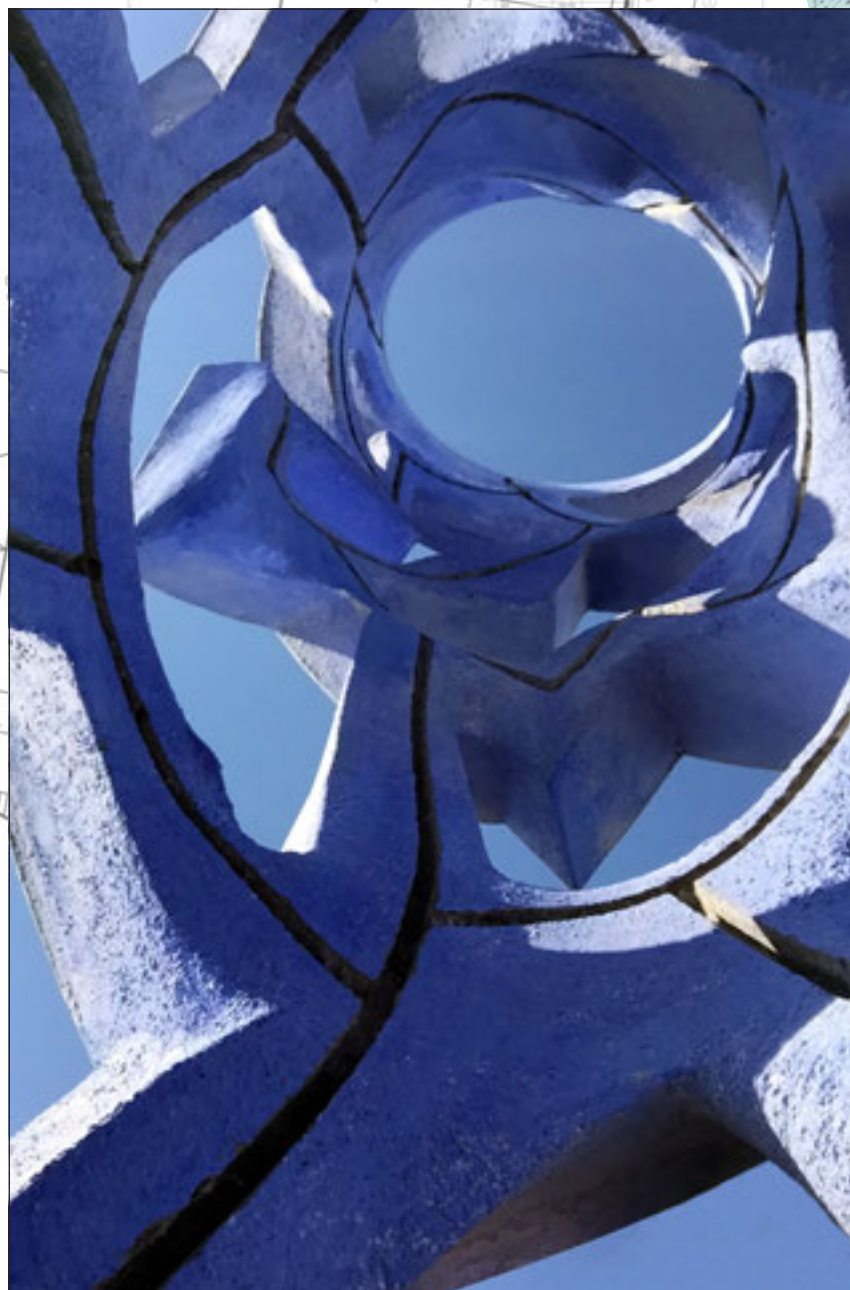


VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

9 771419 644000 2018/1



Windisch Andor, Ph.D., c. egy. tanár

EGYSÉGES MÉRETEZÉSI MODELL

1

Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.

A 2017. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA

10

Tápai Antal, a *fib* Magyar Tagozata
Palotás László-díjasának írása

NINCS LEHETETLEN AZ ELŐREGYÁRTÁSBAN

13

Dr. Balázs L. György – Dr. Kausay Tibor

BETONTÍPUSOK, FOGALMAK, JELÖLÉSEK, ÚJDONSÁGOK

Az MSZ 4798:2016,
MSZ 4798:2016/1M:2017 és
MSZ 4798:2016/2M:2018 betonszabvány
néhány fejezetének értelmezése

16

fib BULLETIN 77, 78

23

SZEMÉLYI HÍREK

BALOGH BÉLA 65. SZÜLETÉSNAPIJÁRA

24

2018/1

XX. évfolyam, 1. szám



ÉMI-TÜV

Értéket teremtünk.
Bizalmat építünk.

Az ÉMI-TÜV SÜD csapata

Műszaki szolgáltatásaival sikerré
kovácsolja munkáját a minőségügy
és a biztonságtechnika területén

Vizsgálat, ellenőrzés, tanúsítás, megfelelőség- értékelés és szakértői tevékenység az alábbi területeken:

- Felvonók, mozgólépcsők, színpadtechnikai berendezések
- Építő-, emelő- és anyagmozgatógépek
- Nyomástartó berendezések, kazánok, gázpalackok
- Hegesztési technológiák, hegesztők, hegesztőüzemek
- Magas- és mélyépítési létesítmények tartószerkezetei, épület- és szakipari szerkezetek
- Építési célú termékek
- Szórakoztatóipari és mutatóványos berendezések
- Játszóterei eszközök
- Fogyasztási termékek (vegyi anyagok, ruházati cikkek, kozmetikumok, élelmiszerek, építési termékek)
- Irányítási rendszerek, munkabiztonság

Szolgáltatásaink az építőipar területén:

- Meglévő építmények műszaki felülvizsgálata
- Épületdiagnosztika
- Meglévő tartószerkezetek átalakításának tervezése
- Szerkezetmegerősítések tervezése
- Új épületek tervezése a koncepciótervtől a gyártmánytervekig
- Tartószerkezeti, épületszerkezeti szakértés
- Kiegészítő laboratóriumi vizsgálatok
- MSZ EN szabványok szerinti felülvizsgálat
- Üzemi gyártásellenőrzés, termék tanúsítás

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Tráger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Dr. Bódi István

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Dr. Lublós Éva

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Dr. Sajtó István

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre

Királyföldi Lajosné

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Magasépítés Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

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

Az internet verzió

technikai szerkesztője: Czoboly Olivér

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapfotó:

Benned az ég,

2017. festett beton, 250 x 74 x 92 cm.

Szobor és fotó: Csurgai Ferenc

TARTALOMJEGYZÉK

- 1** WINDISCH ANDOR, PH.D., C. EGY. TANÁR
EGYSÉGES MÉRETEZÉSI MODELL
- 10** PROF. DR.-ING. LASZLO M. PALOTAS, PH.D.
A 2017. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA
- 13** TÁPAI ANTAL, A FIB MAGYAR TAGOZATA
PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJASÁNAK ÍRÁSA
NINCS LEHETETLEN AZ ELŐREGYÁRTÁSBAN
- 16** DR. BALÁZS L. GYÖRGY – DR. KAUSAY TIBOR
**BETONTÍPUSOK, FOGALMAK, JELÖLÉSEK,
ÚJDONSÁGOK**
AZ MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 ÉS
MSZ 4798:2016/2M:2018 BETONSZABVÁNY NÉHÁNY
FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE
- 23** *fib* **BULLETIN 77, 78**
- 24** **SZEMÉLYI HÍREK**
BALOGH BÉLA 65. SZÜLETÉSNAJÁRA
- 24** **BETONTECHNOLÓGUS SZAKIRÁNYÚ
TOVÁBBKÉPZÉS**

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
A-Híd Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft.,
Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvater Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft.,
Betonmix Mérnökiroda Kft., CAEC Kft., SW Umwelttechnik Magyarország Kft.,
Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft.,
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék



Windisch Andor, Ph.D., c. egy. tanár

DOI: 10.32969/VB.2018.1.1

A szerkezeti betonnak négy összetevője van: beton, vasalás, repedés, tapadás. A méretezési modellnek a valóságos anyagtörvények számításba vételével egyensúlyi-, összeférhetőségi- és kinematikai egyenleteket kell kielégítenie. A szerkezeti elemek viselkedését nem rácsos tartóként, hanem egy repedt kontinuumként írjuk le. A tönkremenetel általában egy kritikus keresztmetszet mentén következik be, ami egy hajlítási-nyírási repedésből és egy ahhoz csatlakozó, a beton nyomott övében kialakuló suvadási felületből áll. A diszkrét, az irányát nem változtató nyírási repedések között a betonfeszültséget is ellenőrizni kell. A hajlításra, nyírássra és csavarásra vonatkozó méretezést egységesen, azonos modellen kell végrehajtani. A „nyírási” és „csavarás” a globális derékszögű koordináta-rendszerhez való ragaszkodásunk „eredményei”. A szerkezeti beton nem ismeri ezeket. A beton főfeszültségekre és főalakváltozásokra megy tönkre. Megmutatjuk, hogy a „nyírási” és „csavarás” ferde vasalási méretezési feladatokra vezethetők vissza. A nem trajektória irányú (ferde) acélbetétek hatékonysági tényezőjének számításba vételével a méretezés egységes alapon hajtható végre. Három példán mutatjuk be a módszer gyakorlati alkalmazhatóságát.

Kulcsszavak: méretezés, kritikus keresztmetszet, ferde vasalás, hatékonysági tényező, kiharapott tartóvég, nyíló keretsarok, tiszta csavarás

1. HELYZETISMERTETÉS

A szerkezeti betonnak négy összetevője van: beton, vasalás, repedés, tapadás. Csak az a méretezési modell lehet helyes, amely ezeket fizikailag helyesen veszi figyelembe. Modellek, amelyek derékszögű hálóval, a tartó tengelyére merőleges keresztmetszetekkel, széntként repedésekkel és esetenként levezetett anyagtörvényekkel operálnak, nem adhatnak helyes eredményt.

A mai nemzetközi- és nemzeti gyakorlatban alkalmazott, hajlításra, nyírássra és csavarásra való méretezésre vonatkozó különböző modelleket általánosan ismertnek tételezzük fel, így itt nem sorolunk fel feleslegesen számtalan irodalmat. Windisch (2016) adott egy rövid áttekintést és értékelést.

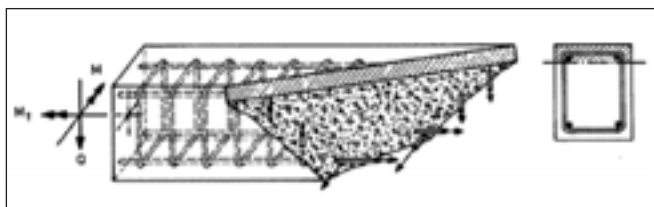
Az aktuális helyzet jellemzésére megemlítjük, hogy a Model Code-okban a csavarásra vonatkozóan 40 év óta ugyanaz a két oldalnyi előírás szerepel!

2. ALAPGONDOLATOK

Az egységes méretezési modell alapgondolatait tézisekbe foglalva ismertetjük.

- 1) A szerkezeti beton négy összetevője: beton, vasalás, repedés, tapadás.
- 2) A méretezési modellnek a valóságos anyagtörvények számításba vételével egyensúlyi-, összeférhetőségi- és kinematikai egyenleteket kell kielégítenie.
- 3) A szerkezeti elemek viselkedését egy repedt kontinuumként írjuk le.
- 4) A korábbi felfogással (hajlítás = övek, nyírási = gerinc) ellentétben a hajlításra, nyírássra és csavarásra vonatkozó méretezést egységesen, azonos modellen kell végrehajtani. Ennek értelmében a nyírási teherbírást nem egy képzelt magasságú (z) gerincben fellépő nyírófeszültségek összegeként értelmezzük.

- 5) A tönkremenetel általában egy kritikus keresztmetszet mentén következik be, ami egy hajlítási-nyírási repedésből és egy ahhoz csatlakozó, a beton nyomott övében kialakuló suvadási felületből áll.
- 6) A diszkrét, az irányát nem változtató nyírási repedések között a betonfeszültséget is ellenőrizni kell.
- 7) A „nyírási” és a „csavarás” a globális derékszögű koordináta-rendszerhez való ragaszkodásunk „eredményei”. A szerkezeti beton nem ismeri ezeket.
- 8) A beton főfeszültségekre és főalakváltozásokra megy tönkre.
- 9) A méretezendő jellegzetes keresztmetszet alakja a szerkezeti elem helyi alakjától és az ott ható igénybevételektől függ.
- 10) Állandó keresztmetszeti magasságú, tiszta hajlításra igénybevett tartószakaszon a jellegzetes keresztmetszet a tartó tengelyére merőleges hajlítási repedésből és a repedéscsúcshoz csatlakozó egyik vagy mindkét irányba kialakuló suvadási felületből áll.
- 11) Hajlításra és nyírássra igénybevett tartószakaszon a jellegzetes keresztmetszet egy hajlítási-nyírási repedésből és egy ahhoz csatlakozó, a beton nyomott övében kialakuló suvadási felületből áll.
- 12) Ugrásszerűen változó magasságú tartószakasz (pl. kiharapott tartóvég, nyíló keretsarok) esetén a húzott sarokból kiinduló hajlítási repedés nem merőleges a tartó tengelyére. Az itt kialakuló hajlítási repedés iránya rugalmas számítási modellel kiszámítható.
- 13) Csavarónyomatékkal is terhelt gerenda-tartószakasz esetén a jellegzetes keresztmetszet alakja egy torzfelület (1. ábra), amely a tartószakasz húzott oldalain kialakuló (nem összefüggő/folyamatos) húzási repedésekből és az ezeket a nyomott oldalon összekötő suvadási felületből áll. Az 1. ábra a csavarásra is igénybevett gerenda esetére Lessig (Gvozgyev et al. (1963)) által javasolt torz jellegzetes keresztmetszetet mutatja.



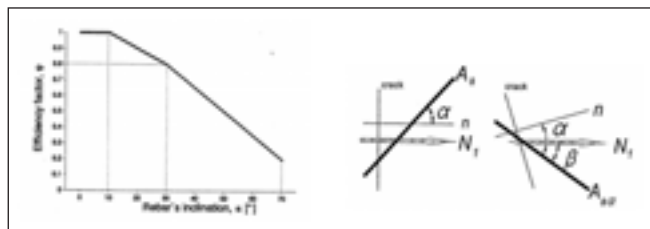
1. ábra: A Lessig (Gvozgyev et al. (1963)) által javasolt torz jellegzetes keresztmetszet

- 14) Tiszta hajlításra igénybevett tartószakaszon az első hajlítási-húzási repedés abban a keresztmetszetben alakul ki, ahol a szélső szál környezetében legkisebb a hajlító-húzószilárdság.
- 15) Hajlításra és nyírásra igénybevett tartószakaszokon derékszögű, vagy a nyomott öv felé növekvő szélességű keresztmetszet esetén először a jellegzetes keresztmetszetet alkotó húzott repedés, majd az ennek folytatását képező nyírási repedés alakul ki. A jellegzetes keresztmetszet ott alakul ki, ahol a helyi, hajlításból származó húzófeszültség eléri a beton helyi hajlító-húzószilárdságát.
- 16) I-keresztmetszetű szerkezeti elemek nyírásra is igénybevett tartószakaszain a jellegzetes keresztmetszetet alkotó nyírási repedés a „hozzátartozó” hajlítási repedés kialakulása nélkül is felléphet ott, ahol a ferde főhúzófeszültség először eléri, majd meghaladja a beton lokális húzószilárdságát.
- 17) A beton megrepedéséig a szerkezeti elem betonjának lineárisan rugalmas viselkedése feltételezhető. Az acélbetét azonosan alakváltozik az azt körülvevő betonnal (I. feszültségi állapot).
- 18) A beton megrepedésekor a beton a repedés két oldalán húzásra tehermentesül. Ha a repedést nem keresztezi az annak két oldalán megfelelően lehorgonyzott és megfelelő mennyiségű acélbetét, akkor a szerkezeti elem tönkremegy, illetve statikailag határozatlan szerkezetek esetén, ahol az igénybevételek képlékeny átrendeződése lehetséges, az elem ezen tartománya képlékeny csuklóként viselkedik.
- 19) A méretezés folyamata éppen az, hogy a szerkezeti elem tengelye mentén az összes jellegzetes keresztmetszet teherbírását ellenőrizzük.
- 20) Egyszerűen belátható, hogy mely és hány jellegzetes keresztmetszetet kell vizsgálnunk.
- 21) A vasalás mennyiségét mind teherbírási-, mind használati határállapotban igazoljuk.
- 22) A méretezéskor/ellenőrzéskor számításba kell venni a ferde vasalás $\psi \leq 1$ hatékonysági tényezőjét. Ismeretes, hogy a trajektóriairányú (azaz a repedésekre merőleges) acélbetétek hatékonyabbak, mint a ferdén keresztezők. Windisch (2000) bevezette a hatékonysági tényezőt ψ . Az egyensúlyi követelményen túl a keresztezett repedés tágasságának azonosnak kell maradnia a vasalás ferdeségétől függetlenül (összeférhetőségi feltétel). A számításoknál a szabványokban megadott tapadási feszültség-lokális elmozdulás függvényt vette számításba.

A 2. ábrán látható jelölések felhasználásával

$$A_{s\alpha} = N_1 / (\psi_{\alpha} \cdot \sigma_{s0} \cdot \cos\alpha)$$

- 23) A nyírási teherbírás vizsgálatánál (valamint a vonatkozó kísérleti eredmények kiértékelésénél) csak azokat a nyírási vasalási elemeket szabad számításba venni, amelyek a nyírási repedés mindkét oldalán megfelelően le vannak horgonyozva. Tulajdonképpen azt is figyelembe



2. ábra: a) A ferde acélbetétek ψ hatékonysági tényezője (Windisch (2000)), b) Jelölések

kell (kellene) venni, hogy a nyírási repedést a csúcsa közelében keresztező nyírási acélbetétek töréskor –az összeférhetőségi feltételből következően– nem folynak meg.

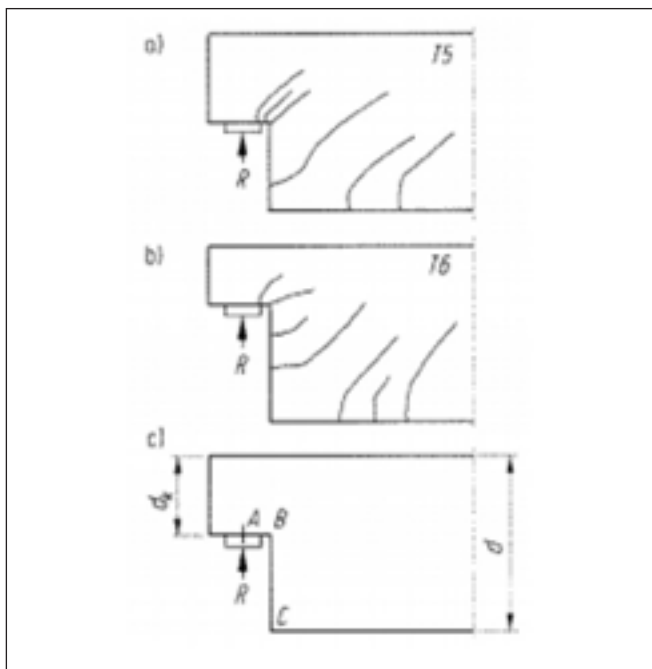
- 24) A nyírási teherbírásban az adaléksúrlódásnak nincs szerepe. A „nyírási” repedés is egy „húzási” repedés, tehát felléptekor a repedés két partja a repedés irányára merőlegesen távolodik el egymástól, tehát nincs lehetőség az adaléksúrlódás aktiválására.
- 25) A nyírási teherbírás „betonrésze” a nyomott betonöv teherbírásának a szerkezeti elem tengelyére merőleges összetevője. Egyszerűen belátható, hogy a beton nyomott öv tönkremenetelét jellemző suvadási felület mentén kialakuló belső erők eredőjének a szerkezeti elem tengelyével párhuzamos összetevője a beton nyomóerő, a tengelyre merőleges összetevője a nyírási teherbírás „betonrésze”.
- 26) A szerkezeti elem gerincének a nyírási teherbírásban a következő szerepe van: a ferde nyomóerők felvétele, a nyírási vasalás lehorgonyozása, nyúlásának és ezzel a nyírási repedés túlzott megnyílásának korlátozása.
- 27) A gerinc ferde nyomásra való szokásos méretezésénél az eddigiekben erős redukción alkalmazták. Ennek oka, hogy a gerinc tönkremeneteli folyamatát helytelenül értelmezték. A kengyelek rendszeren ferde szögben keresztezik a nyírási repedést, ezért ezek a terhelés és a repedéstágasság növekedésével a „kinking” miatt már a teherbírás elérése előtt lerepeszthetik a betonfedést: a gerinc hatékony szélessége csökken, a csökkent szélesség a prizmaszilárdság elérésével megy tönkre. Ha az eredeti gerincszélességgel számolunk, akkor a számításba vehető beton nyomószilárdságot kell csökkenteni: ez szilárdságtanilag helytelen számítási művelet. Az érvényes szabványok szerint a hatékony gerincszélesség meghatározásánál a kiinjektált gégecsövek által okozott gyengítést –helyesen– számításba kell venni. Itt utalnunk kell még arra, hogy a nyírási vasalás hasonló „gyengítést” jelent a tartógerincben, mint a gégecsövek. Ezért –tulajdonképpen– ezek gerincszélesség csökkentő hatását is a megfelelő helyen és formában számításba kellene venni.
- 28) A gerinc nem modellezhető egy nyírásra igénybevett tárcsaként, mert az az övekhez való csatlakozásánál azokkal nem összeférhető.
- 29) A vasbeton lemez nem modellezhető szendvicseként.
- 30) A tiszta hajlításra igénybevett keresztmetszet tönkremenetelére a következőképpen folyik le: a húzott betonöv megrepedése pillanatában nincs egyensúly (a szerkezeti elem elmozdulása kontrollálatlan) ezután a hajlítási repedés oly mértékben nyílik meg, hogy a hajlítási acélbetétben fellépő húzóerő biztosítsa az egyensúlyt. A terhelés növelésével nő a hajlítási repedés tágassága, míg az acélbetétekben újra elegendően nagy húzóerő lépett fel. Könnyen belátható, hogy minél nagyobb átmérőjű acélbetétekkel vesszük fel a húzóerőt, annál nagyobb lesz a hajlítási repedés tágassága. Nagyobb tágasságú repedés „hosszabb”. Ha a vizsgált keresztmetszetben az acélbetétek megfolynak (és nem

- felkeményedő betonacélfajtát tekintünk), akkor a hajlítási repedések további megnyílását és ezzel együtt hosszuk növekedését semmi nem korlátozza: a hajlítási repedés egyre inkább “befűzi” a nyomott övet, majd az a suvadási felület(ek) kialakulásával tönkremegy. Windisch (1988) megmutatta, hogy konzoloknál és nyíló keretsarkoknál $\xi \approx 0,2$ érték felett a számított nyomatéki teherbírás nagyobb, mint a kísérlettel elérhető: a számítási modellünk –még ezekben az egyszerű esetekben is- a biztonság kárára téved!
- 31) A hajlítás-nyírásra igénybevett keresztmetszet tönkremenetele a következőképpen folyik le: a nyírési repedés (a hajlítási repedés folytatásaként, vagy attól függetlenül) kialakul, a gerinc betona a repedés két oldalán tehermentesül. A szerkezet addig nincs egyensúlyban, amíg a repedést keresztvező acélbetétekben a repedéstágasság növekedésével kellő nagyságú húzóerő nem lépett fel. Ha valóban meg akarjuk érteni a “történést” és pontosan akarunk számolni/kísérleti eredményeket kiértékelni, akkor figyelembe kell vennünk a repedés kinetikáját: a repedés tágasságának változását a hossza mentén. A Mörsch-féle 45° meredekségű ferde repedést keresztvező kengyelek egyszerű leszámolásával nem a nyírési vasalás tényleges teherbírását, legfeljebb annak felső korlátját határoztuk meg. A terhelés növelésével a nyírési repedés tágassága és ezzel a hossza is egyre nő és egyre jobban “befűzi” a nyomott övet. Fellép a nyomott övben a szakadási felület: a szerkezeti elem e jellegzetes keresztmetszet mentén tönkremegy.
- 32) A legtöbb méretezési szabványban a nyírásra vasalatlan (és helyenként a vasalt) vasbeton keresztmetszet nyírési teherbírása nő a hajlítási betonacélmennyiség köbgyökével arányosan. Bogdándi et al. (2014) megmutatták, hogy a $^3\sqrt{\mu}$ függvény alakja jól közelíti a nyomott betonöv relatív magassága lefutásának alakját. Ez az összefüggés tehát a nyomott betonöv nyírési teherbírását “keni szét” a gerinc keresztmetszetében.
- 33) Kísérletsorozatok (Leonhardt et al., 1962) tanúsítják: koncentrált erővel terhelt gerendák rendszeren a terhelési felületnek a támasz felőli oldalán mennek tönkre. Emlékeztetünk arra, hogy a hajlítási-nyírési repedés a beton húzószilárdságának helyi eloszlásától függően a terhelő erőtől különböző távolságban alakulhat ki. Ebből következően a szakadási felület alakja és ebből következően a nyomó- és nyírési teherbírása különböző lehet. Völgyi et al. (2014) megmutatták, hogy ebből adódik az azonos kialakítású gerendákon végzett nyírési kísérletek törőerőinek ismert szórása.
- 34) A nyomott övben kialakuló suvadási felület lehetséges térbeli alakja alapján egyszerűen megmagyarázható az I- és T-keresztmetszetek hajlítási és nyírési teherbírásának a fejlemez szélességétől és magasságától való függése: minél vastagabb a fejlemez, annál szélesebb lesz a suvadási felület a gerenda felső felületén. Ennek megfelelően nő a “beton”-rész és vele a belső erő karja is.
- 35) A nyírt tartószakaszokra a szabványok által előírt húzóerőábra “eltolás” a jellegzetes keresztmetszet alakjából következik: az “összertartozó” húzó- és nyomóerők egy ferde metszet mentén vannak egyensúlyban.
- 36) Olyan tartószakaszokon, ahol a belső húzó- és/vagy nyomóerő folyamatosan vagy hirtelen irányt változtat, keresztirányban húzófeszültségek hatnak, melyeket esetleg vasalással kell felvenni.
- 37) Csavarásra való méretezésnél az előbbi gondolatmenethez hasonlóan, csak három-dimenzióban kell eljárni (1. ábra).
- 38) Az átszúródás egy térbeli nyírési feladat. Windisch (2002) megmutatta, hogyan alkalmazhatóak a gerendákra vonatkozó nyírési modellek az átszúródás esetében. Fontos különbségek: a jellegzetes átszúródási felület egy térbeli alakzat, ezt figyelembe kell venni mind a hatékony hajlítási vasmennyiség meghatározása, mind a nyomott öv szélessége meghatározásánál. A suvadási felület szélessége az oszlophoz közelítve csökken.
- 39) A méretezés menete hasonló, mint amikor egy halastavat lehalásznak: a szerkezeti elemen végigvezetjük a szakaszoként változó alakú jellegzetes keresztmetszetet, és biztosítjuk a külső- és belső erők egyensúlyát. Így semmilyen teher/igénybevétel nem “veszhet el”.
- 40) A repedéstágasságot használati határállapotban ellenőrizni és korlátozni kell. A szabványok a 95%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó repedéstágasság korlátozását írják elő. Windisch (2016, 2017) megmutatta, hogy a primer és szekunder repedéseket külön kell kezelni. A szekunder repedések az ún. Goto-repedések, amelyek “kifutnak” a beton felületre. Szerepük a beton és acél különböző nyúlóképessége közötti összeférhetlenség feloldása. Lágyítják a betonacél és beton közötti tapadást. Szélességük nem befolyásolja a szomszédos primer repedés tágasságának fejlődését. Ezért az adatbankokban a primer- és szekunder repedéseket külön kell kezelni. A 95%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó repedéstágasságot Windisch közvetlenül határozta meg. Megmutatta a repedéstágasság betonfedés menti, valamint felületszerkezetekben (lemez, héj) két acélbetét közötti változása meghatározásának módját.
- 41) A lehajlások ellenőrzésével itt nem foglalkozunk. A számítási modellek pontosságát nagyban befolyásolja a beton húzószilárdságának és rugalmassági modulusának szórása szerkezeti elemenként és azon belül.
- 42) Feszített szerkezeti elemek azonos elvek szerint méretezhetőek/ellenőrizhetőek. A nyírési repedések meredekségének meghatározásánál a következőket kell figyelembe venni: A feszítőerő hatása a repedésmentes állapotban számítással egyszerűen követhető. Ne felejtjük el: a főfeszültség iránya a semleges tengelyben mindig 45° (a függőleges feszültségeket általában elhanyagoljuk). A feszítőerő a semleges tengelyt “lefelé” (a legjobban nyomott száltól elfelé) nyomja. A semleges tengely felett a trajektóriák laposabbak (a nem feszített szerkezetekben is). Ne feledjük: a trajektóriáknak nincs “fluxus-karakter”, azaz a trajektóriák mentén semi nem “folyik”. A legtöbb trajektória a szerkezeti elem tehermentes felületéről indul. Ezért nincs értelme olyan kijelentéseknek, hogy a “nyomott vagy húzott trajektóriákat nyomott vagy húzott rudakká (Strut-and-Tie Model) fogjuk össze.”
- 43) Szerkezeti beton elemek a “leggyengébb” jellegzetes keresztmetszetük mentén mennek tönkre, ez a kritikus keresztmetszet. A méretezés célja ezt a kritikus keresztmetszetet megtalálni és azt megfelelően méretezni.

A következőkben példák mutatjuk be és igazoljuk az előzőekben bemutatott méretezési modell alkalmazhatóságát.

3. A KIHARAPOTT TARTÓVÉG

- A 3. ábrán bemutatott gerendavégeken látható repedések az alábbi osztályokba sorolhatóak (jelmagyarázat a 3.c) ábrán):
- AB sarokponttól balra, a C ponttól jobbra, valamint az állandó magasságú tartószakaszokon hajlítási-nyírési repedések lépnek fel;



3. ábra: Kiharapott tartóvégek jellegzetes repedéseképei, jelölések

- A B és C pontok közötti repedések is hajlítási-nyírási jellegűek, csak a hajlítási repedések a BC oldalra merűlegesen;
- A B sarokpontban fellépő jellegzetes repedés kezdeti hajlítási része ferde a tartó hossztengetyére vonatkoztatva.

Steinle et al. (1975) kísérleteinek eredményei alapján már Leonhardt utalt arra, hogy a hajlítási repedés kezdeti meredeksége a d_k/d aránytól függ.

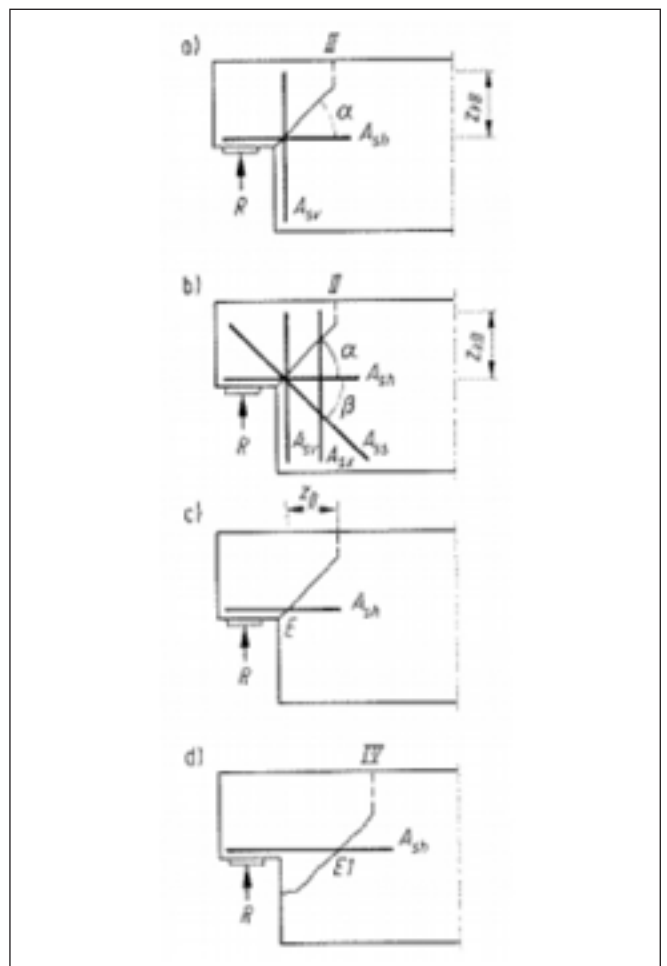
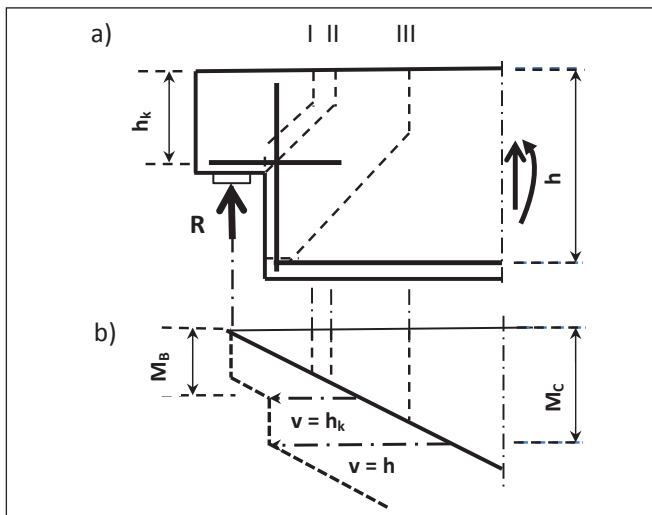
Lineárisan rugalmas véges elem számítások alapján a saroktörés hajlási szöge a gyakorlat számára jó közelítéssel becsülhető a

$$\alpha = 90 \cdot d_k/d \quad [^\circ]$$

összefüggéssel.

A 4. ábrán bemutatott jellegzetes keresztmetszetek méretezésével meghatározható a szükséges vasalás mennyisége. Ezen jellegzetes keresztmetszetek alakja meghatározza azokat a hajlítónyomatékokat is, amelyekre a hajlítási vasalást méretezni kell. A vízszintes távolság a pont, ahol a repedés keresztjezi a húzott vasalást és a nyomott zóna között kiadja a nyomatékú ábra v eltolásának mértékét.

4. ábra: Jellegzetes keresztmetszetek és a számításba veendő nyomatékok



5. ábra: Jelölések

A II. jelű jellegzetes keresztmetszet méretezésénél a vízszintes acélbetétek ferde helyzetét a repedés irányához viszonyítva a megfelelő ψ hatékonysági tényezővel kell számításba venni. Az 5.a) ábra jelöléseit alkalmazva:

$$M_{II} = A_{sh,II} \cdot \psi_\alpha \cdot f_{sy} \cdot z_{kB} + A_{sv,II} \cdot \psi_{(90^\circ - \alpha)} \cdot f_{sy} \cdot z_{kB} \cdot ctg\alpha$$

Ha egy kiegészítő ferde acélbetétet (A_{sj}) alkalmaznak, akkor esetenként figyelembe kell venni a β szögnek megfelelő ψ hatékonysági tényezőt is. Ennek megfelelően

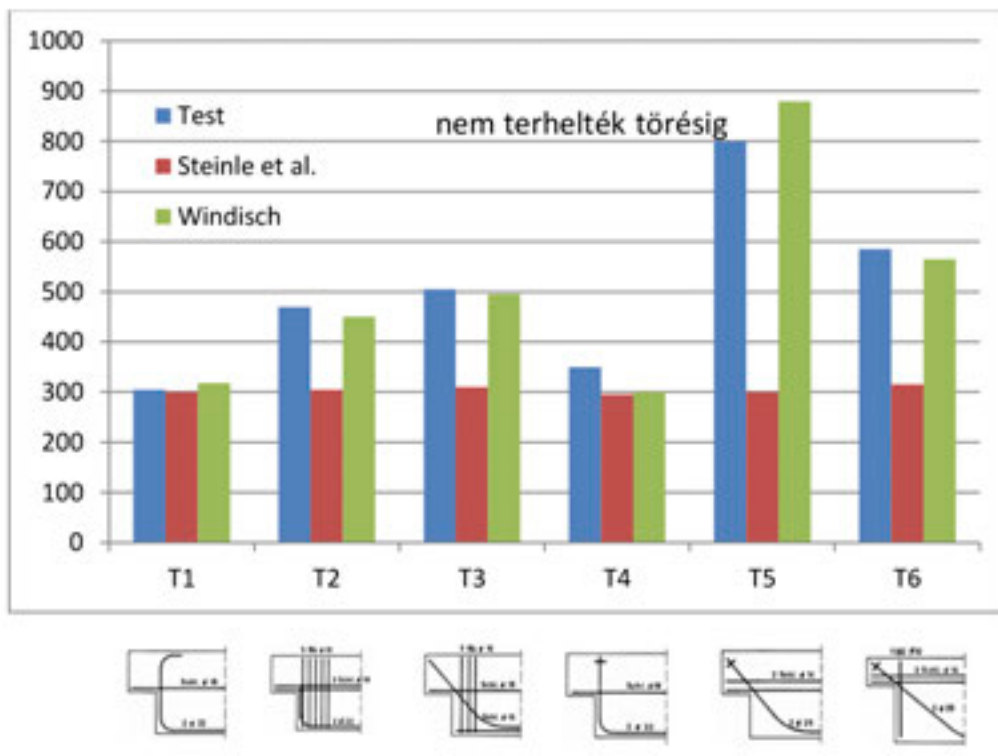
$$M_{II} = A_{sh,II} \cdot \psi_\alpha \cdot f_{sy} \cdot z_{kB} + A_{ss,II} \cdot \psi_\beta \cdot f_{sy} \cdot \cos\beta \cdot z_{kB} + A_{sv,II} \cdot \psi_{(90^\circ - \alpha)} \cdot f_{sy} \cdot z_{kB} \cdot ctg\alpha$$

A támasznál esetlegesen fellépő vízszintes reakcióerő minden további nélkül számításba vehető. A jellegzetes keresztmetszetek hajlítási méretezésénél figyelembe lehet venni a repedést keresztjező összes acélbetétet. A konzol vízszintes vasalása, A_{sh} nem lehet kevesebb, mint ami az I jelű jellegzetes keresztmetszet teherbírásához szükséges.

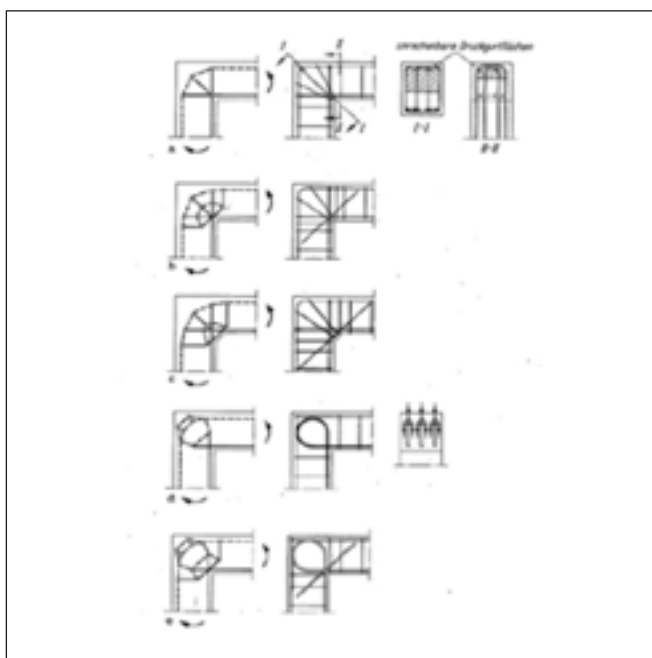
A különböző jellegzetes keresztmetszetek iránymutatást adnak arra vonatkozóan is, hogy mely pontoktól kell az egyes acélbetéteket lehorgonyozni. A 6. ábra a Steinle et al. (1975) által végrehajtott kísérletek és a Steinle, valamint Windisch által számított teherbírások eredményeit hasonlítja össze. Az eredmények a jellegzetes keresztmetszetek modelljének alkalmasságát bizonyítják.

4. NYÍLÓ KERETSAROK

A nyíló keretsarok nagyon tanulságos példa arra, hogy a saroktartománnyal szomszédos függőleges és vízszintes, vagy



6. ábra: Steinle et al. (1975) kísérleti eredményei és a Steinle, valamint Windisch által számított teherbírásk összehasonlítása



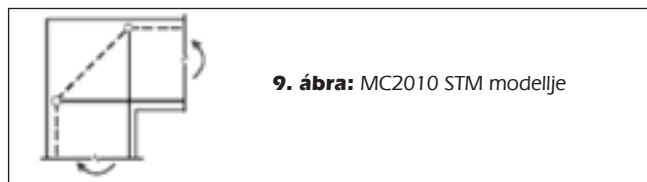
7. ábra: Nyíló keretsarok STM-modelljei (1984)

az átlós keresztmetszet szokásos méretezése a húzott sarokban elhelyezett kiegészítő ferde vasalás nélkül olyan sarkokra vezetett, amelyek teherbírása jelentősen elmaradt a számított értéktől. Ennek az az oka, hogy a keretsarokhoz csatlakozó rúdelemek nyomó- és húzóereje irányukat változtatják. A belső húzott keretsarokban a hajlítási repedést ferde irányban metszik mind az oszlop, mind a gerenda húzott acélbetétei, tehát csökkent hatékonyságúak.

A BetonKalender 1984-es kiadásában Schlaich et al. a 7. ábrán látható tíz STM-et közölték. A DIN 1045 30. ábrája (8. ábra) $\mu \geq 0,4\%$ felett ferde acélbetétek elhelyezését írja elő, melyeknek a hossza éppen a kétszeres lehorgonyzási hossz. Ebből az következik, hogy a ferde acélbetétek hatékony hossza NULLA. (Egy tanszéki szemináriumon 1986-ban Stuttgartban a szerző javasolta Schlaichnak és munkatársainak, hogy ve-



8. ábra: DIN 1045 „30. ábrája”



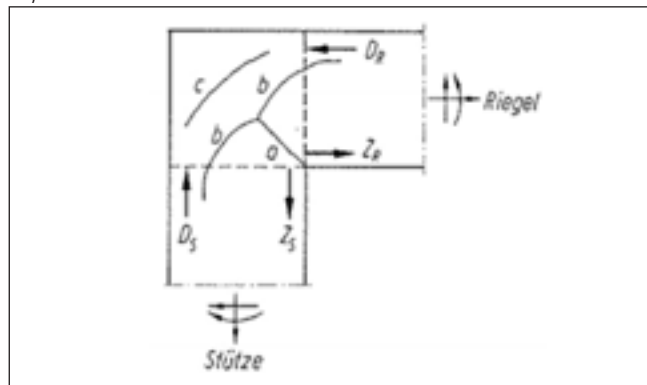
9. ábra: MC2010 STM modellje

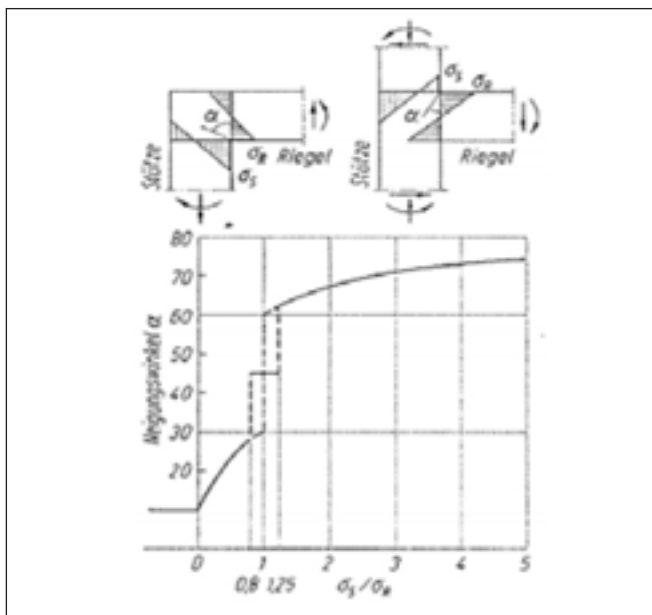
zessék be a zérus hosszúságú húzott rudat. Ez azonban ellentmondott az STM alapfeltevéseinek, így a javaslatot elvetették.)

A mai napig nem ismert egy használható Strut-and-Tie Model. Az MC2010 (2012) egyetlen STM-et közöl (9. ábra), amellyel még a ferde acélbetét alkalmazásának szükségességére sem utalnak.

A megfelelően méretezett és megvasalt keretsarokok kétféleképpen mehetnek tönkre (10. ábra):

10. ábra: Nyíló keretsarok, jelölések (Stütze = oszlop, Riegel = gerenda)





11. ábra: A sarokrepedés hajlásszöge

- Az α sarokrepedés fellépte után kialakul a keresztirányú repedés b , amely a sarokrepedéshez csatlakozik, a repedések vastagsága az elégtelen vasalás miatt túlságosan nagy, a b repedés beszűkíti a keretsarokhoz csatlakozó rudak nyomott zónáit: a sarok a számítottnál kisebb teherbírású.

- A nyomóerő irányváltozásából származó húzófeszültségek hatására egy keresztirányú repedés (repedés c a 10. ábrán) alakul ki a külső saroktartományban. Amennyiben ezen húzóerők felvételére nem alkalmaznak vasalást, a repedés befűzi a nyomott öveket: a sarok tönkremegy.

Különböző keresztmetszeti méretű és igénybevételű keretsarokkal végrehajtott lineárisan rugalmas véges elem számítások eredményei azt mutatták, hogy a sarokban fellépő első hajlító repedés iránya a sarokba csatlakozó oszlop, ill. gerenda szélső szál feszültségeinek σ_r ill. σ_s arányától függ (11. ábra).

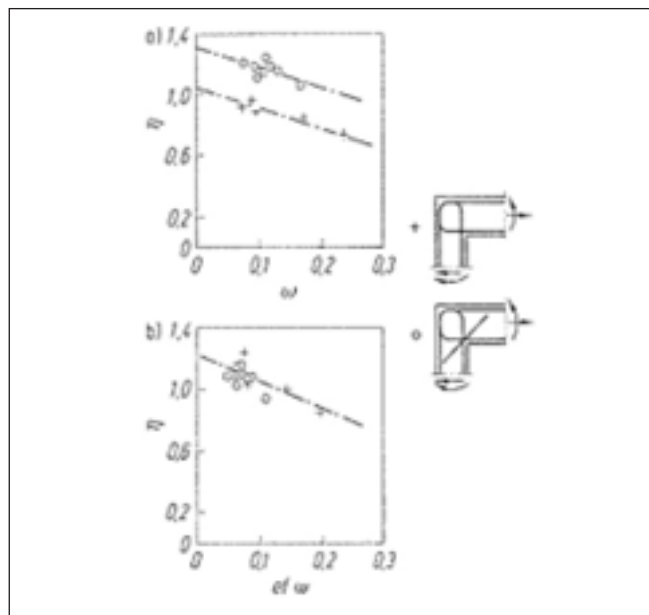
$$\alpha = 30^\circ - 20^\circ \{1 - \sigma_s / \sigma_r\}^{1.5} \quad \text{ha } \sigma_s / \sigma_r < 1.0$$

$$\alpha = 45^\circ \quad \text{ha } \sigma_s / \sigma_r = 1.0$$

$$\alpha = 60^\circ + 20^\circ \{1 - 1 / (\sigma_s / \sigma_r)\}^{1.5} \quad \text{ha } \sigma_s / \sigma_r > 1.0$$

A függvény lefutásában látható ugrások az alábbiak szerint magyarázhatóak: a sarokrepedés valójában a gerenda vagy az oszlop utolsó repedése. A keretsarokot lehet úgy igénybe venni, hogy a pozitív nyomatéktól függetlenül az oszlopvég belső szélén kis összenyomódás lép fel ($\sigma_s / \sigma_r < 0$). Ebben az esetben ez az "első" repedés a belső sarokban $\alpha < 10^\circ$ szöggel alakul ki. A $\sigma_s / \sigma_r = 0,5$ feszültségarány esetén gyakorlatilag még mindig a gerenda az, amely először a belső sarokban megreped, de a dőlésszög nagyobb lesz ($\sim 23^\circ$). Ez a repedés, mint ismert, mindkét oldalán tehermentesíti a húzott beton zónát, ezáltal alapvetően megváltoztatja a sarokban esetleg kialakuló másik repedés - amely az oszlop repedése lehetne - fellépésének körülményeit. A méretezésnél gyakorlatilag nem kell figyelembe venni a második sarokrepedés felléptének hatását.

A $\sigma_s / \sigma_r \approx 1.0$ feszültségarány közelében a beton helyi szakítószilárdságának megoszlása az első sarokrepedés szempontjából a meghatározó. Az irányszög gyakorlatilag bármilyen érték lehet 30° és 60° között. Ebben az esetben 45° mértékadó a keretsarokhoz csatlakozó keresztmetszetek kialakítása szempontjából. További részleteket lásd Windisch (1988).



12. ábra: Nilsson kísérleteinek kiértékelése a) Nilsson és b) Windisch szerint

A méretezési modell helyességének és alkalmazhatóságának igazolására a 12. ábrán ábrázoltuk két jellemző vasvezetésű keretsarokkal (ferde sarokvassal ill. anélkül) végzett kísérletek (Nilsson, 1973)

$$\eta = M_{\text{test}} / M_{\text{calc}}$$

arányait a mechanikai vasszázalék

$$\omega = \mu f_{\text{sy}} / f_c'$$

függvényében.

Feltűnő, hogy a két vasalási elrendezés két független pontcsoPTHoz vezet. A 12. b) ábra mutatja a jelen cikkben bemutatott módszer szerint kiszámított η értékeket a vasalás hatékony mechanikai vasszázalékának

$$ef\omega = \frac{\mu_L \psi_L f_{\text{syL}} + \mu_S \psi_S f_{\text{syS}} \cos\beta - \frac{N}{b h}}{f_c'}$$

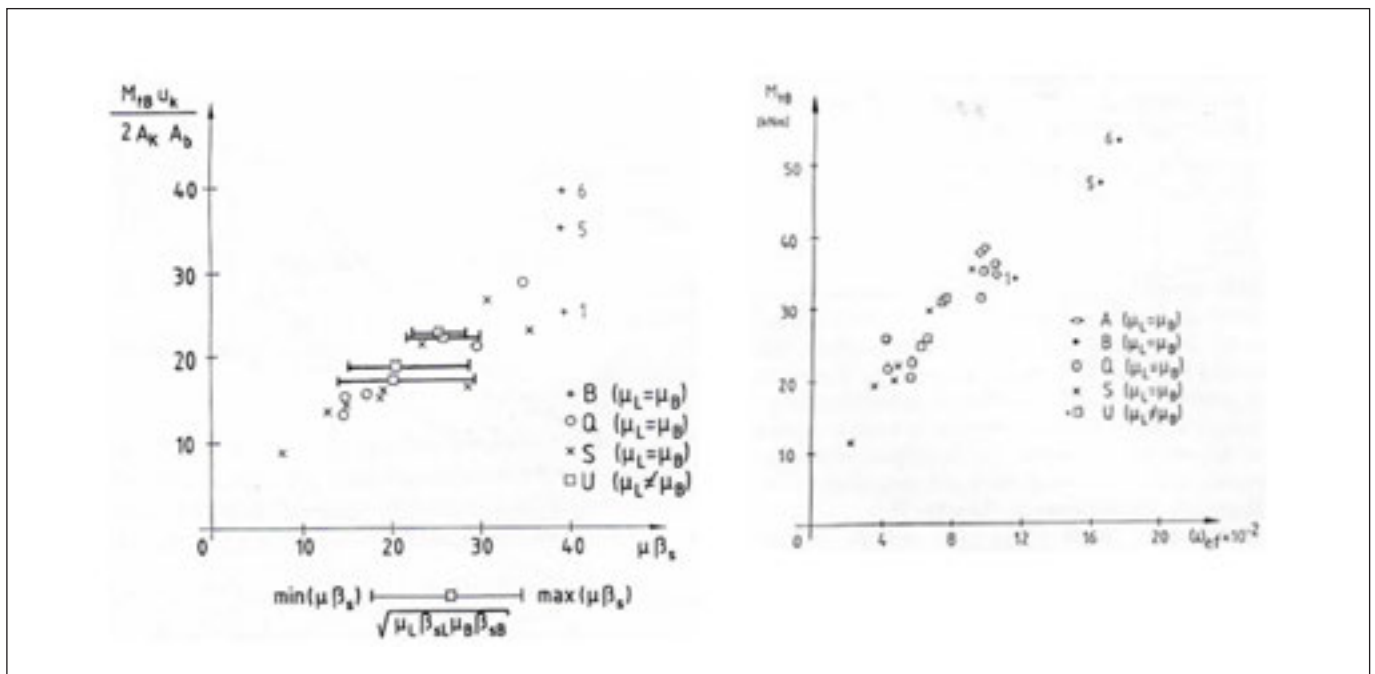
függvényében.

Érdeemes megjegyezni, hogy a 12. b) ábrán minden η -érték egy ponthalmazt alkot, tehát a ferde acélbetétek hatékonysági tényezőjének számításba vétele helyesen írja le e "különleges" vasbeton tartomány teherbírását.

Egy jellegzetességre fel kell hívni a figyelmet: a ponthalmazok mindkét ábrán a vasszázalék növekedtével csökkenő η -értékeket mutatnak. Ez az a jelenség, amit a 30. tézisben említettünk: minél nagyobb a vasmennyiség, általában annál nagyobb átmérőjű acélbetétet alkalmaznak. Egy bizonyos mechanikai vasszázalék (azaz relatív nyomott öv magasság) felett a repedéshossz és a nyomott öv nem "összeférhetőek" többé, a nyomott öv és ezzel együtt a szerkezeti elem teherbírása kimerül. És ez az érték elgondolkoztatóan alacsony, 0,2 körüli!

5. PRIZMATIKUS RUDAK TISZTA CSAVARÁSA

Leonhardt és Schelling (1974) alapvető jelentőségű csavarási kísérleteiket a rácsostartó modellel kiértékelve azt tapasztalták, hogy a mért csavaró-törőnyomatékok mindig a csak a hossz- illetve csak a kengyelvasalásból számított értékek közé estek. A mértani középértékek alapján történő kiértékelés sem adott



13. ábra: Leonhardt (1974) csavarási kísérleteinek kiértékelése a) Leonhardt, b) Windisch szerint

jobb eredményt (13. ábra). Különösen kitűntek a B1, B5 és B6 próbatestekkel kapott eredmények. Azonos vasalást alkalmaztak a B1 próbatestben hossz- és keresztirányban, míg a B5 és B6 próbatestekbe 45°-os ferdeséggel beépítve.

Miután a majdnem tiszta csavarásra igénybevett prizmatikus próbatestek repedései a vasalási elrendezéstől függetlenül, a trajektóriáirányoknak megfelelően mindig azonos ferdeséggel léptek fel, és a törés bekövetkeztéig irányukat nem változtatták, a kiértékelésünkben a ferde acélbetétek ψ hatékonysági tényezőjét egyszerű számításba venni. A 13.b) ábrában a mért csavarási törőnyomatékokat a hatékony mechanikai vasszálalék

$$\omega_{ef} = \sum \psi_{ai} \cdot \mu_i \cdot \cos^2 \alpha_i \cdot f_{syi} / f_c'$$

függvényében ábrázoltuk. Kiemelendő, hogy a ferde vasalású B5 és B6 próbatesteken mért törőnyomatékokat jellemző pontok is mennyire jól illeszkednek a ponthalmazra illeszthető egyenesre. A 13. a) és b) ábrák összehasonlítása igazolja a ferde acélbetétek hatékonysági tényezőjének helyességét és könnyű alkalmazhatóságát.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A szerkezeti beton elemek méretezésének új módszerét mutatuk be.

- A hajlítási és nyírási méretezést azonos modellen hajtjuk végre.
- A szerkezeti beton elemek egy diszkrét, jellegzetes keresztmetszet mentén mennek tönkre.
- A „D-régiók” lehetséges kritikus jellegzetes keresztmetszeteinek elhelyezkedése és formája egyértelműen megadható.
- A nyírási ellenállásban az adaléksúrlódásnak nincs szerepe.
- A nyírási teherbírásban a „beton-rész” a beton nyomott zóna feszültségeinek „nyíró” komponense.
- A méretezésnél számításba kell venni a ferde acélbetétek hatékonysági tényezőjét.

A méretezési modell helyességét és gyakorlatbani alkalmazhatóságát három példán mutattuk meg.

7. ALKALMAZOTT JELÖLÉSEK

- A_b beton keresztmetszet területe, mm²
- A_k a Bredt-féle nyírófolyam által körülzárt felület, mm²
- A_{α} α hajlásszögű acélbetét keresztmetszeti területe, mm²
- A_{sh} vízszintes acélbetét keresztmetszeti területe, mm²
- A_{ss} ferde acélbetét keresztmetszeti területe, mm²
- A_{sv} függőleges acélbetét keresztmetszeti területe, mm²
- N, N_I keresztmetszetben ható normálerő, kN
- M_{II} a II jelű jellegzetes keresztmetszetben számításba veendő hajlítónyomaték, kNm
- M_{test} mért törőnyomaték
- M_{calc} számított törőnyomaték
- b, h keresztmetszet szélessége, magassága, mm
- d_p, d kiharapott tartóvég keresztmetszet magasságai, mm
- f_c' betonhenger nyomószilárdsága
- f_{sy} acélbetét folyási határa, N/mm²
- u_k a Bredt-féle nyírófolyam kerülete, mm
- z belső erő karja, mm
- α acélbetét hajlásszöge, °
- β ferde acélbetét hajlásszöge, °
- η mért- és számított törőnyomaték aránya
- ξ beton nyomott öv relatív magassága
- σ_{s0} acélbetét szilárdságának méretezési értéke, N/mm²
- μ geometriai vasszálalék
- σ_R a gerenda keretsarokhoz csatlakozó keresztmetszetében a belső sarokpontban fellépő feszültség rugalmas állapotban, N/mm²
- σ_S az oszlop keretsarokhoz csatlakozó keresztmetszetében a belső sarokpontban fellépő feszültség rugalmas állapotban, N/mm²
- ω mechanikai vasszálalék
- ψ, ψ_α a ferde vasalás hatékonysági tényezője, α hajlásszögű acélbetét hatékonysági tényezője

8. HIVATKOZÁSOK

- DIN 1045 „Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung“, Ausgabe Juli 1988.
- Gvozdev, A.A., Lessig, N.N., Rulle, L.K. (1968), “Research on Reinforced Concrete Beams under Combined Bending and Torsion in the Soviet

- Union”, *American Concrete Institute, Special Publication SP18-11* “Torsion of structural concrete” 1968, pp. 307-336.
- Bogdányi B., Hegedűs I. (2014) „A nyomott öv nyírási teherbírása és az Eurocode szerinti nyírási ellenállás kapcsolata”, *VASBETONÉPÍTÉS*, 2014/3, pp. 62-67.
- Leonhardt F., Schelling, G. (1974), „Torsionsversuche an Stahlbetonbalken“, Heft 239, *Dt. Ausschuss f. Stahlbeton*, Berlin, Ernst und Sohn,
- Leonhardt F., Walther, R. (1962), „Schubversuche an einfeldrigen Stahlbetonbalken mit und ohne Schubbewehrung“, Heft 151, *Dt. Ausschuss f. Stahlbeton*, Berlin, Ernst und Sohn, 1962
- MC2010 (2013) “*fib* Model Code for Concrete Structures 2010”, *Ernst und Sohn, Wiley*, ISBN 978-3-433-03061-5
- Nilsson, I. H. E., (1973), “Reinforced Concrete Corners and Joints Subjected to Bending Moment”, D7. National Swedish Building Research, 1973, p. 249.
- Schlaich, J., Schäfer, K. (1984), „Konstruieren im Stahlbetonbau“, *Beton-Kalender Teil II* (73) 1984, pp. 787-1005. Berlin, Ernst und Sohn, 1984
- Steinle, A., Rostásy, P. (1975), “Zum Tragverhalten ausgeklinkter Trägerenden”, *Betonwerk + Fertigteiltechnik* 41 (1975), H. 6, pp. 270-277, H. 7, pp. 337-341.
- Völgyi I., Windisch A. (2014), „Resistance of reinforced concrete members with hollow circular cross-section under combined bending and shear – Part II: New calculation model”, *Structural Concrete*, Vol 15/1, January 2014, pp. 21-29. <https://doi.org/10.1002/suco.201200036>
- Windisch, A. (1988), „Das Modell der charakteristischen Bruchquerschnitte – Ein Beitrag zur Bemessung der Sonderbereiche von Stahlbetontragwerken“, *Beton- und Stahlbetonbau* Vol. 83, 1988, H. 9, pp. 251-255., H. 10, pp. 271-274. Ernst & Sohn
- Windisch, A. (1994), „Zur Bemessung von Rahmenendknoten“, *Beton- und Stahlbetonbau* Vol. 89, 1994, H. 11, pp. 294-303., H. 12, pp. 340-343, Ernst & Sohn
- Windisch, A. (2000), “On the design of two-way reinforcements in R/C.”, *Studi e Ricerche Scuola die Specializzazione in Costruzioni in Cemento Armato*, Fratelli Pesenti, Vol. 21, Italcementi Bergamo 2000, pp. 283-302.
- Windisch, A. (2000), “Towards a consistent design model for punching shear capacity”, International Workshop on Punching Shear Capacity of RC Slabs – *Proceedings TRITA-BKN*. Bulletin 57, 2000, pp. 293-302
- Windisch, A. (2002), “Reinforcement pattern of reinforced concrete members in pure torsion”, *Befestigungstechnik, Bewehrungstechnik und ...*, *Festschrift Eligehausen, ibidem-Verlag*, Stuttgart, 2002, pp. 293-302.
- Windisch, A. (2016) “Unified dimensioning for bending and shear”, *Concrete Structures* 2016, pp. 2-7.
- Windisch, A. (2016) “Crack control: an advanced calculation model – Part I: Review of classic tests”, *Concrete Structures* 2016, pp. 41-47.
- Windisch, A. (2017) “Crack control: an advanced calculation model – Part II: The model”, *Concrete Structures* 2017, pp. 2-9.

Windisch Andor (1942) PhD, címzetes egyetemi tanár, a Dywidag-Systems International, München, Német Szövetségi Köztársaság, cég műszaki igazgatójaként ment nyugdíjba. Szerkezetépítő mérnöki diplomáját és műszaki doktori címét a BME-n szerezte, ahol 18 évig működött oktatóként a Vasbetonszerkezetek Tanszéken, ahol jelenleg címzetes egyetemi tanár. 1970 óta aktív tagja számtalan nemzeti és nemzetközi tudományos szervezet különböző munkabizottságainak (FIP, CEB, *fib*). Több, mint 170 tudományos dolgozat, könyvrészlet, Bulletin szerzője, társszerzője.

UNIFIED DIMENSIONING OF STRUCTURAL CONCRETE (SC) MEMBERS

Andor Windisch

Structural concrete has four components: concrete, reinforcement, cracks, bond. The dimensioning model must be able to fulfil equilibrium, compatibility and kinematic equations by taking into account the real material laws. The structural elements are modelled as cracked continuums, not as trusses or system of stress fields. Failure usually occurs along a critical cross-section, consisting of a bending-shear crack and a sliding surface through the concrete compression zone. Concrete stresses should also be checked between the discrete, non-turning shear cracks. Dimensioning for bending, shear and torsion must be done uniformly on the same model. “Shear” and “Torsion” are the “results” of our insistence to the global rectangular coordinate system. Structural concrete does not know them. Concrete fails at principal stresses and principal deformations. It will be shown that “shear” and “torsion” can be traced back to dimensioning with skew (inclined) reinforcement. Taking into account the efficiency factor of the skew rebars (rebars with non-trajectory direction), dimensioning can be performed on a uniform basis. Three examples illustrate the practical applicability of the method.

LASZLO M. PALOTAS ELŐADÁSA AZ ÁTADÓ ÜNNEPSÉGEN



Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.

Mélyen Tisztelt Elnök Úr, Tisztelt Hölgyeim és Uraim, Kedves Ünneplő Vendégek!

Szomorúan vettem tudomásul a díjátadás meghívójának olvasásánál, hogy a díjazott, **Tápai Antal** okl. építőmérnök, ny. **műszaki igazgató, okl. vasbetonépítési szakmérnök** egészségi okokból a díjat csak a 2018. évi Palotás László-díj átadó ünnepségén tudja személyesen átvenni.

Köszönettel tartozom a **fib** Magyar Tagozatának, különösen a **fib**, a Nemzetközi Betonszövetség Magyar Tagozata elnökének, **Balázs L. György** professzornak, valamint a Palotás László-díj Kuratórium elnökének, **Zsomboly Sándornak**, hogy ebben az évben is részese lehetek az Édesapám nevét viselő díj átadási ünnepségnek.

A lassan hagyományossá vált rövid bevezetőm témáját ebben az évben a Tokajban megrendezett 12. CCC (Central European Congress on Concrete Engineering, 2017) Konferencia három C betűje szolgáltatja, ahol azonban a CCC è C³ rövidítés mögött egy Németországban 2014-ben elkezdődött *Carbon Concrete Composite* projekt rejtezik.

A vasbetonnak jól ismert története van. A múlt század első felében, az építőiparban azt gondolták, nem lehet már újat felfedezni. Egy anekdota szerint S. Finsterwalder professor le próbálta beszélni fiát az építőmérnöki tanulmányokról, hiszen „a jövőben alig várhatóak új találmányok, mivel a technika jelenlegi állása már annyira magas” Ez volt egy elismert egyetemi tanár véleménye az 1920-as évek elején. Hogy ez a nézet téves volt, ma ismerjük.

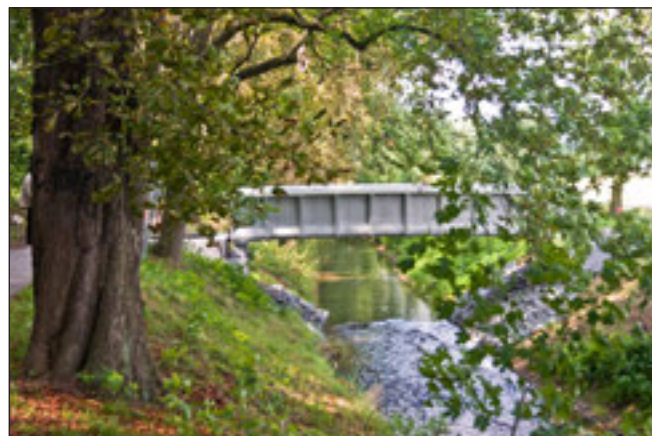
Egy másik elismert egyetemi tanár jóslata viszont egyre inkább valósággá válik: Balázs L. György professzor 1999 megjelent „Szerkezetek megerősítése szénszálal anyagokkal” cikkében írja: „Az elmúlt évtizedben a szerkezetmegerősítés új anyagai és módjai jelentek meg, szálerősítésű polimerek és a hozzájuk társuló alkalmazási technikák. Az üveg, az aramid és a szénszál közül a szénszál biztosítja a legkedvezőbb műszaki jellemzőket, ezlrt ennek az elterjedése várható leginkább.”

A „század építőanyaga”, a vasbeton az elmúlt 100 évben a legeredményesebb építőanyag volt, és valószínűleg egy ideig az is marad a jövőben, annak ellenére, hogy sajnos hátrányai is vannak, mint például az *erőforrások nagymértékű felhasználása és a korlátozott élettartama*. A sok más építmény és szerkezet mellett például egyre több híd válik biztonsági kockázatosá. Legutóbbi statisztikai adatok szerint Németországban több mint tízezer híd állapota tesz szükségessé felújítási, karbantartási munkákat. Ebből az okból alakult meg néhány évvel ezelőtt egy konzorcium „C³: Carbon Concrete Composite” névvel, amelynek célja, hogy kifejlessze a szénszálal – erősítésű betont, a leggyakrabban használt vasbeton *környezeti és erőforrás-takarékossági szempontból lényegesenkedvezőbb* alternatíváját.

Meglévő vasbeton szerkezeteket már 1967 től kezdve ragasztott acéllamellák segítségével erősítették meg. Intenzív kutatási munkák azt eredményezték, hogy a 90-es évek elejéig – elegendő tapasztalati adatok és tervezési táblázatok álltak rendelkezésre ehhez a ragasztott megerősítéshez, így e módszer a „technika állásának” számított. További kutatások viszont kimutatták, hogy ez eddigi módszer hátrányainak elkerülésére az acél lamellák szénszál erősítésű műanyagokkal (CFK) helyettesíthetőek. Az első nagy feszített vasbeton hidat (a BASF Ludwigshafeni gyártelepén) a hagyományos módszer mellett már 1991-ben CFK-val is megerősítették.

A német Oktatási és Kutatási Minisztérium (BMBF) által 2013-ban indított „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation” program keretében mintegy 50 millió euróval támogatja C³ (Carbon Concrete Composite, azaz karbon beton kompozit, 2014-2020) projektet, amelyben 172 partner vesz részt a tudomány és a gazdaság területéről. A projekt egyik célja, hogy az *elkövetkezőtíz* évben új épületek és szerkezetek **acélmegerősítésének legalább 20%-át karbonbetonnal helyettesítsék**.

A következő képek a textil- és karbonbeton néhány kiválasztott alkalmazását mutatják be.



1. ábra: Textilbrücke (Betonwerke Oschatz)

A világ első, karbonbetonból (textilbetonból) készült hídját 2005-ben építették Oschatzban. (1. ábra) A híd több díjat is kapott, köztük a **fib** „Special Encouragement” díját.

A karbonbeton kifejezés itt magában foglalja a szénszálból készült szövet-erősítés (textilbeton) mellett a szénből készült, rúd alakú erősítéseket, a szénből készült előfeszített rendszereket, a CFK, CPC-ből készült betonlemezeket is.

2007 őszén Kemptenben egy második, körülbelül 17 méter hosszú gyalogos és kerékpár híd adták át a közönségnek, amely az Oschatz hídjával ellentétben a gyalogos terhelésen kívül egy tisztító járművet is hordozhat. Ez jelenleg a világ leghosszabb szegmentált hídja karbonbetonból (2. ábra).

A világ jelenleg leghosszabb, textilbetonból készült hídja a B463 szövetségi autópályán vezet át Albstadt-Lautlingenben. A Groz-Beckert cég által tervezett és 2010 novemberében befejezett híd hossza 97 méteű (3. ábra).

2015-ben befejeződött egy gyalogos- és kerékpárút híd felépítése Albstadt-Ebingenben (Solidian GmbH, C³partner).

A nem előfeszített híd szerkezet a világ első olyan hídja, mely *kizárólag* karbonbetonból készült (nem tartalmaz semmiféle fém erősítést). Ez lehetővé tette a betonburkolat



2. ábra: Karbonbeton gyalogos és kerékpáros híd beépítése Kemptenben (TU Dresden)



3. ábra: A világ jelenleg leghosszabb, textilbeton hídjája Albstadt-Lautlingenben

tok 15 mm-re történő csökkentését, ami által egy különösen vékony, karcsú és tartós betonszerkezet jött létre (4. ábra).

A 2012-ben Kahla kisvárosban felépített pavilon demonstrálja, milyen érdekes és könnyű, formatervezett szerkezeteket lehet megvalósítani karbonbeton felhasználásával (5. ábra).

2016 augusztusában adták át a harmadik Boszporusz hidat, melynek 320 m magas, világszerte legmagasabb 3200 m² felületű pillérjeit a német Solidian GmbH üveg-karbonbeton kompozitból készült 3 m x 4,5 m méretű, 30 mm vastagságú panelekkel borították be. A megvalósított korróziómentes megoldás megfelel a 100 éves tartóssági követelménynek és erősen bizonyítja, hogy a karbonbeton a jövő építőanyagává válhat (6. ábra).

A C³-projekt egyik részceléltűzése keretében, a CUBE-projektben a világ első, teljesen karbonbetonból készült kétszintes épületét 2020 elejéig fogják felépíteni Drezdában (7. ábra). Az úgynevezett „eredményház” lenyűgöző módon fogja bemutatni a karbonbeton számos előnyét és potenciál-

4. ábra: A világ első, csak karbonbetonból készült hídjája Albstadt-Ebingenben (Solidian)



5. ábra: Karbonbeton pavilon Kahlában (Foto: Ulrich van Stipriaan)



6. ábra: A 3. Boszporusz híd Istanbulban (Solidian GmbH)

ját, valamint a C³ projektben addig elért összes korábbi eredményeket.

A karbon jelenleg még kb. 10-15-ször drágább, mint az acél. Az acélhoz képest azonban a szén sűrűsége négyszer alacsonyabb, terhelhetősége hatszoros. Pusztán matematikai szempontból a szén már ma olcsóbb, mint az acél. A vasbeton gyártását az elmúlt 120 év során folyamatosan optimalizálták és automatizálták. Ennek következtében gyártása ma még olcsóbb, mint a gyakran még kézi gyártású karbonbeton. A karbonbeton árát kedvezően befolyásolja a tény, hogy a jelentősen – kb. 80%-ban – csökken az anyagfelhasználás és ezzel a széndioxid kibocsájtása is.

Az új építőanyag, a karbonbeton a közelmúltban az építőmérnökök és építészek mellett a bútortervezőket is lenyűgözte (8. ábra).

A 9. ábra a drezdai Paulsberg OHG (nyitott kereskedelmi vállalat) cég „Fruit” nevű kanapé asztalát mutatja.

7. ábra: Az „Eredményház” Drezdában (Foto: Sven Hofmann)





8. ábra: Karbonbeton heverő (Solidian GmbH)

A karbonbeton alkalmazásának legnagyobb akadálya ma már nem az ár: professor Curbach, a C³-konsorcium elnöke szerint: „a túlszabályozás országában, más néven Németországban, a karbonbeton egyszerűen nem jelenik meg a jelenlegi építési szabályokban- és eddig csak kísérleti jellegű épületekhez használható. Új építési-szabályzatra és szabványokra van szükség”. Azt hiszem, ez a megállapítás nem csak Németországra érvényes.

Tisztelt Hölgyeim és Uraim, végezetül engedjék meg, hogy Díjazottunk távollétében gratuláljak Tápai Antalnak a Palotás László-díj odaítéléséhez. Egyidejűleg **mielőbbi teljes gyógyulást és jó egészséget kívánok.**

Köszönöm figyelmüket!
Budapest, 2017. december 4.

Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.



9. ábra: Karbonbeton asztal „Fruit” (Paulsberg)

HIVATKOZÁSOK:

Balázs L. Gy.: „Szerkezetek megerősítése szén-szálal anyagokkal – Hazai tapasztalatok”, Vasbetonépítés. I. évf. 4. szám. 1999. pp. 114-122.

Eyrich, K.: „Neue Textilbetonbrücke ist schlankes Wunder“, Schwarzwälder Bote, 23.10.2015

Kausay, T.: <https://www.betonopus.hu/szakmernoki/172-szalerositesu-beton.pdf>

Schlaich, M.; Bleicher, A.: "Spannbandbrücke mit Kohlenstofffaser-Lamellen", Bautechnik, Volume 84, Issue 5, May 2007 pp. 311–319. <https://doi.org/10.1002/bate.200710028>

<https://www.bauen-neu-denken.de/>

<https://www.bauingenieur24.de/url/700/1550>

<https://www.bauingenieur24.de/url/700/1892>

<https://dev.groz-beckert.com/mm/media/de/web/pdf/Experiences.pdf>

<http://www.albstadt.de/Leuchtturmprojekt: Textilbetonbrücke>

<https://www.solidian.com/referenzen/>

<https://momentum-magazin.de/de/01.03.2016>



Tápai Antal

1. BEVEZETÉS

Amikor megkaptam az értesítést, hogy a *fib* Magyar tagozata, illetve annak kuratóriuma nekem ítélte a 2017. évi Palotás László-díjat, végtelenül megörültem, hiszen én a pályám során elsősorban a gyakorlati élet területén tevékenykedtem. Nagy megtiszteltetés ez díj, amiért ez után is hálámat fejezem ki a *fib* Magyar Tagozat elnökségének és kuratóriumának.

Szegedi építőiparos családból származom, így számomra természetes volt, hogy én is az építő szakmát választottam. A városban számos jelentős épület nagyapáim munkáját dicséri.

Édesapám hídmérnökként a „Gerő a hídverő” korszakban építette újjá a felrobbantott vasúti hidakat.

Szegeden a Ságvári Endre Gyakorló Gimnáziumban 1959-ben érettségiztem. Eredetileg építész szerettem volna lenni, de szerény rajzkészségem miatt inkább a mérnöki kart választottam, ahová fel is vettek.

2. A BETON ÉS VASBETONIPARI MŰVEK

1961-ben az ÉM 1. sz. Épületelemgyár a Budafoki úton társadalmi ösztöndíjat hirdetett hallgatók részére, amit a család szerény anyagi helyzetére való tekintettel megpályáztam és meg is kaptam. Itt és ekkor kezdődött az előregyártással a kapcsolatom, és tart a mai napig. Ettől kezdve a nyári szakmai gyakorlataimat is itt töltöttem. Mai szemmel nehezen elképzelhető az a „technológia”, amivel az újjáépítéshez készültek a vasbeton födém gerendák, amit még volt módom látni. Próbálok az ebből az időből származó fotókat őrizgetni az utókor számára (1. ábra).

1. ábra: Födémgerenda gyártás az 1950-60-as években



Időközben megalakult az ÉM. Betonelemgyártó Vállalat, ami bekebelezte az ország előregyártó üzemeit, és ennek utódja lett a későbbi Beton és Vasbetonipari Művek (BVM).

1964-ben, amikor a pályámat kezdtem, már voltak próbálkozások korszerű technológiák meghonosítására. Ilyen volt a hosszúpados, csúszó zsalus Weiler-technológia, amivel a 150 méteres feszítőpadon 120 cm széles födémpanelek lehetett gyártani. Itt kezdtem pályafutásomat, mint műszakvezető három műszakban. Az itt szerzett tapasztalat végtelenül hasznos volt további szakmai pályafutásomon.

Az 1960-as évek robbanásszerű építőipari fejlődése nagyon sok feladatot adott a BVM-nek is. A családi házak, a blokkos épületek födémgerenda és födémpanel igényeinek kielégítésére megkezdődött az anyagtakarékos „E” jelű feszített födémgerendák, és a szintén feszített Szim-kar födémpanelek kifejlesztése. Az új gyártósorok tervezése és kivitelezése a kezdő mérnöknek szép feladatot jelentett. Ezek a feladatok – a későbbiekben is – mindig kollektív munkát követeltek, és szerencsére nagyon jó fiatal kollektívában dolgozhattam.

Szeretnék kiemelni néhány jelentősebb munkát, amelyben jelentős volt a szerepem.

A Jászberényi Hűtőgépgyár fejlesztéséhez az Iparterv egy 12x12 m raszterű csarnokot tervezett, melynek 12 m hosszú teknős födémpaneljének gyártása akkor komoly kihívást jelentett, mivel a kis keresztmetszeti méretek mellett a betonacélok lehorgonyozása és korrózióvédelme nehezen volt megoldható.

3. A METRÓÉPÍTÉS

Az 1960-as években folytatódott a 2. Metró építése, melynek alagútfalazatát a korábbi öntött vas tübbingek helyett vasbeton tübbingekkel akarták építeni. Először szovjet terveket kaptunk, de az Uvaterv ezeket a terveket átdolgozta. Az elemek megkívánt pontossága az előregyártásban addig ismeretlen volt. A tizedmilliméter pontosságot a hegesztett és normalizált, 5,1 m-es átmérőjű acélsablonok biztosították, melyeket a Ganz-MÁVAG-ban egyben munkáltak meg.

A kezdeti nagyon komoly műszaki nehézségek és két év kísérletezés és fejlesztés után négy átmérőben gyártottuk az elemeket. A technológia és a vasalás kialakításában jelentős szerepet kaptam. A szerkezet 20 cm vastag íves elemekből áll, amelyek csuklókkal kapcsolódnak egymáshoz és a csuklóban igen nagy normálerők keletkeznek. Ezért a csuklók geomet-

2. ábra: Belgrád Vracsar vasúti alagút



riája, méretpontossága és vasalása a szerkezet teherbírása szempontjából döntő fontosságú volt. Meg kellett oldani az armatúrák ponthegeztéssel való készítését az elektromos földelhetőség miatt.

Sikerült olyan tapasztalatokat szerezni, hogy Budapest után a prágai metró vonal- és állomásalagutak falazati elemeit és Belgrádban a Vracsar nagyvasúti alagút elmeit mi gyártottuk. A belgrádi munkáért elnyertük az Europrefab 1978. évi Aranydíját. Calcuttában az Uvater - KÉV-Metró - BVM együttes építhetett metró. Az export munkák szerződésükötésénél műszaki szakértőként szerepeltem (2. ábra).

4. HÍDÉPÍTÉS

A hetvenes évek végén az autópálya építéssel az előregyártott hídgerendák iránti igény nagyon megnőtt. Az Uvater által tervezett, EHGT típusú, T-keresztmetszetű előregyártott, 70, 90, 110 cm gerincmagasságú hídgerendák készültek 10-30 m közötti nyílásokhoz. A csepeli telepen, nemzetközi szinten is korszerűnek számító gyártósor épült irányításommal, mely nívódíjat is kapott. A hídgerenda-családot későbbi fejlesztésekkel az európai szabványoknak is megfeleltettük (3. ábra).

A nyolcvanas évek elején kiírtak egy hídgerenda pályázatot, Lipták László kollégámmal a harmadik helyen végeztünk egy „U” keresztmetszetű hídgerendával. Az Uvater később kiviteli terv szinten megtervezte az U keresztmetszetű hídgerenda tartócsaládot 40, 70, és 100 cm gerinc magassággal. A 40 cm gerincmagasságú gerendákból a Liszt Ferenc repülő- téren nagyon impozáns felüljáró épült a 2. sz. terminál előtt (4. ábra).

3. ábra: EHGT hídgerendák beemelése



4. ábra: Ferihegyi felüljáró UBX gerendákkal

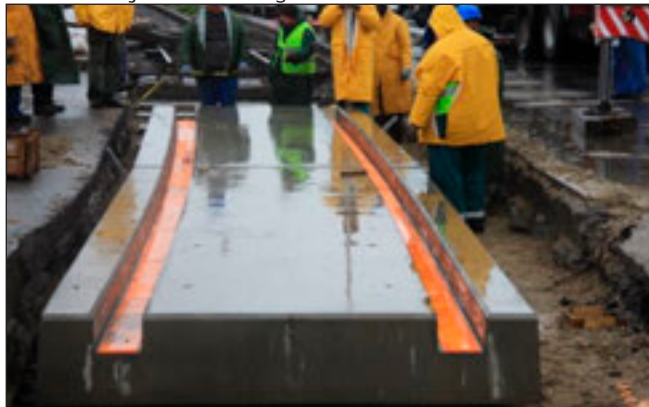
Az autópályákon kívül a Metró Árpád híd állomásának földeme is UB jelű gerendával épült. A gerenda később szabaddalmi védetségét is kapott. A budapesti metró Váci úti kéregmetró szakaszára az Uvater-Hídépítő páros kifejlesztette a belső „fogozott” UH jelű lágyvasas előregyártott hídgerendát. A technológizálás és a gyártás a mi feladatunk volt. A gerenda később kétféle teherbírással készült. A metró gerendákat romteherre kellett méretezni, míg a közút részére „A” közúti teherre készültek.

A Mélyépterv dr. Tóth László irányításával tervezte a 3000 m³ víz befogadására alkalmas, előregyártott elemekből összeállított víztornyot, melyből négy épült az országban. Az előregyártott elemekből álló kehely zsalujának megtervezése próbára tette az ábrázoló mértani tudásunkat.

5. KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉS

A BKV és a BVM együttműködéséből született a villamosvasúti lemezalj fejlesztése, melyet 1974-ben szabadalmaztattak, ennek a szolgálati szabadalomnak résztulajdonosa lehettem a fejlesztésben való részvételem miatt. Az előregyártott feszített vágány lemezekkel nagyon gyors az építés. A vágányrendszer előbbi előnye miatt hazánkban és külföldön egyaránt nagyon sok helyen alkalmazták. Jelentős exportterméke lett a BVM-nek. Prágában, Berlinben, Szófiában, Moszkvában, Hágában, Oslóban épültek villamos pályák ezzel a rendszerrel. Érdekes megoldás született az M5 autópálya bevezető szakaszán a Könyves Kálmán körút kereszteződésben. Itt a 48,5-es Vignol sines felépítményt vezettek át a kereszteződésen 40 cm vastag, 6 m hosszú előregyártott vályús elemekkel. A síneket a vályúban kétkomponensű, holland gyártmányú Edilon Corkelast kiöntő anyaggal rögzítették. A nagyforgalmú kereszteződés két hétvégi forgalomkorlátozással megépült és közel tíz éve kiválóan működik (5. ábra).

5. ábra: Útátjáró Edilonos rögzítéssel



6. MAGASÉPÍTÉS

Az 1970-es évek végén az ÉVM döntésére a BVM-nél kellett megteremteni az ún. vázpaneles rendszer gyártását, amely a lakótelepek iskola, óvoda, kereskedelmi és szolgáltató létesítmények építésére szolgált. A tervezés, a kivitelezés, a gyártástechnológia és a gyártásindítás koordinálása izgalmas feladatot jelentett.

7. EGYEDI JELLEGŰ ELŐREGYÁRTÁS

Számos egyedi jellegű előregyártási feladatot kaptam. Ezek között volt a szobi ötnyílású, vasalt betonboltozatú vasúti híd átépítése. A közel 150 éves műtárgyat vasúti forgalom alatt erősítették meg általunk egyedileg gyártott dongaelemekkel (6. ábra).

Ide tartozik a vázszerkezetekhez a Mélyéptervvel közösen kifejlesztett és szabadalmazott, előregyártott lépcsőházi merevítő mag, vagy a kéreg pakett elemek kifejlesztése a mélyépítési műtárgyakhoz.

A felsorolás természetesen nem teljes. A 2000-es évek elején Svájcban leszereltünk egy pörgető berendezést és Budapesten sikerült üzembe helyezni. Számos új elemet fejlesztettünk, kihasználva a pörgetéses technológia adta lehetőséget. A különböző funkciójú oszlopokon kívül vert cölöpöt is gyártottunk a mélyépítés számára (7. ábra).

6. ábra: Előregyártott dongaelemek betolása a szobi hídnál



7. ábra: Pörgetett technológiával készült 18,0 m hosszúcölöp



8. OKTATÁS

1974-1994 között az Ybl Miklós Műszaki Főiskolán a Vasbeton szerkezetek és Tartószerkezetek tantárgyakat tanítottam mint külső munkatárs. Ez szakmai pályafutásom legszebb emlékei közé tartozik. Talán az oktatásban azért voltam sikeres, mert a hallgatókhoz sikerült közel vinni a gyakorlatot, amit elméletben tanítottunk. A Budafoki üzemben számos látogatást szerveztünk a hazai és külföldi hallgatók részére. Lehet, hogy sokan azóta sem láttak feszített vasbetonszerkezetet készíteni. Az oktatásban szerzett tapasztalatom számos előnnyel járt, de jól tudtam kamatoztatni kollegáimnak és a szakmunkásainknak szervezett továbbképzéseken is. Erre az időszakra esik szakmérnöki diplomám megszerzése. Az új előírások, szabványok megismerésében és alkalmazásában mint oktatónak naprakésznek kellett lennem.

Igyekeztem szolgálni a szakmát közéleti tevékenységgel is. Tagként és különböző funkciókban tevékenykedtem a **fib** Magyar Tagozatában, az Építéstudományi Egyesületben, a Magyar Építőanyagipari Szövetségben, a Magyar Betonszövetségben, a Magyar Betonelemgyártó Szövetségben. Jelenleg a Magyar Előregyártó Szövetség Senior tagozatában idős kollégáimmal az előregyártás emlékeit, anyagait próbáljuk az utókor számára rendszerezni és megőrizni.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Most, hogy az aktív szakmai tevékenységem befejeződött, visszatekintve elmondhatom, boldog ember vagyok, mert munkám egyben hobbim is volt. Különösen értékes ez a díj számomra, mert az a szerencsés ember vagyok, aki tanulhatott Palotás professzor úrtól. Egyszer mint nappali szakos hallgató vasbeton tantárgyat, majd a szakmérnöki tagozaton vasbeton és építőanyag tárgyakat. Később mint a BVM dolgozója különböző kutatási és megbízási munkák során találkozhattam a professzor úrral.

Végül ismételten szeretném megköszönni dr. Balázs L. György professzor úrnak, és a **fib** Magyar Tagozata kuratóriumának, hogy érdemesnek tartottak a 2017. évi Palotás László-díjra.

BETONTÍPUSOK, FOGALMAK, JELÖLÉSEK, ÚJDONSÁGOK

AZ MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 ÉS MSZ 4798:2016/2M:2018 BETONSZABVÁNY NÉHÁNY FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE

1. RÉSZ: SZABVÁNYOSÍTÁS, A BETONSZABVÁNYOK VÁLTOZÁSA 2014 ÉS 2018 KÖZÖTT



Dr. Balázs L. György – Dr. Kausay Tibor

DOI: 10.32969/VB.2018.1.4

Több mint tizenhárom év telt el azóta, hogy a Vasbetonépítés című folyóirat lapjain (Balázs – Kausay, 2005), és öt év, hogy könyv formájában (Kausay, 2013) az első bevezetett európai betonszabvány (MSZ EN 206-1:2002) és nemzeti alkalmazási dokumentuma (MSZ 4798-1:2004) figyelmet érdemlő újdonságait tárgyaltuk. E szabványok évtizedet meghaladó használat után a betonépítés gyakorlatai tapasztalatait figyelembe véve megérték a frissítésre és módosításra, mind Európában, mind Magyarországon. Az MSZ EN 206-1:2002 szabvány helyébe a közel múltban az MSZ EN 206:2014, illetve az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány lépett. Ez szükségessé tette az MSZ 4798-1:2004 nemzeti alkalmazási dokumentum új szabványokra (MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/1M:2017) való cserélését, és egyidejűleg lehetővé tette az újabb hazai betontechnológiai szempontok beépítését az MSZ 4798:2016 szabványba, és azok finomítását az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabványban. Cikksorozatunk e betonszabványok 2014-2018. évi változásairól szól.

Kulcsszavak: szabvány, szabványosítás rendje, szabványok hierarchiája, beton, cement, kiegészítőanyag, adalékanyag

1. AZ MSZ 4798:2016 ÉS MSZ 4798:2016/2M:2018 SZABVÁNY KIDOLGOZÓI

Az MSZT/MB 107 szabványosító műszaki bizottság elnöke: Dr. Balázs L. György, titkára: Bernáth Csaba, aki Kondorosi Dórá, illetve Kutassy Lászlót váltotta.

Az MSZT/MB 107 szabványosító műszaki bizottság tagszervezeteinek képviselői: Asztalos István, dr. Borosnyói Adorján, dr. Balázs L. György, dr. Erdélyi Attila, Forgács Szilárd, Gelén Eszter, Gonda József, dr. Hajtó Ödön, Hegedűs Csaba, Horváth György, Jókainé Arnóth Helga, Kapu László, Karkiss Balázs, dr. Karsainé Lukács Katalin, dr. Kausay Tibor, Kovács József, dr. Kovács Károly, Körmendy Dezső, Lahki Katalin, Lányi György, Lekics Gábor, dr. Liptay András, Lukács Szabolcs, Madaras Botond, dr. Mastala Zoltán, Migály Béla, Molnár Tamás, Némethné Takács Enikő, Orbán Imre, dr. Petrus József Csaba, Poles János, Rácz Attila, Róka Andrea, Szabó Imre, Szabó Krisztián, Szelestey László, Takácsné Pirmann Hedvig, Tamási Dorottya, Török Zsuzsa, Urbán Ferenc.

Szakértők: Deli Árpád, Dubróvcszky Gábor, dr. Farkas György, Gyömbér Csaba, Illés Ferenc, dr. Kiss Jenő, Kolozsi Gyula, dr. Kovács Tamás, Lengyel Dávid, dr. Nehme Salem, Puchard Zoltán, Spránitz Ferenc, Sulyok Tamás, dr. Szegőné Kertész Éva, Szőnyi Éva, Tisza Gábor, Zsoldos Gábor.

2. BEVEZETÉS

A betonszabvány 2014 és 2018 közötti változásainak elemzésekor érdemes az MSZ EN 206 európai és az MSZ 4798 magyar szabvány módosulásával külön foglalkozni. Amíg az előzőeket idehaza jobbra csak tudomásul vesszük és álló betűkkel írva szöveghűen bemásoljuk az ezáltal módosuló MSZ 4798 szabványba, addig az utóbbiakat az MSZT/MB 107 műszaki bizottságbeli szabványtárgyalások résztvevői általában hosszas, körültekintő és mélyreható vitában maguk alakítják ki, fogalmazzák meg és dőlt betűvel írva illesztik be az ezáltal szintén módosuló MSZ 4798 szabványba. Itt nem a betűk különböző megjelenési formáján, hanem az általuk megjelenített eltérő szabványosítási feltételeken és lehetőségeken van a hangsúly. Cikksorozatunk elején ezeket nem csak helyzetelemzésből, hanem a hazai nemzeti alkalmazási dokumentumok (NAD) mint például az MSZ 4798 betonszabvány létjogosultságának indoklásául, jelentőségének magyarázatául, a szabványosítási hierarchiában betöltött szerepének tisztázásául is érdemes áttekinteni.

3. SZABVÁNYOSÍTÁS NAPJAINKBAN

Európai szabványt kidolgoztatni, jóváhagyni, közzétenni az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN, Comité Européen de Normalisation) jogosult, amelyet nonprofit társadalmi szervezetként 1961-ben az Európai Gazdasági Közösség

(EWG, Europäische Wirtschaftsgemeinschaft) és az Európai Szabadkereskedelmi Társulás (EFTA, European Free Trade Association) 13 tagállama hozott létre az európai kereskedelem, a polgári lét és a környezetvédelem elősegítése céljából. A szabványosításban a CEN együttműködik a Nemzetközi Szabványügyi Szervezettel (ISO, International Organization for Standardization) és a Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottsággal (CENELEC, Comité Européen de Normalisation Electrotechnique).

A CEN-nek ma 34 ország szabványügyi szervezete a tagja (1. ábra), de vannak társult tagjai is, mint Albánia, Azerbajdzsán, Bosznia-Hercegovina, Egyiptom, Fehéroroszország, Georgia (Grúzia), Izrael, Jordánia, Libanon, Líbia, Marokkó, Moldova, Montenegró, Örményország, Tunézia és Ukrajna, valamint együttműködő szabványügyi szervezetek is, mint Ausztrália, Kirgizisztán és Mongólia szabványügyi szervezete. A CEN/CENELEC-ben az európai szabványok és javaslatok sorsáról súlyozott szavazással döntenek. A CEN + CENELEC szavazási pontszámok az ország lélekszámával arányosak; a pontszámok összege 412, Magyarország 12 pontja $100 \cdot 12/412 = 2,91$ százaléknak felel meg.

Az európai szabványok hazai bevezetésének története 1991-re nyúlik vissza, amikor is Magyarország az MSZT teljes jogú CEN tagságának elnyerése érdekében elkezdte az EN európai szabványok bevezetését. A teljes jogú CEN tagság elnyerésének feltétele az volt, hogy Magyarország az EN szabványok 80%-át bevezesse. Ez a feltétel 2002. végére teljesült, így a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) 2003. január 1. óta a CEN teljes jogú tagja. Ez a tagság az MSZT-t arra kötelezi, hogy az európai szabványokat a megjelenést követő hat hónapon belül formailag azonosan és változatlan tartalommal vezesse be nemzeti szabványként, és az azonos tárgyú (hivatalos, de a valóságot nem hűen kifejező szöveggel ellentmondó) nemzeti szabványokat vonja vissza.

A betonokkal foglalkozó ma érvényes szabványok kapcsolatrendszerét a 2. ábrán tüntettük fel. A szabványok kapcsolatrendszerének csúcán a nemzeti építési törvények és rendeletek állnak, ezek alatt az Eurocode tervezési szabványok helyezkednek el, a következő lépcsőfokot a beton minőségi követelményeit, tulajdonságait, készítésének és megfelelőségének műszaki feltételeit, és mindezekre vonatkozó magyar nemzeti előírásokat és ajánlásokat tartalmazó betonszabvány áll, ezt követik a termékszabványok, végül a vizsgálati szabványok zárják a sort.

A betonösszetevők európai termékszabványai – a keverővíz szabványának kivételével – tehát pontosabban fogalmazva a kereskedelmi áruforgalomba kerülő betonösszetevők termékszabványai, ún. harmonizált termékszabványok (3. ábra), amelyeknek megfelelő termékek 765/2008/EK rendelet II. melléklete szerint CE (Conformité Européenne) jelöléssel láthatóak el. A CE-jelölés európai szabályai 2013. július 1-jén megváltoztak, ezért az MSZT 2015-ben kiadványt készített az építési termékek CE-jelölése alkalmazásának rendjéről (MSZT, 2015).

Az Európai Parlament és a Tanács 305/2011/EU számú rendeletének (CPR, Construction Products Regulation) 17. cikke szerint a harmonizált szabvány az építési termék minőségének (teljesítményének) – az alapvető jellemzők (korábban „lényeges jellemzők”-nek nevezték) tekintetében végzett – értékelésére szolgáló módszereket és feltételeket határozza meg.

A 305/2011/EU számú rendelet szerint az alapvető jellemzők az építési termék azon jellemzői, amelyek az építményekre vonatkozó alapvető követelményekkel függnek össze, amelyek a rendelet I. melléklete szerint a következők:

1. Mechanikai szilárdság és állékonyság
2. Tűzbiztonság
3. Higiénia, egészség- és környezetvédelem
4. Biztonságos használat és akadálymentesség
5. Zajvédelem
6. Energiatakarékosság és hővédelem
7. A természeti erőforrások fenntartható használata

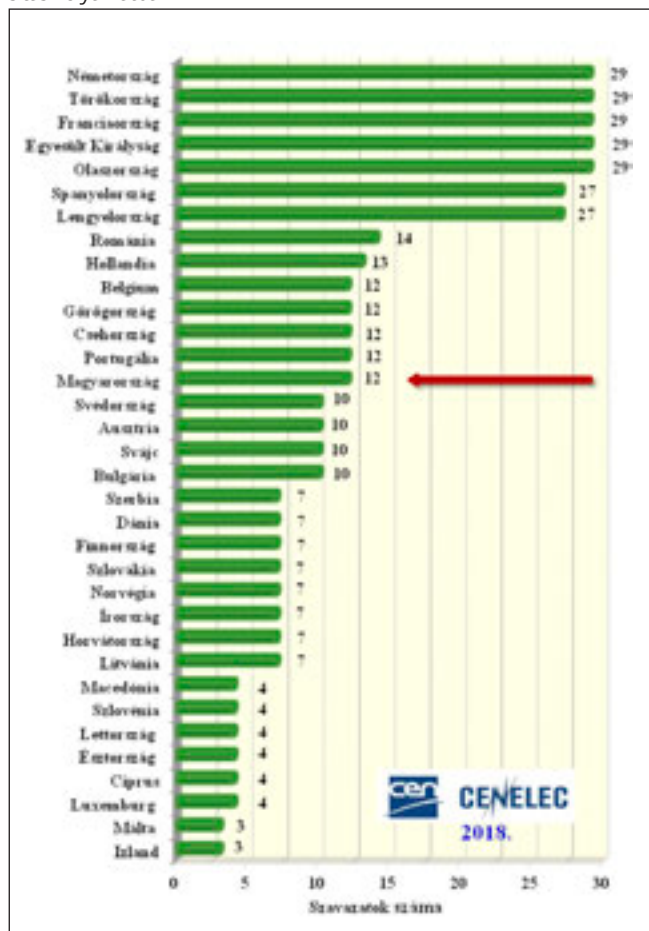
Az építményeknek mind egészükben, mind különálló részeikben a szokásos karbantartás mellett gazdaságilag észszerű élettartamon át teljesíteniük kell ezeket az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket.

Ha a forgalomba hozni kívánt termékre harmonizált termékszabvány nem vonatkozik, akkor valamelyik európai műszaki értékelést végző szervtől kérni lehet az európai műszaki értékelési dokumentum (EAD, European Assessment Document) elkészítését, az európai műszaki értékelés (ETA, European Technical Assessment) kiadását, valamint a CE-jelölés megítélését.

Harmonizált szabvány csak termékszabvány lehet. A harmonizált termékszabvány szerves része a ZA melléklet (az európai szabványnak a 305/2011/EU rendelettel való kapcsolata), amely tartalmazza az európai direktívák/rendeletek alapvető követelményeinek vagy egyéb rendelkezéseinek megfelelő alapvető jellemzőket. Bevezetett európai termékszabvány és annak nemzeti alkalmazási feltétele (dokumentuma, NAD) csak akkor lehet harmonizált, ha az európai forrás szabvány harmonizált.

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017 honosított európai betonszabvány és ebből kifolyólag a kétszer módosított MSZ 4798:2016 magyar betonszabvány nem harmonizált (3. ábra), mert e szabványok érvénye nemcsak a transzportbetonra,

1. ábra: CEN/CENELEC tagállamok szavazási pontszámai a szabványosítási folyamatban



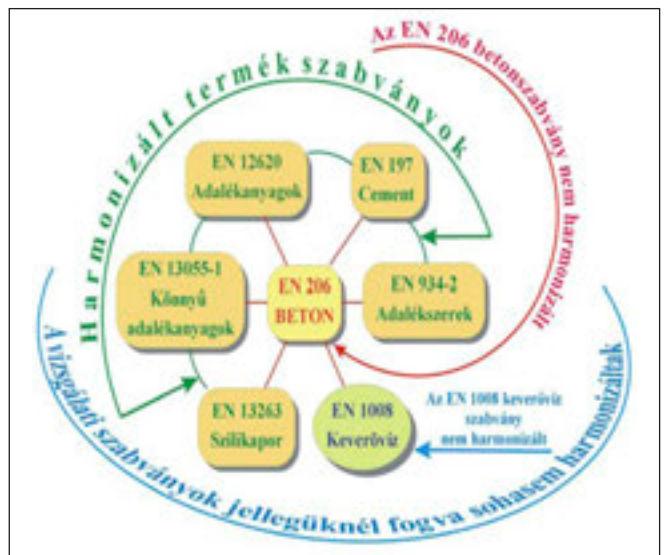


2. ábra: A beton tárgyú szabványok kapcsolatrendszere

hanem az építéshelyen készített betonra és az előregyártó üzemben kevert betonra is kiterjed. Bár e betonok mindegyike termék, de az építéshelyen helyszíni beépítésre és az előregyártó üzemben elemgyártási célra előállított betont nem hozzák piaci áruforgalomba. Ennél fogva az európai betonszabvány sajátosságai egyediek, az európai termékszabványokétól több vonatkozásban is eltérnek. Ezek a betonszabványok ZA mellékletet nem tartalmaznak, és a beton (transzportbeton) európai műszaki értékeléssel sem rendelkezik, ezért a friss vagy szilárd betont, mint terméket CE-jellel ellátni nem szabad. Hazai jogszabály (275/2013. (VII.16.) Korm. rendelet 10. §-a) az építési termék betervezhetőségét és beépíthetőségét nem köti harmonizált termékszabvány vagy európai műszaki értékelés meglétéhez, feltéve, hogy azok e rendelet által előírttal egyenértékű szintű védelmet biztosítanak az élet- és egészségvédelem, a biztonság és az adott célra való alkalmasság tekintetében.

Közbevetőleg megjegyezzük, hogy az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány jelzetében az „A” betűjel az angol „amendment” szó rövidítése, amelyet + jel (ha a szabvány az eredeti szöveget és a módosításokat is tartalmazza) vagy / vonal (ha a módosítás önállóan, az eredeti szöveg nélkül jelenik meg, például MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016) után az európai, illetve a honosított európai szabvány módosítása során illesztnek be. A módosult tisztán magyar szabványt „M” betűvel jelölik.

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017 és a kétszer módosított MSZ 4798:2016 szabvány célja, hogy alkalmazásával olyan



3. ábra: Néhány harmonizált és nem harmonizált európai beton termékszabvány

beton készüljön, amely teljesíti az építőanyagokkal szemben támasztott alapvető követelményeket, és a szerkezetben a tartóssági követelményeknek a tervezett felhasználás környezeti feltételei mellett megfelel. E szabványok alkalmazási területe a magas- és mélyépítési helyszínen készült (monolit) szerkezetekbe, előregyártott szerkezetekbe, illetve előregyártott szerkezeti elemekbe beépítésre kerülő beton.

Az MSZ 4798:2016 szabvány módosításaival együtt

- a betonra mint termékre (félkész termékre) vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe már beépített betonra;
- az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.
- valamely előregyártott beton-, vagy vasbeton elem betonjára csak akkor vonatkozik, ha az előregyártott elem termék-, és tervezési szabványa erre a szabványra hivatkozik.

E betonszabványok nem vonatkoznak a gázbetonra (pórusbetonra), habbetonra, 800 kg/m³-nél kisebb testsűrűségű könnyűbetonra, hő- és tűzálló betonra, fabetonra.

4. AZ MSZ EN 206 ÉS MSZ 4798 BETONSZABVÁNY 2014-2018 KÖZÖTTI FŐBB VÁLTOZÁSAINAK JEGYZÉKE

A 2014. július 1-jén érvényre lépett **MSZ EN 206:2014** szabványban az MSZ EN 206-1:2002 szabványhoz képest a következő fontosabb változások találhatók:

- a szálerősítésű betonok és az újrahasznosított adalékanyagokkal készített betonok vonatkozásában felhasználási szabályokat fogalmaztak meg;
- a pernyére és a szilikaporra a *k*-érték elvét átdolgozták és új szabályokat határoztak meg az örölt granulált kohósalak alkalmazására;
- az adalékanyagok felhasználása esetén új elveket vezettek be a tulajdonságok vonatkozásában;
- a megfelelésértékelését felülvizsgálták és új elvekkel bővítették;
- az öntömörödő betonnal foglalkozó MSZ EN 206-9:2010 szabvány tartalmát beépítették az MSZ EN 206-1:2014 szabványba;
- a szabványt a különleges geotechnikai munkákhoz alkalmas

betonok kiegészítő követelményeivel foglalkozó melléklettel bővítették;

- ajánlásokat építettek be a szabványba az adalékanyagok felhasználására;
- **új mellékletben egy érvényes, az átvevő kockázatával kapcsolatos spanyol rendelet szerinti eltérést ismertettek;**
- megszüntették az irodalomjegyzéket tartalmazó D mellékletet, illetve egybedolgozták a szabvány végén található irodalomjegyzékekkel;
- törölték a G mellékletet, amely az adagolóberendezések követelményének pontosságát tárgyalta.

Tekintettel az európai betonszabvány szövegének mint alapszövegnek megváltozására az MSZ EN 206-1:2002 szabványhoz készült MSZ 4798-1:2004 nemzeti alkalmazás dokumentum helyett 2016. április 1-jén **MSZ 4798:2016** jelzet alatt új szabványt adtak ki. Az új MSZ 4798:2016 szabvány közel két év alatt (2014. június – 2016. február) készült el, kiadását 53 szabványosítási vitaülés és több kisebb egyeztető megbeszélés előzte meg. Az új nemzeti alkalmazási dokumentum (az MSZ 4798:2016 szabvány dőlt betűs szövege) főbb újdonságai a következők:

- a Bevezetésben táblázatos formában megnevezték az előíró, gyártó, betontechnológus, vevő és ellenőrző-tanúsító szervezet feladatait és a szabvány e feladatokra vonatkozó részeit;
- a 3. fejezetben szakkifejezéseket pontosítottak és megfogalmazták a tervezési és a használati élettartam, a legkisebb és a névleges betonfedés, a péptartalom, a finom alkotóanyagok, a köliszt, a finom és a durva adalékanyag, az egyenértékű víz-cement tényező, a betonminta, a nyomószilárdság egyedi értéke és átlagértéke, a visszanyert víz, az újrahasznosított beton stb. fogalmát.
- kimondták, hogy az előregyártott termékek, szerkezetek és szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg;
- az ajánlott szerkezeti osztályokat az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabványhoz igazították, és a betonfedések ajánlott értékeit eszerint javították;
- a környezeti osztályok feltételei közül kivették a friss és szilárd beton testsűrűségét, és helyette bevezették a friss beton levegő-tartalmának konzisztencia osztály és nyomószilárdsági osztály szerinti követelményét;
- összefüggést adtak a friss beton tapasztalati levegőtartalmának, és a tervezett levegő-tartalomtól függő testsűrűségének számítására;
- a 100 év tervezési élettartamú friss betonok víz-cement tényező követelményét szigorították, levegő-tartalmának tervezési értékét szabályozták;
- a légbuborékképző adalékszerrel készített fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok XF2, XF3 és XF4 környezeti osztályai mellett szabványosították a légbuborékképző adalékszer nélkül készített fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok XF2(H), XF3(H) és XF4(H) környezeti osztályait;
- körülírták, hogy a fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok környezeti osztályában vízszintesnek a legfeljebb 5%-os lejtésű, függőlegesnek az 5%-osnál meredekebb felületeket kell tekinteni;
- újragondolták a fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatokat és a fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelmény rendszerét;
- a talaj és talajvíz okozta kémiai korrózió XA1, XA2, XA3 környezeti osztályainak változatlanul hagyása mellett bevezették az agresszív csapadékvizek, kommunális szennyvizek, ipari és mezőgazdasági szennyvizek, valamint egyéb

agresszív folyadékok, gőzök, kondenzációs vizek okozta kémiai korrózió XA4(H), XA5(H) és XA6(H) környezeti osztályait;

- az XK4(H) kopásállósági környezeti osztályban a megengedett legnagyobb víz-cement tényezőt 0,35-ről 0,38-ra emelték;
- az XV1(H), XV2(H) és XV3(H) vízzárósági környezeti osztályban a megengedett legnagyobb víz-cement tényezőt 0,05 értékkel csökkentették;
- a beton összetételének és tulajdonságainak környezeti osztályok szerinti határértékeihez számos megjegyzést fűztek;
- ajánlást készítettek a környezeti osztályok társításának (kombinálásának) elkészítéséhez;
- **állást foglaltak a nyomószilárdság-vizsgálati próbatestek nyomott felületének előkészítésére vonatkozólag;**
- foglalkoztak a 28 napostól eltérő, legfeljebb 90 napos korú beton nyomószilárdság szerinti jellemzésével, és lehetővé tették, hogy indokolt esetben a nyomószilárdság vizsgálatot a beton 28, 42, 56, illetve 90 napos kora előtt legfeljebb 2 nappal vagy utána legfeljebb 3 nappal végezzék el;
- megtiltották 28 naposnál idősebb magminta próbahengerek nyomószilárdságából a 28 napos korú beton nyomószilárdságára való következtetést;
- megmutatták, hogy a nyomószilárdság-átszámítási összefüggések csak az egyes vagy átlag nyomószilárdság-vizsgálati eredményekre érvényesek, és a jellemző értékekre ill. a nyomószilárdsági osztályokra nem értelmezhetőek;
- kidolgozták a beton nyomószilárdságának 50% elfogadási valószínűség melletti, az Eurode 2 szabványhoz hasonló értékelését és megfelelőségi feltételeit, amelynek alkalmazása általában, de különösképpen a nagyszilárdságú betonok ($\geq C55/67$) és a 100 év tervezési élettartamú betonok nyomószilárdsági osztályának meghatározásához ajánlott ($AC_{50}(H)$ jelű beton);
- meghatározták az erőtani számítás eredménye alapján megállapított nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek alapján megkövetelt legkisebb nyomószilárdsági osztály viszonyát;
- értelmezték a nyomószilárdság átlaga és terjedelme viszonzszámának követelményét;
- megadták a Taerwe-féle alulmaradási tényező értékeit $n < 15$ vizsgálati eredményre
- újragondolták a nyomószilárdság kezdeti és folyamatos betongyártás alatt érvényes megfelelőségi feltételeit, az alulmaradási tágasság számításához a Student-féle alulmaradási tényezőt ajánlották;
- az ún. nyomószilárdság-értékelési „D-módszer” bevezetésével lehetőséget adtak a folyamatos betongyártásra a típusvizsgálati eredmények alapján, ha a kezdeti gyártás vizsgálati eredményeinek száma nem elegendő;
- pontosították a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás vizsgálati elfogadásának feltételeit;
- foglalkoztak a szilárdság értékelési feltételeknek a próbatestek alakjától és tárolási módjától való függőségével;
- külön mellékletben szabályozták a beton nyomószilárdság szerinti átadásának-átvételének a gyártás különböző szakaszaiban érvényes feltételeit;
- meghatározták a beton hajlító-húzószilárdsága megfelelőségének feltételeit;
- szigorították a vízzáróság-vizsgálat megengedett behatolási mélység követelményét;
- bevezették a fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának és követelményének új rendszerét;
- szabályozták a metakaolin kiegészítőanyag alkalmazását, beleértve a k-érték elvét is;

- az adalékanyagokra vonatkozó követelményeket új táblázatokban rögzítették;
- a homok, kavics, homokos kavics és visszanyert adalékanyagok Los Angeles és mikro-Deval aprózódási vizsgálatát kötelezővé tették;
- a könnyű adalékanyagokra vonatkozó követelményeket újakkal egészítették ki;
- bővítették az újrahasznosított és a visszanyert adalékanyagok, visszanyert keverővízre vonatkozó ismereteket és követelményeket;
- táblázatos formában ajánlást tettek a cementek környezeti osztályok szerint alkalmazására;
- törölték a szabványból a zúzottkő adalékanyagok közetfizikai csoportjának fogalmát, és a zúzottkövek közetfizikai csoportba sorolásának feltételeit;
- kivették a szabványból a szerkezeti elem tervezési élettartamának és a műtárgy tervezési élettartamának kapcsolatát bemutató NAD 8.1. táblázatot;
- kihagyták a szabványból az MSZ 4798-1:2004 szabvány L mellékletét, mert a beton beépítése az MSZ EN 13670:2010 szabvány tárgyát képezi. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány L melléklete irodalomként továbbra is használható;
- törölték az MSZ 4798-1:2004 szabványban szereplő N mellékletet, amelyben segédletek voltak találhatóak a környezeti osztályok meghatározásához, a 2004. évi és az 1982 előtti szabványok szerinti nyomószilárdsági osztályok kapcsolatának meghatározásához, a régi magyar és az új európai konzisztencia osztályok összevetéséhez, a mérési eredmények precizitása (ismétlési és összehasonlítási feltételek) értelmezéséhez. A visszavont szabvány régi és új konzisztencia osztályok összevetésével foglalkozó N3. és a mérési eredmények precizitásával foglalkozó N4. fejezete irodalomként továbbra is használható.

Az MSZ EN 206:2014 szabványt 2017. június 1-jén felváltotta az **MSZ EN 206:2013+AI:2017** szabvány, amelyben foglalt változásokat az MSZT az MSZ 4798:2016 szabvány álló betűs részének módosításaként ugyanaznap az **MSZ 4798:2016/IM:2017** szabványban jelentette meg. A módosítás mindössze három érdemi változást hozott, ebből kettő a tervezési élettartammal kapcsolatos, a harmadik a tapasztalati szórás képletének alkalmazására vonatkozik:

- az 5.3.2. szakasz (3) bekezdése 3. megjegyzés első mondatát ki kell cserélni arra, hogy rövidebb (például 20 év) vagy hosszabb (például 100 év) tervezési élettartam esetén szigorúbb vagy kevésbé szigorú követelményekre lehet szükség. Ez a mondat a példák megjelölése nélkül eddig is benne volt a szabványban;
- az F mellékletben a (2) bekezdést azzal kell bővíteni, hogy a beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezet élettartama a tervezéstől, a betonösszetételtől és a kivitelezéstől függ. Bár az F1. és NAD F1. táblázat értékei azon a feltételezésen alapulnak, hogy a szerkezet tervezett élettartama legalább 50 év, a beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezet rövidebb (például 20 év) vagy hosszabb (például 100 év) élettartamra való tervezése is lehetséges. Eddig az állt a szabványban, hogy az F1. és a NAD F1 táblázat értékei azon a feltételezésen alapulnak, hogy a szerkezet tervezett élettartama 50 év;
- a 8.2.1.3.2. szakasz (8) bekezdésében a 19. táblázat a) lábjegyzetében be kell írni, hogy több mint 35 vizsgálat eredmény esetén az L mellékletben szereplő (L.1.) képlet érvényes, amely így szól:

$$\sqrt{\frac{\chi_{0,025;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma \leq s_n \leq \sqrt{\frac{\chi_{0,975;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma$$

ahol $\chi_{\alpha,v}^2$ egy $v = n - 1$ szabadságfokú khi-négyzet (chi-négyzet, χ^2) eloszlás α fraktilise. A képlet a szabvány L mellékletében eddig is szerepelt.

Az MSZ 4798:2016 szabvány alkalmazásának tapasztalatai szükségessé tették a szabvány bővítését és némely fejezetének módosítását. A 2017. március – 2017. augusztus között tartott nyolc szabványosítási vitaülés és hat szennyvízes szakértői egyeztetés eredményeképpen 2018. március 1-jén **MSZ 4798:2016/2M:2018** jelzettel, külön szabványmódosításként jelent meg a nemzeti alkalmazási dokumentum második, a dőlt betűs hazai szöveg első módosítása. Az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabványt együtt kell használni az MSZ 4798:2016 szabvánnyal, amelynek fontosabb **módosult fejezetei, illetve szakaszai a következők:**

- az MSZ EN 206 szabványbeli tulajdonságtól eltérő esetben a beton tulajdonságának jelében szerepeltetendő (H) betűjelet újraértelmezték;
- megadták az XD2 környezeti osztály besorolási feltételeinek az agresszív víz kloridtartalmára vonatkozó alsó határértékét;
- pontosították a talajvíz és a talaj szulfáttartalmának meghatározását;
- a monolit beton készítés gyakorlati szempontjait jobban figyelembe véve megváltoztak az XA4(H), XA5(H) és XA6(H) környezeti osztályok követelményértékei, és módosult a szennyvizekkel érintkező betonok környezeti osztályba sorolásának módja;
- XV0(H) jelöléssel új környezeti osztályt kaptak a víznyomásnak ki nem tett, de állandóan nedves környezetben lévő betonok, például talajvízszint feletti alaptestek;
- kiegészítéseket fűztek a beton kloridtartalmának meghatározásához;
- egyértelművé tették a beton és az adalékanyagok fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóságának meghatározását és az XF4 és XF4(H) környezeti osztályban a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat eredményének értékelési módját;
- változott a beton vízfelvételeinek fokozatos vízbemerítéses vizsgálata és a beton vízzáróság-vizsgálati eredményének értékelési módja;
- szabatosabban értelmezték az utókezelési idő számításának módját;
- finomították a beton átadásának feltételeit;
- igazították a beton típusvizsgálatának előírt gyakoriságán;
- pontosították a tanúsítási eljárás, az ellenőrzés és az ellenőrző szervezet fogalmát;
- a módosított szabvány az oldódásos korrózió hatása alatt álló betonok kötőanyagainak alkalmazására és a kötőanyag-, illetve cement-tartalom számítására külön ajánlást tartalmaz;
- a szilikapor hatékonyságát a jövőben $k = 1$ értékkel ajánlott számításba venni;
- pontosították a metakaolin kiegészítőanyag alkalmazásának feltételeit;
- az adalékanyagokra vonatkozó követelményeket tartalmazó táblázatokban néhány megjegyzést kiegészítettek;
- módosultak az újrahasznosított és a visszanyert adalékanyagok, valamint a visszanyert víz és alkalmazásának feltételei;
- az előregyártott termékek vonatkozásában bővített szerepet kaptak a Nemzeti Műszaki Értékelések (NMÉ) és Európai Műszaki Engedélyek (ETA);
- újabb szabványokra való hivatkozásokat helyeztek a szabványba.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

2014-2018 a betonszabványosítás figyelemre méltó időszaka: Az MSZ EN 206-1:2002 honosított európai szabványt az MSZ EN 206:2014, majd az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány, annak nemzeti alkalmazási dokumentumát, az MSZ 4798-1:2004 szabványt az MSZ 4798:2016 szabvány váltotta fel, amely utóbbit kétszer módosították (MSZ 4798:2016/1M:2017, MSZ 4798:2016/2M:2018). E szabványváltozásokat megfelelő tulajdonságú, tartós beton-, vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek létesítése, tervezése és kivitelezése érdekében lapunk hasábjain érdemes áttekinteni.

E cikkben a szabványosítás rendjével, a szabványok hierarchiájával, a honosított európai és a tisztán magyar szabványok viszonyával foglalkoztunk, és felsoroltuk a betonszabvány 2014-2018 közötti jelentősebb változásait. Tervezzük e változások legjelentősebbikeinek jövőbeli részletesebb áttekintését.

6. HIVATKOZOTT SZAKIRODALOM

Balázs L. Gy. – Kausay T. (2005), „Az MSZ EN 206-1 európai betonszabvány és alkalmazása”, *Vasbetonépítés*, VII. évfolyam 2005/3. szám, pp. 106-114.

Kausay T. (2013), „Beton. A betonszabvány néhány fejezetének értelmezése”, *Mérnöki Kamara Nonprofit Kft.*, Budapest, 2015.

MSZT (2015), „Az építési termékek CE-jelölése lépésről lépésre.”, *Magyar Szabványügyi Testület*, Budapest, 2015.

7. HIVATKOZOTT RENDELETEK, SZABVÁNYOK

275/2013. (VII.16.) Korm. „Rendelet az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól” *Magyar Közlöny*. 2013. évi 122. szám.

305/2011/EU „Az Európai Parlament és a Tanács rendelete az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról és a 89/106/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről (2011. március 9.)” *Európai Unió Hivatalos Lapja* I. 88/5 kötet (2011. április 4.)

765/2008/EK „Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a termékek forgalmazása tekintetében az akkreditálás és piacfelügyelet előírásainak megállapításáról és a 339/93/EGK rendelet hatályon kívül helyezéséről (2008. július 9.)” *Európai Unió Hivatalos Lapja* L 218/30 kötet (2008. augusztus 13.)

MSZ EN 197-1:2011 „Cement. 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei”

MSZ EN 197-2:2014 „Cement. 2. rész: A megfelelőség értékelése”

MSZ EN 206-1:2002 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség” Visszavont szabvány

MSZ EN 206-9:2010 „Beton. 9. rész: Kiegészítő szabályok öntömörödő betonhoz” Visszavont szabvány

MSZ EN 206:2014 „Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség” Visszavont szabvány

MSZ EN 206:2013+A1:2017 „Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség”

MSZ EN 450-1:2013 „Pernye betonhoz. 1. rész: Fogalom meghatározások, követelmények és megfelelőségi feltételek”

MSZ EN 450-2:2013 „Pernye betonhoz. 2. rész: A megfelelőség értékelése”

MSZ EN 934-1:2008 „Adalékszerek betonhoz, habarcszhoz és injektálóhabarcszhoz. 1. rész: Közös követelmények”

MSZ EN 1008:2003 „Keverővíz betonhoz. A betonkeverékhez szükséges víz mintavétele, vizsgálata és alkalmasságának meghatározása, beleértve a betongyártási folyamatból visszanyert vizet is”

MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai”

MSZ EN 1991-1-1:2005 „Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei”

MSZ EN 1992-1-1:2010 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”

MSZ EN 1992-1-2:2013 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra”

MSZ EN 1992-2:2009 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok”

MSZ EN 1992-3:2011 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Folyadéktartályok és tárolószerkezetek”

MSZ EN 1994-1-1:2010 „Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”

MSZ EN 1994-1-2:2013 „Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra”

MSZ EN 1994-2:2009 „Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 2. rész: Általános és a hidakra vonatkozó szabályok”

MSZ EN 10080:2005 „Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények”

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 „Kőanyag-halmazok (adalékanyagok) betonhoz”

MSZ EN 12878:2014 „Pigmentek cement- és/vagy mészalapú építőanyagok színezésére. Műszaki követelmények és vizsgálati módszerek”

MSZ EN 13055:2016 „Könnyű kőanyag-halmazok”

MSZ EN 13263-1:2005+A1:2009 „Szilikapor betonhoz. 1. rész: Fogalom meghatározások, követelmények és megfelelőségi feltételek”

MSZ EN 13263-2:2005+A1:2009 „Szilikapor betonhoz. 2. rész: Megfelelőségértékelés”

MSZ EN 13369:2013 „Előre gyártott betontermékek általános szabályai”

MSZ EN 13670:2010 „Betonszerkezetek kivitelezése”

MSZ EN 13877-1:2013 „Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok”

MSZ EN 13877-2:2013 „Betonburkolatok. 2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei”

MSZ EN 14889-1:2007 „Szálak betonhoz. 1. rész: Acélszálak. Fogalom meghatározások, előírások és megfelelőség”

MSZ EN 14889-2:2007 „Szálak betonhoz. 2. rész: Polimer szálak. Fogalom meghatározások, előírások és megfelelőség”

MSZ EN 15167-1:2007 „Örölt, granulált kohósalak betonban, habarcsban és injektálóhabarcsban való felhasználásra. 1. rész: Fogalom meghatározások, előírások és megfelelőségi feltételek”

MSZ EN 15167-2:2007 „Örölt, granulált kohósalak betonban, habarcsban és injektálóhabarcsban való felhasználásra. 2. rész: A megfelelőség értékelése”

MSZ 4737-1: 2013 „Különleges cementek. 1. rész: Mérsékelt szulfátálló cementek”

MSZ 4737-2:2013 „Különleges cementek. 2. rész: Fehércementek”

MSZ 4798-1:2004 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon” Visszavont szabvány

MSZ 4798:2016 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MSZ 4798:2016/1M:2017 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MSZ 4798:2016/2M:2018 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MSZ 24803-1:2012 „Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 1. rész: Általános előírások”

MSZ 24803-6-3:2010 „Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 6-3. rész: Monolit beton- és vasbeton szerkezetek. A helyi alakhűség és a felületi állapot követelményei”

NF P18-513 „Addition pour béton hydraulique. Métakaolin. Spécifications et critères de conformité. Métakaolin, addition pouzzolanique pour bétons”

prEN 10138-1:2000 „Prestressing steels. Part 1 „General requirements”

prEN 10138-2:2000 „Prestressing steels. Part 2: Wire”

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, mérnöki matematikai szakmérnök PhD, Dr. habil., egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék vezetője, a műszaki tudomány kandidátusa. Fő kutatási területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), roncsolásmentes vizsgálatok. Speciális betonok és betétek: szálerősítésű betonok (FRC), nem acélanyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, HPC, UHPC, LWC. Tűzállóságra való tervezés, tűzállóság fokozása. Fagyállóság fokozása. Kémiai ellenállóképesség fokozása. Tartósság. Használati élettartam. Fenntartható építés. Erőátadás betonban, vasbeton tartók repedezettségi állapota. Fáradás. Lökésszerű terhelés. Nukleáris létesítmények. A *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) elnöke (2011-2012), jelenleg tiszteletbeli elnöke. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. Az Int. PhD Symp. in Civil Engineering alapítója. A *fib* Com 9 „Dissemination of knowledge” elnöke.

Dr. Kausay Tibor (1934) okl. építőmérnök (1961), vasbetonépítési szakmérnök (1967), egyetemi doktor (1969), a műszaki tudomány kandidátusa (1978), Ph.D. (1997), címzetes egyetemi docens (1985), címzetes egyetemi tanár a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszéken (2003), a *fib* Magyar Tagozat tagja (2000), az MTA gróf Lónyay Menyhért emlékérmese (2003), a Palotás László-díj birtokosa (2015). Tevékenysége a betontechnológiai és a kő- és kavicsipari kutatásra, fejlesztésre, szakértésre, oktatásra, szabványosításra terjed ki. Publikációinak száma mintegy 220.

CONCRETE TYPES, TERMINOLOGY, NOTATIONS, ACTUALITIES

Specifications to some of the chapters of the concrete standards MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 and MSZ 4798:2016/2M:2018

PART 1. SYSTEM OF STANDARDIZATION, CHANGE OF CONCRETE STANDARDS BETWEEN 2014 AND 2018

György L. Balázs – Tibor Kausay

Already more than thirteen years have been passed after the presentation of the European Concrete Standard MSZ EN 206-1:2002 and its Hungarian National Application Document MSZ 4798-1:2004 in the Journal VASBETONÉPÍTÉS (Balázs, Kausay, 2005) and five years after the appearance of the book by Kausay (2013). These Standards needed to be updated after a decade both in Europe and in Hungary based on the new experiences. MSZ EN 206-1:2002 Standard is substituted by MSZ EN 206:2014 and MSZ EN 206:2013+A1:2017. These required the change of MSZ 4798-1:2004 Hungarian National Application Document for MSZ 4798:2016 and MSZ 4798:2016/1M:2017 by considering recent aspects of concrete technology and further specified in MSZ 4798:2016/2M:2018. Present series of articles are about the modifications of concrete Standards in the period of 2014 to 2018 in Hungary.

CORRUGATED-STEEL-WEB BRIDGES

fib BULLETIN 77

Title: Corrugated-steel-web bridges

Category: State-of-the-art report

Year: 2015

Pages: 110

Format approx. DIN A4 (210x297 mm)

ISBN: 978-2-88394-117-5

Abstract:

To date, very little has been published on the topic of corrugated-steel-web bridges. *fib* Bulletin 77 offers the global engineering community a first complete overview of this fascinating technology.

The shear capacity of corrugated-steel web began to be studied in Japan in 1965 and resulted in the use of corrugated steel in steel-girder webs as a replacement for web stiffeners. After Japan laid the groundwork for the technology, France built the first composite bridge with corrugated-steel webs and upper and lower concrete slabs in the 1980s. Composite bridges had already been popular in France but engineers found that concrete slab creep meant that prestressing force spread into the steel plates, causing high losses. Corrugated-steel web, which reduces axial stiffness, was welcomed as a solution to this problem and several bridges were designed and built with this technology.

Building on France's composite technology, Japan began developing corrugated-web precast box-girder bridges in the 1990s and today has over 140 corrugated-web bridges, by far the largest number for any country in the world. Japanese engineers have come a long way in solving issues such as fatigue and ultimate load behaviour and have made good use of corrugated-steel web's advantages for bridge building, which include reduced self weight (of approximately 15% compared with the weight of an ordinary concrete box-girder bridge), economy and improved construction processes.

fib Bulletin 77: Corrugated-steel-web bridges covers numerous examples of bridges in Japan and France as well as an in-depth case study and analysis of a large corrugated-steel-web bridge in Germany. This publication offers designers, proprietors, contractors and architects alike relevant technical and theoretical information on construction processes along with ideas for future development.



PRE-CAST CONCRETE BUILDINGS IN SEISMIC AREAS

fib BULLETIN 78

Title: Pre-cast concrete buildings in seismic areas

Category: State-of-art report

Year: 2016

Pages: 273

Format approx. DIN A4 (210x297 mm)

ISBN: 978-2-88394-118-2

Abstract:

This document has a broad scope and is not focussed on design issues. Precast construction under seismic conditions is treated as a whole. The main principles of seismic design of different structural systems, their behavior and their construction techniques are presented through rules, construction steps and sequences, procedures, and details that should lead to precast structures built in seismic areas complying with the fundamental performance requirements of collapse prevention and life safety in major earthquakes and limited damage in more frequent earthquakes.

The content of this document is largely limited to conventional precast construction and, although some information is provided on the well-known "PRESSS technology" (jointed ductile dry connections), this latter solution is not treated in detail in this document.

The general overview, contained in this document, of alternative structural systems and connection solutions available to achieve desired performance levels, intends to provide engineers, architects, clients, and end-users (in general) with a better appreciation of the wide range of applications that modern precast concrete technology can have in various types of construction from industrial to commercial as well as residential. Lastly, the emphasis on practical aspects, from conceptual design to connection detailing, aims to help engineers to move away from the habit of blindly following prescriptive codes in their design, but instead go back to basic principles, in order to achieve a more robust understanding, and thus control, of the seismic behaviour of the structural system as a whole, as well as of its components and individual connections.



BALOGH BÉLA 65. SZÜLETÉSNAPIJÁRA



Született 1953. április 8-án, Budapesten. A Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán szerzett diplomát 1977-ben, majd acélszerkezeti szakmérnöki diplomát 1985-ben.

1977-től 2001-ig dolgozott az Ipartervben statikus tervezőként, 1996-tól műteremvezetőként. Ebben az időszakban készült tervezések: 6-10000 tonnás fémsíló telepek (1977-1989); takarmánykeverő üzemek Algériában (1985); rizssíló telepek Laoszban és Marokkóban (1986-1988); a Deutsche Bundesbahn új központi épületének (Frankfurt am Main) kiviteli tervei (1991-1992); Holland nagykövetség Budapest (1994); PSAG Salzgitter acélmű, ötvöző állvány acélszerkezet (1995); autószalonok Budapesten (Honda, Nissan, Citroen, Mazda) (1997-1998); Grundfos raktárcsarnok és irodaház Törökbálint (1997); Amerikai Iskola, Nagykovácsi (1998); Országos Orvosrehabilitációs Intézet „B” épület (1999); Árkád Örs vezér tere bevásárlóközpont (2000).

2001-től 2011-ig a 3B Kft ügyvezetője. Ez alatt az idő alatt megépült fontosabb épületek: APEH irodaház (Bp, IX. Vaskapu u.) (2001); ERKEVI irodaház és raktárcsarnok Budaörs (2002); OBO Bettermann Kft. horganyzóüzeme és munkásszállója, Buggy (2002-2003); Bírósági Továbbképzési Központ Budapest (Bp. XII. Tóth Lőrinc u.) (2003-2006); Creaton cserépgyár,

Lenti (2004); Árkád Győr bevásárlóközpont (2005); Krüllung irodaház (Bp. III. Reményi Ede u.) (2005); Bp. VI. Andrassy út 23., épületrekonstrukció (2006); BIF, Bp. III. Polgár u. 8-10. iroda és parkolóház (2007); Uzsoki utcai kórház, rekonstrukció (2007); Árkád Örs vezér tere II. ütem és Árkád Szeged engedélyi és tender terv (2008); Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, MAG-ház (2009); Kecskemét, Mercedes gyár, HKS épület (2010); kórházak kiviteli terveinek ellenőrzése (Kaposvár, Debrecen, Győr) (2010); Debrecen, Repülőtér, cargo és logisztikai bázis (2011).

2011-től napjainkig az ASA Építőipari Kft. tervezési vezetője. Feladataik: raktárcsarnokok, logisztikai központok, ipari létesítmények gyártmányterveinek készítése, nagy magasságú (EGLO, Pásztó, 25,0 m belmagasság), nagy fesztávolságú (Quality Pack, Szikszó 44,0 m) feszített szerkezetek, stadionok (Debrecen, MTK, Haladás, Puskás Stadion) gyártmánytervezése.

A Mérnöki Kamara kiadásában készült „Magasépítési létesítmények ellenőrző erőtanai számítása az MSZ EN szerint I.-II.” és az „Alapozások és Földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN szerint” című tervezési segédletek egy-egy fejezetének társszerzője.

A *fib* Magyar Tagozata szeretettel köszönti születésnapja alkalmából.

L. É.

BETONTECHNOLÓGUS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS A BME ÉPÍTŐMÉRNÖKI KARÁN 2019-2020

A BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék szervezésében induló négy féléves kurzusra várjuk az érdeklődő kollégák szíves jelentkezését

A betonnal szembeni fokozott elvárások (pl. nagy szilárdság, tartósság, veszélyes hulladékok tárolása stb.), a speciális igényeket kielégítő betonok kifejlődésének és az európai szabványok megjelenésének hatására a betontechnológia jelentősége egyre nagyobb hangsúlyt kap és érdeklődésre tart számot napjainkban.

A BME ÉMK *Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék* a diplomával záruló **Betontechnológus Szakirányú Továbbképzése** a betontechnológia körébe tartozó legújabb ismeretek átadásával kívánja segíteni a praktizáló kollégákat. Saját, jól felfogott érdekében minden cégnek rendelkeznie kell jó betontechnológussal.

A továbbképzés célja, hogy a résztvevők megszerezzék a legfrissebb betontechnológiai ismereteket. Ennek érdekében a hallgatók a betontechnológiai módszerek mellett elmélyedhetnek a speciális tulajdonságú betonok témakörében, a betonalkotók anyagtanai kérdéseiben, az építőanyagok újrahaznosításában, a környezetvédelmi kérdésekben, a betonstruktúra elemzésében és annak hatásában a tartósságra, a diagnosztika nyújtotta lehetőségekben – aminek eredményei megfelelő javítási vagy megerősítési mód kiválasztását teszik lehetővé, a mély és magasépítési szerkezetek betontechnológiai szempontból jelentős tervezési és kivitelezési kérdéseiben –, a betongyártás és előregyártásban, a minőségirányítás és minőségbiztosítás módszereiben, valamint áttekintést kapnak a vasbetonépítésben megjelent legújabb anyagokról is a tanfolyamon.

Mindezen ismereteknek még fokozottabb jelentősége van az MSZ EN 206:2014 európai betoni szabvány és az MSZ 4798:2016 *“Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”* szabvány megjelenése óta.

A tananyag egymásra épülő rendszerben áttekinti a betontechnológiához szükséges összes ismeretanyagot, valamint a hozzájuk kapcsolódó jogi, gazdasági és vezetélméleti kérdéseket.

A négy féléves képzés (legalább szakirányú BSc diplomával) levelező rendszerben történik – félévenként 3-3 konferenciahat általában hétfő 10.00-tól csütörtök 16.00-ig – amely az utolsó félévben szakdolgozat készítéssel zárul.

A következő tanfolyam kezdete: 2019. február.

Jelentkezési határidő: 2019. január 20.

A jelentkezéshez kérjük csatolja:

- a végzettséget igazoló oklevél másolatát,
- 2 db igazolványképet,
- eredeti hatósági erkölcsi bizonyítványt
- szakmai önéletrajzot.

További információ, ill. kérdés esetén forduljon Sánta Gyulánéhoz (tel: (1) 463-4068, e-mail: titkars@eik.bme.hu).

A tanfolyam részletes leírása és a jelentkezési lap a

<http://www.em.bme.hu/em/betontechnologus> internetes oldalon található.

Dr. Balázs L. György, tanszékvezető, tanfolyamvezető tanár
balazs.gyorgy@epito.bme.hu



BETONMIX

Szálerősítéssel betonok

Tervezés

Betontechnológia

Szakértés

Diagnosztika

Ipari padlók

Térbetonok

Betonszerkezetek

Hibajavítás

- optimális javítási technológia kidolgozása
- szakvélemény
- javítás kivitelezése, felügyelete



Georadar

- akár 6 méter mélységig
- geotechnikai anomáliák meghatározása
- aknák és üregek helyének meghatározása
- vasalás becslés

+36 30 377 8629

BETONMIX@BETONMIX.HU

WWW.BETONMIX.HU

A JÖVŐT ÉPÍTJÜK



A-HÍD ZRt.
H-1138 BUDAPEST
KARIKÁS FRIGYES U. 20.

www.ahid.hu



A-HÍD