

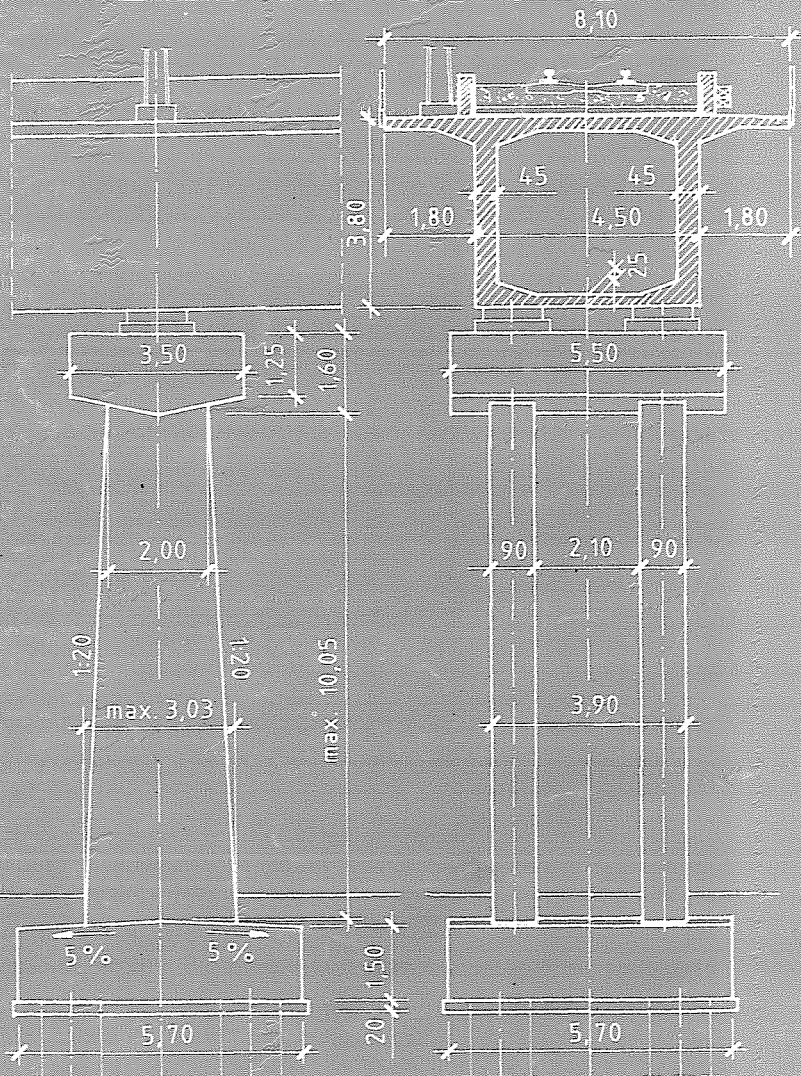
VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**

1300 db 375/db FAFA

VASÚTI HID ÉPÜL a magyar-szlovén vasútvonalon

**6 részes cikksorozat indul**

Vörös József

Betonhidak építésének fejlődése a MÁV-nál

94

Vörös József

A magyar-szlovén vasútvonal völgyhidjai

1. A beruházás előkészítése

95

Beluzsár János

LW-60, a nagysebességű vasúti pályák betonaijai

100

Dr. Szalai Kálmán

Méretezési szabványaink és az EU-csatlakozás

106

Dr. Balázs L. György

Szerkezetek megerősítése szén-szálal anyagokkal - hazai tapasztalatok

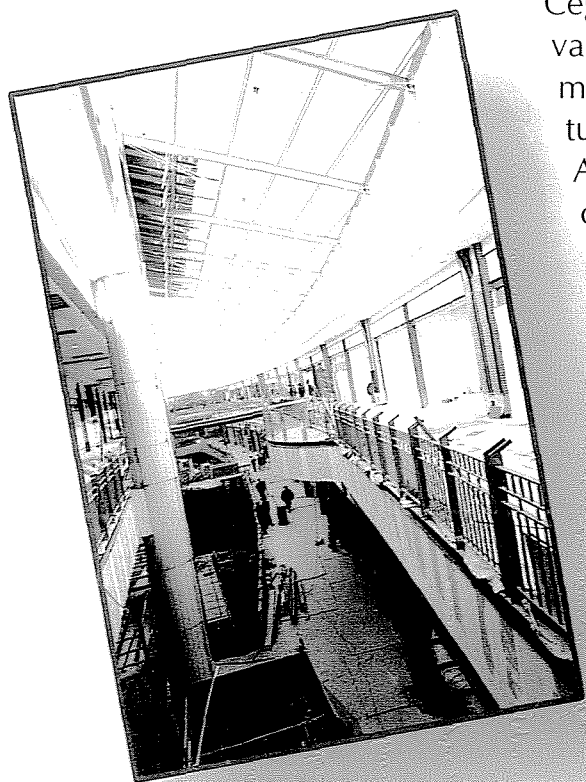
114

Rendezvénynaplár - Műszaki Rövidhírek, Előfizetés a 2000. évre

123

99/4

I. ÉVFOLYAM 4. SZÁM



Cégünk, az SKW-MBT Hungária Kft., már több mint 20 éve van jelen a magyar piacon, kezdetben képviselőként, majd 1995 januárjától önálló jogi személyként. 100%-os tulajdonú leányvállalata vagyunk a zürichi MBT Holding AG-nak, mely 1996 óta a világszerte több, mint 60 országban leányvállalatokkal rendelkező SKW csoport tagja.

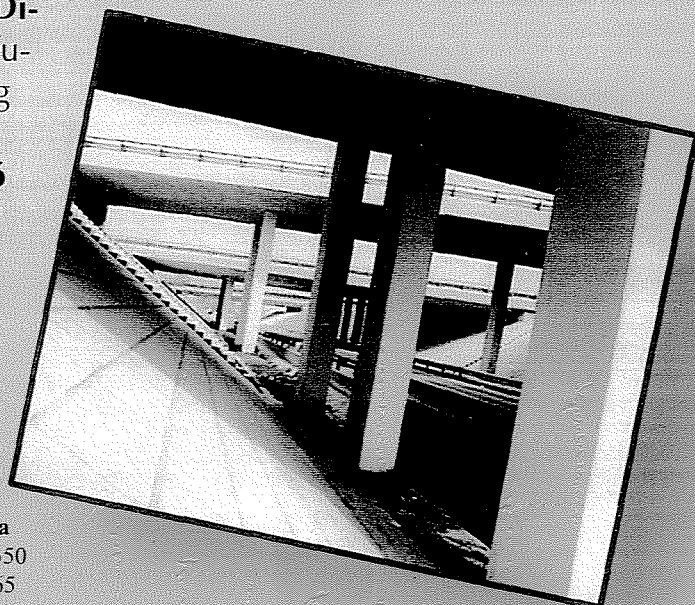
1998 januárjában a hazai építési szakemberek előtt évek óta jól ismert cégekkel – Építő Kémia Kft., Conica, PCI – egyesültünk. Az összevonásnak köszönhetően piaci részesedésünk és termékválasztékunk nagyban bővült, így a vevők igényeit szélesebb körben és magasabb színvonalon tudjuk kielégíteni.

Legfontosabb célunk, hogy **vevőinkkel hosszú távú, közös érdekeken alapuló partnerkapcsolatot** építsünk ki. **Területi képviselőink** készséggel állnak

ügyfeleink rendelkezésére termékeinkkel kapcsolatos bármely kérdésben, díjmentes helyszíni szaktanácsadással segítve a megfelelő termékek kiválasztását és azok szakszerű beépítését.

Tevékenységünk különböző építési vegyi anyagok forgalmazására irányul, de tervezzük a hazai gyártás bevezetését is. Kiváló minőségű, megbízható és világszerte elismert termékeink egymásra épülő építési anyagrendszerek, széles termékválasztékunkból megoldást kínálunk mind a lakossági mind az ipari igényeknek megfelelően. Divízióink az alábbi termékekkel állnak rendelkezésre:

- **Betonadalékszer Divízió** (beton- és habarcsadalékszerek; alagút, metró, mélyépítési anyagok; cement és beton segédanyagok)
- **Burkolatragasztók és Javítási rendszerek Divízió** (kiöntő anyagok; csemperagasztók és fugázók; javító anyagok, rendszerek; hézag tömítések; felületképző és befejező anyagok)
- **Ipari padló- és Sportpályaburkolatok Divízió** (ragasztó és injektáló anyagok; ipari padlórendszerek; sportpályaburkolatok; szórtfólia szigetelések; korrózióvédő anyagok; beruházási és olajipari polimerek)



SKW-MBT Hungária Kft.

Központ: 1107 Budapest, Szállás u. 5., Tel.: 262-6264, fax: 260-9055

Raktár: 1107 Budapest, Szállás u. 3., tel./fax: 261-0310 • **Területi iroda**

és raktár: 8900 Zalaegerszeg, Wlassics Gyula u. 13., tel./fax: (92) 314-350

4030 Debrecen, Monostorpályi út 7., tel./fax: (52) 471-761, (20) 925-6165

Kerbau Kft.: 9027 Győr, Puskás Tivadar u. 4., tel./fax: (96) 310-555/111m.

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Bódi István

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antónia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Garay Lajos

Dr. Kármán Tamás

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

Dr. Träger Herbert

(Kéziratok lektorálására más kollégák is felkérést kapnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

a *fib* Magyar Tagozata

1111 Budapest Bertalan L. utca 2.

Tel: 463 1751 Fax: 463 1784

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

Nyomdai előkészítés és nyomtatás:

RONÓ Bt.

Egy példány ára: 750 Ft

Előfizetési díj egy évre: 3000Ft

A folyóirat megjelenik

évente 5 alkalommal

(4 magyar és 1 angol nyelvű szám)

Megjelenik 1300 példányban

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

Hirdetések felelősei:

Telekiné Királyföldi Antónia

Dr. Erdélyi Attila

Címlaprajz:

Az épülő magyar-szlovén vasútvonal

völgyhídjának oldalnézete

és keresztmetszete

- 94** Vörös József
Betonhidak építésének fejlődése a MÁV-nál
- 95** Vörös József
A magyar-szlovén vasútvonal völgyhídjai
1. A beruházás előkészítése
- 100** Beluzsár János
LW-60, a nagysebességű vasúti pályák betonai
- 106** Dr. Szalai Kálmán
Méretezési szabványaink és az EU-csatlakozás
- 114** Dr. Balázs L. György
Szerkezetek megerősítése szén-szálal anyagokkal – hazai tapasztalatok
- 123** **Rendezvénynaplár – Műszaki Rövidhírek**
- 124** **Előfizetés a 2000. évre**

A folyóirat támogatói:

Ipar Műszaki Fejlesztésért Alapítvány, Királyföldi Lajosné, Bekaert, HÍDÉPÍTŐ Rt., MAGYAR ASZFALT Kft. MSC Magyar SCETAUROUTE, Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeiderer Lábatlani Vasbetonipari Rt., Pont-TERV Rt., Vasúti Hidak Alapítvány, MÉLYÉPTERV KOMPLEX Mérnöki Rt. Peristyl Kft., Techno-Wato Kft., MÁV Rt., Pannon Freyssinet Kft., STABIL PLAN Kft., BVM Épelem Kft., CAEC Kft., UNION PLAN Kft., BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke

BETONHÍDAK ÉPÍTÉSÉNEK FEJLŐDÉSE A MÁV-NÁL

A vasútépítés százötven éves múltjára visszatekintve láthatjuk, hogy a vasút megjelenése nagy hatást gyakorolt a technika fejlődésére. A vasútvonalak építése szükségessé, ugyanakkor lehetővé tette új iparágak születését és a meglévők modernizálását. Elsősorban a gépgyártásban következett be forradalmi változás, de a tömeges igény megjelenésével nagy fejlődés következett be a mélyépítésben, ezen belül a hidépítésben is. A nagy nyílások áthidalása, a korábbi közúti terhekhez képest nagyságrenddel megnövekedett vasúti terhek miatt új anyagok és szerkezetek alkalmazásával egyidejűleg eddig ismeretlen statikai szilárdságtani feladatokat kellett megoldani elődeinknek. Tudásuk, bátorságuk és előrelátásuk miatt munkásságukat ma is tisztelet övezi. Gondoljuk csak el, hogy az eltelt 150 évben milyen fejlődésen ment át a pályaépítés, a járműgyártás, vagy a biztosító berendezés.

Ugyanakkor számtalan hidunk a vasútvonalakkal együtt épült, így 100-120 éve üzemel. Milyen előrelátással, milyen precízen és milyen jó minőségben kellett – az ismeretlenben utat törve – e hidakat megépíteni, hogy a mai forgalmi igényeket is kielégítve viseljék a vasúti terheket.

A 150 éves múltra visszatekintő magyar vasúti hidépítésnek három jellemző korszakát különböztethetjük meg. Egy-egy szakasz mintegy ötven évet foglal magában.

Az első szakasz vasútépítési őskor a vasútépítés kezdetétől a századfordulóig tartott. Jellemző híd szerkezetek ebben az időszakban a fatartós, vagy kőlapos áthidalással készült átvezetők. A közepes méretű hidak falazott szerkezetként kő, vagy téglaboltozattal, míg a nagyfolyami hidak ékelt fagerenda, vagy rácsos faszerkezetként épültek. Vashidak elenyésző számban, egyedi tervek és szerkezeti megoldások alapján születtek. Meg kell azonban jegyezni, hogy az első szegecselt acéhid 1858-ban készült a Tiszán.

Betonműtárgyak ebben az időszakban szinte egyáltalán nem épültek. A hidak alapozásánál döntően sík, vagy facölöp alapozást alkalmaztak. A szegedi Tisza-híd e tekintetben is kivétel, mivel kútalapozással készült.

Második szakasz a nagy vasútépítések kora a századforduló és a második világháború közötti időszakot öleli fel. Ekkor jelennek meg a vasúti hídszabályzatok, kialakulnak és általánossá válnak a vasúti mintatervek. 1904-ben Spitzer Ignác kidolgozza az első szintbetétes teknőhid mintatervet (nyílásméret 1,0 m), de ugyanebben az évben elkészülnek a tartóbetétes teknőhid mintatervek is. 1907-től a vasúti betonátvezetők is mintaterv alapján épülnek. A betonboltozatokra 1896-1912 között dogozzák ki a mintatervet 1,0-12,0 m. szabadnyílásra. E téren Mihailich Győző végzett úttörő munkát. 1905-től Zielinski Szilárd tervező irodájának tervei alapján sorozatban épülnek a Hennebique-rendszerű, háromnyílású kerethidak 8-10 m középső nyílással.

Az akkori építési tempóra jellemző, hogy a Nyíregyháza Dombrád vasútvonalon e rendszerrel megépült híd (4,70+8,40+4,70 m. nyílással) statikai számítását Jemitz Zsigmond 1905. június 5.-én készítette el, ennek alapján a vasalási terveket Zielinski Zsigmond 1905. június 20.-án véglegesítette és a híd próbaterhelése 1905. szeptember 7-én történt.

A Fogaras-Brassó vasútvonal sinkai viaduktja 1907-1908-ban épült, ami kiemelkedő teljesítménye a magyar vasúti hidépítésnek. A 22, 0 m magas töltés helyett megépült völgyhíd lapokra támaszkodó ívhíd 60 m középső nyílással. Terveit Zielinski Szilárd készítette.

1913-ban építik meg a Budapest-Pécs vasútvonal ma is üzemelő műtárgyát az Érdi Háromcsuklós ívhidat. A híd támaszköze 28,53 m. Terveit Jámbor Béla MÁV mérnök készítette, és az építést is az ő irányításával végezték. Érdemes megjegyezni, hogy a híd építése előtt a MÁV vegyészeti laboratóriumában betontechnológiai kísérleteket végeztek.

Vasbeton teknőhidakra vonatkozó mintaterveket 1941-ben a Déda-Szeretfalva vasútvonal építéséhez készítettek 1,0-8,0 m nyílások áthidalására.

Harmadik szakasz a második világháborút követő napjainkig tartó időszak. A háború során a hídállomány jelentős része elpusztult. Újjáépítésnél a vonalvezetés, nyíláskiosztás kötött volt, így a nagyhidak átépítéskor a régi alapozás és falazatok felhasználásával a hidak zöme szegecselt rácsos szerkezetként épültek át. Jelentős változást jelentett, hogy a kéttámaszú áthidaló szerkezetek sorozatát folytatólagos többtámaszúra cserélték. Ebben az időszakban 1949-ben épült meg a Dunaharaszti-Ráckeve vasútvonalon az 52,0 m nyílású langertartós vasúti Dunaág-híd Székely Hugó tervei alapján.

1960-tól sorozatban készültek az 1,0-3,0 m nyílású vasbeton kerethidak mintaterv alapján. A Kisterenye-Kálkápolna vasútvonalon 1966-ban megépült a 17,0 m nyílású recski Tarna-híd az első utófesztített szekrénytartós feszített vasbetonhíd Schüller Frigyes tervei szerint. A tömeges hidépítési igények kielégítésére korszerű vasbetonépítési technológiák honosodtak meg az előregyártott vasbetonszerkezetek behúzásával, át-sajtolásával és darus beemelésével. A közúti hidépítésnél jól bevált EHGHT gerendák felhasználásával 1982-ben megépült az első előregyártott felszerkezetű vasbetonhíd a Budapest-Hegyeshalom vasútvonal Tatabánya-alsó és Tatabánya-felső állomások között Kemény Ádám tervezésével.

Ugyancsak a Budapest-Hegyeshalom vasútvonalon 1994-ben épült az első keresztirányban feszített, előregyártott felszerkezetű vasbetonhíd az Árendás patak-híd (hidnyílás 10,0 m), tervezője Kassai László és Dalmy Dénes. Ugyanezen a vasútvonalon 1995-ben 2x21,14 m támaszközzel folytatólagos többtámaszú (két nyílású) tartóbetétes vasbetonhíd épült plasztikus elmélet alapján történő méretezéssel, tervező Solymossy Imre. Kereszt és hosszirányban feszített lemezhidak épültek 1998-ban a Dombóvár-Gyékényes vasútvonalon a Dombó-csatorna és a Rigócz patak felett előregyártott elemekből, 10,5 m nyílással. Tervező Gál András.

Érdemes megjegyezni, hogy ezeknél a hidaknál alkalmazta a MÁV első ízben a rugalmasan ágyazott közvetlen sínleerősítést.

A vasúti hidépítés történetére visszatekintve láthatjuk, hogy a magyar hidépítők mindig lépést tartottak a fejlődéssel. A nemzetközi szervezetek munkájában történő közreműködés teremtette meg az alapját, hogy a vasúti hidak építése terén született új műszaki megoldásokat a MÁV rövid időn belül alkalmazta.

Az elmúlt években a vasúti híd szerkezetek építésénél további új szerkezeti megoldások kerültek alkalmazásra, és az új magyar-szlovén vasúti kapcsolat építése megteremtette a lehetőséget külföldön már bevált, a MÁV-nál eddig még nem alkalmazott új építési anyagok és technológiák alkalmazásának.

Lehet, hogy ez már a negyedik szakasz? Ennek eldöntését bízzuk az utókorra.

Vörös József
a MÁV főhidásza

1. A BERUHÁZÁS ELŐKÉSZÍTÉSE



Vörös József

Előző számunkban közzétett híradásunkban tájékoztatást adtunk arról, hogy megkezdődtek a magyar – szlovén vasútvonal építésének munkái a tervek szerint 2000. december 31-ig fejeződnek be. Az épülő vasútvonalon két völgyhid épül. A nagyobbik híd 1400 m Közép-Európa egyik legnagyobb vasúti viaduktja. A híd méretét, szerkezeti kialakítását tekintve kiemelkedő mérnöki feladatot jelent mind a vasúti hídépítésben, mind a feszített vasbetonhidak építésében. A tervezett hídépítés jelentőségéhez mérten szeretnénk részletes tájékoztatást adni a vasútvonal, ezen belül a völgyhidak megépítésének szükségességéről, az építkezés előkészítéséről, a szerkezetek kiválasztásáról, az engedélyezési tervekről valamint a völgyhidakra kiírt versenyzetetről.

Kulcsszavak: vasúti híd, völgyhid, feszített vasbetonhíd, öszvérhíd, tender.

1. BEVEZETÉS

Magyarországnak szomszédos országai közül egyedül Szlovéniával nincs közvetlen vasúti kapcsolata. A két ország között vasúti forgalom jelenleg csak Horvátországon keresztül bonyolódik. A két szomszédos állam – Magyarország és Szlovénia – között megállapodás született a korábban meglévő vasúti kapcsolat helyreállításáról.

A tervezett vonalszakasz az 1994. évi krétai Páneurópai Közlekedési Konferencián V. számú korridorként meghatározott nemzetközi vasúti közlekedési folyosó Trieszt/Koper–Ljubjana – Budapest–Ungvár–Lvov útvonal része, így megépítése összhangban van a nemzetközi elvárásokkal is. A vasútvonal megépítése a nemzetközi vasúti kapcsolatok javítása mellett elősegíti a térség lakosságának megtartását és az idegenforgalom fejlődését is. A korridorba illeszkedő új vasútvonal magyar területen Zalalövő–Bajánsenye–Hódos–Muraszombat nyomvonalon nehéz terepviszonyok között halad. A 160 km/h tervezési sebesség és a nehéz terep komoly kihívás elé állítja a vasútépítőket, mivel leküzdése különleges műtárgyak megépítését teszi szükségessé.

Magyarországon ilyen különleges szerkezetek még egyáltalán nem, vagy csak a régmúltban épültek, ezért a mérnökök összefogása szükséges a minden szempontból legjobb megoldás kiválasztásához, megtervezéséhez és megépítéséhez.

Az építés előkészítő munkái 1997-ben kezdődtek. Az államközi szerződésben meghatározott forgalomba helyezési határidő 2000. december 31. A teljes beruházás forrásigénye megközelíti a 23 milliárd forintot, amiből 3,5 milliárd költségvetési juttatás, fennmaradó rész pedig hitel.

2. A HELYSZÍN ISMERTETÉSE

A tervezett vasútvonal Zalalövőtól Nagyrákosig a Zala felső völgyszakaszának 200 – 300 m széles fiatalkori üledékekkel feltöltött völgyében, jellegzetesen síkvidéki vonalvezetéssel halad, általában magas vízállású, lápos, vizenyős réti vagy erdős területen, a Zala folyó völgyének északi, lankás oldalán. A terep Zalalövőnél körülbelül 208 – 210 m Bf szinten található, itt az új vasútvonal kisebb töltésen, illetve bevágásban halad.

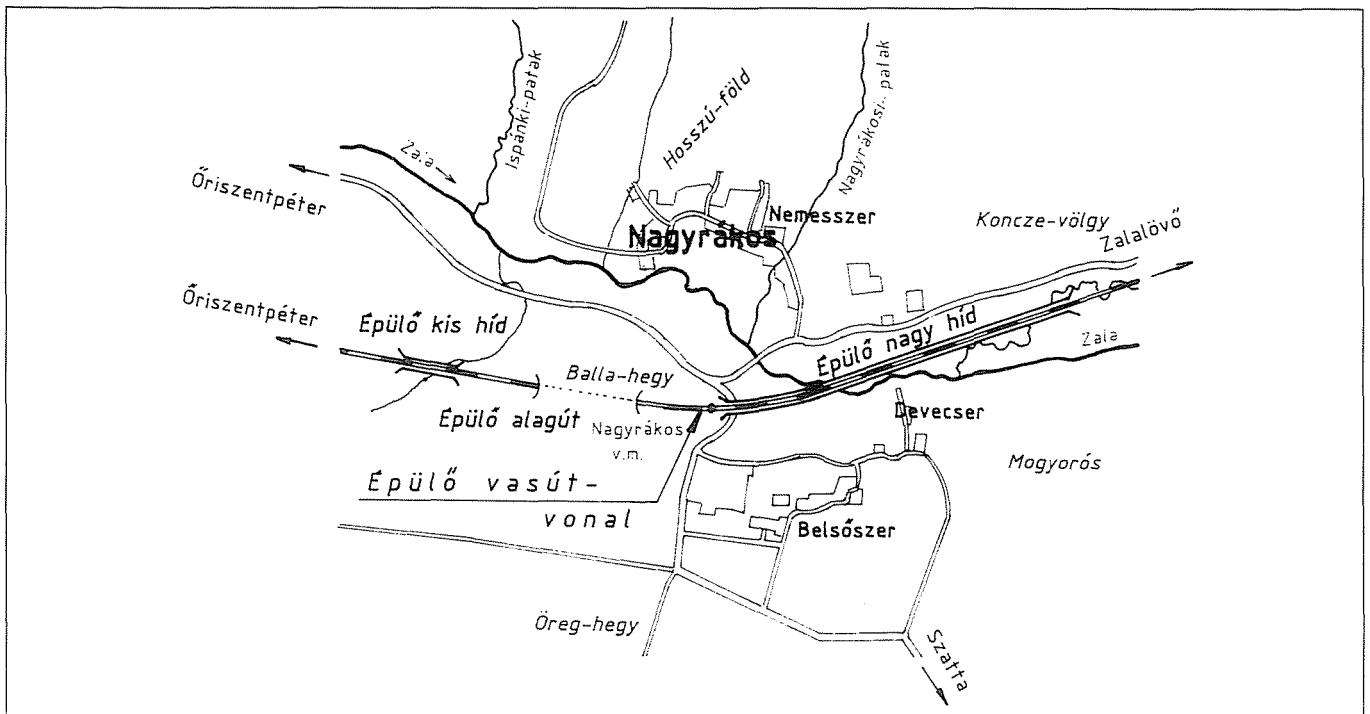
Őriszentpéter állomás tervezett magassága 260 m Bf. A közel 50 méteres szintkülönbséget mintegy négy kilométer hosszon kell leküzdni. A tervezett hossz-szelvény ezen a szakaszon 11–12‰₀₀ emelkedővel számol.

A Ballahegy előtti szakaszon 12–17 m magas töltést kellene megépíteni. Ez az előzőekben leírt rossz altalaj miatt igen komoly töltésalapozást igényelne, és hosszú idő kellene a töltés konszolidációjához. A magas töltés miatt a töltéslábak körpompjainak egymástól mért távolsága 50–80 m lenne! Célszerű ezért itt völgyhidakat építeni. A Ballahegy utáni 200 m-es szakaszon is igen nagy töltésmagasságra lenne szükség. Ezért ezen a szakaszon a vízmosás meredek lejtőin jelentkező erózió és a lejtőmozgás potenciális veszélye miatt völgyhid építése válik szükségessé. Az új vonalszakaszon, a völgyhidakon kívül további (50 db) vasbeton műtárgy építése szükséges (1. ábra).

3. TANULMÁNYTERVEK A HIDAK ÉPÍTÉSÉHEZ

A kis hidak szerkezetének kiválasztása nem jelentett gondot a tervezés beindításánál, hiszen hasonló műtárgyak szép számmal épültek a MÁV vonalhálózatán. A két völgyhid vonatkozásában azonban már nehezebb helyzetben voltunk. Ilyen nagyságú hidak csak meglévő szerkezetek – zömében háború utáni – átépítése során készültek az elmúlt 50 évben Magyarországon, általában a meglévő alépítmények felhasználásával. A geometriai kötöttségek, a rendelkezésre álló anyagok és technológiák következtében nagyhidjaink kizárólag rácsos szerkezetként, nyíltpályás pályáátvezetéssel épültek.

Egy ilyen kialakítás nyilvánvalóan nem felel meg az adott helyen a kor követelményének, akár az esztétikai, vagy kivitelezési szempontokat, akár az üzemeltetési- fenntartási költségek alakulását vizsgáljuk. A legkedvezőbb szerkezet kiválasztása érdekében széleskörű felmérést végeztünk egyrészt a hazai közúti hídépítés területén, másrészt az európai vasúttársaságoknál. A hazai szakaszosan előretolt feszített vasbeton szerkezetekről Wellner P. (1998) Sínek Világában megjelent cikkében olvashatunk.



1. ábra Az épülő vasútvonal helyszínrajza

A Nemzetközi Vasúti Kutatóintézet segítségével a Német (DB), Román (SNCFR), Svájci (SBB) és Lengyel (PKP) vasúttársaságok vonalain megépült hidakat tanulmányoztuk. A 160 km/h sebességre vonatkozó előírások Vörös J. (1997) tanulmányában találhatóak.

Az adott műszaki feltételek alapján 40–50 m nyílású ágyazat-átvezetési hídszerkezet bizonyult a legkedvezőbbnek, így tanulmányterv szinten a következő változatok kerültek kidolgozásra:

- gerinclemezes ortotróp pályalemezes acélhid
- vasbeton pályalemezzel együttdolgozó acélfőtartós öszvérhid
- szakaszosan előretolt feszített vasbetonhid.

4. ENGEDÉLYEZÉSI TERVEK, TENDERKIÍRÁS

A tanulmánytervek átvizsgálását és zsűrizését követően a MÁV Rt, mint beruházó az ortotróplemezes acélhid variánst elvetve, a vasbetonlemezzel együttdolgozó öszvérhid és a szakaszosan előretolt feszített vasbetonhidak (2. ábra) engedélyezési szintű terveinek kidolgozására adott megbízást. A magyar-szlovén vasútvonal völgyhídjai c. anktéről Keresztfalvi és Darvas (1997) Mélyépítéstudományi Szemlében írt ismertetést. Ugyancsak az engedélyezési terveket mutatja be Vörös J. (1998) Sínek Világában megjelent cikke.

A völgyhidak szerkezetének megválasztása és megtervezése óriási felelősség, hiszen méreténél fogva az 1400 m hosszú völgyhid az ország legnagyobb vasúti hídja lesz, de európai viszonylatban is jelentős, a negyedik legnagyobb műtárgyként jelenik meg Európa vasúti hálózatán.

Jellemző adatként megemlítem, hogy az új vasútvonalon megépülő műtárgyak hossza a jelenlegi MÁV hidállag vágány nyílásfolyóméterének mintegy 5%-a. A hidak tervezett életkora 100 év, így egyértelmű hogy olyan szerkezet, vagy műszaki megoldás jöhet csak szóba, amelyik több generáción keresztül szolgálja a vasúti forgalmat, és minimális fenntartási munkával lehet üzembiztos állapotát megőrizni.

A benyújtott tervekre a MÁV jóváhagyását követően a Köz-

lekedési Főfelügyelet Vasúti Felügyelete 1997. május 28-án adta ki a létesítési engedélyt. Az engedély előírása alapján a hidakat az MSZ-07-2306/1-4 T alapján kell tervezni, de egyéb feltételként az EUROCODE 1: „Méretezési alapelvek és a szerkezeteket érő hatások 3. rész: A hidak forgalmi terhei” egyes előírásait is kötelezővé tette.

- Előírta hogy a dinamikus tényezőnél az átlagosan karbantartott pályára vonatkozó képlettel kell számolni.

$$\phi_3 = (216/L_0^{0.5} - 0.2) + 0.73$$

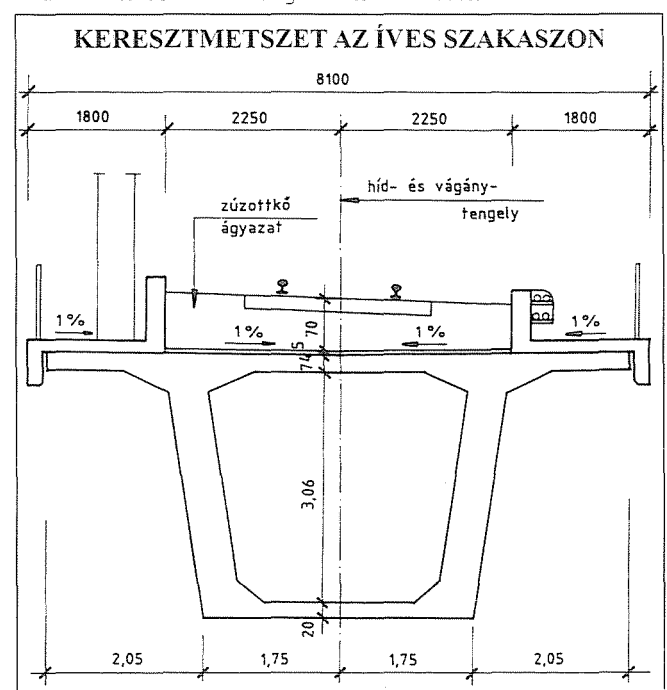
$$\text{értékhatár: } 1,00 \leq \phi_3 \leq 2,0$$

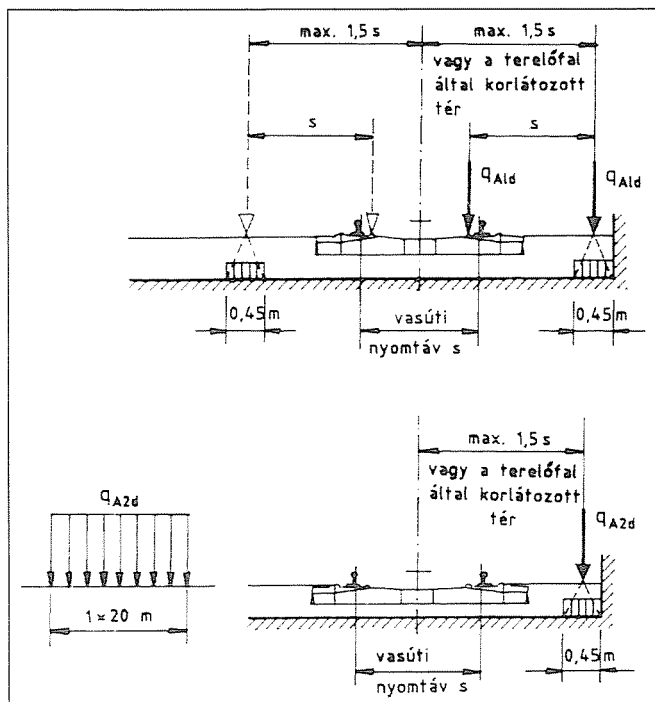
$$\phi = \text{dinamikus faktor}$$

$$L_0 = \text{ún. karakterisztikus hosszúság (m).}$$

- Mivel a völgyhíd az engedélyezési tervek szerint nem kerül terelősín, így azok felszerkezetét a hivatkozott előírás 6. 7. 1. 2. pontja – „Kisiklás a hídon: szerkezeti követelmények és egyenértékű terhek” – alapján a kisik-

2. ábra A tendertervben kidolgozott feszített vasbetonhid keresztmetszete





3. ábra Kisiklott jármű hatásának vizsgálata az EUROCODE szerint

lott járműteherre is méretezni kell. I. tervezési helyzetben a kisiklással érintett hídszerkezeti részeket kell megvizsgálni, úgy hogy a két járműterhet helyettesítő függőleges vonalas megoszló teher $q_{A1d} = 50 \text{ kN/m}$ 6,4 m hosszúságban legyen (3. ábra). A II. tervezési helyzet a hídszerkezet stabilitásának a vizsgálata, $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m}$ 20 m hosszban.

A pályázat kiírása a létesítési engedéllyel rendelkező tervek alapján történt. A kiírás lehetővé tette az engedélyezési terven felül alternatív megoldásra kidolgozott tervvel további ajánlat adását is, ugyanakkor előírta a 2000. november 31. befejezési határidővel forgalomba helyezhető „gyorsított” változat megadását is.

5. A BENYÚJTOTT VÁLTOZATOK

A tenderek bontására 1999. április 9-én került sor. A pályázati felhívásra 5 ajánlattevőtől 17 gondos munkával összeállított pályázat érkezett (1. táblázat). Külön ki kell emelni a ZALAHIDAK konzorcium ajánlatát, ami hét, rendkívül színvonalasan kidolgozott megoldást tartalmazott. A nyílt eljárásban az értékelő bizottság tagjain kívül jelen voltak az ajánlattevők képviselői is, az eljárást Pál József, a MÁV vezérigazgató-helyettese vezette. A rendkívül nagymennyiségű tervanyag részletes ismertetésére terjedelmi okokból nem vállalkozhatom, így csupán a benyújtott ajánlatok felsorolására szorítkozom.

A Tenderértékelő Műszaki Szakbizottság az ajánlatok átvizsgálása alapján hétre tett további részletes értékelésre javaslatot (2. táblázat).

A kiválasztás főbb szempontjai a következők voltak:

- Az elvárt határidőre történő megépíthetőség
- A benyújtott tervek műszaki színvonala
- Környezet csekély zavarása az építés alatt (felvonulási területek igénybevétele)
- Fenntartási üzemeltetési költségigény.

Lényegesnek tartom megjegyezni, hogy az értékelhető ajánlatok csaknem mindegyike szakaszosan előretolt feszített vasbetonhidat tartalmazott, mindössze az ENGIL-MOTA 3gy2 jelű ajánlatában volt acélfőtartós öszvérhid megoldás az egyik völgyhídra.

Ajánlattevő	Jel	Határidők	
		Szerk. kész.	Befejezés
PORR	1a1	2001.06.30.	2001.06.30.
PORR	1alt1	2001.01.31.	2001.01.31.
PORR	1gy1	2001.03.31.	2001.03.31.
ZALAHIDAK KONZOR.	2a1	2000.09.15.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2alt1	2000.07.31.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2alt2	2000.07.31.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2gy1	2000.07.31.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2gy1/M**	2000.09.15.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2gy2	2000.07.31.	2000.11.30.
ZALAHIDAK KONZOR.	2gy3	2000.07.31.	2000.11.30.
ENGIL - MOTA	3a1	2001.05.28.	2001.06.30.
ENGIL - MOTA	3gy1	2000.08.30.*	2000.08.30.
ENGIL - MOTA	3gy2	2000.08.30.*	2000.08.30.
NCC INTERNATIONAL	4a1	2001.03.23.	2001.06.25.
NCC INTERNATIONAL	4alt1	2001.03.23.	2001.04.30.
NCC INTERNATIONAL	4gy1		2000.12.01.
KÉV METRÓ Kft	5a1	2000.07.31.	2000.11.30.
KÉV METRÓ Kft	5agy1	2000.07.31.	2000.11.30.

Jelölések:

a	= alap	*	= ütemterv pontosítása volt szükséges
alt	= alternatív változat	**	= tenderbontásnál nem ismertetett módosított változat
gy	= gyorsított változat	első szám	= az ajánlat sorszáma
		utolsó szám	= ajánlaton belül a változat sorszáma

1. táblázat A benyújtott pályázatok

6. A NYERTES PÁLYÁZAT

A pályázatok részletes átvizsgálását, a szükséges elemzéseket és összehasonlításokat követően a végső döntés alapján az 1400m valamint 200m hosszú völgyhidak építését az összességében legkedvezőbb ajánlatával – ismert olasz, osztrák, svéd, portugál és magyar cégek előtt – a HIDÉPÍTŐ Rt-re, mint vezető cégre épülő Zalahidak konzorcium nyerte el. A konzorcium további tagjai: DUMEZ GTM Franciaország, Betonútépítő Nemzetközi Rt. A kivitelezési szerződés végösszege ÁFÁ-val együtt megközelíti a 7 milliárd forintot.

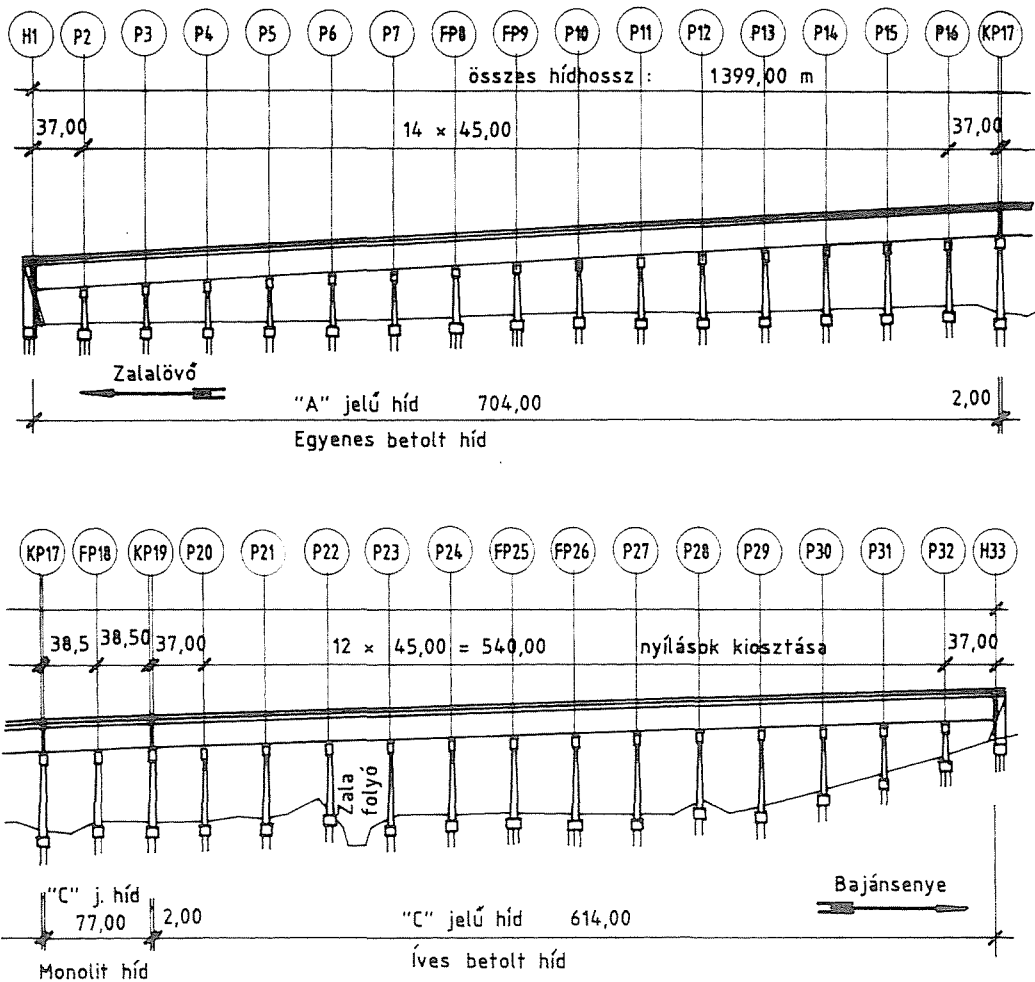
A nyertes változat – mindkét völgyhid tekintetében – szakaszosan előretolt feszített vasbetonszerkezet cölöpalapozással. A nagyobb völgyhid (1400 m) SOIL-MEC cölöpökre támaszkodik (4. ábra). A szekrény keresztmetszetű felszerkezet három szakaszból áll, ezekből a középső két nyílás állványon épülő monolit szakasz. A kis völgyhidat (200 m) FRANKI rendszerű cölöpök támasztják alá. Felszerkezetének keresztmetszete a nagyhid keresztmetszetével, megegyezik (5. ábra).

A tervek részletes ismertetése a következő számokban történik, ezért jelen cikkben csak a bírálat főbb megállapításait ismertetem. Az ajánlati tervek átvizsgálása után az értékelő bizottság ezt találta a leginkább részletesen kidolgozottnak, a műszaki megoldások kiviteli szintű dokumentációval rendelkeztek, a tervekhez részletes statikai számítás és megfelelő részletességű organizációs tervek tartoztak.

2. táblázat A részletes értékelésre kiválasztott pályázatok

Ajánlattevő cég	Jel	Szerkezet típusa	
		3. zóna	5. zóna
PORR AG	1a1	Feszített vb	Feszített vb
ZALAHIDAK KONZOR.	2a1	Feszített vb	Feszített vb
ZALAHIDAK KONZOR.	2gy1	Feszített vb	Feszített vb
ENGIL MOTA	3a1	Feszített vb	Feszített vb
ENGIL MOTA	3gy2	Öszvér	Feszített vb
NCC INTERNATIONAL	4a1	Feszített vb	Feszített vb
KÉV METRÓ Kft	5a-gy1	Feszített vb	Feszített vb

OLDALNÉZET (Torzított lépték)



4. ábra Az épülő híd oldalnézete

A terv dokumentáció kidolgozottság szintjének vizsgálata azért volt lényeges bírálati szempont, mert csak egy részletesen kidolgozott terv nyújthat garanciát a rendkívül rövid határidő teljesítésére.

Szerkezeti kialakítás tekintetében ez a változat tért el legkevésbé a jóváhagyott engedélyezési tervtől. Az eltéréseket egyrészt a pontosabb statikai számítás, másrészt kivitelezési szempontok indokolták. A legnagyobb érdeme ennek a megoldásnak, hogy az alapozási aléptítményi munkákon kívül a terepen más munkavégzés nem történik, a munkák szalagrendszerben szervezhetők és az aléptítményi munkák nem akadályozzák a felszerkezet építést.

Hazai alkalmazás tekintetében ez a technológia a legkiforrottabb és megfelelő referenciával rendelkezik, ami garancia a személyi és eszközfeltételek teljesítéséhez.

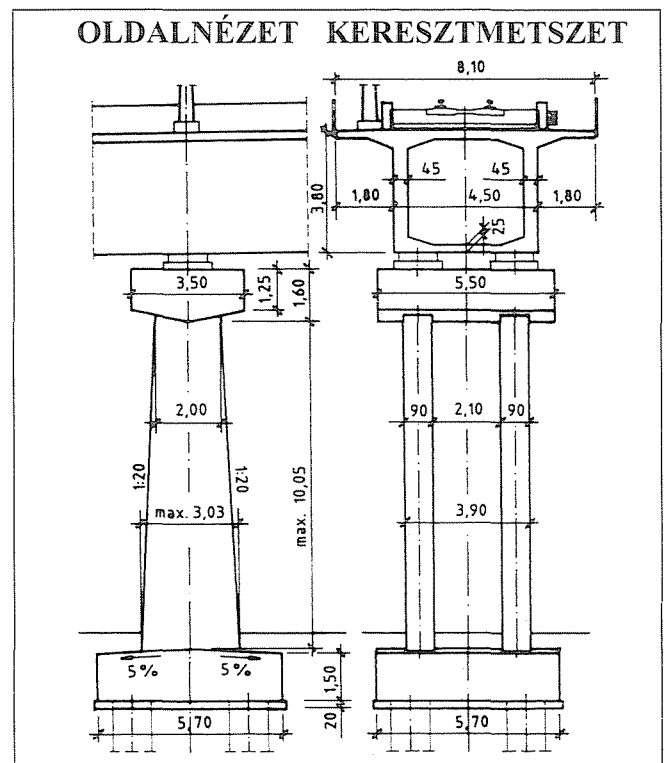
Az ajánlati ütemterv tarthatóságát alátámasztja:

- az aléptítmény és felszerkezet térben független helyen épül,
- a felszerkezetépítés jól töltesíthető,
- a koncentrált helyen folyó munkák jól ütemezhetők,
- a felszerkezetépítés kötött, zárt technológiájú.

A javasolt szerkezet előnyei:

- merev szerkezet, kis alakváltozás,
- fenntartási és üzemeltetési költségek kedvező alakulása,

5. ábra Az épülő híd szerkezeti elemei



- az építést és fenntartást illetően kevésbé károsítja a környezetet.

A javasolt szerkezet hátrányai:

- elemi kár esetén a helyreállítás bonyolultabb mint a két-támaszú szerkezeteké,
- a nagyobb önsúly és a statikai határozatlanság miatt költségségsőbb az alapozás.

MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az államközi szerződésben vállalt jövő év végi üzembe helyezési határidő rendkívüli feladat elé állítja elsősorban a beruházót és a vállalkozót, de a megvalósítás valamennyi résztvevőjét egyaránt. A vállalkozónak szerződésben rögzített feladata, hogy a völgyhidak már jövő év szeptember elején alkalmasak legyenek a vasútépítő szerelvények átbocsátására. A munka végső befejezési határideje 2000. november 30. (Forgalombahelyezési határidő: 1999. december 31)

Az elkövetkező időszakban egy cikksorozat közzétételét tervezük abból a célból, hogy megismertessük kedves olvasóinkat a vasbetonépítés e kiemelkedő feladatának minden részleteivel, bemutatva a hidépítés tervezési, alapozási, technológiai és szervezési vonatkozásait is.

HIVATKOZÁSOK

Keresztfalvi L. Darvas E. (1997) „A magyar – szlovén vasútvonal hídjai c. ankétról készült beszámoló” *Közlekedéstudományi Szemle XLVII. Évfolyam* 5. Szám. pp. 177-192.

Vörös J. (1997) „160 km/h sebesség engedélyezésének feltételei vasúti hidakon (hazai és külföldi előírások összehasonlítása)” *Tanulmány/*

Vörös J. (1998) „Az új szlovén kapcsolat völgyhidjai” *Sinek Világa XLI. Évfolyam* 160. Szám pp.26-39.

Wellner P. (1998) „Szakasos előretolós technológia vasút felett” *Sinek Világa XLI. Évfolyam* 162 (különszám) pp. 50.-53.

Vörös József (1946) okl. építőmérnök, a MÁV Rt. Hidgazdálkodási Divízió vezetője. Eredményes szakmai munkáját elsősorban a feszített vasbeton hidak hazai bevezetése jellemzi. Az első szabadon szerelt híddal kapcsolatos tevékenységét állami díjjal ismerték el. Az első szabadon szerelt, szabadon betonozott és szakasos előretolással készült, feszített vasbeton hidak építését irányította. 1992-től a Budapesti Műszaki Egyetem Építéskivitelezési Tanszékén oktatói tevékenységet folytat. A *fib* Magyar Tagozatának tagja.

THE BIGGEST HUNGARIAN RAILWAY BRIDGE-CONSTRUCTION VIADUCTS ON THE HUNGARIAN AND SLOVENIAN RAILWAY LINE

At the present time there is no direct rail connection between Hungary and Slovenia. That is why a new railway line is being built now between Zalaalövő (H) and Murska Sobota (SLO). One of Europe's longest stressed superstructure railway bridges made of reinforced concrete is constructed on the 20 km long Hungarian section of the line (between Zalaalövő and Bajánsénye state border). This bridge has a total length of 1400 m and there is also a shorter one with the length of 200 m. The substructure of the bridge consists of bored piles and piers made of reinforced concrete; the superstructure, leading one track through, will be a one-cell box girder, which is divided into three expansion units. Two of them (a 700 m long straight part and a 600 m long curved part) will be constructed by incremental launching method; while the middle two-span part will be built monolithically on frame-work. The spans are generally 45 m long, only the outermost ones of the two bridge-parts and spans of the monolithic bridge are shorter. There are altogether 14 months for design and construction of the works, the deadline of completion is 30 November 2000.

We would like to give a continuous information about the preparation, planning and execution of the building of viaducts in importance of the planned bridge-building in the next issues of the journal.

LW-60, A NAGYSEBESSÉGŰ VASÚTI PÁLYÁK BETONALJA



Beluzsár János

Az európai közlekedési folyosók kialakítása nagy sebességre és teherbírásra alkalmas betonjak kifejlesztését igényelte. A szerző a fejlesztés folyamatát, és a prototípus vizsgálatok eredményeit ismerteti. A cikkben a bevezetett új típusú, magyar LW-60 betonalj műszaki adatait hasonlítja össze az európai színvonalat megtestesítő német és angol betonalkak jellemzőivel.

Kulcsszavak: vasúti betonalj, igénybevétel, teherbírás, repesztőnyomaték

1. BEVEZETÉS

A vasúti betonalj gyártás Magyarországon az elmúlt ötven év alatt összefort a lábatlani gyár nevével. A Pfeleiderer Lábatlani Vasbetonipari Rt. és jogelődjei a vasúti betonalj gyártásban gazdag tapasztalatokat szereztek. A privatizáció után a részvénytársaság szakmai befektető, – a Pfeleiderer AG Neumarkt –, többségi tulajdonába került. Az új tulajdonos a német vasút legnagyobb betonalj szállítója. A tulajdonosváltás garantálja hogy a magyar vasútialj gyártás ne elszigetelten, hanem a nemzetközi tapasztalatokat felhasználva fejlődhesen tovább.

Az elmúlt évtizedekben a vasúti közlekedést új kihívások érték. A közúti szállítás tényeréseivel egész Európában csökkent a teherszállítási teljesítmény. A vasúti fejlesztések központjába a nagysebességgel közlekedő IC vonatok kerültek, amelyek a pályával szemben magasabb minőségi követelményeket támasztanak. A szilárdabb, megbízhatóbb pályától többek között:

- pontosabb pályageometriát, jó futási körülményeket,
- rezgésmentességet, és
- alacsony karbantartási igényt várunk el.

Ezeknek a követelményeknek a hagyományos pályaszerkezetek már nem felelnek meg. A pályaszerkezetek teljesítő-képességét:

- a hagyományos zúzottkő ágyazatos pályáknál az alátét nélküli rugalmas sínleerősítésekkel,
- vagy újabb, egyre inkább, az alátét nélküli rugalmas

sínleerősítések és a szilárd ágyazású pályaszerkezetek együttes alkalmazásával lehet javítani.

A szilárd ágyazású pálya kétségtelenül a legkorrektebb megoldás, de magas költsége miatt, még a MÁV-nál jobb anyagi körülmények között lévő vasúttak is, csak kiemelt pályaszakaszokon alkalmazzák.

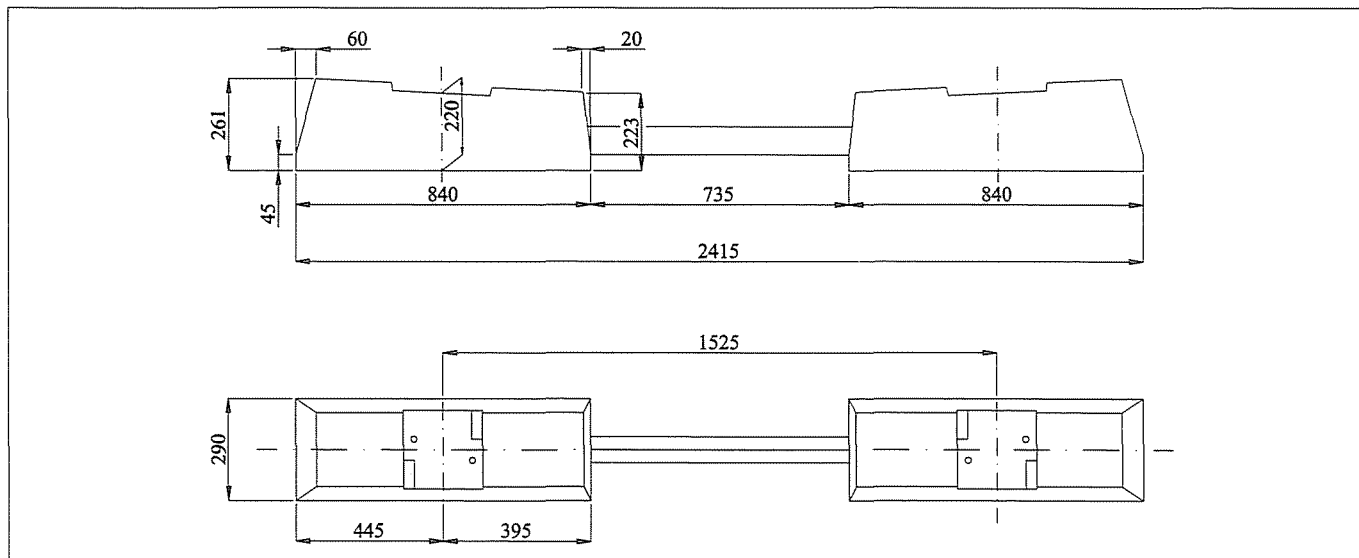
2. ZÚZOTTKŐ ÁGYAZÁSÚ PÁLYÁK KORSZERŰ BETONALJAI

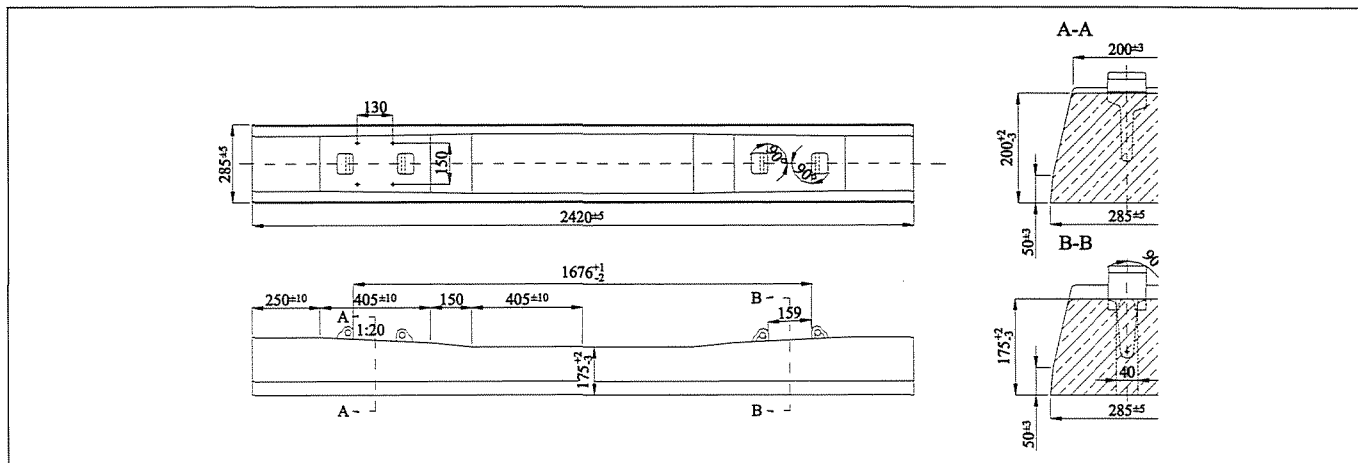
A hetvenes évekre a zúzottkő ágyazású pályák betonalkjainak alapvető típusai kialakultak. A vasútialj gyártásban, az alkalmazásban érdekeltek körében megkezdődött az eredmények összegzése.

A gyártók részéről a FIP (Nemzetközi Feszítettbeton Szövetség) vasútialj bizottsága készített összeállítást a vasútialj gyártás helyzetéről 1987-ben (State of the Art Report Concrete Railway Sleepers).

Az alkalmazó vasúttak a tervezési és felhasználási tapasztalatokat az ORE (Office for Research and Experiments of the International Union of Railways) kutatási programjában összegezték. A legújabb jelentésben (1991) ajánlásokat dolgoztak ki a prototípus betonalkak követelményeinek meghatározására és kísérleti vizsgálatához (ORE FRAGE D 171, 1991). A hetvenes évek végéig a következő jellemző betonalj típusok alakultak ki Európában.

1.ábra U41 típusú francia betonalj





2. ábra F 40 típusú angol betonalj

2.1. KÉTBLOKKOS ALJAK

2.1.1. Francia betonalj

A vasúti felépítményben, a sínek alátámasztására már a kezdeti időkben használták a kétrészes betonalj valamilyen változatát, ezek azonban tartósan, csak a francia érdekeltségi területeken terjedtek el. A Francia Vasutak a kétrészes betonalj mellett, alkalmaznak monoblokk betonaljakat is, de a fő típus továbbra is a kétrészes betonalj maradt, amelynek legkorszerűbb változata az U 41 típusú betonalj (1. ábra) (ORE FRAGE D 171, 1991).

A kétrészes betonaljak előnyei többek között:

- a vágányok nagyobb oldalirányú stabilitása,
- az alj középső részén nincs repedésre érzékeny merev összeköttetés (az alj egyszerűen, nagy termelékenység-gel állítható elő).

A kétrészes aljak előnyeikhez természetesen hátrányok is járulnak:

- a fekszint kedvezőtlenebb,
- az összekötőrúd többlet vasalást igényel.

2.2. Monoblokk betonalj

2.2.1 Angol F 40-es betonalj

Az angol vasutak szabványos betonlja 1977-ig az F 27-es jelű betonalj volt. A hetvenes évek közepén új gondok merültek fel:

- a sín alatti keresztmetszetben, a sínek felfekvésénél, repedések jelentkeztek,
- a felépítménycseréknél, a felépítmény keresztmetszet szelvénye nehézkessé tette a szabványos hosszúságú betonalj darukkal való fektetését.

A betonalj-fejlesztést széleskörű kutatómunka előzte meg, amelynek során azt találták, hogy ütőerő hatására a betonalj nem csak fel-le mozog, hanem a hosszirányú semleges tengelye körül, rezegve hajlik. Különösen a betonalj alaprezgése, valamint harmadik és ötödik felharmonikus rezgése okoz jelentős negatív hajlítást a sín alatti keresztmetszetben. A tapasztalatok alapján az újabb F 27 betonaljat továbbfejlesztették:

- az alj középső részét 25 mm-el megvastagították,
- a feszítőerő súlypontját 15 mm-el megemelték.

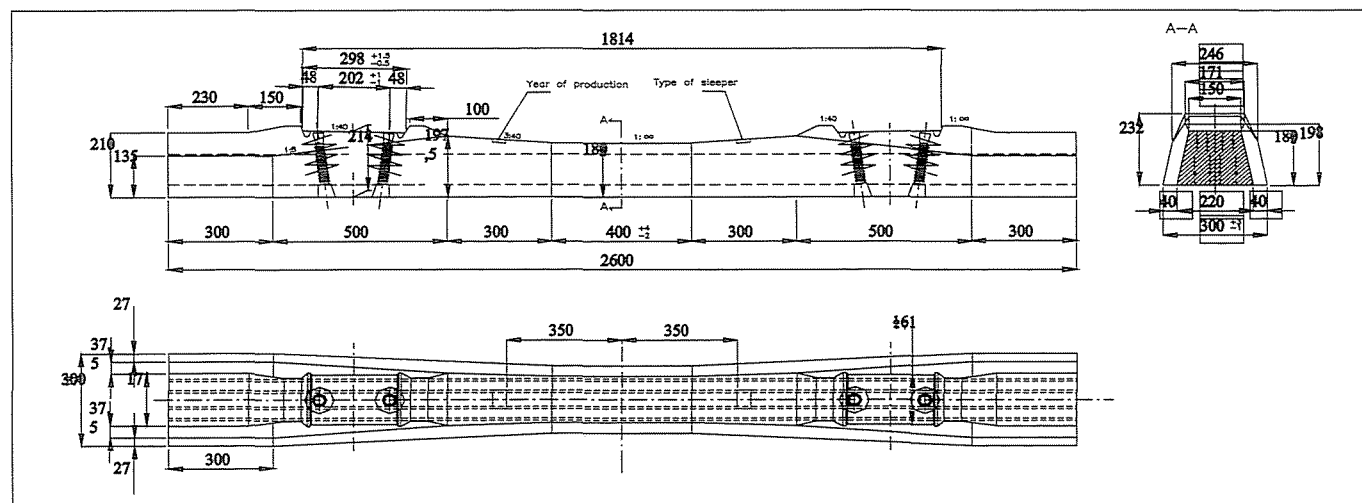
Az angol vasutak a gyártókkal konzultálva vezette be az F 40 típusú betonalj (2. ábra) (ORE FRAGE D 171, 1991), amelynek hosszát a felhasznált feszítőpásmák lehorgonyzási hossza határozta meg. A betonaljat a harmadik generációs szabványaljnak szánták, ezért benne a jelenleg jónak tartott megoldások testesülnek meg:

- szélesebb alapsík az alacsony ágyazati nyomás érdekében,
- magasabb előfeszítési súlypont, nagyobb negatív nyomateki teherbírás, a sín alatti keresztmetszetben.

2.2.2. Német B 70 betonalj

A Német Vasutak szabványos betonlja a B 70 jelű termék (3. ábra), amely elő-és utófeszített változatokban készül. A betonalj legyező alakú, változatai a világ számos országában elterjedtek. Az utóbbi időben megjelenő nemzetközi tenderek ezt a geo-

3. ábra B 70 típusú német betonalj



	BR	MÁV	BD
Betonalj típus	F 40	LW-60	B 70
Számított nyomaték	kNm	kNm	kNm
Maradó feszítőerő, kN	321	325	270
Beton számításba vett húzó feszültsége, N/mm ²	4,5	4	3
Sín alatt			
Beépítési helyzet	23,8	18,6	16
Fordított helyzet	-11,2	-10,3	
Középen			
Beépítési helyzet	15,1		
Fordított helyzet	-10,3	-11,9	-12,1

1. táblázat A magyar LW-60 betonalj összehasonlítása az angol F 40 és a német B 70 betonaljakkal számított adatok alapján

metriát írják elő. Az utóbbi években születtek javaslatok az alj geometriájának módosítására, Eisenmann (1994) javasolta a B 75 típusú betonalt, amely jelenleg bevezetés alatt van.

Az európai színvonalat meghatározó monoblokk betonalk közül a német B 70 és az angol F 40 betonalk jellemző adatait a következő táblázatban (1. táblázat) hasonlítottuk össze a nyolcvanas években kifejlesztett magyar LW-60 betonalj jellemzőivel.

A betonalk számított nyomatéki teherbírásában jelentkező különbségek a figyelembe vett beton húzófeszültségének az eltéréséből erednek. A meghatározó keresztmetszetek geometriai méretei közel azonosak. A maradó feszítőerő sem mutat lényeges eltérést.

A táblázat adatainak értékelésénél figyelembe kell venni, hogy míg a német és angol vasúti vonalakon az alkalmazott pályasebesség eléri, illetve meghaladja a 200 km/órát, addig a magyar vonalakon, a jövőben is, legfeljebb a 200 km/óra sebesség elérésével számolhatunk.

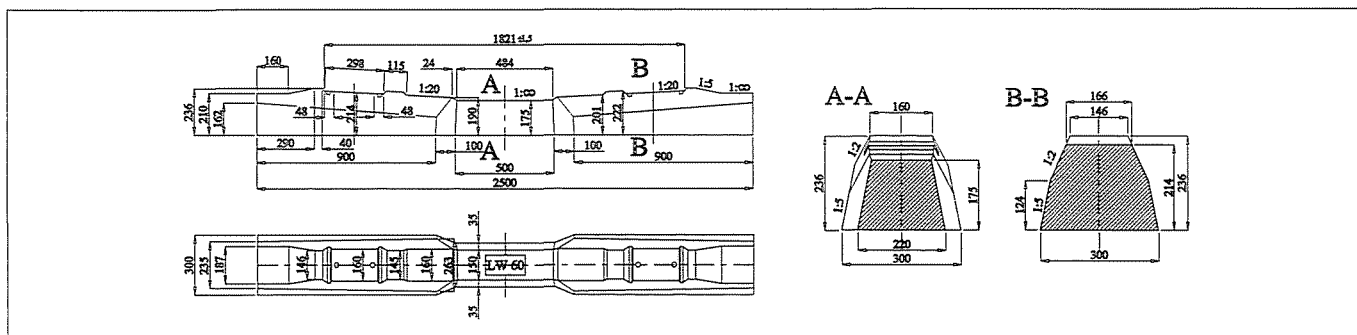
3. MAGYAR BETONALJAK

A nyolcvanas évekig a magyar vasúti pályák fővonalai betonalk az LM jelű betonalk volt, amely maximálisan 140 km/óra sebességre volt méretezve, a gyakorlatban a fővonalakon max 120 km/óra sebességre vették igénybe.

A hetvenes évek elejétől kezdődően a MÁV kutatási szakemberei foglalkoztak egy új, nagyobb teherbírású betonalk bevezetésével, azonban ezek a kísérletek sorozatgyártásra alkalmas betonalkat nem eredményeztek. A nyolcvanas években a MÁV-BME-Lábatlan kutatási együttműködés a speciális vasúti betonalk egész sorát produkálta. Bevezetésre kerültek:

- a kiterő betonalk, a hozzájuk tartozó átmeneti betonalkakkal,
- az ívekben alkalmazott LI jelű betonalk négylyukú GEO lemezzel,
- az LT típusú terelősínes betonalk, és nem utolsó sorban,
- az LW jelű, nagy sebességre és teherbírásra alkalmas betonalk.

4. ábra LW-60 típusú magyar betonalk



3.1. Az LW betonalj bevezetése

A nagy sebességre és terhelésre alkalmas betonalk bevezetéséhez első lépésben a megfelelő sínleerősítést kellett megválasztani. A BME-MÁV-Lábatlan együttműködés első szakaszában a Szolnok-Szajol-i kísérleti szakasz betonalkjai készültek el, ahol különféle sínleerősítések kerültek kipróbálásra. A kísérleti eredmények alapján a MÁV az SKL sínleerősítés alkalmazása mellett döntött.

Az új betonalk-típus kialakításánál figyelembe vettük a nemzetközi tendenciákat és a hazai tapasztalatokat. Megnöveltük a betonalk felfekvési felületét, hogy csökkentsük az ágyazati nyomás nagyságát. A betonalk teljes felfekvő felülete 0,702 m², amely meghaladja a B 70 betonalk felfekvő felületét. A középső rész szélességének a csökkentésével, -fenntartási állapotban, csökkent a keresztmetszet negatív nyomatéki igénybevétele is. A betonalk-hossza a meglévő gőzölőkád méretéhez (2,5 m) igazodott. Az elképzelés találkozott a MÁV igényekkel is, mert így a pálya koronaszélessége elfogadható mértékben változott.

Mindezen szempontok figyelembe vételével alakult ki az LW-60 típusú betonalk (4. ábra).

3.2. Az LW-60 betonalk méretezése

A hagyományos zúzottkő ágyazású pályák felépítményi rendszerében a betonalk tényleges igénybevitelét, olyan nagy számú véletlen tényező határozza meg, hogy azok sokasága valamint szórási tartománya illuzórikussá teszik az igénybevitel pontos számítását. A méretezés célja olyan igénybeviteli határok megállapítása, amelyeket kielégítő betonalk, hosszú időn keresztül megfelelnek rendeltetésüknek.

Az ismert méretezési eljárások az elméleti igénybevitel nagyon leegyszerűsített modelljéből indulnak ki, majd a mértékadó igénybevitelt valószínűségi alapon a matematikai statisztika módszerével határozzák meg. A továbbiakban az LW-60 betonalk igénybevitelének a számítási módját a:

- Zimmermann eljárás szerint
- illetve az ORE ajánlás szerint mutatjuk be.

3.2.1. Mértékadó igénybevitel meghatározása Zimmermann szerint

A betonalkra átadódó terhelés meghatározása.

Kiinduló adatok:

Tengelyterhelés $Q_0 = 225$ kN

Max. sebesség $V = 200$ km/h

A betonalkra eső névleges kerékterhelés

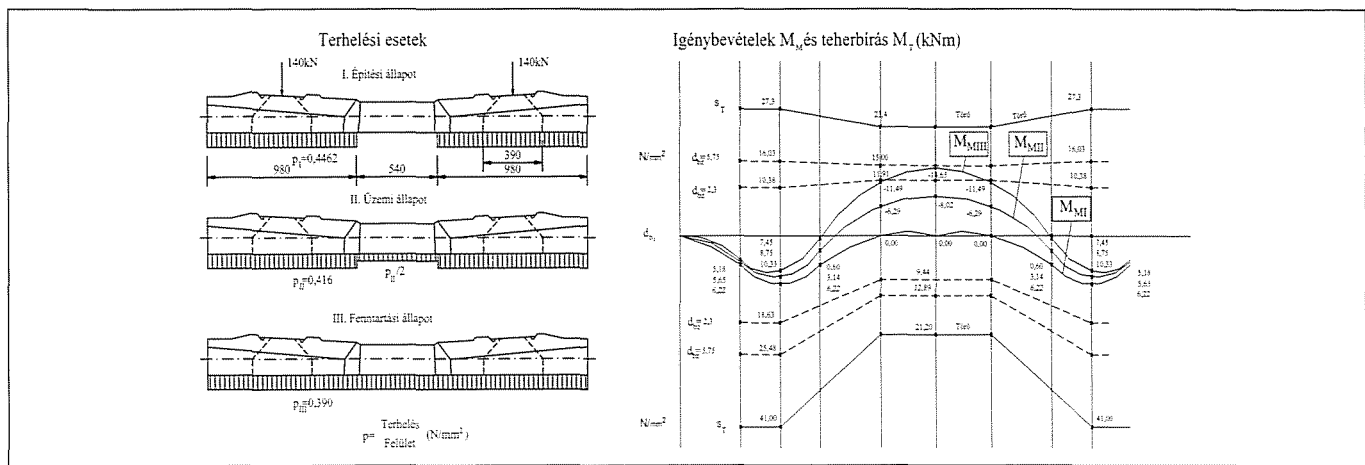
$$P_0 = \frac{A \cdot Q_0}{2} = 49,5 \text{ kNm, ahol,}$$

$Q_0 = 225$ kN, a névleges tengelyterhelés

$A = 0,44$ teher elosztási tényező

$$P = P_0 \times (1 + t \times s) = 138,6 \text{ kN}$$

a betonalkra átadódó dinamikus kerékterhelés



5. ábra LW-60 betonalj igénybevétele és nyomatéki teherbírása

$t = 3$ valószínűségtől függő változó,
 $s = 0,6$ a középérték szórása.

Az így meghatározott aljra átadódó terhelőerőből (P) még mindig sokféle statikai modell segítségével lehet a mértékadó nyomatékokat meghatározni: német szakirodalomban az egyenletes téglalapalakú ágyazati reakcióból számítják az éb-redő mértékadó igénybevételt (5. ábra).

Az igénybevételnél megkülönböztetnek :

- építési állapotot, amikor a betonalj csak a alávert szakaszon fekszik fel.
- üzemi állapotot, amikor a betonalj középső részén kialakul a felfekvés, amelyet 50%-os ágyazat reakcióval vesznek figyelembe
- fenntartási állapotot, amikor a betonalj teljes hosszán azonos ágyazati reakciót kell figyelembe venni.

3.2.2. Igénybevétel meghatározása LW-60 betonaljnál az ORE D 171 ajánlása szerint

3.2.2.1. Elméleti igénybevétel (M_e)

Kiinduló adatok:

Tengelyterhelés $Q_0 = 225$ kN

Max. sebesség $V = 200$ km/h

$M_e = \frac{Q_0}{4} \cdot \lambda = 8,34$ kNm, ahol

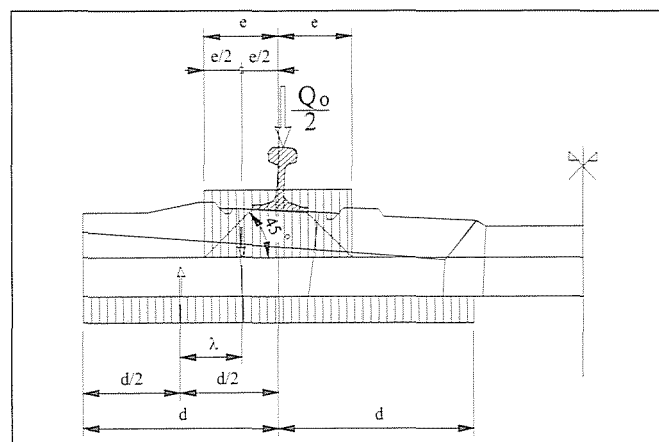
$Q_0 = 225$ kN a névleges tengelyterhelés

$\lambda = \frac{(d-e)}{2} = 148,25$ mm az aktív és passzív erők karja (6. ábra).

3.2.2.2. Módosító tényezők

Módosító tényezők az ORE ajánlása alapján

Ábra 6 Terhelési modell az elméleti igénybevétel meghatározásához



3.2.2.2.1. Módosító tényezők a sín alatti keresztmetszet nyomatékához.

Dinamikus növekmény a sebességgel összefüggésben:

$V = 200$ km/h esetén: $\phi = 1,75$

$V = 140$ km/h esetén: $\phi = 1,50$

terhelés elosztás tényező:

$A = 0,5$

dinamikus növekmény az ágyazati reakció egyenletlensége miatt:

$\chi = 1,35$

dinamikus tényező az ágyazati reakció alakja miatt:

$\Psi_1 = 1,6$

mértékadó nyomaték a sín alatt beépítési helyzetben:

$M_0 = \Psi_1 \cdot \chi \cdot \phi \cdot A \cdot M_e = 15,77$ kNm.

3.2.2.2.2. Módosító tényezők a középső keresztmetszet mértékadó nyomatékához

Dinamikus növekmény az ágyazati reakciók nem szimmetrikus elhelyezkedéséből:

$\Psi_2 = 1,2$

dinamikus növekmény a keresztmetszetek eltérő merevsége miatt:

I_k/I_a ahol

I_k a középső keresztmetszet inerciája:mm⁴

I_a a sín alatti keresztmetszet inerciája :mm⁴

mértékadó nyomaték középen fordított helyzetben

$M_k = \Psi_2 \cdot M_0 \cdot I_k/I_a = 8,16$ kNm.

Az ORE ajánlás nem ad útmutatást a sín alatti keresztmetszet fordított helyzetben fellépő igénybevételére, azonban tapasztalati adatok alapján legalább a beépítési nyomaték felére kell méretezni a keresztmetszetet.

3.2.3. A teherbírás igazolása prototípus vizsgálatokhoz számítással

Az MSZ-07-2310-1: 1993. szabvány szerint számítással kell igazolni, hogy a prototípus betonalj repesztő teherbírása a sín alatti keresztmetszetben, beépítési helyzetben (MA), fordított helyzetben (MF) és középső keresztmetszetben fordított helyzetben (MK) nagyobb, mint ugyanezen keresztmetszetekre a felhasználó vasút által előírt mértékadó igénybevétel.

A számításokat az MSZ-07-2310-2: 1993. 4.5.2. pontja szerint kell elvégezni, azzal a megszorítással, hogy az anyagjellemzőket a végleges állapotra vonatkozó jellemzőkkel kell számításba venni.

- a keresztmetszeti méreteket és a feszítőerő eredőjét a termékkrajz szerinti elméleti méretekkel,
- a feszítőerőt az összes veszteség levonásával,
- a beton hajlító-húzó szilárdságát a szabvány szerinti húzó határfeszültség 1,75- szörösével kell figyelembe venni.

3.2.3.1. Teherbírás igazolása LW-60 betonalj prototípusnál
A repesztő nyomaték meghatározásához a szokásos képletet használjuk

$$M_r = K (s_b + k \cdot s_{bHH}), \text{ ahol}$$

σ_b a feszítésből ébredő betonfeszültség, N/mm²

σ_{bHH} a beton húzó határszilárdsága, N/mm²

$K = 1,75$, keresztmetszeti tényező, a húzott, ill. a nyomott szélső betonszálra, mm³

Anyagjellemzők:

Beton szilárdsági osztály:	C45
Nyomó határfeszültség:	$\sigma_b = 29 \text{ N/mm}^2$
Húzó határfeszültség:	$\sigma_{bHH} = 2,33 \text{ N/mm}^2$
Feszítőhuzal:	MSZ 5720-1800.3 M
Előfeszítési feszültség:	$\sigma_{bHH}^f = 1150 \text{ N/mm}^2$
Maradó feszültség:	$\sigma_{bHH}^f = 952 \text{ N/mm}^2$

3.2.3.1.1. Sín alatti keresztmetszet

Keresztmetszeti adatok:

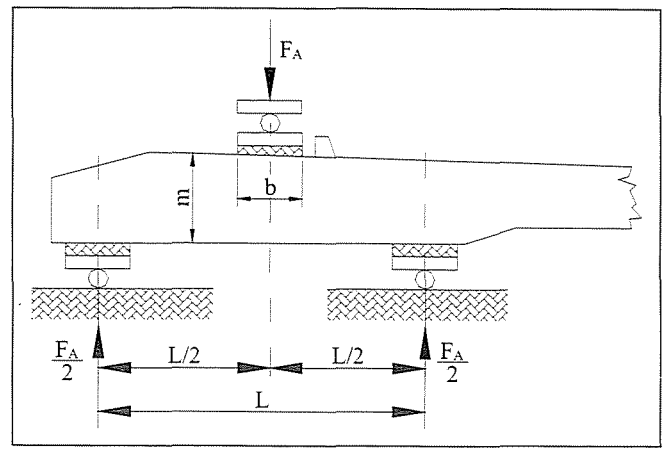
Betonkeresztmetszet:	$F_b = 52593 \text{ mm}^2$
Huzalkeresztmetszet:	$F_s = 339 \text{ mm}^2$
Ideális keresztmetszet:	$F_i = 56173 \text{ mm}^2$
Keresztmetszeti tényező:	$K_a = 1961615 \text{ mm}^3$
	$K_r = 1616383 \text{ mm}^3$
Excentricitás:	$e = 8,43 \text{ mm}$
Betonfeszültség a feszítésből:	$\sigma_a = 7,17 \text{ N/mm}^2$
	(alsó betonszál)
	$\sigma_f = 4,10 \text{ N/mm}^2$
	(felső betonszál)
Repszőnyomaték	$M_A = 18,63 \text{ kNm} >$
	$> 15,77 \text{ kNm}$
	$M_F = 10,38 \text{ kNm} > 7,88 \text{ kNm}$

3.2.3.1.2. Középső keresztmetszet

Betonkeresztmetszet:	$F_b = 32375 \text{ mm}^2$
Huzalkeresztmetszet:	$F_s = 339 \text{ mm}^2$
Ideális keresztmetszet:	$F_i = 674 \text{ mm}^2$
Keresztmetszeti tényező:	$K_a = 990236 \text{ mm}^3$
	$K_r = 884434 \text{ mm}^3$
Excentricitás:	$e = -5,69 \text{ mm}$
Betonfeszültség a feszítésből:	$\sigma_a = 7,20 \text{ N/mm}^2$
	(alsó betonszál)
	$\sigma_f = 11,13 \text{ N/mm}^2$
	(felső betonszál)
Repszőnyomaték	$M_K = 11,91 \text{ kNm} > 8,16 \text{ kNm}$

3.2.4. Prototípus vizsgálatok eredményei

A prototípus vizsgálat célja, hogy sorozatgyártásra csak olyan betonalkat kerüljenek, amelyek képesek hosszú időn keresztül a pályában megfelelni a vasútüzem változó terheléseinek.



7. ábra Vizsgálai elrendezés a sín alatti keresztmetszet vizsgálatához

Az LW-60 betonalj bevezetésével egyidőben került kidolgozásra az új vasútialj szabvány csoport, amely már tartalmazza az LW betonalkat is. Az új termék bevezetése során végrehajtásra kerültek mindazok a típusvizsgálatok, amelyeket az új szabvány előír.

3.2.4.1. ORE összehasonlító vizsgálatok

Az első vizsgálatok részei voltak az ORE összehasonlító vizsgálatainak, amelyek során az európai vasutaknál a nagy sebességre rendszeresített betonalkat azonos vizsgálati elvek alapján hasonlították össze. Az LW-60 betonalkatra vonatkozó első vizsgálatok az ORE vizsgálatok keretében 1989-90-ben végezték a BME Vasútépítési Tanszékén Kerkápoly Endre vezetésével. A vizsgálati eredmények beépültek az ORE kutatási jelentésébe (ORE FRAGE D 171, 1991). A vizsgálatok összefoglaló eredményeinek kivonatát a sín alatti keresztmetszet vizsgálatánál statikus terhelésre, az ORE FRAGE D 171 (1991) alapján a 2. táblázat mutatja.

A mértékadó terhelő erőt az ORE ajánlása alapján a résztvevő vasutak maguk állapították meg a tengelyterhelés és a maximális sebesség alapján. A MÁV a mértékadó terhelő erőt

$$Q_0 = 225 \text{ kN tengelyterhelés és}$$

$V_{max} = 200 \text{ km/h}$ maximális sebesség figyelembe vételével állapította meg.

A vizsgálatok az ORE által ajánlott vizsgálati elrendezésben történtek (7. ábra):

$$L = 500 \text{ mm.}$$

3.2.4.2. Prototípus vizsgálatok a BME Vasútépítési Tanszékén
Amikor a termék feszítőhuzalját $\phi 3 \text{ mm}$ -re változtattuk az LW-60 betonalkánál, a vizsgálatok ismétlésre kerültek 1992-ben, a BME Vasútépítési Tanszékén Megyeri Jenő vezetésével. A betonalkat statikus és dinamikus terhelésre vizsgálták, a betonalkat sín alatti és középső keresztmetszetében. (Megyeri,

2. táblázat Az F 40, a LW-60 és a B 70 betonalkat sín alatti keresztmetszetének vizsgálati eredményei az ORE vizsgálatok alapján (ORE, 1991)

Társaság	BR		MÁV		BD	
Betonalj típus	F 40		LW-60		B 70	
Vállalat típusa	Előírás	Mért	Előírás	Mért	Előírás	Mért
	F	F/Fo	F	F/Fo	F	F/Fo
Mértékadó terhelő erő F_o (kN)	300		200		250	
Repsző erő (kN)	302	1	221	1,1	187	,7
Terhelő erő (kN) 0,1 mm repesztő vastagságnál	334	1,1	296	1,5	273	1,1
Terhelő erő (kN) 0,5 mm repesztő vastagságnál	418	1,4	463	2,3	327	1,3
Törő erő (kN)	600	2,0	597	3,0	450	1,8

Keresztmetszet	Követelmények	Statikus Vizsgálatok		Dinamikus Vizsgálatok		
		Statikus/dinamikus	Sín alatti	Középső	Sín alatti	Középső
F_o (kN)			128	86,5	128	86,5
F_r (kN)			123	120	120	100
$F_{0,10}$ (kN)			157	200		
$F_{0,05}$ (kN)			293	357	220	320
F_B (kN)			403	504		
$F_{0,5}$ (kN)					340	480
F_r/F_o			0,96	1,39	,94	1,16
$F_{0,10}/F_o$	1,0 / 1,0		1,23	2,31		
$F_{0,05}/F_o$	1,8 / 1,5		2,29	4,13	1,72	3,7
F_B/F_o	2,5 / 2,2		3,14	5,82		
$F_{0,5}/F_o$	2,5 / 2,2				2,66	5,55

3. táblázat LW-60 betonalj prototípus vizsgálata ORE ajánlások alapján

		Sín alatti keresztmetszet		DB követelmény B 70-re	Középső keresztmetszet	
		Mért érték			Mért érték	DB követelmény B 70-re
M_r	kNm	23 >	M_{sr} >	21	13 >	M_{mr}
		26			14	
$M_{0,1}$	kNm	28 >	$M_{0,1}$	26	18	
		30				17
$M_{0,05}$	kNm	38		34	23	
M_B	kNm	54		48	45	
						23
						26

4. táblázat LW-60 betonalj vizsgálata a B 70 betonalj átvételi feltételei szerint

1992). A terhek elrendezését a következő ábra mutatja (7. ábra) Ezen vizsgálatoknál az alátámasztás a vizsgálógép kapacitás miatt $L=600$ mm volt.

A vizsgálatok eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3.2.4.3. Összehasonlító vizsgálatok a Münchener Egyetemen Az LW-60 betonalj $\phi 3$ mm-es feszítőhuzalos változatát vizsgálták a Münchener Egyetem Vasútépítési Tanszékén is 1993-ban, illetve 1994-ben. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsák kielégíti-e a betonalj a B 70 betonaljra előírt szilárdsági követelményeket a német vizsgálati előírások szerint. A vizsgálati eredmények megfelelőek voltak 1993-ban is. A vizsgálat kontrollját 1994-ben végeztük el. Az 1994 évben végzett vizsgálatok eredményeit a 4. táblázat mutatja Eisenmann (1994) kutatási jelentése alapján.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a magyar LW-60 vasúti betonalj a B70-es német betonalj szilárdsági követelményeit nem csak kielégíti, hanem biztonsággal meg is haladja azt.

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az LW-60 betonalj kifejlesztésével a magyar vasúti pályákba az európai követelményeknek megfelelő betonalkak épülnek be. A betonalkak megnövelt felfekvő felülete az ágyazati feszültségek csökkenéséhez vezetett. A felfekvő felület súlypontja közelebb került a sín alátámasztási pontjához, így fenntartási állapotban sem ébred teherbírást meghaladó igénybevétel. A betonalj – a

prototípus vizsgálatai alapján – a 200 km/óra sebességnél fellépő igénybevételeket biztonsággal kielégíti.

5. HIVATKOZÁSOK.

Eisenmann, J. (1994), „Statische und dynamische Prüfung von ungarischen Spannbetonenschwellen”
 Megyeri J. (1992), „LW-60-03 típusú betonalkak ORE szerinti vizsgálata”,
Kutatási Jelentés, BME Vasútépítési Tanszék
 MSZ-07-2310. 1-12 „Vasúti előfeszített betonalkak”
 MSZ-07-2311.1 „Vasúti kiterők előfeszített betonalkai”
 ORE FRAGE D 171 (1991), „Bemessung der verschiedenen Gleisbauteile. Normung der Merkmale und Zulassungversuche”

Beluszár János (1944) okl. gépészmérnök, okl. előregyártó szakmérnök 1967-től a SZIM Esztergomi Marógépgyár tervezője. 1970-től a BVM Lábatlani gyárának dolgozója főtechnológus, technológiai osztályvezető, főmérnök. 1993-tól a Pflaiderer Lábatlani Vasbetonipari Rt. vezérigazgatója. A *fib* „Előregyártási Bizottság” tagja. Fő érdeklődési területei: beton-, vasbeton-, és feszített betonelemek előregyártása. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

LW-60 PRESTRESSED CONCRETE SLEEPER FOR HIGH SPEED AND HIGH LOAD RAILWAY TRACK

The LM sleepers produced in Hungary are applied in the track where the speed does not exceed 120 km/hours. The new European traffic system requires new railway sleepers which are able to withstand higher load and will be built in the track where the maximum speed 200 km/hours. The developed new sleeper LW-60 were checked according to the new ORE D 171 (1991) recommendations at the Technical University of Budapest. The load bearing capacity of the concrete sleeper in every tested cross-section was bigger than the required. According to the tests carried out by prof. J. Eisenmann the LW-60 sleeper fulfills the requirements of the B 70. The sleepers were tested according to the DB acceptance procedure and all of the values fulfill the requirement of the B 70 standard sleeper.

A MÉRETEZÉSI SZABVÁNYOK ÉS AZ EU-CSATLAKOZÁS



Dr. Szalai Kálmán

Az MSZ86 szabvány sorozat hatályának aktuális megszűnése, vagy meghosszabbítása kapcsán kialakult vélemények ismertetése és mérlegelése után megállapítjuk, hogy az EU-hoz való csatlakozás előtt nem célszerű az átdolgozásra időt és pénzt fordítani. Az Eurocode (EC) méretezési filozófiája lényegében azonos az MSZ86-ban rögzített elvi alapokkal. A magyar mérnökök az EC értelmezését és használatát illetően előnyben vannak a megengedett feszültséges eljáráshoz szokott nyugati kollégákhoz képest. Ezt az előnyt csak akkor lehet megfelelően kihasználni, ha figyelmünket az EC átvételére és a NAD kidolgozására fordítjuk.

Kulcsszavak: erőtani méretezés, követelmény, tartószerkezetek, biztonsági tényező

1. BEVEZETÉS

Az utóbbi időben az Eurocode-ok (továbbiakban: EC-k) megjelenésével párhuzamosan egyre gyakoribb vitatéma az MSZ 15020 „Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése” (továbbiakban: MSZ) szabványsorozat hatálya, illetve egyébként is esedékes átdolgozása, vagy felváltása az EC-vel. A 15–20 éve készült MSZ86 több előírása az idők során hibásnak mutatkozott és egyébként is elmarad a korszerű (teherbírási, tartóssági, használati) követelményektől. A vita során a tartószerkezeti MSZ-ENV sorozat birtokában arra a következtetésre juthatunk, hogy az MSZ86 sorozat füzeteit már nem célszerű átdolgozni. Az MSZ86 módosítása azzal járna ugyanis, hogy az EC tételeit építenék be az MSZ-be és az ellenőrző próbaszámítások elvégzését követően lépne hatályba a módosított MSZ. Ezzel együtt, vagy ezt követően foglalkoznánk az ENV sorozat hazai alkalmazását megkönnyítő Nemzeti Alkalmazási Dokumentum (NAD) kidolgozásával.

2. A TEHERHORDÓ SZERKEZETEK HAZAI SZABÁLYOZÁSÁNAK ELŐZMÉNYEI

Az EC-k a hazai előírásokhoz hasonlóan, félvalószínűségi méretezési elvre épülnek és a határállapotokra vonatkozó erőtani követelmények teljesülését osztott biztonsági tényezővel és a részben képlékeny állapot alapján (az akkori szóhasználat: n-mentes módon) vizsgálják. Az EC-k hazai bevezetése a méretezés alapelvét tekintve számunkra tehát nem jelent újat, de a számítás részleteit tekintve kétségtelenül korszerűbb, és erre a döntésünkkel tekintettel kell lenni.

2.1. A hazai szabályzatok átdolgozásának történeti áttekintése

A hazai méretezési előírások eljárásai sajátos kelet-európai fejlődésen mentek keresztül. Az 1. táblázatban bemutatjuk a hazai vasbeton szabályzatainkat. A táblázatban megadjuk a kiadás idejét és röviden jellemezzük az abban alkalmazott méretezési eljárást (Szalai, 1984, 1990, 1995).

A hazai szabályzatok 1900-1949 évek között nyugat-európai minták hatására a megengedett feszültségekhez

Időpont	A méretezési eljárás jellemzése
1909-1910	rugalmas állapot, megengedett feszültségek, (ún. n-, vagy α_c -es számítás)
1931	
1949	
1949-1950	törési és rugalmas állapot osztott biztonsági tényezők, határállapotok vizsgálata, (ún. n-, vagy α_c -mentes számítás)
1957	
1971	
1980-1986	
1999-2000	

1. táblázat A hazai szabályzatok méretezési eljárásai

rugalmas állapot feltételezésével, ún. „n-es” számítással írták elő a szerkezetek erőtani megfelelőségének vizsgálatát. A sajátos kelet-európai helyzetben 1950. évi az Ideiglenes Közúti Hídszabályzat (KH), illetve 1951. évi az Országos Magasépítési Méretezési Szabályzat (továbbiakban: MSZ50/51) szabályozás – az EC-hez képest kevésbé megalapozottan, de ugyancsak a törési és használati határállapotok vizsgálatát a képlékeny és rugalmas állapot feltételezésével, az osztott biztonsági tényezőket alkalmazva írta elő (Gábory-Menyhárd-Rózsa, 1951) (1. táblázat). A táblázatban 1999-2000. időpontra való hivatkozás az EC2-re, vagy az MSZ-re vonatkozik.

2.2 Az osztott biztonsági tényezővel eljárás hazai bevezetésének előzményei

A teherhordó szerkezetek MSZ50/51 szabályzatait a 2. táblázatban összefoglalt és 1914. és 1942. között dokumentált nemzetközi tudományos szervezetek kongresszusain ismertetett kutatási eredmények alapozták meg. A törési elmélet kiinduló bázisát jelentő plasztikus csukló fogalmát a magyar Kazinczy Gábor 1913-ban publikált dolgozatában vezette be (Kazinczy, 1913). Ezt követően M. Mayer 1926-ban javasolta a megengedett feszültségek alapján álló tervezést a törési állapot figyelembe vételére is alkalmas osztott biztonsági tényezővel rendszerrel felváltani (Mayer, 1926). Az egymást követő kongresszusokon a magyar Kazinczy Gábor és mások támogatták és indokolták a Mayer-féle felfogást és javasolták a szabályzatok ilyen értelmű módosítását (Kazinczy, 1942). A Mayer-féle megoldás lényege, hogy az erőtani vizsgálat mindkét oldalán kifejezetten megjelenik a kockázatvállalás és így

– a teher (igénybevétel) számítási értéke: $S_d = S_m + 3 \cdot S_s$, ahol S_m a teher (igénybevétel) várható értéke, S_s annak szórása,

– a szilárdság számítási értéke: $R_d = (R_m - 3 \cdot s_R) / 2$, ahol R_m a

Év	Név/megnevezés	Kiadvány/Cselekmény
1914	Kazinczy G.	„Kísérletek befalazott tartókkal” (Betonszemle)
1926	Mayer, M.	„Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Genzkraften austatt nach zulassigen Spannungen” (Berlin, könyv)
1928	Kazinczy G.	s _{eng} kritikája, a biztonság értelmezése (Bécs, IVBH)
1931	Kazinczy G.	„n”-mentes számítás (Zürich, RILEM)
1936	Moe, A.J.	Az osztott bizt. tényező elv matematikai felírása
1942	Kazinczy G.	„Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek teherbírása szempontjából” Egyetemi Nyomda kiadványa, Budapest
1943	U37-42 Szovjet Műszaki Utasítás	„Utasítás vasbetonszerkezetek háborús körülményekben való tervezéséhez és kivitelezéséhez”
1950	KPM	Ideiglenes Közúti Hídszabályzat
1951	ÉTI	A magasépítési vasbetonszabályzat kiegészítése és módosítása
1951	Gábor P.–Menyhárd I.– Rózsa M.	„Vasbeton szerkezetek új méretezési módja. A biztonsági tényezőkön és a törési elméleten alapuló számítási módszer” Budapest, 1951.

2. táblázat Az osztott biztonsági tényező eljárás hazai bevezetésének előzményei

teherbírás (pl. a szilárdság) várható értéke, s_R annak szórása (a nevezőben lévő 2 egyfajta biztonsági tényező a teherbírás oldalán) (Szalai, 1972).

A javaslat, mint minden alapvető változtatás évtizedeken keresztül a gyakorló mérnökök ellenállásába ütközött. Ez természetesen, és napjainkban is így van. A szerkezettervezés ugyanis hagyományokra épülő, felelősségteljes mérnöki munka, és a gyakorló mérnök a bevált módszerein általában nem szívesen változtat. A kongresszusokon, irodalmi közleményekben megnyilvánuló és gyökeres módosítást indokoló kutatási eredmények gyakorlati bevezetésére normális helyzetben nincs fogadókészség. A biztonságot is érintő, a hagyományt gyökeresen módosító új eljárás bevezetéséhez rendkívüli helyzetre van szükség. Ilyen rendkívüli helyzet volt például a II. világháború kezdetén az akkori Szovjetunióban.

A 2. táblázat szerint a Szovjetunióban 1942-ben adták ki azt a Műszaki Utasítást, amelyben Mayer-féle javaslatot oly módosítással vezették be, hogy a 2-es tényezőt elhagyták. A kockázat megjelenítéséhez, nem kevésbé megnöveléséhez és hallgatolagos elfogadtatásához háborús helyzetre és ennek megfelelő rendkívüli állapotra volt szükség (Szalai, 1990).

A szovjet háborús időszakra vonatkozó „Utasítás...” 1945/46-ban került Magyarországra. A változtatáshoz szükséges rendkívüli helyzetet pedig a szovjet példa átvételére ösztönző politikai elvárás teremtette meg. A nemzetközi tudományos társaságokban és ezen belül a hazai tudós személyiségek által kiművelt új méretezési eljárást jól ismerte Menyhárd István. Menyhárd zseniális mérnök-tudós volt. A jól tájékozott szakmai elit csúcsán lévő Menyhárd István észrevette a rendkívüli helyzetet a szovjet példa követésére való hivatkozással javasolta a Mayer-féle ötletre épített MSZ50/51 szabályzat bevezetését. A hatalom a javasolt szabályzatot bevezette. Az új magyar szabályzat biztonsági szintje megközelítően azonos volt, vagy alig kisebb, mint a megengedett feszültséges eljárásban meglévő szint.

Tudománytörténeti érdekessége kapcsán itt megemlítjük, hogy amikor a fenti háborús utasítást a Szovjetunióban 1952/53-ban országos (GOSZT) szabványként javasolták bevezetni, a konzervatív ellenzők politikai oldalról támadták a tervezetet. Annak védelmében Gvozgyev professzor egyik legfontosabb érve az MSZ50/51 szabvány kedvező tapasztalataira való hivatkozás volt (Szalai-Lenkei, 1992). A szovjet szabályzat elfogadását követően a többi kelet európai ország sorra elfogadta a Mayer-féle ötletre épülő szabályozási elvet. További érdekesség, hogy az EC biztonsági szintjének kialakításánál az alábbiakban ismertetésre kerülő próbaszámítás kapcsán a szerzők hivatkoztak a kisebb biztonsági szintet képviselő magyar szabványokra. Az Eurocode

ilyenformán valamilyen mértékig magyar termék is, és magabiztonságunk kiinduló pontjának is tekinthető.

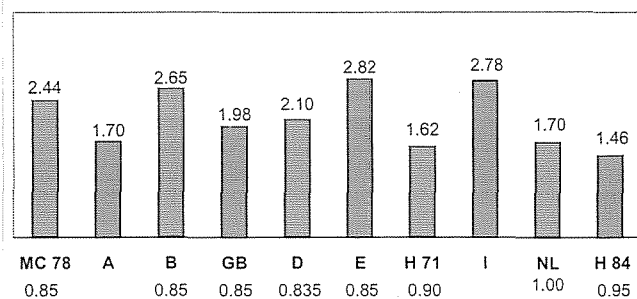
3. AZ EUROCODE ÉS A HAZAI SZABVÁNYOK VÁZLATOS ÖSSZEHAJONLÍTÁSA

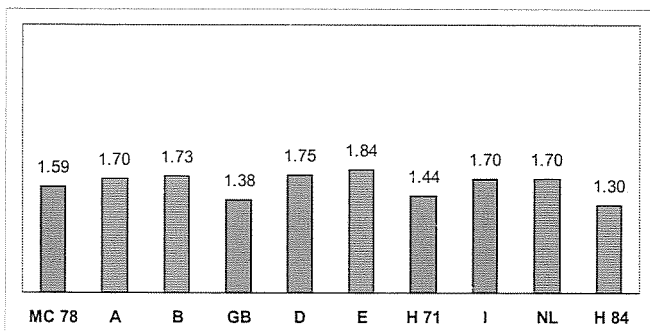
3.1 Az MSZ biztonsági szintje a próbaszámítások alapján

Az MSZ szabványok 1968/71. és 1980/86. évi átdolgozásánál az építésügy irányítóinak szigorú álláspontja volt, hogy az új előírásokkal tervezett szerkezetnél nem lehet nagyobb az anyagfelhasználás a korábbinál. Ez azzal járt, hogy az 1950/51-ben életbelépett szabályzatok biztonsági szintje a későbbi átdolgozások következtében fokozatosan csökkent. Ennek igazolására közöljük az 1. és 2. ábrákat (Szalai, 1984).

Az ábrák az Euro-Nemzetközi Beton Bizottság (CEB) által kezdeményezett 1976/78 évi próbaszámítások eredményeit példázzák. Az ábrákat kiegészítettük még az 1984-ben elkészült MSZ-tervezet előírásai szerinti számítás eredményeivel. Az 1. ábra a beton törését feltételezve a beton (γ_c/α_R) és a teher (γ_f) biztonsági tényezőinek szorzat értékeit, míg a 2. ábra a betonacél megfolyását feltételezve az acél (γ_s) és a teher (γ_f) biztonsági tényezőinek szorzatára vonatkozó összehasonlító számértéket mutatja be. (Megjegyzés: az 1. ábra alján lévő számsor a $[\gamma_f \cdot \gamma_c / \alpha_R]$ szorzatban lévő, a szakirodalomban különböző értelmezéssel szereplő, például „gyávasági” tényezőnek nevezett, α_R értékek találhatóak). A próbaszámítás célja az akkor kiadott CEB-FIP Model Code 78 és a kapcsolódó országok szabványai szerinti biztonsági szint összehasonlítása volt. A vizsgálatokba bevont és ezen ábrákban bemutatott egyik péld

1. ábra: A betontörést figyelembe vevő összehasonlító értékek $[\gamma_f \cdot \gamma_c / \alpha_R]$





2. ábra: Az acél folyását figyelembe vevő összehasonlító értékek [$\gamma_c \cdot \gamma_s$]

da esetében - hasonlóan a többi példához - magyar (MSZ71 és MSZ84) szabályzatok szerinti összehasonlító érték a legalacsonyabb és 1984 szerinti tervezet alapján számolva még kisebb lett, mint volt 1971-ben. (Szalai-Lenkei, 1992).

Megjegyzés: az MSZ86 a beton tervezett 16 N/mm^2 határszilárdságát $14,5$ értékre csökkentette, s ezzel az 1. ábrában lévő $1,46$ érték $1,61$ -re módosult. Ezzel a módosítással még mindig a H (Magyarország) értékek a legalacsonyabbak.

3.2 Az EC és MSZ szerinti biztonsági tényezők és azok összehasonlítása

3.2.1 Az EC és az MSZ szerinti biztonsági tényezők

Az EC1 és az MSZ86 előírásokban szereplő biztonsági tényezőket a 3. táblázatban mutatjuk be. A táblázatból látható, hogy az MSZ előírásokban szereplő biztonsági tényezők az EC ben szereplőnél kisebbek.

3.2.2 Az EC1 és MSZ86 szerinti biztonsági tényezők összehasonlítása

A 3.2.1 pont szerinti biztonsági tényezők felhasználásával formális összehasonlítás készíthető, az alábbiak szerint:

A mértékadó igénybevétel (G állandó és Q esetleges teher jelölést alkalmazva):

az EC szerinti kifejezéssel

$$F_{sd} = 1,35 G + 1,5 Q \quad (1)$$

az MSZ szerinti (átlagos) érték

$$F_{sd} = 1,1 G + 1,3 Q \quad (2)$$

Az (1) kifejezés jobboldalán kiemelve $1,227$ értéket, a zárójelben (2) képletnek megfelelő érték marad:

$$1,227(1,1 G + 1,3 Q) = 1,35 G + 1,5 Q.$$

Az EC szerinti mértékadó igénybevétel tehát átlagosan $22,7\%$ -kal nagyobb, azaz ennyivel „óvatosabb”, mint az MSZ.

Az ellenállási oldalon

az f_{sd} határszilárdságok B500-as betonacélra

$$\text{az EC2 szerint } f_{sk} / 1,15 \quad (3)$$

$$\text{az MSZ szerint } f_{sk} / 1,19 \quad (4)$$

A (4) és (3) értékek hányadosa $1,035$, tehát az EC szerinti f_{sd} ennyivel „merészebb”.

az f_{cd} beton nyomási határszilárdságára az arányok

$$\text{az EC2 szerint } 0,85 f_{ck} / 1,5 = 0,566 f_{ck} \quad (5)$$

$$\text{az MSZ szerint } 0,85 f_{ck} / 1,3 = 0,654 f_{ck} \quad (6)$$

3. táblázat: Az EC1 és MSZ86 szerinti biztonsági tényezők

	Megnevezés	Eurocode	MSZ86	Feltétel
Teher oldal	G állandó teher (γ_G)	1,35	1,10	–
	Q esetleges teher (γ_Q)	1,50	1,40	$q \leq 2,0 \text{ kN/m}^2$
			1,30	$2,0 \leq q < 5,0 \text{ kN/m}^2$
			1,20	$q \geq 5,0 \text{ kN/m}^2$
Ellenállási oldal	Beton (γ_c)	1,50	1,30	monolit építés
	B500 betonacél (γ_s)	1,15	1,19	–
	Feszítőhuzal (γ_n)	1,15/0,9	1,33	–

EC	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
EC2 B/C	1,25	1,25	1,20	1,23	1,28	1,25	1,22	1,20
MSZ	C16/20	C20/25	C25/30	C30/35	C35/40	C40/45	C45/50	C50/55
MSZ B/C	1,25	1,25	1,20	1,17	1,14	1,125	1,11	1,10

4. táblázat: Az EC2 és az MSZ86 szerinti betonosztályok

Az (5) és (6) hányadosa $0,867$, tehát az EC szerinti f_{cd} ennyivel „óvatosabb”.

Összességében a fenti arányok alapján megállapítható:

ha az acélbetét mértékadó, akkor az EC szerinti többletigény

$$1,227/1,035 = 1,185 \Rightarrow 18,5 \%,$$

ha a beton mértékadó, akkor az EC szerinti többletigény

$$1,227/0,867 = 1,415 \Rightarrow 41,5 \%.$$

3.3. A beton szilárdsági osztályai az MSZ és az EC szerint

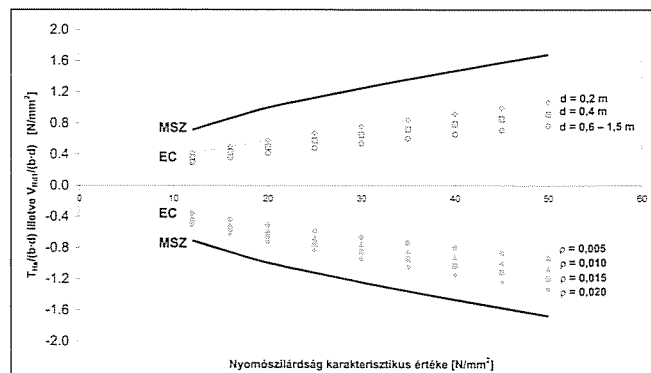
A 4. táblázatban bemutatjuk a beton szilárdsági osztályait az MSZ86 és az EC2 szerint. Az MSZ és az EC szerinti beton osztályok a C25/30 szilárdsági jel fölött nem azonosak. A táblázatban a törtvonal előtti szám a $\varnothing 150/300$ mm-es henger (C), a törtvonal utáni a 150 mm-es kocka szilárdságának (B) karakterisztikus értékei, alatta lévő sorban C/B hányados az EC, illetve az MSZ szerint.

A táblázatból látható, hogy a magasabb szilárdsági osztályoknál eltérés van az előírások között és ez a szilárdsággal, növekszik. Például ha a beton nyomószilárdságát 150 mm-es élhosszúságú kockán ellenőrzik, a karakterisztikus érték az MSZ szerint 45 , míg az EC szerint 50 N/mm^2 .

3.4 Az MSZ/86 és az EC2 szerint számított nyírási teherbírások közötti különbség

A nyírási vizsgálat algoritmusait tekintve megállapítható, hogy a számítási modellben az MSZ és az EC között lényeges eltérés van. Az EC szerinti számítással lényegesen kisebb, mint az MSZ alapján számított, (Szalai-Lenkei, 1992). Példaként a 3. ábrán a nyírási teherbírás alsó értékeire vonatkozó értékeket mutatjuk be, beton szilárdság f_{ck} karakterisztikus érték, a ρ vashányad és a d hatékony magasság függvényében. Az ábrából látható, hogy a szilárdság karakterisztikus értékének függvényében a nyírási teherbírás alsó korlátja az EC2 szerint kisebb. Az EC2 és MSZ szerinti érték közötti eltérés a ρ vashányad csökkenésével és a magasság növelésével növekszik és akár kétszeres is lehet.

3. ábra: A nyírási teherbírás alsóértéke az EC2 és az MSZ szerint (Körs K., kézirat)



3.5 A jelölések és fogalmak az EC és az MSZ szerint

Az EC az ISO fogalmi és jelölési rendszerét alkalmazza. A hazai rendszer ennek nem felel meg. A nemzetközi kötelezettségek alapján ezt a jelölésrendszert rövidesen alkalmazni kell nekünk is. A 5. táblázatban figyelem felkeltési jelleggel közöljük a legfontosabb jelölések és fogalmak EC szerinti változatát és az ennek megfelelő MSZ jelöléseket és megnevezéseket (Szalai, 1979).

3.6 A födémterhek EC szerinti osztályai

Az ENV 1991-2-1:1999 (továbbiakban: EC1)-ben a födémek hasznos terhének egy sajátos osztályozását vezették be (6. táblázat). Az EC1 szerinti födémosztályozás logikus és megfelelőbbnek tűnik, mint a hazai. Célszerűnek látszik annak átvétele az EU-hoz való harmonizációtól függetlenül is.

3.7 A födémek hasznos terhei

Az EC1 alapján a 7. táblázatban bemutatjuk az egyes födém- (vagy épület-) osztályokra előírt esetleges hasznos födémterhek karakterisztikus értékeit (az eddigi hazai szóhasználat szerint: a terhek alapértékeit). A táblázatban adott Q_k koncentrált terhet jelent, amit 50 mm oldalhosszúságú négyzet-felületen általában egyedül (q_k - tól függetlenül) működőnek kell venni a szerkezet bármely pontján.

A nagyobb terhelő mezőről vagy függőleges elemek esetében a több szintről átadódó teherrel a táblázati q_k egyenletesen megoszló terhet – hasonlóan a magyar gyakorlathoz – csökkeníteni lehet.

4. AZ MSZ86-AL KAPCSOLATOS ÉSZREVÉTELEK

A teherhordó szerkezetek MSZ86 szabványainak átdolgozása aktuális. Az átdolgozás indokai – a fent ismertetett példáktól függetlenül is – az összehasonlító vizsgálatok alapján alábbi pontokban foglalhatók össze.

5. táblázat: Az EC és MSZ szerinti főjelölések és fogalmak összehasonlítása

EUROCODE		MSZ	
Jel	fogalom	Jel	fogalom
γ	parciális tényező	γ	biztonsági tényező
ψ	kombinációs tényező	α	egyidejűségi tényező
M_{Sd}	a hajlítónyomaték tervezési értéke	M_M	mértékadó hajl. nyomaték
M_{Rd}	a nyomatéki teherbírás tervezési értéke,	M_H	határnyomaték
T	csavarónyomaték	M_t	csavarónyomaték
V	nyíróerő	T	nyíróerő
N	normálerő	N	normálerő
f_{cd}	a beton nyomószilárdságának tervezési értéke	σ_{bH}	a beton határfeszültsége
f_{ctd}	beton húzószilárdságának tervezési értéke	σ_{hH}	a beton húzási határfeszültsége
f_{sd}	a betonacél folyási határának tervezési értéke	σ_{sH}	az acél határfeszültsége
ϵ_c, σ_c	a beton alakváltozása és feszültsége	$\epsilon_{b,s}, \sigma_b$	a beton alakváltozása és feszültsége
ϵ_s, σ_s	az acél alakváltozása és feszültsége	$\epsilon_{s,s}, \sigma_s$	az acél alakváltozása és feszültsége
d	hatásos (hatékony) magasság	h	hasznos magasság
h	a keresztmetszet teljes magassága	h_t	a keresztmetszet teljes magassága
ρ	vashányad (nem a teljes keresztmetszeti területtel, hanem d -vel számítva)	μ	vashányad (a teljes keresztmetszeti területtel számítva)

Terhelt födémterületek	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
A osztály – általában		
– lépcsők	2,0	2,0
– erkélyek	3,0	2,0
	4,0	2,0
B osztály	3,0	2,0
C osztály – C1	3,0	4,0
– C2	4,0	4,0
– C3	5,0	4,0
– C4	5,0	7,0
– C5	5,0	4,0
D osztály – D1	5,0	4,0
– D2	5,0	7,0
E osztály	6,0	7,0
F osztály		
járműsúly: ≤ 30 kN	2,0	10
G osztály		
járműsúly: $> 30 \leq 160$ kN	5,0	45
H osztály, tetők		
tetőlejtés: $< 20^\circ$	0,75	1,5
$> 40^\circ$	0,0	1,5

7. táblázat: A födémterhek karakterisztikus értékei

1. A kidolgozást és kiadást követően eltelt idő 15–20 év, időközben figyelembe veendő tapasztalatok halmozódtak fel.
2. Az MSZ86 alapján tervezett szerkezetek biztonsága az Eurocode szerint tervezettekhez képest alacsonyabb, így az építményeink tartóssága kisebb. Szabványaink nem fordítanak elegendő figyelmet a korrózióvédelemre, a környezeti feltételek figyelembe vételére, ezért a fenn tartási költségek nagyobbak.
3. Az MSZ86 jelölési és fogalmi rendszere elavult, nem felel meg az ISO szerinti követelményeknek.
4. Az MSZ86 hatálya nem terjed ki magasabb betonosztályokra.
5. A 150/300 mm-es hengeren és a 150 mm-es kockán mért nyomószilárdság karakterisztikus értékeinek arányát az MSZ86 az EC-től eltérően adja meg C25/30 osztályok fölött.
6. Az MSZ86 szerinti nyírási és csavarási teherbírás az EC-hez képest merészebb.

Osztály	Jellemző használat	Példa
A	Lakó és tartózkodó tevékenységek földemei	Lakóépületek- és házak szobái; szobák és kórtermek kórházakban; hálószobák szállodákban és szállókban; konyhák és mellékhelyiségek.
B	Iroda földémek	
C	Személyek gyülekezésére szolgáló földémterületek (kivéve az A, B, D és E osztályokban definiált földémterületeket)	C1: Földémterületek asztalokkal, stb., pl. földémterületek iskolákban, kávéházakban, vendéglőkben, éttermekben, olvasókban, várókban, stb. C2: Földémterületek rögzített ülőhelyekkel, pl. földémterületek templomokban, színházakban vagy mozikban, tárgyaló helyiségekben, előadó termekben, gyülekező termekben, várószobákban, stb. C3: Személyek mozgásának akadályai nélküli földémterületek, pl. múzeumokban, kiállítótermekben, stb., és közlekedő földémterületek nyilvános és hivatali épületekben, szállodákban, stb. C4: Testmozgásokra szolgáló földémterületek, pl. tánctermek, tornatermek, színpadok, stb. C5: Embertömeg kialakulására alkalmas földémterületek, pl. nyilvános eseményekre szolgáló épületekben, mint koncerttermek, sporttermek, beleértve az emelvényeket, teraszokat, és a megközelítési utakat, stb.
D	Üzleti földémek	D1: Földémterületek általános kiskereskedelmi üzletekben, pl. földémterületek áruházakban, papír és írószer üzletekben, stb.
E	Áruk felhalmozására alkalmas földémek, beleértve azok megközelítő útjait	Földémterületek tárolási használatra, beleértve a könyvtárakat. A 5.5 Táblázatban meghatározott terhek minimum teherként veendő, hacsak a speciális esetre vonatkozóan pontosabb terhek nincsenek meghatározva.
F	Forgalmi és parkoló földémek könnyű járművek számára (≤ 30 kN teljes súly és ≤ 8 ülés a vezetőülésen kívül)	Pl. garázsok; parkoló földémterületek, parkoló csarnokok
G	Forgalmi és parkoló földémek közepes járművek számára (> 30 kN, ≤ 160 kN teljes súly, 2 tengelyen)	Pl. közlekedő utak; szállítási zónák; tűzoltó szerkezetekkel elérhető zónák (≤ 160 kN teljes súly)
H	A normális fenntartás, tatarozás, festés és kisebb javítások esetét kivéve nem járható tetők.	
I	Az A - G osztályoknak megfelelő használók által igénybe vehető tetők.	
J	Speciális célokra, mint helikopter leszállóhely, használt tetők.	

6. táblázat: A földémek EC szerinti osztályai

- Az MSZ86 átszűródésre vonatkozó előírása nagyobb, mint az EC szerint számított érték.
- Az MSZ szerint számított repedéstágasság nagyobbak az EC-hez képest.
- A feszültségveszteség értékei az MSZ86-ban nagyobbak, mint az EC szerint számítható érték.

Megjegyezzük, hogy az MSZ86 sorozat átdolgozására vonatkozó fenti indokok a vasbetonszerkezetre vonatkoznak, de hasonló érvek említhetők egyéb (acél-, öszvér-, fa- szerkezetek, vagy az alapozás) szempontból is.

5. A TEHERHORDÓ SZERKEZETEK EUROCODE-JAI

5.1. A honosított MSZ ENV tartószerkezeti szabványok

MSZ ENV 1991-1:1998 EC1: A tervezés alapjai és a szerkezeteket érő hatások 1. rész: A tervezés alapjai

- MSZ ENV 1991-2-1:1999 EC1: A tervezés alapjai és a szerkezeteket érő hatások 2.1 rész: Sűrűség, önsúly és hasznos teher
- MSZ ENV 1991-2-3:1999 EC1: A tervezés alapjai és a szerkezeteket érő hatások 2.3 rész: Hóteher
- MSZ ENV 1991-2-4:1999 EC1: A tervezés alapjai és a szerkezeteket érő hatások 2.4 rész: Sélhatás
- MSZ ENV 1992-1-1:1999 EC2: Betonszerkezetek tervezése 1.1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ ENV 1992-1-3:1991 EC2: Betonszerkezetek tervezése 1.3 rész: Általános szabályok. Előregyártott betonelemek és szerkezetek
- MSZ ENV 1992-1-5:1991 EC2: Betonszerkezetek tervezése 1.5 rész: Általános szabályok. Tapadásmentes feszítőbetétes és külső feszítőkábeles szerkezetek
- MSZ ENV 1993-1-1:1995 EC3: Acélszerkezetek tervezés 1.1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ ENV 1993-1-1:1992/A1:1999 EC3: Acélszerkezetek tervezése 1.1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (módosítás)
- MSZ ENV 1994-1-1:1999 EC4: Betonnal együttműködő acélszerkezetek tervezése 1.1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ ENV 1998-1-1:1998 EC8: Tartószerkezetek földrengésállóságnak tervezési előírásai. 1.1 rész: Általános szabályok. Szeizmikus hatások és a tartószerkezetekre vonatkozó általános szabályok
- MSZ ENV 1998-1-2:1999 EC8: Tartószerkezetek földrengésállóságnak tervezési előírásai. 1.2 rész: Általános szabályok. Az épületekre vonatkozó általános szabályok
- MSZ ENV 1998-5:1999 EC8: Tartószerkezetek földrengésállóságnak tervezési előírásai. 5. rész: Alapozások, megtámasztó szerkezetek és geotechnikai szempontok
- MSZ ENV 1997-1:1994 EC7: Geotechnikai tervezés (2000. 3-4. hó) 1 rész: Általános szabályok
- ENV 1992-4:1998 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 4. rész: Gátak és folyadéktároló szerkezetek
- ENV 1993-1-1/A2:1998 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.1.rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. A2. Módosítás
- ENV 1993-1-2:1995 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.2. rész: Tervezés tűzhatásra
- ENV 1993-1-3:1996 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.3. rész: Hidegen alakított elemek
- ENV 1993-1-3/AC:1997 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.3. rész: Hidegen alakított elemek. Kiegészítés
- ENV 1993-1-4:1996 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.4. rész: Általános szabályok. Kiegészítő szabályok korrózióálló acélokhoz
- ENV 1993-1-5:1997 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1.5. rész: Általános szabályok. Keresztirányú terhelés nélküli, sík lemezszerkezetek kiegészítő szabályai
- ENV 1993-2:1997 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak
- ENV 1993-3-1:1997 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 3.1. rész: Tornycok, árbocok, kémények.
- ENV 1993-5:1998 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 5. rész: Szádfalak
- ENV 1994-1-2:1994 Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése. 1.2. rész: Tervezés tűzhatásra
- ENV 1994-2:1997 Eurocode 4: Betonnal együttműködő acélszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak
- ENV 1995-1-2:1994 Eurocode 5: Faszerkezetek tervezése. 1.2. rész: Általános szabályok. Tervezés tűzhatásra
- ENV 1995-2:1997 Eurocode 5: Faszerkezetek tervezése. 2 rész: Hidak
- ENV 1996-1-3:1998 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése 1.3 rész: Általános szabályok Részletes szabályok oldalirányú teher esetén
- ENV 1996-2:199 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 2. rész: Tervezés, a falazó anyagok és a megvalósítási módszer megválasztása
- ENV 1996-3:1999 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 3. rész: Egyszerűsített méretezési módszerek és a falazott szerkezetek egyszerű szabályai
- ENV 1998-1-4:1996 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1.4. rész: Általános szabályok. Épületek megerősítése és javítása
- ENV 1998-2:1994 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 2. rész: Hidak
- ENV 1998-3:1996 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 3. rész: Tornycok, árbocok, kémények
- ENV 1998-4:1998 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 4. rész: Silók, tartályok és csővezetékek
- ENV 1999-1-1:1998 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése. 1.1 rész: Általános szabályok. Általános és az épületre vonatkozó szabályok
- ENV 1999-1-2:1998 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése. 1.2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzhatásra
- ENV 1999-2:1998 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése. 2. rész: Fáradás

5.2. Rendelkezésre álló, nem honosított angol nyelvű ENV szabványok

Magyar nyelven nem kerültek kiadásra de angol nyelven rendelkezésre állnak az alábbi szabványok. E szabványok magyar nyelvű előlappal ellátva MSZ ENV szabványként használhatók.

- ENV 1991-2-5:1997 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2.5. rész: Hőhatás
- ENV 1991-2-6:1997 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2.6. rész: Szerkezetek terhei. Hatások a megvalósítás során
- ENV 1991-2-7:1998 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2.7. rész: Szerkezetek terhei. Ütés, robbanás okozta rendkívüli hatások
- ENV 1991-5:1998 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 5. rész: Daruk és más gépek hatásai
- ENV 1992-2:1996 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak
- ENV 1992-3:1998 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Beton alapozások

6. MSZ VAGY EUROCODE?

6.1. A teherhordó-szerkezeti szabványok korszerűsítésének lehetőségei

Az MSZ 15020-as szabvány-sorozat 1986 évi kiadását követően eltelt idő és az utóbbi években megjelent MSZ ENV szabványok birtokában a korszerűsítési/harmonizációs feladat lehetséges megoldásai:

- Az MSZ 15020:1986 sorozat EN alapján való teljes átdolgozása és az ENV-hez a Nemzeti Alkalmazási Dokumentum kidolgozása,
- Az MSZ86 durvább és jelentősebb hibáinak korrekciója, az ENV-hez a NAD elkészítése és ezek diszpozitív jellegű használatba vétele.
- Az MSZ érintetlenül hagyása mellett az ENV sorozat-hoz a magyar NAD elkészítése és bevezetése.

A teherhordó szerkezetekkel kapcsolatos korszerűsítési/harmonizációs feladatok megoldásának három változat tartalmát és következményeit az alábbiakban összegezzük.

6.2. Az MSZ86 teljes átdolgozása

Az MSZ86 átdolgozása elengedhetetlen, ha azt a továbbiakban is érvényben akarjuk tartani. Az EU harmonizáció keretében az MSZ86 átdolgozása valószínűen azt jelentené, hogy

- az ENV tételeit, algoritmusait beépítenénk az új kiadásba, majd
- próbaszámításokat végeznénk a várható eredmények értékelése, valamint az MSZ86 és az ENV számítási eredmények alapján való összehasonlítására.

E munka időszükséglete: 2-3 év.

6.3. Az MSZ86 részleges módosítása

E változat esetében az MSZ86 szabványokat részlegesen módosítanánk és az ENV alkalmazásához a Nemzeti Alkalmazási Dokumentum kidolgozása volna a fő feladat. Ez például azt jelentené, hogy az MSZ-ben lévő biztonsági tényezőket kicserélnénk az 1. táblázatban lévő EC biztonsági tényezővel, továbbá a vasbeton szerkezetek nyírásra vonatkozó algoritmusait az ENV-ből átvinnénk és a változtatások ellenőrzésére próbaszámításokat végeznénk.

E munka időszükséglet: 1-2 év.

6.4. Az MSZ további használata változtatás nélkül

Az MSZ szabványok változtatás nélküli további használata azt jelentené, hogy a méretezés az EC -hez képest alacsonyabb biztonsági szinten és hibásan történe továbbra is. Az EC átvételét követő egy-két évben biztosított párhuzamos (alternatív) alkalmazás nem biztosítana egyenlő versenyfeltételeket a kétféle módszerrel készített tervek számítására és megingatná a külföldiek bizalmát a hazai tervezőkkel szemben.

6.5. Az ENV az alkalmazását elősegítő NAD kidolgozása

Az EC átvételének elengedhetetlen feltétele a hazai alkalmazását elősegítő NAD kidolgozása. Ez többek között azt jelenti, hogy

- az EC1-hez ki kell dolgozni a magyarországi meteorológiai terhek értékeit, amelyek az EC1 mellékletét képezik majd,
- az ENV sorozat hatályba léptetéséhez ki kell dolgozni Nemzeti Alkalmazási Dokumentumokat.

6.6. A magyar mérnökök felkészültsége és az Eurocode

Az Eurocode ugyanúgy, mint az MSZ86 a félvalószínűségi méretezési elvre épülő osztott biztonsági tényező eljárását alkalmaz. A magyar mérnökök az Eurocode előírásainak elvi hátterét ismerik és így a felkészültség és gyakorlat szempontjából némelyik nyugati kollégákhoz képest előnyös helyzetben vannak.

Az EU országok többségében a mérnökök általában ragaszkodnak a (többnyire osztatlan biztonsági tényező) saját előírásaihoz és az EC-vel szemben ellenérveiket hangoztatják. Ahogy a valuta esetében az EURO, úgy a teherhordó szerkezetek szabványai esetében is politikai döntés az Eurocode záros határidőn belül kötelező alkalmazása.

Megemlíthető, hogy a BME Vasbetonszerkezetek Tanszékén az oktatás több éve az Eurocode felhasználásával folyik. A tanszék az Acélszerkezetek és az Építőanyagok Tanszék közreműködésével több éve folyamatosan szervezi az Eurotervezési szakirányú továbbképzési (szakmérnöki) tanfolyamokat és MTI kurzusokat Budapesten és vidéken. Az Eurocodeban való eligazodást elősegítik a tanszék oktatói által készített jegyzetek (Kollár P. L., 1997), (Farkas Gy., 1998 a, b), (Szalai K., 1997, 1999), könyv (Szalai K. 1995) és példatár.

HIVATKOZÁSOK

- Farkas Gy. (1998a): „Magasépítési vasbetonszerkezetek” *Műegyetemi Kiadó Budapest 120 oldal*
- Farkas Gy., (1998b): „A magyar közúti hídszabályzatok és az Eurocode összehasonlító vizsgálata”, *Közúti Közlekedés és Mélyépítéstudományi Szemle, XLVIII. Évfolyam 2. Szám, pp. 63.-69.*
- Gábor P.-Ményhárd I.-Rózsa M., (1951): „Vasbeton szerkezetek új méretezési módja. A biztonsági tényezőknél és a törési elméleten alapuló számítási módszer” *Építőipari Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Budapest.*
- Kazinczy G., (1913): „Kísérletek befalazott tartókkal”, *Betonszemle.*
- Kazinczy G., (1942): „Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek teherbírása szempontjából”, *Budapest, Egyetemi Nyomda.*
- Kollár L., (1997): „Vasbetonszerkezetek I. (Vasbeton szilárdságtan az Eurocode 2 szerint)” *Műegyetemi kiadó, Budapest, 295 oldal.*
- Mayer M., (1926): „Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Genzkraften anstatt nach zulässigen Spannungen”, *Verlag von Julius Springer Berlin.*
- Szalai K., (1972): „A szovjet és magyar építéstudomány szerepe a tartószerkezeti méretezéselmélet fejlődésében” *Mélyépítéstudományi Szemle, XXIV. évf. 9. Szám, pp. 419.-425.*
- Szalai K., (1979) „Betűjelek a tervezésben” *Mélyépítéstudományi Szemle, XXIX. Évf. 12. Szám, pp. 553.-558.*
- Szalai K., (1984). „Az új magyar vasbetonépítési szabványok és az eszerint tervezett építmények anyagfelhasználásának mértéke a világszínvonal alapján”, *Mélyépítéstudományi Szemle, XXXIV. évf. 6. Szám, pp. 242.-250.*
- Szalai K., (1990). „A hazai vasbetonépítési szabályzatok története”, *Közlekedésépítési- és Mélyépítéstudományi Szemle, XL. évf. 1. szám, pp. 19.-28.*
- Szalai K.-Lenkei P., (1992): „Hungarian Experience in Structural Design Coding (Historical Precedences os Eurocode-2)” *Periodica Polytechnica Civil Engineering, Technical University of Budapest, Vol. 36. No. 3. 1992. pp. 339-353.*
- Szalai K., (1995): „Vasbetonszerkezetek. Vasbeton szilárdságtan”, *Műegyetemi Kiadó, Budapest, 451 oldal. (könyv)*
- Szalai K., (1997): „Vasbetonszerkezetek. Vasbeton szilárdságtan” *Műegyetemi kiadó, Budapest, 114 oldal. („spirál” jegyzet)*
- MSZ 15022/1 Építmények Teherhordó Szerkezetekének erőtan tervezése Vasbeton szerkezetek
- MSZ 15020 Építmények Teherhordó Szerkezetekének erőtan tervezésének általános előírásai

MSZ 15021/1 Építmények Teherhordó Szerkezeteinek erőtani tervezése. Magasépítési szerkezetek terhei
MSZ ENV 1991-1:1998 EC1: Tervezési alapelvek és a szerkezeteket érő hatások, 1. rész: A tervezés alap
MSZ ENV 1991-2-1:1999 EC1: Tervezési alapelvek és a szerkezeteket érő hatások, 2.1 rész: Sűrűség, önsúly és hasznos teher
MSZ ENV 1991-2-3:1999 EC1: Tervezési alapelvek és a szerkezeteket érő hatások, 2.3 rész: Hóteher
MSZ ENV 1991-2-4:1999 EC1: Tervezési alapelvek és a szerkezeteket érő hatások, 2.4 Szélhatás
MSZ ENV 1992-1-1:1999 EC2: Betonszerkezetek tervezése, 1.1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

Dr. Szalai Kálmán (1930) okl. hid- és szerkezetépítő mérnök (1953), a műszaki tudomány doktora (1976), a BME Vasbetonszerkezetek Tanszékén egyetemi

tanár (1976). Fő érdeklődési területe: a beton-, vasbeton- és feszített vasbeton szerkezetek méretezés elmélete, szilárdságtana, minőségellenőrzése, felülvizsgálata és megerősítése, továbbá a nagyszilárdságú és nagy teljesítőképességű beton, a vasbeton korrózióvédelme. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

HUNGARIAN OR EUROPEAN CODES

The current Hungarian Standards 1986 (HS86) on the design of concrete structures expire now. It has been realized that it does not make sense to spend time and money on the revision of HS86 when the direct connection with EU is very close. Design philosophy of Eurocodes is very similar to that of HS86. Hungarian engineers, as far as the interpretation and use of EC are concerned, have advantages, compared to some other colleagues who were accustomed to the use of permissible stresses for a longer period. We should direct our efforts to adopt the Eurocodes and to develop the Hungarian NAD.

SZERKEZETEK MEGERŐSÍTÉSE SZÉNSZÁLAS ANYAGOKKAL – HAZAI TAPASZTALATOK



Dr. Balázs L. György

Az elmúlt évtizedben a szerkezetmegerősítés új anyagai jelentek meg, amelyek nagy szilárdságúak, elektrolitikus korrózióval szemben ellenállóak, kis térfogatsúlyuk miatt könnyen kezelhetők, és csekély vastagságuk miatt esztétikus megoldási lehetőséget biztosítanak. Ezen új anyagok a szálerősítésű polimerek, azok közül is elsősorban a szénszálerősítésű polimerek. Az első szénszálás megerősítést hazánkban 1996-ban végezték, és azóta szerkezeti elemek széles skáláján alkalmazták: födémlemez, gerenda (közbuílító oszlop eltávolítása miatt), függőfolyosó, siló peremgyűrűje, előregyártott feszített hídgerenda, födémáttörés és rácsos főtartó. Jelen cikk ezen megerősítési mód fő műszaki jellemzőit és az eddigi összes jelentősebb hazai alkalmazást szándékozik bemutatni.

Kulcsszavak: megerősítés, szálerősítéses anyagok, szénszál, ágyazóanyag, szalag, szövet, tönkremeneteli módok, tartósság

1. BEVEZETÉS

Szerkezeti elemeink megerősítése szükségessé válhat az igénybevétel növekedése, vagy a szerkezeti elem teherbírásának csökkenése miatt. Az igénybevétel növekedése bekövetkezhet a teher növekedése, vagy a statikai váz módosulása következtében. Teherbíráscsökkenés viszont bekövetkezhet az elem sérülése, vagy anyagszerkezeti károsodás folytán. Mindezek magukban foglalhatják az acélbetét korrózióját (pl. elégtelen betonfedés, vagy a hoolvasztó sózás miatt), ill. a szerkezet funkciójának megváltozását (pl. födémáttörés igényét lépcső, vagy liftakna miatt), stb.

A megerősítés új anyagaiként megjelentek a szálerősítésű polimerek (angolul: fiber reinforced polymer = FRP, németül Hochleistungsfaserverbund-Werkstoff = HLV). A szál anyaga lehet szén, aramid, vagy üveg (Balázs, 1996; Kollár-Kiss, 1998). A szálak átmérője 8-10 mm. Szilárdságuk 3000-5000 N/mm², amely jóval meghaladja még a feszítőacél szilárdságát is. Rugalmassági modulusuk és szakadó nyúlásuk az anyag típusától és összetételétől függ. Az üvegszálak és az aramid szálak rugalmassági modulusa kisebb, mint az acélé. Szénszálakból azonban gyártanak olyanokat is, amelyek rugalmassági modulusa kisebb, közel egyenlő, vagy nagyobb, mint az acélé. A szálak viselkedése tökéletesen rugalmas és rideg. Szilárdsági, tartóssági és fáradási tulajdonságait egyaránt figyelembe véve, a fenti három szál közül a szénszál tekinthető a legkedvezőbbnek az építőipari felhasználás szempontjából (Taerwe, 1995), ezért az alábbiakban csak ezzel foglalkozunk részletesen.

A megerősítésre szoruló szerkezetek közé tartozhatnak az épületszerkezetek, a csarnokszerkezetek, silók, tartályok, hidak, stb. A szerkezeti elem típusa lehet *lemez, fal, oszlop* vagy *gerenda*.

A megerősítendő szerkezeti elem anyaga lehet minden olyan anyag, amihez a szénszálás megerősítő anyag kellő lehorgonyzódását tapadással (azaz általában mechanikus lehorgonyzó elem nélkül) biztosítani tudjuk, azaz:

- beton, vasbeton, feszített vasbeton,
- természetes kő,
- téglá,
- fa,
- acél.

A legtöbb szénszálás megerősítést eddig vasbetonszerkezeteken végezték, de a többi anyagon készült megerősítésre is találhatunk példákat.

A megerősítő szalagok alkalmazhatók *feszítve* vagy *feszítés nélkül*. A feszített megerősítő lemezek alkalmazása jelenleg még kivitelezési nehézségeket jelent. Helyszíni alkalmazásra használható módszer még nem vált széleskörűen ismertté, holott tudjuk, hogy kísérletek folynak Svájcban, Németországban és Angliában is. Egy lehetséges megoldást Luke, Leeming és Skwarski (1998) cikkéből ismerhetünk meg. Az esetek túlnyomó részében feszített alkalmazásra nincs szükség, némely esetben azonban elengedhetetlen lenne.

A szénszálás megerősítő anyag és megerősítési mód előnyei:

- elektrolitikus korrózióval szemben ellenálló,
- nagy szilárdságú,
- rövid idejű teherre,
- tartós teherre és
- fárasztó teherre,
- kis térfogatsúly következtében (mintegy 17-18 kN/m³ a száltartalomtól függően)
- kis szállítási költség,
- könnyű alkalmazás szűk helyen is,
- alátámasztó állványzatra nincs szükség,
- hosszkorlátozás nélkül alkalmazható,
- a megerősítő lemezek kis vastagsága miatt
 - a belmagasság (ill. úrszelvény) gyakorlatilag nem csökken,
 - egymást keresztező irányokban is alkalmazható,
 - könnyen eltakarható → esztétikus,
 - gazdaságos (a teljes bekerülési költség kedvező).

Esetleges hátrányok:

- a szénszál aránylag drága
- vandalizmussal szemben mechanikus védelmet kell biztosítani (sérülékenyebb, mint az acél)
- a legmagasabb üzemi hőmérséklet általában nem lehet több, mint 50° C a szálak ágyazóanyagaként használt gyan-ta miatt.

A szénszálás megerősítés elsősorban az *acéllemezes megerősítés* és némely esetben a feszítéssel történő megerősítés alternatívájaként merült föl. A hajlítási megerősítés egyik széleskörűen alkalmazott módszere volt a felragasztott acéllemezes megerősítés (Bódi-Farkas, 1995; DIB, 1995), amellyel kapcsolatban nehézséget jelentett a nagy súlyú acéllemezek mozgatása, korlátozott hossza, állványzati igénye és esetenként a tapadás időbeni leromlása az acéllemez és a ragasztóréteg között az acéllemez korróziója miatt.

A cikk célja, hogy bemutassa a szénszálal megerősítési mód fő jellemzőit és az eddigi jelentősebb hazai alkalmazásokat. Ez az alkalmazás sokak számára újdonságot jelent mind az anyagtulajdonságok oldaláról, mind pedig az alkalmazástechnika oldaláról. Jelentősége a jövőben még növekedhet. Egy következő cikk a mértezési kérdéseket fogja tárgyalni.

2. KITEKINTÉS

A szénszálal szalagok felragasztásával végzett megerősítés Európában mintegy tíz éves múltra tekint vissza. Európán kívül elsősorban Japánban és az Egyesült Államokban végeztek ilyen jellegű szerkezeti megerősítéseket (JCI, 1997).

Tudomásunk szerint a kísérletek 1987-ben kezdődtek az EMPA-nál a Sika AG megbízásából. A kezdeti kísérleti eredményeket a Svájci Mérnök és Építész Szövetség által szervezett konferencia anyagából ismerhetjük meg (EMPA, 1995). A kedvező tapasztalatokat követően az első megerősítésre 1991-ben került sor a svájci Luzernben, ugyanis az 1969-ben épült, folytatódó, többtámaszú, faszervezetű híd egyik feszítőkábele elszakadt. A megerősítést szénszálal lemezekkel végezték, amelyek összsúlya 6,5 kg volt. Ha acélt használtak volna, akkor 175 kg-ra lett volna szükség. A folyamatosan végzett megfigyelés a szerkezet megfelelő viselkedését mutatta.

Egy másik jól ismert példa a rajnai Oberriet és Meiningen között átívelő acél főtartókból és vasbeton pályalemezéből álló híd pályalemezének keresztirányú megerősítése. A megerősítést a megnövekedett forgalom indokolta. A pályalemez meg-

erősítését szénszálal szalagok fölragasztásával végezték.

Deuring (1993) kísérleti eredményei jól szemléltetik a megerősítés hatását (1. ábra). A fejlemez vasbeton gerendákra szénszálal szalagokat ragasztottak föl feszített és nem feszített állapotban. A feszített szalagos kísérletek során a szálakat előzetesen megfeszítették, majd a gerendát fölülről engedték daruval a szalagokra. Ez a megoldás természetesen csak laboratóriumi vizsgálatok során lehetséges. Az 1. ábrán bemutatott kísérleti eredményekből levonható megállapítások:

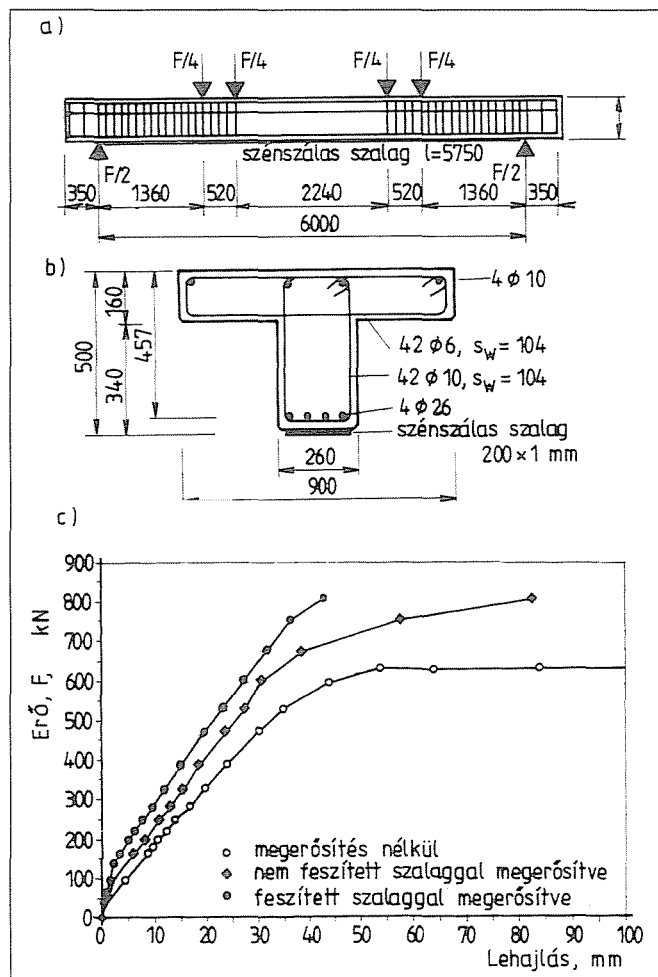
- a megerősítés miatt a tartó nyomatéki teherbírása természetesen megnövekedett,
- az azonos keresztmetszeti területű feszített vagy nem feszített szénszálal szalag alkalmazása esetén a nyomatéki teherbírás gyakorlatilag azonosra adódott,
- a feszített szalag alkalmazása esetén azonban a tartó tönkremenetelig bekövetkező lehajlása jelentősen megnövekedett.

A fentiekben kívül világviszonylatban már több száz esetben került sor szénszálal megerősítésre a legkülönbözőbb szerkezeti elemeken. Számos megerősítést végeztek például Japánban a kobei földrengés után. Sok kutatóhelyen (beleértve a Budapesti Műszaki Egyetemet) foglalkoznak az anyagtulajdonságok meghatározásával, a kedvező alkalmazási mód kikísérletezésével valamint modellezési kérdésekkel. Ez a megerősítési mód tehát már beépült a mindennapi gyakorlatba, de kutatása még tovább folyik pl. az anyagtulajdonságok és tönkremeneteli módok meghatározásának irányában. Végleges szabályozása még nem készült. (A helyzet hasonló, mint a szálal erősítésű betonok területén.)

A Nemzetközi Betonszövetség (fib) munkabizottságot hozott létre „Szálal erősítésű polimerek betonszerkezetekhez betétként, feszítőbetétként vagy megerősítésként” címmel, amelynek egyik feladata egy nemzetközileg elfogadott tervezési előírás létrehozása szénszálal anyagokkal megerősített vasbetonszerkezetek méretezésére.

1. ábra Kísérletek szénszálal szalagokkal megerősített tartókon (Deuring, 1993)

- Oldalnézet
- Kérszmetesz
- Erf-lehajlás ábrák

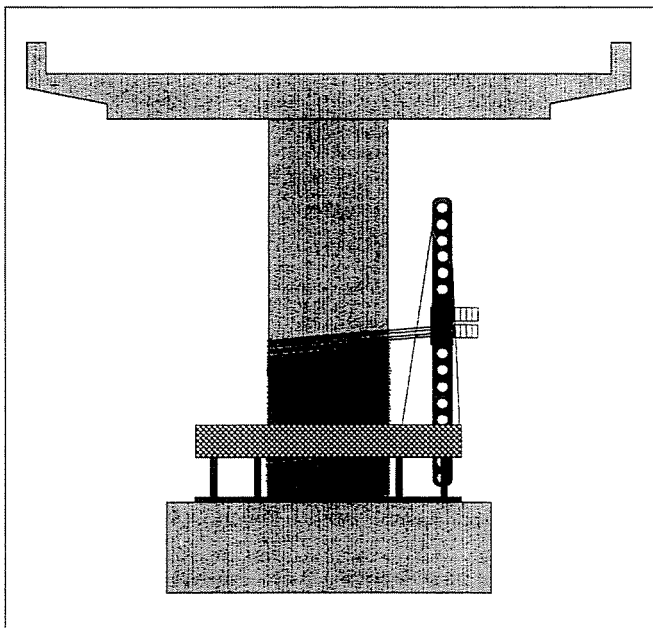


3. A SZÉNSZÁLAL MEGERŐSÍTÉS ANYAGAI

3.1 Szalag vagy szövetség

Az alkalmazás módját tekintve a szerkezetek megerősítéséhez két eltérő formában használhatjuk föl a szénszálalakat:

- 1) Az egyik lehetőség: a szálalakat pultrúziós eljárás során gyantába ágyazzuk és kikeményítjük, miközben elvileg végtelen hosszú megerősítő szalagokat készíthetünk. Minden teherviselő szál hosszirányban fut. A megerősítő munkálatok során a megerősítő szalagot fölragasztjuk a szerkezeti elem előkészített felületére. A ragasztóanyag ekkor csupán a tapadást biztosítja a szénszálal megerősítő szalag és a megerősítendő elem felülete között. A ragasztóréteg megszilárdulása után az elem terhelhető. Ezen megerősítési módra fogjuk bemutatni a 3–8. ábrákat.
- 2) A másik lehetőség: a megerősítendő elem felületére egy gyanta réteget viszünk fel, majd felhordjuk a szénszálalakat kötegek, vagy szövetség formájában, és végül azt egy újabb gyanta réteggel fedjük be. (Ez a rétegrénd többször is ismételhető, ekkor az újabb szövetreteget közvetlenül az előző, fedő gyantarétegre ágyazzuk.) Ekkor a szénszálal egy része futhat hosszirányban másik része



2. ábra Automatizált szénszál szövetes köpenyezés (fib, 1999)

pedig keresztirányban, attól függően, hogy a szálakat ténylegesen szövetszerűen vagy csupán egyirányban helyeztük el. (Mindkét esetet nevezhetjük szövetnek.) A szálak ehhez az alkalmazáshoz általában egy vékony fóliára vannak rádolgozva (amit az alkalmazáskor eltávolítunk), vagy csekély mértékben gyantába itatottak, ill. ritkán egy-egy rögzítő szál fut keresztirányban. A gyanta ekkor kettős szerepet tölt be: impregnálja a szálakat, és biztosítja a szálak tapadását a megerősítendő felülethez.

A szövetek egy speciális alkalmazását mutatja a 2. ábra. A megerősítésre szoruló hídpillér köpenyezését egy automatizált berendezés végzi, amellyel vezérelhető a nyalábok menetemelkedése, a szövet száltartalma és vastagsága. A szövet gyantába itatása végezhető a tekerceslő fejben.

A pultrudált szalagok esetén kevesebb helyszíni munkát kell végezni, viszont a szalagok kevésbé tudják követni a szerkezeti elem íves vonalvezetését.

A szövetek esetén a jelentősebb helyszíni munka egyúttal lehetővé teszi az előzőnél több rétegű alkalmazást is. Mivel a szálak gyantában itatása kézzel történik, a kialakuló réteg húzási merevsége kisebb, mint a pultrudált szalagok esetén. Kis görbületi sugarak, vagy töréspontokkal rendelkező keresztmetszetek megerősítése során azonban csak az utóbbi változat alkalmazható.

3.2 A szénszál

Az építőipari alkalmazások során szokásos, 8–10 mm átmérőjű szénszálakat általában poliakrilnitril- (PAN)-ből égetik 1300–3000°C-on. A szenesítési folyamat hőmérsékletének megválasztásával befolyásolható a szálak szilárdsága, rugalmassági modulusa, sűrűsége és elektromos vezetőképessége. Minél nagyobb rugalmassági moduluszt szeretnénk elérni, annál kisebb szilárdságot (és szakadó nyúlást) várhatunk el.

A világviszonylatban legismertebb szénszál a Toray márkanevet viseli és Japánban gyártják. A Toray T700 SC típusú szál mechanikai tulajdonságaival szemben támasztott követelmények például:

tengelyirányú húzószilárdság:	≥ 4 800 N/mm ² ,
rugalmassági modulusz szálirányban:	≥ 200 000 N/mm ² ,
szakadónyúlás szálirányban:	≥ 2%.

Jellemző	Sika CarboDur S (kis modulusú)	Sika CarboDur M (közepes modulusú)	Sika CarboDur H (nagy modulusú)
Rugalmassági modulusz, N/mm ²	> 165 000	>210 000	>300 000
Hosszirányú húzószilárdság karakterisztikus értéke, N/mm ²	>2 800	> 2 400	> 1 300
Hosszirányú húzószilárdság átlagértéke, N/mm ²	> 3 050	> 2 900	> 1 450
Szakadónyúlás, %	> 1,9	> 1,4	> 0,8
Szélesség, mm	50, 60, 80, 100, 120	60, 90, 120	50
vastagság, mm	1,2 és 1,4	1,4	1,4

1. táblázat A Sika CarboDur szénszál szalagok műszaki adatai (száltartalom >68%) [Sika, 1999]

A szénszálgyártás Magyarországon is megkezdődött. A ZOLTEK cég magyarországi leányvállalata gyártja a PANEX 30 nevű szénszálakat, melynek fő műszaki jellemzői (ZOLTEK, 1999):

húzószilárdság:	3 800 N/mm ² ,
rugalmassági modulusz szálirányban:	228 000 N/mm ² ,
szakadónyúlás szálirányban:	1,5%,
térfogatsúly:	18 kN/m ³ ,
széntartalom:	94%.

A szövethez alkalmazott gyanta egyúttal a megerősítendő elemhez való tapadást is biztosítja. Az 1. táblázatban példaként bemutatjuk a Sika CarboDur márkanevű szénszál szalagok műszaki jellemzőit. Látható, hogy ma már többféle szilárdságú, rugalmassági modulusú és szakadó nyúlású anyag áll rendelkezésre. Tudnunk kell azonban, hogy minél nagyobb a rugalmassági modulusz, annál kisebb a szilárdság és a szakadó nyúlás, és egyúttal annál drágább is az anyag. A rugalmassági modulusz lehet az acéllal gyakorlatilag azonos, de annál kisebb, vagy nagyobb is. A tervezőnek kell erőteni és gazdaságossági szempontok alapján mérlegelnie, hogy melyiket választja.

3.3 Az ágyazóanyag és a ragasztóanyag

Az ágyazóanyag feladata, hogy összefogja a szálakat, védelmet nyújtson a környezeti hatások ellen és csökkentse a szálak érzékenységét lokális hatásokkal szemben. A gyanta lehet poliészter, uretán, vinilészter, vagy epoxi gyanta. Legtöbb esetben epoxigyantát alkalmaznak.

Szalagok esetén a szálakat felhasználás előtt itatják gyantába, szövet esetén pedig felhasználás közben.

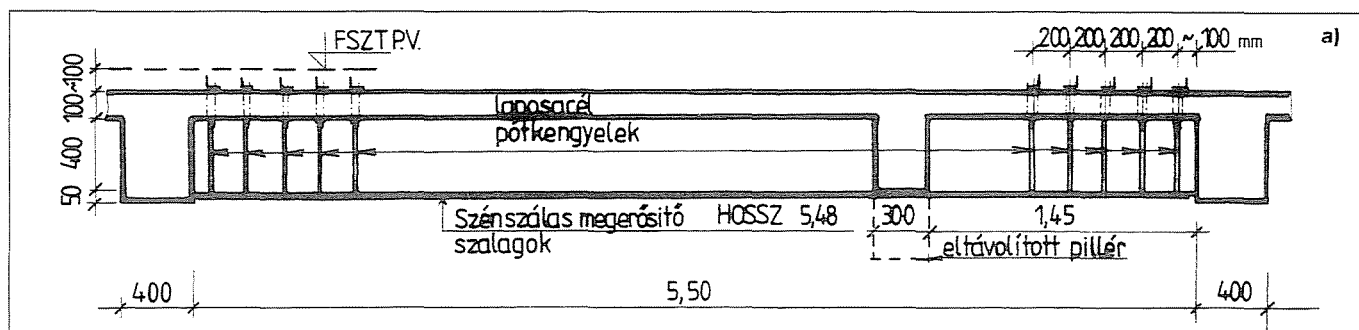
A szénszál megerősítés egyik kulcskérdése a megerősítendő elem és a megerősítő anyag közötti tapadás. A szalagok esetén a tapadást ragasztó réteg helyszíni felhordásával biztosítjuk. Ez a ragasztóanyag nem azonos a szálak ágyazóanyagával, de szintén műgyanta (általában epoxigyanta) kötésű.

Mind az ágyazóanyag, mind pedig a ragasztóanyag fő jellemzői: a rugalmassági modulusza, zsugorodása, üvegesedési hőmérséklete, hőtágulási együtthatója és fazékideje (ami a bedolgozás maximális időtartamát adja meg). A ragasztóanyag szilárdulási sebessége függ a környezeti hőmérséklettől (melyben gyorsabban szilárdul).

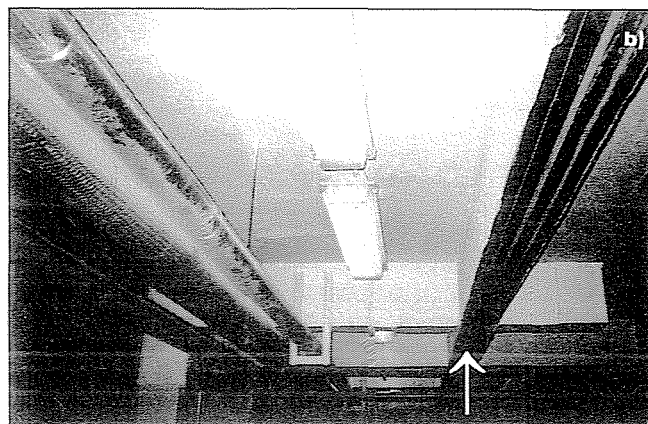
4. HAZAI ALKALMAZÁSOK

Hazánkban 1996-ban került sor az első szénszál megerősítésre. Azóta a szerkezeti elemek széles skáláján alkalmazták. Ezek a következők voltak.

- fődémlemez megerősítése,



3. ábra A Budapest VII. ker. Erzsébet krt. 32. sz. épület 1. emeletén lévő zeneiskola födémének megerősítése (1996. június, megerősítő szalagok: Sika CarboDur S512-70m, tervező: Dr. Balázs L. György, kivitelező: Schöck és Tsa. Bt.)



4. ábra Födémgerenda megerősítése oszlop eltávolítása miatt a Stollwerk Budapest Kft. IX. ker Vágóhíd u. 20. sz. alatti gyárában (1996. július, megerősítő szalagok: Sika CarboDur S512-44m, tervező: Dr. Balázs L. György, Dr. Hamza István és Dr. Visnovitz György, kivitelező: ISOPLAN Kft.)
a) A megerősített gerenda oldalnézete
b) Fényképfelvétel a megerősítés után

- gerenda megerősítés (oszlop eltávolítása miatt),
- függőfolyosó megerősítése,
- siló peremgyűrűjének megerősítése,
- előregyártott, előfeszített hidgerenda megerősítése (egyik esetben a feszítőbetétek korróziója, a másik esetben a gerenda mechanikus sérülése miatt),
- födémáttörés miatti lemezmegerősítés és
- tűz hatására részlegesen károsult vasbeton rácsos főtartó megerősítése.

A következőkben összefoglaljuk ezen megerősítések fő jellemzőit. Minden esetben megemlítjük a megerősítés helyét, okát, a kivitelezés időpontját és az alkalmazott szénaszál anyag típusát, ill. mennyiségét.

4.1 Födém megerősítése

A Budapest, VII. ker. Erzsébet krt. 32. sz. épület 1. emeleti zeneiskola mennyezetéről betondarabok kezdtek lehullani. A leválás valószínűsíthető oka a födém átázása volt a föllette üzemelő fürdőszoba miatt.

A feltárás során kiderült, hogy a századfordulón épült födém tartószerkezetét 0,85 m-enként elhelyezett I 160-as acél tartók alkotják, amelyek közét salakbeton tölti ki.

Az acélgerendák korróziója miatt a födém megerősítésére volt szükség. Mivel a salakbeton túlzottan porózus és szilárdsága kicsi volt, nem a betonra, hanem az acél I tartók alsó felületére kerültek szénaszál lemezek (3. ábra).

4.2 Födémgerenda megerősítése oszlop eltávolítása miatt

A Stollwerk budapesti gyárában, a gyártási folyamat módosítása miatt egy fejlemez vasbeton gerendát alátámasztó közbülső vasbeton oszlop eltávolítása vált szükségessé.

A statikai váz módosulása miatt megnövekedett igénybevételek elemzése rámutatott, hogy a nyomatéki megerősítés elvégezhető szénaszál szalagokkal, viszont *szükség volt a nyírási teherbírás növelésére is*. A megkívánt nyírási teherbírás biztosítására külső, vezetősű, lemez alakú acél kengyelek kerültek elhelyezésre. A kengyelek lehorgonyzását a gerendákkal egybetonozott födémlemez tetején biztosították. A megerősített tartó oldalnézetét, valamint a megerősítés utáni fényképfelvételét a 4. ábra mutatja. (Az eltávolított oszlop helyét nyíl mutatja. A fényképfelvételen a nyírási kengyeleket már vakolat takarja.)

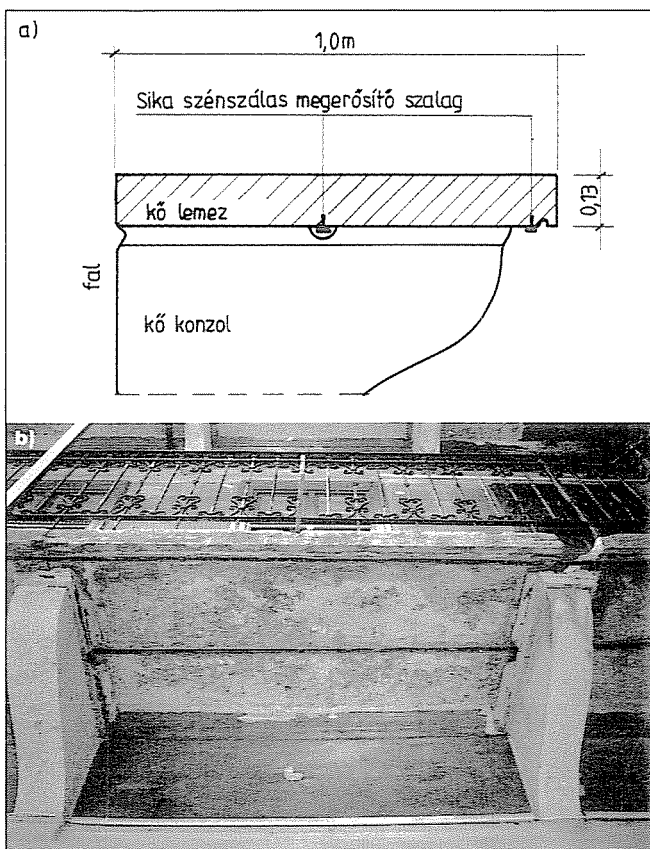
4.3 Függőfolyosó megerősítése

A Budapest VII. ker. Péterfy Sándor u. 31. sz. alatti épület természetes kőből készült függőfolyosói helyenként életveszélyes állapotba kerültek. A kialakult repedések veszélyeztették a lemezdarabok állékonyságát.

A 2,2 m hosszú kölemezeket keresztirányban kő konzolok támasztották alá, míg hosszirányban belső szélük a falazatra támaszkodott. A szükséges két szalagot a kölemez külső szélén és közbülső részén a konzolok fölött is folyamatosan végigvezették a kellő lehorgonyzás biztosítása érdekében (5. ábra). A függőfolyosó alsó felületének vakolata a megerősítő szalagokat eltakarta, így azok egyáltalán nem hatnak závarólag.

4.4 Siló vasbeton peremgyűrűjének megerősítése

A berettyóujfalui egyik Bentall-Simplex típusú gabonasiló peremgyűrűjét összefogó 4 db 7-eres feszítőpázsma közül az



5. ábra A Budapest VII. ker. Péterfy Sándor u. 31. sz. alatti épület természetes kőből készült függőfolyosóinak megerősítése (1997. május, megerősítő lemezek: Sika CarboDur S512-240m, tervező: Dr. Balázs L. György, kivitelező: Schöck és Tsa. Bt.)
a) Keresztmetszet b) Fényképfelvétel a megerősítés után

egyik, (korróziós okokra visszavezethetően) elszakadt, s így a gyűrűirányú alakváltozást gátló hatás lecsökkent. A megmaradt pászma szakadása a korróziós folyamat előrehaladottsága miatt szintén rövid időn belül várható volt.

A négy darab feszítőbetétet négy darab, gyűrűirányban futó Sika CarboDur szalaggal helyettesítették. A megerősítési munkálatok során váltakozva került sor egy szalag fölragasztására és egy feszítőbetét elvágására (az első szalagot kivéve, amely esetén a feszítőbetét már szakadt volt). A tervezés során az alakváltozási kritérium volt mértékadó, annak érdekében, hogy az előregyártott vasbeton cikkelyek közül a gabona ne tudjon kifolyni. A szalagok lehorgonyzását semmilyen mechanikus lehorgonyzóelem nem biztosítja, csupán átfedésben végződnek. A megerősítés módját a 6. ábra mutatja.

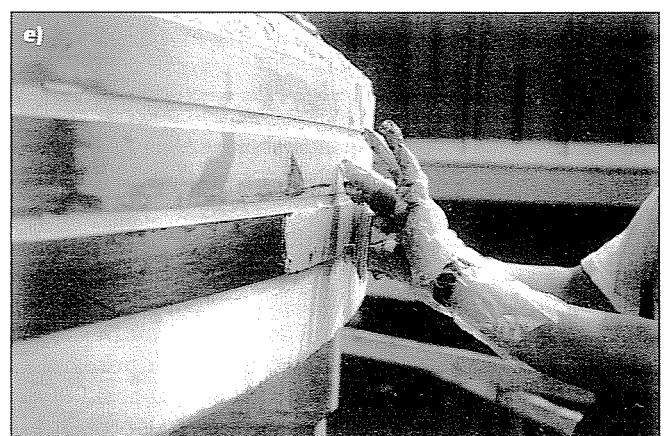
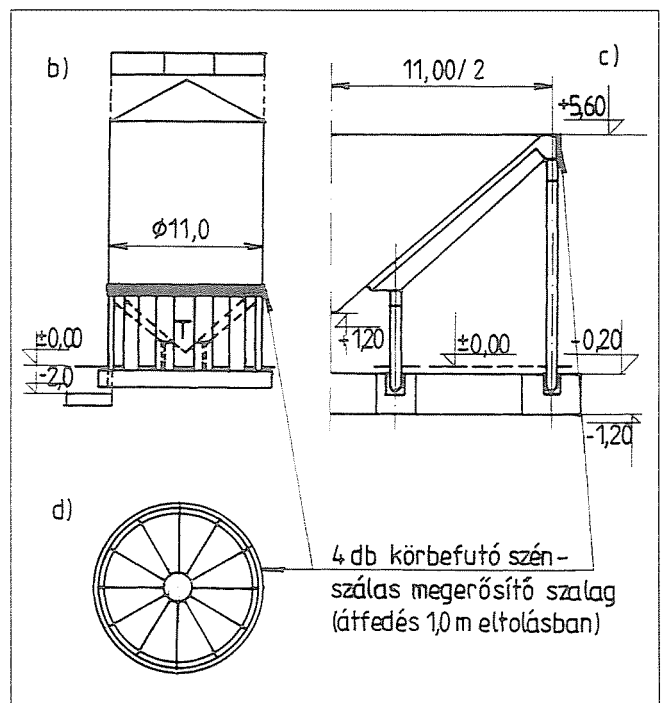
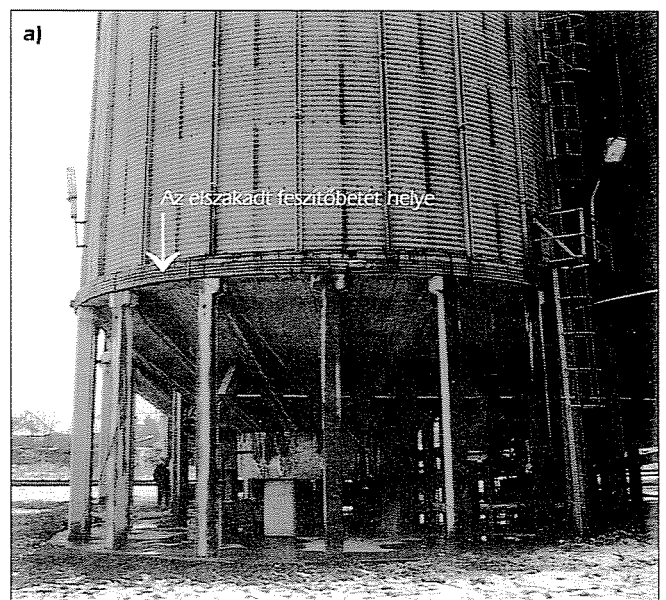
4.5 Előregyártott feszített hídgerendák megerősítése

Erre már két hazai példát is be tudunk mutatni.

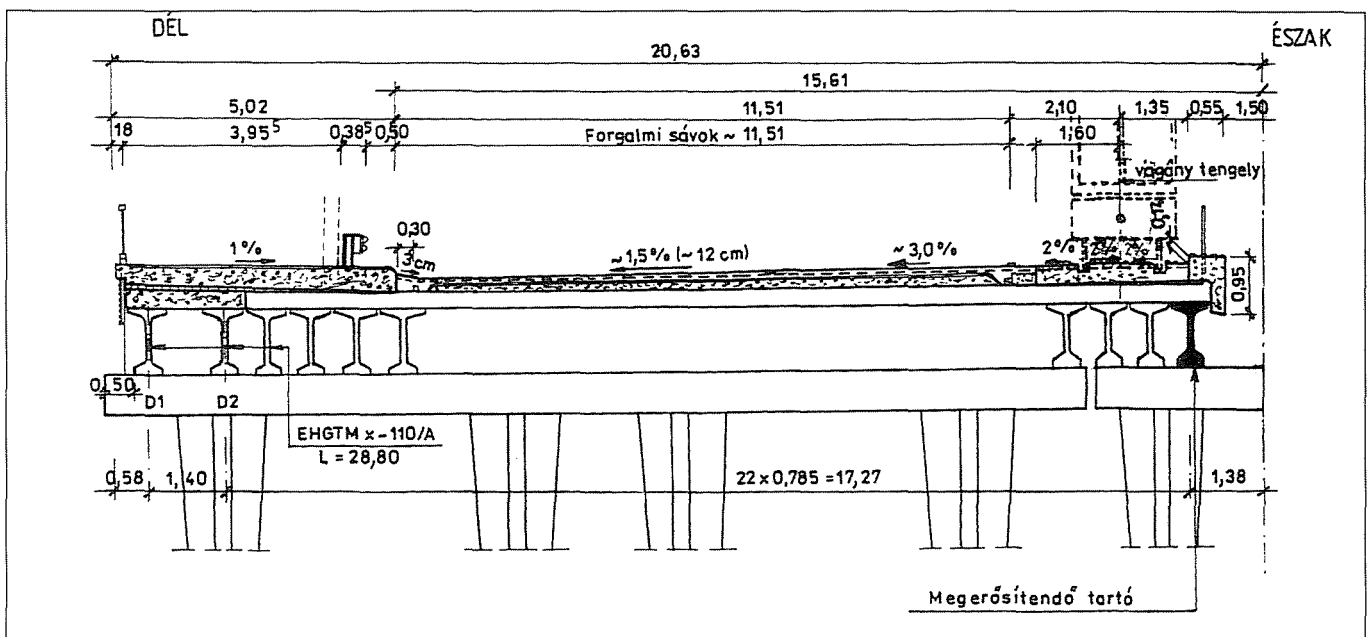
4.5.1 A Petőfi-híd Boráros téri felüljárója

A Petőfi-híd Boráros téri felüljárója EHGT típusú előregyártott, előfeszített hídgerendás ortotróp pályalemezzel. A villamosmegálló alatti szélső főtartó alsó pászmasorában 5 db feszítőpászma teljesen, további 4 db pedig részlegesen elkorrodált.

Több változat átgondolása után a szénzálas szalagokkal való megerősítés mellett döntöttek. 5 db, 28 m hosszú szénzálas szalag került fölragasztásra a 2-es villamos éjféli üzemműködés és hajnali indítása közötti 4,5 óra időtartamba. A három, különböző rugalmassági modulusú és szilárdságú szalag közül az acélal azonos modulusúra esett a választás (7. ábra).

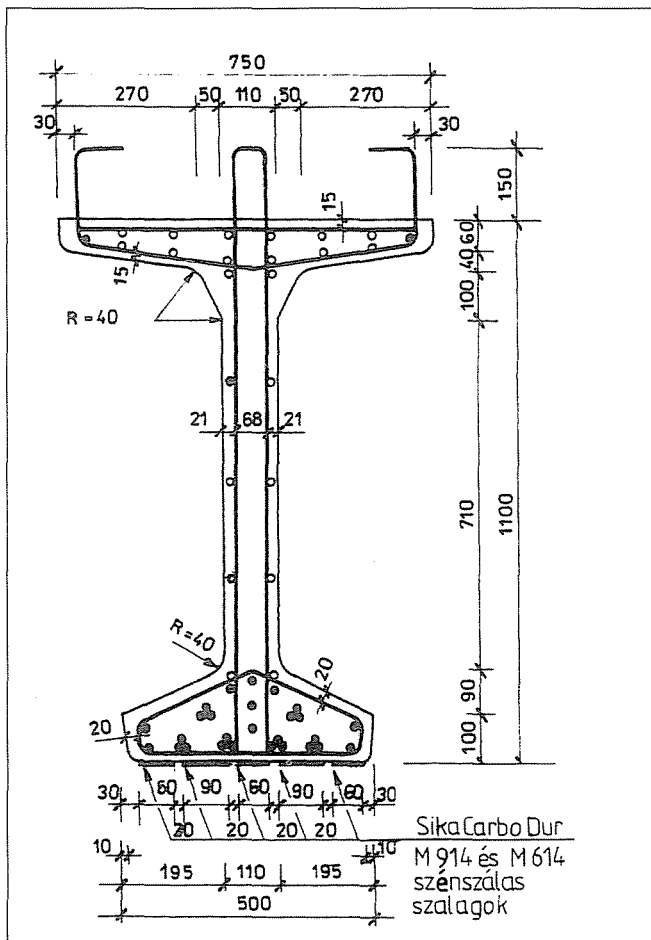


6. ábra A berettyóújfalui Bentall-Simplex típusú gabonasiló vasbeton peremgyűrűjének megerősítése a gyűrűirányú feszítőbetétek korróziója miatt (1997. június, megerősítő lemezek: Sika CarboDur S612-152m, tervező: Dr. Balázs L. György, kivitelező: isobau Rt.)
a) A siló fényképe
b) Oldalnézet
c) Metszet az üritőtölcsérről (nagyított lépték)
d) Alulnézet (az üritőtölcsér előregyártott vasbeton cikkelyeinek feltüntetésével)
e) A megerősítő szalagok fölragasztása



a) A híd keresztmetszete
b) A megerősített tartó keresztmetszete

c) A megerősítő lemez σ - ϵ diagramja
d) A megerősített hídgerenda fényképe

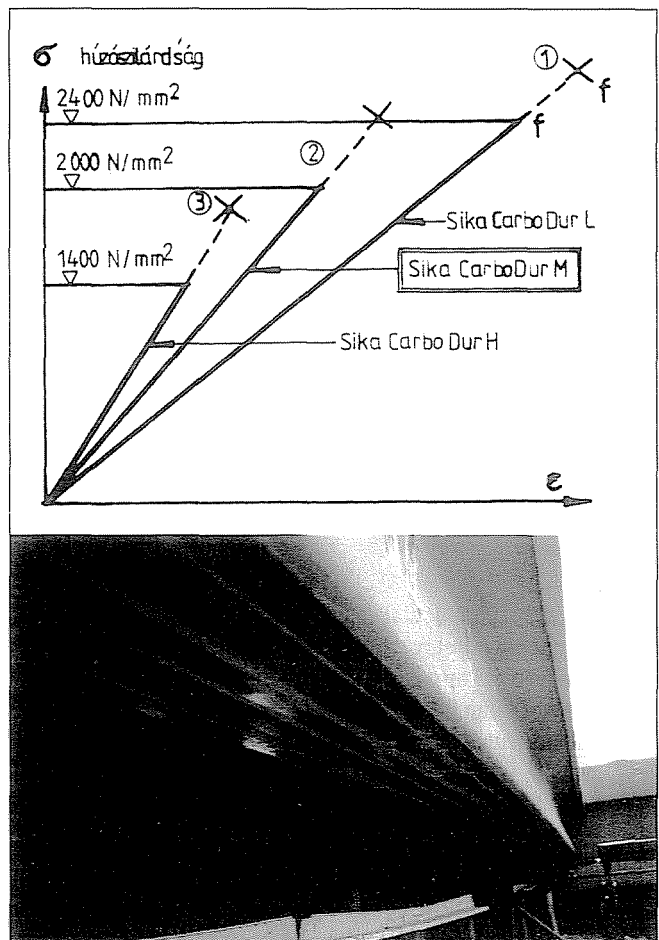


7. ábra A Petőfi-híd Boráros téri fejáróhídjában lévő előfeszített EHGTM tartó megerősítése (1997. szept., megerősítő lemezek: Sika CarboDur M914-56m és M614-84m, tervező: BME Vasberonszerkezetek Tanszéke: Dr. Balázs L. György és Dr. Farkas György, kivitelező: Pannon Freyssinet Kft.)

A megerősített tartó alsó övére végezettül sóvédő bevonat és mechanikus sérülés elleni védőlemezek kerültek.

Mivel a tartó mért kloridtartalma a megengedett szintet már a megerősítés előtt is meghaladta, további feszítőbetétek szakadásra nincs kizárva. A tartó ezért folyamatos megfigyelés alatt áll.

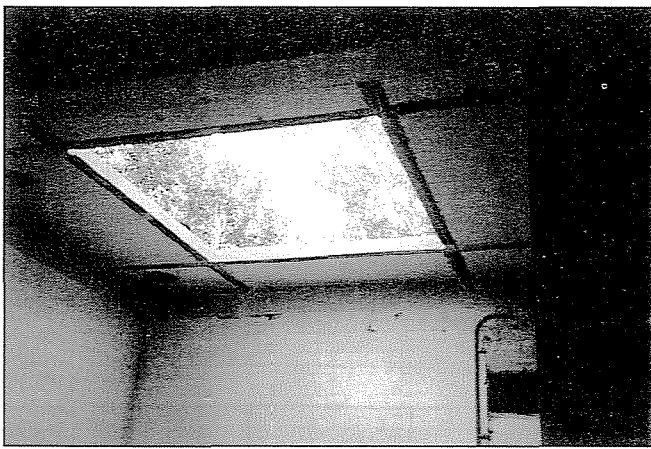
4.5.2 Az M5 autópálya M0 autópályát keresztező hídja
Az M5 autópályán Budapest irányában közlekedő kamion sérülést okozott az átívelő M0 autópálya előregyártott gerendák-ból készült legszélső és harmadik gerendáiban.



A megerősítést szénzálal szalagok fölragasztásával végezték. A ragasztási munkát elvégezhető volt a forgalom részleges korlátozásával (egypályás lezárással).

4.6 Födémáttörés melletti lemezmegerősítés

A ZOLTEK Rt. kísérleti laboratóriumában az 5,8×6,8 m-es vasbeton zárófödém 3,5×3,5 m-es áttörése vált szükségessé.



8. ábra Födémáttörés melletti lemezmegerősítés a ZOLTEK Rt. kísérleti laboratóriumában (1998. aug. megerősítő lemezek: Sika CarboDur M1214-25m, tervező: Dr. Kiss Rita, Sapkás Ákos, kivitelező: Fischer-bau)

Az áttörés melletti lemezmezők megerősítéséhez 120 mm széles szalagok voltak szükségesek, amelyek az áttörés mellett futnak (8. ábra, Kiss-Sapkás, 1999).

4.7 Vasbeton rácsos főtartó megerősítése

Az Electrolux jászberényi gyáregységében kiütt tűz után az egyik csarnokrészben a rácsos főtartók betonja csupán felületi károsodást szenvedett. Igényként merült azonban még föl a rácsostartók teherbírásának egyidejű növelése is.

A megerősítést több rétegű szénzálal szövetrel végezték 1999. márciusában.

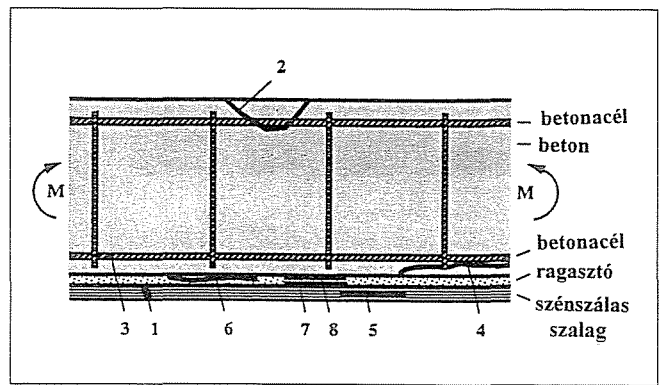
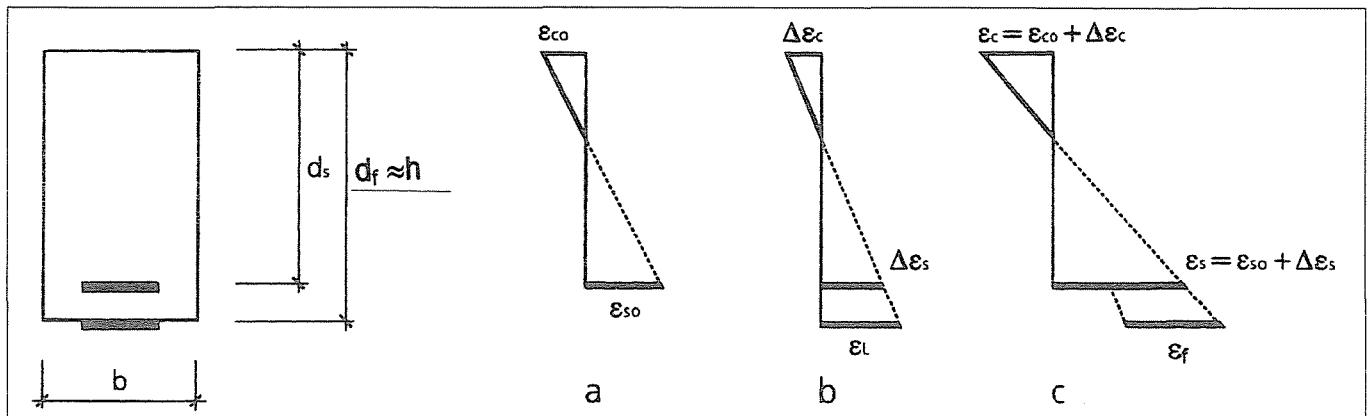
5. FŐ TERVEZÉSI ELVEK

A tervezési elvek részletes ismertetéséhez ezen cikk keretei nem elegendők, így azokat külön cikkben tervezzük összefoglalni. Itt csupán néhány alapvető tervezési szempontra hívjuk fel a figyelmet:

- a megerősített elem statikai vizsgálatát mindig a megerősítés előtti állapot alakváltozásainak és igénybevételeinek figyelembevételével kell végezni (9. ábra),
- a megerősítő anyagok csak a megerősítés időpontja utáni terhekből kapnak igénybevételeket,
- a megerősítés tervezésekor vizsgálni kell az összes lehetséges tönkremeneteli módot,
- a nyomatéki megerősítés nem mindig elegendő. Nyírási megerősítésre is szükség lehet.

9. ábra Alakváltozási ábrák a megerősítés előtti és utáni állapotokhoz

a) A megerősítés előtti alakváltozások b) A megerősítéskori állapot fölötti terhekből származó alakváltozások c) A megerősített tartó alakváltozásai



10. ábra Szénzálal anyaggal megerősített tartó lehetséges tönkremeneteli módjai a nyomatéki zónában (Deuring, 1993)

1. a szénzálal szakadása
2. a nyomott betonöv tönkremenetele
3. acélbetétek szakadása
4. a betonfedés leválása
5. a megerősítő réteg berepedése
6. a ragasztóanyag berepedése
7. a beton és a ragasztó elválása
8. a szalag és a ragasztó elválása

A lehetséges tönkremeneteli módok a következők lehetnek (10. ábra, Deuring, 1993):

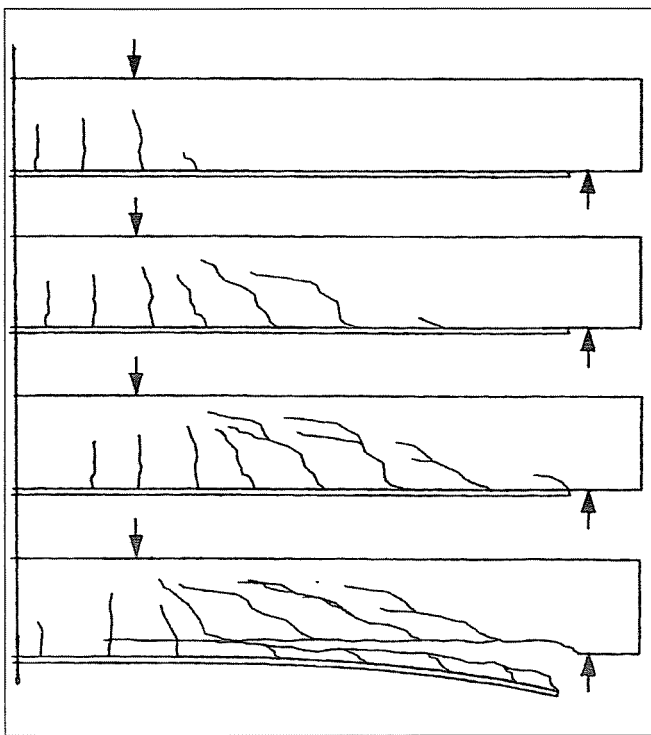
- a szalag, vagy a bebetonozott acélbetétek (vagy mindkettő) szakadása,
- a nyomott betonöv morzsolódása,
- a ragasztó és a ragasztandó felületek elválása,
- a szálakat összefogó gyanta felrepedése
- a betonfedés leválása a lehorgonyzási zónában.

Az utolsó, legveszélyesebbnek tartott tönkremeneteli módot mutatja be részletesebben a 11. ábra kísérleti eredménye (Hollaway, Leeming, 1999). A hajlított-nyírt gerendán a teher növekedése során először kialakultak a hajlítási, majd a nyírási repedések, de végülis a tönkremenetel a megerősítő lemez leválása miatt következett be úgy, hogy a betonfedés egy része a megerősítő szalaggal együtt levált.

Megemlítjük, hogy a gyártás során kialakuló kovalens kötések miatt a szálak hosszirányú szilárdsága nagyon nagy, de keresztirányú szilárdsága kisebb. A tervezés során ezt feltétlenül figyelembe kell vennünk, vagyis, a szénzálal megerősítő rétegekre nagy keresztirányú igénybevétel nem hárítható.

6. ALKALMAZÁSTECHNIKA

Az alábbi 1-5 és a 8-10 pontokat mind szénzálal szalag, mind pedig szövet alkalmazásakor el kell végezni. Az 6-7. pontok elsősorban a szalagokra vonatkoznak. A megerősítési munkálatokat a következő munkafázisoknak megfelelően kell végez-



11. ábra A lehorgonyzás tönkremenetelé növekvő teher alatt (Hollaway, Leeming, 1999)

ni. Ezen speciális megerősítési módnál különös gondot kell fordítanunk az előírt munkafázisok pontos betartására.

1. Méréssel ellenőrizni kell a ragasztás alapjául szolgáló betonfelület *tapadó-húzó szilárdságát*. Általánosan elfogadott gyakorlat szerint a kapott értékeknek meg kell haladnia az $1,5 \text{ N/mm}^2$ -t.
2. A ragasztandó *felület előkészítése*.
– az esetleges durva felületi hibák kiegyenlítése,
– a felület kismértékű feldurvítása (célja a jó mechanikai kapcsolat biztosítása a betonfelület és a ragasztóréteg között – kedvezőnek tekinthető érdesség: $0,5 \dots 1,0 \text{ mm}$ -es felületi egyenetlenségeket jelent).
3. A ragasztandó *betonfelület nedvességtartalmának mérése*.
A felületi nedvességtartalom nem haladhatja meg a 4 %-ot (a ragasztóanyag és a betonfelület közötti megfelelő tapadás biztosítása érdekében).
4. A ragasztandó *betonfelület portalanítása*.
5. A felragasztandó szénzálal szalag, ill. szövet helyének kijelölése.
6. A szénzálal szalagok, ill. szövet méretrevágása.
7. A szénzálal szalagok felragasztandó felületének tisztítása.

A szalagok felületét addig kell tisztítani, amíg egy fehér rongy már nem színeződik el. Ennek a tisztításnak a célja, hogy eltávolítsuk a lemez felületén felhalmozódott szén- és egyéb porszármarékokat, biztosítva ezzel a jó tapadást a szénzálal lemezek és a ragasztóanyag között.

8. A kétkomponensű gyanta bekeverése.
A két komponenst a gyártó által megadott arányban és módon kell összekeverni.
9. A ragasztó, ill. ágyazó anyag, valamint a szénzálal anyagok felhordása. Leírását lásd 3.1 pont 1) és 2) alpontjaiban. A megerősítő anyagok a ragasztó, ill. az ágyazó anyag megszilárdulásáig sem igényelnek alátámasztást.
10. Szükség esetén *védőbevonat* is készíthető a betonelem korrózióvédelmére (a szálak, ill. a szövet korrózióálló), a tűzállóság biztosítására, UV sugárzás elleni védelemre, vagy az esztétikai megjelenés fokozására.

7. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az elmúlt évtizedben a szerkezetmegerősítés új anyagai és módjai jelentek meg, a szálerősítésű polimerek és a hozzájuk társuló alkalmazási technikák. Az üveg, az aramid és a szénzálal közül a szénzálal biztosítja a legkedvezőbb műszaki jellemzőket, ezért ennek az elterjedése várható leginkább. A szénzálal alkalmazhatók szövet, vagy előregyártott (pultrudált) szalagok formájában.

A szénzálal anyagokkal és megerősítéssel kapcsolatos kutatások és tervezési irányelvek (szabványok) kidolgozása ugyan még nem zárult le, de az eddigi kísérleti és alkalmazási tapasztalatok kedvezőek.

A szénzálal megerősítő anyag és megerősítési mód előnyei: elektrolitikus korrózióval szemben ellenálló, nagy szilárdságú (egyaránt rövid idejű, tartós és fásztó teherre), kis térfogatsúlyú (kis szállítási költség, könnyű alkalmazás szűk helyen is, alátámasztó állványzatra nincs szükség), hosszkorlátolás nélkül alkalmazható, a megerősítő lemezek kis vastagsága miatt a belmagasság (ill. űrszelvény) nem csökken, egymást keresztező irányokban is alkalmazható, könnyen eltakarható, gazdaságos (a teljes bekerülési költség általában kedvező).

Esetleges hátrányok: a szénzálal jelenleg aránylag drága, vandalizmussal szemben mechanikus védelmet kell biztosítani (sérülékenyebb, mint az acél), a legmagasabb üzemi hőmérséklet általában nem több, mint $50 \text{ }^\circ\text{C}$ a szálak ágyazóanyagaként használt gyanta miatt.

A megerősítés oka lehet: a szerkezeti elem teherbírásának csökkenése, vagy az igénybevétel növekedése (a teher növekedése, vagy a statikai váz módosulása miatt). A megerősítendő szerkezet anyaga lehet: beton, vasbeton, feszített vasbeton, természetes kő, téglá, fa vagy acél. A legtöbb alkalmazás a vasbetonépítés körében található.

Az első szénzálal megerősítést hazánkban 1996-ban végezték, és azóta szerkezeti elemek széles skáláján alkalmazták: földemlemez, gerenda (közbülső oszlop eltávolítása miatt), függőfolyosó, siló peremgyűrűje, előregyártott feszített hidgerenda, földemáttörés és rácsos főtartó.

A tervezést és a kivitelezést az anyagviselkedés és a megerősítési mód speciális tulajdonságainak figyelembevételével kell végezni.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerző köszönetet mond a 0366/1977 számú MKM FKFP pályázatnak a kutatáshoz nyújtott anyagi támogatásért.

9. HIVATKOZÁSOK

- ACI (1996). „State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures”, *ACI 440R-96 Report*
- Balázs Gy.L. (1996): „Tartósság biztosítása nem acél anyagú betétekkel”, *Konferencia kiadvány* (Betonszerkezetek tartóssága), Budapest 1996.10.29, pp. 101-106.
- Bódi I., Farkas Gy. (1995). „Vasbeton földémszerkezetek megerősítése ragasztott-dübelezett acélszalag segítségével”, *Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle*, XLV. évf. 12. szám, pp.494-499.
- Deuring, M. (1993). „Verstärken von Stahlbeton mit gespannten Faserwerkstoffen”, *EMPA Bericht* Nr. 224., Dübendorf
- DIB (1995). „Richtlinie für das Verstärken von Betonbauteilen durch Ankleben von Stahllaschen”, *Deutsches Institut für Bautechnik*, Z-36.1-30/07.04.1995
- DIB (1995). „Verstärkung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen durch schubfest aufgeklebte Kohlefaserlamellen – Sika CarboDur”, *Deutsches Institut für Bautechnik*, Z-36.12-29/30.11.1997
- DIB (1997). „Vasbeton és feszítettbeton elemek megerősítése nyírómereven

- fölragasztott szénszálalás lemezekkel”, *Németországi Általános Alkalmazási Engedély*, Z-36.12-29, 1997.nov.11.
- EMPA (1995), „Beiträge und Studiengang zur EMPA/SIA-Studiengang” 21. Sept. 1995, *SIA D0128*, pp.17-18.
- fib (1999), „Fiber Reinforced Polymers (FRP) as Externally Bonded Reinforcement of Reinforced Concrete Structures”, *Draft*
- Hollaway, L.C., Leeming, M.B. (editors) (1999), „Strengthening of reinforced concrete structures – using externally bonded FRP composites in structural and civil engineering”, *Woodhead Publishing Ltd.*, Cambridge
- JCI (1997), „Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures”, Proc. of the 3rd Int. *RILEM* Conf., 14-16. Oct. 1997, Publ. by JCI Tokyo
- Kiss, R., Sapkas Á. (1999), „Vasbeton földem megerősítése szénszálalással”, *Magyar Építőipar* 1999/3-4., pp.113-116.
- Kollár L.-Kiss R. (1998), „Szálalásos műanyagok (kompozitok) az építőiparban – I. kompozitok anyagai”, *Közúti és Mélyépítési Szemle* XLVII. évf. 9. szám, pp. 331-338.
- Luke, P.S., Leeming, M.B., Skwarski, A.J. (1998), „ROBUST results for carbon fibre”, *Concrete Engineering International*, Vol 2. No.2, pp. 19-21.
- Sika (1999) „Sika CarboDur – Heavy Duty CFRP Strengthening System”, *Sika AG*, 02.1999
- Taerwe, L. (editor) (1995), „Non-Metallic (FRP) Reinforcements for Concrete Structures”, Proc. of the 2nd Int. *RILEM* Conf., Ghent 23-25. Aug. 1995, E and Spon London
- Zoltek (1999), „Carbon Fiber User’s Guide – Processing Techniques and Recommendations to Optimize Composite Properties of PANEX33 48k”, *ZOLTEK manual*, 1999, 8 p.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, okl. mérnöki mat. szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi docens, a BME Építőanyagok és Mémőkgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálalásos betonok, nem acél anyagú betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* Használati határállapotok munkabizottság elnöke, további *fib*, ACI és RILEM bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke.

STRENGTHENING WITH CARBON FIBERS – HUNGARIAN EXPERIENCES

New materials and methods were developed for strengthening of structures in the last decade which are non-corrosive and have a high strength. Owing to their low weight they are easy to handle and their small thickness makes possible to cover them if necessary. These materials are the fiber reinforced polymers, especially the carbon fiber reinforced polymers. The first strengthening with carbon fibers was carried out in Hungary in 1996. Since then it was applied on a wide range of structures or structural elements like: slab, beam (by eliminating an internal support), natural stone balcony, ring beam of a silo, prestressed pretensioned bridge girder, opening of a slab and concrete truss girder. This paper intends to summarize the main characteristics of carbon fiber strengthenings and to discuss all major projects till now in Hungary.

RENDEZVÉNYNAPTÁR

A fib Magyar Tagozat soron következő ülése: 1999. december 8. (szerda) 14:30
Budapesti Műszaki Egyetem, 1111 Budapest, Műegyeté rkp 3. I. em. 66.

ELKÖVETKEZENDŐ KONFERENCIÁK

– fib - IABSE Bridge Engineering Conference

fib - IABSE

Sharm-el Sheik, Egypt

26-30 March, 2000

– ACI Spring Convention-2000

American Concrete Institute

San Diego, USA

26-31 March, 2000

– Österreichischer Betontag 2000

Österreichischer Betonverein

Wien, Österreich

27-28. April, 2000

– IABSE Conference on Cable-Stayed Bridges

IABSE

Malmö, Sweden

2-4 June, 2000

– International Workshop on Punching Shear Capacity of RC Slabs

Royal Institute of Technology (KTH), ACI, fib

Stockholm, Sweden

8-9 June, 2000

– 6th Int. Symposium on Utilization of High Strength/High Performance Concrete

University of Leipzig

Leipzig, Germany

16-20 June, 2000

– 3rd International Conference on Advanced Composite Materials in Bridges and Structures

Carleton University

Ottawa, Canada

15-18 August, 2000

– Fifth RILEM Symposium on Fiber-Reinforced Concretes - BEFIB 2000

RILEM, ENTPE, LCPC

Lyon, France

13-15 September, 2000

– fib Symposium

PCI, fib

Orlando, USA

24-27 September, 2000

– 3rd Int. PhD Symposium in Civil Engineering

fib, Boku-Wien

Vienna, Austria

5-7 October 2000

– The sixth International Symposium on brittle matrix composites

RILEM

Warsaw, Poland

9-11 October, 2000

– Concrete Structures in the 21st Century

Japan Prestressed Concrete Engineering Association, fib

Osaka, Japan

13-19 October, 2002

MŰSZAKI RÖVIDHÍREK

EUROTERVEZÉSI szakmérnöki tanfolyam. A 2000. év februárjában induló tanfolyam feladata az építő- és építészmérnökök tartószerkezeti Eurocode-ok és azok háttérének ismertetésére épülő szintemelő továbbképzése abból a célból, hogy a tanfolyam elvégzésével sikeresen államvizsgázott szakmérnök a mérnöki létesítmények tervezési feladatait az **euromérnöki** követelmények színvonalán legyen képes teljesíteni.

Részvételi díj: 60 eFt/félév. Jelentkezés: a BME Vasbeton-szerkezetek Tanszékén, Stubán Ferencnél (tel: 463-1751).

VISSZAPILLANTÁS

A HAZAI VASBETONHÍDÉPÍTÉS TÖRTÉNETÉBE

50 éve történt

1949-ben megépült az első hazai (Böröc rendszerű) utófesztett vasbetonhíd.

25 éve történt

1974-ben átadták az első szabadonszerelt feszített vasbeton hidat Kunszentmártonban a Hármas körös felett.

10 éve történt

1989-ben kezdték el az első szakaszosan előretolt feszített vasbeton hídszerkezet építését Berettyóújfaluban a Berettyó felett.

A MAGYAR-SZLOVÉN VASÚTVONAL VÖLGYHÍDJAI

6 részes cikksorozat indul a VASBETONÉPÍTÉS-ben

1. A beruházás előkészítése: 1999/4. szám
2. Az épülő szerkezet általános ismertetése 2000/1. szám
3. A völgyhidak tervezése: 2000/2. szám
4. A völgyhidak építési technológiája I.: 2000/3. szám
5. A völgyhidak építési technológiája II.: 2000/4. szám
6. A megépült hidak próbaterhelése: 2001/1. szám

Fizesse elő a következő évfolyamot, hogy a teljes cikksorozatot összegyűjthesse!

A VASBETONÉPÍTÉS Magyarország egyik legújabb műszaki folyóirata, amely figyelmét kizárólagosan vasbetonszerkezetekre és azok anyagaira összpontosítja. A folyóirat elsődleges célja, hogy segítségével közkinccsé tegyék a beton-, a vasbeton- és a feszített vasbeton építés terén elért legújabb hazai és külföldi eredményeket (szerkezeteket és kutatási eredményeket) valamint bemutassuk a legújabb fejlesztési irányokat. A folyóirat foglalkozik ezért a vasbetonszerkezetek megvalósulását lehetővé tevő minden egyes területtel, amelyek magukban foglalják:

- a tervezés, a kivitelezés,
- az anyaggyártás (beleértve az adalékszerkezet),
- a betontechnológia, az előregyártás,
- a beruházás, az üzemeltetés,
- a felújítás, a megerősítés,
- a kutatás,
- a műszaki szabályozás és a minőségbiztosítás kérdéseit.

A VASBETONÉPÍTÉS folyóirat felépítésében valamint tartalmi és formai követelményeiben is szeretne újdonságokat nyújtani. A Szerkesztőbizottság mellett például létrehoztunk

egy *Lektori Testületet* is, melynek tagjai több évtizedes tapasztalataikon alapulva hivatottak őrködni a folyóirat magas színvonalának elérésén. (Egy kézirat csak akkor jelenhet meg ha mindkét lektor megjelenésre elfogadja.) A folyóirat kezdetben negyedévenként jelenik meg magyarul, amit évente kiegészít egy ötödik, angol nyelvű szám a négy magyar nyelvű szám cikkeiből készített válogatásként.

Kikhez szól a folyóirat: Mindazokhoz, akik beton anyaggal vagy beton anyagú tartószerkezetekkel foglalkoznak, ill. azok iránt érdeklődnek.

Kik jelentethetnek benne cikket: Mindazok, akik a fenti célok elérését kéziratuk benyújtásával elősegíteni szándékoznak, és be szeretnék számolni tapasztalataikról, eredményeikről, büszkeségeikről.

Hogyan lehet előfizetni: Küldje vissza a megrendelőlapot a Szerkesztőség címére.

Mi úgy gondoljuk, hogy ennek a folyóiratnak célszerű ott lennie minden vasbetonnal foglalkozó kolléga könyvtárában, hiszen a vasbeton óriási fejlődésen ment át az elmúlt évszázadban, és még fog átmenni az elkövetkezőkben is. *Legyünk ennek közösen szemtanúi!*



Megrendelem a VASBETONÉPÍTÉS című műszaki folyóiratot.

Előfizetési díj az 2000. évre: 3000 Ft.

Név:

Cím:

Tel.: Fax:

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.

Átutalási utalványt kérek eljuttatni a fenti címre

Kérem az alábbi hitelkártyáról kiegyenlíteni:

Kártyaszám: Kártya típusa:

Kártya érvényessége: Átutalt összeg:

Dátum: Aláírás:

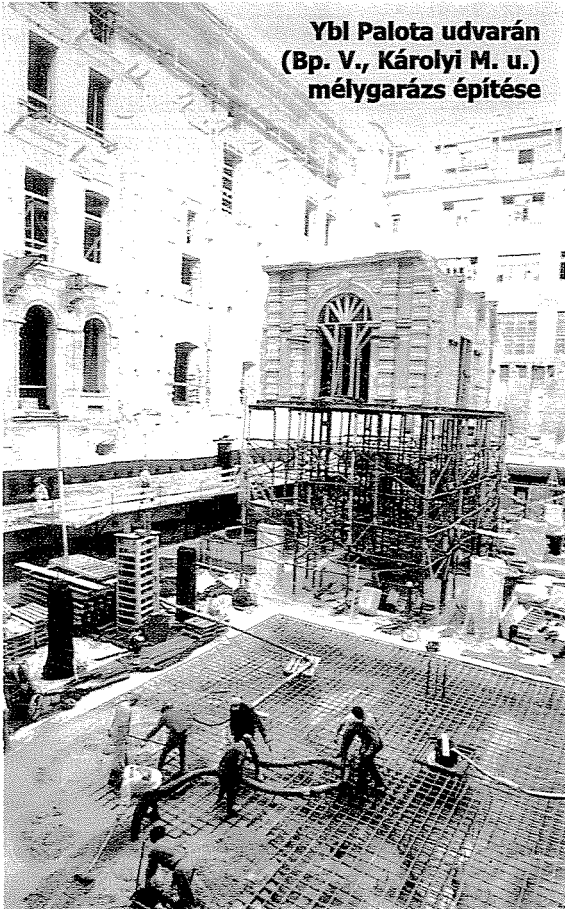
A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni a szerkesztőség címére:

VASBETONÉPÍTÉS szerkesztősége
c/o BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke
1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2.
Fax: 463-1784

(Ez a lap tetszőlegesen másolható.)



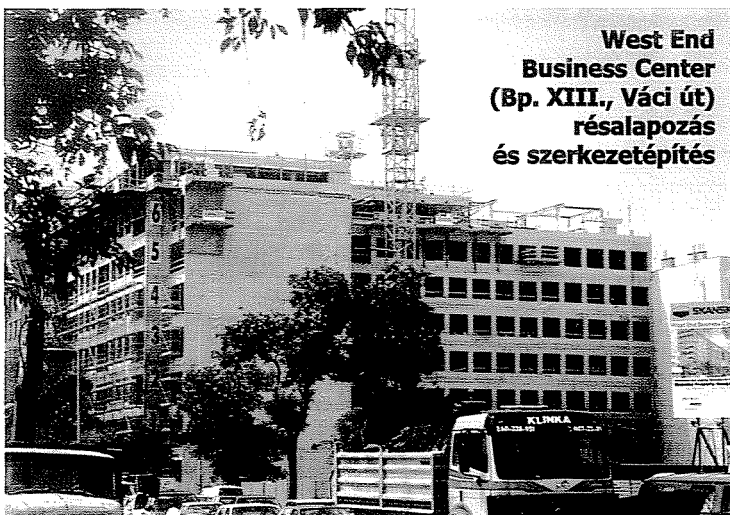
KÉV-METRÓ Kft. ♦ 1113 Budapest, Daróci út 30.
✉ 1241 Budapest, Pf. 229. ♦ ☎ 209-0757
Fax: 209-0756 ♦ E-mail: kevmetroepitokft@mail.mataav.hu



**Ybl Palota udvarán
(Bp. V., Károlyi M. u.)
mélygarázs építése**



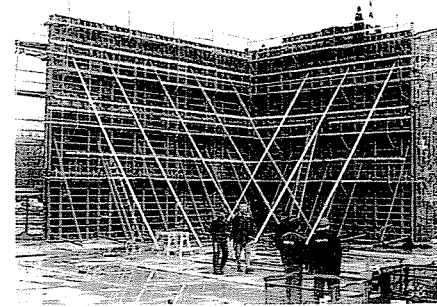
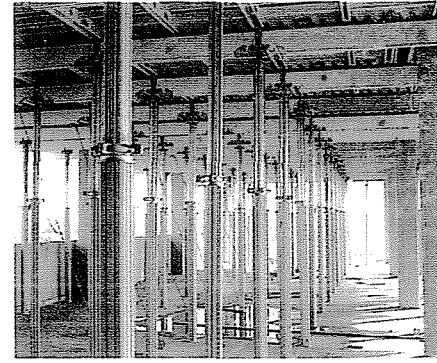
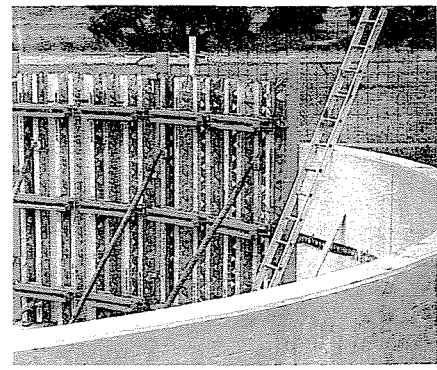
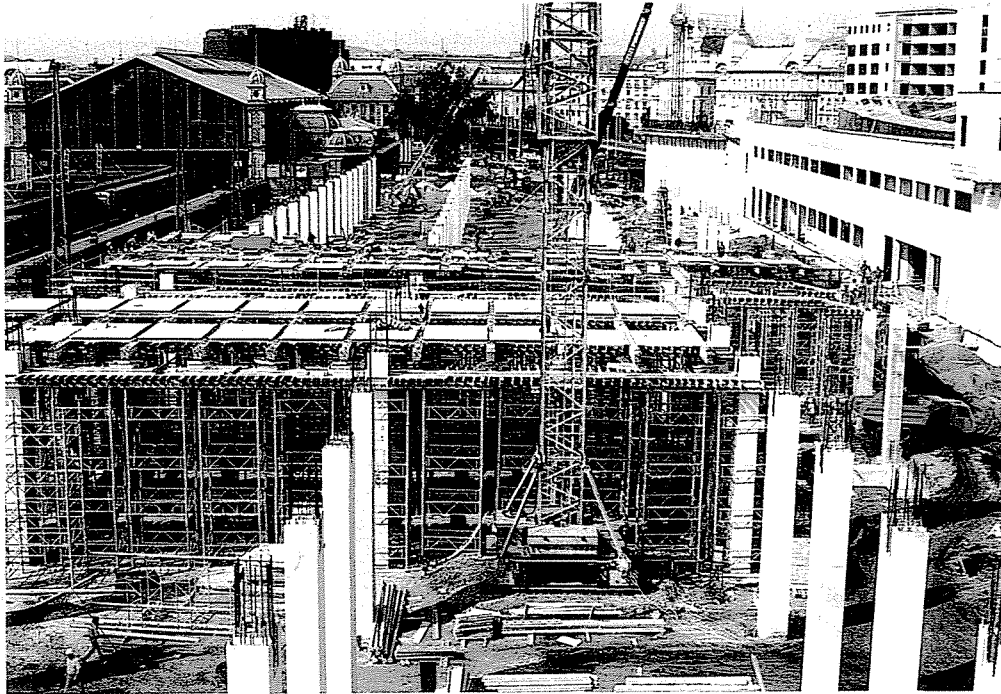
**GLOBE Áruház
(Bp. XIII., Teve u.)
részfalas alapozás**



**West End
Business Center
(Bp. XIII., Váci út)
résalapozás
és szerkezetépítés**

**VASBETON
SZERKEZETEK
MAGASAN
ÉS
MÉLYEN,
MÉG
SPECIÁLIS
KÖRÜLMÉNYEK
KÖZÖTT IS!**

Mi tudjuk a választ: hogyan építhet gazdaságosabban.



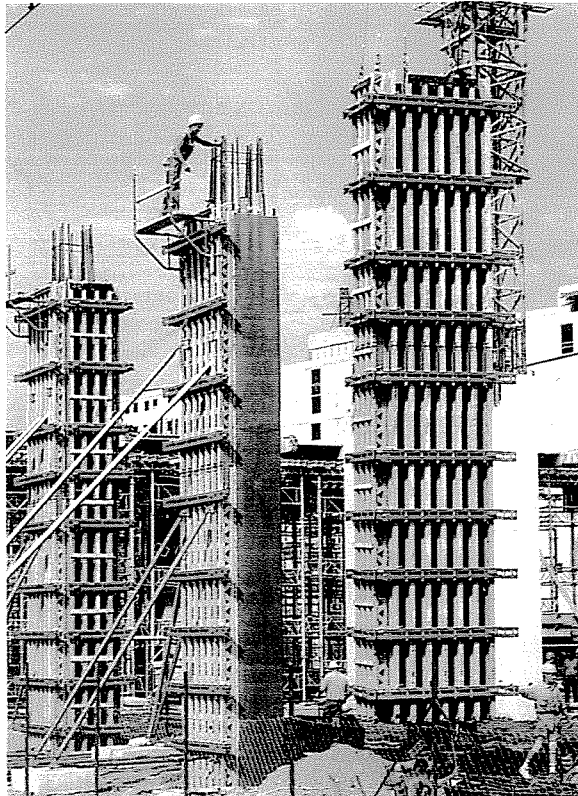
Zsaluigényeinek kielégítésére a PERI-vel jól választ. Mindegy, hogy nagy vagy kis létesítmény, egyenes vagy íves szerkezet, magasépítési vagy közlekedési műtárgy, daruval vagy kézzel mozgatható zsalu.

A PERI típuselemekkel minden zsaluzható:

- lakóépítmények
- középületek
- hidak
- alagutak
- ipari létesítmények
- silók
- műtárgyak

PERI Kft.

1181 Budapest, Zádor u. 4.
1680 Budapest, pf. 104.
Tel.: 2-960-960
Fax: 2-960-950
<http://www.peri.hu>
E-mail: info@peri.hu



A gazdaságosság többet jelent az olcsó vásárlásnál.
A döntő szempont az alkalmazott zsaluzat gazdaságossága.

A PERI zsaluzatok gazdaságosak, mert:

- az egyszerű kapcsolóelemek csökkentik az élőmunkát
- a rendszerek kevés elemből épülnek fel, így nem kell sokféle anyagot raktározni
- a zsaluzatok elvesző alkatrészeket nem tartalmaznak
- az egyes elemek többféle célra felhasználhatók
- hosszú élettartamúak és kis karbantartás igényűek

PERI[®]
Zsaluzatok és Állványzatok