

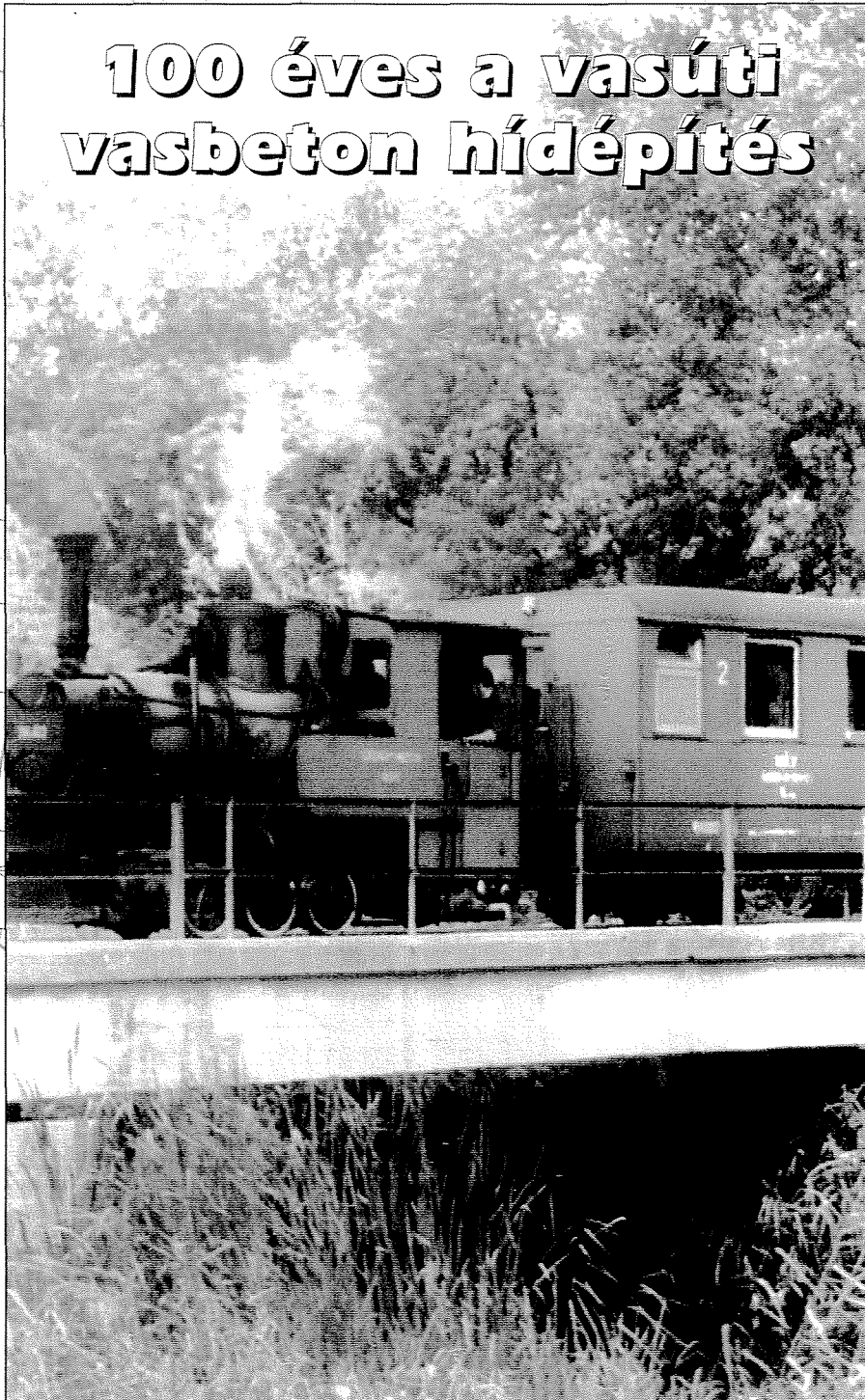
VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**

20052

100 éves a vasúti vasbeton hídépités



Rege Béla

**„100 éves a vasúti vasbeton
hídepités Magyarországon”
konferencia**

42

Vörös József

**Vasúti vasbeton műtárgyak
fejlesztésével kapcsolatos
kutatások az elmúlt 50 évben**

43

Dr. Nemeskéri-Kiss Géza

**A hazai beton és vasbeton
vasúti hidak építése
a kezdettől 1985-ig**

49

Kiss Józsefné

**Beton és vasbeton vasúti
hidak építése 1985-től
napjainkig Magyarországon**

59

Evers Antal

**A vasúti vasbetonhidak
építésére is vonatkozó
MÁV H. 2. számú utasítás
története**

67

Orbán Zoltán

**Vasúti boltozott hidak
állapotvizsgálata
és rehabilitációja**

72

Rövid hírek

80

Konferenciafelhívás

**100 éves a vasúti vasbeton hídepités
Magyarországon (2005. június 1.)**

82

2005/2

VII. évfolyam, 2. szám



Szilárd megbízható alapokon

Segítünk megépíteni otthonaikat,
munkahelyeiket, iskoláikat.

Holcim Hungária Cementipari Rt.
www.holcim.hu

Igazgatóság
1121 Budapest, Budakeszi út 36/c.
1396 Budapest, Pf.: 458.
Telefon: +36 1 398 6000
Fax: +36 1 398 6013

Hejőcsabai Cementgyár
3508 Miskolc, Fogarasi u. 6.
3501 Miskolc, Pf.: 21.
Telefon: +36 46 561 600
Fax: +36 46 561 601

Lábatlani Cementgyár
2541 Lábatlan, Rákóczi u. 60.
2541 Lábatlan, Pf.: 17.
Telefon: +36 33 542 600
Fax: +36 33 461 953

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csiki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a fib Magyar Tagozata

Kiadó: a fib Magyar Tagozata

(fib = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

BME Építőanyagok és Mérnökgeol. Tansz.

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@goliat.eik.bme.hu

WEB <http://www.eat.bme.hu/fib>

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Samarjai István

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1000 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4000 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a fib Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 160 000 Ft+áfa

belső borító: 130 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó:

A balatonfenyvesi gazdasági vasút
vasbeton hídja

A fotót készítette: Balogh Imre

TARTALOMJEGYZÉK

- 42** Rege Béla
**„100 éves a vasúti vasbeton hídépítés
Magyarországon” konferencia**
- 43** Vörös József
**Vasúti vasbeton műtárgyak
fejlesztésével kapcsolatos kutatások
az elmúlt 50 évben**
- 49** Dr. Nemeskéri-Kiss Géza
**A hazai beton és vasbeton vasúti hidak
építése a kezdettől 1985-ig**
- 59** Kiss Józsefné
**Beton és vasbeton vasúti hidak építése
1985-től napjainkig Magyarországon**
- 67** Evers Antal
**A vasúti vasbetonhidak építésére is
vonatkozó MÁV H. 2. számú utasítás
története**
- 72** Orbán Zoltán
**Vasúti boltozott hidak állapotvizsgálata
és rehabilitációja**
- 80 Rövid hírek**
- 82 Konferenciafelhívás**
100 éves a vasúti vasbeton hídépítés
Magyarországon (2005. június 1.)

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány,
Swietelsky Építő Kft., ÉMI Kht., Hídépítő Rt., MÁV Rt., MSC Magyar
Scetauroute Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeleiderer Lábatlani
Vasbetonipari Rt., Pont-Terv Rt., Strabag Rt., Uvaterv Rt., Mélyépterv Komplex
Mérnöki Rt., Hídtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft., BVM Épelem Kft.,
CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., Union
Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME Építőanyagok és Mérnökgeológia
Tanszéke, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

„100 ÉVES A VASÚTI VASBETON HÍDÉPÍTÉS MAGYARORSZÁGON” KONFERENCIA



Az 1996. évben létrehozott Vasúti Hidak Alapítvány egyik célkitűzése a vasúti hidak múltjának, történetének felkutatása, ápolása, kiadványokban való megjelenítése, továbbá hídsz konferenciák, előadások szervezése, lebonyolítása. A fenti célkitűzéseknek megfelelően került sor a „100 éves a vasúti vasbeton hídépités Magyarországon” című konferencia megszervezésére.

Az első vasúti vasbeton hidat Zielinski Szilárd műegyetemi tanár, a Magyar Mérnöki Kamara első elnökének tervei alapján 1905-ben építették meg. Ez a híd a Nyíregyháza-Dombrád keskenynyomtávú vasúton épült. A 4,9 + 8,8 + 4,9 m támaszközű, négytámaszú bordáslemez szerkezetű híd ma is jó állapotban van, jelenleg gyalogosforgalom célját szolgálja, mivel 1972-ben a vasútvonalon nyomvonal-módosítást hajtottak végre. A híd 1945 után került a MÁV kezelésébe. Zielinski Szilárd a magyar vasbeton szerkezetek egyik nagy úttörője volt, számos olyan szerkezetet tervezett, amelyek ma már ipari műemlékek. Ezek közé tartoznak a szegedi víztorony, továbbá a Brassó-Fogarasz vasútvonalon 1908-ban épült, 60 m és 33,6 m nyílású, bordáslemez szerkezetű sinkai völgyhidak. A 60 méteres szerkezet ma is megcsodálható. Az előbbi a maga idejében, néhány évig a világ legnagyobb nyílású völgyhídja volt, az utóbbi érdekessége pedig az, hogy 250 m sugarú ívben épült meg.

A későbbiekben a vasúti vasbeton hidakat egyedi tervek alapján építették. 1925-ben közös közúti-vasúti hídként épült meg a Szamos folyó ártéri hídja, amely háromnyílású vasbeton bordáslemez szerkezetű volt. Ez a híd 1982-ig volt üzemben, amikor más nyomvonalon új közúti és vasúti hidak épültek. A MÁV csak vasúti terhet viselő 4,0 m nyílású zárt lemezszerkezete a Solt – Dunaföldvár vonalon 1938-ban épült meg.

1941-ben a Szeretfalva - Deda vasútvonal építésével kapcsolatban adta ki a MÁV a sín- és tartóbetétes hidak mintaterveit, amelyek 8,0 m legnagyobb nyílásig készültek el. Ezeket a mintaterveket 1948-ban dolgozták át. Az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat elfogadása után a 7 × 25 t „A” terhelésre új teknőhid mintaterveket kellett kidolgozni, amelyeket 1953-ban adtak ki. E hidak áthidaló szerkezeteinek legnagyobb nyílása már 12 m volt. A teknőhidak és a szegélybordás hidak az ágyazatostáló gépek zavartalan működését nem tették lehetővé, ezért a MÁVTI 1986-ban megtervezte a vasbeton lemezhidak mintaterveit. A méretezés alapját az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat képezte, amely 4 × 250 kN koncentrált tengelyterhet állapított meg.

A vasbeton szegélybordás hidakat 1958-tól alkalmazták. Az első szegélybordás híd a Cegléd – Vezeny keskenynyomtávú vasútvonalon épült meg. Néhány hónappal később az Aszód – Balassagyarmat normál nyomtávú vasútvonalon befejezték egy 15,0 m nyílású szegélybordás vasbeton híd építését. A szegélybordás vasbeton hidak legnagyobb nyílásmérete 17 m körül van.

A vasbeton kerethidak előregyártásának fejlődését nagymértékben elősegítette, hogy a MÁVTI 1967-ben kidolgozta az 1-3 m nyílású kerethidak mintaterveit. A keretek közül a legnagyobb igény az 1,5 × 1,5 m nyílású keretre van. A tartóbetétes vasbeton hidak új méretezési módszerét külföldi tapasztalatok alapján a MÁV dr. Nemeskéri-Kiss Géza javaslatára 1971-ben vezette be. E méretezési előírások szerint az acél tartók és a beton együttműködését veszik figyelembe. Az új előírások alkalmazásával ilyen vasbeton szerkezettel gazdaságosan építhető legnagyobb hidnyílás 17-19 m lett, amely már a feszített vasbeton szerkezet alkalmazásának alsó határa.

Az előregyártási technológia fejlődése lehetővé tette az ún. szeletelt vasbeton hidak építését, majd ezek keresztirányú összefeszítését. Az előregyártott, előfeszített vasbeton gerendák felhasználásával vasbeton hidakat 1979 óta építenek a magyar vasúton. A szorosan egymás mellé helyezett EHGT típusú, előfeszített tartókra mintegy 20 cm monolit vasbeton lemezt betonoztak az 1979. évben a Budapest-Hegyeshalom vasútvonalon, Tatabánya területén megépített hídnál. Kezdetben az előregyártott vasbeton hidakat behúzó pályán, oldalról húzták be a helyükre és engedték le a sarukra. Ez a módszer hosszú vágányzári időt igényelt. A nagyteljesítményű vasúti daruk beszerzése után az előregyártott vasbeton hidakat, illetve ezek elemeit darukkal emelték be, ezzel lényeges vágányzári időmegtakarítást lehetett elérni. További fejlődést jelentett a vasbeton elemek besajtolása. Ezek közül a legérdekesebb az 1977-ben a Székesfehérvár-Cell-dömölk vasútvonalon Hajmáskér közelében besajtolott 2 × 2,5 m nyílású vasbeton kerethíd. A hidat egy darabban, 5 db, egyenként 50 t teljesítményű, 3,0 m lökethosszúságú hidraulikus sajttal, sinprovizórium védelme alatt, vágányzár nélkül sajtolták be a helyére. A sebességkorlátozás a híd építési helyén 22 napig tartott.

A MÁV első utófeszített vasbeton hídját, a 17 m nyílású recski Tarna-hidat 1966-ban helyezték forgalomba. Az áthidaló szerkezet két, egymással össze nem kapcsolt, szekrénykeresztmetszetű főtartóból áll, amelyeket egymással nem kapcsoltak össze. Az utófeszítő kábeleket a főtartó elemeiben helyezték el. A kivitelezés befejezése óta eltelt közel 40 év alatt káros elváltozást a hídon nem állapítottak meg.

A MÁV Rt. leghosszabb hídja jelenleg az 1400 m hosszú Nagyrákos völgyhíd, amely szintén utófeszített vasbeton híd. A híd 16 nyílása egyenesben, 4 nyílása átmeneti ívben, 16 nyílása pedig 2400 m sugarú ívben fekszik. A nyílások 37 m, 38,5 m és 45 m méretűek. A zárt, 3,75 m magas, 4,5 m széles szekrényes szerkezet, egymással szemben indítva, hosszirányú betolással kerültek a helyükre, kivéve a két középső, 38,5 m nyílású szerkezetet, ahol a lejtviszonyok változása miatt domború lekerékítő ívet kellett kialakítani. A feszítő kábelek egyenes, íves és tört vonalvezetésűek. A híd esetleges távlati megerősítéséhez két darab tartalék helyet alakítottak ki. A híd méretezésénél a számítógépes programok egész arzenálját alkalmazták. E hidat, amely nagyon sok konferencia, szakmai cikk témája volt, 2000/ben évben helyezték forgalomba. A híd kiviteli terveinek készítője és kivitelezője, a Hídepítő Rt. egy munkájával számos szakmai díjat nyert meg.

Az 1400 m hosszú híd építésével egyidejűleg készült 200 m hosszú, 5 nyílású utófeszített vasbeton híd, amelynek ismertsége a „nagyobb testvér” mellett szinte háttérbe szorult. Az utóbbi hídnál is ugyanolyan keresztmetszeti méreteket, technológiát, méretezési alapelveket fogadtak el, mint az 1400 m hosszú hídnál.

Befejezésül a teljesség igénye nélkül, szeretnénk azoknak a kollégáknak neveit megemlíteni, akik a vasúti vasbeton hidaknak a magyar vasúton való alkalmazásához munkásságukkal jelentős mértékben hozzájárultak. Közöttük kiemeljük Dénes Emil, Dénes Oszkár, Evers Antal, Forgó Sándor, Holnapy Kálmán, dr. Nemeskéri-Kiss Géza, Pajzs János, Tamás László kollégák szakmai tevékenységét.

Budapest. 2005. május hó

Rege Béla
a Kuratórium elnöke

VASÚTI VASBETON MŰTÁRGYAK FEJLESZTÉSÉVEL KAPCSOLATOS KUTATÁSOK AZ ELMŰLT 50 ÉVBEN



Vörös József

A vasúti hidépítés történetének jelentős dátuma volt 1905, amikor az első vasúti vasbetonhidak megépültek. Az akkori kezdeti sikereket követően számtalan vállalkozás, oktatási intézmény és kutatóintézet dolgozott a vasbeton elméleti és gyakorlati fejlesztésén. E jelentős munkában neves vasúti hidász mérnökök és egyetemi oktatók egyaránt részt vettek. Az utóbbi 50 év érdekesebb kutatási témáiból mutatunk be izelítőül néhányat azok részletes ismertetése nélkül, a hivatkozások megjelölésével. A vázlatosan ismertetett kutatómunka nélkül nem válhatott volna a vasbeton ilyen elterjedt és versenyképes építőanyaggá, gazdaságos kivitelezésük, időtállóságuk, esztétikai megjelenésük nem érte volna el a mai hazai és nemzetközi vasbetonépítésben tapasztalható színvonalat.

Kulcsszavak: acélbetét, repedéskép, alakváltozás, mérés, korrózió, légköri hatás, fáradásvizsgálat, szabályzati előírások.

1. VASBETONSZERKEZETEK REPEDÉSKÉPZŐDÉSI VIZSGÁLATAI

A KPM Vasúti Hídosztály összeállította és irányította azt a Műszaki Egyetem és az Építéstudományi Intézet által végrehajtott kísérletsorozatot, ami a vasbetontartók repedésképződésével foglalkozott. Az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat tartalmazott először előírásokat a megengedhető repedés megnyílások értékére vonatkozóan. Az ezt megelőző vasbeton méretezési előírások teljes repedésmentességet kívántak elérni a vasbeton hídszerkezeteknél. Ez szükségessé tette a betonban és a vasban terhelés hatására ébredő feszültségek alacsony szinten tartását. Betonban a nyomásra megengedett feszültség 45-50 kg/cm², húzásra 25 kg/cm², a vasbetétben pedig 1000 kg/cm² volt. Az előírások betartása a vasúti vasbetonhidak esetén nagy szerkezeti magasságot eredményezett, szilárdsági szempontból az alkalmazott építőanyagok teherviselő képessége nem volt kihasználva.

A vasbetonszerkezetek repedésképződésének részletes elméleti és kísérleti elemzése jelentősen megváltoztatta az ezzel kapcsolatban korábban kialakult felfogást. Nyilvánvalóvá vált ugyanis, hogy repedésmentes beton tulajdonképpen nincs, ezért ennek elérésére törekedni gazdaságtalan, mivel a 0,1-0,3 mm tágasságú repedések a betonacél korróziójára nézve nem jelentenek veszélyt.

A repedéskorlátozásokkal foglalkozó elméleteket a Vasúti Hídosztály részletesen tanulmányozta, és ezek eredményeit felhasználva az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat már tartalmaz a repedések megnyílására vonatkozóan megengedhető értékeket. Az új hídszabályzat alapján 1952-ben kidolgozott vasbeton teknőhídra vonatkozó mintaterv már jelentős szerkezeti magasság csökkenést és vasanyag megtakarítást eredményezett a korábbi hídszabályzatokhoz képest. Az erre vonatkozó adatokat az 1. táblázat foglalja össze (Nemeskéri-Kiss, 1954).

A csekély fenntartási munkát igénylő teknőhidak fejlesztésénél célként fogalmazódott meg a nagyobb nyílástartomány és a takarékos acélfelhasználás. A célok elérése érdekében nem csupán a külföldi szakirodalomra és tapasztalatokra támasz-

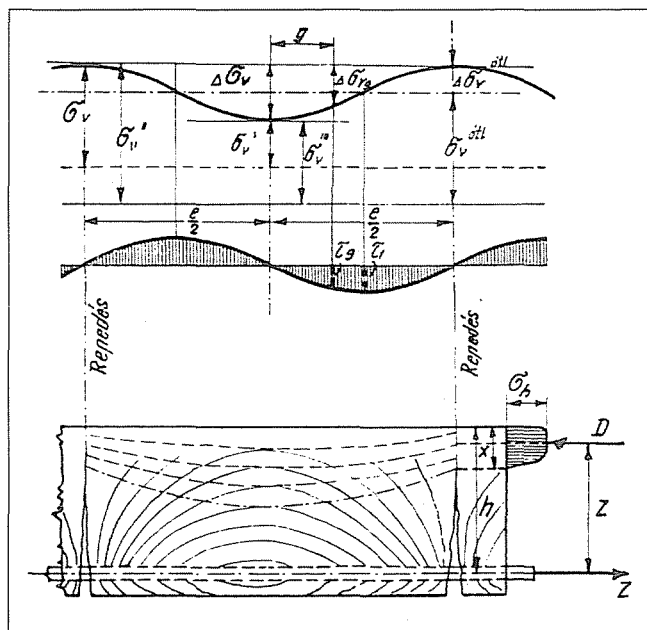
1. táblázat: A különböző évekből származó mintatervek szerinti kivitelezett vasúti vasbeton teknőhidakra vonatkozó legfontosabb adatok.

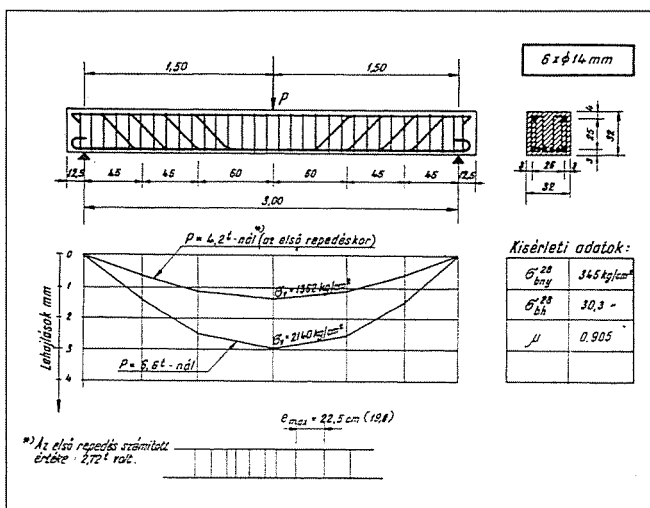
| Nyílás /m/ | A jellemző adat megnevezése | 1941 | 1948 | 1952 |
|------------|---|-------------------------|------|-------|
| | | évi mintatervek szerint | | |
| 8,0 | Lemezvastagság /m/ | 1,35 | 0,90 | 0,70 |
| | Szerkezeti magasság /m/ | 1,90 | 1,45 | 1,25 |
| | Vasátmérő /mm/ | 35 | 38 | 25 |
| | Vasmennyiség teljes pályalemezre (kg) ^{xx} | 6731 | 6618 | 6061 |
| 10,0 | Lemezvastagság /m/ | | 1,20 | 0,90 |
| | Szerkezeti magasság /m/ | x | 1,75 | 1,45 |
| | Vasátmérő /mm/ | | 40 | 25 |
| | Vasmennyiség teljes pályalemezre (kg) ^{xx} | | 8924 | 7466 |
| 12,0 | Lemezvastagság /m/ | | | 1,00 |
| | Szerkezeti magasság /m/ | x | x | 1,55 |
| | Vasátmérő /mm/ | | | 30 |
| | Vasmennyiség teljes pályalemezre (kg) ^{xx} | | | 12406 |

^x – Az adott időszakban ilyen nyílásra nem volt mintaterv kidolgozva
^{xx} – A vasmennyiség 1 db mintaterv szerinti hídszerkezetre vonatkozik

kodott a Vasúti Hídosztály, hanem kísérleteket végeztek 1954-57 között, aminek célja fentiekén túl a hazai gyártású és elterjedőben levő periodikus betonacélok vizsgálata a repedésképződés szempontjából.

1. ábra: A repedésképződés elmélete





2. ábra: A dinamikus vizsgálathoz gyártott 7. jelű vasbetongerenda

A repedésképződésre vonatkozó elméletek közül elsősorban dr. R. Saliger professzor elméletét használták fel, aki 1950-ben tette közzé erre vonatkozó tanulmányát. Ennek lényegét az elméleti levezetés elhagyásával az 1. ábra szemléletesen érzékelteti.

Az elméleti előkészítést követően megindultak a kísérletek, ahol 9 db eltérő módon vasalt 3,0 m támaszközű próbagerendát vizsgáltak statikus terhelésre, és további 4 db vasbetongerendát dinamikus terhelésre. A gerendák egy része sima felületű, más része hazai és külföldi (csehszlovák) bordás betonacélokkal készült. A 2. ábrán a dinamikus vizsgálathoz gyártott 7. jelű gerenda tervét mutatjuk be (Nemeskéri-Kiss, 1954).

A KPM Vasúti Hídosztály által összeállított és irányított, a Műszaki Egyetem II. sz. Hídépítési Tanszéke és az Építéstudományi Intézet által végzett kísérletek és vizsgálatok sikeresek voltak, és megnyitották az utat a periodikus acélok alkalmazása terén, ami a nyílás növelését, és a szerkezeti magasság további csökkenését eredményezte.

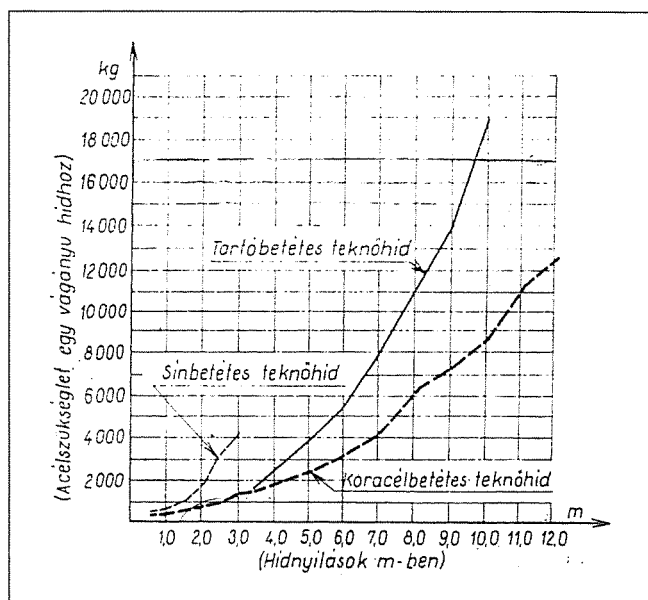
2. TARTÓBETÉTES VASÚTI TEKNŐHÍD TÉNYLEGES TEHERBÍRÁSÁRA VONATKOZÓ MÉRÉSEK

Kedvelt és elterjedt híd típus volt az 1900-as évek elejétől a tartóbetétes híd – akkori nevén „betonvashíd” – a MÁV-nál. Előnyüket a mintaterv szerinti építhetőség, a hosszabb élettartam, a fenntartási munka- illetve költségek csökkentése, és a felépítési zúzottkőágyazat átvezethetősége eredményezte.

Az 1904-1952 között kidolgozott mintaterv adatait a 3. ábra tartalmazza (Nemeskéri-Kiss, 1969). További előnye a tartóbetétes hidaknak az egyszerű építhetőség, az állvány nélkül megépíthető önhordó zsaluzat, és a köracél betétes teknőhidakhoz képest kisebb szerkezeti magasság.

Mivel e hidak méretezésénél, a hivatkozott mintaterveknél kizárólag a vasgerendák teherbírását vették figyelembe (a betonnal nem számoltak), hátrányként jelentkezett a nagy vasanyag-szükséglet, amit a 4. ábrán szemléltetünk (Nemeskéri-Kiss, 1969). Felmerült a gondolat, hogy gazdaságosabb szerkezeteket lehetne építeni, ha együttműködő szerkezetként a betont is figyelembe vennék.

Ezt a feltételezést igazolták az elbontott tartóbetétes vasbetonhidak, bár kevés próbaterhelés alapján végzett mérés állt



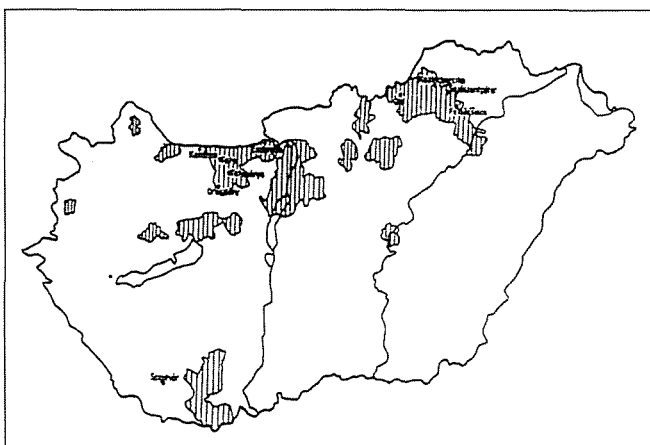
3. ábra: Tartóbetétes hidak adatai 1904–1952 között

rendelkezésre, ami a fenti gondolatokat alátámasztotta volna. A 8,0 m nyílású süttői teknőhid forgalomba helyezésekor végzett méréseket követően a Vasúti Hídosztály dr. Nemeskéri-Kiss Géza vezetésével további méréseket végzett. A mérések célja annak vizsgálata, hogy a tartóbetétek egymással, illetve a betonnal milyen mértékben dolgoznak együtt, és egy ilyen szerkezetnek mi a tényleges teherbírása. A mérésorozat és elméleti kutatás végső célja egy gazdaságosabb méretezési mód kidolgozása a hasonló külföldi (német és francia) kutatásokat követően. A vizsgálat során mérték a szerkezet alakváltozásait, valamint a beton és acélbetétek feszültségét.

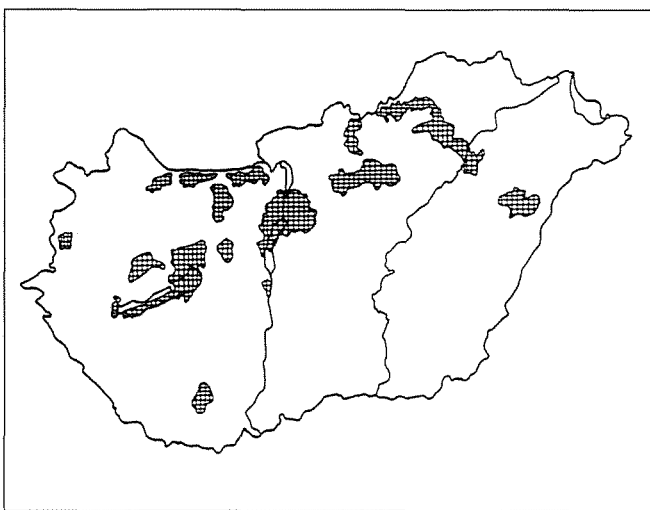
A mérések eredményéből egyértelműen megállapítható volt, hogy a tartóbetétes hídszerkezetek tényleges teherbírása lé-

4. ábra: Mintaterv szerinti teknőhidak vasanyag szükséglete

| A mintaterv készítése | Az áthidaló szerkezet vázlatos keresztmetszete (c = tartótáv, v = lemezvastagság) | A vonal jellege | Nyílás-határok (m) | Terhelés (1) a-felengely táv (m) | Acél-feszültség (kg/cm ²) | Megjegyzés |
|-----------------------|---|-------------------|--------------------|--|---|--|
| 1904. év | | Mellékvonál | 1,0 - 10,0 | 4 × 12 ^t a = 1,2 m | $\sigma_{ve} = 1200$ (Megengedett! fesz.) | A hasznos teher viselésében a számítás szerint a szélső tartó nem vesz részt. |
| | | Fővonál | 10 - 8,0 | 5 × 17 ^t a = 1,5 m | | |
| 1931. év | | Mellékvonál | 2,0 - 8,0 | 2 × 20 ^t a = 1,5 m 4 × 16 ^t a = 1,3 m | $\sigma_{ve} = 1400$ (Megengedett! fesz.) | - - - |
| | | Fővonál | 2,0 - 8,0 | 4 × 25 ^t a = 1,5 m 6 × 25 ^t a = 1,6 m | | |
| 1948. év | | Fő-és mellékvonál | 3,5 - 10,0 | 7 × 25 ^t a = 1,6 m | $\sigma_{ve} = 1400$ (Megengedett! fesz.) | - - - |
| 1952. év | | Fő-és mellékvonál | 3,5 - 10,0 | 7 × 25 ^t a = 1,6 m | $\sigma_{vh} = 7959$ (Hatalmas feszültség) | A terhek viselésében a számítás szerint minden tartó egyenlő mértékben vesz részt. |



5. ábra: Hazánk kéndioxiddal fertőzött területei



6. ábra: Nitrogéndioxiddal fertőzött területek

nyegesen nagyobb, mint a kísérletek előtti számítási móddal meghatározott teherbírás, és nagymértékben hozzájárult, hogy a német és francia előírásokat nem sok késéssel követve, nálunk is, új számítási eljárással még gazdaságosabbá tegyék az eddig is kedvelt szerkezetípust.

3. A LÉGSZENNYEZŐDÉS HATÁSA A VASÚTI BETONHIDAKRA

A Vasúti Hídostály megbízásából 1987-88-ban a Budapesti Műszaki Egyetem kutatást végzett a „Vasúti hidak korróziója és védelme” címmel. A kutatást indokolta, hogy a légszennyeződés az iparosítással arányosan megnőtt (5. és 6. ábra), és a különböző vegyületek (szén, kén, nitrogén) a beton korrózióját nagymértékben elősegítik. A szennyezettség eloszlását az 5. és 6. ábra mutatja (Balázs, Deméné, 1988). A vizsgálatokat két hídon végezték, részben az 1952-53-ban épített Illatos úti aluljárón, másrészt az érdi háromcsuklós hídon.

2. táblázat: A normál nyomtávolságú vasútvonalak hídállaga 1988

| S.sz. | Híd típus Megnevezés | Darabszám | | Vágánynyílás fm | |
|-----------|-------------------------------------|-----------|------|-----------------|------|
| | | Össz. db | % | Összesen | % |
| 1. | Beton csőáteresz | 4477 | 36,0 | 4692 | 9,4 |
| 2. | Nyílt, fedlapos és fatartós áteresz | 424 | 3,4 | 279 | 0,6 |
| 3. | Kő-, téglá és beton boltozat | 1222 | 9,8 | 3272 | 6,7 |
| 4. | Sín-, tartó- és köracél betétes híd | 4101 | 33,0 | 17477 | 35,9 |
| 5. | Vasbeton kerethíd | 1692 | 13,6 | 4056 | 8,3 |
| 6. | Acélszerkezetű híd | 477 | 3,9 | 17435 | 35,9 |
| 7. | Ideiglenes és fél-állandó híd | 40 | 0,3 | 1556 | 3,2 |
| Összesen: | | 12 436 | 100 | 48667 | 100 |

A két vasúti hídon végzett mérések szerint, a levegő kéndioxidja hatására a betonban gipsz keletkezik. Ez a gipszmennyiség a beton természetes gipszkő tartományához viszonyítva 2-5-szörös érték, ami önmagában nem okozza a beton tönkremenetelét. A nitrátió szennyeződés a betonban alig kimutatható, így csak kis mértékben csökkenti a beton PH-ját, így a vasúti betonhidaknál emiatt korrózióval még nem kell számolni.

4. VASÚTI BETON- ÉS VASBETON HIDAK KORRÓZIÓJA

A vasúti beton és vasbeton hidak használati élettartama normál körülmények között és rendszeres fenntartás mellett szakirodalmi adatok szerint 80-100 évre tehető. Mivel az első vasbeton szerkezetű hidak életkora ezt az időtartamot hamarosan eléri, és az ilyen szerkezetek átlag életkora 40-45 év, ezért a MÁV Vezérigazgatóság megbízásából a Budapesti Műszaki Egyetem Építőanyag Tanszéke 1988-1990-ben tanulmányozta a beton-, és vasbeton szerkezetű vasúti hidak korróziós károsodását, és vizsgálta a szükséges intézkedéseket. A vizsgálatot egy országos felmérés előzte meg, aminek adatai a 2. sz. táblázatban találhatók (Balázs et. al., 1990).

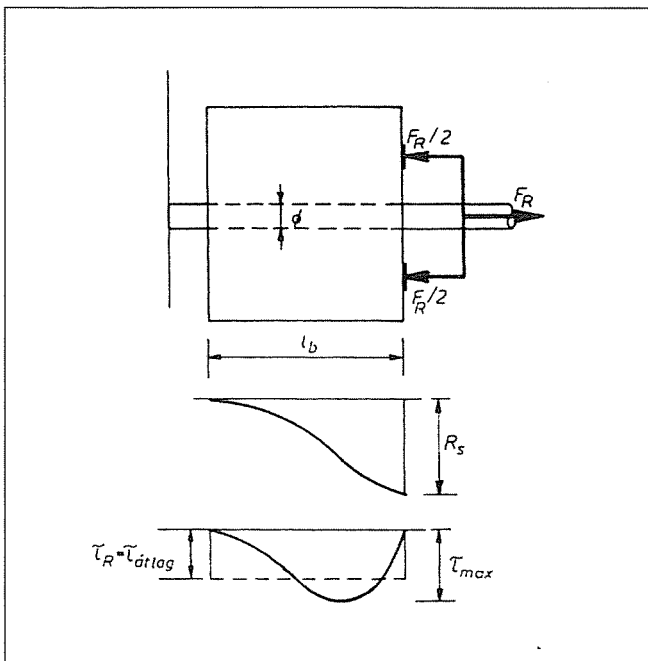
A tanulmány megállapítja, hogy az állagváltozásban megfigyelhető tendencia alapján a vasbeton műtárgyak, ezen belül a kerethidak aránya növekszik az acélhidak rovására. (Megállapítható, hogy a kerethidak térhódítása napjainkban is fennáll.) Részletesen elemzi a vasbetonhidak fejlődését, és egyes szerkezet típusoknál kitér a korrózióképződés okára. Részletesen elemzi az atmoszférikus korróziós hatásokat, és a kloridok hatását a vasbetonszerkezetekre. Ezt követően a vasúti beton- és vasbeton hidak korrózió elleni védelmére vonatkozó előírásokat tekinti át a tanulmány.

A MÁV Vezérigazgatóság Hídostálya a területileg illetékes MÁV Igazgatóságok hídosaival megtekintett mintegy 40 híd közül választották ki azt a 12 híd, amit részletes vizsgálat alá vettek. A vizsgálat rendkívül tanulságos volt, mivel a szerkezetek egy részénél tervezési, vagy kivitelezési hibára visszavezethető károsodásokat tapasztaltak. Ezeket a hibákat a tervek jóváhagyásánál, vagy a megfelelő színvonalú műszaki ellenőrzésnél szinte költségszámítás nélkül ki lehet küszöbölni.

Az elvégzett vizsgálatok alapján a tanulmányt végző bizottság azt a megállapítást tette, hogy az előírások alapján épített és rendszeresen fenntartott, só hatásának ki nem tett hidak még több évtizedes korban sincsenek korrózió által veszélyeztetve. Kivételt képeznek e tekintetben egyrészt a tartóbetétes hidak, melyeknél a tartók alsó öve alatt a beton fedőréteg legtöbbször levált, másrészt az előregyártott vasbeton szerkezetű gyalogfelüljárók, ahol a vizsgált elemeknél a betontakarás következtében jelentős korróziós károk keletkeztek.

5. MEREVBETÉTES VASÚTI HIDAK ALAKVÁLTOZÁSA AZ ELSŐ TERHELÉS HATÁSÁRA

Érdekes jelenségre figyeltek fel a tanulmány szerzői egy tartóbetétes híd próbaterhelése során. A próbaterhelés részeként végzett első terhelés hatására gerendahídon $f=1,151$ mm lehajlást mértek. Az ezt követő tehermentesítéskor a híd mért



7. ábra: Az acélbetét lehorgonyzásának modellje

keresztmetszete 0,446 mm-rel a kezdeti nulla állapot fölé emelkedett, vagyis a várt maradó alakváltozás pozitív értéke helyett, negatív értéket mértek.

A mérőműszerek ellenőrzése, majd az azt követő elemzések után a vizsgálatot végzők arra a következtetésre jutottak, hogy ez csak a próbaterhelés alatt valamilyen rugalmas energia felszabadulásával magyarázható. Ezt az energia felszabadulást a beton zsugorodása magyarázhatja. A zsugorodásból a beton és acélbetét között csúsztató erő keletkezik, aminek lehorgonyzását a 7. ábra szemlélteti (Szalai, 1987.).

A beton zsugorodása miatt az acéltartók összenyomódnak, mivel a felületi tapadás következtében az erőátadás a zsugorodó beton és az I szelvények között fennáll. A tartóbetétek a keresztmetszet közös súlyvonalára alatt vannak (ráadásul a szerkezeti kialakítás miatt az alsó öv a betonkeresztmetszeten kívülre esik), a terheletlen híd zsugorodás következtében lehajlik mivel a zsugorodás miatt fellépő húzó hatás a keresztmetszet felső részén nagyobb, mint a merevbetétek által jobban gátolt alsó szálban. Ennek a lehajlásnak a számított értéke 1,516 mm.

Mivel a tartó közepén nulla csúsztató erőhöz képest ezek az erők a tartó végéhez közeledve egyre növekszenek, és lehorgonyzásuk nyírófogakkal nem biztosított (csupán az acélgerenda gerincén átvezetett acélbetétek segítenek a csúsztató erők felvételében), ezért a tartóbetétek végei – a tanulmány szerzői szerint – kis mértékben megcsúszhatnak. A korlátozott hosszban történő csúsztató feszültség leépülése következtében csökken a kezdeti lehajlás mértéke, így a külső erők tehermentesítése következtében a kezdeti állapothoz képest kismértékű felhajlás következhet be.

A jelenség megismerését és tanulmányozását követően több kérdés merült fel bennem, amire csak részben tudok magyarázatot adni.

Miért nem észlelték eddig e jelenséget?

Erre az alábbi magyarázatok lehetségesek:

- Az eddigi mérési eljárások ilyen kis eltérést nem mutattak ki, vagy hibának észlelték.
- Csak az utóbbi időben épül 12,0 m nyílás feletti tartóbetétes híd, és kisebb nyílásnál ez a jelenség eliminálódik.
- A beton zsugorodása időben hosszan lejátszódó folyamat. Azoknál a hidaknál, ahol vágányzári okok miatt

28 napos (vagy ezt megelőző) korban történik a próbaterhelés, még nem alakulhat ki olyan mértékben a zsugorodás, mint ívkorrekcióban, terelővágány védelmében, vagy új vasútvonalon épített hidaknál, ahol akár több hónap is eltelhet a betonozás és a próbaterhelés között.

- Miért akkor épül le a vasbetét és beton közötti csúsztatófeszültség, amikor a külső erő (első teher) ráadásakor, ez egyébként is csökken? Nem arról van szó, hogy az első teher ráadásakor kialakuló lokális feszültségek elősegítik a mikrorepedések kialakulását, aminek következtében a beton zsugorodásából kialakuló beton és acél-feszültségek egyaránt csökkennek?

A próbaterhelés során észlelt szokatlan jelenség (csekély maradó alakváltozás, illetve felhajlás), mindenképpen felhívja a figyelmet arra, hogy tartószerkezeteink viselkedése esetenként okozhat számunkra meglepetéseket, és a megoldás tisztázásához további elméleti kutatásra, mérésekre és számításhoz van szükség.

6. VASÚTI VASBETONHIDAK FÁRADÁSVIZSGÁLATA

A MÁV Vezérigazgatóság Hídosztályának megrendelése alapján a Budapesti Műszaki Egyetem Vasbetonszerkezetek Tanszéke vizsgálta a vasúti vasbetonhidak fáradását befolyásoló tényezőket. A tanulmány ismerteti a Vasúti Hídszabályzat 1976 és az MSZ-07-2306/4-90 T szerinti, a vasbetonszerkezetek tartósságára vonatkozó előírásokat.

A Vasúti Hídszabályzat 1976 előírásai alapján fáradási tényezőt, (κ)-t kell meghatározni a minimális és maximális igénybevételek függvényében 100 000-nél nagyobb ismétlési szám esetén.

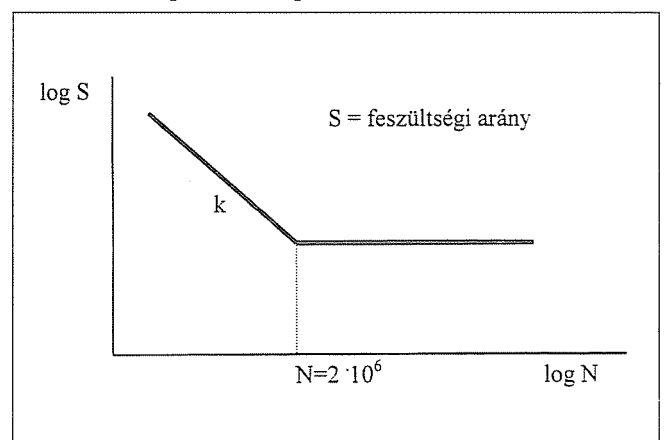
$$\rho = Y_{\min} / Y_{\max}, \quad \sigma_a = \kappa_a \sigma_{aH}, \quad \sigma_b = \kappa_b \sigma_{bH}$$

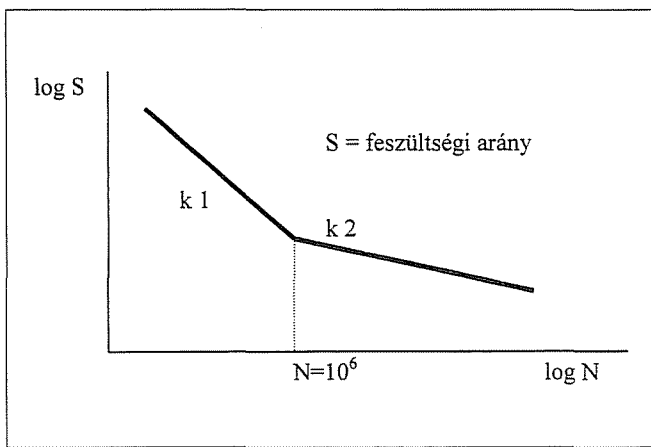
Az MSZ-07-2306/4-90 T szerint a vasbetonszerkezetek fáradásra megfelelnek, ha a használati állapotban, rugalmassági elmélet alapján meghatározott beton nyomófeszültség kisebb a beton minősítési feszültségértékének 0,5-szörösénél, vagy 18 N/mm²-nél.

Ezt követően különböző elméletek alapján mutatja be a fáradási határállapot meghatározását. Ezek közül a 8. ábrán bemutatjuk az alapanyagokra vonatkozó jellegzetes Wöhler-görbét.

König és Danielewicz szerint a betonacél a betonba be van ágyazva, ezért a Wöhler-féle diagram bilineárisra változik. (9. ábra). A meredekség változása $N=10^6$ ismétlési számnál kö-

8. ábra: Wöhler görbe (S-N diagram)





9. ábra: A vasbetonszerkezetekhez módosított Wöhler görbe (S-N diagram)

vetkezik be. Szakirodalmi adatok szerint a beton húzó-, nyomó- és hajlítoszilárdsága 10^7 ismétlési számnál a statikus szilárdságnak 55 %-a.

A nyomott beton S-N görbéit König és Danielewicz az alábbi egyenlettel adja meg:

$$\log N = 14 \frac{(1 - S_{\max})}{\sqrt{1 - R}}$$

ahol N = a tönkremenetelhez tartozó ismétlési szám

$$S_{\max} = s_{\max}/f$$

$$S_{\min} = s_{\min}/f$$

$$R = S_{\max}/S_{\min}$$

f = a beton egytengelyű nyomószilárdsága

Ezt követően szakirodalmi kutatás alapján foglalkozik a kutatást végző a fáradási jelenségeket befolyásoló tényezőkkel.

Herzog 208 db hajlított gerendán végzett fáradási kísérleteket és azt tapasztalta, hogy nem egyértelmű a hajlított betongerenda fáradásvizsgálatainak az értékelése, mivel az acélfeszültség a hajlított berepedt tartó mentén, a repedés helyének és tágasságának függvényében változik, így az acélfeszültség lengés szélessége nem konstans.

A kutatás eredményeképpen megállapítható, hogy mai ismereteink alapján nem lehet egyértelmű ajánlást készíteni a vasbetonszerkezetek részletes és pontos fáradásvizsgálatához. A további kutatási program összeállításához azonban jó alapot biztosít a vizsgálati szempontok és mért eredmények figyelembevételénél.

7. TOVÁBBI, VASBETON MŰTÁRGYAKKAL KAPCSOLATOS KUTATÁSOK.

Az ismertett témákon kívül további kutatások folytak, illetve jelenleg is folyamatban vannak. Ilyen például a „Vasúti híd biztonságának megítélése hazai szabályzatok és az Eurocode alapján.” A kutatás során 1999-ben, a MÁV Rt Hídgazdálkodási Divíziójának megbízásából a Budapesti Műszaki Egyetem Vasbetonszerkezetek Tanszéke Budapest Déli Pályaudvar – Budapest Kelenföld között a 20+46 szelvényben levő vasúti híd ellenőrző statikai számítását végzett különböző előírások alapján. A választás egyrészt azért erre a szerkezetre esett, mert tipikus, másrészt a támaszok fölött nyírási repedések mutatkoztak, bár ezek a repedések tágasságukat tekintve

a megengedett értéken belül maradtak. A kutatás során meghatározták a különböző igénybevételekkel szembeni biztonságot, az 1951, az 1976 évi Vasúti Hídszabályzatok alapján, az MSz 2306 szabványtervezet, valamint az Eurocode alapján. A kutatás célja egyrészt a különböző előírások szerinti számítások algoritmusainak és eredményeinek az összehasonlítása, másrészt annak meghatározása volt, hogy az Eurocode-ok alapján ellenőrizve a szerkezetet, milyen biztonság mutatható ki. A megállapítások szerint mind a teherbírási, mind a használhatósági határállapot szempontjából az Eurocode alapján nagyobb biztonság mutatható ki.

További kutatás folyik az UIC Nemzetközi Vasútegylet Mérnöki Szerkezetek Bizottsága szervezése és finanszírozása mellett a boltozatok teherbírásának megállapítására, és teherbírásuk növelésére vonatkozóan, amiről külön cikk jelenik meg a lap hasábjain Orbán Zoltán a bizottság vezetője tollából.

A Nagyrákosi Völgyhid próbaterheléséről a 2001/1 számban részletesen beszámoltunk. A híd építése és próbaterhelése során megindított mérőszorozat még jelenleg is folyik. Ezek célja a hőmérséklet és dilatációs mozgások közötti összefüggések megismerése, a lassú alakváltozás és zsugorodás időbeni lefolyásának vizsgálata, valamint a feszítőkábelekben levő feszültség, és a sarukban működő támaszerők időbeni lefolyásának vizsgálata.

8. TANULSÁGOK

A bemutatott kutatási témák csupán izelítőt adtak a MÁV közreműködésével, vagy megrendelésére végzett kutatásokból. E villanásszerűen felvetített képekből is megállapítható, hogy a nemzetközi tudományos élet legújabb eredményeit úgy tudtuk a hazai körülményekhez igazítani, hogy legtöbb esetben továbbfejlesztve, megbízható, gazdaságos szerkezetek létrehozását eredményezték.

Tanulságos volt az elmúlt 50 év kutatásainak az áttekintése olyan szempontból is, hogy ennyi idő távlatából világosan látszik, hogy a MÁV szakembereinek és a kutatóknak a hazai gyártási és anyagbeszerzési sajátosság és konzervatív felfogás leküzdése mellett a biztonság és gazdaságosság szem előtt tartásával kellett következtetéseiket, később döntéseiket meghozni (pl. periodikus betonacélok alkalmazása, tartóbetétes hidakkal kapcsolatos mérések).

A kutatásokból a szakember számára világossá válik, hogy a vasúti hidak speciális mérnöki létesítmények, ezért korróziós károsodásuk, szerkezeti kialakításuk, erőtanai számításnál figyelembe veendő terheik nagymértékben eltérnek a közúti hidakétól. Több téma feldolgozásánál merülhet fel az igény a téma újbóli kézbevitelére, mivel az eltelt idő, kibővült ismereteink, a számítástechnika által megnyílt lehetőségek, a mérés- és diagnosztika fejlődése egy adott téma teljesebb feldolgozását eredményezheti. Más témaköröknél viszont azért lenne érdemes ismételtlen foglalkozni a problémával, mert sok nyitott kérdés maradt megválaszolatlanul.

Büszkék lehetünk, hogy van olyan kutatási terület, ahol a nemzetközi érdeklődés középpontjába kerültünk, és MÁV szakember irányítja a tizennégy ország szakembereiből álló kutatócsapat munkáját.

Végezetül megállapítható, hogy az elméleti kutatások további támogatását, azok eredményeinek mielőbbi felhasználását, szellemi kapacitásunk hatékony működtetését és a nemzetközi tudományos életbe való minél teljesebb bekapcsolódásunkat legfontosabb célkitűzéseink között kell továbbra is szerepeltetni.

9. HIVATKOZÁSOK

- Balázs György, Deméné, Csányi Erika 1987-88. „A légszennyeződés hatása a vasúti hidakra.” *Sinek Világa* XXXVII. Évfolyam 142-143. szám, pp. 36-39.
- Balázs György, Kovács Károly, Nemeskéri-Kiss Géza, Tóth György „Vasúti beton- és vasbeton hidak korróziója” *Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle* XI. évfolyam 9. szám, pp. 327-338.
- König, G, Danielewicz, I.: „Fatigue Design Road Concrete Bridges” Eurocode 2, Part 2., State of Art Report.
- Nemeskéri-Kiss Géza (1954) „Vasbetonszerkezetek repedésképződési vizsgálata” *Mélyépítéstudományi Szemle* IX. évfolyam 11. szám, pp. 514-529.
- Nemeskéri-Kiss Géza (1969) „Tartóbetétes vasúti teknőhid tényleges teherbírására vonatkozó mérések” *Mélyépítéstudományi Szemle* XIX. Évfolyam 4. szám, pp. 179-188.
- Ódor Péter, Varga László „Merevbetétes vasúti hidak alakváltozása első terhelésre” *BME Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos közleményei* 1997., pp.157-162.
- Ódor Péter „Vasbeton vasúti hidak fáradásvizsgálata” *BME Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos közleményei* 1998., pp. 147-154.

Vörös József (1946) okl. építőmérnök, a MÁV Rt. Pályavasúti üzletág Mérnöki Létesítmények Osztály osztályvezetője. Eredményes szakmai munkáját elsősorban a feszített vasbetonhidak hazai bevezetése jellemzi. Az első szabadon szerelt híddal kapcsolatos tevékenységét állami díjjal ismerték el. Az első szabadon szerelt, szabadon betonozott, és szakaszos előretolással készült feszített vasbetonhidak építését irányította. 1992-től a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építéskivitelezési Tanszékén oktatói tevékenységet folytat. A *fib* Magyar Tagozatának tagja.

RESEARCH WHICH IS RELATED TO THE IMPROVEMENT OF THE RAILWAY REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN THE PAST 50 YEARS

Some of the more interesting research topics of the past 50 years are being introduced by the present article without giving particular details. These outlined research projects have greatly helped to spread the use of reinforced concrete for structures applied in railway bridge construction.

A HAZAI BETON ÉS VASBETON VASÚTI HIDAK ÉPÍTÉSE A KEZDETTŐL 1985-IG



Dr. Nemeskéri-Kiss Géza

100 évvel ezelőtt, 1905-ben helyezték forgalomba a MÁV vonalhálózatán az első vasbeton hidakat. Ebből az alkalomból emlékezünk meg az ilyen hidak építésének történetéről és fejlődéséről. Nem lenne azonban teljes a visszaemlékezés, ha nem ismertetnénk először röviden a vasbeton hidak előtt és azokkal azonos időben épített beton hidakat is, melyek valójában a vasbetonszerkezetű műtárgyak elődeinek tekinthetők.

Kulcsszavak: teknőhid, szegélybordás híd, lemezhiód, hidak előregyártása, recski Tarna-híd

1. BEVEZETÉS

A MÁV vonalain az 1880-as években kezdték meg a beton csőátereszek és a beton hídfalazatok építését. A hidépítés területén elődeink kezdetben óvatosan fogadták a betonnak, az akkor még új építőanyagként az alkalmazását. Ennek tudható be, hogy betonhidakat csak az 1900-as évek első évtizedétől kezdtek építeni. Ebben az időben a beton készítésére – a vasúti hidakra vonatkozóan – még nem voltak előírások. 1909-ben jelent meg a Magyar Mérnök- és Építészegylet „Szabályzat a vasbetétes betonszerkezetek tervezése és építése tárgyában” című kiadványa, amit 1914-ben változatlan formában újra kiadtak. Ennek a szabályzatnak az előírásait alkalmazták a MÁV-nál az 1900-as évek elején a sín- és tartóbetétes beton teknőhidak és a különböző szerkezeti kialakítású vasbeton hidak esetében.

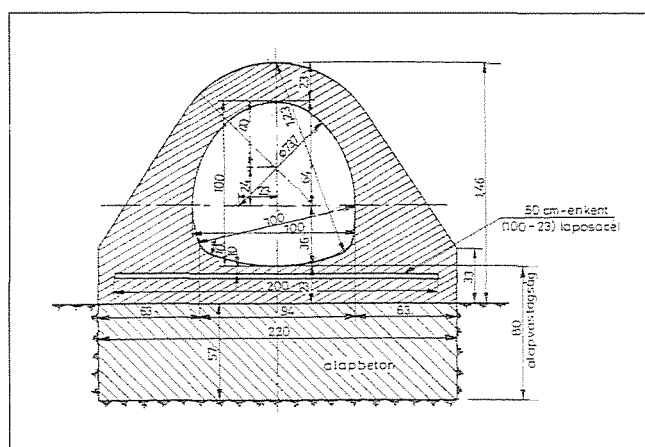
A későbbi évek folyamán a beton és vasbeton vasúti hidak tervezésére és építésére a múlt század folyamán a különböző időpontokban hatályba lépett Hídszabályzatok tartalmaztak előírásokat. Az ilyen hidak kivitelezésére vonatkozóan a Magyar Mérnök- és Építészegylet Vasbeton Szabályzata alapján, 1944-ben dolgozták ki az első MÁV Utasítást. Ennek az Utasításnak a későbbi években megjelent újabb kiadásai lettek a MÁV H. 2. számú utasításai. Az 1984-ben kidolgozott ötödik kiadás, a jelenleg érvényben levő ilyen jellegű MÁV utasítás.

A beton és vasbeton hidak jelentőségét jelzi, hogy a MÁV vonalhálózatán az összes hidak darabszámának kerekben 85 % -át ezek a műtárgyak képezik.

2. A BETON CSŐÁTERESZEK, BOLTOZATOK ÉS HIDAK

2.1 A beton csőátereszek

Beton átereszeket az 1800-as évek végén, 0,6 és 1,0 m-es nyílásokkal, még csak ritkán építettek. Az első mintaterveket az ilyen csőátereszre 1894-ben adták ki. Újabb mintaterveket, úgynevezett „békaszáj” szelvényű, 0,6-tól 2,0 m-es nyílásig 1908-ban dolgoztak ki. Ezeket az átereszeket „kifogástalan hordképességű” altalaj esetén alaptest nélkül, közvetlenül a talajra fektették. Az 1,0 m és az ennél nagyobb nyílású átere-

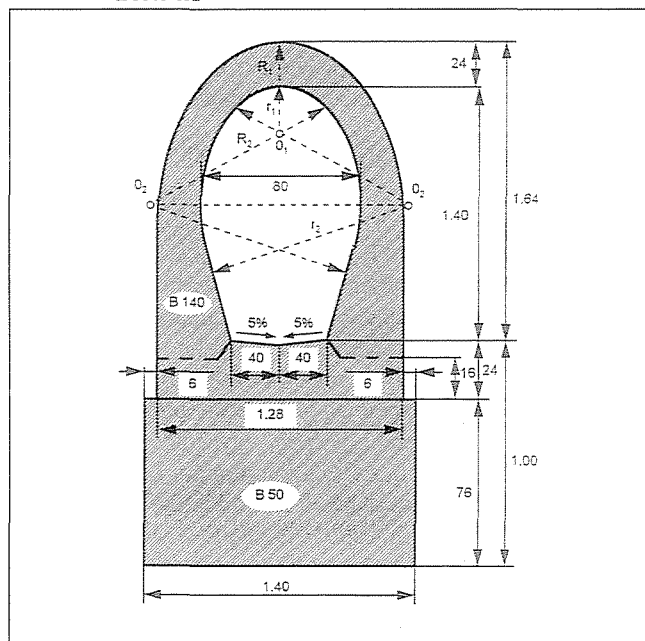


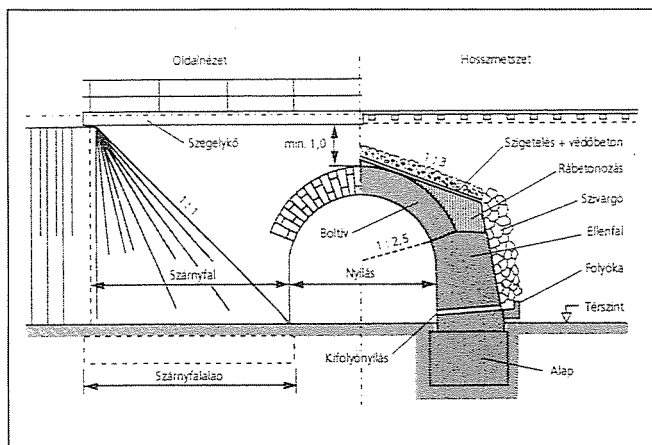
1. ábra: Az 1908. évi mintaterv szerinti beton csőáteresz

szeknél a cső-test alsó részében, a húzó igénybevételek felvételére úgynevezett „kötővasakat” építettek be, egymástól 0,4–0,5 m távolságra (1. ábra).

A későbbi évek folyamán a beton csőátereszeket mindig beton alaptesttel építették és elhagyták a korábban alkalma-

2. ábra: Az 1956. évi mintaterv szerinti magasított szelvényű beton csőáteresz





3. ábra: A félköríves boltozatok általános kialakítása

zott kötővasakat. Utoljára 1956-ban dolgoztak ki mintaterveket a beton csőátereszekre. Ekkor vezették be a korábban kivitelezett békaszáj szelvényű mellett az úgynevezett magasított szelvényű átereszt, mely fenntarthatóság szempontjából volt előnyös (2. ábra). Az 1970-es évektől kezdődően beton csőátereszeket, melyeket csak helyszíni betonozással lehetett kivitelezni, már egyáltalán nem építettek. Alkalmazásukat teljesen kiszorították az előregyártott vasbeton cső- vagy keretelemkből kivitelezett átereszek.

2.2 A beton boltozatok

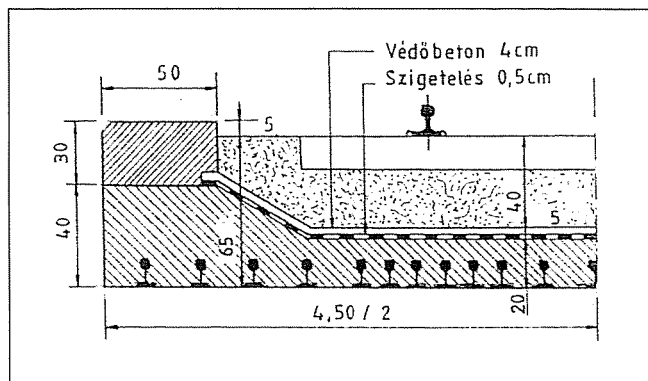
A MÁV vonalhálózatán jelenleg még mintegy ezer, különféle anyagú boltozott átereszt és híd van, melyeknek azonban csak mintegy 10 százaléka beton anyagú műtárgy. A beton boltozatok túlnyomó többségét még a múlt század első felében építették, leggyakrabban félköríves kialakítással (3. ábra). Néhány nagyobb nyílású beton boltozott híd boltívét, a betonzsugorodásból eredő repedések mértékének korlátozása érdekében, minimális vasalással is ellátták. Ezeket az úgynevezett vasaltbeton szerkezeteket azonban beton áthidalásokként méretezték.

2.3 A beton teknőhidak

A MÁV vonalain az első ilyen hidakat az 1900-as évek legelején építették. Spitzer Ignác MÁV főmérnöknek „A felépítési kavicságnak vasúti hidakon való átvezetése” tárgyú, 1904. évi összeállítása volt tulajdonképpen az első MÁV mintaterv-gyűjtemény a szóban levő hidakra. Az e tervek szerinti sín- és tartóbetétes teknőhidaknál a tervezési feltételezések szerint, a betonnak csak kitöltő szerepe van, a teherviselést kizárólag a bebetonozott sínek, illetve tartók biztosítják.

2.3.1 A sínbetétes teknőhidak

Az 1904. évi terv csak az 1,0 m nyílású sínbetétes áthidalásra vonatkozott. Az áthidalásban a sínek a pályásín alatt szorosan egymás mellett voltak elhelyezve. A sítalpak alatt nem volt betontakarás. Az áthidalószerkezetet szigeteléssel és védőbetonnal látták el (4. ábra). A későbbi évek folyamán az ilyen hidak mintaterveit többször is átdolgozták, amit elsősorban a méretezésüknél figyelembe veendő, egyre növekvő terhelések tették szükségessé. Az 1953-ban utoljára hatályba lépett ilyen mintatervek szerint a sínbetétes áthidalások legnagyobb nyílásmérete már 3,0 m volt. E hidaknál a sínek elosztása egyenletesen megosztó volt és a sítalpak alatt beton fedőréteget alkalmaztak. Sínbetétes hidakat utoljára az 1950-es évek végén építettek.

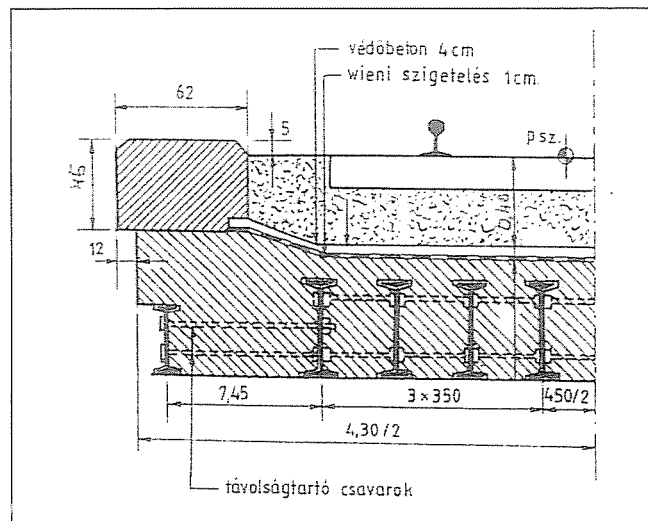


4. ábra: Az 1904. évi mintaterv szerinti sínbetétes teknőhid áthidalószerkezete

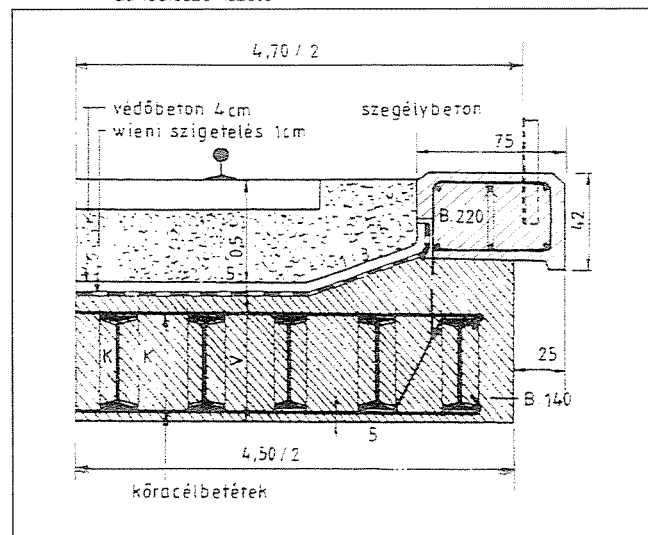
2.3.2 A tartóbetétes teknőhidak

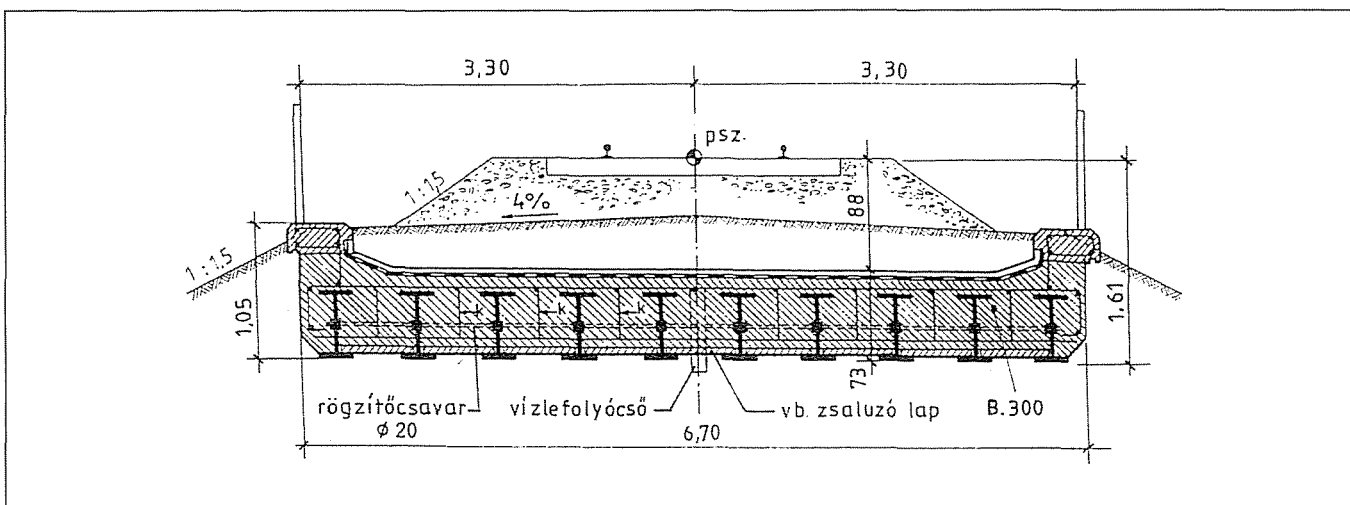
Az 1904. évi mintatervek szerint 1,0 - 10,0 m nyílású tartóbetétes áthidalások voltak. A hengerelt tartókból kialakított tartóbetéteket a vágány két sínszála alatt két csoportban helyezték el. Az áthidalószerkezet két szélén, egy-egy kisebb szelvényű tartót alkalmaztak. Az egyes tartókat állványcsavarokkal rögzítették egymáshoz. A tartók talpa alatt nem volt betonfedés (5. ábra). E hidak mintaterveit, a sínbetétesekkel azonos években szintén átdolgozták és korszerűsítették. Utoljára 1953-ban dolgozták ki e hidak mintaterveit, már 12,0 m-es

5. ábra: Az 1904. évi mintaterv szerinti tartóbetétes teknőhid áthidalószerkezete



6. ábra: Az 1953. évi mintaterv szerinti tartóbetétes teknőhid áthidalószerkezete





7. ábra: A segesdi Rinya-híd korszerű tartóbetétes áthidaló szerkezete

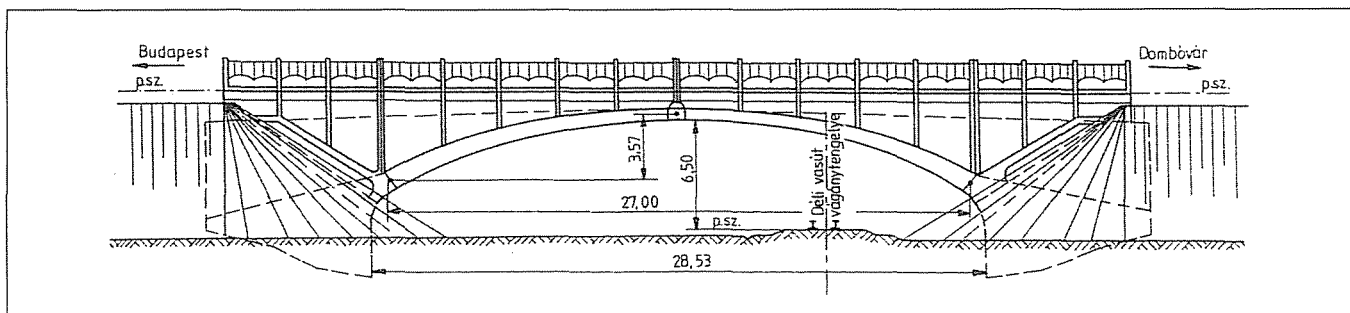
legnagyobb nyílással. A keresztirányban egyenletesen elosztott hengertartók talpa alatt betonfedést alkalmaztak (6. ábra).

A sín- és tartóbetétes teknőhidaknak, számos előnye mellett, hátránya volt a nagy acélmennyiség szükséglete, ami abból adódott, hogy a bebetonozott tartóknak és a kitöltő betonnak az együttdolgozását méretezésüknél nem vették figyelembe. Az ilyen áthidalások korszerű méretezésére, a Vasúti Hídosztály a Nemzetközi Vasútegylet (UIC) Kutatási és Kísérleti Intézetének (ORE) ezirányú ajánlása alapján, tervezési irányelveket dolgozott ki. Ezen irányelvek a betonnak az acéltartókkal való együttdolgozását már figyelembe vették és az így tervezett tartóbetétes áthidalásokkal jelentős acélmennyiség megtakarítást lehetett elérni. Az új tervezési elvek szerint kialakított első híd, a Dombóvár-Gyékényes vasútvonalon épített, 10,5 m nyílású segesdi Rinya-híd volt, melynek terveit a MÁV Tervező Intézet készítette el. Az építési munkákat a MÁV Hídépítési Főnökség kivitelezte 1974-ben (7. ábra).

2.4 Az érdi beton ívhíd

A MÁV legnagyobb támaszközü beton ívhídját a Budapest-Kelenföld-Szentlőrinc vonalon 1913-ban, Érd vasútállomás közelében, a Budapest-Nagykanizsa vonal felett építették. A nevezett keresztelési műtárgy 27,0 m támaszközü, háromcsuklós beton ívhíd. A híd építését az ekkor szükséges, hogy az ezen a helyen korábban épült híd vasszerkezetű áthidalása, az alatta elhaladó gőzmozdonyok füstgázaitól, igen erősen elrozsdásodott. A híd építéséhez 900 m³ betont kellett beépíteni. A betonozáshoz használt homokos kavicsot zúzott kőanyaggal javították. Ennek a hídnak az építésénél használtak a beton tömörítéséhez, első alkalommal, pneumatikus döngölőket. Az elmúlt évtizedek folyamán a beton ív felületén jelentős repedések keletkeztek, melyek miatt a hídon sebesség-

8. ábra: Az érdi háromcsuklós beton ívhíd oldalnézete



korlátozást kellett bevezetni. A hídon a forgalom 1999-ben megszűnt, miután mellette, annak pótlására új hidat építettek. A régi, avult hidat a közeljövőben elbontják (8. ábra).

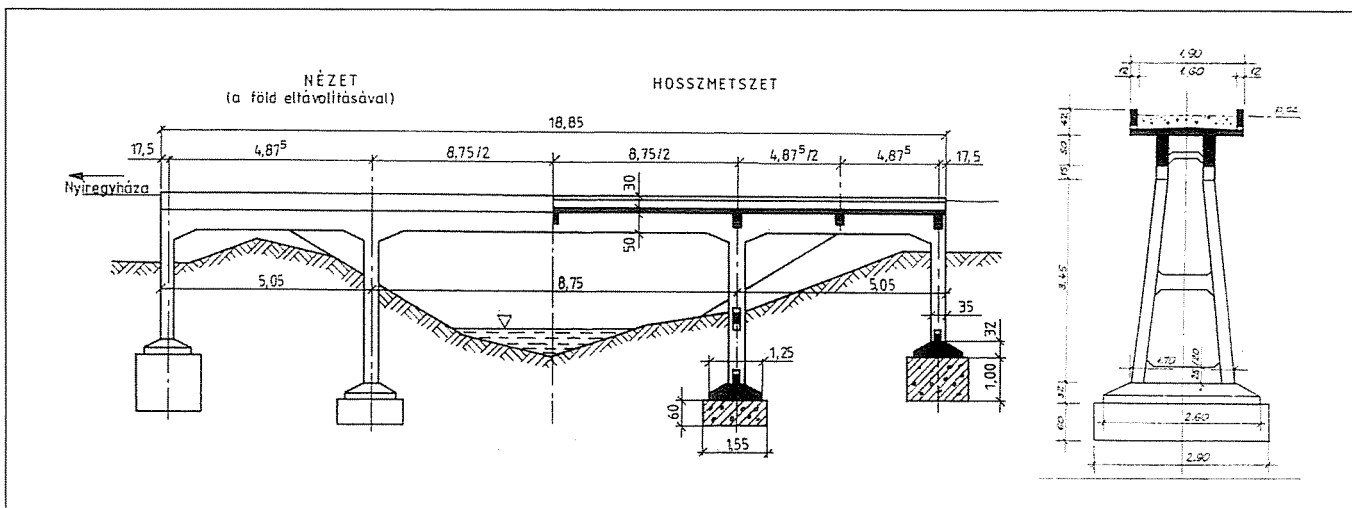
3. A VASBETON HIDAK

3.1 Az első vasúti vasbeton hidak

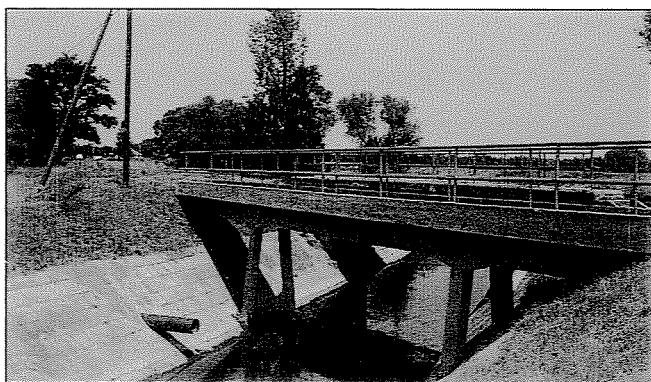
Keskenynyomtávú vasútvonalon, az első három vasbeton híd Debrecen, illetve Nyíregyháza térségében közel egyidejűleg 1905-ben építették. Ezek közül az egyiket a háború folyamán felrobbantották, a másikat pedig már korábban elbontották. Megmaradt viszont a Nyíregyháza-Dombrád keskenynyomtávú vonal 92/3 szelvényében levő, 4,7 + 8,4 + 4,7 m nyílású, bordás-lemezes vasbeton kerethíd (9. ábra).

A híd tervezője Zielinski Szilárd műegyetemi tanár volt. A statikai számítást Zielinski tervező irodájának főmérnöke, Jemenitz Zsigmond készítette. A tervezésnél az úgynevezett „n”-es számítási eljárást alkalmazták. A betonban nyomásra 35 kg/cm², a vasbetétekben pedig húzásra 1000 kg/cm² megengedett feszültségi értékekkel számoltak. A híd első próbaterhelését 1905. szeptember 7-én tartották meg. Ekkor a híd főtartóinak bordáin hajszálrepedéseket észleltek, melyeket kijavítottak. Öt év múlva, 1911-ben volt a hídnak az úgynevezett felülvizsgálati próbaterhelése, amikor megállapították, hogy a korábban kijavított repedéseken kívül, újabb repedések a hídszerkezeten nem jelentkeztek. A hídon a forgalom 1972-ben megszűnt, miután mellette új hidat építettek. A régi, műemlék jellegű hidat nem bontották el, az mint gyalogos híd tovább üzemel (10. ábra).

Normálnyomtávú vasútvonalon az első két vasbeton híd 1908-ban a Brassó-Fogarás vasútvonalon építették. A vasúti pálya létesítésekor a vonal 290 és 310 szelvényei között két völgyhidat kellett építeni. Ezen a pályaszakaszon eredetileg



9. ábra: Az 1905-ben épített első vasbeton kisvasúti híd vázrajza



10. ábra: Az 1905-ben épített első vasbeton kisvasúti híd

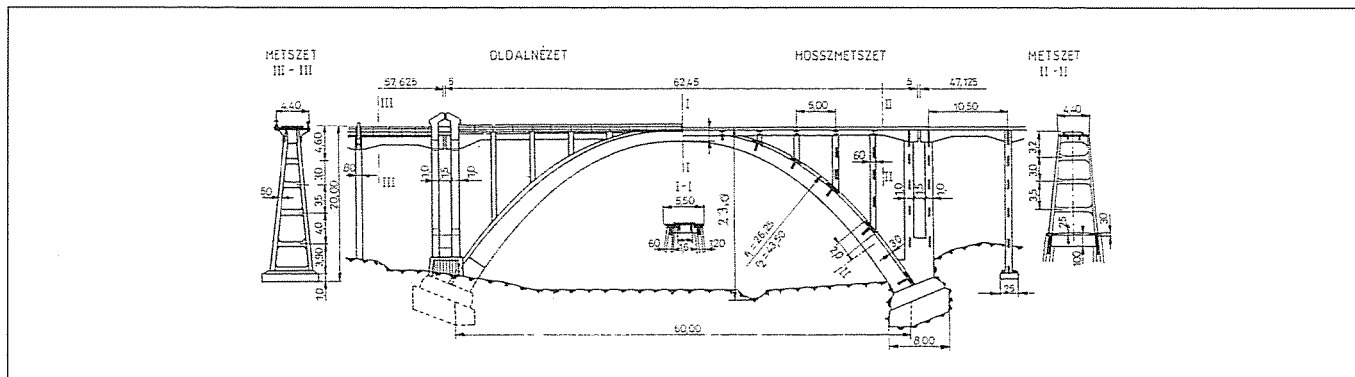
magas töltések építését irányozták elő, azonban gazdaságossági számítások kiértékelése után, a töltések helyett, völgyhidak kivitelezése mellett döntöttek. E viaduktok terveit is Zielinski Szilárd tervező irodája készítette el, ahol a tervezési munkát Kossalka János műegyetemi tanár irányította. A nagyobbik völgyhid támaszköze 60,0 m, a kisebbik pedig 36,0 m. Az ívhidak két főtartója lapokra támaszkodó ívszerkezet (11. ábra).

A Sinka vasútállomás közelében levő viaduktokon a felépítményt 30 cm vastag ágyazatba fektették. A hidakat a vasútvonalon akkor közlekedett legnehezebb, 10,1 tonna tengelyterhű két mozdonyal és az azokhoz egyik oldalon csatlakozó 8,6 tonna tengelyterhű vasúti kocsikkal terheltek.

3.2 A vasbetonlemeztes teknőhidak

Az ilyen hidak széleskörű elterjedését a múltban erősen gátolta az a körülmény, hogy kezdetben a vasbeton hidak esetében,

11. ábra: Az 1908-ban épített sinkai nagy völgyhid általános elrendezése

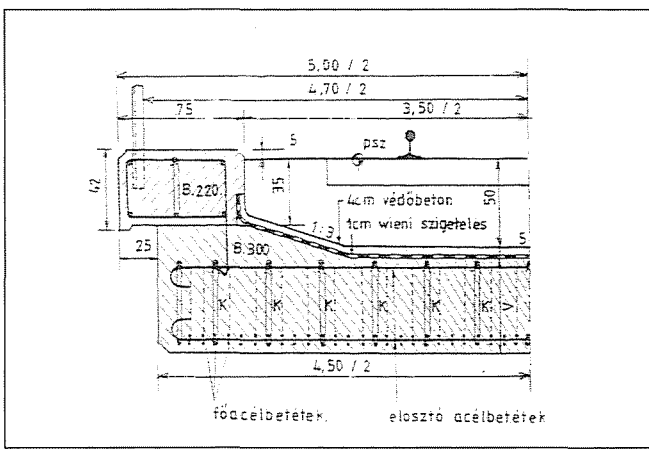


az előírásoknak megfelelően, teljes repedésmentességére törekedtek, ami az akkori, úgynevezett megengedett feszültségeknek olyan alacsony szinten való előírását tette szükségessé, hogy az így kialakított vasbetonszerkezetű áthidalásoknak a tartóbetétes teknőhidakéhoz viszonyítva igen nagy volt a szerkezeti magassága, és a felhasznált építőanyagok szilárdsága egyáltalán nem volt kihasználva.

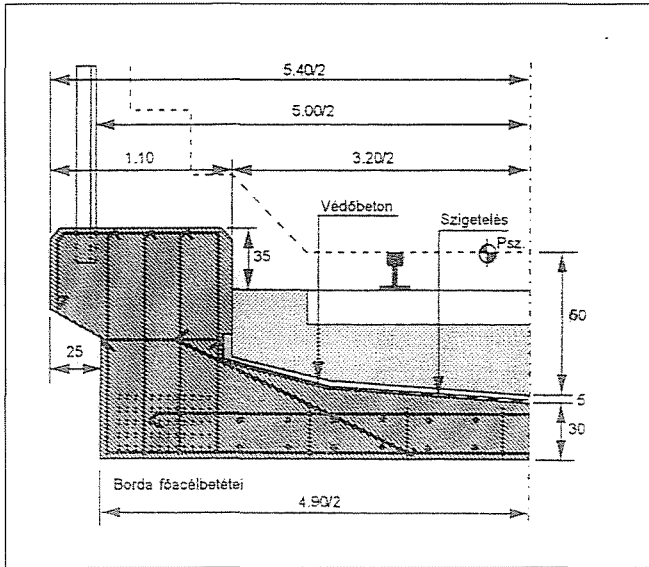
A vasbetonlemeztes teknőhidaknak a mintaterveit először 1941-ben dolgozták ki. E terveket akkor az erdélyi Szeretfalva-Déda vasútvonal építésével kapcsolatban készítették el, ahol igen rövid idő alatt számos kisnyílású hidat kellett építeni. Az „A”-jelű, ideális mozdonyterhelésre méretezett áthidalószerkezeteket 3,5 és 4,2 m széles ellenfalak feltételezésével alakították ki. Az áthidalásokat 8,0 m-es nyíláshatárig dolgozták ki. Acélananyag felhasználás szempontjából ezek az áthidaló-szerkezetek már lényegesen kedvezőbbek voltak az akkori tartóbetétes hidakénál.

1948-ban átdolgozták az 1941. évi mintaterveket. A méretezésnél a korábbi feltételezések gyakorlatilag változatlanok maradtak, azonban az áthidalásokat már 4,5 m széles ellenfalak esetére alakították ki. Már ekkor elkészítették a 9,0 és 10,0 m nyílású hidak terveit is. 1953-ban az új vasbeton teknőhid mintaterveket már az akkor új, 1951.évi Vasúti Hídszabályzat előírásai szerint dolgozták ki. Ennek megfelelően a korábbi megengedett feszültségek helyett határfeszültségekkel számoltak. Ezen kívül igen lényeges változás volt, hogy a tervezésnél nem írták elő a teljes repedésmentességet, hanem csak repedéskorlátozást kellett biztosítani. Az áthidalások tervét már 11,0 és 12,0 m-es nyílások esetére is kidolgozták (12. ábra).

A teknőhidak keresztmetszeti kialakítása nem tette lehetővé a felépítményi munkagépek akadálytalan munkavégzését és e hidaknál nehezen lehetett jó pályacsatlakozást kialakítani.



12. ábra: Az 1953. évi mintaterv szerinti vasbeton teknőhidak áthidalószerkezete



13. ábra: Szegélybordás vasbeton áthidalószerkezet kialakítása

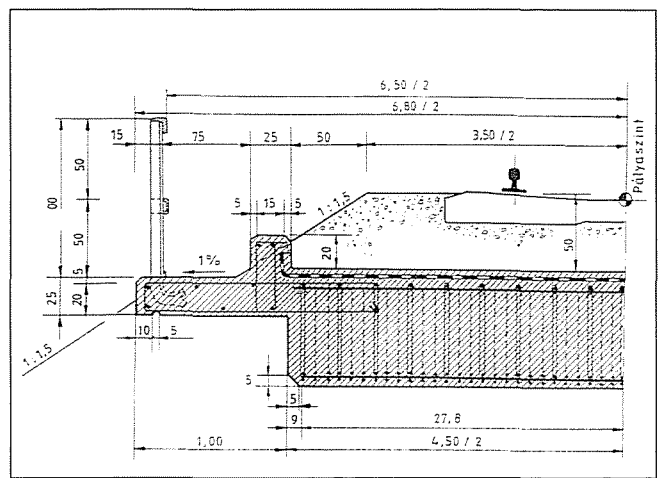
3.3 A szegélybordás vasbeton hidak

A mintatervek szerinti vasbeton teknőhidak viszonylag nagy szerkezeti magassága bizonyos esetekben azok alkalmazását nem tette lehetővé. Ilyenkor gyakran megoldást jelentett az úgynevezett szegélybordás vasbeton szerkezet, melynek szerkezeti magassága lényegesen kisebb az azonos nyílásméretű teknőhidénál. Ezen kívül a szegélybordás áthidalószerkezetekkel a mintaterv szerinti teknőhidak 12,0 m-es felső nyíláshatára jelentősen növelhető volt (13. ábra).

Az első szegélybordás vasbeton hidat 1958-ban a Cegléd-Veszény keskenynyomközű vasútvonalon építették. Még ugyanabban az évben helyezték forgalomba az első, normál-nyomtávolságú pályán épített szegélybordás hidat az Aszód-Balassagyarmat vonalon, a Dobroda-patak áthidalására. A híd nyílásmérete 15,0 m. A szegélybordás áthidalásoknak hátránya, hogy a két oldalon kialakított vasbeton bordák helyzete a vasúti pálya esetleges későbbi, vízszintes értelmű megváltoztatását még kis mértékben sem teszi lehetővé, továbbá a bordák akadályozzák a gépesített ágyazatrostálás folyamatos végzését is.

3.4 Az ágyazátvezetéses vasbeton lemezhidak

A vasbeton lemezhidak a korábbi teknőhidak továbbfejlesztett változatai. A korábbi években, széles körben alkalmazott minta-



14. ábra: Ágyazátvezetéses vasbeton lemezhidak keresztmetszeti elrendezése

terv szerinti teknőhidak keresztmetszeti kialakításának módosítására az 1960-as évek elejétől kezdve azért volt szükség, mert azok a gépesített felépítményi munkák folyamatos végzését nem tették lehetővé. A lemezhidak viszont nem gátolják a felépítményi munkákat. Az ilyen hidaknál kedvező a jó pályacsatlakozás kialakítása, a hídon az esetleges aljcserekek könnyen elvégezhetők és végül az üzemi gyalogközlekedés az alépítményi padka folytatásában a hídon biztonságos (14. ábra).

A MÁV Tervező Intézet 1984-ben 2,0 és 12,0 m-es nyíláshatárok között kidolgozta a vasbeton lemezhidak mintaterveit. A méretezés alapját az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat képezte. A tervművelet messzemenően figyelembe vette az előregyártás lehetőségének a szempontjait. A nagyobb nyílásokat áthidaló, nagytömegű áthidalószerkezeteket ezért hosszirányban felszeletelve, több kisebb tömegű elemből lehet legyártani és beépíteni.

15. ábra: Az 1982. évi mintaterv szerinti vasbeton keretelemek főbb adatai

| Keresztmetszet (nyílás, m) | Hosszmetszet (hossz, m) | Nyílás (m) | Szabad magasság (m) | Elem-hossz (m) | Tömeg (t) | Megjegyzés |
|----------------------------|-------------------------|------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 20 | 1,00 | 20 | 1,5 | 2,0 és 3,0 | 7,10 és 10,60 | — |
| 20 | 1,5 | 20 | 1,0 | 2,0 és 3,0 | 7,10 és 10,60 | — |
| 20 | 1,5 | 20 | 1,5 | 2,0 és 3,0 | 6,60 és 10,20 | 1971 és 1978 évi terv |
| 25 | 2,0 | 25 | 2,0 | 2,0 és 3,0 | 11,54 és 17,31 | — |
| 30 | 3,0 | 30 | 2,5 | 2,0 és 3,0 | 16,82 és 26,23 | — |
| 27 | 2,0 | 27 | 0,5 | 2,0 | 5,01 | "U" keret |
| 27 | 2,0 | 27 | 1,5 | 2,0 | 7,65 | "U" keret |
| 32 | 3,0 | 32 | 1,0 | 2,0 | 9,51 | "U" keret |
| 32 | 3,0 | 32 | 1,5 | 2,0 | 10,61 | "U" keret |

3.5 A vasbeton kerethidak

A MÁV vonalhálózatán, az 1960-as éveket megelőzően, keletkezett hidakat csak ritkán építettek. Ettől az időponttól kezdődően azonban ez a híd típus egyre fokozódó mértékben elterjedt. Ez elsősorban a kisnyílású, zárt vasbeton keretszerkezetekre vonatkozóan érvényes, ugyanis főként ezek alkalmasak az előregyártásra. Az ilyen szerkezeti kialakítású átvezetők és hidak mintaterveit a MÁV Tervező Intézet 1967-ben 1,0, 1,5, 2,0 és 3,0 m-es nyílásokkal és 1,0, 2,0 és 2,5 m-es belső magasságok figyelembe vételével dolgozta ki. Később elkészítették a gyakorlat által igényelt 1,5 × 1,5 m nyílásméretű keretelem tervét is, melyet üzemszerű gyártásának helyszíne után, általában „paksi keretnek” neveztek.

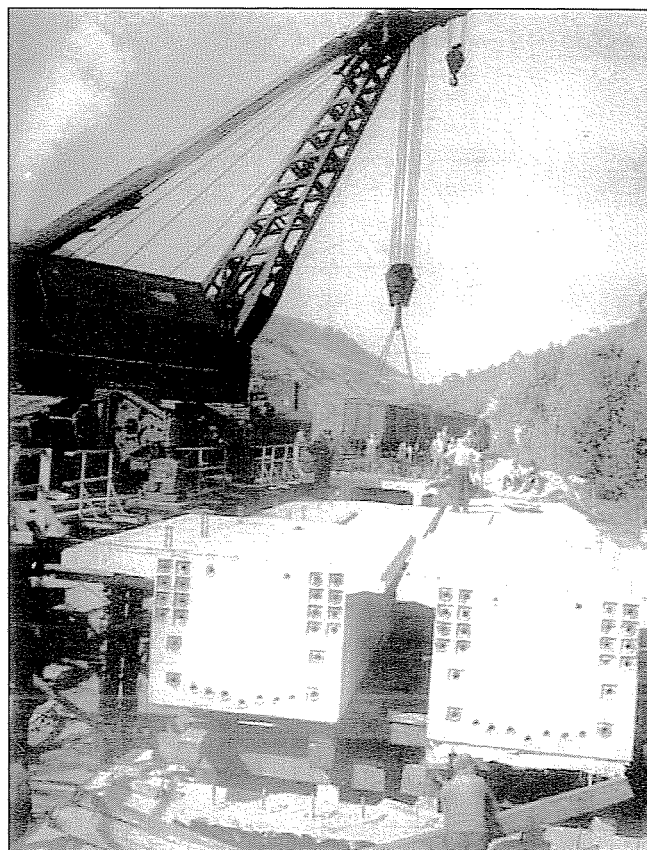
1982-ben a MÁVTI, az addig összegyűjtött építési tapasztalatok felhasználásával, a vasbeton keretszerkezetekre új mintaterveket dolgozott ki, már az 1976. évi Hídszabályzat előírásainak a figyelembe vételével. E tervművelet már nem csak a zárt keretelemekre vonatkozott, az kiterjedt az U-szelvényű keretelemekre is (15. ábra).

3.6 A feszített vasbeton hidak

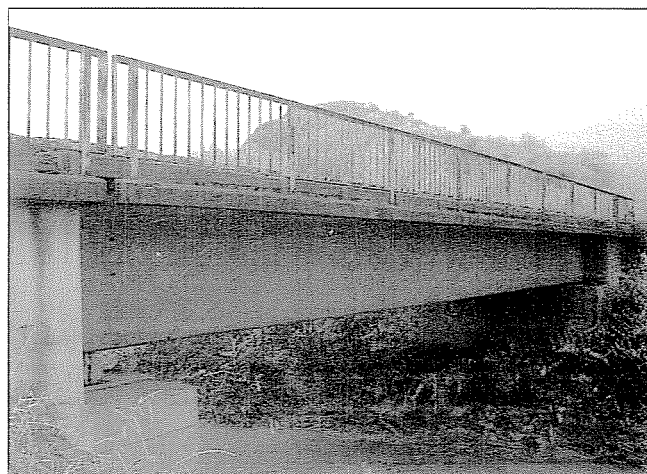
A feszített vasbeton híd szerkezetek építését meglevő adottságaink sok éven át nem tették lehetővé. A MÁV első - és egyelőre egyetlen - utófeszített vasbeton hidját a Kisterenyke-Kál-Kápolna vasútvonalon, Recsk vasútállomás közelében a Tarnapatak felett 1966-ban építették. A 17,0 m nyílású hidat az Út-Vasútervező Vállalat tervezte és azt a MÁV Hídepítési Főnökség építette. Az áthidaló szerkezet két szekrénytartós főtartóból áll, melyek egymással nincsenek összekapcsolva. Egy-egy főtartó három előregyártott vasbeton elemből áll. Ezekben alakították ki a feszítő kábelek kábelcsatornáit. Az előírt betonminőség B 450 volt.

Az áthidalás egyes elemeit a MÁV Hídepítési Főnökség budapesti telepén gyártotta előre, majd azokat vasúton szállították a beépítés helyszínére. A helyszíni munkák keretében a feszítőkábelek befűzését, a megfeszítésüket és ezt követően a kábelcsatornák kiinjektálását a Hídepítő Vállalat ezen munkákra szakosodott részlege végezte. Egy-egy kábel 18 darab 5 mm átmérőjű, KB 150-jelű feszítőhuzalból áll. A kábeleket Freyssinet-féle feszítősajtókkal feszítették meg. A hid előregyártott vasbeton elemeit vasúti daru segítségével szerelték össze (16. ábra). A hid próbaterhelésekor a Műszaki Egyetem Vasbetonszerkezetek Tanszéke, a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Főnökségével együttműködve, a hid áthidaló szerkezetén feszültségméréseket végzett. A mérési eredmények a statikai számítás adatainak helyességét igazolták (17. ábra). A hidat 1966. december 16-án helyezték forgalomba.

A MÁV első előregyártott, előfeszített vasbeton tartók felhasználásával tervezett hidját a Budapest-Hegyeshalom vasútvonal 661/2 szelvényében 1979-ben építették. A Tatabánya megállóhely közelében levő hidat pályakorrekcióban kellett közúti aluljáró céljára megépíteni. A hid terveit az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat előírásai alapján az Uvaterv készítette el, a kivitelező a MÁV Hídepítési Főnökség volt. A 14,0 m nyílású, kétvágányú, ágyazatátvezetéses hídhoz 16 db EHG-100-jelű előfeszített vasbeton hidgerendát használtak fel. A szorosan egymás mellé helyezett tartókra 20 cm vastag vasbeton pályalemezt terveztek, mely a feszített tartókkal együtt dolgozik. A kialakított áthidalást bitumenes alufóliával szigetelték. A két M 62 jelű mozdonyal végzett próbaterhelés után a hidat 1979. október 20-án helyezték forgalomba (18. ábra).



16. ábra: A recski feszített vasbeton hid előregyártott elemeinek szerelése, vasúti daruval

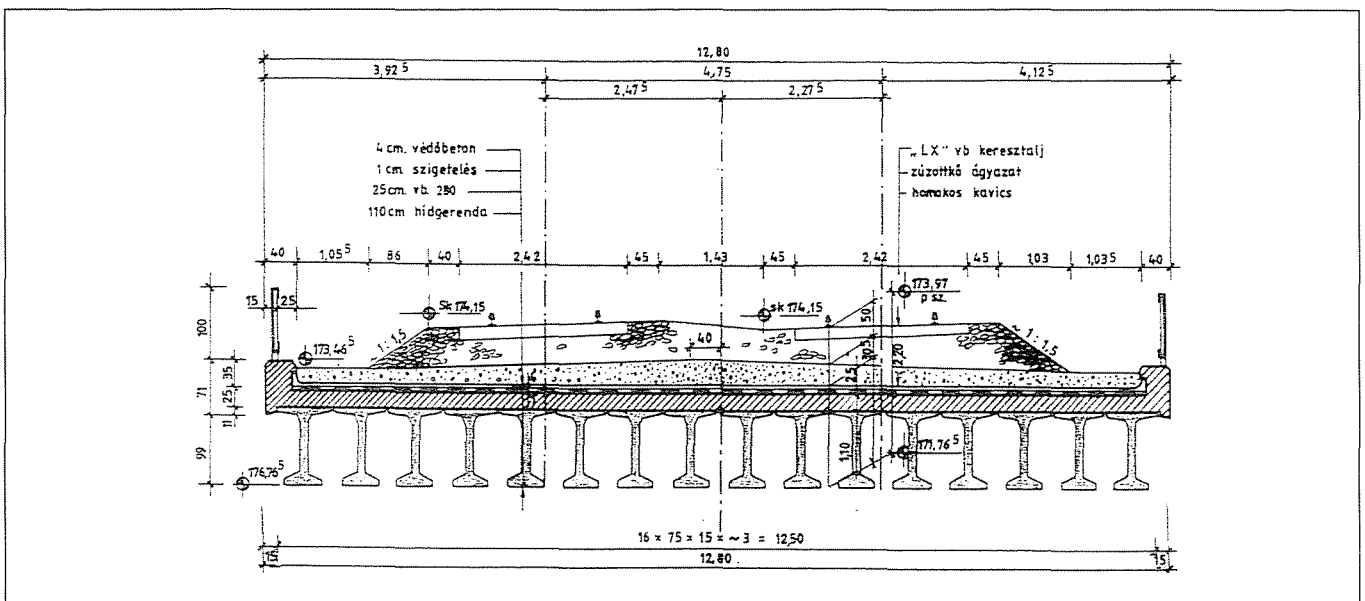


17. ábra: A recski feszített vasbeton Tarna-híd

4. A VASBETON HIDAK ELŐREGYÁRTÁSA

Az 1950-es éveket megelőzően ilyen hidakat előregyártva nem építettek, az első ilyen irányú próbálkozás 1953-ban a budapesti Gyáli úti gyalogaluljáró kivitelezésénél volt, ahol a 3,0 m nyílású műtárgy áthidaló szerkezetét a beépítés helyszínének közelében előregyártották, majd a kész elemeket vasúti daruval építették be. Az 1960-as évek második felétől kezdve a kisnyílású műtárgyak előregyártása terén gyors fejlődés volt tapasztalható, miután 1967-ben megjelent az 1,0 - 3,0 m nyílású zárt keretszerkezetek mintaterve, ami nagymértékben hozzájárult ezen építési mód elterjedéséhez.

Az előregyártás kezdeti időszakában az áthidalásokat oldalról való behúzással, vagy betolással juttatták vízszintes értelemben a híd tengelybe és ott azokat hidraulikus sajtókkal

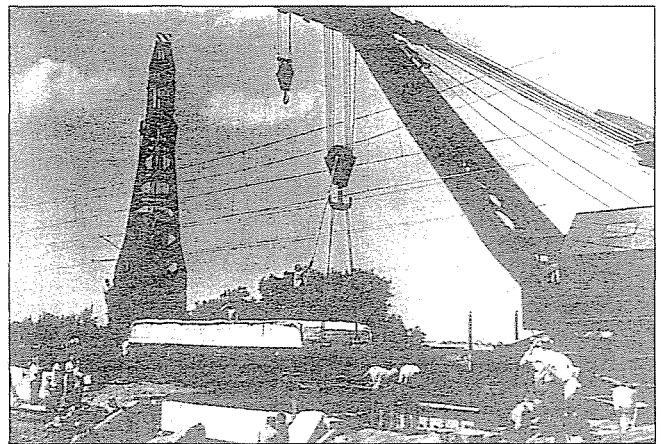
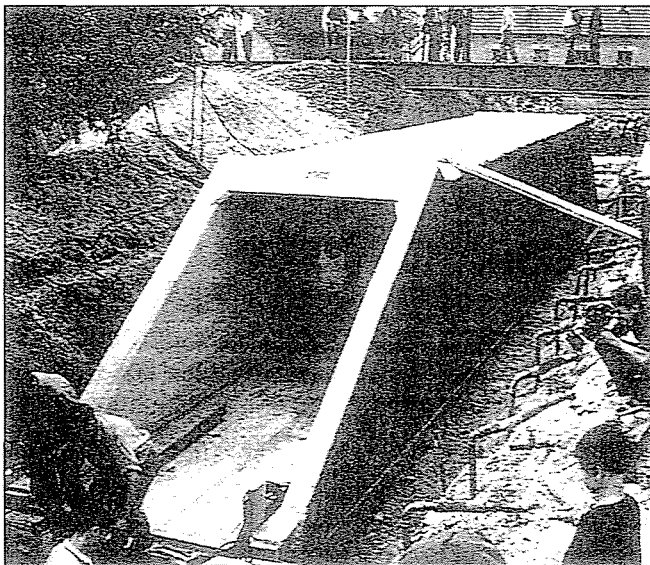


18. ábra: Előregyártott előfeszített vasbeton tartókkal kialakított áthidalószerkezet

eresztették le tervszerinti helyükre. Ez az eljárás azonban igen nehézkes volt, amit ma már nem alkalmaznak. Előnyösebb volt az a módszer, ahol behúzásuk után az előregyártott elemek rögtön a végleges helyükre kerültek és így azok függőleges értelmű mozgatására nem volt szükség. Ennek az eljárásnak az alkalmazásával építettek 1965-ben Kiskunhalas állomás közelében egy 2,0 m nyílású gyalogaluljárót. Az aluljáró céljára készített 19,0 m hosszú, vasbeton keretszerkezetet a pálya mellett, egy elemként gyártották előre és azt a behúzó-pályába beépített sineken, csőrőlök segítségével húzták be közvetlenül a végleges helyére (19. ábra).

Az 1960-as évek közepétől kezdődően az előregyártott vasbeton hídelemek beépítésénél egyre gyakrabban használtak a vasúti daruval történő beépítési módot. Ezzel az eljárással az előregyártott hídszerkezeteket azonnal végleges helyükre lehetett helyezni. A darus beépítési mód alkalmazását a későbbi években tovább segítették a MÁV által ebben az időben beszerzett 100 tonna teherbírású, EDK 1000 jelű daruk, melyeket a hidépítéseknel nagyon jól lehetett használni (20. ábra). Bizonyos esetekben előregyártott vasbeton hídelemeket használtak fel avult boltozatok felújítására, illetve kiváltására is. Ez az eljárás akkor alkalmazható, ha vízügyi vagy egyéb szempontból a meglévő, avult műtárgy nyílásméretének csökkentésére lehetőség van.

19. ábra: A kiskunhalasi gyalogaluljáró előregyártott vasbeton keretszerkezete



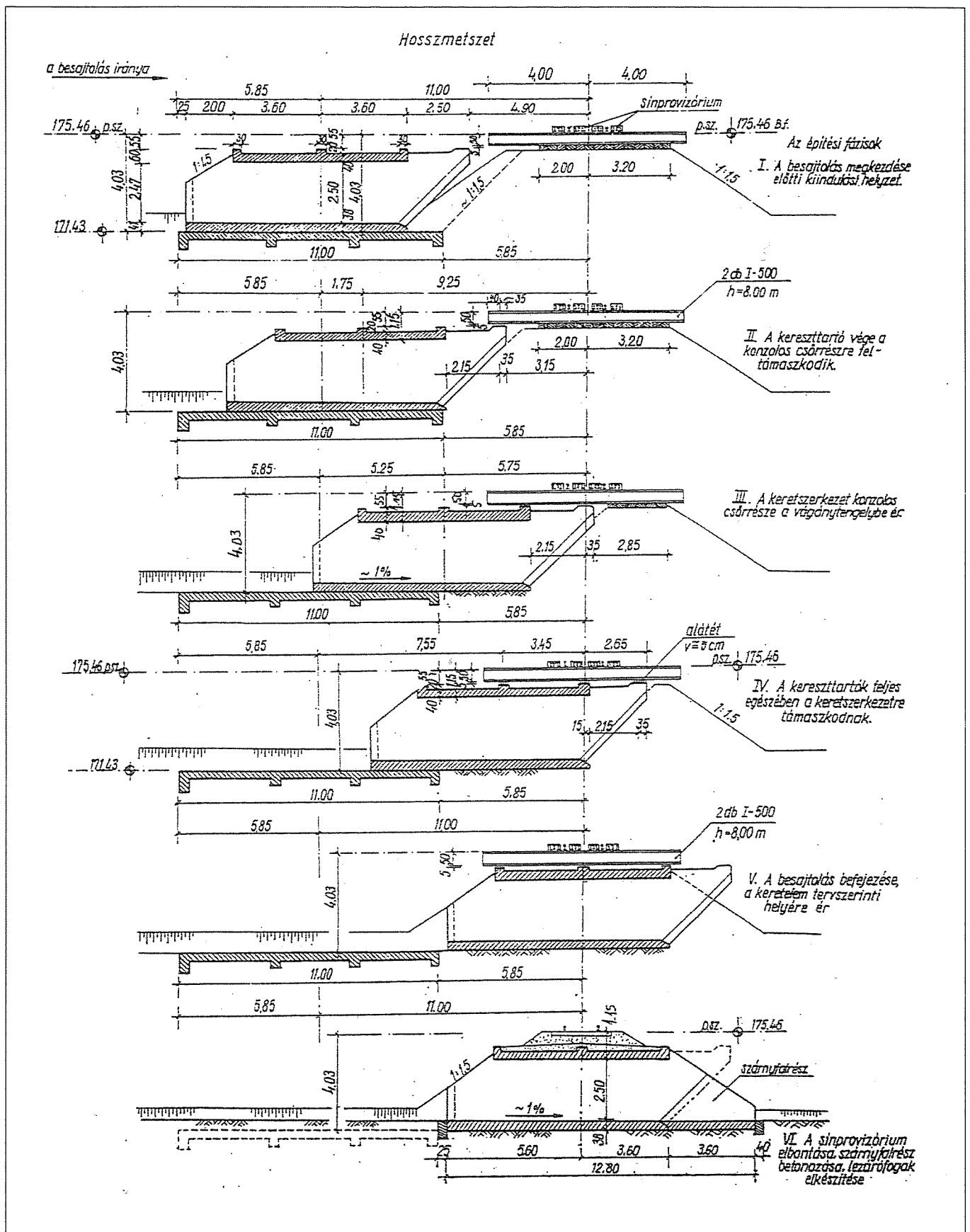
20. ábra: Előregyártott vasbeton áthidalószerkezet beépítése, két vasúti daruval

A zárt vasbeton keretelemeket fektetett, vagy állított helyzetben a hidépítéseknel, alátámasztás céljára, jól fel lehet használni.

5. VASBETON KERETHÍD PÁLYA ALATTI ÁTSAJTOLÁSA

Előregyártott vasbeton hídszerkezet pálya alatti átsajtolásának módszere, elsősorban a hidépítések miatti forgalomkorlátozások csökkentése szempontjából, előnyös eljárás. Egy 2,0 x 2,5 m nyílású vasbeton keretszerkezetet, első alkalommal, 1977-ben sajtoltak át sinprovizórium védelmében, a Székesfehérvár-Cell-dömölk vasútvonalon, Hajmáskér-Újtelep megállóhely közelében. A vonatkozó terveket a Vasúti Hídosztály készítette, a kivitelező pedig a MÁV Hidépítési Főnökség volt (21. ábra).

A zárt vasbeton elemet egy darabban, speciális, csőrszerű nyúlvánnyal ellátva, a pálya mellett gyártották előre, és ugyanott készítették el a betoláshoz az öt hidraulikus sajtóval kialakított sajtoló berendezést. Az egyes sajtók névleges teljesítménye 50 tonna, lökethosszuk pedig 3,0 m volt. A keréken 100 tonna tömegű előregyártott keretelem felszakításához közel 230 tonna tolóerőre volt ténylegesen szükség. A betolás előrehaladásával a keretszerkezet csőrésze, majd pedig később a keretelem támasztotta alá két „I”-tartó közvetítésével a pályába beépített sinprovizóriumot, illetve a vasúti vágányt.



21. ábra: Előregyártott vasbeton keretszerkezet pálya alatti átsajtolásának fázisai

A betolást 3,0 m-es szakaszokban végezték. Mivel a sajtoló egység a betolás folyamán végig egy helyben maradt, a tolatást 3,0 m hosszú ROCLA csőelemek egymás utáni közbeiktatásával lehetett megoldani. A legnagyobb tényleges tolóerő a sajtolási munka utolsó fázisában 140 tonna volt. A fentiek szerinti kísérleti jellegű hídmunka a pályán csak háromhetes sebességkorlátozás bevezetését tette szükségessé.

6. A DUNAHARASZTI VASBETON ÍVHÍD

Az első Langer-rendszerű vasúti vasbeton ívhídat 1949-ben a Dunaharaszti-Ráckeve HÉV vonalon építették. A hidat Székely Hugó mérnök tervei alapján, a háború során felrobban-



22. ábra: A dunaharaszti vasbeton ívhíd

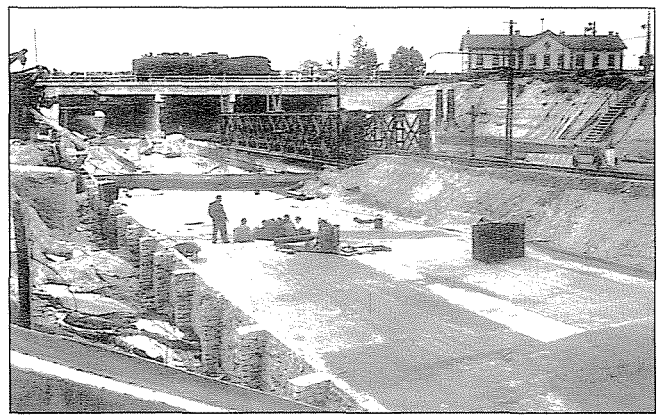
tott, 50 m nyílású acélhid pótlására kivitelezték. Az ágyazatot is átvezető, merevítő-tartós ívhíd támaszköze 52,0 m. Az áthidalószerkezetet két fázisban építették. Az első ütemben a szerkezet háromcsuklós ív volt, amit úgy oldottak meg, hogy az ívtartó tetőpontján ideiglenes csuklót alakítottak ki, a merevítő tartókat pedig a pályaszerkezettel együtt a nyílás közepén megszakítva építették. A teljes hosszúságú vonórudakat a merevítő tartók végein – rövid szakaszon – bebetonozták. A második ütemben, amikor a kiszaluzott hídon az állandó terhek okozta igénybevételek kialakultak, a vonórudakat beépített hidraulikus sajtókkal megfeszítették. A feszítési munka befejezése után, az ívek ideiglenes csuklóját, továbbá a merevítő tartón és a pályaszerkezeten hagyott hézagokat kibetonozták. A feszítés során a merevítőtartókban nyomófeszültségek ébredtek, melyek később, a hasznos teherből eredő húzó feszültségeket csökkentették. A hidat 1949. február 2-án helyezték forgalomba (22. ábra). Az 1956. évi földrengés epicentruma éppen Dunaharaszti körzetében volt, ezért ezt követően a hidat részletesen megvizsgálták, azonban azon káros elváltozást nem észleltek. A későbbi évek során, a hídszerkezeten jelentős betonkorróziós károsodások jelentkeztek, melyeket epoxigyantás kezeléssel megszüntettek.

7. A VASBETON SZERKEZETŰ BÉKE ÚTI ALULJÁRÓ

A budapesti Lehel útnak a folytatásában levő Béke út Újpest felé való kivezetését korábban az itt keresztirányban haladó balparti körvasút gátolta meg. A Budapest-Angyalföld pályaudvar 13 vágánya alatt ugyanis csak a kétvágányú villamosvasúti forgalom volt átvezetve. A háború során, 1944 végén az állomás régi hídjának acélszerkezetű áthidalásait felrobantották. A lerombolt hidat 1945-ben, a régi téglafalazatok felhasználásával, ideiglenes jelleggel állították helyre.

A híd újjáépítésére vonatkozó terveket a Budapest Fővárosi Tanács Mélyépítési Tervező Intézete készítette el. Az új híd egy 11,0 + 8,0 + 11,0 m nyílású aluljáró, ahol a két szélső nyílás a közúti- és gyalogos-, a középső pedig, a villamos forgalom lebonyolítására szolgál. A híd 13 vasúti vágány átvezetését biztosítja, és ezen felül átvezeti a Balzsam utcát, továbbá azon helyet kapott egy széles MÁV rakterület is (23. ábra).

A kivitelezési munkákat két fővállalkozó végezte. A MÁV Hídépítési Főnökség 1954 szeptemberében vonult fel a munkahelyre és ekkor kezdte meg a munkálatokat. Megépítette a 160 m hosszú vasbeton talplemezt és a felmenő falazatokat, kivitelezte a 13 vasúti vágányt áthidaló, négytámaszú vasbe-



23. ábra: A Béke úti aluljáró építési munkálatai

ton áthidalószerkezeteket, valamint a 20 m széles MÁV rakodóhidat. A másik fővállalkozó, a Hídépítő Vállalat 1955. júniusában kezdte meg a 140 m hosszú, úgynevezett nyitott talplemez és a súlytámfalak, továbbá a Balzsam utca átvezetésére szolgáló híd építését. A híd talplemezeit talajvízszint süllyesztés védelmében lehetett megépíteni, amihez a talajvíz szintjét 2,60 m-rel kellett lesüllyeszteni. Az építés folyamán a villamos forgalmat egy vágányon egy 30,0 m támaszközü, Kohn-rendszerű, csavarozott, ideiglenes jellegű hídszerkezet biztosította.

A kivitelezési munkák folyamán a MÁV Hídépítési Főnökség 10500 m³, a Hídépítő Vállalat pedig 5500 m³ betont épített be a hídnál. A Béke úti aluljárót több ütemben helyezték forgalomba, annak végleges átadása 1957. május 15-én volt (24. ábra).

8. MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Az előzőekben a hazai beton és vasbeton vasúti hidak építésének történetéről és fejlődéséről adtunk áttekintést, az 1800-as évek végétől, 1985-ig. Ha ezt a fejlődési folyamatot összehasonlítjuk az európai vasutak vasbeton építési gyakorlatával, megállapítható, hogy a magyar mérnökök ebben az időszakban a vasbetonépítés élvonalában voltak. Példák erre a Debrecen-Nyíregyháza térségében megépült kerethidak (1905), a Fogaras-Brassó közötti ívhidak (1908), a folyamatosan korszerűsített mintatervek és sorolhatnánk tovább a példákat. Ez csak a mérnökök magasszintű oktatásával, széleskörű tájékozottságával, bátor kezdeményezőkézségével, és a magyar munkás áldozatkész munkájával volt elérhető.

24. ábra: A Béke úti aluljáró



Ezúton mondunk köszönetet, és egyben elismeréssel emlékezünk meg a sok száz névtelen hidászról, kik az elmúlt évtizedek során szakszerű és kiváló munkájukkal a biztonságos vasúti forgalom lebonyolításához hozzájárultak.

9. HIVATKOZÁSOK

- Kmoskó K. (1957) „Vasúti csőátereszek”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, VII. évf. 9. szám
- Dénes O. (1957) „A Béke úti aluljáró építése”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, VII. évf. 11. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1961) „A vasúti beton- és vasbeton hidak jelenlegi formájának kialakulása”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XI. évf. 2. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1967) „Az első hazai feszített vasúti betonhid építése”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XVII. évf. 10. szám
- Csiszár R. – Nemeskéri-Kiss G. – Tassi G. (1968) „Feszített beton vasúti hid alakváltozásainak és erőtérképének vizsgálata”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XVIII. évf. 12. szám
- Doskar F. (1971) „Néhány szó a legöregebb vasúti vasbeton hídról”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXI. évf. 2. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1971) „Ágyazattávetetű vasúti hidak korszerű keresztmetszeti kialakítása”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXI. évf. 12. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1972) „Vasúti vasbeton hidak és átereszek előregyártásának fejlődése”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXII. évf. 10. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1975) „Tartóbetűtes vasúti hidak újszerű kialakítása”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXV. évf. 1. szám
- Nemeskéri-Kiss G. (1978) „Vasúti hidépítés pálya alatti átsajtolással”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXVIII. évf. 2. szám
- Evers A. – Forgó S. (1980) „Az első hazai vasúti vasbeton Langer-tartós hid vizsgálati tapasztalatai”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXX. évf. 12. szám
- Hanzély I. – Holnapy K. – Tamás L. (1984) „A vasúti kerethidak új mintatervei”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XXXIV. évf. 8. szám

Dr. Nemeskéri-Kiss Géza, 1922-ben született, okl. hidász mérnök, munkáját 1950-ben a MÁV Vezérigazgatóság Hidosztályán vasúti hidak tervezésével kezdte. 1953-55 között az Újpesti vasúti hid újjáépítésének helyszíni munkáit irányította. Részt vett a vasúti hidak mintaterveinek kidolgozásában, valamint a hidakra vonatkozó MÁV előírások és utasítások kiadásában. A MÁV képviselőként hosszú éveken keresztül dolgozott a nemzetközi vasúti szervezetek (UIC, OSZZSD) hid albizottságában. 1968-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen doktori címet szerzett. A külföldi és magyar szakfolyóiratokban mintegy 140 publikációja jelent meg. 1984-ben a Vasúti Hidosztály osztályvezető helyetteseként ment nyugdíjba. Tevékenységét Jáky József és a Korányi Imre díjjal ismerte el a szakma.

BETON ÉS VASBETON VASÚTI HIDAK ÉPÍTÉSE 1985-TŐL NAPJAINKIG MAGYARORSZÁGON



Kiss Józsefné

A cikk a vasúti beton és vasbeton hidépítés elmúlt 20 évét, az alkalmazott hidtípusokat és a szerkezetek fejlődését ismerteti. A vasúti pálya hídon való leerősítésének alkalmazott módszerein kívül a fejlődést követi nyomon és egyéb érdekességeket mutat be a vasúti hálózaton alkalmazott hidaknál.

Kulcsszavak: vasút, kerethíd, tartóbetét, szekrénytartó, sínleerősítés, patakmeder, földém

1. BEVEZETÉS

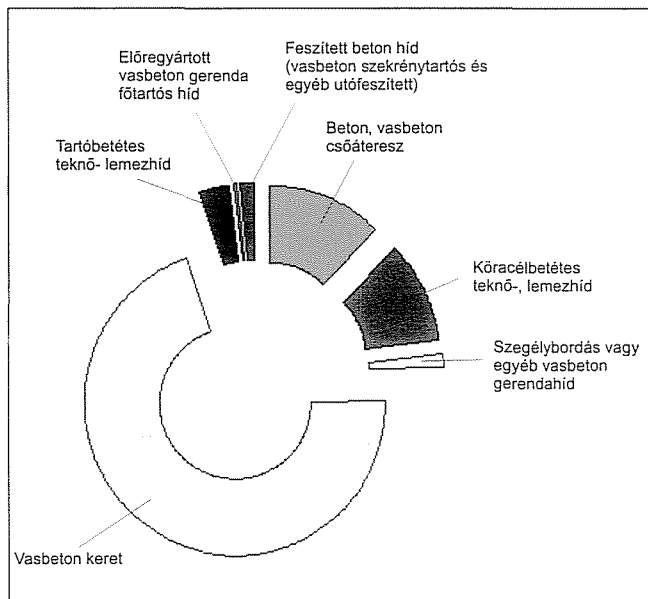
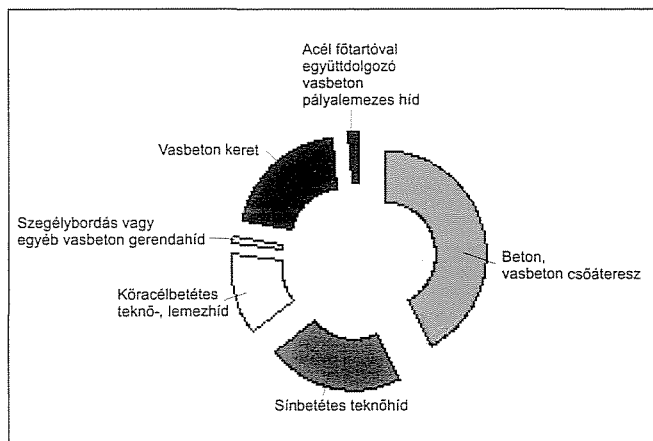
Általánosságban elmondható, hogy egy fejlődési irány meghatározása csak a múlt feltárásával lehetséges. Így van ez a vasúti vasbeton hidak esetében is. Ennek szellemében jelen cikkemmel nem csupán az elmúlt 20 év műtárgyépítéseit kívánom bemutatni, hanem statisztikai adatok elemzésével az elmúlt időszak tendenciaváltozásán keresztül a jövőbeni fejlődést is szeretném feldolgozni. Természetesen egy ilyen cikk terjedelmi lehetőségei korlátozottak, ezért csak egy-két szerkezet típus ismertetésére vállalkozom.

2. A VASÚTI BETON, VASBETON HÍDÉPÍTÉS UTÓBBI 20 ÉVE

A kezdetektől napjainkig épült hidak közül 7398 db beton, illetve vasbeton híd van a MÁV kezelésében, típusonkénti megoszlásuk az 1. ábrán látható. Az 1985-től épült hasonló anyagú szerkezetek típusonkénti változását a 2. ábra mutatja. Sinbetétes teknőhid és öszvérhíd az elmúlt 20 évben nem épült vasútvonalainkon. A magyar vasúthálózaton vasúti kezelésben lévő beton és vasbeton hidak típus szerinti megoszlása látható a táblázatban (1. táblázat).

A táblázat utolsó oszlopa az utóbbi 20 évben épült beton, vasbeton vasúti híd összes, a hálózaton lévő, hasonló anyagú szerkezethez való arányát mutatja.

1. ábra: A MÁV kezelésében lévő beton, illetve vasbeton hidak típusonkénti megoszlása



2. ábra: 1985 után épült vasúti kezelésben lévő beton illetve vasbeton hidak típusonkénti megoszlása

1. táblázat: Magyarországi beton és vasbeton vasúti hidak (2004. évi adatok alapján)

| Hídtípusok | Összes db | 1985-2004 között épült | | 1985 után épült aránya az összeshez |
|---|-------------|------------------------|------------|-------------------------------------|
| | | db | % | % |
| beton, vasbeton csőáteresz | 3151 | 95 | 12,4 | 3 |
| sinbetétes teknőhid | 1618 | - | - | 0 |
| kőracél-betétes teknő-, lemezhid | 952 | 82 | 10,8 | 8,61 |
| szegélybordás vagy egyéb vasbeton gerendahíd | 72 | 12 | 1,6 | 16,67 |
| vasbeton keret | 1509 | 534 | 70 | 35,38 |
| tartóbetétes teknő-, lemezhid | 40 | 26 | 3,4 | 65 |
| előregyártott vasbeton gerenda főtartós híd | 3 | 1 | 0,1 | 33,33 |
| feszített beton híd (vasbeton szekrénytartós és egyéb utófeszített szerkezet) | 17 | 13 | 1,7 | 76,47 |
| acél főtartóval együttműködő vasbeton pályalemez híd | 36 | - | - | 0 |
| Összesen | 7398 | 763 | 100 | 10,31 |

Tehát azt látjuk, hogy az összes kerethíd közel 40 %-a 1985 után épült, ill. hogy a tartóbetétes lemezhidak 65 %-a, a vasbeton szekrénytartós hidak közel 80 %-a épült ebben az időszakban. Ez utóbbiak elterjedése, ill. a sinbetétes és öszvérhidak visszaszorulása mutatja a vasúti beton, vasbeton hídszerkezetek fejlődési irányát.

A vasútvonalak keresztezését szolgáló beton, vasbeton műtárgyaknak átlagosan alig több mint 10 %-át adják az 1985 után épültek.

3. ALKALMAZOTT HÍDTÍPUSOK

3.1 Vasbeton kerethidak

Az 1985-től napjainkig vizsgált időszakban, a vasúti beton és vasbeton műtárgy állomány szerkezeti kialakítását tekintve, többségben vannak a vasbeton kerethidak. Hazánk domborzati jellegéből adódóan a nagyszámú igény olyan kisnyílású szerkezet kialakítására alkalmas híd típus elterjedését követelte meg, amellyel korszerűtlen fatartós áterezeket, nyílt áterezeket, csőáterezeket váltottak ki (3. ábra). Erre a feladatra legalkalmasabbnak bizonyult a vasbeton keretszerkezet, amelyet előregyárthatósága, üzemeltetése során való vizsgálhatósága tett kedveltté. Ezek a hidak háromféle kialakításban, egy-nyílásúként, vagy egy szerkezet, de kétnyílású műtárgyként, és a mederszelvény formához igazodva három szerkezetű háromnyílású műtárgyként is alkalmazásra kerültek. Készültek nyitott munkagödörben, monolit szerkezetként és előregyártva, zárt, ill. darabokból összefesztett szerkezetként, átsajtoltva, zárt keretként és nyitott U keretes megoldással, ahol a földemelez a provizórium kivétele után nyer elhelyezést, ezzel az építés egyszerűbbé válik.

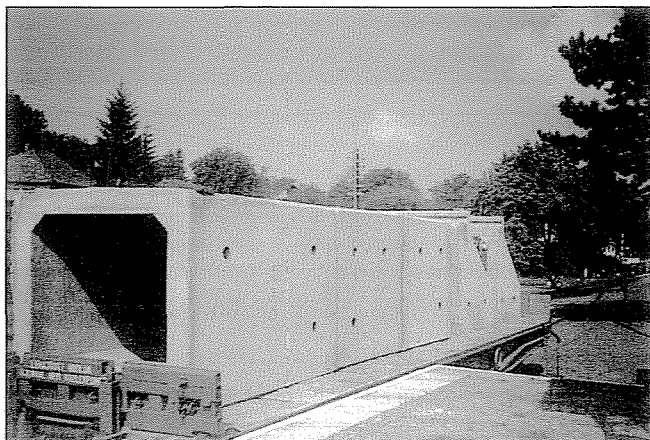
3.1.1 Füzesabony állomási gyalogaluljáró (egy nyílású vasbetonkerethíd)

Korábban Füzesabony állomás felett a gyalogosforgalmat az állomásépület melletti gyalogfelüljáró vezette át, a vasútvonal korszerűsítésével létesült peronokhoz azonban ez a felüljáró a lejárást már nem biztosította. Több mint 20 év kellett az elhatározástól a megvalósulásig, hogy egy, a peronok megközelítését is biztosító, egyben közforgalmú gyalogaluljáró épüljön az állomás alatt.

A terveket a MÁV Tervező Intézet Hidosztálya készítette. A gyalogaluljáró szélességét utasforgalmi adatok és a vasút alatt átjáró létszám figyelembe vételével határozták meg. Így alakult ki az a nyílásméret, mely szerint az utas-aluljáró 7,0 m, a folytatása 4,0 m széles. A híd szerkezete zárt vasbeton keret, a feljáró rámpák és a lépcsőfeljárók nyitott U keretek. Az aluljáró nyitott munkagödörben, provizóriumok védelmében készült. Egy szakaszának gyors zsaluzásához a Heves megyei Állami Építőipari Vállalattól bérelték az un. PEVA alagútzsaluzó elemeket. A zsaluzóelemek változtatás nélkül nem voltak alkalmasak a vasúti terhelésre méretezett, nagy tömegű keretszerkezetek beton mennyiségének deformálódás nélküli megtámasztására. A kivitelező ezért a részletes statikai vizsgálat alapján azokat többletmerevítésekkel látta el, hogy a rendkívüli igénybevételnek is megfeleljenek.

A pályaudvar alatti közműveknek ebben a keresztmetszetben történő átvezetésére találták ki azt a megoldást, hogy köz-

3. ábra: Egy nyílású zárt vasbeton kerethíd szállítása vasúti kocsin



4. ábra: Fényes-patak zsilipműtárgya

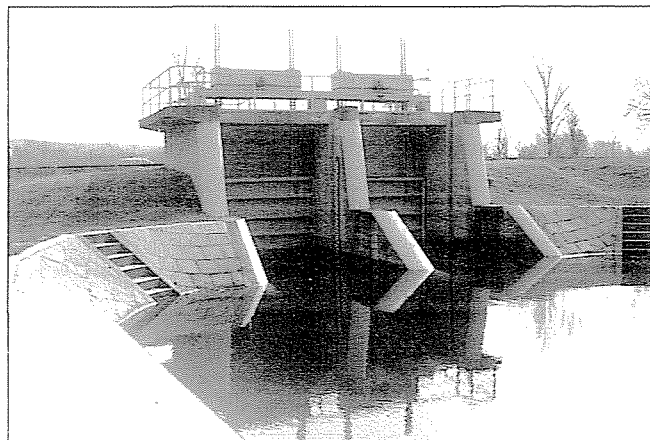
vetlen az aluljáró mellé, az aluljáróval közös 0,22 m vastag szerelő betonon, 1,81 m magasságba való kiemeléssel egy $1,5 \times 1,5$ m keresztmetszetű zárt vasbeton kerethidat építse- nek. A szerelő betont a gyalogos aluljáró keretszerkezetének dilataációs hézagainál sínbetétekkel erősítették a szerkezet mozgásának korlátozására. A mozgási lehetőség minimalizását indokolta, hogy az építési hézagban alkalmazott un. Meyod gumiszalag a vízszintes felületeken (talplemez, pályalemez) rugalmasan működött, de a függőleges hézagokba való beépítésnél a nyíró igénybevételt nehezebben tűrte.

A közműalagút 2,0, 2,5, 3,0 m hosszúságú keretelemeit a helyszínen létrehozott előregyártó telepen gyártották le. A felső felületét egyoldalú eséssel alakították ki, hogy építési helyzetében a mellette üzemelő gyalogaluljáró keretszerkezetének felületén összegyűlő csapadékvízek elvezetését is szolgálja. Abból a célból is hasznos volt a helyszíni előregyártás, mert a különböző vezetékek kiállási helyeit egy üzemszerűen előregyártott kerethíd nem tudta volna biztosítani. Az aluljáró 7,0 m-es utasforgalmi szakaszát 1985-ben üzembe helyezték. A közforgalmú gyalogosok átvezetése 1987-től lehetséges. A közműalagút is ekkortól tölti be védőműtárgyként funkció- ját. Az aluljáró generálkivitelezője a MÁV akkori miskolci Építési Főnökség Híd-építésvezetősége volt.

3.1.2 Almásfüzitő-Esztergom vasútvonal, Fényes-patak- és Átalér-híd (két nyílású vasbeton kerethidak)

A Nagymarosi Vízlépcsőrendszer kapcsán, Komárom város és a komáromi öblözet védelmére új, patak feletti műtárgyak épültek 1989-ben. Az Almásfüzitő-Esztergom vasútvonalon a Fényes-patak és az Átalér átvezetésére két vasbeton ikerkeret- et sajtoltak át. A két műtárgy nemcsak a vasutat, hanem az azzal párhuzamosan haladó 10 sz. utat is keresztezi. Eredeti-

5. ábra: Átalér zsilipműtárgya



leg provizórium védelme mellett épültek volna meg a patak átvezetését szolgáló hidak, de a közút és vasút forgalmi akadályoztatásának elkerülése, illetve minimálisra csökkentése érdekében a Mélyépterv tervei alapján átsajtolással készültek.

Mindkét szerkezet előregyártott vasbeton keretből áll, amit a Fővárosi Vízművek ROCLA csőgyártó üzemében állítottak elő. A 6,70 m széles keretelemek kétszer $2,9 \times 2,9$ m belső nyílásúak, 0,30 m falvastagsággal. A szerkezet felső szintje és a vasúti pályaszint közötti távolság 2,90 m volt. A műtárgyak a vasúti pályát egységesen merőlegesen keresztelték. A kedvezőtlen süllyedések elkerülése céljából a sajtolás idejére védő provizóriumokat építettek be. A szerkezetek külső felületükön TIPOX bevonatot kaptak szigetelés céljából, ami az átsajtolás során megfelelően ellenállt a súrlódásból származó igénybevételeknek.

Az elemek kapcsolatánál két szempont együttes figyelembevételét kellett a tervezőnek megoldani, egyrészt a vízzárást, másrészt az elemek illeszkedési felületeinek elcsúszását. A sajtolás során az elcsúszást a kúposan kialakított acél nyírócsapok, valamint az elemek peremén elhelyezett 100×100 -as szögacélok biztosították. Ezen túlmenően az elemeket hosszirányú feszítéssel rögzítették egymáshoz. A feszítőbetétek körül 90 Shore keménységű gumilemezt helyeztek el a rugalmas felfekvés és az injektálhatóság miatti vízzáróság biztosítása céljából.

Az illesztési hézagok vízzáróságát előre kialakított hornyokba helyezett gumitömlővel oldották meg, amit a hosszirányú feszítés megtörténte után cementhabarccsal injektáltak ki. A 64,00 m hosszú műtárgy hosszirányban három részre bontható, a két végen zsilipes elzáró szerkezettel kialakított monolit vasbeton elő- és utófej, valamint az előregyártott elemekből épült hosszirányban utófeszített közbenső műtárgyszakasz. A szerkezet vizsgálhatóságát a mindkét végen és mindkét nyílásban lezárható zsilipek biztosítják (4. és 5. ábra).

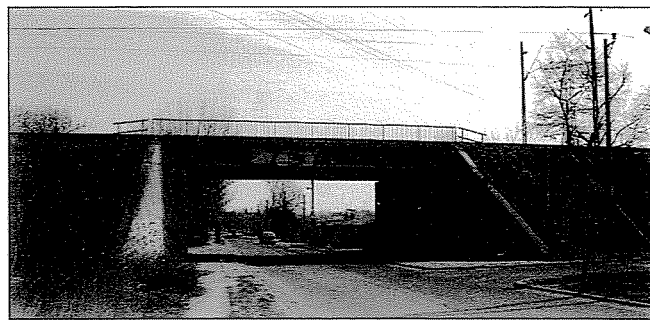
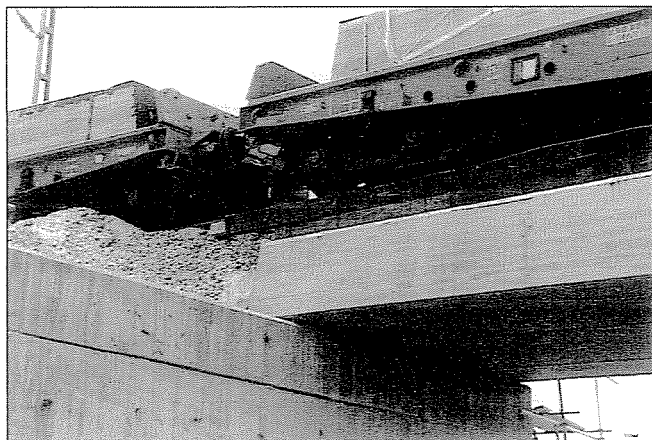
3.2 Köracélbetétes vasbeton lemezhid

3.2.1 Budapest, Balparti Körvasút Méhes úti hídja

A 10,0 m nyílású, két db egyvágányú acélszerkezetet váltotta fel a hídtengelyre szimmetrikus bővítéssel a 13,0 m nyílású köracél-betétes lemezhid.

A felszerkezetek előregyártását, a hídszerkezet átépítését az akkori MÁV Hídepítési Főnökség végezte saját műszaki tervei alapján. A híd merőleges az útpálya tengelyére. A kétvágányú vasbeton lemezhid az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat szerinti U jelű terhelésre épült. Felszerkezetét az előregyárthatóság érdekében hosszában szeletelve alakították ki. A felszerkezetet vágányonként 2-2 db közbenső elemből és 2 db

6. ábra: Méhes úti híd építési állapota 1992-ben



7. ábra: A Méhes úti híd mai lát képe

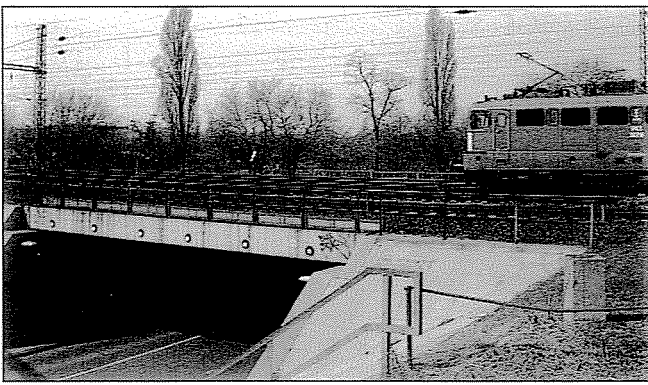
szélső szegélyelemből áll. A közbenső előregyártott elemek 70 t/db, a szélső elemek pedig 54 t/db tömegűek. A felszerkezetek vasalása mintaterv szerinti, azzal a különbséggel, hogy az egyes felszerkezeti darabokban fellépő csavarást az erre méretezett, zárt kengyelezésekkel vették fel. A hídfalazatokat az alapok felső síkjáig elbontották, az alapokat az új falazatoknak megfelelően kiszélesítették. Az új falazatok tetejébe betonozták a felszerkezeteket rögzítő tüskéket. A kivitelezés 2 db P26 típusú provizórium háromfázisú beépítésével történt. Az építés azon fázisát mutatja a 6. sz. ábra, ahol az egyik vágány új szerkezetén már megy a vasúti forgalom. A hidat a hatóság 1992-ben helyezte használatba. A használatbavétel előtti próbaterhelést a Budapesti Műszaki Egyetem Vasbetonszerkezetek Tanszéke végezte. A híd mai állapotát mutatja a 7.sz. ábra. A MÁV felkérésére a BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke 1993-ban további ellenőrző és kiegészítő méréseket végzett a hídon. Megállapításait kutatási jelentésben rögzítette. A statikus vizsgálatok alapján a mért és számított feszültségek, ill. lehajlások összehasonlítását összegezve megállapította, hogy a mért maximális betonfeszültség a számítottnak mintegy 92 %-a, acélfeszültségek esetében ez az arány 33-49 %-os, a lehajlásoknál pedig 58 %-ra adódik.

3.3 Tartóbetétes hidak

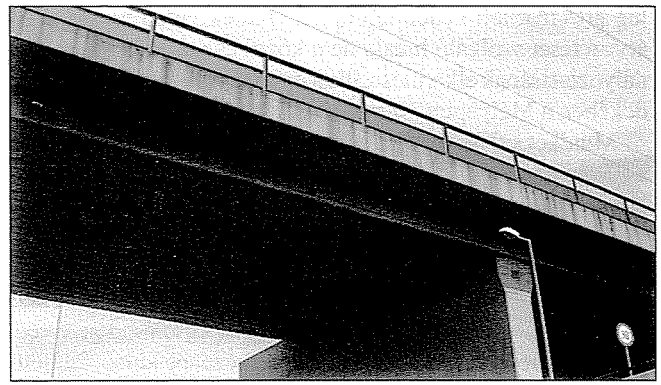
A tartóbetétes hidak – a szerkezeti kialakítás és a statikai számítás fejlődésével az 1960-as évek közepétől a vasúti vasbeton hidépítések közkedvelt típusává váltak. Az állvány nélküli építési lehetőség, a kis szerkezeti magasság, a zúzottkő ágyazat átvezetésének lehetősége és a fenntartási költségek kedvező alakulása nagymértékben segítettek e szerkezet térhódítását, mind hazánkban, mind más európai vasutaknál. A 12,0-20,0 m közötti nyílástartományban az acélhidak szerepét nagymértékben csökkentette ez a hídtípus. Számos előnyük mellett a tartóbetétes hidaknak lényeges hátránya, hogy acélszerkezetük igényük magasabb a vasbeton hidakénál. Ez a hátrány főleg a 8-10 m feletti nyílású tartóbetétes hidaknál mutat jelentős különbséget. Ez az ára annak, hogy az ilyen híd tartószerkezete, élettartama alatt karbantartást nem igényel.

3.3.1 Budapest Keleti - Hegyeshalom, Budapest Józsefváros – Budapest Ferencváros, Budapest Ferencváros - Kőbánya-felső vasútvonalak Fertő úti hídja:

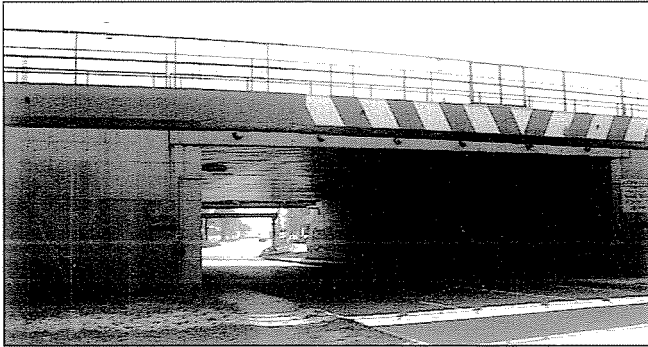
A közutat a Népligetben átvezető útaluljáró több lépcsőben épült az 1900-as évek fordulóján. A 4 vasútvonal átvezetését szolgáló 6 db egyvágányú, 12,0 m nyílású acélhid sebesség és tengelysúly korlátozással felelt meg az igényeknek. A műtárgykomplexum biztonságát szolgáló védőkapuk sem tudták a szélső vágányokban lévő szerkezeteket megmenteni a közúti ütközésektől. Mindent összevetve, többszörös megerősítésük után sem lehetett azokat forgalomban tartani. Az 1995. évi anyagvizsgálati eredmények alapján a közel 100 éves falaza-



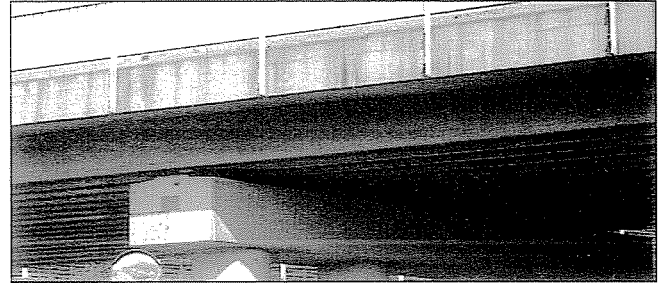
8. ábra: Fertő úti híd keresztbe feszített szerkezete



10. ábra: Nádorkerti úti híd



9. ábra: Fertő út mai látképe



11. ábra: Szerémi úti híd

tok megerősítésre szorultak. A falazat dél-keleti részén a Kőbánya - Hízláló pu-ra vezető vágány funkcióját veszítette, ezért újjáépíteni nem kellett. Az új szerkezeti tervek már csak 3 vasútvonal, ill. 5 vágány átvezetésére készültek. A terveket a Pont -TERV Mérnöki Szolgáltató Kft. készítette. Először tanulmányterv készült négyféle változatban. A döntés tartóbetétes lemezhiód mellett szólt. A rossz állapotú falazatok miatt a szárnyfalak és ellenfalak bontását a síkalap felső síkjáig el kellett végezni, az alapok észak-nyugati oldalának (Budapest Józsefváros - Budapest Ferencváros vasútvonal melletti) szélesítése részfalakkal történt. A felszerkezetek szögátfalakra kerültek. A hídfők visszabontása lehetővé tette 12,6 m nyílás kialakítását a híd alatt. Az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat szerinti Ú jelű terhelésre méretezett, tartóbetétes lemezhiód hosszirányban szeletelt szerkezetének összekapcsolása keresztirányú feszítéssel történt (8. ábra). A 9. ábrán a híd mai képe látható.

működnek (11. ábra). Ez a híd volt az első plasztikus elmélet alapján tervezett tartóbetétes hidunk. Az ismertett kialakítással jelentős anyagmennyiség takarítható meg, azonban nehezebb a kivitelezés a túlságosan hosszú tartók szállításával és szerelésével. Mindkét híd építéskor a vasúti forgalmat, kerülő töltésre fektetett vágányok megépítésével biztosították, mivel az ország legfontosabb állomásközében a forgalmat az építés idejére nem lehetett szüneteltetni.

3.4 Szekrénytartós hidak

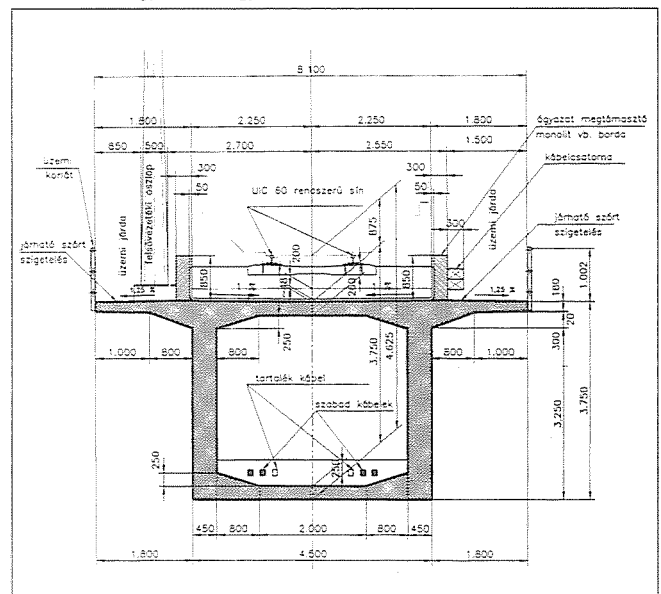
A 15-20 m körüli vagy ennél nagyobb nyílástartományban, elsősorban feszített vasbeton szerkezetek esetén, szekrénytartós hidak építhetők gazdaságosan. Az 1994. évi krétai Páneurópai Közlekedési Konferencia, amely V. sz. korridorként jelölte ki a Triesztet Budapesten át Lvovval összekötő nemzetközi vasúti folyosót, adta meg azt a lehetőséget, hogy hosszú idő után épülhessen egy új vasútvonal Magyarországon. Most

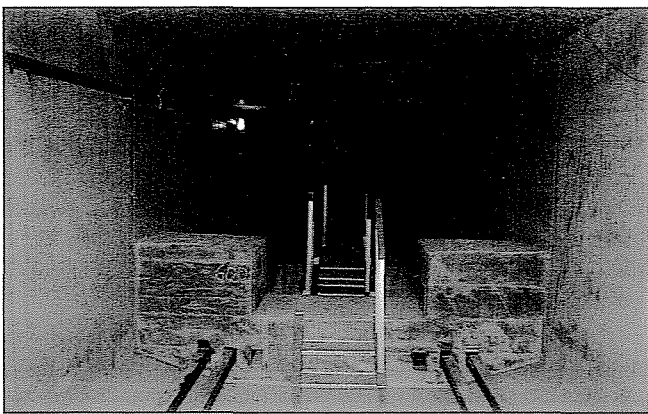
3.3.2 Budapest Keleti- Hegyeshalom vasútvonal, Nádorkerti és Szerémi úti hidak

Budapesten 1995-ben a Lágymányosi közúti Duna-híd építéséhez kapcsolódóan, a budai oldali úthálózat fejlesztése miatt, a Déli összekötő-vasúti Duna-hídat követő Nádorkerti úti jobb és balvágányú acélhidak, kétnyílású, 3 (2+1 távlati) vágánynak helyet adó, merev acélbetétes vasbeton lemezhiódá épültek át. Az acélgerendákat építési állapotban kéttámaszúként méretezték úgy, hogy a közbenső támasz felett az üzemi terhekből származó igénybevétel erre szolgáló vasalás veszi fel (10. ábra). A híd egyik nyílásában közutat, a másik nyílásában gyalogaluljáró feljáró rámpáját vezet át.

Ugyancsak az új Duna-híd megépítése miatt vált szükségessé a Szerémi út vasút alatti átvezetése, ezzel Budapest Ferencváros és Budapest Kelenföld között új közúti aluljáró épült. A kétnyílású közúti útaluljáró méretében, szerkezeti kialakításában nagyon hasonlít a Nádorkerti úti hídra. Lényeges eltérés a két szerkezet között abban mutatkozik, hogy az utóbbinál a merev acélgerendák gyártási hossza a híd hosszával közel azonos, így építési állapotban is többtámaszú tartóként

12. ábra: Nagyrákosi völgyhíd keresztmetszete





13. ábra: Nagyrákosi völgyhíd szerkezetének belseje

már magunkénak mondhatjuk a korridorba illeszkedően a magyar vasúthálózat leghosszabb hídját, az 1400 m hosszú nagyrákosi völgyhidat. Ez a szekrénytartós szerkezet három szerkezeti egységben, egy 704 m hosszú egyenes tengelyű és egy 614 m hosszú körív tengelyű hídként szakaszos előretolós technológiával, a középső 77 m hosszú kétnyílású része pedig helyszínen, állványon betonozva készült (12. ábra). Az un. I. jelű völgyhíd Közép-Európa leghosszabb feszített vasbeton felszerkezetű vasúti hídja. A szerkezet belsejét láthatjuk a 13. ábrán. A következő, kisebb hosszúságú, azonos típusú szerkezet ugyancsak ezen a Zalalövő-Bajánsenye vasútvonalon található, a II. jelű völgyhíd a maga 200 m-ével, ugyancsak a szakaszos előretolós módszerével készült. A hid részletes ismertetése a Vasbetonépítés folyóirat I. évf. 4.sz., a II. évf. 1-4 sz. és a III. évf. 1.sz. számaiban található.

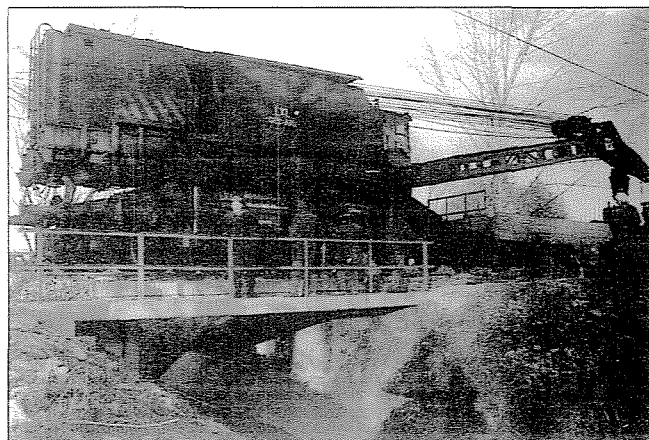
3.5 Felépítmény kialakítása a vasbeton szerkezeteken

Az eddig említett szerkezetek mind ágyazátvezetéssel készültek, de a szerkezeti változások között a közvetlen sínleerítés és a rugalmas ágyazás módszere is alkalmazásra került vasútvonalainkon. A Diósjenő–Romhány vonalon egy 1909-ben épült acélszerkezetet váltott ki az a közvetlen leerősítéses vasbeton műtárgy, amely az egykori MÁV Budapesti Hídfenntartó Főnökség tervezésében és kivitelezésében, 1989-ben készült és a 14. és a 15. ábrákon látható. Az első vasbeton szerkezetek rugalmas ágyazású sínleerősítéssel a Dombóvár–Gyékényes vasútvonal Dombó- és Rigóczy-patak hidjai voltak. Ugyanilyen kialakítású vasbeton szerkezet váltotta ki a Budapest–Nagykanizsa vasútvonal balatonaligai sérült régi acél áthidaló szerkezetét, ami közúti ütközés következtében vált használhatatlanná. A műtárgyon a pálya kialakítása a 16. sz. ábrán látható. A közvetlen leerősítéses, ill. rugalmas ágyazású sínrendszerek hazai alkalmazását elsősorban a szerkezeti magasság csökkentése indokolja. A nemzetközi alkalmazás elsősorban nagysebességű vonalakon került bevezetésre. Egy osztrák konferencia bemutatóján készült a kiállított mintáról a 17. ábra.

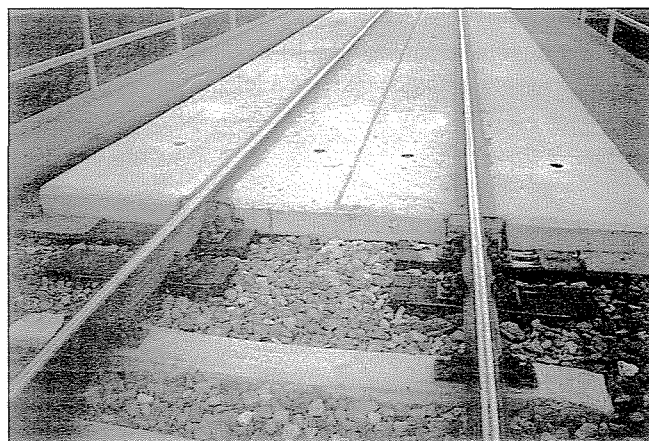
Nem csak a leerősítés módjában, de a sín rendszerében is várható változás, amiről 2004-ben értesülhettünk a szakirodalomból. Angliában és Spanyolországban került kísérleti alkalmazásra vasúti pályában a 18. sz. ábrán látható megoldás, amelyet minden bizonnyal hídon való kialakítás is követ. A sín 74 kg/m súlyú, és a BB14072 típuszámot viseli. A nyomtávolság ± 1 mm-en belül beszabályozható. Ennél a kialakításnál a szerkezethez való bekötést szolgáló vályú nem sérül a síncsere alkalmával. A sínaltp kialakítása pedig azt eredmé-



14. ábra: Közvetlen leerősítésű vasbeton lemezhid beemelése 1989-ből

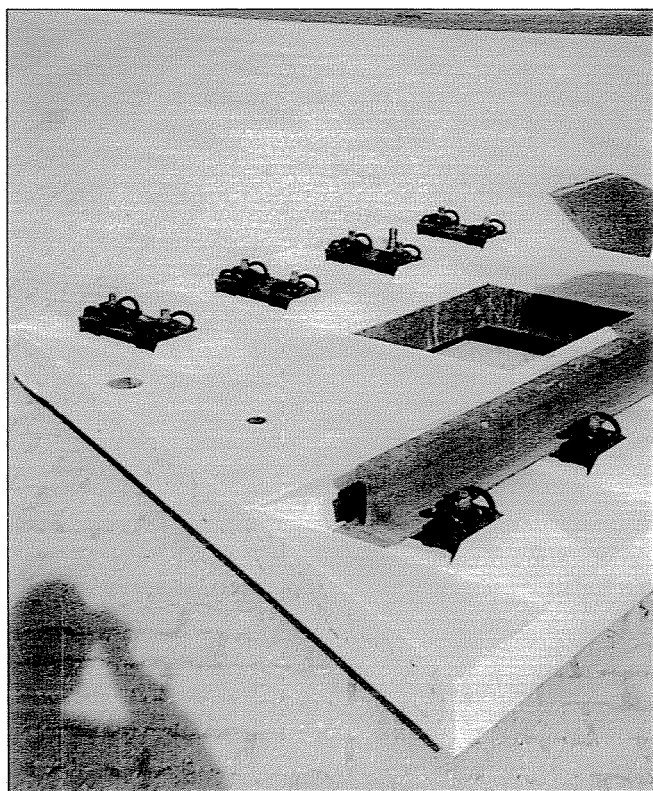


15. ábra: Közvetlen leerősítésű hid próbaterhelése, a beemelését is végző gőzdaruval

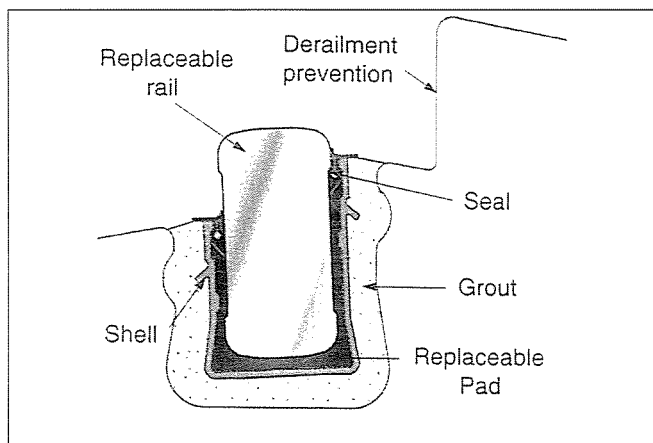


16. ábra: Rugalmas ágyazású sínrendszer vasbeton hídon

nyezi, hogy mintegy 40 %-kal kisebb maradó feszültség keletkezik a sínben, mint az a sík talpú változatnál tapasztalható. Egy a nottinghami Trent Egyetem által irányított kísérlet azt



17. ábra: Közvetlen sínleerősítés kiállítási képe



18. ábra: Új típusú beágyazott sínrendszer nemzetközi alkalmazása

mutatta be, hogy sintöréskor a rendszer helyben áthidalja a sint, ezzel megakadályozza a vonat kisiklását. A sint rögzítő vasbeton szerkezet élettartamát 60 évre becsülik. A sínek várható élettartama eléri a 30 évet. Ez a sín rögzítési és ágyazási módszer folyópályánál mintegy 30 %-kal kerül többbe, mintha zúzottkő ágyazatba lenne fektetve a felépítmény, ugyanakkor szakértők szerint a fenntartási költségek 80 %-kal csökkennek.

4. ÉRDEKESSEGEK

4.1 Vasbeton ívekkel erősített boltozatok

4.1.1 A Budapest-Vác vasútvonal Malomvölgyet áthidaló zebegényi völgyhídja (a régi boltozat felett, erősítő vasbeton ívekkel)

A több mint 100 éves, 75 m teljes hosszúságú, 7,52-7,55 m közötti nyílásokkal kialakított hídon az 1980-as években sebességkorlátozást kellett bevezetni. Új hidat építeni a műem-

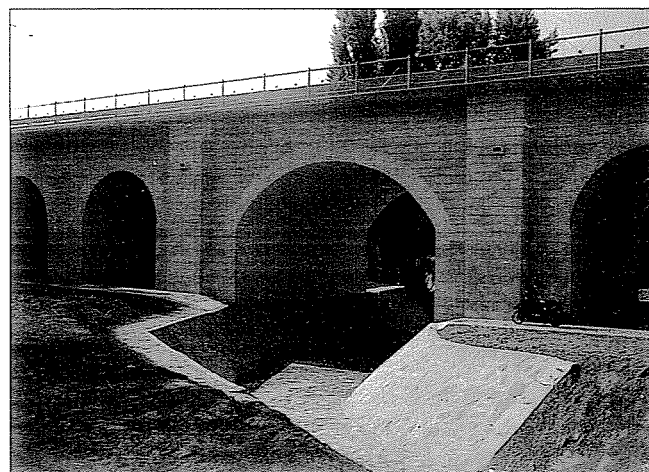
lék jelleg miatt nem lehetett, ahogy a hidat vasútvonal korrekcióval kiiktani sem lehetett a nyomvonalból a terepadottságok és az állomás közelsége miatt. Az Uvaterv a BME Építőanyagok Tanszék bevonásával 1989-ben elvégezte a híd statikai felülvizsgálatát. Az anyagvizsgálat az alépítmények anyagára az előírt biztonság mellett jó szilárdsági értékeket mutatott ki. Tervezési feladat volt a műemlékjelleg megtartása mellett, hogy a híd teherbírás, keresztmetszeti kialakítás szempontjából feleljen meg a korszerű vasútüzem követelményeinek.

A régi híd teherbírásának növelésére, a boltozatok tehermentesítése céljából olyan szerkezetet kívántak építeni, amely a legkisebb szerkezeti magasságot, ezáltal a vasúti pályaszint legkisebb emelését igényli. A vasúti távlati fejlesztés igénye szerint szélesítették ki a hidat a hegy felőli oldalán, így megtarthatták a híd Duna felőli esztétikai szempontból értékesebb oldalát. A szélesítés alapozása 0,6 m átmérőjű fűrt cölöpökkel készült mind a pilléreknél, mind a hídfőknél. A szerkezeti magasság legkisebb mértékű növelését a boltozatok fölé épített, a régi pillérekre támaszkodó, változó vastagságú (a gerincnél 1,1, a vállaknál 1,6 m) monolit vasbeton ívekkel lehetett megvalósítani. Az áthidaló szerkezet a pillérekkel sarokmereven egybeépített vasbetonívek sorozata, a szélesítés szerkezete hétnyílású folytatólagos keret. A régi téglaboltozatok és az új vasbeton ívek közé 0,1 m vastagságú Nikecell réteget helyeztek, így a régi boltozatokat csak a vasbetonívek önsúlya terheli. A vasbetonívek a terheket közvetlenül az alépítményeknek adják át. Az ívek közötti összekötő „völgyet” vasalatlan betonnal töltötték ki a zúzottkő ágyazaton átfolyó csapadékvíz elleni szigetelés alapjául. A vízkivezetések a pillérek felett két irányban, a szegélyfalakon lévő víznyelők felé esésben kerültek kialakításra.

4.1.2 A Vác-Szob vasútvonal Szobi-patak hídja (a régi boltozat alatt, erősítő vasbeton ívekkel)

A zebegényi völgyhídhoz hasonlóan ugyancsak 1850-ben épült és a vasútvonal átadásával egy időben helyezték forgalomba a Szobi-patak hídját. A folyamatos hídvizsgálatok már jelezték a romlás folyamatát az 1932-ben átépített 5 nyílású, vasaltbetonnal erősített hídnál. Az 1998. évi hídvizsgálat azonban a megengedett repedéstágasság értékének több mint kétszeresét állapította meg, amely alapján a boltozatok valamiféle kiváltására, addig pedig tengely-, és sebességkorlátozásra kellett intézkedni. A felújítási munka a híd megerősítését, kiegészítését, a vízelvezetés és a szigetelés megoldását biztosította. Mivel a forgalmat a kétvágányú hídon folyamatosan fent kellett tartani, csak az alulról történő megerősítés jöhetett szóba, a hídfőknél provizóriumok védelmében. A kivitelezés köz-

19. ábra: Szobi völgy-híd



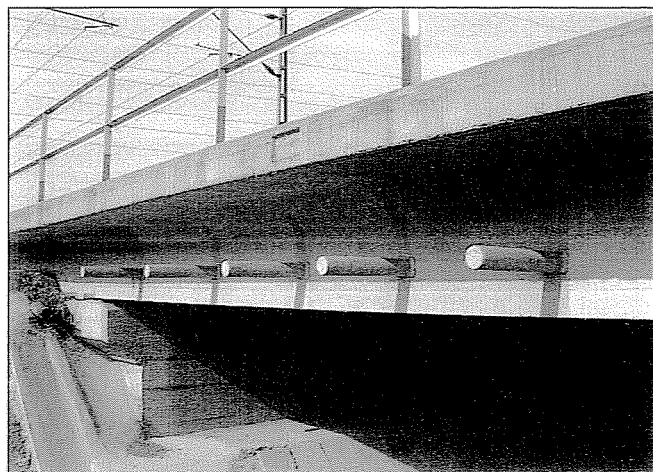
beni forgalom fenntartása miatt itt lőtt-betonos erősítés nem volt alkalmazható, így 45 cm vastag előregyártott vasbeton dongaelemekkel történt az erősítés. A dongaelemek a pillérfalba betüskézett U keretekre támaszkodnak fel. A nyílásonként három darabból álló, egyenként 2,95 m hosszú, vasbeton dongaboltozati elemek betoló-pályán kerültek a helyükre, majd rögzítésre. A régi boltozat és az új vasbeton dongaelemek közötti hézagot Hi 100-as minőségű cementhabarccsal kiinjektálták. A zúzottkő ágyazat alá beépített vasbeton lemez a teherelosztáson kívül a jó szigetelési megoldás lehetőségét is biztosította. A völgyhid átépítése a Millennium évében, 2000-ben és – a használatbavételi engedély keltezése szerint – a híd 150. születésnapján fejeződött be (19. ábra).

4.2 Patakmeder nehézgépjármű forgalomra erősítve

4.2.1 Budapest Keleti - Hegyeshalom vasútvonal, Árendás-patakhíd

A gerinclemezes acélhidak helyett 1994-ben 9,5 m nyílású tartóbetétes vasbeton lemezhid készült szeletelt kivitelben a MÁV Hídépítő Kft. tervei alapján. A hosszirányban szeletelt szerkezet összekapcsolása feszítőbetétek beépítésével történt (20. ábra). Az Árendás-patak korrekciójával kapcsolatban valósult meg a vasút alatt átfolyó patakban a harckocsi meder kialakítása. Ezzel a kialakítással, a főút és a vasútvonal keresztezése nélkül, a vasúti híd alatt való áthaladással lehetővé vált a laktanyából a harckocsi gyakorlóter megközelítése. A Pont-TERV Kft. által készített mederterv mint közlekedési úttverve vonatkozik, támaszkodik a vízépítési szakági tervre és a geodéziai felmérésre. A jármű súlya nem haladja meg a közúti "A" terhelési osztály járműsúlyát. Az egyik oldalon 10, a másik oldalon 12 %-os meredekségű, íves, rámpás kialakítású a híd alá bevezető szakasz. Az átmeneti íves kialakításnál figyelembe vették a jármű fordulási sugarát is. A meglévő vasúti híd alatt 15 m hosszú U keret épült, 90 cm magas támfallal és 50 cm széles támfal koronával. Az U keret alá 20 cm vastag kavicsrétegre került a 10 cm vastag szerelőbeton. Az U keret lemeze 10 cm vastag betonagyba rakott, fagyálló cementhabarccsal kihézagolt bazalt kockakő. A vasúti híd alapteste alá 2,25 m-rel lenyúló injektáló csöveken keresztül talajszilárdítást végeztek. A támfalak betonjának ütközés elleni védelmét az arra csavarokkal erősített, cserélhető félgömbfa biztosítja. A mederátjáró csak kisvíz esetén használható és legfeljebb 5 km/h sebességgel. A vasúti híd két oldalán a jármű-ütközések ellen védőkapukat helyeztek el (21. sz. ábra).

20. ábra: Hosszirányban szeletelt szerkezetek összekapcsolása



21. ábra: Védőkapuval védett patak-híd

A patakmeder ilyen célú felhasználásához a vízgazdálkodási társulattal is üzemeltetési szerződést kellett kötni a felhasználónak.

4.3 Vasúti híd magasépítményi szerkezet földmjként

A MÁVTI Épülettervező Iroda 1972. évi tervei alapján készült az a vasúti híd, amely egyedülálló az országban, mert egy magasépítményi szerkezet földmjként üzemel.

A $6 \times 6,0$ m nyílású vasbeton gerendahíd a Budapest Déli pu. I. és II. vágányának végeit támasztja alá. Ez a szerkezet a Budapest Déli pu. több mint 30 évvel ezelőtti átépítésekor valósult meg az üzemi épület vasúti terhelésű épületrészeként. Az átépítés során a Krisztina krt. szintje alatti pinceszinten gépészeti helyiségek, az utca szinten üzletek, vasúti utas-kiszolgáló létesítmények (csomagmegőrző-feladó raktár), a peron szinten vendéglátó-ipari helyiség, felette három szinten az utasellátó üzeméhez tartozó raktár, konyha, cukrászat, és öltöző nyertek elhelyezést. Mivel az állomásfej vágányhálózata a duplájára bővült (hat vágányról 12-re), a szűk adottságok miatt vált szükségessé az a ritka megoldás, hogy egy magas-építményen belül vasúti terhelésű földm épüljön. A földm szerkezet az utas-csarnok, az üzemi épület és a II-III. vágány között, a peron alatt haladó targoncaalagutat határoló falig terjed.

A teljes földm szakaszon, az esetleges vágányáthelyezésre tekintettel, a lehetséges mértékadó teherállásoknak megfelelő csoportosításban, az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat szerinti A jelű terhelés hasznos terhet vették figyelembe. A peronszint alatti szerkezet részben vasbeton pillér, részben vasbeton fal. A tervezés során feltárással végzett talajmechanikai vizsgálat kedvezőtlen eredményt adott, de előre jelezték, hogy a kivitelezésnél magasabb szinten található teherbíró talajt. Ez a feltételezés sikeres volt, így cölöpalapok helyett részben 3,5 m mély sicalapok készültek. A cölöpalapokat a márga kőzetbe 50 cm, a sicalapokat pedig 30-50 cm mélyen ágyazták be. A 30 cm vastag vasbeton fal alapozása 2,3 m kiosztású cölöpalapozás. A tervezésnél a felső szintekből származó többletterhelést is figyelembe kellett venni bizonyos pilléreknél.

A vasbetonhíd statikai számításánál a nyomatékok számítása folytatódólagos többtámaszú tartó, illetve a Vasúti Hídszabályzat szerinti rugalmasan alátámasztott többtámaszú lemez nagyobb igénybevételt adó alsó értéke alapján történt. A pályaudvaron előírt kisebb sebesség miatt csökkentett dinamikus tényezőt vettek figyelembe a tervezésnél.

A vasbeton hidat a vágányok végén elhelyezést nyert ütköző bakok miatt ütköző erőből keletkező igénybevételekre is ellenőrizni kellett.

A vasúti teherbírású szerkezetek, az 55 cm vastag födémlemez, a lemez alátámasztó vasbeton fal (3 helyen az ajtók feletti kiváltással), a pince oldalfalai és alaplemeze, a vasbeton pillérek vasbetonja az akkori előírások szerint B300 minőségű.

A szerkezet szigetelésvédelme minden oldalról biztosított. A vasbeton híd felső síkján pedig a vízvezetési lejtést adó betonra egy 5 cm vastag parafalemez került rezgéscsillapítás céljából, majd a 4 rétegű lemezszigetelést az ágyazat alatt 8 cm vasalt beton védi, a széleken teknőszerűen felhajtva.

A vízvezetés a II-III. vágányok között, a perontető vízvezetésével közös gyűjtő és bukó aknában keresztül történik, amelynek működését szűrő-tisztító akna segíti.

A Krisztina krt. szintjén elhelyezést nyert vasútüzemi helyiségek kerültek a vasúti terhelésű födém alá. Az átépítés egy későbbi fázisában, az I-III. vágányok megépülte után került a födém rendeltetészerű használatba.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

A vasúti hidak szerkezeti kialakításának és a vasúti pálya hídon történő átvezetésének fejlődése folyamatos. A fejlődést egyaránt befolyásolják az üzemeltetési tapasztalatok, új anyagok és technológiák megjelenése, hazai és nemzetközi kutatások eredményei. Számunkra, akik a vasúti hidak fenntartásával foglalkozunk, nagy jelentőségű a hidakon jelentkező meghibásodások helyes felismerése, a hidak forgalombiztonsága, a megfelelő időben végzett javítás, hogy a szerkezet érje el a tervezéskor elvárt élettartamát, ill. hogy az növelhető legyen. A vasúti hídfenntartásban a tapasztalat – én inkább úgy fogalmaznék, hogy – az „esetszám” kiegészíti a szakismertetet. A tervező, a pályás- és hidász mérnök, a geotechnikus, az engedélyező hatóság együttműködése korszerű, gazdaságos, környezetkímélő megoldásokat találhat mind a vasúti hidak karbantartása, mind új hídépítések során. A rugalmas ágyazású és közvetlen leeresztéses sínrendszer elterjedését segíti egyrészt a szerkezeti magasság csökkentésének, másrészt a zajcsökkentésnek egyre jobban előtérbe kerülő igénye. Fontos szempont még mind a híd típus, mind az alkalmazott sínleeresztés, ill. sínrendszer fejlődésében, hogy minél kisebb legyen a fenntartási költség. Egyes híd típusok, mint a vasbeton kerethidak és a vasbeton tartóbetétes lemezhidak, növekvő száma igazolja a vasúti hidász szakma törekvéseit.

6. IRODALOM

- Holnapy K., Rubner K. (1988) „Füzesabony MÁV állomáson gyalogaluljáró építése” *Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle* XXXVIII.évf.2. sz. Különlenyomat
- Miklósi J. (1993) „A zebegényi vasúti völgyhíd átépítése” *Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle* XLIII.évf.6. sz., pp.239-244
- Vörös J. (1999) „Előregyártott elemekből keresztirányban feszített vasbeton hidak” *Vasbetonépítés* I. évf. 2.sz., pp.35-38
- Vörös J., (1999) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 1. A beruházás előkészítése” *Vasbetonépítés* I. évf. 4.sz., pp.95-99
- Wellner P., Mihalek T.(2000) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 2. A hídszerkezet általános ismertetése” *Vasbetonépítés* 2. évf. 1.sz., pp.20-25
- Wellner P., Mihalek T.(2000) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 3. A völgyhidak tervezése” *Vasbetonépítés* 2. évf. 2.sz., pp.53-61
- Fodor J. (2000) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 4. A völgyhidak építéstechnológiai érdekességei II” *Vasbetonépítés* 2. évf. 3.sz., pp.83-92
- Becze J. (2000) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 5. A völgyhidak építéstechnológiai érdekességei II.” *Vasbetonépítés* 2. évf. 4.sz., pp.20-25
- Vörös J., (2000) „Magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai, 6. A hídszerkezetek próbaterhelése” *Vasbetonépítés* III évf. 1.sz., pp.15-23
- Bella T., Mohay K., Tápai A., Hámosi O. (2000) „Szobi ötnyílású vasaltbeton boltozatú híd átépítése” *Sínek Világa* XLIII. évf. 171 sz. 1.Különszám pp.38-50
- Briginshaw, D. (2004) “New embedded rail slab track system” *International Railway Journal* 44.k. 8.sz. pp.22-23

Kiss Józsefné (1956.) építőmérnök, a vasúti hídfenntartásban dolgozik 30 éve. Tevékenysége a dél-kelet magyarországi vasúti hidak fenntartásának, felújításának, beruházásának irányítása a Pályavasút Mérnöki Létesítmények Osztályán területi főmérnökként. Fő érdeklődési területe a hidak fenntartása, javítási lehetőségek, pálya-híd csatlakozások, szerkezetvizsgálatok, a hidakat érő rendkívüli hatások (baleset, árvíz stb.) következményeinek összegyűjtése, elemzése

REINFORCED CONCRETE BRIDGE CONSTRUCTION ON THE HUNGARIAN RAILWAY LINES FROM 1985 TO TODAY

Mrs. Edit KISS

Scanning the past 20 years of the construction of reinforced concrete bridges for railways, the article gives an account of structure development. It mentions some peculiar curiosities: firstly, the longest railway bridge in Hungary; secondly, a bridge over a stream whose bed is strengthened and thus made suitable for heavy vehicle traffic; thirdly, vaults strengthened by reinforced concrete arches; and finally, a railway bridge constructed as a solid floor of a building structure.

A VASÚTI VASBETONHIDAK ÉPÍTÉSÉRE IS VONATKOZÓ MÁV H. 2. SZÁMÚ UTASÍTÁS TÖRTÉNETE



Evers Antal

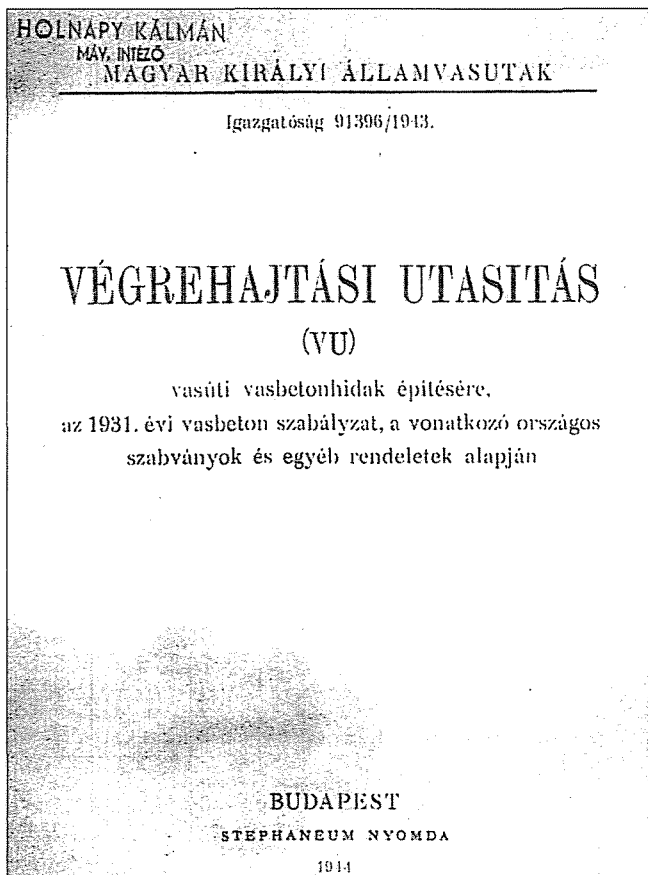
A vasúti berkekben köztudott, hogy a vasút üzemeltetését, működtetését, építését, karbantartását, műszaki felügyeletét szakmai utasítások szerint végzik. Azokat a szakterületre vonatkozó jogszabályok, építésügyi és műszaki előírások, szabályzatok, szabványok stb. alapján állítják össze úgy, hogy azok egyúttal helyettesítsék is a végrehajtó szolgálatnál az utasításokba bedolgozott rendeleteket, előírásokat. Így a végrehajtó szolgálat beosztottjait általában csak a tevékenységükre vonatkozó, vagy azokkal kapcsolatos utasításokkal látják el. Minden utasításnak a szervezeten belül van egy szervezeti egysége, amelynek feladata a hozzátartozó utasítás karbantartása, azaz az alapelőírások változása vagy új anyagok, új technológiák stb. megjelenése esetén az utasítás módosíttatása.

Kulcsszavak: utasítás, betonvizsgálat, betonminőség, receptura

1. BEVEZETÉS

A Magyar Királyi Államvasutak 1944-ben adta ki az első, a „Vasúti vasbetonhidak építésére, 1931. évi szabályzat, a vonatkozó országos szabványok és egyéb rendeletek alapján” című Végrehajtási Utasítást (VU), melynek címlapját az 1. ábra mutatja. A VU címében említett Vasbetonszabályzatot a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet adta ki. Címlapját a 2. ábra mutatja. Ez a szabályzat mindenféle vasbeton szerkezetre és ezeken belül nevesítve a közforgalmú és a magánvasúti vas-

1. ábra: Végrehajtási Utasítás 1944.



2. ábra: A Magyar Mérnök- és Építészegylet Vasbetonszabályzata 1931.

beton hidakra is vonatkozott. A Vasbetonszabályzat alkalmazását a fővárosi Közmunkák Tanácsa 1932-ben kötelezővé tette. Nincs tudomásunk arról, hogy az államvasutak vasbeton építményei tekintetében a szabályzat alkalmazását elrendelték volna. Feltételezhető, hogy ettől függetlenül az államvasúti vasbeton hidakat e szerint a szabályzat szerint tervezték az 1951. évi Vasúti Hidszabályzat hatályba lépéséig és építették az 1944. évi VU megjelenéséig.

Az 1944. évi VU- nak, ez ideig három bővített és egy átdolgozott kiadása jelent meg:

H. 2. SZ.

VÉGREHAJTÁSI UTASÍTÁS
(V. U.)VASÚTI VASBETONHIDAK, VALAMINT
SÍNBEÉTES ÉS VASTARTÓS TEKNŐHIDAK,
TOVÁBBÁ BETON HÍDFALAZATOK ÉPÍTÉSÉRE

(A vonatkozó országos szabványok és egyéb rendeletek alapján)

Jóváhagyta a Magyar Közlekedés- és Postaügyi miniszter, 7680/C—6/1950. I. 10. sz. rendeletével

HOLNAPY KALMÁN
MÁV. INTÉZŐ
BUDAPESTI PÜLL. KÖZLEKÉSI III. 5.
V. épület földszint 8.II. BŐVÍTETT KIADÁS
1950.

3. ábra: H.2.sz. Végrehajtási Utasítás 1950.

H. 2. SZ.

UTASÍTÁS

VASÚTI BETON- ÉS VASBETONHIDAK ÉPÍTÉSÉRE

IV. BŐVÍTETT KIADÁS

Jóváhagyta a Közlekedés- és Postaügyi Miniszter
122.800/1060. számú rendeletévelKÖZLEKEDÉSI DOKUMENTÁCIÓS VÁLLALAT
1967

5. ábra: H.2.sz. Utasítás 1967.

H. 2. SZ.

UTASÍTÁS

vasúti beton- és vasbetonhidak, valamint sín- és tartóbetétes
teknőhidak, továbbá beton hídfalazatok építéséreJóváhagyta a Közlekedés- és Postaügyi Miniszter
1/29/1954.-1/Hid I. számú rendeletévelIII. BŐVÍTETT KIADÁS
1955

4. ábra: H.2.sz. Utasítás 1955.

- a „H. 2. sz. Végrehajtási Utasítás vasúti vasbetonhidak, valamint sínbetétes és vastartós teknőhidak, továbbá beton hídfalazatok építésére” című II. bővített kiadás 1950-ben;
- a „H. 2. sz. Utasítás vasúti beton- és vasbetonhidak, valamint sín- és tartóbetétes teknőhidak, továbbá beton hídfalazatok építésére” című III. bővített kiadás 1955-ben;
- a „H. 2. sz. Utasítás vasúti beton- és vasbetonhidak építésére” című IV. bővített kiadás 1967-ben;

H. 2. sz.

UTASÍTÁS
VASÚTI BETON- ÉS VASBETONHIDAK
ÉPÍTÉSÉREÉrvényes: 1985. január 1-től
V. Átdolgozott kiadásKözlekedési Dokumentációs Vállalat
Budapest 1984

6. ábra: H.2.sz. Utasítás Vasúti Beton- és Vasbeton hidak építésére 1984.

- a „H. 2. sz. Utasítás vasúti beton- és vasbetonhidak építésére” című V. átdolgozott kiadás 1984-ben.

Ezek címlapjait a 3–6. ábrák mutatják.

A fenti felsorolásban láthatjuk, hogy a bővített és az átdolgozott kiadványok már H. 2. jelölésűek. A II. világháborút követő években a MÁV ugyanis rendszerbe foglalta a külön-

böző szakterületek utasításait. Az egyes szakterületek betűjelzést kaptak. Így például az ügyvitel a nagy A-t, a vasúti pálya a nagy D-t, a forgalom a nagy F-t, a vasúti híd a nagy H-t stb. A szakterülethez tartozó utasításokat pedig sorszámokkal sorolták a betűjelzés alá. A vasbeton hidakra is vonatkozó Utasítás a 2. sorszámot kapta. Így az 1950. évi VU már H. 2. jelzettel jelent meg. (Zárójelben említjük meg, hogy az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat ebben a rendszerben a H. 1. jelzést kapta). Ezt a betűs-szamos rendszert jelenleg is használja a MÁV. Napjainkban is közel száz ilyen utasítás hatályos a MÁV-nál.

Külön ki kell emelni, hogy a H. 2. számú Utasítás nemcsak a vasúti pályába építendő, hanem a vasúti pályát áthidaló vasbeton gyalogos és közúti felüljárókra, szemafor hidakra is kiterjed. Ezzel összefüggésben megemlítjük, hogy az utasítás III. és IV. kiadásának hatályát az utasítást jóváhagyó közlekedés- és postaügyi miniszter kiterjesztette a korlátolt közforgalmú és a nem közforgalmú vasutak (gazdasági, ipar- és erdei vasutak, iparvágányok stb.) hídjaira is. Az 1984. évi Utasítás hatálya újra változott, mivel annak hatálya csak „országos közforgalmú vasutak és az ezekből kiágazó iparvágányok hídjaira, valamint az e vasúti pályákat áthidaló, betonanyaga vasúti építményekre terjed ki”.

Az 1944. évi VU felépítése és rendszere megegyezett a címben említett Vasbetonszabályzattal. Terjedelme mindössze 30 oldal volt, mivel azt még együtt kellett kezelni a Szabályzattal.

2. A SZABÁLYZATOK RÖVID ISMERTETÉSE

2.1 Az 1944 évi végrehajtási utasítás

Az 1944. évi VU a következő témaköröket tartalmazta:

- a bevezető részben a VU érvénye, az építés felelősei (tervező, végrehajtó, ellenőr), az építés végrehajtása és az építési napló vezetése
- a vasbetonhoz szükséges anyagok – a cement, a homok, a kavics, a víz és a vasbetét – helyszíni vizsgálatai (kötéspróba, lepényfőző-próba, adalékanyag szétrostálása, kétes víz vizsgálata, betonacél hajlítópróba), laboratóriumi vizsgálathoz próbavétel és az alapanyagok minőségi követelményei
- a beton készítése – a bedöngölési tényező és a víz-cement tényező értékének megállapítása, a beton keverése és bedolgozása
- a kész beton jóságának megítélésének módjai – az előzetes és ellenőrző kockapróba, a vasalt és vasalatlan gerendapróba, a vasbetétek meghajlítása, toldása és szerelése, a betonfedés mértéke és biztosításának módja
- hídszerkezetek forgalomba helyezése próbaterheléssel vagy próbaterhelés nélkül
- az előírt helyszíni vizsgálatokhoz szükséges felszerelések.

Ezt a témafelépítést a bővített kiadások egyértelműen megtartották és azokat a gyakorlat és oktatás céljából részben magyarázatokkal és példákkal, valamint újabb témákkal egészítették ki.

2.2 Az 1950. évi módosítás

A jelentősebb kiegészítések a bővített kiadványokban a következők voltak:

- szemmegoszlási mintagörbék a homokos kavicshoz, szemmegoszlási mérőszám, illetve finomsági modulus és az adalékanyag szennyezők (agyag-iszap és humusztartalom) megállapítása,
- a kevert beton konzisztenciavizsgálatai – roskadási, szétterülési vizsgálat,
- tájékoztató próbakocka, a zsaluzat és mintaállvány bonthatóságának megállapításához,
- téli betonozás.

Itt kell megemlíteni, hogy ez az utasítás már nem vonatkozik az 1931. évi Vasbetonszabályzatra. Azzal már nem is kellett együtt kezelni, mivel annak minden idetartozó előírását átvette. Terjedelme ennek következtében 104 oldalra növekedett.

2.3 Az 1955. évi módosítás

Az 1955. évi módosítás fő megállapításai:

- a zúzott adalékanyag, a kötésgyorsító (Tricosal S. III.) és vízzáróságot fokozó (Tricosal Normal) anyagok alkalmazhatósága,
- a beton osztályozása és a betonminőségek jelölésének bevezetése,
- a beton alakváltozásai – hőmérsékletváltozás, zsugorodás és lassú alakváltozás,
- a mintadeszkázat és -állvány elbontása, az építmény vizsgálata, a hibák kijavítása és a betonfelületek kezelése,
- betonozás különleges körülmények között.

2.4 Az 1967. évi módosítás

Az 1967. évi módosítás fő megállapításai:

- különleges betonok és a betonozással kapcsolatos egyéb munkák,
- a beton térfogatsúlyának, vízfelvételeknek, rugalmassági modulusának és egyéb fizikai tulajdonságainak meghatározása a megszilárdult beton vizsgálata során,
- hídszerkezet, átereszt, áthidaló teknőlemez, kerethíd, híd tartozékok előregyártása,
- a víz elleni szigetelés, – szigetelési anyagok, mázas és réteges szigetelések, a szigetelések védelme, ellenőrzése és vizsgálata,
- a különféle burkolatok, kőkúpok, a vonatforgalom részére szabadon tartandó tér biztosítása az építés során.

E kiadásból törölték a hidak forgalomba helyezési fejezetet, mivel azt egy időközben kiadott másik utasítás szabályozta.

2.5 Az 1984. évi H. 2. számú utasítás

A jelenleg is érvényes utasítás azonban már nem egyszerűen az 1967. évi IV. bővített kiadás módosított, hanem annak teljesen átdolgozott és egyben bővített változata. Az átdolgozást és bővítést alapvetően az a tette szükségessé, hogy a nyolcvanas évek elején, az európai műszaki előírásokhoz történő közeledés miatt, a hídépítéseket is érintő szabványok alapvetően megváltoztak és számos új vonatkozó szabvány is megjelent. Módosultak a cement-, az adalékanyag-, a betonacél-, valamint a betonfajták jellemzői és minőségi követelményei, továbbá megváltozott ezen anyagok megnevezése, vizsgálata és minősítési módja. Ezen kívül az építés területén új előírásokat és a korábbiaktól lényegesen eltérő, korszerű technológiákat

| Az alkalmazandó cementminőség, cementadagolás, szemeloszlás és betonkonzisztencia, vasúti beton és vasbeton műtárgyak építésénél | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|---------|---------|--------|---------------|-----------------|
| A szerkezeti rész megnevezése | Az előírt betonminőség | Cementadagolás kg/m ³ | | | | Szemszerkezeti határgörbék | | | | Konzisztencia | |
| | | 300* | 400 | 500 | 600 | 300 | 400 | 500 | 600 | kézi | gépi |
| | | Cement felhasználása esetén | | | | | | | | | |
| 1. Betonlaplester (Vasbeton szerkezetű alapokat lásd 4. pontban) ... | B. 50 | 150 | 150 | 150 | + | I.-II. | I.-III. | I.-III. | + | fn. | gy. k. |
| 2. Betonfalazatok (Vasbeton szerkezetű falakat lásd 4. pontban) ... | B. 70 | + | 180 | 180 | + | + | I.-III. | I.-III. | + | | gy. k. |
| 3. Beton csőáteresz, betonboltozat, valamint sín és tartóbetetes hídk áthidaló szerkezei és ... Vasalt betonszerkezetek | B. 140 | + | 300 | 250 | + | + | I.-II. | I.-II. | + | | gy. k. |
| 4. Vasbeton csőáteresz, vasbeton boltozat, valamint vasbeton áthidaló szerkezetek 4 m nyíláson alul és egyéb vasbetonszerkezetek (&) ... | B. 220 | + | + | 300 | 300 | + | + | I.-II. | I.-II. | | gy. k., vagy k. |
| 5. Vasbeton áthidaló szerkezetek 4 m nyíláson feül ... Vasbeton sarukövek és sarugerendák | B. 300 | + | + | 400 | 350 | + | + | I.-II. | I.-II. | | gy. k., vagy k. |

Jelmagyarázat:

- * = Ilyen cement csak kivételes esetben használható.
- + = Ilyen cement, illetve szemszerkezet nem használható.
- = Az adalékban a homok súlyszázaléka max. 35% lehet.
- & = Különleges holtzatok és ívhidak kivételével.
- fn = földnedves.
- k = képlékeny.
- gy = gyengén.

Megjegyzés: A különböző szerkezeti részekhez elsősorban a bekeretezett cementfajtát kell felhasználni.

7. ábra: Alkalmazandó cement minőség és cement adagolás az 1955. évi utasításban

8. ábra: Cement minőség és cement adagolás az 1967. évi utasításban

| A vasúti beton- és vasbetonhidak építésénél alkalmazandó cementminőség, cementadagolás, szemeloszlás és betonkonzisztencia | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------|---------|---------|--------|---------------|
| Sorszám | A szerkezeti rész megnevezése | Az előírt betonminőség | Cementadagolás kg/m ³ | | | | Adalékanyag osztálya | | | | Konzisztencia |
| | | | 300* | 400 | 500 | 600 | 300* | 400 | 500 | 600 | |
| | | | cementminőség felh. sználás. esetén | | | | | | | | |
| 1. | Beton aljzatok Kiháló betonok | B 50 | 180 | 150 | 150 | - | I.-II. | I.-III. | I.-III. | - | fn kk |
| 2. | Beton alaptettek | B 70 | 250 | 180 | | | | | | | kk |
| 3. | Beton felmenőfalak | B 100 | - | 230 | 180 | - | - | I.-II. | I.-II. | - | kk |
| 4. | Beton csőátereszek Beton boltozatok Sín- és tartóbetetes teknőhidak áthidaló szerkezete Vasalt betonszerkezetek Kéregbeton | B 140 | - | 300 | 250 | - | - | I.-II. | I.-II. | - | kk |
| 5. | Vasbeton keretszerkezetek Vasbeton csőátereszek Vasbeton boltozatok és ívek Vasbeton áthidaló szerkezetek Együttdolgozó szerkezetek Sarugerendák Szegélygerendák | B 220 | - | - | 300 | 270 | - | - | I.-II. | I.-II. | kk k |
| | | B 300 | - | - | 400 | 350 | - | - | I. | I. | kk k |

Jelmagyarázat: x ilyen cement csak agresszív talaj, vagy talajvíz esetén alkalmazható
fn földnedves
kk lényegesen képlékeny
k képlékeny.

Megjegyzés: 1. A különböző szerkezeti részekhez elsősorban a bekeretezett cementfajtát, illetve cement mennyiséget kell felhasználni.
2. Az 5. sorszám alatti szerkezeteket, illetve műtárgyakat a vonatkozó terv előírásaitól függően kell B 220 vagy B 300-as minőségű betonból készíteni.

vezettek be. Időközben érvénybe lépett a nemzetközi SI-mértérendszer is, ami szintén sok változást jelentett a korábbi előírások tekintetében. Az átdolgozott utasítás felépítése, rendszere természetesen megegyezett az 1967. évi H. 2. számú Utasítással, de terjedelme annak kétszeresére – 320 oldalra – nőtt.

Az utasítás jelentősebb kiegészítései:

- transzportbeton összetétele, készítése, keverése, szállítása, átadása, vizsgálata,
- különleges betontechnológiák és betonérlelési módok,
- speciális előregyártási megoldások,
- injektálás, mint hézagkitöltő és javító eljárás,
- a beton minőségellenőrzési rendszerei és a beton minősítése,
- a beton és vasbeton korrózió elleni védelme,
- kivitelezők és ellenőrök szakképzettségi követelményei,
- építési vizsgálati adatlap alkalmazása.

Itt kell megjegyezni, hogy ez az Utasítás még nem tartalmaz előírást a feszített vasbeton hidak építésére.

A fenti ismertetésből kitűnik, hogy a jelenleg is érvényes 1984. évi H. 2. számú Utasítás lényegében 40 évi szakmai fejlődés eredménye, és már teljes körűen szabályozza a beton és vasbeton hidak legkülönbözőbb körülmények és adottságok közötti építését és meghatározza azok megfelelőségi követelményeit.

Külön ki kell emelni, hogy a betonok összetételére a mindenkor érvényes H. 2. számú Utasítás mindig tartalmazott egyértelmű receptet. Attól általában csak az építető külön eseti engedélyével lehetett eltérni. Az 1944. és az 1950. évi Utasítás receptje még nagyon egyszerű volt: a vasbeton betonjához csak nagyszilárdságú, illetve 600-as vagy esetleg 500-as minőségjelű portlandcement használható, melynek adagolása 300 kg/m³, a homok és a kavics keverési aránya 2:3 vagy 3:2, a víz-cement tényező, azaz a keverővíz és cementtartalom aránya 0,5–0,6 legyen.

| A különböző híd szerkezeti részekhez alkalmazandó hidbetonok nyomószilárdsági osztályai és összetételük főbb jellemzői | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|----------------------|-------------|
| A híd szerkezeti rész megnevezése, a betonszerkezet fajta | A beton nyomószilárdsági osztálya | A cement | | A beton konzisztencia fokozata | Az adalékanyag $d_{max} = 32 \text{ mm}$ | | |
| | | fajtája legelőbb | adagolása kg/m^3 | | szem-meg-osztási | iszap-ágyg-ter-letom | hiszta-régi |
| osztálya | | | | | | | |
| Szerelőbeton, aljzatbeton | C 4 B 5 (B 50) | 250 kspc 60 | 150 | FN | II. | P, Q, R | T, TT |
| Kilőtőbeton, rövíd élet-tar-mú falazat | C 6 B 7,5 (B 70) | 250 kspc 60 | 175 200 | FN KK | | | |
| Alapítási, alá-rendelt jelen-tősdgű szer-kezet, ha fa-gy-nak nincs klléve | C 8 B 10 (B 100) | 350 ppc 20 350 kspc 40 | 200 225 | FN KK | | | |
| Falazat, 2,0 m és ennél kisebb nyílású átérés és boltozat | C 10 B 12,5 (B 140) | 350 ppc 20 350 kspc 40 | 225 250 | FN KK | I. – II. | | |
| Vasaltbeton szerkezetek, 2,0 m-nél nagyobb nyílású boltozatok és átérések | C 12 B 15 (B 200) | 350 ppc 10 350 kspc 20 | 300 325 | KK K | | P, Q | TT |
| Vasbeton-szerkezetek általában | C 20 B 25 (B 280) | 450 ppc 10 450 kspc 20 | 350 375 400 | KK K F | I. | | |
| Különleges vasbeton szerkezetek | C 25 – – C 40 – B 30 – – B 45 (B 350 – – B 560) | 450 pc | kísérlettel kell megállapítani | | | P | |

Megjegyzés: Agresszív közeg esetén az S 54 350 pc adagolását esetenként kell meghatározni.

9. ábra: Cement minőség és cement adagolás az 1984. évi utasításban

Az 1955., az 1967. és az 1984. évi Utasítás szerinti betonreceptet a 7–9. ábrák tartalmazzák. A 7. és 8. ábra adataiból kitűnik, hogy az 1955. és az 1967. évi Utasításban a vasbeton hidakat két kategóriába sorolták. A 4 méter és kisebb, valamint az annál nagyobb nyílásméretűekre eltérő betonreceptet állapítottak meg a megkívánt – B 220 és B 300 – betonminőségnek megfelelően. A 9. ábra adataiból kitűnik, hogy az 1984. évi H.2. számú Utasítás szerint a vasbeton szerkezeteket egységesen C 20, illetve B 25 nyomószilárdsági osztályba tartozó betontól kell készíteni, melyhez a bedolgozás módjához igazodóan három receptet ad meg. Az ennél nagyobb szilárdságú betontól tervezett szerkezeteket már különlegesnek nevezi. Az azokhoz szükséges beton receptjét egyedileg, kísérlettel kell megállapítani. Ez az Utasítás a vasbeton szerkezetekhez elsősorban transzportbeton alkalmazását írja elő, figyelemmel arra, hogy ezzel lehet a beton egyenletességét és megbízhatóságát legjobban biztosítani.

3. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A H. 2. számú Utasítás kezdettől fogva a végrehajtót, illetve a kivitelezőt arra kötelezte, hogy az építés befejeztével a beton,

illetve a vasbeton megfelelőségét minden esetben igazolja. Ennek módját az utasítás részletesen meghatározta. Az igazolásnak ki kellett terjednie a betonhoz felhasznált alapanyagokra, a betonacélra, a megkevert friss és a megszilárdult betonra egyaránt. A felhasználhatóságot a cementnél és a gyanús keverővíznél laboratóriumi vizsgálati eredményekkel, a homokos kavicsnál az építéshelyi vizsgálati eredményekkel, a betonacélnál a gyártó által kiállított minőségi bizonyítvánnyal kellett igazolni. A friss betonnal általában a roskadási vagy szétterülési vizsgálati eredménnyel a bedolgozott beton konzisztenciáját kellett igazolni, a megszilárdult betonnal a betonzás közben készített ellenőrző próbakockák laboratóriumban végzett törésének eredményeivel a beton 28 napos törőszilárdságát kellett igazolni, a próbaterhelésre kötelezett vasbeton hidaknál a vasalt próbagerendák törési eredményével a beton hajlító-törőszilárdságát és a vasalatlan próbagerendák törési eredményével a beton húzószilárdságát kellett igazolni.

A H. 2. számú Utasítás kiadássorozatát értékelve megállapítható, hogy az Utasítás egymást követő kiadásai (az érvényességi időszakokban) korszerűen szabályozták a vasúti vasbeton hidak építését. Ennek köszönhetően, a széleskörű szakmai megítélés szerint is, a MÁV vasbeton hídjait általában jól és megfelelő minőségben építették. Ez feltételezhetően köszönhető annak is, hogy a vasbeton hidakat a MÁV túlnyomó részben önkezelésben, azaz saját kivitelezésben építette. A szolgálati fegyelem, véleményünk szerint nagyban hozzájárult a megfelelő minőségű kivitelezéshez. Napjainkban azonban már a vasúti vasbetonhidak építését is a MÁV-tól független vállalatok végzik. A MÁV-nak feltétlen érdeke, hogy a vasbeton hídjait a jövőben is a H. 2. számú Utasítás szerint építsék. Annak betartását a kiviteli szerződésben lehet feltételként előírni. Ehhez természetesen „naprakész” utasításra van szükség. Ezt a követelményt azonban a jelenleg érvényes 1984. évi H. 2. számú Utasítás módosítás nélkül már nem elégíti ki. Az Európai Unióhoz történt csatlakozás következtében ugyanis olyan jogszabályok, műszaki előírások, szabványok jelentek meg, melyek szükségessé teszik az utasítás módosítását. A módosítást sürgeti még a vasúti feszített vasbeton hidak rendszerbe állításának az igénye is.

Evers Antal (1932) okleveles szerkezetépítő mérnök (BME 1956), címzetes főiskolai docens, nyugalmazott MÁV mérnök főtanácsos. Szakterülete a vasúti hidak. Munkahelyei: MÁV Hídepítési Főnökség (1956-1966), Közlekedési és Postaügyi Minisztérium Vasúti Főosztály (1966-1984), Közlekedési Főfelügyelet (1984-2000), Központi Közlekedési Felügyelet (2000-2003). Közreműködött az algyői és a csongrádi vasúti Tisza-hidak átépítésében, a bajai Duna-híd átalakításában, a nagyrákosi vasúti völgyhidak építésében. Meghívott előadó a budapesti, majd a győri műszaki főiskolán (1970-1990). A Széchenyi-emlékérem és a Korányi-díj tulajdonosa.

HISTORY OF NO. H. 2. INSTRUCTIONS OF HUNGARIAN RAILWAYS WHICH CONCERNS ON REINFORCED CONCRETE RAILWAY BRIDGES

Antal Evers

The article reviews the origin and development of the railway instructions which are mentioned in its title from the origination to today. The practical method and importance of the instructions is emphasized on the field of the reinforced concrete railway bridges.

VASÚTI BOLTOZOTT HIDAK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA ÉS REHABILITÁCIÓJA



Orbán Zoltán

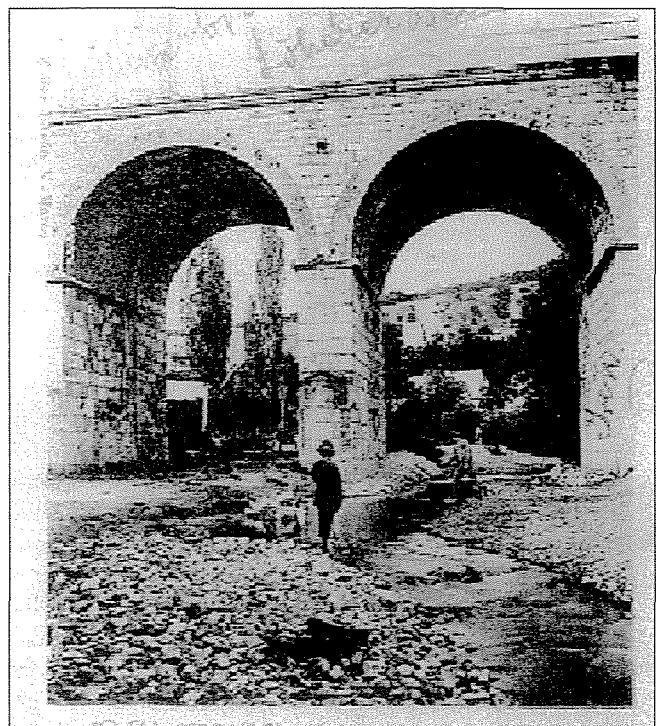
A cikk régi téglá-, valamint kőanyagú vasúti boltozott hidak állapotvizsgálatának és rehabilitációjának néhány új lehetséges módszerét mutatja be. Rámutat arra, hogy az optimális megerősítési technológia megtervezéséhez elengedhetetlen a meglévő szerkezet teher alatti viselkedésének és meglévő teherbírásának megbízható ismerete, valamint a várható tönkremeneteli folyamatok előrelátása. Mindehhez azonban megfelelő számítási és diagnosztikai eljárások alkalmazására van szükség. Ismertetésre kerül továbbá néhány megerősítési eljárás is, amelynek fő alapelve a meglévő szerkezeti kapacitás kihasználása.

Kulcsszavak: boltozott hidak, nemzetközi kutatás, roncsolásmentes diagnosztika, rehabilitáció

1. BEVEZETÉS

A téglá és kőanyagú boltozott hidak jelentős részét képezik a hazai és az európai vasúti hídállománynak. Az európai vasúti hálózat kölcsönös átjárhatóságának elősegítése szempontjából kiemelkedő jelentősége van annak, hogy régi, boltozott kialakítású hídjaink megfelelőségét a vonatkozó európai normák szerint ellenőrizzük és biztosítsuk.

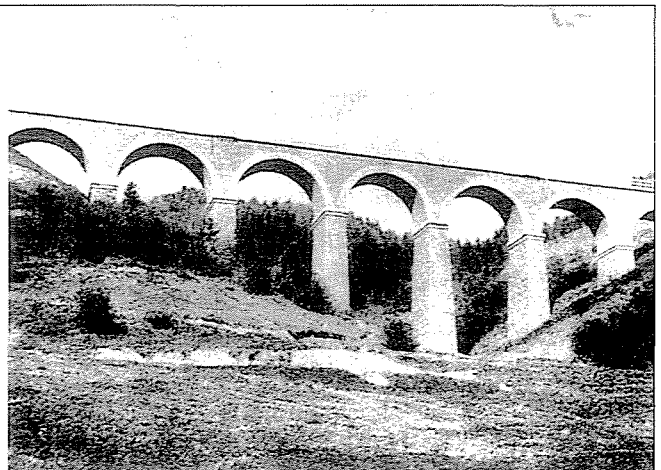
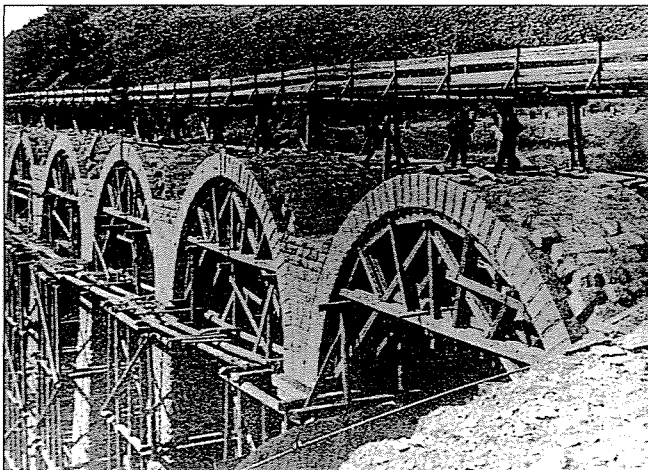
A boltozott vasúti hidak problémaköre nemcsak hazánkban, hanem más európai országokban is sok fejtörést okoz az ezzel foglalkozó szakembereknek, hidászoknak. Sok helyen születtek jó egyedi megoldások, viszont jelenleg sincs olyan általánosan elfogadott és alkalmazott módszer, amellyel ezen hidak meglévő teherbírási kapacitását kellő megbízhatósággal meg lehetne állapítani. Megfelelő információk hiányában így kénytelenek vagyunk tengelyteher, valamint sebesség korlátozásokat előírni, számos esetben indokolatlan mértékben. Ugyancsak nagyszámban találhatók jó megoldások boltozott hidak megerősítésére, viszont nem született még meg ezen megoldásoknak egy átfogó értékelése, amely a tervezőknek, döntéshozóknak segítséget nyújthatna az ideális technológia kiválasztásában. Az említett hiányosságok pótlására a Nemzetközi Vasúti Egylet (UIC), magyar kezdeményezésre, egy kutatási programot indított 2002-ben (Orbán, 2002 és 2003). A tapasztalatok összegezésén kívül a kutatási program célként tűzte ki új számítási, diagnosztikai eljárások, illetve megerősítési technológiák alkalmazhatóságának vizsgálatát, vala-

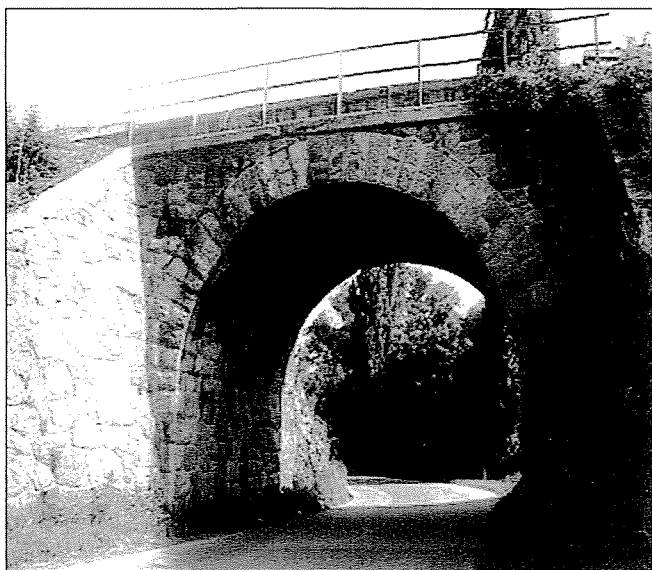


2. ábra: A zebegényi völgyhíd korabeli képeslapon

mint a meglévők tökéletesítését. A MÁV vezetésével folyó nemzetközi kutatási programban jelenleg 14 ország vesz részt.

1. ábra: A Székely vasutak Ladok völgyhídja építés közben és készen





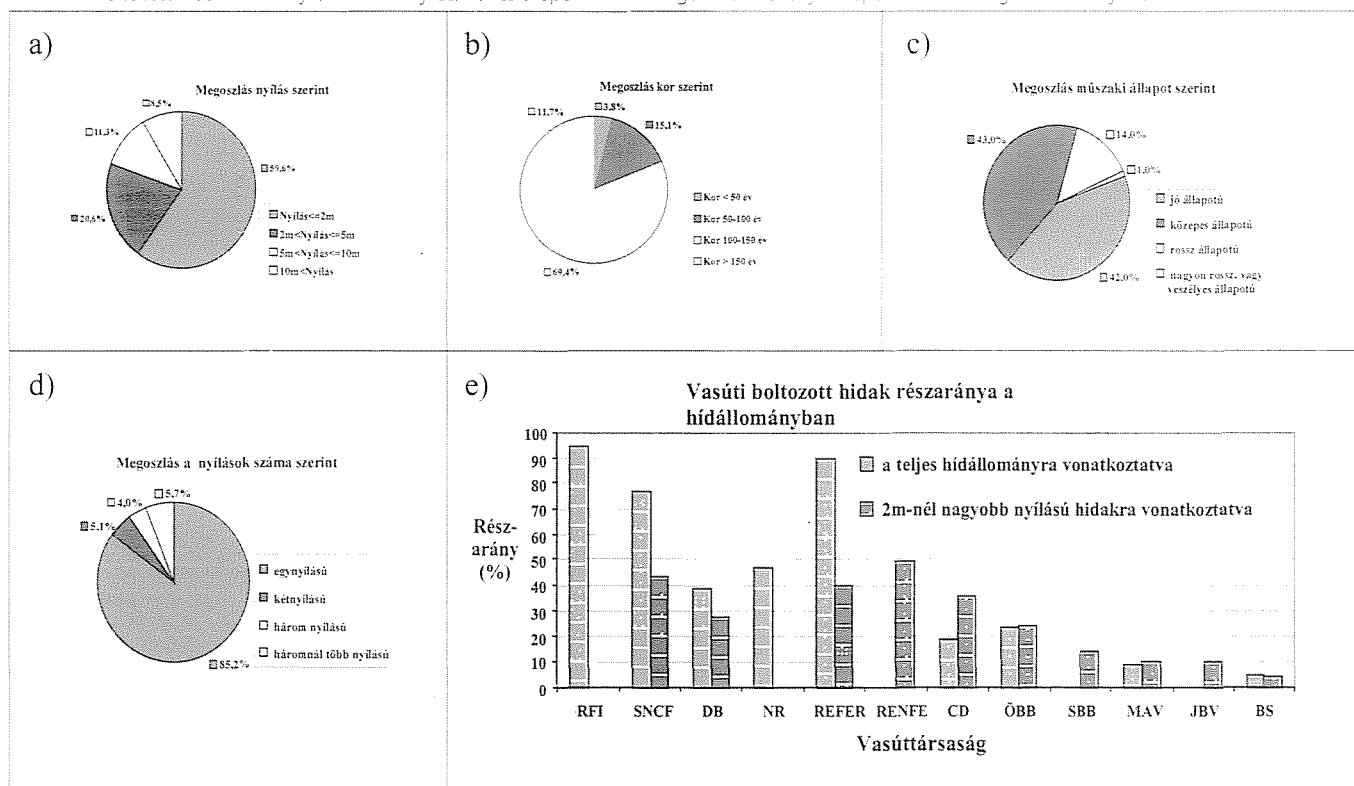
3. ábra: Tipikus kő és téglá boltozatú hidak a MÁV vonalain

Felméréseink szerint hazai viszonylatban mintegy 1000 db, míg Európában hozzávetőleg 200 ezer db téglá és kő boltozatú híd található a vasútvonalakon, a kisebb méretű áttereszket is beleértve. A 19. századi MÁV vonalakon épült boltozott viaduktok közül mutat be néhány jelentős példát az 1. és 2. ábra, illetve tipikus kialakítású egynyílású kő és téglá hidakat a 3. ábra. Talán meglepő, hogy az olasz vasutak kb. 60 ezres boltozott híd állománya az összes vasúti hídjaik 94%-át teszi ki, de az angol vasutaknál található 40 ezres és a francia vasutak közel 20 ezres darabszáma is a boltozott szerkezeti formába vetett - talán nem indokolatlan - bizalmat jelzi. Néhány európai vasúttársaság hídállományában található boltozott hidak részarányát, valamint nyílás, kor és állapot szerinti megoszlását mutatja be a 4. ábra (Orbán, 2004).

Nemcsak a külföldi példák, hanem a hazai boltozatokon szerzett tapasztalataink is azt mutatják, hogy ezen hidak általában jóval nagyobb teherbírási tartalékkal rendelkeznek, mint arra a számítások alapján következtetni lehetne. A bolto-

zatokra jutó terhek és hatások drasztikus változáson mentek keresztül a hidak építésének időszakában érvényben lévő terhekhez képest. A 19. század végén és az 1900-as évek elején épített vasúti hidakat az 1879-ben, az 1893-ban és 1907-ben bevezetett előírások alapján méretezték. Az 1879-es rendelet kiadásakor a négytengelyű 12 t tengelyterhű és a háromtengelyű 13 t tengelyterhű mozdonyok voltak a mértékadóak. Az 1893. évi rendelet volt az első, amelyik már figyelembe vette a vasúti terhek várható jövőbeni növekedését. Az elsőrangú vasútvonalak új híd szerkezeteinek méretezésénél ez az előírás 16 t tengelyterhelésű, idealizált mozdonyterhelhet írt elő. Az 1907-es szabályzat már 17 t-s idealizált mozdony tengelyterhet határozott meg a fővonalak hidjaira, míg kisebb támaszközü tartókra 20 t volt a legnagyobb figyelembe veendő tengelyterhelés. Jelenleg a legtöbb boltozatra 21 t tengelyterhelés megengedett, de ez várhatóan a közeljövőben 22,5 t-ra növekszik. Köszönhetően a régi tervezőknek, építőmestereknek, valamint a szerkezeti rendszerből fakadó kivételesen jó erőát-

4. ábra: Boltozott hidak részaránya, valamint nyílás, kor és állapot szerinti megoszlása néhány európai vasúttársaság hídállományában



rendező képességnek, hídjaink említett csoportja – komolyabb szerkezeti károsodás nélkül, valamint kellő karbantartás mellett - az új európai normáknak megfelelően is kellő biztonsági tartalékkal rendelkeznek. Mindez azonban csak akkor igaz, ha a híd az évtizedek, vagy esetleg évszázadok során olykor jelentősen megváltozott terhelési körülmények dacára, változatlanul az eredeti teherviselési rendszer szerint, azaz az eredetileg megtervezett alakú, deformációktól és káros repedésektől mentes boltozatként viselheti a rá háruló terheket.

Aggodalomra ad viszont okot boltozott hídjaink egy részének gyors állapotromlása. A romlási folyamat sok esetben már annyira előrehaladott, hogy a hagyományosan alkalmazott karbantartási és megerősítési módszerekkel a híd eredeti teherbíró képessége nem állítható helyre, illetve az állapotromlás megállítása nem garantálható. A közelmúlt gyakorlata szerint szinte egyedüli megoldásként marad ilyen esetekben a régi híd kiváltása egy új szerkezetre (pl. kerethídra), vagy oly módon történő megerősítése, ami nem a régi teherviselési rendszer helyreállítását, hanem a terheknek a beépített új szerkezetre, vagy szerkezeti elemekre történő áthárítását jelenti. Ez szinte olyan mértékű lemondást jelent a meglévő régi teherviselési kapacitásról, mintha „sétabot helyett tolokocsiba kényszerítenénk” a szerkezetet, a költségvonzatok között is párhuzamot vonva. A leggazdaságosabban viszont úgy lehet régi szerkezetek teherbírását hosszútávon biztosítani, ha segítünk nekik az évtizedek alatt jól működő statikai rendszer fenntartásában. Ennek megfelelően egy boltozott híd esetében 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 egy labilisabb, tönkremenetel szempontjából kockázatosabb rendszerré. Ennek kulcsa a káros szerkezeti mozgások korlátozása, valamint a lokális jellegű tönkremeneteli folyamatok hátráltatása.

2. A TEHERBÍRÁS MEGÁLLAPÍTÁSÁNAK MÓDSZEREI

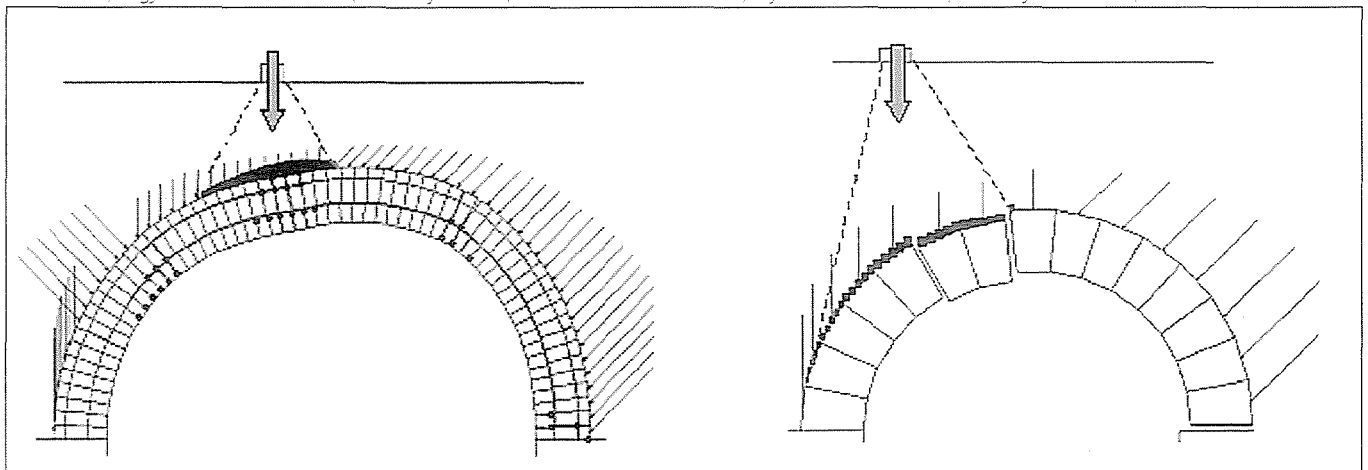
Boltozott hidak teherbírásának megbecslésére jelenleg legáltalánosabban használt közelítő eljárás egy tapasztalati összefüggésekre épülő, a II. világháború alatt Angliában kifejlesztett módszer (MEXE method, UIC Code, 1994). A módszer legnagyobb hátránya, hogy csak erősen idealizált feltevések mellett használható, ezen kívül nem enged betekintést a hidak

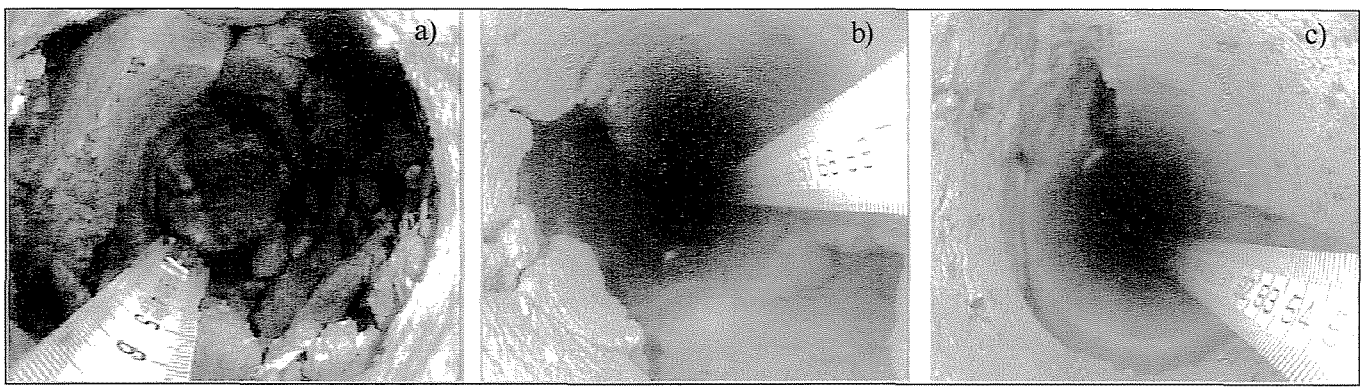
szerkezeti viselkedésébe sem. Legújabb kutatásaink igazolták (Orbán, 2003), hogy a módszer nem reális erőtani feltételrendszeren alapszik és erős közelítő jellege ellenére sem mindig a biztonság javára téved. A jelenleg folyó UIC projekt ezért célul tűzte ki egy új közelítő módszer kifejlesztését is.

Az utóbbi időben egyre szélesebb körben terjed a különféle véges elemes és diszkrét elemes módszerek alkalmazása a szerkezetek erőtani számításában. A számítási kapacitás rohamos növekedésével ezek a módszerek egyre összetettebb szerkezetek megoldására válnak alkalmassá. Sajnálatos módon a téglakő falazatú boltozatokra a szerkezeti anyag tulajdonságai miatt kizárólag a repedések jelenlétét, a képlékeny deformációkat és a nemlineáris hatásokat figyelembe vevő modellek alkalmazhatók, így a számítási munka és az adatbevitel jelentősen megnövekszik. Hátrányként jelentkezik emellett, hogy a képlékeny viselkedést leíró modellparaméterek meghatározása csak kifinomult vizsgálattal (vagy egyáltalán nem) lehetséges, ennek hiányában pedig nagyfokú becslésekre kell hagyatkoznunk. Lineáris viselkedést feltételező modell első sorban csak alacsony teher szinten (maximum a használati teher szintjén) és bizonyos feltételek mellett használható. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a keresztirányú hatások, mint például a homlokfalak, vakboltozatok merevítő és megtámasztó hatása, az alapok egyenlőtlen süllyedése, valamint a boltozati merevségek vágánytengelyre merőleges irányú változásai első sorban a használati terhek szintjén érvényesülnek és a boltozat alakváltozásait nagymértékben befolyásolhatják (Roberts, 1999 valamint Boothby és Fanning, 2001). Teherbírási határállapotban ugyanakkor a keresztirányú hatások jelentősége lecsökken, ugyanis magasabb teher szinten az eltérő merevségű részek csatlakozásánál törvény szerűen repedések képződnek, ami rontja az együttdolgozást. Így például a teherbírás kimerülésének közelében a homlokfalak legtöbb esetben már nem dolgoznak együtt a boltozattal (Page, 1988). Ezek alapján nem követünk el túlzottan nagy hibát, ha a teherbírás kimerülésének folyamatát és a törőteher megállapítását egy síkbeli modellen követjük nyomon.

Viszonylag egyszerű síkbeli modellt alkalmaz a „merekv blokk módszer” amely igen szemléletes módon mutatja be a teherbírás kimerülésének várható folyamatát. A módszer alapelveinek kidolgozása Heyman (1982), valamint Gilbert és Melbourne (1994) nevéhez fűződik, de a módszer vasúti hidakra irányuló továbbfejlesztése az UIC kutatási programja keretében jelenleg is folyamatban van. A módszer a képlékenységtan határállapot vizsgálatával határozza meg a boltozat törőteher értékét, tökéletesen képlékeny anyagmodellt feltételezve a szerkezet anyagára. A számítás során a szerke-

5. ábra: Boltozatok mértékadó tönkremeneteli mechanizmusai a 'merekv-blokk' módszer szerint
 a) négycsuklós mechanizmus (5,70m nyílású híd) b) nyírási tönkremenetel (2,00m nyílású áteresz)





7. ábra: Diagnosztikai vizsgálat lyukkamerával. a) Háttöltés viszonyok feltérképezése b) c) Belső üregek, repedések vizsgálata

zetet a falazóelemek (blokkok) és a fugázat révén diszkrétizáljuk, majd a blokkok közötti kapcsolatot véges értékű tapadási és súrlódási tényezőkkel jellemezzük. A modell szerint az egyes blokkok közötti relatív elmozdulásokat definiálhatunk, illetve a kapcsolati jellemzőket a fugázat aktuális tulajdonságai alapján állíthatjuk be. A szomszédos blokkok relatív elmozdulásai révén a szerkezet „belső munkát” végez, amely minden egyes teher szinten egyensúlyban van a külső terhek által a szerkezeten végzett „külső munkával”. A képlékeny teherbírási határállapotban a szerkezet egy törési mechanizmust alkot, amely általában négycsuklós mechanizmus vagy háromcsuklós mechanizmus oldalirányú elmozdulással, de kisebb nyílások esetenként nyírási-jellegű tönkremenetel is szóba jöhet. A vázolt módszerrel így igen látványos képet kaphatunk a boltozat lehetséges tönkremeneteli folyamatairól a bemenő paraméterek alakulásának függvényében. A modellezés során lehetőség nyílik a blokkok véges törőszilárdsági értékeinek, továbbá helyenként változó értékű kapcsolati szilárdságok, meglévő szerkezeti repedések, alaki hibák, többgyűrűs szerkezeti kialakítás, valamint a boltozat-háttöltés kapcsolat jellegének reális figyelembevételére. Két tipikus kialakítású hazai híd mértékadó tönkremeneteli mechanizmusait szemlélteti az 5. ábra.

3. AZ ÁLLAPOT ÉRTÉKELÉS FOLYAMATA

Boltozott hidak állapot értékelését, hasonlóan más szerkezetekhez, minden esetben szemrevételezéses vizsgálattal, a meglévő tervtári adatok és korábbi vizsgálati eredmények tanulmányozásával kell kezdeni. Amennyiben nincs szükség erőtanúsításra az állapot értékelést a rendelkezésre álló adatok, illetve a szemrevételezéssel felvett hibatérkép alapján kell elvégezni. További vizsgálatra akkor van szükség, ha a szer-

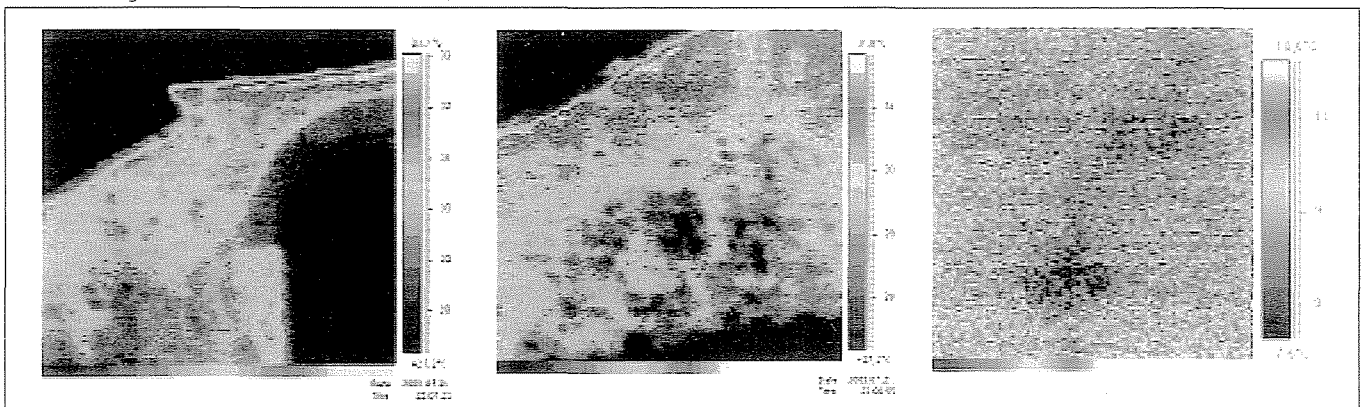
kezet biztonsága a rendelkezésre álló adatok alapján megkérdőjelezhető. Abban az esetben, ha az állapot értékeléshez a teherbírást is meg kell állapítani, a számítást célszerű több lépésben elvégezni. Először egy olyan közelítő módszerrel kell kezdeni, amely minden esetben a biztonság javára közelít. Ha a szerkezet ez alapján nem felel meg, akkor lehet szükség további számításokra és vizsgálatokra. Tisztában kell lennünk azonban azzal, hogy az elhamarkodott döntés sokkal drágább (és esetleg szükségtelen) beavatkozásokhoz vezethet, mint egy újabb vizsgálat. Az állapot értékelés célszerű folyamatát a 6. ábra szemlélteti.

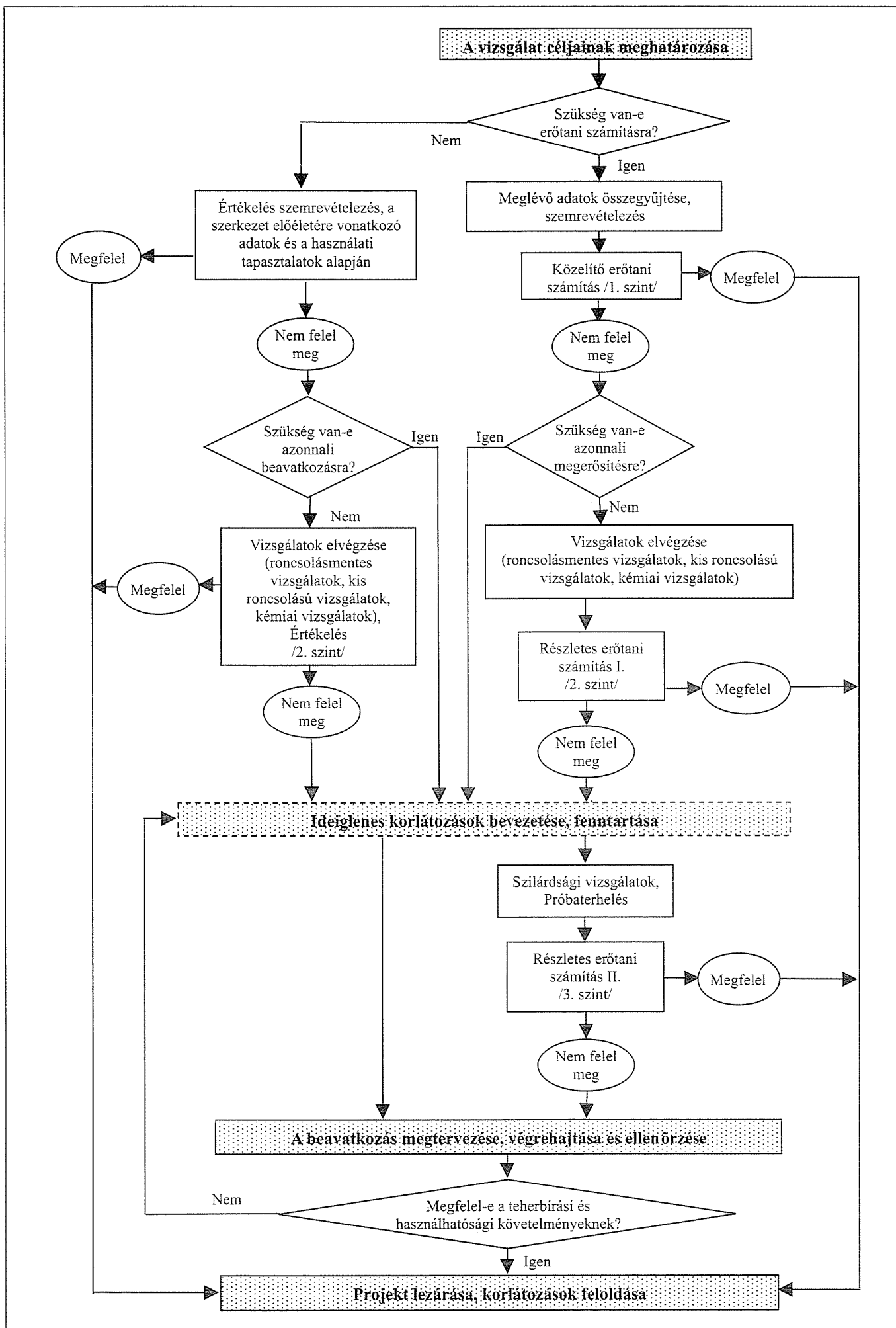
4. DIAGNOSZTIKA RONCSOLÁSMENTES MÓDSZEREKKEL

A boltozott hidak környezetükkel (pl. háttöltés, feltöltés, altalaj) kölcsönhatásban alakították ki teherviselő rendszerüket, amely rendszer egy jelentős 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 vizsgálatával történő meghatározásától.

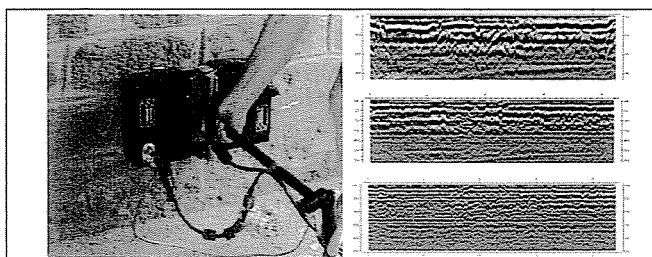
Az utóbbi időben egyre szélesebb körben terjed a roncsolásmentes vagy kis roncsolású szerkezetdiagnosztikai módszerek alkalmazása. Téglá és kő boltozatú hidakra is sikerrel alkalmaztak már többek között lyukkamerás, szeizmikus, szonikus eljárásokat, infravörös hőmérsékletmérést, valamint az alépitmény felméréseknél már korábban bevezetett georadaros vizsgálatokat. Ezek elsősorban nem az alkotóanyagok szilárdsági tulajdonságairól, hanem a boltozat felületi inhomogenitásáról, belső kapcsolati hiányosságairól, repedése-

8. ábra: Vizsgálat infravörös hőmérsékletméréssel (az eltérő színek eltérő felületi hőmérsékletre utalnak)





6. ábra: Boltozatok állapot értékelésének és a beavatkozások tervezésének javasolt folyamata



9. ábra: Vizsgálat georadarral - radarképek (felmenő fái vizsgálata különböző frekvenciájú antennákkal)

iról, zárványairól, a boltozati gyűrűk egymástól való esetleges elválásáról, egyéb rejtett geometriai viszonyokról, valamint a háttöltés jellemzőkről szolgáltathatnak hasznos információkat. Ugyancsak fontos lehet a boltozat használati járműteher alatti alakváltozásainak a nyomon követése, amelyre 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 egy minőségi jellemzőt mutatnak, mintsem a mechanikai paraméterek számszerű értékeit határozzák meg. Természetesen ez a minőségi jellemző kiválóan kiegészítheti a hagyományos vizsgálati módszerekkel nyert információkat, sőt nagy segítséget nyújthat a szokványos vizsgálatok helyének és szükséges gyakoriságának megállapításához.

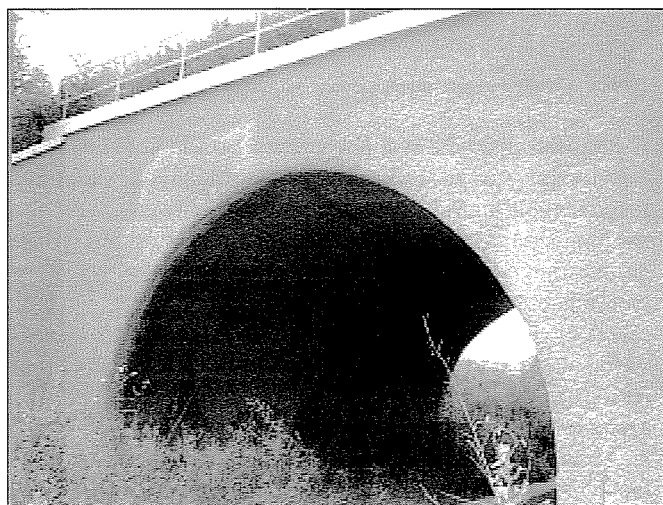
Számos kutatás folyik világszerte a mérési módszerek megbízhatóságának növelése és az adatfeldolgozás tökéletesítése érdekében. Különböző diagnosztikai módszerekkel végzett néhány hazai vizsgálatunk eredményét mutatják be a 7., 8. és 9. ábrák.

5. BOLTOZATOK REHABILITÁCIÓJA

5.1 A teherbírási tartalék kiaknázhatósága

Régi téglá és kőanyagú boltozott hidak teherbírási 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 fugahabarcs porozitása révén jóval lá-

10. ábra: A boltozat megerősítés hagyományos módszerei
a) Boltozat megerősítés vasbeton nyereggel (Jezernice viadukt, Csehország) b) A boltozat kiváltása vastag löttbeton kéreggel

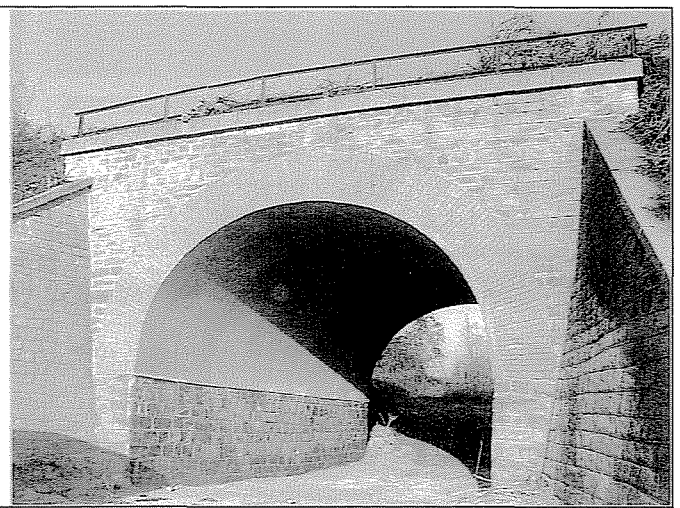
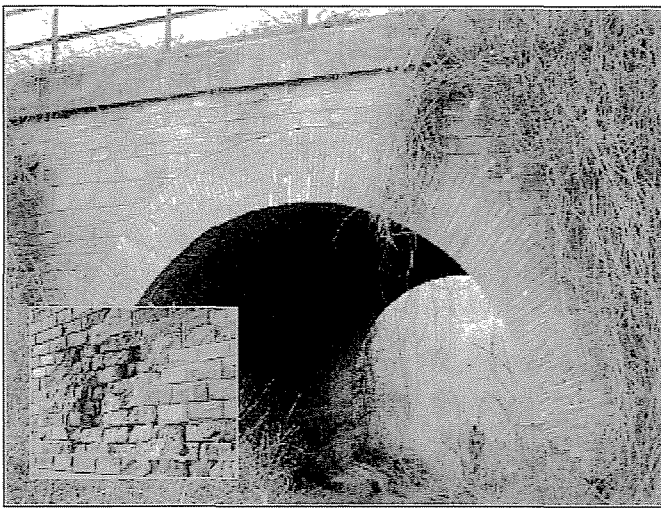


gyabb anyagú, mint a blokkokat alkotó téglák, kövek, ezenfelül rendelkezik számos más olyan tulajdonsággal is, amely a szerkezet számára lehetővé teszi viszonylag nagy alakváltozások különösebb károsodás nélküli elviselését, illetve túlterhelés esetén magában rejt a gyors feszültségátrendeződés lehetőségét (Boothby, 1997). A kedvezően nagy alakváltozó képesség nagy energia elnyelésre teszi alkalmassá a boltozatot. Mindehhez adódik a feltöltés ill. háttöltés támasztó hatása, különösen nagy terhelések esetén passzív ellenállás formájában, valamint a homlokfalak merevítő hatása. Az említett teherbírási tartalék azonban csak abban az esetben mobilizálható, ha a szerkezetnek lehetősége van oly módon alakváltozni, amely révén ez a képlékeny energia elnyelő képesség kihasználható. Amennyiben a boltozat kritikus helyein nagymértékű károsodások vannak (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 biztonságot. 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.

5.2 Megerősítés a meglévő kapacitás kihasználásával

A hagyományos megerősítési módszerek, a meglévő teherbírás ismeretének hiányában, általában arra irányulnak, hogy a meglévő boltozat terheit (vagy annak túlnyomó részét) egy újonnan beépített szerkezetnek adják át. Ez lehet például a boltozat fölé beépített vasbeton nyereg, vagy a külső felületen kialakított viszonylag vastag, dupla vasalással ellátott, kellően lealapozott lövelt beton bélelés (erre vonatkozóan két példát mutat be a 10. ábra).

Amennyiben a szerkezet meglévő teherbírása igazolható, a megerősítési megoldásnak (amennyiben erősítés egyáltalán szükséges) elsősorban a mértékadó tönkremeneteli mechanizmusok kialakulását kell hátráltatnia oly módon, hogy a kritikus helyeken gátolja a boltozat káros mértékű alakváltozásait. Ez lehetséges például nagy energia elnyelő képességű vékony erősítő kéreg alkalmazásával, háttöltés injektálással, az alapok stabilizálásával, a keresztirányú merevséget növelő részek (pl. homlokfalak) újra együtdolgoztatásával a boltozattal, vagy a gyengült, repedezett részek környezetének megfe-



11. ábra: Boltozat felújítása vékony lövttbeton kéreggel és injektálással (felújítás előtt és után. Pécsbányarendező - Magyarbóly vonal)

lelő anyaggal történő injektálásával.

5.3 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 megváltoztatják a szerkezet belső (valamint a szerkezet és környezete) merevségi viszonyait. Ez ugyanis nem várt feszültségátrendeződésekhez és új repedések kialakulásához vezethet. Fontos ezen kívül, hogy alkalmazkodjunk a szerkezet meglévő kémiai-fizikai adottságaihoz. Példaként említhetjük itt meg a páradiffúziós jellemzők kompatibilitásának fontosságát, ellenkező esetben a boltozat belső eróziós folyamatai felgyorsulhatnak. Ugyancsak kiemelt jelentőséggel bír az összeférhetőségi és inhomogenitási problémák gondos kezelése, tekintettel arra, hogy a vázolt 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.

5.4 Együttdolgozó vékony kéreg

A boltozattal együttdolgozni képes vékony erősítő kéreg (pl. lövellt beton vagy lövellt habarcs) a szerkezet merevségének kismértékű növelése mellett áthidaló szerepet is betölt, amely a sérült, berepedt részek teherviselésbe való jobb bevonását és a boltozat térbeli rendszerként való hatékonyabb működését eredményezi (vékony lövellt beton kéreggel felújított híd látható a 11. ábrán).

A boltozattal együttdolgozó erősítő kéregtől számos követelménynek való egyidejű megfelelést kell elvárunk. A legnagyobb kérdés az, hogy miképpen lehet az erősítő kéreg tulajdonságait a meglévő falazott szerkezetéhez úgy igazítani, hogy az együttdolgozás tartósan biztosítható legyen. Mindenekelőtt biztosítanunk kell azt, hogy az új réteg mechanikai és fizikai tulajdonságai ne térjenek el jelentősen a meglévő felület anyagától. Különösen nagy kihívást jelent ez egy 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 csúsztató 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 lövellt beton alakváltozási tényezőjének csökkentését igényli például speciális, alacsony merevségű adalékanyagok, polimer, illetve száladagolás révén. Fontos ezen kívül az is, hogy a beton visszafordíthatatlan törési folyamatai csak viszonylag magas alakváltozás mellett induljanak meg, így kellően 'toleráns' lesz képes a meglévő felület változásait követni.

Javul az együttdolgozás azáltal, hogy a javítóréteg vastagságát csökkentjük, így a támaszvonala nagy külpontossága esetén is mérsékelt nagyságú csúsztató 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 nyomófeszültségek csak magasabb teherszinten lesznek képesek kialakulni.

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 lövellt beton, vagy lövellt habarcs 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.

5.5 Boltozat erősítés injektálással

A boltozat injektálásával lényegében kétféle kedvező hatást érhetünk el. A repedések, folytonossági hiányok, valamint a meggyengült fugázatu 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 együttdolgozásának elősegítését kell megcélózni. Kedvező hatásként jelentkezik emellett, hogy az injektált falfelület jobb tapadást biztosít a felületre kerülő lövellt betonkéreg számára is.

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 eredendő-jó képlékeny alakváltozó képességét. Nem szabad olyan anyagokat használni, amely hirtelen merevségváltozásokhoz vezethet, 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 szerkezet meglévő páraháztartásába. Az említett követelményeknek eleget tevő, nem túl magas költségigényű injektáló rendszer alakítható ki többek között hidraulikus mész és trassz alapú anyagok felhasználásával.

A boltozat megerősítés hatékonyságának egyik kulcseleme a vízszigetelés helyreállítása. Mivel a boltozat feletti ágyazat és feltöltés ideiglenes eltávolítására a legtöbb esetben nincs lehetőség, ezért a vízszigetelés megoldásának egy 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. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Fejlesztési tevékenységünk legfontosabb célkitűzése egyrészt a vasúti boltozott hidak állapot értékelő rendszerének továbbfejlesztése, illetve ezzel összefüggésben új hatékony teherbírás meghatározási eljárások és diagnosztikai módszerek felkutatása és kipróbálása, másrészt a meglévő szerkezeti kapacitás kihasználásán alapuló megerősítési technológiák kidolgozása és kísérleti alkalmazása volt.

A jövőben a roncsolásmentes diagnosztikai módszerek egyre szélesebb körben történő elterjedése várható, azonban e módszerek általános alkalmazhatóságához a mérési adatok feldolgozásának fejlődése és további kutatások szükségesek.

Eddigi vizsgálataink alapján a MÁV vonalain található boltozott hidak többsége az új európai normák szerint is megfelelő teherbírással rendelkezik abban az esetben, ha mentesek a teherbírást jelentősen csökkentő károsodásoktól.

Mint minden szerkezet rehabilitáció 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 optimális megerősítési stratégia mindig a híd aktuális viszonyaitól (állapotától, helyzetétől, méretétől, forgalmi viszonyaitól) függ. Az ideális megerősítési technológiának minden esetben biztosítani kell, hogy a szerkezet meglévő teherbírási kapacitását a lehető legnagyobb mértékben ki tudja használni úgy, hogy „éppen elegendő”,

gazdaságos mértékű teherbírás növekedést eredményezzen. A legtöbb esetben elegendő pusztán a meglévő teherviselő szerkezet stabilizálása és a romlási folyamatok megállítása. Beavatkozások tervezésénél a teherbírási kritériumok mellett szem előtt kell tartani a hosszú távú használhatóságot, ügyelni kell az esztétikai megjelenésre, valamint biztosítani kell, hogy a kivitelezés a forgalmat a lehető legkisebb mértékben zavarja.

7. HIVATKOZÁSOK

- Boothby, T. (1997), „Elastic plastic stability of jointed masonry arches” *Engineering Structures*, Vol. 19, No. 5, pp. 345-351.
- Fanning, Boothby, T. (2001), „Three dimensional modelling and full-scale testing of stone arch bridges” *Computer and Structures*, 79/29-20, 2645-2662.
- Gilbert, M., Melbourne, C. (1994), „Rigid-block analysis of masonry structures”, *The Structural Engineer*, 54(21), 356-361, 1994.
- Heyman, J. (1982), „The Masonry Arch”, *Chichester, New York, Holsted Press*.
- Orbán, Z. (2002), „Optimised rehabilitation strategies of old masonry arch bridges”, *UIC Infrastructure Commission - Structural Experts Seminar*, Paris, January 27-28.
- Orbán Z. (2003), „Assessment, Reliability and Maintenance of Old Masonry Arch Bridges” *UIC International Union of Railways. Research Project Report*. Paris.
- Orbán Z. (2004), „Assessment, Reliability and Maintenance of Masonry Arch Railway Bridges in Europe”, *4th International Conference on Arch Bridges*, Barcelona, 2004 November 19-21.
- Page, J. (1988), „Load tests to collapse on two arch bridges at Torksey and Shinefoot”, *Transport and Road Research Laboratory, Research Report 159*, Crowthorne, UK.
- Roberts, B. (1999), „Transverse behaviour of masonry arch bridges”, *M.S. Thesis - The Pennsylvania State University*.
- UIC Code 778-3R (1994), „Recommendations for the assessment of the load carrying capacity of existing masonry and mass-concrete arch bridges”, Paris

Orbán Zoltán (1970) okl. építőmérnök, hidász mérnök a MÁV Rt. Pályavasút Üzletág Pécsi Területi Központ Mérnöki Létesítmények Alosztályán, egyetemi tanárság a PTE Pollack Mihály Műszaki Kar Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszékén. Az UIC Nemzetközi Vasútegylet Mérnöki Szerkezetek Szakértői Bizottságának tagja. 2002-től az UIC boltozott hidakkal kapcsolatos nemzetközi kutatási projektjének vezetője. Érdeklődési területei: kő, tégla és vasbeton anyagú hidak diagnosztikája és megerősítése, nagy teljesítőképességű betonok alkalmazása szerkezetek rehabilitációjában. A fűt Magyar Tagozat tagja.

CONDITION ASSESSMENT AND REHABILITATION OF RAILWAY MASONRY ARCH BRIDGES

Zoltán Orbán

The paper presents some new methods of assessment, inspection and rehabilitation of old masonry arch railway bridges. It has been shown that the optimal strengthening techniques should be based on the reliable knowledge of the service behaviour, the existing load carrying capacity and the predictable degradation process of the bridge. For this appropriate calculation and diagnosis methods are needed. Some strengthening solutions are also demonstrated where the basic principle of the methods is the utilisation of the existing bridge capacity.

BESZÁMOLÓ AZ UIC 'BOLTOZOTT HIDAK' NEMZETKÖZI KUTATÁSI PROJEKT 7. MUNKABIZOTTSÁGI ÜLÉSÉRŐL (2005. JANUÁR 26-28. LONDON)

Előzmény

Az UIC Nemzetközi Vasútegylet magyar kezdeményezésére egy nemzetközi kutatási projektet indított boltozott vasúti hidak témakörében 2002-től 2006-ig terjedő időszakokra. A résztvevő vasutak mintegy 200 000 db boltozott híddal és áteresszel rendelkeznek, amely nagyjából az összes hídállományuk 60%-át jelenti. A projektben jelenleg 14 vasúttársaság vesz részt aktívan. A projekt legfontosabb célkitűzése, hogy olyan új eljárásokat fejlesszen ki, amely segít a boltozott hidak teherbírásának megállapításában és állapot értékelésében, meghosszabbítja azok élettartam, valamint csökkenti fenntartási költségeiket. A projekt végeredményeként egy új nemzetközi vasúti előírás kerül kifejlesztése. A projekt résztvevői közötti információ cserét egy internetes honlap és adatbázis segíti elő. A projekt vezetősége együttműködési megállapodást kötött a 'Sustainable Bridges' 6. Európai Keretprogramban folyó kutatási projekttel.

Résztvevők

A londoni ülésen a MÁV Rt-t Orbán Zoltán képviselte, mint a munkabizottság elnöke és a kutatási projekt vezetője. A többi vasúttársaság képviselőjében a következő kollégák vettek részt: K. Ross (NR, Nagy-Britannia), B. Plu (SNCF, Franciaország), H. Knaack (DB, Németország), T. Kaminski (PKP, Lengyelország), M. Teichman (CD, Csehország), G. Pitisci (RFI, Olaszország), I. Ness (JBV, Norvégia), M. Mautner (ÖBB, Ausztria), R. Ozaeta (RENFE, Spanyolország), H. Remensberger (SBB, Svájc), S. Tottori (Japan Rail). A munkabizottság tagja még az IR (Indiai vasutak), amely jelen ülésen nem képviseltette magát.

Meghívott előadók

Prof. W. Harvey (Obvis Ltd, Nagy-Britannia), dr. Matthew Gilbert (University of Sheffield, Nagy-Britannia), dr. J. Martin-Caro (Madridi Műszaki Egyetem), dr. Antonio Brencich (Genovai Műszaki Egyetem, Olaszország), dr. Adrien Tomor (University of Salford, Nagy-Britannia), Carl Brookes (Gifford and Partners Ltd., Nagy-Britannia).

Program

A projekt 4 alapvető feladat köré szerveződik:

- WP1.** Boltozott hidak teherbírás megállapítási módszereinek fejlesztése (Assessment),
- WP2.** Boltozott hidak vizsgálati módszereinek fejlesztése (Inspection),
- WP3.** Boltozott hidak felújítási módszereinek fejlesztése (Maintenance),
- WP4.** Boltozott hidak adatbázisának fejlesztése (Database).

A szimpóziumon résztvevők szakmai előadások mellett az egyes munkabizottságok jelenlegi állásáról adtak beszámolót.

Szakmai előadások

1. Beszámoló az ARCH '04 világkonferenciáról (Orbán Z.).
2. Boltozott hidak felújításának tapasztalatai Csehországban (M. Teichman).
3. Boltozott hidak próbaterhelése a BELFA DB rendszerrel (H. Knaack).
4. Boltozott hidak mechanikai viselkedése és számítási eljárásai. A támaszvonala eljárás alkalmazása a teherbírás megállapítására. Boltozatok állapot értékelésének folyamata (Prof. W. Harvey).
5. Boltozatok teherbírásának meghatározása a 'merevblokk' módszerrel. A RING szoftver legújabb fejlesztései vasúti hidakra (Dr. M. Gilbert).
6. A megengedhető tengelyteher megállapítása valószínűségelméleti módszerekkel. (Orbán Z.).
7. Boltozott hidak modellezése végeselemes módszerekkel (Dr. A. Brencich).
8. Hibakatalógus fejlesztése boltozatokra (Dr. J. Martin-Caro és R. Ozaeta).
9. Boltozatok állapot értékelésének számítógépes rendszere (T. Kaminski).
10. Mechanikai paraméterek meghatározása roncsolásos vizsgálati módszerekkel (M. Mautner).
11. Roncsolásmentes vizsgálati módszerek. Új kutatási eredmények (Orbán Z.).
12. Boltozatok viselkedése ciklikus terhelés alatt. Megerősítés FRP anyagokkal. (Dr. A. Tomor).
13. A CINTEC boltozatomegerősítési rendszer (C. Brookes).

Az előadásokat követően értékelést és megbeszélést tartottunk. Ezeken a következő kérdések és megoldandó problémák merültek fel:

- Tehereloszlás a boltozaton,
- Tehermodell boltozatok teherbírásának ellenőrzésére,
- Boltozat-háttöltés kapcsolatának modellezése,

- Használhatósági kritériumok előírása és ellenőrzése,
- Roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálati módszerek megbízhatósága, hatékonysága,
- Új megerősítési módszerek hatékonysága és ellenőrzésük.

Fő megállapítások

- A boltozott vasúti hidak teherbírásának közelítő meghatározására egy új közelítő módszer kifejlesztését látjuk szükségesnek, mivel a meglévő módszerek nem elég megbízhatóak.
- Az állapotértékelés egységesített rendszerének meg-

valósításához a hídvizsgálatokat egy új hibakatalógussal kell segíteni. Ennek kifejlesztése nemzetközi együttműködésben folyik.

- A boltozott hidakra alkalmazható roncsolásmentes vizsgálatokról és azok hatékonyságáról több ismeretre lenne szükség. Erre irányuló kutatásunk folyamatban van.
- A boltozatok megerősítésére kifejlesztett új módszerek alkalmazása előtt azokat független vizsgálatoknak kell alávetni.
- A projekt ismeretanyagát egy internetes információs adatbázisban kell összegyűjteni, amely konzultációs platformot is biztosít majd a témával foglalkozó szakemberek között.

Öt éve helyezték forgalomba az ország legnagyobb vasúti vasbeton műtárgyát, a Nagyrákosi Völgyhidat. Az újszerű 1400 m hosszú feszített vasbetonszerkezettel kapcsolatos utómérések kiértékelése és lezárása folyamatban van, aminek eredménye képpen várhatóan sok hasznos információhoz jutunk, amik a hasonló hídszerkezetek tervezéséhez és üzemeltetéséhez nyújtanak segítséget.

A Vasúti hidak alapítvány ez évben is tervezi a *Korányi-díj* átadását. A díj a vasúti hidak fejlesztésében, építésében, vizsgálatában, az ezzel kapcsolatos oktatási tevékenységben kiemelkedő teljesítményt nyújtó hidász kollégák munkájának elismerésére szolgál. Az eddigiek során Dr. Nemeskéri-Kiss Géza, Szittner Antal és Evers Antal kapta meg ezt a neves kitüntetést.

A Magyar Szabványügyi Testület "Teherhordó szerkezetek erőtanai tervezése" műszaki bizottsága az Eurocode magyar változatának egyeztetésén belül, 2005. április 14-én megvitatta és véglegesítette a *MSZ EN 1999-2:2004 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 2. rész: hidak forgalmi terhei című fejezetet.*

„Száz éves a vasúti vasbeton hidépítés, visszatekintés Palotás László születésének 100. évfordulóján” címmel tartott előadást Vörös József a MÁV Mérnöki Létesítmények osztályvezetője, az évforduló alkalmából rendezett megemlékezésen.

Bevezetőjében a beton és vasbeton közlekedésépítési alkalmazására mutatott be példákat száz évnél régebbi időkből. Láthattuk a Millenniumi Földalatti Vasút falaza-

itait, és a Wunsch Róbert által 1896-ban tervezett, és még ma is kifogástalan állapotban levő városligeti gyalogos felüljárót. Ezt követően a beton és vasbeton vasúti alkalmazására rátérve, a vetítettképes előadáson azokból a vasúti hidakból mutatott be napjainkban készült, valamint építéskori fényképfelvételeket és eredeti tervrészleteket, amelyek 1905-től 2000-ig épültek és még ma is megcsodálhatók. Láthattuk a dr. Zielinski Szilárd, Jemnitz Zsigmond által tervezett Nyírvidéki Kisvasút hídját (épült 1905-ben), a Sinkai Viaduktot, ami dr. Zielinski, Jemnitz, és Gut Árpád tervei alapján készült 1907-1908. között.

Városi aluljárók közül bemutatta a Budapest Pozsonyi úti (épült-1910-12), és a Budapest Béke úti (épült 1954-56) aluljárókat. Olyan különlegességekről hallhattunk az előadás során, mint az érdi háromsuklós vasúti beton ívhíd, (1913), az első Langertartós vasúti vasbeton híd a Dunaharaszti – Ráckeve hév vonalon (1949) és a recski Tarna-híd (1962-64). Ez utóbbi hidak mind különleges, korukban egyedülálló technológiával épültek és tartósságukat az idő bizonyította. Az előadás záró képei között szerepelt a Nagyrákosi Völgyhíd, amit 2000-be helyeztek forgalomba, és Közép-Európa legnagyobb vasúti völgyhídjaként tartják számon.

Zárszavában az előadó méltatta Palotás professzor úr mérnöki, kutatói és oktatói munkáját, akinek születése egybe esik az első vasúti vasbetonhidak születésével, és aki fáradhatatlan, példamutató egyéniségével hozzájárult a tanításai alapján felnevelkedett mérnök-generációk későbbi sikeres tevékenységéhez.

100 ÉVES A VASÚTI VASBETON HÍDÉPÍTÉS MAGYARORSZÁGON

Szakmai nap a MÁV Rt. és a Vasúti Hidak Alapítvány közös rendezésében

A konferencia helyszíne: MÁV Rt. Vezérigazgatóság konferenciaterme,
Budapest VI. ker. Andrásy út 73-75. 41.

Időpontja 2005. június 1. 10 óra

Levezető elnök: Rege Béla, az Alapítvány kuratóriumának elnöke

A szakmai nap programja:

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|
| 10 ⁰⁰ - 10 ¹⁰ | Elnöki megnyitó | Rege Béla |
| 10 ¹⁵ - 10 ⁴⁰ | A beton és vasbeton vasúti hidak építése a kezdettől 1985 –ig | Dr. Nemeskéri-Kiss Géza |
| 10 ⁴⁵ - 11 ¹⁰ | Beton és vasbeton vasúti hidak építése 1985-től napjainkig | Kiss Józsefné |
| 11 ¹⁵ - 11 ⁴⁰ | Máv h. 2. Számú utasítás története | Evers Antal |
| 11 ⁴⁵ - 12 ¹⁰ | Vasúti vasbeton műtárgyak fejlesztésével kapcsolatos kutatások az elmúlt ötven évben | Vörös József |
| 12 ¹⁰ - 12 ⁵⁰ | BÜFÉ (kávé, üdítő, szendvics) | |
| 12 ⁵⁵ - 13 ²⁰ | Vasúti boltozott hidak vizsgálata és rehabilitációja | Orbán Zoltán |
| 13 ²⁵ - 13 ⁵⁰ | Régi szabályzatok szerint épült vasbetonhidak statikai felülvizsgálata | Duma György Erdődi László |
| 13 ⁵⁵ - 14 ²⁵ | Vasúti völgyhíd építése a TVG vonalán | Dr. Farkas György |
| 14 ²⁵ - 14 ³⁵ | Zárszó | Vörös József |

A szakmai napon résztvevők igazolást kapnak a továbbképzésről.

KÉPEK A VASÚTI HÍDÉPÍTÉS UTTÖRŐINEK ÉLETÉRŐL

A hidépítés úttörője, a grafostatika hazai szülőatyja Kherndl Antal 1842. Május 10-én született Zselizen, Bars megyében. A budai, karlsruhei, zürichi egyetemeken végzett tanulmányait követően a badeni államvasutak szolgálatába lép. 25 éves korában a budai Műegyetem meghívására 1867-től, mint tanársegéd, 1869-től, mint rendes tanár tevékenykedik. Fő tárgyain, a grafosztatikán és a hidépítésen kívül út- és vasútépítést, később vízépítést is ad elő. A Tudományos akadémia négyéves levelező tagság után 1898-ban rendes tagjává választotta. Az, hogy a Pázmány Péter tudományegyetem tiszteletbeli bölcsészetdoktorrá avatja, az új műszaki tudományok hivatalos elismerését jelentette. 47 éves tanári működése alatt a hidépítő mérnökök generációit oktatta. 1914-ben nyugalomba vonul, ez alkalomból tudományos munkájának elismeréséül tiszteletbeli műszaki doktorrá avatják. Mint tudós elme, mindig a dolgok legmélyére törekszik hatolni, fő célja, hogy a statikai feladatok megoldása minél kézzelfoghatóan megérthető legyen.

Az első hidász mérnök, aki műszaki doktori oklevelet szerzett Kossalka János 1871. március 19-én született Vajdahunyadon. Mérnöki oklevelet 1893-ban szerzett, ezt követően 1896-ig Kherndl professzor mellett tanársegéd. Kétéves külföldi tanulmányutát követően 1898-ban a MÁV szolgálatába lépett és 13 éven keresztül a vasúti hidépítés termékeny időszakában, a vasúti hídszolgálatban tevékenykedett. 1911-ben a kereskedelemügyi minisztériumba rendelték be, ahol műszaki főtanácsosi kinevezést kapott. 1903-ban a MÁV Hídosztályán töltött éve alatt elsőként kapta meg a műszaki doktori oklevelet. 1906-ban magántanár, 1916-ban a hidépítés nyilvános rendes tanára lett, és 1941-ben bekövetkezett nyugállományba vonulásáig folyamatosan tanított az egyetemen. A tudományos, tervezői tevékenysége mellett széleskörű közéleti tevékenységet folytatott, így éveken át országgyűlési képviselő volt, valamint elnöke volt a Mérnöki Kamarának is. 1944-ben bekövetkezett halálával nagyszerű mérnököt és közéleti embert veszítettünk el.

Az első hidász mérnök akit munkásságáért Kossuth-díjjal tüntettek ki Korányi Imre 1896. Január 18-án született Máramaroszigeten. 1917-ben mérnöki oklevelet szerzett a József Műegyetem mérnöki osztályán. Műszaki doktori oklevelét 1927-ben, magántanári képesítését 1937-ben kapta meg. A műszaki tudományok doktora tudományos fokozatot 1955-ben nyerte el. 1917-től tanársegéd majd adjunktus a budapesti Műegyetem I. sz. Hidépítési tanszékén. 1926-ban jött a MÁV igazgatóság hídosztályára, ahol először főmérnökként, majd 1943-tól műszaki főtanácsosként dolgozott. Az általa tervezett hidak gyártását és építését irányította. Különösen az acélhidak megerősítése terén alkalmazott újszerű megoldásai érdemelnek említést (újpesti Duna-híd, szekszárdi Sió-híd megerősítési munkái). A vasúti hidépítésben kifejtett munkásságáért 1947-ben államfői elismerést, 1950-ben a Magyar Népköztársaság Érdemrend V. fokozatot kapott. A vasúti hidak háború utáni újjáépítése terén kifejtett munkájáért 1955-ben Kossuth-díjat kapott.

Az első Hollán – díjas hidász mérnök Zelovich Kornél 1869. Március 11-én született Dömösön Egyetemi tanulmányait Budapesten végezte. 1892-94 között a királyi József-műegyetem tanársegédje volt. 1894-től 1898-ig MÁV mérnök, 1898-1908 között a Vasúti és Hajózási Felügyelőség alkalmazásában állt. 1908-1914-ig a MÁV Budapest - Jobbparti Üzletvezetőség vezetője. 1914-be rendes tanárnak nevezték ki a műegyetemen. 1914-16 között a műegyetem közgazdasági fakultásának dékánja, 1921-23-ig a műegyetem rektora volt. 1921-ben a Magyar tudományos akadémia levelező tagjának választotta. Legjelentősebb munkája a "Jelentés a vasúti hidak méretezése, forgalombahelyezése és időszakos vizsgálata tárgyában (1903)". "A vasúti vashidakban megengedhető igénybevétel" című 1909-ben megjelent munkája a Mérnök és Építészegylet Hollán pályadíját nyerte el. További munkái közül említésre méltó: A vasúti felépítmény (1909), Nagy vasutak gazdasági üzeme (1912), A vasúti felépítmény (1918).

Az első forgóhíd tervezője Feketeházy János mérnök 1842-ben született Vágsellyén. Műegyetemi tanulmányait Bécsben és Zürichben végezte. Ezt követően Bécsben az osztrák-magyar államvasutak igazgatóságán nyert alkalmazást. 1867-ben a budapesti építészeti igazgatóságához kerül, majd 1873-tól 1892-ben történt nyugdíjba vonulásáig a magyar királyi államvasutak igazgatóságán dolgozik. Főleg a vasúti mély és magasépítésben alkalmazott vasszerkezetek terén végzett munkássága érdemel elismerést. Tervei alapján készült el a budapesti keleti pályaudvar és a központi fűtőház vasszerkezete, a szolnoki vasúti Tisza-híd és az első magyarországi forgóhíd Fiumében. Jelentős alkotásai maradtak fenn a közúti hidépítésben is. A komáromi közúti Duna-híd tervezését követően nemzetközi pályázaton elért első díjas terve alapján épült meg a budapesti Ferenc József híd, és a szegedi közúti Tisza-híd ahol a párisi Eiffel-cég Feketeházy győztes tervével nyerte el a munkát.

Megrendelem a negyedévente megjelenő VASBETONÉPÍTÉS című műszaki folyóiratot.

Név:

Cím:

Tel.: Fax:

A Nyomtatott folyóirat

előfizetési díj: 2005 évre: 4000 Ft+ 15% áfa

B Internet elérés

előfizetési díj 2005 évre: 5000 Ft+ 15% áfa

Az eléréshez szükséges kódszám megküldéséhez

kérjük az előfizető e-mail címének megadását

Fizetési mód (a megfelelő választ kérjük jelölje be):

Átutalom a fib Magyar Tagozat (címe: 1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2.)
10560000–29423501–01010303 számú számlájára.

Számlát kérek eljuttatni a fenti címre

Kérem az alábbi hitelkártyáról kiegyenlíteni:

Kártyaszám: Kártya típusa:

Kártya érvényessége: Átutalt összeg:

Dátum: Aláírás:

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni a szerkesztőség címére:

VASBETONÉPÍTÉS folyóirat szerkesztősége
c/o BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék
1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
Telefon: 463-4068 Fax: 463-3450

(Ez a lap tetszőlegesen másolható.)



A VASÚTI HIDAK ALAPÍTVÁNY BEMUTATÁSA

Az Alapítvány születése

Az I. Vasúti Hidász találkozót 1993-ban Szegeden rendeztük meg. Ezen a szakmai összejövetelen merült fel az a gondolat, hogy a vasúti hidász szakma hagyományainak ápolására, fejlődésére, kapcsolatok tartására szervezett keretet kell biztosítani. A Vasúti Hidak Alapítványt magánalapítványként a következő cégek alapították:

MÁV Rt. Vezérigazgatósága, MÁV Épületkarbantartó Kft. – MÁV Hídépítő Kft., Hídépítő 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 hidász szakma iránti elkötelezettséget jelzi az a tény, hogy az alapítókhoz a későbbiekben összesen 13 cég és egy magánember csatlakozott.

Az Alapítványhoz jelenleg is bármely magyar és külföldi természetes vagy jogi személy csatlakozhat, felajánlást tehet, amennyiben az Alapítvány rendeltetésének céljával egyetért és azt anyagi vagy bármely más eszközzel támogatni kívánja, ideértve a személyes társadalmi munkát is.

Az Alapítvány célja és működése

Alapítványunk célja:

- a vasúti hidak múltjának, történetének felkutatása, ápolása, kiadványokban való megjelenítése,
- a vasúti hídtörténeti kutatások támogatása, tárgyi emlékek felkutatása, összegyűjtése, rendszerezése, felújítása, ápolása, megőrzése, kiállításokon való bemutatása,

- hidász szakemberek oktatásának, továbbképzésének szervezése, anyagi és szakmai támogatása, pályakezdő szakemberek segítése,
- hidász szakmai tudományos értekezletek, konferenciák, előadások szervezése, lebonyolítása,
- hidász szakmai tudományos munkák, szakirodalmi cikkek összegyűjtése, rendszerezése,
- hidász témájú pályázatok kiírása, díjazása,
- hidak közlekedésbiztonsági továbbfejlesztésében való közreműködés tanulmányok készítésével pályázatok kiírásával.

Az eddigi tevékenység eredményei

Első szakmai tevékenységünként országos pályázatot írtunk ki a Régi (70 évnél öregebb) vasúti hidak történetének cikk formájában való feldolgozására.

1996. júniusában a Kuratórium a BME Építőmérnöki Karán vasúti hidak témájában diplomatervezési pályázatot hirdetett meg, amelyet azóta rendszeresen meghirdetünk. Az Alapítvány a MÁV Rt-vel közösen három évenként szervezi meg a „Vasúti Hidász Találkozó” 3 napos szakmai konferenciáit. Több alkalommal írtunk ki fotópályázatot vasúti hidak témájában. Alapítványunk Dr. Korányi Imre műegyetemi professzor úr emlékének megőrzésére 2001. évben Korányi Imre díjat alapított, amellyel évente 1-1 kollégát tüntetünk ki. Évente szervezünk 1-1 napos ingyenes szakmai konferenciát kiválasztott témával. Számos vasúti hidász témájú könyv, szakmai folyóirat kiadását anyagilag is támogatjuk.

Internetes honlapunk a www.vashid.hu címen érhető el.

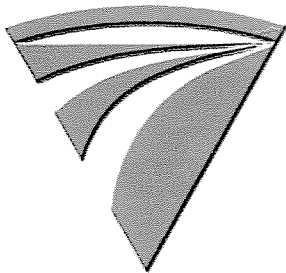
Rege Béla

a Kuratórium elnöke

E-mail: brege@kozut.kff.hu

Vasúti Hidak Alapítvány

Cím: 6720 Szeged Arany János u. 7. • e-mail: alapitvany@vashid.hu • Internet: www.vashid.hu
Számilaszám: Partiscum XI. Takarékszövetkezet, Szeged 57600101-10007462

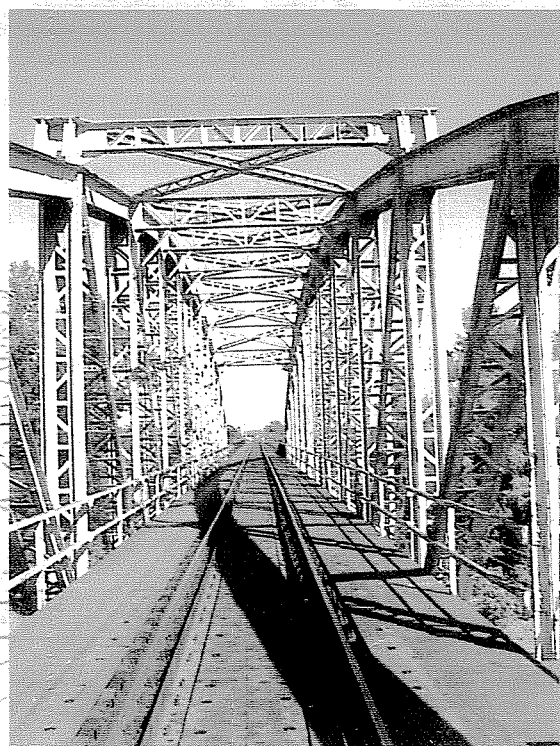
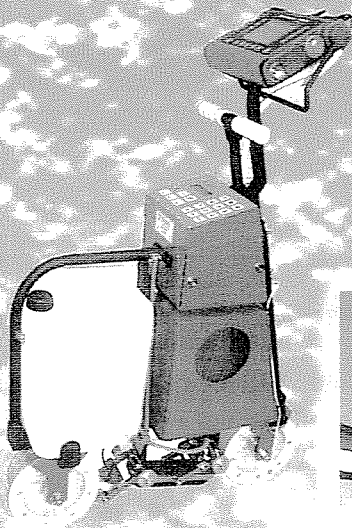
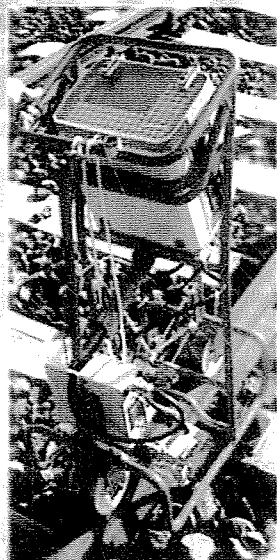
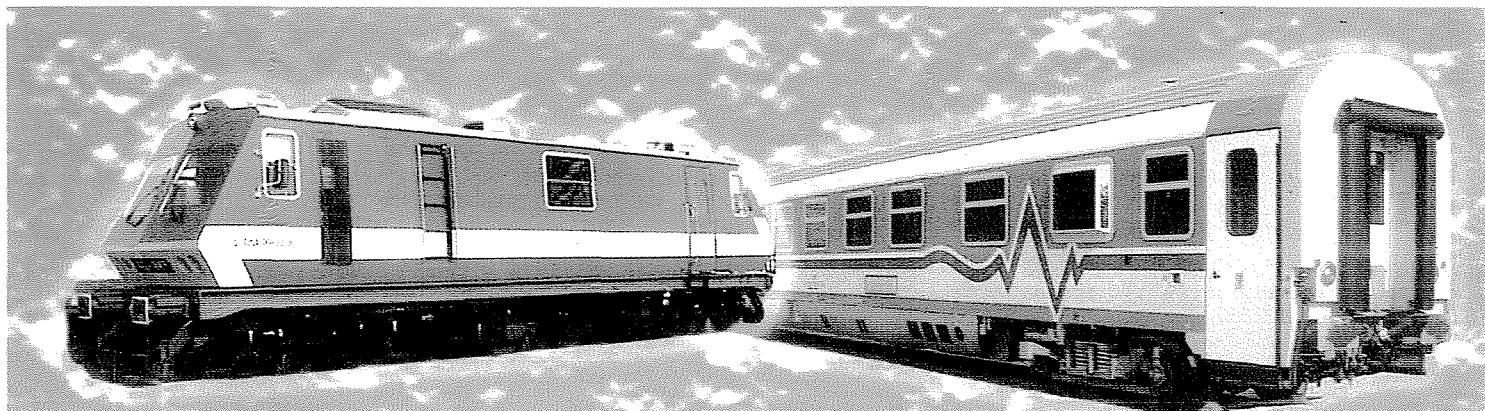


MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.

1097-Budapest, Péceli u. 2. Tel/Fax:(36-1) 347-4010, 347-4015

H-1456 Budapest 95. Pf.: 1.

E-mail: mavkfv@mavkfv.hu; www.mavkfv.hu



- Síndiagnosztika
- Vágánydiagnosztika
- Híddiagnosztika
- Alépítmény diagnosztika
- Pályaanyag minősítés