyan MÁV acélhidak láthatók, melyek a leggyakrabban használt Geholit + Wierner bevonatrendszerrel (Gehopon-EX-Zink alapozó, Gehopon-EXS-Eisenglimmer közbenső, Wieregen-ACU átvonó) lettek felújítva.



Kunszentmártoni Körös-híd



Szekszárdi Sió-híd



TÓTH TAMÁS
Hídtechnika Kft.
korrózióvédelmi szakmérnök

Kivitelezés szempontjai a vasúti hidak korrózióvédelmi munkáinál

Az 1960-as, 70-es években a MÁV gazdaságossági szempontokra hivatkozva jónéhány vonalon megszüntette a forgalmat, és ezzel együtt a sínek felszedésével visszavonhatatlanul átengedte a személy- és teherfuvarozást a közúti gépjárműveknek.

Ez a tendencia, ha nem is olyan mértékben, de az elmúlt további évtizedekben is folytatódott. A vasútvonalak megszüntetése után már röviddel érezhetővé, láthatóvá vált a régiók társadalmi, gazdasági hanyatlása is, nem is beszélve pl. a környezetvédeletről.

A rendszerváltást követően kezd felerősödni újra az a szemlélet – bár még mindig nem eléggé – hogy a vasutat nem megszüntetni, hanem átszervezni kell a mai igényeknek megfelelően. Az EU-ba történő belépésünkhöz elengedhetetlenül fontos egy jól prosperáló modern vasúthálózat megteremtése. Ez persze főleg pénz kérdése, de nagyban függ a vezetők szemléletétől. A vasúti lobbynak fel kell emelkednie a közúti fuvarozói lobbyhoz, amely eddig talán erősebbnek bizonyult.

Könnyen belátható, hogy a vasúton történő szállítás gazdaságosabb, gyorsabb, környezetkímélőbb, biztonságosabb, mint a közúti, különösen, ha nagyobb távolságokat veszünk figyelembe a szállításoknál. Bízva az előzőekben fejtegetett fejlődésben, remélve, hogy az elkövetkező időkben egyre több és több vonalon indul meg vasútvonal építése és rekonstrukció, rátertek előadásom fő témájára, a vasúti hidak korrózióvédelmére.

Társaságunk az elmúlt években a bajai és a kunszentmártoni vasúti hidak felújításában vett részt. Mint korrózióvédelmi szakég, az acélszerkezetek felületvédelmét készítettük el. A jó korrózióvédelmi munka egyik pillére a tervezés, kivitelezés, illetve minden egyes fázisára történő kellő odafigyelés.

A munka megkezdése előtt felmerülnek ugyanúgy, mint más munkánál az alábbi kérdések:

- Milyen szerkezetről van szó?
- Milyen igénybevételnek vannak az egyes szerkezetek kitéve?

- Milyen anyagokat kíván az igénybevétel?
- Hogyan akarjuk, ill. milyen lehetőségek kínálkoznak a kivitelezés végrehajtására?
- Milyen eszközök, módok lehetségesek?

Tehát mit mivel, kivel, hogyan, mikor, hol, meddig, stb. kérdéseket kell tisztázni, mielőtt a munkát megkezdénénk.

Mint minden munkának, ennek is a tervezőasztalnál kell kezdődnie abban az esetben, ha szerkezeti átalakítás is történik. Ekkor figyelembe kell venni fő szempontként, hogy a szerkezetek minden egyes felületi eleméhez hozzá lehessen a korrózióvédelmi eszközökkel férni. Tisztítható, festhető legyen.

A lemezek leélezettek, a hegesztési varratok egyenletesek, folyamatosság és ha lehet nem szakaszosak. A szerkezetbe nyitott üregeket ne tervezzenek.

A tervezőtől elvárható, hogy kövesse az aktuális ide vonatkozó szabványok előírásait. Előfordul még a régi szabványjelölés, illetve régi, már régóta forgalomból kivont festékbevonatok megnevezése ajánlásként.

A kivitelezésről

Az előbb említett kérdések körül most csak a lényegesebbeket említem:

Felületelőkészítés

Mivel végezzük? A környezetvédelmi előírások ma már megkövetelik, hogy a környezetünkbe minél kevesebb szennyeződés kerüljön a munkák során. Így célszerű minden olyan munkát, ahol az áramvételezés, a munka mennyisége, a kivitelezés állványai azt lehetővé teszik, a homokfúvást váltás fel az acélszemcsével történő tisztítás. Cégünk a bajai híd esetében még nem tudta azt alkalmazni, mivel még nem rendelkezünk szemcsetisztítóval és nagy teljesítményű visszaszívó egységgel. A kunszentmártoni híd esetében azonban már igen, használtuk berendezéseinket. Ez alól kivételt képezett a

szerkezet korlátja és járdája, ahol is a föliatakarás nehézségekbe ütközött. Jelenleg már két egységünk van, amely munkára fogható.

Ennél a technológiánál fontos, hogy az állványzat jól tömített, takart, egyenletes padlózatú, jól átjárható legyen. Így a kiszórt szemcse és festékpórt könnyen összegyűjthető rajta.

A felület tisztasága

Figyeljünk a még letisztítandó felületre is. Van-e rajta olaj, de különösen zsír? Az acélszemcse ugyanis bezsírosodik és a tisztítás után újra a rendszerbe kerülve a felületet beszennyezheti, így a festék ezeken a helyeken nem fog megtapadni. Tehát a felületet zsírtalanítani kell minden zsíros, olajos helyen. A szerkezeteket az előírás szerint általában Sa 2,5, néhol Sa 3 minőségben le kell tisztítani. Régi festéknek, rozsdának helye nincs. A festék rétegvastagságnak megfelelően kell az érdességet is beállítani. Az így kialakított tiszta, pormentes felület festhető a kiválasztott festékbevonatokkal, ha az időjárás paramétereit megengedik. Ha nem, akkor ki kell várni azt az időt, amikor minden paraméter az előírásoknak megfelel.

Nagyon megfelelőnek tartom most ezt az alkalmat arra, hogy elmondjam a következőket, talán a megrendelők is egyetértenek velem.

Egy nagy értékű hídfelújításra, de bármilyen más nagyobb munkára is igaz lenne, hogy ne a kitézött határidő (a miniszter ráér éppen akkor) vezesse a kivitelezésen résztvevőket elsősorban, hanem a munka minősége.

Nem a miniszter fogja jövőre elsőként megkérdezni, hogy milyen munkát végeztetek azon a hídon, ha már az első egy-két évben újraállványozást és nagyfokú garanciális munkát kell végezni a hídon, melyet Ő adott át. Nem éri meg senkinek a sietség. Túl nagyok a költségek, a presztízsről nem is beszélve. A jelenlegi pályázatás sajnos ez ellen munkál. Az elbírálás egyik mutatója, hogy ki az aki hamarabb végzi el a tevékenységet. Holott ez már akkor látszik, hogy képtelenség. Egyéb határidőt befolyásoló tényezőkről már nem is beszélve.

Úgy gondolom, hogy a pályázatokat kiíróknak van elég tapasztalat arra, hogy megfelelő minimális határidőt állapítson meg, melyben minden addig előfordult határidőt befolyásoló tényező (szerelési gond, időjárás, stb.) benne van.

Továbbblépve

Festés, előkenés. Elengedhetetlen az élek, csavarok, szegecs felületén, de mindazon helyeken, ahol a festékszóróval nem lehet az előírt bevonatot felhordani. A csavar és szegecsfejek, hegesztett varratok mellett árnyékok, vagyis festékhányok keletkeznek. Jó előírás, egyetértünk vele, mert bármilyen gondos is a festék-

szórót kezelő, mindig lesz olyan hely, ahová festék nem kerül.

Tömítés. Erre a tervezésnél már céloztam. Szükséges mindazon helyen, ahol a festékbevonat a szerkezet részét nem tudja áthidalni, de egyes elemeknél ott is, amelyek a működés során egymáshoz képest elmozdulnak, mert itt a festék megrepedhet (pl. gerinc övlemezek) utat engedve a víznek, párnának. Mind a bajai, mind a kunszentmártoni hídnál alkalmaztuk.

Alapozás és közbenső festés után Sika PRO 3 WF anyagot juttattunk fenti helyekre. Baján a szerkezet szegecselt volta miatt a tömítőanyagot főként a vasúti hosszartók alsó és felső szögacélból készített öveinél a szegecscek fejei mellett alkalmaztuk.

A kunszentmártoni híd hegesztett szerkezetei miatt jóval kevesebb igény merült fel a tömítésre. Járdá és járdakonzol találkozása saruhézagoló lemezei mellett főként.

Festék rétegvastagságok

A szerkezetek funkcióból, elhelyezkedésükből adódóan mást és mást kell alkalmazni. Általában elfogadott, hogy az alsó és oldalsó felületek nagyobb rétegvastagságot kapnak, mint a felsők. Ez érthető is, mivel az előbbieknél nagyobb vegyi és mechanikai hatás alatt végzik feladatukat.

Fontos, hogy a kivitelezésnél a szerelést végző fejezzen be a mechanikai sérülést okozó munkáit, és adja át a területet a korrózióvédőknek. Ez koordináció kérdése. Számatlan esetben kézsre festett felületen végeznek még átalakítást. Ez hegesztés, kalapálás, festékleverődés, leégetés. Veszélyes, mivel nem biztos, hogy észrevehető az elváltozás. A szétfröcsögő és a vízszintes felületeken megálló 1000 °C fok körüli hőfokú cunderított pontszerűen égeti át a bevonatot. Tehát a tervezés-szervezés ezt ha lehet próbálja elkerülni, ha nem lehet, a felületvédelméről gondoskodjon a kivitelező.

Még egyet szeretnék a fentiekhez fő gondolatként elmondani.

Azzal, hogy a híd átadásra kerül, a kezelőnek át lesz adva. A kivitelező az átadási dokumentációban általában leírja a kezelési módját.

Fontos lenne, ha a hidat egy évben egyszer-kétszer, illetve ha a híd nagy forgalmú, akár többször is megfelelően takarítsa, mossa le. Káros, ha egyes részekben, zugokban, repedésekben sármaradványok vannak és ezek megtartják a nedvességet. A festék esetleges sérülései nyomán elektrokémiai korróziót indítanak meg. Tehát nem kell különösebb vegyi anyagra, még sóra sem gondolni. Visszaultrálnék itt a főtartók övlemez kötegei között meginduló korrózióra, ha a festékbevonat megreped. Jónéhány dologot nem említettem, de talán felhívnam a legfontosabb problémákra a figyelmet, melyeket későbbiekben hasznosíthatnak.

A szárazjégszórás a tisztítási technológiában

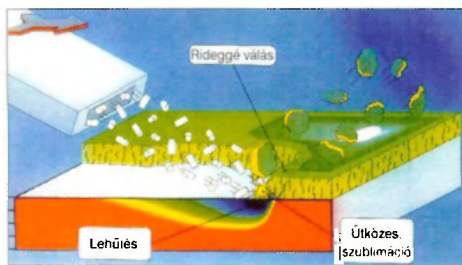
ANGYAL KÁROLY
Linde Gáz Mo. Rt.

A szárazjégszórás a tisztítási technológiák egyik legmodernebb, Magyarországon szinte még teljesen újnak számító módszere. Röviden bemutatjuk a technológia elvét és az alkalmazás lehetőségeit, felhasználási területeit.

A szárazjégszórás elve

A szárazjegyet a cseppfolyós CO₂-ből állítják elő, egy hőcserélőn keresztül átvezetve pihentetik, ahol intenzív hűtés mellett kb. 35–50%-a szénsavhátra alakul át. Ezután a szárazjegyet granulálják, különböző méretű matricán nyomják keresztül, melynek következtében 3–20 mm átmérőjű, változó hosszúságú szárazjég darabkák keletkeznek.

A szárazjégszóráshoz csak 3mm-es vagy ennél kisebb méretű szárazjegyet (ún. pelletet) használhatunk.



1. ábra. A szárazjegyes tisztítás elve

A tisztítás során megfelelő levegőnyomással a szárazjegyet a szennyezett felületre szórjuk, a nagy hőmérséklet különbség hatására (a pellet hőfoka $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) a szennyeződésen repedések keletkeznek, felazul, majd ezt a nagy nyomású levegő eltávolítja, lefújja a munkadarabról (1. ábra).

Ezután a CO₂ szublimál, majd a szétszóródott szennyeződést hagyományos módon (pl. porszívózás) összetakarítjuk. Ezzel az eljárással a levált szennyeződést szilárd halmazállapotában tudjuk összegyűjteni, és a megfelelő tárolóedénybe szortírozni.

A szárazjégszórásnak számos előnye vannak az egyéb szórási eljárásokkal szemben, mint például:

- A környezetre veszélytelen technológia
- Állítható tisztítási érzékenység
- Nincs abrazív koptatás
- Nincs tisztítóanyag maradvány
- Rendkívül rövid a tisztítás miatti állásidő
- Nem kell a felhasznált anyagokat méregteleníteni, közömbösíteni

Meg kell azonban említeni, hogy zárt helyiségben történő tisztításnál a CO₂ veszélyeket rejt magában, így a megfelelő szellőztetésről gondoskodni kell! Természetesen, mint minden tisztítási technológiánál itt is ügyelni kell a védőfelszerelések használatára pl. fülvédő, arcvédő, zárt munkaruha, stb... (2. ábra).

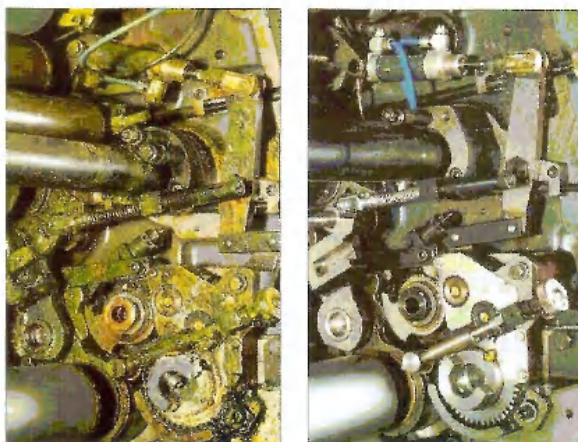
A szárazjég felhasználási területei

A szárazjégszórás szinte az ipar minden területén terjed. A nyomdaipari gépek (3. ábra) éppúgy, mint a papír- és sajtológépek vagy a gumigyártás szerszámainak tisztítására alkalmazható, valamint olyan speciális feladatoknál is hasznosítható, mint például épülettisztítás, szobor felületek tisztítása, restaurálási feladatok, stb. el látása.

A bemutatott szárazjegyes tisztítási technológia a széles felhasználhatósági területeit figyelembe véve, a jövő tisztítási technológiájának egyik ígéretes módszere.



2. ábra. Motorblokk szárazjeges tisztítása



3. ábra. Nyomdaipari gépek szennyezett, illetve tisztított állapotban



BÁLÓ ENDRE
MÁV Rt. PMLI
PGF Debrecen
szakaszmérnök

Árvíz okozta károk helyreállítása a Nyíregyházi PGF területén

Nyírvidéki kisvasút

A kisvasút rövid története

Nyíregyháza–Balsa vasútvonalat 1913-ban kezdték építeni 40 km/h sebességre. A későbbiek folyamán a „Zemplén” nevű motorvonat 60 km/h sebességgel is közlekedett a vasútvonalon. Tengelyterhelése jelenleg 8,5 tonna. A Nyírvidéki Kisvasút a Rétköz forgalmát hivatott biztosítani. Az 1970-es évek után a Kisvasút teherforgalma, valamint személyszállítása vesztett jelentőségéből. Jelenleg kisebb személyszállítást bonyolít le, és megnyílt a lehetősége a vidéki turizmus felé történő kapunyitásnak. A vonalrészben Nyíregyháza–Átrakó, valamint Herminatanya állomás működik, mint rendelkező forgalmi központ.

Az árvízi károk és helyreállításuk

2000. év tavaszán a Tisza és a mellékfolyói az eddig mért legnagyobb árvízszinttel folytak le. A Tiszán 1979 februárjában 882 cm-es vízállást mértek. Ugyanezen a helyen 2000. március 12-én 928 cm legmagasabb árvízszinttel tetőzött a Tisza. Természetesen a magas vízállás a Tisza vízgyűjtő területén lévő folyókban is mérhető volt.

A Lónyai-csatorna eddigi legmagasabb vízszintje 833 cm volt. 2000. év tavaszán 885 cm-t mértek Kótaj településnél.

A Nyírvidéki Kisvasút a Lónyai-csatorna környezetében, illetve árterén halad, több helyen keresztezi a Lónyai-csatornát és annak mellékágait.

2000. év tavaszán a Lónyai-csatorna magas vízállása megrongálta a Nyíregyháza–Balsa vasútvonal 155+12 szelvényében lévő, 1955-ben épült 3,06 m nyílású teknőhidat, továbbá a 172+68 szelvényben 1958-ban épült 5,15+9,2+5,15 nyílású teknőhidat, végezetül a 336+61 szelvényben lévő 4×10,4 m nyílású vasbeton teknőhidat.

A 155+12 szelvényben lévő vasbeton teknőhid szárnyfalai teljesen kidőlték a helyükről, a vasúti pálya forgalombiztonságát nem lehetett fenntartani. Az elhárítási munka során új szárnyfalak épültek, illetve burkolatok kerültek a vasúti töltésre. A végzett munka a célját elérte, a tárgyalt szelvényben a vízfolyás biztosítottá vált úgy, hogy a vasúti közlekedés is biztonságossá vált. A munkálatokat a Felső Tiszavidéki Vízügyi Igazgatóság által megadott szempontok alapján végeztük a munka a pályán sebességkorlátozással megoldhatóvá vált.

A 172+68 szelvényben lévő vasbeton teknőhid szárnyfalai elszakadtak és megdőltek. A vasúti pálya ágyazata az ártérbe került. A munkálatokat úgy végeztük el, hogy a sérült szárnyfalakat tervszerinti mértékben visszabontottuk, és tervezett hálós vasalású vasbeton támfalakat építettünk be. A megépített létesítmények a feladatukat jól látják el. A vasúti pálya stabil, a vasúti forgalom biztonságos.

A 336+61 szelvényben lévő, Lónyai-csatornát áthidaló 4×10,4 m-es vasbeton teknőhid felszerkezete a tavaszi árvíz során részben víz alá került. A víz hatására az amúgy is megrongálódott hidszigetelés teljesen tönkrement. A beton felületén lévő hámlások nagysága



1. ábra. 155+12 szelvényben lévő teknőhid, helyreállítás után



2. ábra. 172+68 szelvényben lévő teknőhid a helyreállítás után

megnőtt, a betonacél korróziója erőteljesen megindult. A Lónyai-híd után a töltésen lévő felépítmény az árvíz után tönkrement, melyet a MÁV Rt. közvetlenül az árvíz után „i” rendszerről „c” rendszerre átépített. Így a híd felújítása is szükségessé vált. A felépítményi munkák felvonulásához a híd biztosította a felvonulási utat, így annak helyreállítása a kárelhárítási munka második fázisába került. A régi szigetelést teljesen felbontottuk, és új szigetelési eljárással a szigetelést megépítettük. A megrongálódott betonfelületeket megfelelő technológiával felújítottuk.

Beépített hídszigetelés technológiája

- Régi szigetelés elbontása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonfelület lokális javítása, szegély tövében ellenék készítése
- Dilatációs szerkezet beépítése
- ISPO CONCRETIN TEP MULTI TOP szigetelés
- Zúzottkő ágyazat fektetése



3. ábra. 336+61 szelvényben lévő hid az ágyazatbontás után

Alsó betonfelületek felújítása

- Laza betonrészek eltávolítása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonvasak passziválása
- Betonhiányok pótlása ISPO CONCRETIN javítóhabarcsokkal
- ISPO CONCRETIN EL-KF bevonat készítése.



4. ábra. Letisztított pályalemez



5. ábra. Szigetelt pályalemez

Budapest–Nyíregyháza vasútvonal

2600+66 és a 2657+14 szelvényekben lévő vasbeton teknőhidak javítása

A 2001. és 2002. évi rendkívüli mértékű esőzések a Budapest–Nyíregyháza vasútvonal műtárgyaiban is károkat okoztak. A hidak környezetében kimosások keletkeztek, a falazatokon a szigetelések tönkre menetelére átázások utaltak. A sokáig tartó magas vízállás miatt az ágyazat elsárosodott, a 120 km/h pályasebesség nem volt tartható, sebességkorlátozást kellett bevezetni. Mind a két teknőhid két ütemben épült meg a II. világháborút követő helyreállítás után. Először a mai bal vá-

gányban lévő szerkezet készült el 1947-ben. A mai jobb vágány alatt lévő szerkezet 1953–54-ben épült. Kétvágányú műtárgyként a vonal II. vágányának végleges megépítése után 1970-től üzemel. A vonalon az elmúlt 40 évben történt felépítménycserék és vonali ágyazatrostálások idején a teknőhidakon az ágyazatot nem cserélték ki, így a meglévő ágyazati anyag az árvíz után teljesen alkalmatlanná vált a vasúti forgalom lebonyolítására.

2600+66 sz.elv. 3,5 m nyílású vasbeton teknőhid

2001-ben a 2600+66 szelvényben lévő vasbeton teknőhid szigetelés javítása és betonfelület javítása vált szükségessé. A munkák egyszerre csak az egyik vágányban folytak, a másik vágányban 40 km/h sebességkorlátozás bevezetése mellett bonyolódott a forgalom.

A szennyezett ágyazati anyag eltávolítása után a betonfelületeket homokszórásos technológiával megtisztították. A korábbi szigetelésvédő beton nem szenvedett komolyabb károkat ezért az nem kellett eltávolítani, az ágyazati anyag így is legalább 50 cm vastagságú maradt. Ezután került sor a SERVIDECK-SERVIPACK rendszerű szigetelő anyag felhordására. A technológiai előírás szerinti várakozási idő betartása után az ágyazatot visszaépítették, végül a vágányt helyreállították. A hézag nélküli vágány technológiai előírás szerinti megépítése után a vágányszakaszon helyreállt a 120 km/h pályasebesség.

Beépített hídszigetelés technológiája

- Régi szigetelés elbontása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonfelület lokális javítása, szegély tövében ellenék készítése
- Dilatációs szerkezet beépítése
- SERVIDECK-SERVIPACK szigetelés beépítése
- Zúzottkő ágyazat fektetése
- Vágány visszaépítése, hézag nélküli felépítmény kialakítása

Külső beton felületek felújítása

- Laza betonrészek eltávolítása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonvasak passziválása
- Betonhiányok pótlása ISPO CONCRETIN javítóhabarcsokkal
- ISPO CONCRETIN EL-KSZ bevonat készítése.

2657+14 sz.elv. 3,5 m nyílású vasbeton teknőhid

2002-ben a 2657+14 szelvényben lévő vasbeton teknőhid szigetelésének és betonfelület javítása vált szükségessé. A MÁV Rt. pénzügyi lehetőségei a munkák elvégzését csak november hónapban tették lehetővé. A technológiai előírások szerint a munkák csak fűtött fóliatakarás elkészítése mellett voltak elvégezhetőek. A munkák egyszerre csak az egyik vágányban folytak, a másik vágányban 40 km/h sebességkorlátozás bevezetése mellett bonyolódott a forgalom.

A szennyezett ágyazati anyag eltávolítása után a betonfelületeket homokszórásos technológiával megtisztították. A korábbi szigetelésvédő beton nem szenvedett komolyabb károkat, ezért azt nem lett eltávolítani. Ezután került sor a SERVIDECK-SERVIPACK rendszerű szigetelésvédő anyag felhordására. A technológiai előírás szerinti várakozási idő betartása után az ágyazat visszaépült, végül a vágányt helyreállították. A hézag nélküli vágány technológiai előírás szerinti megépítése után a vágányszakaszon helyreállt a 120 km/h pályasebesség.

Beépített hídszigetelés technológiája

- Régi szigetelés elbontása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonfelület lokális javítása, szegély tövében ellenék készítése
- Dilatációs szerkezet beépítése
- SERVIDECK-SERVIPACK szigetelés beépítése
- Zúzottkő ágyazat fektetése
- Vágány visszaépítése, hézag nélküli felépítmény kialakítása

Alsó beton felületek felújítása

- Laza betonrészek eltávolítása
- Homokszórásos felülettisztítás
- Betonvasak passziválása
- Betonhiányok pótlása javítóhabarcsokkal
- MAPELASTIC bevonat készítése.



6. ábra. A beépített szigetelés a jobb vágányban



7. ábra. Ágyazati anyag elbontása a jobb vágányban



8. ábra. A visszaépített felépítmény a 2657+14 szelvényben



9. ábra. A 2657+14 szelvényben lévő teknőhid külső felújított felülete



10. ábra. A szelvényezés szerinti bal oldali külső felületének betonvédelme



11. ábra. 2003. februári télben a Kisvasút kótaji teknőhídja...



DR. MÉDVED GÁBOR

Javaslat az osztott biztonsági tényezőös méretezési képlet továbbfejlesztésére

Tisztelettel ajánlom e cikket egykori professzorom, az egyik legnagyobb vasúti hidász mérnök Dr. Korányi Imre (1896–1989) emlékének, aki a határállapoton alapuló, osztott biztonsági tényezőös méretezési mód magyarországi bevezetésében vezető szerepet játszott.

Bevezetés, előzmények

A méretezési szabályzatokban a kezdetben alkalmazott eljárás, amely megengedett feszültséges módszerként ismert, a méretezési (avagy az ideális) terhekből számított feszültség ($\Sigma\sigma_i$) értékére felső határt engedett meg (megengedett feszültség, σ_{eng}), melyet az anyagellenállás jellemző értékéből (pl. a folyási határból) vezetett le egy biztonsági tényezővel osztva. Képlet formájában

$$\sum \sigma_i = \sum \sigma_G + \sum \sigma_Q \leq \sigma_{eng} = \frac{R_m}{\gamma} \quad (1)$$

ahol R_m az anyagellenállás jellemző értéke és γ a biztonsági tényező.

Az eljárás biztonsági tényezője fiktív érték, $\gamma = \frac{R_m}{\sigma_{valos}}$,

amellyel szemben a valódi biztonságot $\gamma_{valos} = \frac{\sigma_{kor}}{\sigma_{min}}$

a hányados fejezi ki, ahol σ_{kor} a tönkremenetelt okozó feszültség, σ_{valos} pedig a valódi feszültség. Nyilvánvaló, hogy a fiktív és a valódi biztonság nem azonos, tehát $\gamma \neq \gamma_{valos}$.

Az eljárás számos problémát vetett fel. Az arányossági határ felett a feszültségek nem lineárisan arányosak a terhekkel, így tehát megválaszolatlanul maradtak a következő kérdések. Mekkora a valódi biztonság? Mekkora a megkívánt biztonsággal megengedhető legnagyobb terhelés? Milyen nagy a törő terhelés? Az említett bizonytalanságok a módszer korai kritikáját váltották ki, amelyben magyar mérnök is jeleskedett.

Az IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering = Nemzetközi Híd- és Szerkezetépítési Egyesület) bécsi konferenciáján 1929-ben Kazinczy Gábor felvetette, hogy a szerkezetek biztonságának koncepciója nem világos. Javasolta, hogy a szerkezeteken működő különböző erőhatásokat (állandó és esetleges teher, szélérő, stb.) különböző tényezőkkel kell megszorozni, és a szerkezetet e hatások összegére kell méretezni. *Ez az osztott biztonsági tényezőös méretezési módszer alapjogolata.*

Az IABSE 1936-os berlini és az 1948-as liège-i kongresszusain többen foglalkoztak a témával. D. Efstratiadis, F. Campus és mások kifejtették, hogy a biztonság gondolata elavult a megengedett feszültséges méretezési módszerben. M. Prot, R. Lévi, M. Cassé, J. Dutheil javasolta, hogy *a szerkezetek biztonságát befolyásoló tényezőknek a valószínűségszámításon kell alapulniuk.*

A dán A. J. Moe méretezési képletet javasolt, amely Kazinczy gondolatán alapult: $\mu_c \sigma_c + \mu_p \sigma_p < \mu_s \sigma_s$, ahol az ellenállás oldali biztonsági faktor $\mu_b = 0,75$, a teher oldali tényezők értéke pedig $\mu_g = 1,2$ és $\mu_p = 1,8$ volt. *Ez tekinthető az osztott biztonsági tényezőös méretezési módszer első képletének.*

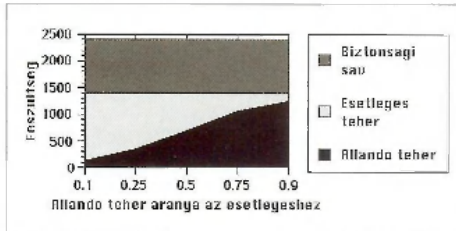
Korányi továbbfejlesztette az elméleti hátteret és a tényezők felépítését, részben helyesítve Moet. Úgy vélte, hogy a tényezőknek valószínűségelméleten kell alapulniuk. Bevezette a *biztonság új koncepcióját*, valamint az egyenlő biztonság gondolatát. A biztonság régi felfogása szerint a törőtehernek az állandó és az esetleges teher összegével szemben kell biztonsággal nagyobbak lennie. Képlettel kifejezve:

$$\gamma = \frac{S_p}{S_s + S_p}$$

Korányi rámutatott viszont arra, hogy az állandó teher hirtelen és ellenőrizetlen megnövekedésnek gyakorlatilag nagyon kicsi a valószínűsége, a biztonságot tehát az esetleges teherrel szemben kell kimutatni, amelynek

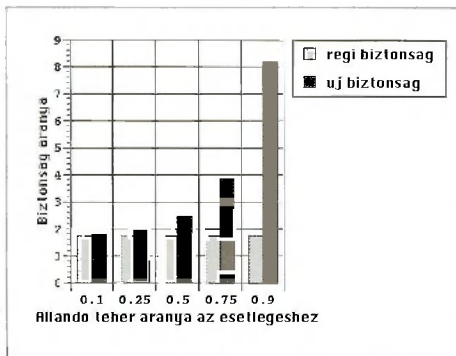
az értéke könnyen és ellenőrizhetetlenül változhat. A biztonság új felfogásának képlete így $n = \frac{\Delta_n - \Delta_k}{\sigma_p}$ formát ölt.

A régi biztonsági felfogás szerint úgy tűnhet, hogy a tönkremenettel szembeni biztonság (biztonsági margó szélessége) azonos bármely teheraránynál, amint az 1. ábrán látható. Korányi szerint ez tévedés.



1. ábra

A régi és az új biztonsági koncepció összehasonlítása jól látható a 2. ábrán. Ha az állandó teher aránya nagyon kicsi az esetleges teherhez képest, a két felfogás nem mutat különbséget. De ha az állandó teher aránya nagy az esetleges teherhez képest, akkor a biztonság az új felfogás szerint sokkal nagyobb, mint a régi szerint.



2. ábra

Korányi érdeme volt, hogy az osztott biztonsági tényezős méretezési módot első ízben az 1951. évi Vasúti Hídszabályzatban, majd ezt követően az 1956. évi Közúti Hídszabályzatban bevezették Magyarországon. Ezek a magyar alkalmazások világviszonylatban is úttörő jellegűek voltak, mivel csak 1947-ben a Szovjetunióban magasépítési szerkezetek méretezésére bevezetett eljárás előzte meg őket (lásd [2] 1257 old.). Magyarországon a határállapoton alapuló osztott biztonsági tényezős méretezési módot alkalmazták tehát, *egyenlő biztonság elvén alapuló méretezési mód* elnevezéssel.

A határállapoton alapuló méretezési mód

A határállapoton alapuló méretezési mód lényegében véve a terheket és az anyagellenállást valószínűségelméleti alapon kezeli, és a nem kívánt állapot bekövetkeztét bizonyos minimális valószínűségekre redukálja. A határállapoton alapuló méretezési mód nem jelent szükségszerűen osztott biztonsági tényezős módszert is egyben. Egységes biztonsági tényező esetén az (1) méretezési alapképlet formájában változatlan, de a benne szereplő tagok értelmezése megváltozik [2,4]. Nyilván ez az oka, hogy az értelmezésbeli különbségek a gyakorló mérnökök számára sokszor rejtve maradnak.

Osztott biztonsági tényező esetén a méretezési képlet a következők szerint alakul [1, 4]:

$$F_G \gamma_F \leq R_K = \frac{R_K}{\gamma_L} \quad (2)$$

Az egyenlőtlenség baloldala a mértékadó teher, ahol γ_F a teher biztonsági tényezője. Az egyenlőtlenség jobboldala a teherbírási határállapot, ahol R_K az anyagszilárdság valamely százalékos küszöbértéke, γ_L pedig az anyagra vonatkozó biztonsági tényező. E képletben a teher oldalon még mindig csak egy biztonsági tényező szerepel, ebben a formában nem is szokásos használni. Lehetséges viszont minden teherfajtára (saját tömeg, jármű, szélteher, stb.) valamint a lehetséges teher kombinációkra külön-külön biztonsági tényezőt alkotni. Ez a megoldás vezet az egyenlő biztonság elvén alapuló méretezési módszerhez. A képlet alakja ez esetben

$$\sum \gamma_G G_K + \sum \gamma_Q Q_K \leq R_K = \frac{R_K}{\gamma_I} \quad (3)$$

ahol γ_G az állandó terhek részleges biztonsági tényezője, ΣG_K az állandó terhek hatásainak összege, γ_Q az esetleges terhek részleges biztonsági tényezője, ΣQ_K az esetleges terhek hatásainak összege, R_K a teherbírási határállapot mint fenn. A képlet felírható feszültségekkel is, mivel modern szerkezetekben nem mindig lehet igénybevételekkel (nyomaték, normál- vagy nyíróerő) számolni.

$$\gamma_G \sum \sigma_{GK} + \gamma_Q \sum \sigma_{QK} \leq \sigma_H \quad (4)$$

ahol $\Sigma \sigma_{GK}$ és $\Sigma \sigma_{QK}$ az állandó, illetve az esetleges terhekből számított feszültség, σ_H pedig a határfeszültség. A többi jelölés mint fentebb.

A (3, 4) képletekkel az osztott biztonsági tényezős méretezési mód alapján végzett számítások elvi előnye közismert. A hid-, illetve tartószerkezet minden alkotó elemében az állandó és esetleges jellegű terhekkel szembeni biztonsági tartalék elvben azonos, az egyes tartóelemek nincsenek sem alul- sem felülméretezve. A megengedett feszültséges méretezési mód ellen – elvi korszerűtlensége mellett – éppen az szólt, hogy az eset-

leges teherhez viszonyított nagy saját tömegű tartóelemekben (pl. főtartó) a saját tömeg véletlen jellegű megnövekedésével (túlterhelés) szemben is pontosan akkora biztonsági tartalék állt szemben, mint az esetleges terhek megnövekedésével szemben. Pedig a saját tömeg véletlen jellegű megnövekedésének sokkal kisebb a valószínűsége, mint az esetleges terhekének, így tehát ez a tartóelem a gyakorlatban gazdaságtalanul túlméretezett volt. Ebből kifolyólag a kis saját tömegű tartóelemek megnövekedésével szemben kisebb volt, mint a nagy tömegűeké (pl. hosszartó szemben a főtartóval).

A mindennapi mérnöki gyakorlatban a (3, 4) képletekkel az osztott biztonsági tényező mértezési mód alapján végzett számítások bizonyos nehézségeket is mutattak.

- Kényelmi szempontból kissé kellemetlen volt, hogy a képletek baloldalán nem a valóságos igénybevételek, illetve feszültségek jelentek meg, hanem azok biztonsági tényezővel felszorzott értékei. Ez elvi nehézséget nem jelentett, legfeljebb a „mérnöki érzék” zavarta.
- Elvi nehézségek mutatkoztak viszont azokban az esetekben, amelyekben feszültségek algebrai vagy vektorialis összegzését kellett elvégezni, s ezek a feszültségek különböző hatásokból (pl. esetleges teher és feszítőerő) keletkeztek. A feszítőerő biztonsági tényezővel való felszorzása elvileg helytelen és indokolatlan, a belőle eredő feszültség és a biztonsági tényezővel felszorzott állandó és esetleges teherből származó feszültség összegzése pedig erőtanilag hamis eredményt ad. Ez a gond minden olyan szerkezetben és szerkezeti elemekben megjelenik, amelyben feszítés előfordul (pl. feszített beton- és acélszerkezet, öszvérhid, ferdekábeles hid, feszített csavar).
- Acélszerkezetek fáradása esetén ugyancsak elvi nehézségek mutatkoztak. Fáradás esetén igénybevételekben (erő, nyomaték) gondolkodni értelmetlen, még a feszültség sem igazán helyes elvileg. A megfelelő kategória a törésmechanikából ismert feszültségintenzitási tényező lenne. A biztonsági koncepciója is bonyolultabb, mivel lehet ugyan biztonsági margót tartani a méretezési feszültséggel szemben, de talán helyesebb lenne a biztonsági tartalék a töréshez vezető terheléssimétlési számmal szemben, azonos feszültség szinten.

A fentebb említett okok következtében az 1967–68. évi Közúti Hídszabályzat egyes fejezeteiben visszatértek a határállapoton alapuló, de egységes biztonsági tényezőt alkalmazó méretezési módhoz. A Közúti Hídszabályzat további módosításai során a méretezési mód nem változtattak, így az ma is az egységes bizton-

sági tényező mértezési módszert alkalmazza az (1) képletnek megfelelő alakban a feszített betonszerkezetek és az acélszerkezetek esetében. (A módszert megengedett feszültséges méretezési módnak nevezi, de az elnevezés helyessége azon múlik, hogy az anyagellenállás oldalt valószínűségelméleti alapon kezelve határállapotból vezet-e le vagy a hagyományos módon.) Ez a megoldás kiküszöböli ugyan az említett nehézségeket, de egyben az egyenlő biztonság elvén alapuló méretezési módból fakadó előnyök elvesztését is jelenti. Sőt, ezen túlmenően elvi inkonzisztenciát és teherbírási különbségeket is létrehozott a közúti hídállomány egyes egységeinek biztonsági filozófiája tekintetében.

Miután az egységes európai műszaki szabályozások – s benne az EUROCODE – kérdése napirenden van, talán nem érdektelen annak megvizsgálása, hogyan lehet a szerkezettervezési gyakorlatban tapasztalt méretezési nehézségeket kiküszöbölni, s egyúttal az egyenlő biztonság elvén alapuló méretezési módból fakadó előnyöket is megtartani.

Javaslat az osztott biztonsági tényező mértezési képlet továbbfejlesztésére

Első pillantásra nyilvánvaló, hogy az (1) és a (4) képletek baloldalai semmiféle konstans szorzótényező bevezetésével nem tehetőek azonosossá. Tétélezük fel azonban, hogy az azonos matematikai és műszaki tartalom egyszerű függvénykapcsolat megtalálásával létrehozható. Feltesszük tehát, hogy

$$f(x) \left(\sum \sigma_{OK} + \sum \sigma_{OK} \right) = \gamma_G \sum \sigma_{OK} + \gamma_Q \sum \sigma_{OK} \quad (5)$$

ahol

$$x = \frac{\sum \sigma_{OK}}{\sum \sigma_{OK}} \quad (6)$$

az esetleges terhekből számított feszültségek összege az állandó teherből számított feszültség összegéhez viszonyítva. Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban a szumma jelet elhagyva a levezetés következő lépései

$$f(x) (\sigma_{OK} + x \sigma_{OK}) = \gamma_G \sigma_{OK} + \gamma_Q \sigma_{OK}$$

$$f(x) \sigma_{OK} (1 + x) = \sigma_{OK} (\gamma_G + \gamma_Q x)$$

Innen pedig $f(x)$ közvetlenül kapható

$$f(x) = \frac{\gamma_G + \gamma_Q x}{1 + x} \quad (7)$$

A (4) méretezési alapképlet pedig módosított formában (visszaállítva a szumma jeleket)

$$\frac{\gamma_G + \gamma_Q x}{1 + x} \left(\sum \sigma_{OK} + \sum \sigma_{OK} \right) \leq \sigma_{H} \quad (8)$$

Amennyiben a baloldali törtet átvisszük az egyenlőtlenség jobb oldalára

$$\sum \sigma_{OK} + \sum \sigma_{OK} \leq \frac{1 + x}{\gamma_G + \gamma_Q x} \sigma_{H} \quad (9)$$

a fenti (9) képletet kapjuk. A (9) képlet baloldala az állandó és az esetleges terhekből származó feszültségek összegét tartalmazza parciális biztonsági tényezők nélkül. A baloldal tehát azonos a megengedett feszültséges méretezési alapképlet baloldalával. A (9) képlet jobboldalán viszont a határfeszültség található, megszorozva egy törttel, melyben x az esetleges terhekből számított feszültségek összegének és az állandó teherből számított feszültségek összegének hányadosa. Kiszámításakor a feszítőerőből származó feszültség figyelmen kívül hagyandó.

A (8, 9) képletek tehát műszaki tartalmukat tekintve a határállapoton alapuló osztott biztonsági tényezős méretezési mód méretezési alapképletei matematikailag kissé módosított alakban. Ugyanakkor a (9) képlet baloldala tartalmában és formájában azonos a megengedett feszültséges méretezési alapképlet baloldalával. A szerkezetek erőtani számításában tehát a tervező teljesen a megengedett feszültséges méretezési módnak megfelelően végezheti a számításait, a terhek, illetőleg a feszültségek parciális biztonsági tényezővel való felszorzása nélkül egészen a feszültségek összegzéséig. A legutolsó lépésben viszont a feszültségek összegét nem a megengedett feszültséggel kell összehasonlítani, hanem egy tényezővel való szorzás után a határfeszültséggel (8. képlet), vagy magát a határfeszültséget kell az említett tényező reciprokával megszorozni, s az eredményt a számított feszültségek összegével összehasonlítani. Az említett tényező viszont kizárólag az állandó és az esetleges terhekből származó feszültségek arányától és a teherre vonatkozó parciális biztonsági tényezőktől függ. Ezek mindegyike ismert az adott számítási lépésben, így a tényező könnyen kiszámítható, a számítógépbe beprogramozható vagy alkalmas táblázatból kivethető.

Amennyiben az esetleges terhek több fajtáját kell figyelembe venni, s ezek eltérő parciális biztonsági tényezővel szorzandók – mint például az EUROCODE tervezete szerint a fő változó teher (leading variable action) és a járulékos változó teher (accompanying variable action) – a képletek csak kissé módosulnak. A kiinduló feltevésünk a következők szerint alakul:

$$f(x_{1,2}) \left(\sum \sigma_{e,k} + \sum \sigma_{Q1} + \sum \sigma_{Q2} \right) = \gamma_G \sum \sigma_{GK} + \gamma_{Q1} \sum \sigma_{Q1} + \gamma_Q \quad (10)$$

ahol a függvényben x_1 és x_2 jelenik meg. Ezek a fő és a járulékos változó teher arányát jelentik az állandó terhek összegéhez viszonyítva, tehát

$$x_1 = \frac{\sum \sigma_{Q1}}{\sum \sigma_{GK}}, \quad x_2 = \frac{\sum \sigma_{Q2}}{\sum \sigma_{GK}} \quad (11)$$

A képletekben σ_{Q1} a fő változó teherből származó feszültség, míg σ_{Q2} a járulékos változó teherből származik. A többi jelölés azonos a korábbival.

A levezetést mellőzve a függvény képlete ez esetben:

$$f(x_{1,2}) = \frac{\gamma_G + \gamma_{Q1} x_1 + \gamma_{Q2} x_2}{1 + x_1 + x_2} \quad (12)$$

a méretezési képlet pedig az alábbiak szerint alakul

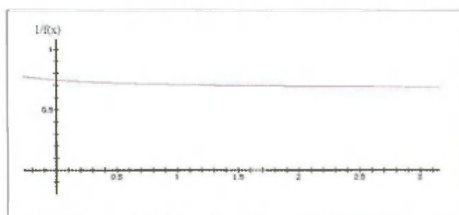
$$\sum \sigma_{e,k} + \sum \sigma_{Q1} + \sum \sigma_{Q2} \leq \frac{1 + x_1 + x_2}{\gamma_G + \gamma_{Q1} x_1 + \gamma_{Q2} x_2} \sigma_{Bj} \quad (13)$$

Látható, hogy az esetleges jellegű fő- és járulékos terhekre bevezetett külön parciális biztonsági tényező nem változtatja meg alapvetően a bevezetni javasolt méretezési módot. A függvény képlete is csak kismértékben válik bonyolultabbá.

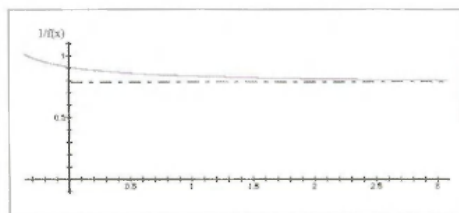
A javasolt képletek alkalmazása az előző pontban felsorolt három nehézség közül az első kettőt megoldja, miközben megtartja az egyenlő biztonság elvén alapuló méretezési mód előnyeit. Nem oldja meg a fátalással kapcsolatban felvetett elvi nehézségeket, de a jelenlegi módszer szerinti fátalás ellenőrzésre változatlanul alkalmas. Ez esetben ugyanis a $\Delta\sigma$ koncepció értelmében az állandó teher figyelmen kívül hagyandó, s az említett tényező értelmét veszti.

A (7) képlet szerinti $f(x)$ tényező teherarányos parciális biztonsági tényező függvénynek – esetleg röviden TAB-tényezőnek – nevezhető. A (9) képlet szerinti reciprok alak grafikusán ábrázolva lapos hiperbola. A görbe paraméterei, esése a benne szereplő parciális biztonsági tényezők számértékétől függ.

A teherarányos parciális biztonsági tényező függvény reciprokát, a (7) képletből kapható $1/f(x)$ -et két esetben szemléltetjük. Az első az EC3/EC4-ben javasolt $\gamma_G = 1,35$, illetve $\gamma_Q = 1,50$ számértékeket veszi figyelembe. Az eredményül kapott görbe a 3. ábrán látható.



3. ábra



4. ábra

A másik ábrázolt eset a jelenlegi Közúti Hídszabályzatban [5] szereplő $\gamma_c = 1,1$, illetve $\gamma_0 = 1,3$ parciális biztonsági tényezőkön alapul. Az eredményül kapott görbét a 4. ábra szemlélteti. Amint az várható volt, a két görbe lefutása hasonló, meglehetősen lapos, nagyobb x értékeknél mindkét görbe asszimptotikusan közelít egy jellemző számértékhez. Ez az érték $1/\gamma_0$, ami konkrétan a 3. ábra esetében 0,6666. míg a 4. ábrában 0,7692. A görbe és az ordináta metszéspontját $1/\gamma_0$ határozza meg, itt $1/f(x)$ számértéke rendre 0,7407 és 0,9090.

A (12) képlet esetében a görbe felületté alakul, de a lefutás törvényszerűségei nem változnak lényegesen.

Összefoglalás

A javaslat lényege a határállapoton alapuló osztott biztonsági tényező s mérte zési mód alapképletének átalakítása. Az átalakítás változatlanul hagyja a mérte zés-elméleti megközelítést, nem teszi szükségessé a biztonság vagy a határállapot fogalmának ártértékelését. Ezzel szemben közös alak lehetőségét javasolja a mai Közúti Hídszabályzatban műszaki kényszerűségekből egymás mellett használt osztott biztonsági tényező s és egységes biztonsági tényező s mérte zési képletek tekintetében. Ez a közös alak – műszaki tartalmát tekintve – a korszerűbbnek tekinthető osztott biztonsági tényező s módszer alkalmazása esetén előzetesen ki kell dolgozni az egységes biztonsági tényező s mérte zési módnál alkalmazott „megengedett feszültségek” helyett a megfelelő határfeszültségek értékeit.

Ugyanakkor a javasolt képletek alkalmazása esetén a gyakorlati mérnöki számítások a megengedett feszültséges mérte zési módnál megszokott módon, a terhek, illetve a feszültségek teher oldali parciális biztonsági tényezővel történő felszorozása nélkül végezhetők egészen a legutolsó lépésig, a határfeszültséggel történő

összehasonlításig. Ekkor ki kell számítani (vagy táblázatból kivenni) a (7), illetve (12) képlet szerinti $f(x)$ teherarányos parciális biztonsági tényező függvény (röviden TAB-tényező) értékét az adott esetleges/állandó teherből származó feszültség arányból. A kapott számértékekkel vagy a feszültségek összegét kell megszorozni (8. képlet), vagy a határfeszültséget osztani (9. vagy 13. képlet), s az összehasonlítást elvégezni.

A javasolt mérte zési képlet kiküszöböli a terhek parciális biztonsági tényezővel való felszorozásából fakadó nehézségeket, ugyanakkor megtartja az egyenlő biztonság elvén alapuló mérte zési mód előnyeit. Konform az EUROCODE-dal, így a jövőbeli alkalmazásának sincs akadályja.

Irodalom

- [1] *Iványi, M.*: One and a Quarter of a Century Devoted to Steel Bridge Construction; Periodica Polytechnica Vol. 35. Nos. 3-4, 1991, Technical University Budapest, pp. 157-194.
- [2] *Platthy Pál*: Acélszerkezetek mérte zésének alapvető kérdései; Palotás szerk. Mérnöki Kézikönyv II. kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984., pp. 1254-1260.
- [3] *Janss, J.*: General Principles of Eurocodes 3 and 4; Eurocodes 3 and 4 in the Light of (I) Other Design Philosophies and (II) New Research Results, International Advanced School Technical Report, Technical University of Budapest, 1994, pp. 1-35.
- [4] *Szalai Kálmán*: A vasbeton és falazott szerkezetek erőtani számításának alapjai; Palotás szerk. Mérnöki Kézikönyv II. kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984., pp. 555-559.
- [5] Közúti hidak tervezése, Általános előírások, Út 2-3.401 Útügyi Műszaki Előírás, GKM 2002, pp. 42-43.



LEGEZA ISTVÁN
MAV mérnök főtanácsos
Mérnöki Létesítmények Osztály
PMLI

Budapest–Kelebia vasút- vonal 66/7 szelvényben lévő 6,0 m nyílású híd átépítése Egy híd története

Előzmények

A Budapest Ferencváros–Kelebia–országhatár vasútvo-
nal az E 56 számú törzshálózati vonal része. A vasútvo-
nal felújításának első üteme Bp. Ferencváros–Soroksár
vonalszakaszt érintette, melynek kivitelezése 2001–
2002-ben történt meg.

Budapest Ferencváros–Soroksár állomások közötti
vonalszakasz felújítására vonatkozóan a nemzetközi hit-
tel biztosításához a műszaki tartalom az alábbiak szer-
int került megfogalmazásra:

„A vonalon közlekedő nemzetközi és belföldi gyors-
vonatok menetidejének csökkentése, valamint a Buda-
pesti Intermodális Logisztikai Központ üzembehelye-
zésével megnövekvő forgalom zavartalan lebonyolítása
érdekében szükségessé vált a leromlott pályaalapot
(lassújelek, víztelenítési és számos más probléma –
köztük a műtárgyakkal kapcsolatos hiányosságok)
megszüntetése. A tervezett rekonstrukció elmaradása a
menetidő további növekedését okozhatja, az üzembiz-
tonság romlását eredményezheti, amivel balesetveszély-
es helyzetet teremthet.”

A vonal utójára az 1960-as években épült át. A nagy
igénybevétel miatt a felépítmény elhasználódott, ezért
számos helyen sebességkorlátozást kellett bevezetni.

A beruházás alapvető célja az eredeti engedélyezési
sebesség visszaállítása volt, melyhez az új kétvágányú
vasúti pálya kialakításán kívül a kapcsolódó alépítmé-
nyi, víztelenítési, felsővezeték, távközlő és biztosító-
berendezési, valamint műtárgy és magasépítményi
munkákat is el kellett végezni.

Az előzőek miatt a Soroksár állomásig terjedő vonal-
szakasz rekonstrukciójának előkészítése a 90-es évek
közepén kezdődött meg. Műtárgyak vonatkozásában az
elvégzendő feladatokat az 1997–1998-ban elvégzett
rendkívüli III. fokú hidvizsgálatok határozták meg.

2001. évi kezdéssel a vasúti pálya- és egyéb létesít-
mények építésével koordinálva a vonalszakaszon két

közepes nyílású acélhíd felújítását, számos kisnyílású
híd és átereszt, valamint egy közműhíd átépítését vége-
zték el. Soroksári út állomáson az új peronokhoz korszer-
ű utas-lifttel ellátott gyalogos felüljáró épült. A vonal-
szakasz felújítási munkái 2002-ben fejeződtek be.

Ezen munkák során épült át 66/7 szelvényben lévő
6,0 m nyílású tartóbetétes teknőhid is.

A híd története

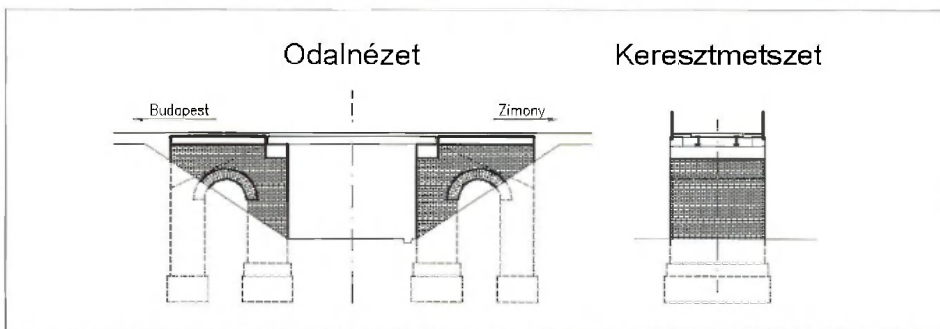
6,0 m ny. vashíd építése (1881)

A Budapest–Szabadka–Újvidék–Zimony vasútvonal lé-
tesítését az 1880:XLII. tc. írta elő, ami a keleti irányú
kereskedés szempontjából bírt nagy jelentőséggel. A
vasútvonal Bécsig tervezett megépítése ebben az idő-
szakban nem valósult meg. A 167 km hosszú Budapest–
Szabadka vasútvonal a Magyarországon épülő vonalak
között a 69. vonal volt, melyet 1882. december 5-én ad-
ták át a forgalomnak.

A vasútvonal létesítése miatt szükségessé vált a vas-
úttól nyugatra fekvő területek és a Ráckevei Duna meg-
közelíthetőségének biztosítása. Ezért a 66/7 szelvény-
ben a terepviszonyoknak megfelelően – mivel itt a vas-
út töltésben haladt – közúti aluljáró létesítését terve-
zték. 1881-ben a külön szintű keresztezés műtárgyának
6,0 m nyílású vashidat építettek a tervezett vasúti vá-
gányba, téglalapokkal és falazatokkal (*1. ábra*).
Az alapozási sík a terepszint alatt kb. 2,0 m-es mélység-
ben volt.

A megépített műtárgy háromnyílású szerkezet volt, a
hídfőket 2,0 m nyílású takarékboltozattal építették meg,
a köztű feletti nyílásba vashíd épült. A takarékboltozat
szép megjelenést adott a hídnak, a végponti oldalon vi-
szont egy 800 mm-es vascsőátvezetés céljait is szolgál-
ta, mert így a csővezeték vasúti terhet nem kapott.

A megépült hídszerkezetről tervek, iratok nem ma-
radtak fent. A síkalapok és falazatok anyaga jó minőség-



1. ábra. Az 1881-ben épült 6,0 m nyílású vashíd rajza

gű égetett téglából. A téglafalazatok az 1960-as átépítésnél még megmaradtak és azok a 2001–2002. évi átépítésig álltak.

A vas felszerkezetről semmilyen adat nem volt feltehető. A híd építése idejében a vashidak építéséhez kizárólag úgynevezett hegeszvasat (hegesztett vasat vagy kavart vasat) alkalmazták, a hidak szegecselt szerkezetűek voltak. A felsőpályás hidak főtartótávolsága általában 1,8 m volt, azokon a talpfák, illetve a hidfák közvetlenül feküdtek fel. A kisebb támaszközü vashidak alátámasztására öntöttvasból készített, lapos sarukat használtak. A saruöntvényen alul, a vágánytengelyre merőlegesen egy kiemelkedő borda volt, mely nyúlt az alátámasztó hordkő (sarukő) megfelelő mélyedésébe.

A hidak vasanyagának jelentős része külföldi eredetű volt. A hegeszvasakra csak annyit volt előírva, hogy annak szálas törésűnek, hideg és meleg állapotban kovacsolhatónak és formázhatónak kell lennie. Az alapanyagának 2800kg/cm², a kapcsolószerkezeteknek 4200kg/cm² szakítószilárdsággal kellett rendelkeznie. Ebben az időben a vasanyag szakító próbájának elvégzését még nem írták elő, továbbá a vasszerkezetek gyártását és szerelését hivatalból még nem ellenőrizték.

A felszerkezet teherbírására csak az akkor érvényben lévő 1879. évi „Utasítás a vasból építendő hidak tervezésére, építésére és megvizsgálására tárgyában” című előírásból következtethetünk. A rendelet kétfajta mozdonyosztályt írt elő (elsőrangú mozdonyterhelés: négytengelyű 12 t tengelyterhű, másodrangú mozdonyterhelés: háromtengelyű 13 t tengelyterhű).

Vashíd átépítése ágazatátvezetési műtárggyá (1914)

A Budapest–Kiskőrös közötti II. vágány létesítése kapcsán 1914-ben a hidat kétvágányú, kavicságyas híddá építették át.

Az alábbi idézet a híd törzskönyvéből (2. ábra). tömören összefoglalja az átépítés lényegét, történetét:

„A budapest–zimonyi vonal építéskor 1881. évben ezen a helyen egy vágány számára 6,00 m nyílású vasgerenda híd épült.

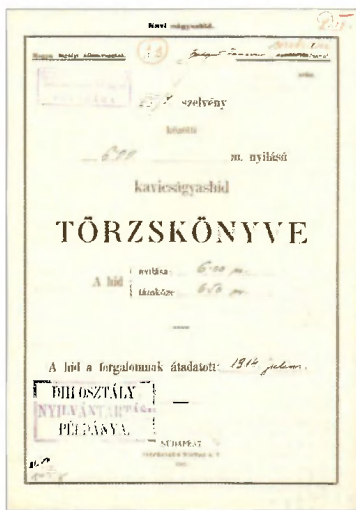
Az első (bal) vágány hídfői téglából, a II-ik (jobb) vágány hídfői betonból készültek. A II. vágány kiépítéskor az ellenfalak meghosszabbították és a régi vasszerkezet eltávolítottán mindkét vágány számára kavicságyas felszerkezet készült.

A szerkezetem választásának oka: Szerkezeti szempontból a kavicságyas elrendezés találatot legcélszerűbbnek. A főtartók hengerelt vasgerendák, mellétartók nincsenek. Saruk helyett egyszerű felfekvő vaslemezek alkalmaztak.

A hídnak kétvágányúra való átépítése 1914. márciusban vette kezdetét. Az ellenfalak szárazban alapoztatottak és teljesen betonból készültek. A régi téglából készült ellenfalban lévő takarékboltozat nem hosszabbított meg, hanem az ellenfal meghosszabbítás tömören készült. Az új falak a régi falakhoz tömpán illeszkednek. A Budapest felőli ellenfal betonozása május 12-én kezdődött, az alapfenék tengerszint feletti magassága 97,16 m, az altalaj kemény fekete agyag. A Szabadka felőli ellenfal alapbetonozása május 16-án kezdetet meg, alapfenék mérfegyje 97,91 m, altalaj kemény fekete agyag. A felmenő falak teljesen elkészültek május 25-én. Alapozási nehézségek nem fordultak elő.

A két vágányra való átalakítás 1914. márciustól júliusig hajtott végre. Ebben az időben történt a vasszerkezetnek mindkét vágány számára való szerelése is” (3. ábra).

A tömör megállapítások mögé tekintve az átépítés szükségességét más oldalról is megközelíthetjük. A vasszerkezet korossága és avultsága miatt feltétlen cserére szorult. Az 1900-as évek elejétől a Siemens-Martin-féle eljárás feltalálása után a vashidak folytatásból, a mai terminológia szerint acélból készültek. Az időközben megjelent újabb előírások és a megnövekedett mozdonyterhelések is a híd átépítését tették szükségessé.



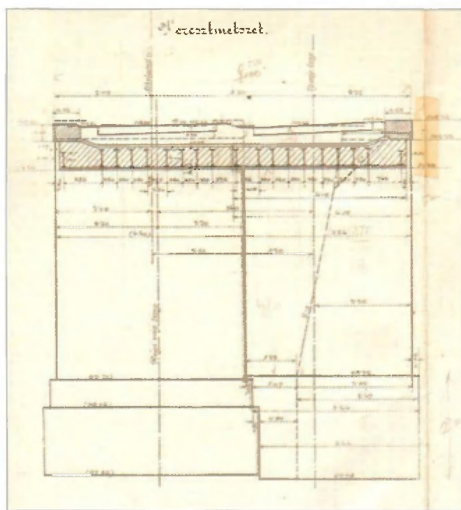
2. ábra. Kavicsgágyas hid törzskönyve

A kereskedelemügyi miniszter 30666/1906. számú rendelete a vasúti hidak vasszerkezeteinek tervezésére, méretezésére, megerősítésére és időszakos vizsgálatára vonatkozóan 1907-ben lépett érvénybe. E rendelet nevezhető az első vasúti hídszabályzatnak, melynek kidolgozását igen széles körű előtanulmányok előzték meg. A hidak méretezésének alapjául veendő terhelések megadásánál a várható jövőbeni fejlődést is igyekezett figyelembe venni (fővonalai teher: $5 \times 17 \text{ t} + 3 \times 13 \text{ t}$, kisebb támközü tartóknál 3×20 tonna).

E szabályzat csak a vas-, illetve acélszerkezetű hidakkal foglalkozik annak ellenére, első paragrafusa előljáróban rögzíti, a mai napig is érvényes és követendő megállapítást: „Vasszerkezetű hidakat csak abban az esetben kell építeni, ha a kőhidak építése nem lehetséges vagy kevésbé olcsó.” Természetesen a kőhid kifejezés – már a rendelet megjelenésekor is – a beton és vasbeton szerkezetekre is vonatkozott.

Tehát az előző szabályzati előírások figyelembevételével a vasútvonal kétvágányúsítása során a 13 tonna tengelyterhelésre épült vasszerkezetet 20 tonna tengelyterhelésű „kőhiddá” kellett átépíteni.

A vasúti hidépítés kezdeti időszakában óvatosan fogadták a betonnak, az akkor új építőanyagának megjelenését. A kezdeti kísérleti időszakot követően a beton alkalmazásának bevezetésével az 1900-as évek elején új hidtípusok jelentek a MÁV vonalain. Ezek voltak a sín- és tartóbetétes teknőhidak, valamint a különböző szerkezeti kialakítású első vasbeton hidak. Külföldi tanulmányutakat követően 1904-ben jelent meg Spitzer Ignác „A felépítményi kavicsgágyas vasúti hidakon való átvezetése” tárgyú összeállítása, amely részletes terv-



3. ábra. Kavicsgágyas hid keresztmetszete

gyűjteményt tartalmazott a sín- és tartóbetétes teknőhidak kialakítására. Ezt a tervgyűjteményt jogosan nevezhetjük az első vasúti típusrtervnek. Európa fejlettebb országaiban az ilyen hidakat már jóval korábban alkalmazták.

Ágyazátvezetés hidaknak számtalan vasúti előnye van: a vasúti pályát megszakítás nélkül lehet átvezetni, a járművek áthaladása nyugodtabb, az ágyazat a dinamikus hatásokat csökkenti és jelentős a zajcsökkentő hatása.

A teknőhidakon a felépítmény vízszintes és függőleges helyzete kisebb határokon belül szükség esetén megváltoztatható.

A hidszerkezetet az előzőek alapján 3,75 m beton falazattal szélesítik meg. Az új áthidalószerkezet mindkét vágányban vasgerenda betétes kialakítással készült. A „Martin folytatás” I 400-as tartók állványcsavarokkal lettek egymáshoz kapcsolva, a tartók kiosztása nem egyenletes a sinszálak alatt koncentráltabban 4-4 db, a nagytengelyben egy plusz tartó, a széleken pedig, 1-1 I 350-es tartó került elhelyezésre.

Tehát egy vasúti vágány alatt 8 db I 400-as tartó viselte a terheket. Az 1958-ban kiadott mintaterv-gyűjtemény szerint 6,0 m nyílású vasgerenda-betétes felszerkezetben 9 db I 400-as tartó van. Tehát az 1904-ben – külföldi tapasztalatok alapján – bevezetett mintatervek koruknál jóval előbbre mutattak, amit az előző számadatok is és a hid törzskönyvében lévő – a forgalombahelyezést követő 26-ik évben – 1940. V. 9-én kelt bejegyzés is igazol: „az 1930. évi hídszabályrendelet tervezet szerint 4×25 tonna tengelysúlyra a felszerkezet megfelel” (4. ábra).

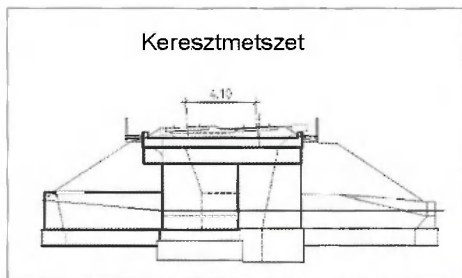
nyozva. A „keskeny” falazatok és az alapozások vasúti teherre való ellenőrzése megtörtént.

Az átépítési munkák 2001. évben kezdődtek. A híd szerkezet átépítése jóváhagyott kiviteli terv szerint – a vasútépítési munkákkal koordinálva – készült el. A felszerkezet és az 1960-ban épített szerkezeti gerenda elbontását a téglafalazatok alapjaikkal együtt történő bontása követte. Az 1881-es falazatok helyett a terv szerinti beton falazatok épültek beton alappal. Az ellenfalak nem kerültek megszelésítésre, ezért azokra vasbeton szerkezeti gerenda készült, amely a vasúti pálya bal oldalán 1,16 m konzolként túlnyúlik a párhuzamos szárnyfal külső síkjától.

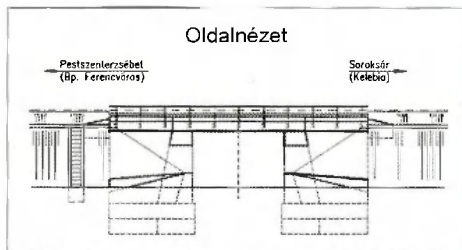
Az áthidalószerkezet nem előregyártva hanem a helyszínen, teljes felületű zsaluzaton C25 vasbetonból készült (8. ábra).

A hídon az üzemi közlekedés biztosítására a kezelőjárda, alatta pedig a kábelcsatorna horganyzott acélelemekből lett kialakítva, Meiser típusú járőracsokkal. A korlátok oldalára az út feletti szakaszon védőháló került.

A földdel érintkező betonfelületek bitumenkenést kaptak, a felszerkezet Servidek/Servipak szigeteléssel készült. A hídfőknél hátszivárgó készült a pálya bal oldalára történő kivezetéssel, valamint elkészültek az előírt hidtartozékok. Az átépítés kivitelezését folyamatosan ellenőrizték a lebonyolító és hídszolgálat képviselői. 2002-ben elkészült a hídszerkezet forgalomba helyezést megelőző, „0-dik” III. fokú hidvizsgálata. A vizsgálat az elkészült szerkezetben hiányosságot nem állapított meg (9. és 10. ábrák).



8. ábra. Átépített híd metszete



9. ábra. Átépített híd rajza

Összefoglalás

Az 1881-ben épült híd áthidalószerkezete mintegy harminc évig volt forgalomban. A vasútvonal kétvágányúsítása során épült kavicságyas híd bal vágány szerkezete csak néhány évig, míg a jobb vágány áthidalója 1914 és 1960 között volt forgalomban. Az 1960-ban történt átépítést követően a jobb vg. felszerkezete 2001-ig – az utolsó átépítésig – viselte a vasúti forgalom terheit.

Az 1914-es átépítésnél beigazolódtott, hogy 6,0 m-es nyílás esetén „kőhidat” kell építeni. Az akkor létesített kavicságyas híd felszerkezete majdnem 50 évig volt forgalom alatt. 1960-ban a híd átépítését alapvetően nem korszerűtlensége, hanem leromlott műszaki állapot indokolta, kis túlzással azt is mondhatnánk, hogy a felújítás felszerkezet-cserével lett megoldva.

A 2001. évi átépítés az eredeti falazatokat csak részben érintette, míg az 1914. évben készült betonoldás megmaradt, addig az eredeti több mint 100 éves téglafalazat alapjaival együtt átépült. Az átépítéskor falazatok nem lettek megszelésítve, mivel az átépítés a meglévő alapok felhasználásával volt előirányozva. A régi és új falazatokra a terhelést egy – a falazatoknál hosszabb, konzolos – vasbeton szerkezeti gerenda közvetíti.

A 2001–2002. évi átépítés eredményeként egy 1881–1914-es falazati geometria maradt meg az utókornak, két időszakban épült ellenfalakkal, új vasbeton szerkezeti gerendával és áthidalószerkezettel. A hídszerkezet átépítése a jóváhagyott terv szerint, jó minőségben készült el, a híd forgalombahelyezése 2002. évben volt.

Az előző időszakokat is figyelembe véve a most átépített hídszerkezet soron következő felújítása – esetleg átépítése – jó karbantartást figyelembe véve 50 éven belül nem várható. Az ún. „nagyfelújításig” a hídszerkezetet folyamatosan karban kell tartani (el kell végezni a betonfelületek, a szigetelés és a hidtartozékok szükség szerinti felújítását).



10. ábra. Átépített híd fényképe

VASÚTI HIDAK

alapítvány 1996

Alapítványunk 1998-ban 3 kategóriában (színes, fekete-fehér és archív) kategóriában vasúti hidak témájában fotópályázatot írt ki. A fotópályázatra 17 fotós küldte meg pályaművét, volt aki több kategóriában és több felvétellel is pályázott. A fotópályázat anyagát színes kiadványban jelentettük meg, és tablókra dolgoztattuk fel. Az utóbbit több vasúti-hidász szakmai rendezvényen is bemutattuk.

2000. május 23–25. között Szombathelyen rendeztük meg a IV. Vasúti Hidász találkozót. A konferenciának 233 regisztrált résztvevője volt, amelyek közül 110 fő a MÁV Rt. illetve a MÁV Kft.-k munkatársa. A konferencia célja a korszerű hidépítési technológiák és a hid-diagnosztikai módszerek bemutatása volt a magyar vasúti pályahálózat megújulásának tükrében. Az előadások anyagát a Sínek Világa 2000. 1. különszámaként a résztvevők előre megkapták. Alapítványunk a kiadványaként a résztvevők kézhez kapták Pammer László: Fejezetek az Északnyugat-magyarországi vasúti hidépítés történetéből a MÁV Szombathelyi Üzletgazgatóság területén 1846–1946 c. szakkönyvét. Szakmai program keretében a résztvevők megtekintették Közép-Európa leghosszabb vasúti hídját, amely 1400 m hosszú, részben ívben fekszik és Nagyrákosnál a Zala völgyét hidalja át.

Alapítványunk Dr. Korányi Imre műegyetemi professzor úr emlékének megőrzésére Korányi Imre díjat alapított. Korányi Imre professzor úr a BME Acélszerkezeti tanészkezőtőként több évtizeden keresztül oktatott, számos kiváló mérnök volt a tanítványa. A professzor úr a vasúti hidak tervezése és üzemeltetése területén is kiváló szakértő volt.

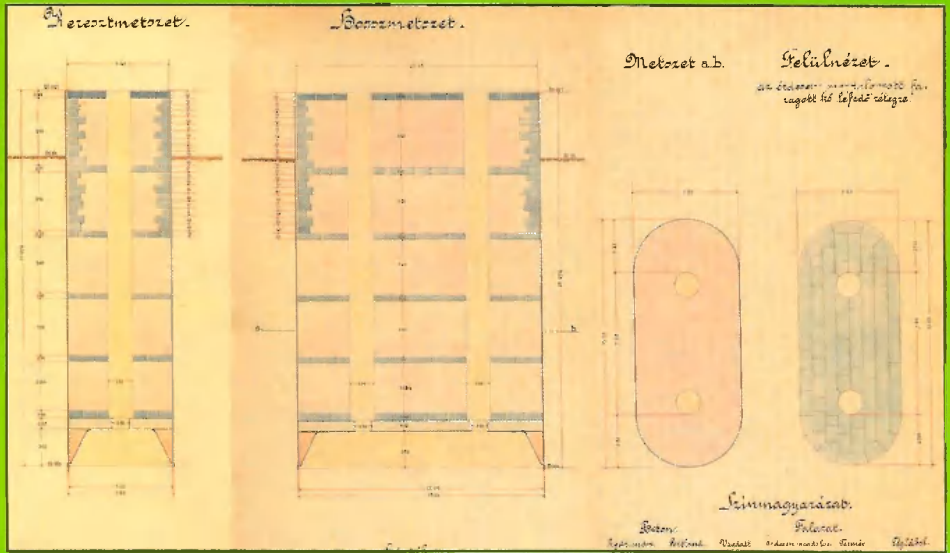
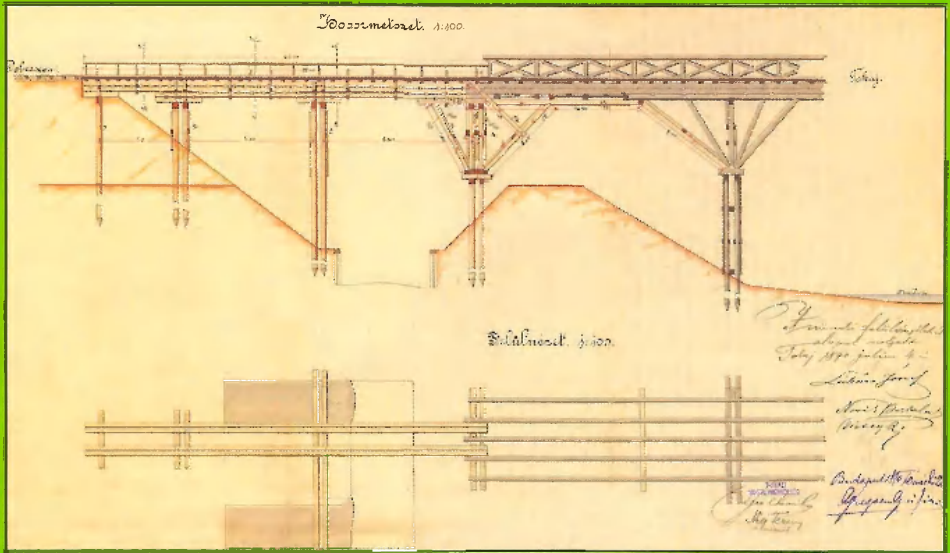
A Korányi Imre díj átadására első alkalommal 2002. évben került sor. A Vasúti Hidak Alapítvány Kuratóriumának 2002. június 11-én kelt egyhangú döntése alapján *2002. évben a Korányi Imre díjat Dr. Nemeskéri-Kiss Gézának díjat életmű alapján ítélte oda.*

4. Távlati feladatok és célkitűzések

Az Alapítvány tevékenységi körének bővítését korlátozza az a tény, hogy a kuratóriumi tagok munkájukat anyagi ellenszolgáltatás nélkül, társadalmi munkában végzik. végzi. *Dr. Sándor Csaba nagyon lelkesen dolgozó, kuratóriumi tagunk fiatalon, 2001. évben elhunyt. Az Alapítvány az Alapítók felé vállalt kötelezettségeinek, továbbá a IV. Vasúti Hidász találkozón megfogalmazott ajánlásoknak megfelelően végzi munkáját. Továbbra is tervezzük a diplomaterv-pályázatok kiírását.*

Összefoglalásul elmondható, hogy az alapítás óta elmúlt 7 év alatt Alapítványunkat megismerték, a vasúti szakmai körökben a tudományos élet képviselőivel, a tervezőkkel, vállalkozó cégekkel, lebonyolítókkal a kapcsolatba kerültünk. Köszönetet mondunk az Alapítványunknak nyújtott erkölcsi és anyagi támogatásokért, ezek nélkül nem tudtuk volna munkánkat az elvárt szinten teljesíteni. A jövőben is törekedni fogunk arra, hogy a vállalt feladatokat teljesítsük, és reményeink szerint ehhez az *V. Vasúti Hidász Találkozó* tapasztalatai is segíteni fognak.

Rege Béla
a Kuratórium elnöke



A tokaji Tisza-híd tervei 1890