

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

Dr. Lenkei Péter

... és akik utánunk jönnek

2

Dr. Balázs György –
Kopecskó Katalin
**A beton kloridion megkötő
képessége**

4

Dr. Dulácska Endre – Simon Tamás

**Vasbeton kéregzsalu és a
rábetonozás együttdolgo-
zása vízszintes teherviselő
felületelemeknél**

10

Dr. Zsigovics István

**Öntömörödő beton, a
betontechnológia legújabb
forradalma**

1. Fogalmak és vizsgálati módok

17

Dr. Pótáné Palotás Piroska –

Dr. Loykó Miklós

**A 2002. évi Palotás László-
díjak átadása**

25

**Palotás László-díjat kaptak
2002-ben**

Polgár László

26

Dr. Kiss Zoltán

28

2003/1

V. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

asa
ÉPÍTŐIPARI KFT.

1036 Budapest, Lajos u. 160-162.

Tel.: 240-5455

Fax: 439-0309

439-0310

E-mail: info@asa.hu

Vasbeton előregyártó üzem:

6800 Hódmezővásárhely, Erzsébeti út 9.

Tel.: 06-62/241-257; 06-62/241-511

06-62/534-825

Fax: 06-62/533-300

E-mail: asahmvh@asahmvh.hu

Cégünket 1990-ben alapítottuk az ipari építésben addig vezető szerepet játszó 31. Sz. Állami Építőipari Vállalat dolgozóiból.

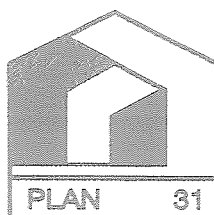
2002. évi átlaglétszámunk 300 fő volt. Az alaptőke jelenleg 208 500 000 Ft, amit 81 magánszemély jegyzett.

2002. évben ca. 250 000 m² épület-szerkezetet és mintegy 400 000 m² ipari betonpadlót készítettünk.

FŐ SZAKTERÜLETÜNK:

- Előregyártott vasbeton vázszerkezet gyártása, helyszíni szerelése
- Ipari padló készítése
- Generál kivitelezés
- Fővállalkozás

Tervezési feladatok ellátása, ipari vasbeton szerkezetek, ipari padlók fejlesztése.



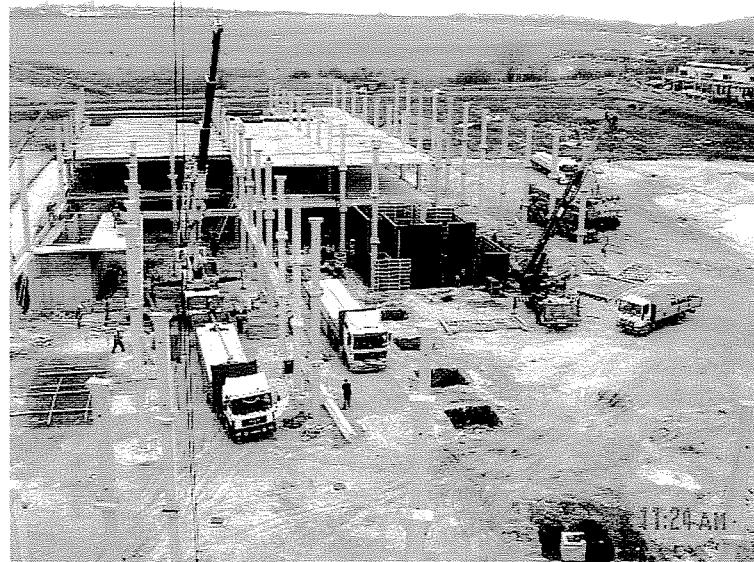
PLAN 31 MÉRNÖK KFT.

1052 Budapest,

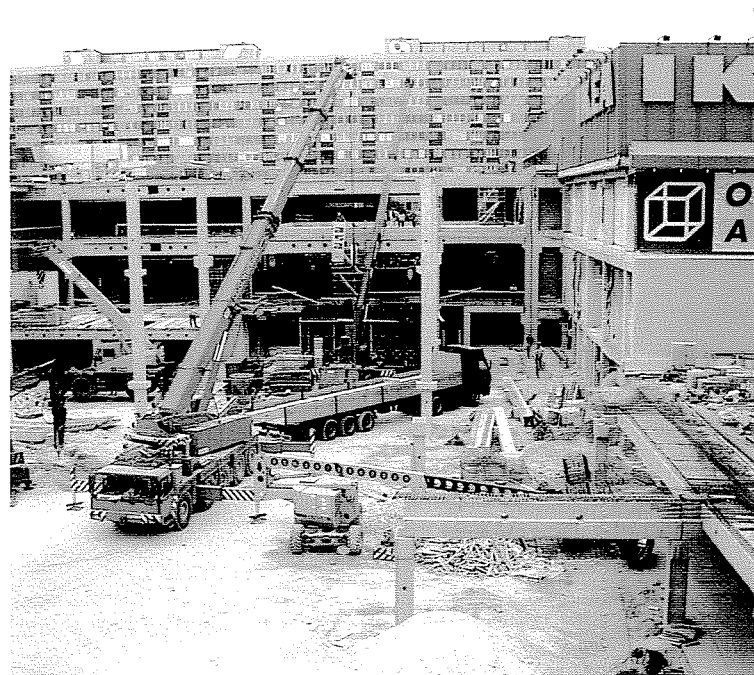
Semmelweis u. 9.

Telefon: 266-1820

Telefax: 266-1821



KIKA, Budaörs, 2003



IKEA, Örs Vezér tere, 2002



Bosch, Miskolc, 2002

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Madaras Botond

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antónia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

Dr. Träger Herbert

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kapnak.)

Alapító: a fib Magyar Tagozata

Kiadó: a fib Magyar Tagozata

(fib = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

BME Építőanyagok és Mérnökgeol. Tansz.

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

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

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

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Damokos Ádám

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1000 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4000 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a fib Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 120 000 Ft,

belső borító: 100 000 Ft.

A hirdetések felvétele:

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

Címlapfotó:

Irodaház és felüljáró áthatása,

Osaka, Japán

Készítette: Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

2 Dr. Lenkei Péter
... és akik utánunk jönnek

4 Dr. Balázs György – Kopecskó Katalin
A beton kloridion megkötő képessége

10 Dr. Dulácska Endre – Simon Tamás
**Vasbeton kéregzsalu és a rábetonozás
együttműködésének vízszintes teherviselő
felületelemeknél**

17 Dr. Zsigovics István
**Öntömörödő beton,
a betontechnológia legújabb
forradalma**
1. Fogalmak és vizsgálati módok

25 Dr. Pótáné Palotás Piroska – Dr. Loykó Miklós
A 2002. évi Palotás László-díjak átadása

26 Palotás László-díjat kaptak 2002-ben:
**Polgár László
Dr. Kiss Zoltán**

30 Személyi hírek
**Dr. György László 80 éves
Dr. Mistéth Endre 90 éves**

32 100 éves lenne az Erzsébet híd

A folyóirat támogatói:

Ipar Műszaki Fejlesztésért Alapítvány, Vasúti Hidak Alapítvány,
EMI Kht., Hidépítő Rt., MÁV Rt., MSC Magyar Scetauroute
Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeleiderer Lábatlani Vasbetonipari Rt.,
Pont-Terv Rt., Uvaterv Rt., Mélyépterv Komplex Mérnöki Rt., Hidtechnika Kft.,
Techno-Wato Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft., BVM Épelem Kft., CAEC Kft.,
Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., Union Plan Kft.,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke,
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke



Egy bizonyos életkor után az ember próbálja maga elé képzelni, hogy mi vár az utána következő mérnök nemzedék(ek)re. Természetesen ez nehéz feladat, hiszen a történészek még a múlt értékeléséről is vitáznak, hát akkor mennyivel élesebb és hosszabb vitákat lehet folytatni a jövőről. Legegyszerűbb talán a várható kihívásokból és az azokra adható válaszokból kiindulni.

Úgy gondolom, hogy a legnagyobb kihívást az oktatás minden szintjén megjelenő problémák képezik. Sajnos ezek megoldása nem rövid távú feladat.

Kezdeni a közoktatással illik. Számunkra, akik a felsőoktatásba bekerülő fiatalokkal foglalkozunk – és talán a szülők számára is – egyértelmű, hogy nincs meg a közoktatásban a helyesnek vélt arány a lexikális tudás és a készségfejlesztés között. Az évszámok tudása nem segít a mérnöki gondolkodás kifejlesztésében. Mindnyájan tisztában vagyunk az általános műveltség fontosságával, de ez nem okozhat aránytalanságokat a lexikális tudás és a készségfejlesztés, ill. a humán és a természettudományos képzés között az utóbbiak kárára (pl. a jelenlegi tervek szerint a matematikán kívül nem lesz kötelező vagy választható természettudományos tárgy az érettségig). Miért szakbarbár a mérnök, ha nem ismeri fel valamilyen darab vagy zenemű szerzőjét azonnal, és miért nem szakbarbár a fordító (Discovery csatorna WTC film), ha gerendát mond oszlop helyett, vagy a középiskolai tanár, ha nem tudja, mi a különbség az építész és az építőmérnök között?

Fájó pont a nyelvi képzés helyzete is. Ha összehasonlítjuk, hogy egy átlagos (és ez a többség) közoktatási intézményben érettségizett hallgató 10-12 év alatt összesen hány órában tanult idegen nyelve(ke)t és ennek ellenére milyen kezdetleges nyelvi tudással kerül be a felsőoktatásba, akkor érezzük igazán ennek a problémának a súlyosságát. Még rosszabb a helyzet, ha közoktatási nyelvtanításunk eredményességét más kis nemzetekével (holland, dán, finn stb.) hasonlítjuk össze.

Nem célozom a szervezési problémákkal foglalkozni, de sokak számára bőnek tűnik a választék a különböző rendszerek (8+4, 6+6, 4+8, 12 osztályos képzés) között.

Különösen fájó a kreatív gondolkodás fejlesztésére, az orientációs képesség kialakítására és a feladatok megoldására való felkészítés gyengesége.

Tévedés ne essék, szép számmal vannak elit iskolák a közoktatásban, ahol ezek a problémák nem, vagy csak kis mértékben jelentkeznek, de sajnos nem ez a többség.

Érzem és tudom, hogy ezeknek az általam fontosnak tartott problémáknak a megoldása részben hosszú távú feladat, de nekünk erre a közoktatási szintre kell(ene) a felsőoktatásban építkeznünk.

A felsőoktatás maga is alapvető nehézségekkel küzd. Elég itt a tömegképzés és elitképzés sokszor ragozott kérdésére utalni. Ma már olyan sok hallgatót fogad az egyre kisebb létszámú és öregedő felsőoktatási oktatói kar, hogy a hallgatókkal való személyes foglalkozás (a fakultatív tárgyak esetét kivéve) inkább kivétel, mint szabály. Sajnos nem általános ma már az a sokszor „megénekelt” és nosztalgikus visszaemlékezésekben szereplő mester-tanítvány kapcsolat. Van ebben persze szerepe a hallgatói magatartásnak is, erre példa, amikor a hallgató bejön a tanszékre és a profiól, aki mellesleg a tárgy előadója, kérdezi meg, hogy hol találja meg a tárgy előadóját.

A bolognai folyamat a másik nagy kérdéskör. Tagadhatatlan, hogy az egységes európai felsőoktatás, ezen belül az egy-

séges európai mérnökképzés nagy kihívást jelent minden ország, minden európai felsőoktatási intézmény számára. Ez nagyban elősegítené az országok közötti hallgatói és oktatói mobilitást, az országokon belüli mobilitásról nem is beszélve. Ugyanakkor ez évtizedek, lehet hogy évszázadok óta működő rendszerek újra gondolását jelenti. A tananyagok ehhez szükséges gyökeres megújítása nehezen feldolgozható az amúgy is túlterhelt oktatók jó része számára.

Általános probléma még a gyakorlati képzés helye, súlya és megvalósíthatósága a mérnökké válásban. Ez a probléma szorosan összefügg a gazdasági szféra helyzetével és fogadókészségével, ill. a felsőoktatási intézmények ettől függő finanszírozásával.

A fentieket átgondolva nehéz optimistának lenni a jövő mérnökök képzése szempontjából. Az említett kihívásokra adandó válaszok kidolgozásában részt kell vennünk, de látnunk kell, hogy a döntés végső soron nem a mi kezünkben van.

Ahol talán a legtöbb konkrét feladatunk lehet, az a 3L-lel (Life Long Learning) jelölt élethosszig tartó képzés, vagy ahogy régebben mondták: a jó pap holtig tanul. Úgy gondolom, hogy az intézményes mérnök továbbképzés, a mesteriskolák és a szakmai kamarák és egyesületek nyújtotta lehetőségek mellett elsősorban az önművelés, az irodalom, az Internet, a szakmai konferenciák és a személyes kapcsolatok azok, amelyekre a jövő mérnöke támaszkodhat. E lehetőségnek is alapfeltétele a jó mérnökképzés, az aktív idegen nyelvtudás és nem utolsósorban a tapasztaltabb kollégák segítségével.

A szakmánkat érintő kihívások tekintetében már az oktatásnál is több feladatunk adódik. Ezen a területen a legfőbb kihívásnak a napjainkban oly gyorsan változó világot érzem. A teljesség igénye nélkül ezek közül néhányat, véleményem szerint a legmeghatározóbbakat szeretném megemlíteni.

Az informatikai társadalom kialakulása meghatározó hatást gyakorol a mérnökképzésre és a mérnöki munkára. Tagadhatatlan, hogy az informatika egyre több helyen válik életünk, munkánk szerves részévé, bármennyire is tetszik, vagy nem tetszik ez nekünk. Olyan távlatok, olyan lehetőségek nyílnak meg a mindennapi mérnöki munkában a számítástechnika alkalmazásával, amelyekről évtizedekkel, sőt évekkel ezelőtt még álmodni sem lehetett. Aki ma a számításokat, a rajzokat, a kivitelezési programokat, a kísérleteket még „gyalog” végzi, az lemarad időben, lemarad gazdaságilag annak ellenére, hogy munkájába több energiát fektet, mint versenytársai.

Ezzel kapcsolatban a legnagyobb kérdés, hogy a mérnöki kreativitás ezentúl valamiféle számítástechnikai „akrobatikát” fog jelenteni, vagy valamilyen változó formában, de megmarad szakmánk legfontosabb követelményének. Tulajdonképpen ez az a nagy kérdés, ami mindenkit foglalkoztat, nevezetesen, hogy a gondolkodó számítógép tudni fogja-e helyettesíteni az embert, jelen esetben a mérnököt vagy nem. Erre hosszútávon nehéz feleletet adni, azonban középtávon a válasz nagy valószínűséggel a nem. Ezért továbbra is szükségét érzem annak a készségnek a kifejlesztését a tartószerkezetekkel foglalkozó mérnököknél amely az anyag és a szerkezet viselkedésének megértéséből és annak figyelembe vételéből indul ki. Nem mellékes szempont, hogy enélkül a számítógép által végzett bonyolult számítások és rajzok ellenőrzése, az esetleges hibák lokalizálása lehetetlen. Mondom ezt annak

ellenére, hogy ma már a számítógép valóban nem csak eszköz, függetlenül attól, hogy sokan még ma is csak annak tekintik.

A következő nagy kihívás sokat emlegetett belépésünk az Európai Unióba. Vallom, hogy hazánk mindig európai ország volt, történelmünk viszontagságai ellenére. Ugyanakkor az idegen nyelvtudás szintjének fejlesztésében, az európai szabályok megismerésében és alkalmazásában rengeteg tennivalónk van. Példaképpen az Eurocode-okat említhetem. Annak ellenére, hogy ezek alapvető filozófiája ugyanaz, mint a nálunk 1951 óta érvényben lévő szabványoké, de a részletekben, az egyes eljárásokban, a jelölésekben már komoly különbségek vannak.

Egy ilyen áttekintésben nem szabad elmenni amellett az alapvető változás mellett, ami az utóbbi évtizedekben az anyagok és szerkezetek fejlesztésében szakterületünkön végbement. Elég itt a nagyszilárdságú betonokra, a műanyagok alkalmazására, a rekord-döntő magasságú épületekre, feszítávú hidakra, hosszúságú alagutakra utalni. Ezek mindegyike régi és most megvalósult álma az építőknél, de talán az egész emberiség-

nek. Itt is fontos a mérnöki alkotó képesség, orientációs készség, a realitások talaján maradás.

A szerkezettervezés és építés egyrészt a hagyományokra épül, másrészt az újra is nyitott, a változásokat befogadni képes tevékenység. Ez egy olyan felelősségteljes és kezdeményező kész tevékenység, amely a biztonság, a gazdaságosság és a környezetvédelem komplex követelményeit mindig szem előtt tartja.

Összefoglalva úgy érzem, hogy a jövő mérnökeinek tudni kell eligazodni és helyt állni változó világunkban. Mindez akkor lehet sikeres, ha a már működő mérnökök nemzedéke(i) segítenek abban, hogy azokban akik utánunk jönnek a hivatástudat, a szakmaszeretet, a kulturált és etikus magatartás kialakuljon. Ez természetesen csak színvonalas csapatmunka keretében oldható meg. Ehhez kívánok minden fiatal pályatársunknak sikereket szakmájukban és életük többi területén is.

Dr. Lenkei Péter,
a műszaki tudomány doktora,
PTE PMMFK

ELKÉSZÜLT AZ MSZ EN 206-1:2002 EURÓPAI BETONSZABVÁNY NEMZETI ALKALMAZÁSI DOKUMENTUMÁNAK TERVEZETE

A Magyar Betonszövetség megbízásából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén Dr. Balázs L. György vezetésével megalakult a Beton Bizottság. A bizottság több hónapos munkával elkészítette az EN 206-1 betonszabvány Nemzeti Alkalmazási Dokumentumát (NAD). A munka költségeit a Magyar Betonszövetség tagjainak hozzájárulásából fedezi, mely előre láthatóan több mint 10 millió forint lesz. Az elkészült munkaközi anyagot a betonos szakma képviselői, szakemberei részére véleményezés céljából átadjuk. Célunk az, hogy olyan szabályozás lépjen hatályba mely széleskörű szakmai konszenzuson alapul. A kiadásra kerülő MSZ EN 206-1:2002 NAD (2003) szabvány anyag munkaközi példány, amely egybeszerkesztett (álló betűvel az eredeti szabvány, dőlt betűvel a NAD) formában, a 2003. február 4-i állapotot tükrözi.

Ezen munkaközi anyagot a Magyar Betonszövetség az érdeklődők részére e-mailen vagy floppy lemezen biztosítja. A *Magyar Betonszövetség* címe:

1117 Budapest, Budafoki út 215.

Tel/fax: (1) 204-1866

e-mail: info@beton.hu

Felkérjük az érdeklődőket, hogy véleményüket kiadott szabványszöveg formához igazodva, a javasolt változtatásokat jól követhető módon jelölve, állítsák össze. A módosító javaslatokat 2003. április 9-ig kérjük megküldeni a következő címre:

Dr. Balázs L. György egyetemi tanár, tanszékvezető

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

1111. Budapest, Műegyetem rakpart 3.

Tel: (1) 463-4068,

Fax: (1) 463-3450

e-mail: balazs@vbt.bme.hu

A Beton Bizottság a megküldött véleményeket kiértékeli, és szükség szerint a szabványszövegébe beépíti. 2003. május első felében tervezzük a szabvány lezáró vitáját egy nyilvános szakmai vitanap keretében. A pontos időpontot később adjuk közre, hirdetjük meg, ezekben a szakmai egyesületeken és folyóiratokon keresztül.

Ezt követően a Szabvány Tervezetet kiadás céljából az MSZT-nek átadjuk.

Dr. Balázs L. György
Beton Bizottság vezetője



Szilvási András
ügyvezető



A BETON KLORIDION MEGKÖTŐ KÉPESSÉGE



Dr. Balázs György – Kopecskó Katalin

Kloridion vagy készítéskor, a beton alkotóival, vagy leggyakrabban a közutak téli sózása által kerül a vasbeton szerkezetekbe. Mivel a téli sózás során – kezdetben – világviszonylatban nagy korróziós károk keletkeztek, ezért a kutatók arra törekedtek, hogy az acélbetét korróziójának a mechanizmusát megismerjék. Ez ad lehetőséget a megelőzésre, védelemre. E kutatásnak két fő iránya van. Az egyik a cement által megköthető kloridion-tartalom feltételeinek meghatározása. A másik az acélbetét korrózió kezdeti feltételeinek a kikutatása. Továbbiakban azokat a kutatásokat foglaljuk össze, amelyeket az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék a kloridkötéssel kapcsolatban végzett.

Kulcsszavak: acélbetét korróziója, téli sózás, beton kloridkötése, cementkő kloridkötése, kloridkötés mechanizmusa

1. BEVEZETÉS

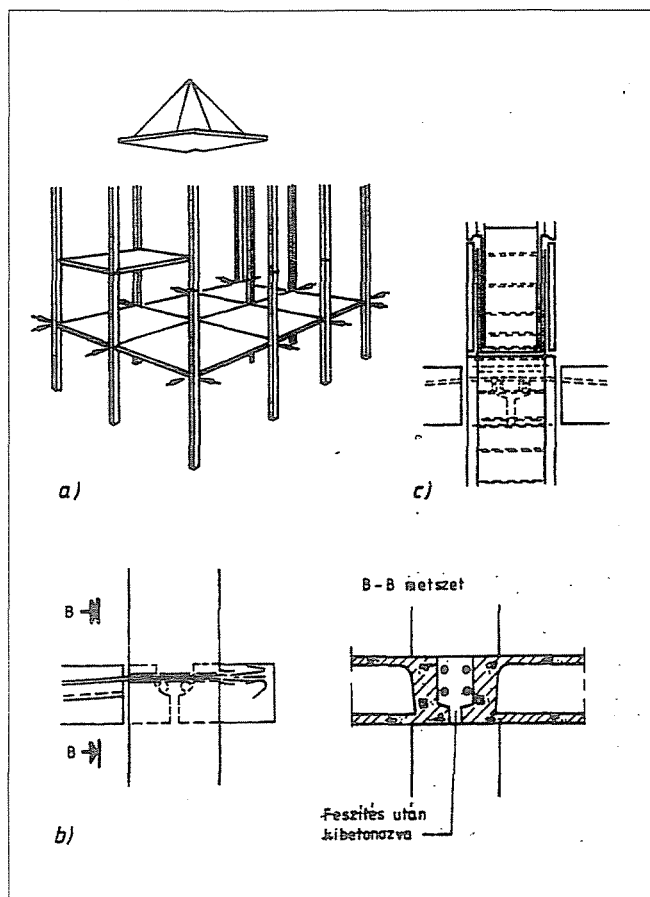
A betonba következőképpen kerülhetnek kloridionok:

- a beton alkotói (cement, víz, adalékanyag vagy adalékszer) által,
- közutak téli jégtelenítő sózása révén,
- tengervízből,
- tüzesetek során (pl. PVC bomlása).

Továbbiakban csak az első két esettel foglalkozunk.

A kalcium-klorid adalékszer a cement kötési idejének és a természetesen szilárduló beton szilárdulásának a gyorsítására már a XIX. század végén használni kezdték.

- 1. ábra:** IMS építési rendszer (Balázs, 1996)
- a) egy elemes rendszer működésének a vázlatja
 - b) pillér és födém csatlakozása
 - c) pillér toldása



Ilyen volt a II. világháború előtt a Tricosal SIII jelű adalékszer (Balázs, 1994).

A II. világháború után egyre inkább felvetődött a kalcium-klorid által okozott acélbetét-korrózió. Ennek ellensúlyozására szabadalmaztatták Magyarországon a Kalcidur NV jelű adalékszer. Ez kb 1:1 arányban tartalmazott kalcium-kloridot és nátrium-nitrit inhibitor. A KEMIKÁL vállalat 1966-ban kezdte gyártani, és a 90-es években is jelentős mennyiséget használtunk fel.

Az építőipari vállalatoknak, tervezőknek, beruházóknak feltett kérdésre nem érkezett olyan válasz, hogy a Kalcidur NV adalékszerrel készített vasbeton szerkezet az acélbetét korróziója miatt ment tönkre.

Van arra is hazai példa, hogy feszített szerkezetek kalcium-klorid okozta korrózió miatt mentek tönkre. Ez az IMS építési rendszer volt, amelyet az 1960-as években a belgrádi Szerb Anyagvizsgáló Intézet (Institut za Ispitivanje Materijala Srobnje) dolgozott ki Branko Zezelj professzor vezetésével. A vázszerkezet alapgondolata az, hogy a négy pillér között elhelyezett födemelem (1.a ábra) a négy sarokpontján kimetszéssel csatlakozik a pillérekhez. A födém terhet a pillérelemek a födemelemek között (1.b ábra) és a pilléreken át a lyukakban vezetett kábelek feszítő ereje által létrehozott súrlódás révén adja át. A feszítés kétirányú. A feszítés révén a pillérek és oszlopok között sarokmrev kapcsolat jön létre. A feszítés befejezése után a födemelekben és a födémek között, valamint az oszlopokban lévő csatornákat kalcium-kloridot tartalmazó péppel kiöntötték (1.c ábra).

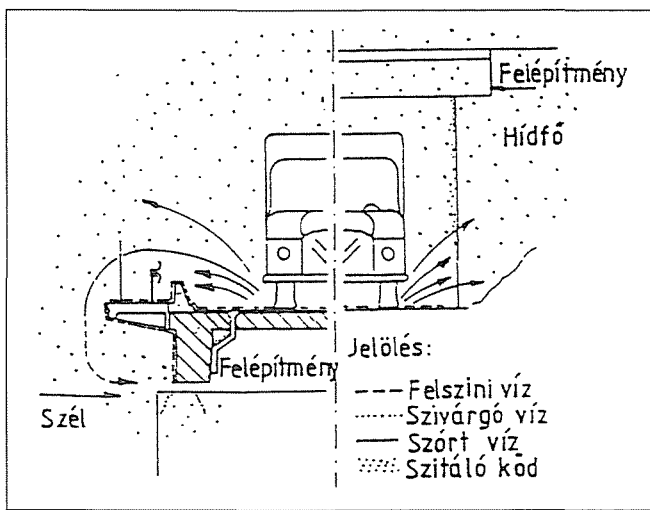
A Baranya megyei ÁÉV Fejlesztési és Tervezési Osztálya 1972-ben dolgozta át a rendszert a magyar fejlesztési igényeknek megfelelően. Magyarországon 400 ezer m² födémfelületet építettek az IMS-rendszerrel, 1990-ben az utolsót.

A megvizsgált IMS-szerkezetek általánosnak mondható károsodása a feszítőbetétek kisebb-nagyobb mértékű korróziója volt a födém-pillér csomópontok közelében, az oszlopoktól kb 0,5 m-ig. A szakértők szerint a meghibásodás fő oka, hogy a födém és a pillér közti hézagba nagy kloridtartalmú pasztát tettek kitöltő habarcsként (Balázs, 1996).

A közutak jégtelenítő sózása révén a sózásra használt NaCl (konyhasó)

- felszíni víz,
- szivárgó víz,
- szórt víz,
- szitáló köd

formájában juthat a betonba (2. ábra).



2. ábra: Kloridionok betonba jutásának négy esete a téli sózás által (Volkwein, 1987)

A só a már megszilárdult betonba a kapilláris pórusokon át, a pórusvíz közvetítésével jut be. Ebben tehát a beton pórusrendszerének van fontos szerepe.

A közutak téli sózása, amelyet mással nem tudtak helyettesíteni, világviszonylatban nagy korróziós károkat okozott.

2. A KLORIDIONOK SZEREPE AZ ACÉLBETÉT KORRÓZIÓJÁBAN

A vasbeton gyors elterjedésének egyik fő oka az volt, hogy a cement szilárdulása révén az acélbetétet nagy pH-jú lúgos pórusvíz veszi körül, amely az acélbetétet passzív réteget alkot. Ez védi meg a korróziótól.

A korrózió kloridok nélkül is létrejöhet, ha a következő három környezeti feltétel egyidejűen teljesül:

- a beton – karbonátosodása által – elveszti bázikus védőhatását,
- szükség van a kapilláris pórusokban vízre, amely a betont elektromosan vezetőképesé teszi,
- a rozsdaképződéshez oxigén kell, amelyik a betonfedésen át jut az acélbetéthez.

A kloridionok megváltoztatják a korrózió megjelenési formáját. Míg a léghőri korrózió egyenletesen borítja az acélbetétet (kémiai korrózió), addig a kloridok okozta korrózió lyuk-korrózió formájában jelenik meg (elektrokémiai korrózió).

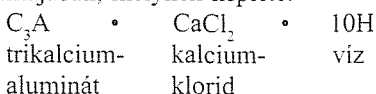
A kloridionok a karbonátosodott betonban nem kötődnek meg.

A kloridionok nedvszívók, vizet vesznek fel a levegőből, növelik az acélbetétet körülvevő beton elektromos vezetőképességét (Balázs – Tóth, 1997).

3. A KLORIDKÖTÉSÉRŐL ÁLTALÁBAN

A kutatók egyetértenek abban, hogy csak az a kloridion okoz korróziót, amely kémiailag nincs megkötve, tehát a pórusvízben oldott formában van. Míg ezt egyértelműen tudjuk, abban már nincs egyetértés, hogy adott körülmények között hogyan és mennyi kloridion kötődhet meg.

Kb. 100 éve tudjuk, hogy keveréskor a betonba juttatott kloridiont (CaCl_2) a cement C_3A tartalma megkötöi Friedel-só formájában, melynek képlete:



A képlet szerint a kalcium-klorid a cement C_3A klinker-ásványával lép reakcióba. Ezt a kloridkötési mechanizmust – természetes szilárdulás esetében – kísérleteink (Balázs, 2001) is igazolták.

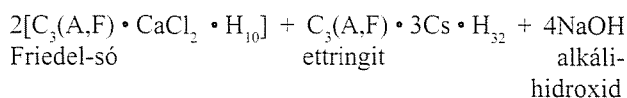
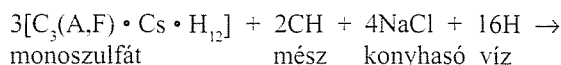
A Friedel-só képlete nem adott választ arra a kérdésre, hogy miért köt meg kloridiont a C_3A -mentes, szulfátálló (CEM 32,5 S jelű) cement.

Kísérleteink arra is figyelmeztettek, hogy gőzölt betonban valószínűleg csökken a kloridkötés.

Persze a téli sózás kétféleképpen tér el az előbbi esettől:

- nem CaCl_2 , hanem NaCl hat.
- a forgalomnak átadott hid betonja legalább 1 hónapos. Ekkorra a cement alkotói vízzel hidrátokká alakulnak. Ekkor hat a téli sózás a betonra. Ahhoz, hogy a só megkötődhessek, valamelyik hidrátuk el kell bomlania.

Volkwein (1987) 22 éves hidakat vizsgálva, a következő mechanizmust tételte fel:



A képlet szerint:

- a monoszulfát bomlik el,
- Friedel-só keletkezik és nemcsak a C_3A -ból, hanem a C_4AF -ből is,
- ettringitté alakul vissza a monoszulfát.
- alkáli-hidroxid (NaOH) szabadul fel, amely növeli az alkáli-adalékanyag reakció veszélyét.

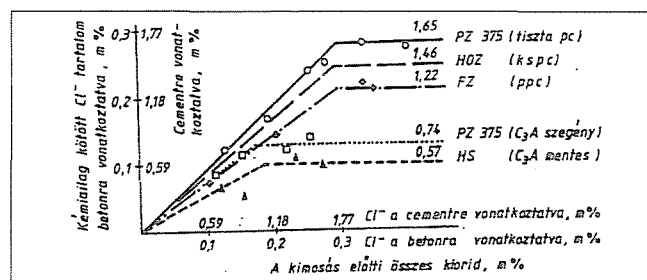
A kutatók egyetértenek abban, hogy a beton összes kloridion-tartalmát megbízhatóan meg tudjuk határozni Mohr szerinti titrálással. A kutatók abban is egyetértenek, hogy az összes, valamint a kötött kloridtartalmat a cement tömegére kell vonatkoztatni, mert csak a cement klinkerásványai kötnek meg kloridiont.

A kloridok okozta korróziótól való félelem egyrészt arra ösztönözte világszerte a kutatókat, hogy a kloridkorrózió feltételeit kutassák. Másrészt arra, hogy az acélbetét korrózióját megelőzzék. A kutatásoknak két fő iránya van:

- a betonban megköthető kloridion mennyiségének és a kloridkötés feltételeinek a meghatározása,
- a korrózió kezdetét előidéző kloridkoncentráció és ezáltal a megengedhető kloridtartalom meghatározása (Breit, 2001).

A kutatásokat nem lehet minden további nélkül összehasonlítani, mert a cementek, valamint a vizsgálati módszerek, és azok megbízhatósága eltér egymástól. Példaként említjük Lukas (1983) kísérleteit, amelyek szerint a kémiailag kötött kloridtartalom a cementfajtától függően igen nagy lehet (3. ábra). Lukas azt a kloridion-tartalmat tekintette kötöttnek, amely a cementkőből alkohollal nem volt kimosható. Ez a

3. ábra: Kémiailag kötött kloridion mennyisége a cementfajtától függően (Lukas, 1983)



módszer azonban igen gondos kísérletet kíván és jelentős a tévedés lehetősége.

4. AZ ÉPÍTŐANYAGOK TANSZÉK KUTATÁSAI

4.1 A C₃A kloridion-megkötő képessége

Az OTKA 3000 kutatás keretében vizsgáltuk, hogy a NaCl-ot a C₃A klinkerásvány hogyan köti meg. Egyrészt a NaCl-ot készítéskor kevertük a modellanyagba, másrészt a NaCl a már megszilárdult modellanyagra hatott, sóoldat, sós permet és sós köd formájában.

A C₃A-pépből 10x10x50 mm³ méretű hasábokat készítettünk és abból különböző korban szeleteket lehasítva vizsgáltuk a keletkezett hidrátokat derivatográffal, röntgendiffraktométerrel és meghatároztuk a hasító-húzószilárdságot is. A derivatogramokat az 1. táblázatban foglaltak alapján értékeltük ki. A C₃A-on kívül – kisebb mennyiségben – C₃S és C₄AF modellanyagot is használtunk.

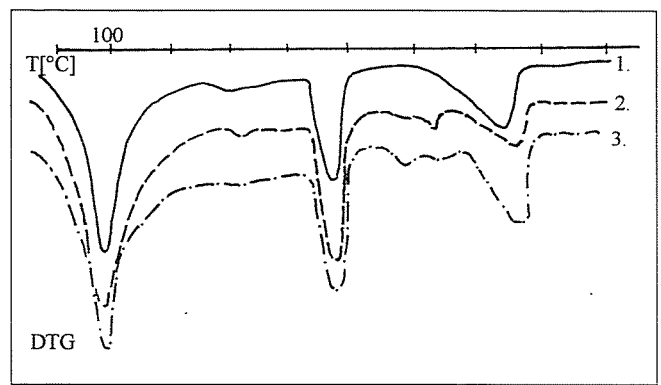
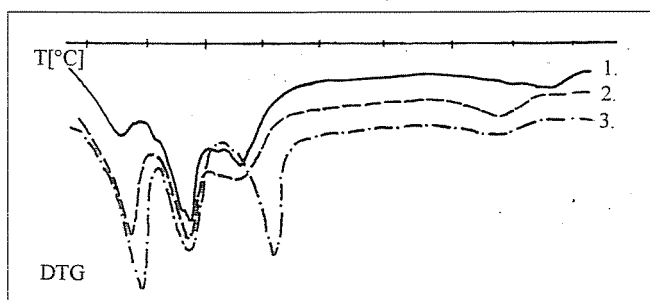
Az eredmények összefoglalása (Balázs – Csizmadia – Kovács, 1997):

1. Röntgendiffrakciós spektrumok alapján bizonyítottuk és derivatográfiával is igazoltuk, hogy a készítéskor belekevert NaCl klorid-ionját a kalcium-aluminátok (C₃A és C₄AF) kötik meg C₃A•CaCl₂•10H₂O (Friedel-só) ill. C₃F•CaCl₂•10H₂O (Friedel-só vasanalógja) formában. Tehát a NaCl-nak előbb át kell alakulnia CaCl₂-dá, hogy a C₃A-tal, ill. a C₄AF-tel komplexet képezhessen. Ezért van az, hogy a Ca²⁺ ionoknak a rendszerbe juttatása [Ca(OH)₂, CaSO₄ adagolása] nagy mértékben meggyorsítja a C₃A•CaCl₂•10H₂O képződését.

1. táblázat: A C₃A-ből keletkező hidrátok képletei és jellemző adatai

Hidrát neve és képlete	Disszociációs hőmérséklet-tartomány, °C	H ₂ szervezeti		Összetétel, m%			
		mol	m%	C	A	SO ₃ ²⁻	Cl
ettringit C ₃ A•3Cs•H ₃₂	130-150	10	26,54	49,58	15,02	35,40	-
monoszulfát C ₃ A•Cs•H ₁₂	150-250	10	44,33	55,20	25,09	19,71	-
trikalcium-aluminát-hexahidrát C ₃ AH ₆	280-430	5	33,33	62,27	37,73	-	-
trikloro-aluminát-hidrát C ₃ A•3CaCl ₂ •H ₃₀	240-290	10	29,87	27,89	16,91	-	55,20
Friedel só C ₃ •CaCl ₂ •H ₁₀	280-340	5	23,63	44,13	26,75	-	29,12

4. ábra: 28 napos korú minták DTG görbéinek összehasonlítása (Balázs – Csizmadia – Kovács, 1997)
Összetétel: 20 g C₃A, 6 g gipsz és 20,8 g víz
Kezelések: 1: sókezelés nélkül
2: 1 és 28 napos kor között naponta 1 perdig permetezve NaCl oldattal
3: 1 és 28 napos kor között 100 g/l NaCl oldatban tárolva



5. ábra: 180 napos korú minták DTG görbéinek összehasonlítása (Balázs – Csizmadia – Kovács, 1997)
Összetétel: 10 g C₃A és 3 g víz
Kezelések: 1: sókezelés nélkül
2: a keverővíz 0,2 g NaCl-ot tartalmaz
3: 28 és 56 napos kor között 10 m% NaCl oldatban tárolva

2. A kutatás azt is igazolta, hogy akkor is hasonlóan megkötődik a NaCl, ha a sóhatás a már megszilárdult modellanyagot éri (4. ábra).
3. A NaCl-nak csak a kloridionja épül be a hidrát-komplexbe, a nátrium-ionok a pórusvíz Na⁺ tartalmát növelik és ezáltal növelhetik az adalékanyag-alkáli korrózió veszélyének valószínűségét. Az erősen poláris NaCl jelenléte miatt, mind a keverővízzel adagolt NaCl-ot tartalmazó mintáknak, mind a NaCl-oldattal kezelt mintáknak 5–6%-kal nagyobb a nedvességtartalma a sózásnak ki nem tett mintáknál.
4. Ha a C₃S klinkerásvány pépeket hasonlóan NaCl-oldattal kezeltük, akkor kloridtartalmú kalcium-szilikát, ill. kalcium-szilikát-hidrát keletkezését röntgendiffrakciós módszerrel nem tudtuk kimutatni. Minden esetben megfigyeltük azonban a NaCl-ot tartalmazó és a NaCl-oldattal kezelt C₃S mintákban a hidratáció sebességének és a nedvességtartalomnak a megnövekedését.
5. Bár a szakirodalom is csak a C-S-H (kalcium-szilikát-hidrát) gél által szekunder erőkkel kötött kloridokról ad számot, lehetséges, hogy a NaCl nem csupán a reakciósebesség növelésében játszik szerepet, hanem a keletkezett C-S-H szerkezetét is befolyásolja. A derivatogramokon ugyanis az irodalom által a C-S-H dehidratációjára megadott hőfoktartományban (550–670°C) a NaCl-ot tartalmazó, ill. a NaCl oldattal kezelt mintáknál jellegzetes DTG csúcsok (580, 630°C) jelentek meg, míg tiszta C₃S minták derivatogramjain csak enyhe hajlat jelezte a vízleadást (5. ábra).

4.2 Cementek kloridion-megkötő képessége

Ugyancsak az OTKA 3000 jelű kutatás keretében azt vizsgáltuk, hogy a klinkerásványoknál bonyolultabb cementrendszerben bekövetkezik-e a kloridion megkötése, és ezáltal hozzájárulnak-e a beton tartósságához.

Kémiaiilag gyakorlatilag jól azonosítható, homogén, csupán gipszkövel kevert cementklinkerek viselkedésének tanulmányozása után felmerült a kérdés, hogy a forgalomban lévő cementtípusok hogyan viselkednek a készítés közben bekevert, ill. a megszilárdult cementkőbe jutó kloridok hatására. Ismerve a heterogenitás és a klinkerösszetevők mennyiségi és részben minőségi bizonytalanságát a cementrendszerben, továbbá a hidraulikus kiegészítőanyagok hidratációt módosító hatását, a kloridmegkötés minőségének és mennyiségének meghatározása elég nehéz feladat. Mégis vállal-

kozni kell rá, mert valamilyen hozzávetőleges ismeret szükséges az egyes cementfajták kloridmegkötésének megítélésére.

A modellanyagok tehát csak a hazai forgalmazású cementek átlagos viselkedését jelentik, amittől esetről-esetre eltérések adódhatnak, így e vizsgálatok csak iránymutató jellegűek.

A cementpép hasábokat különböző időpontokban (1–28, ill. 28–56 nap) NaCl-oldat hatásának tettük ki majd derivatográfiával, valamint röntgendiffraktométerrel vizsgáltuk a keletkezett hidrátokat.

Összefoglalóan a következőket állapítottuk meg (Balázs – Csizmadia – Kovács, 1997):

1. Röntgendiffrakciós spektrumok alapján bizonyítottuk és derivatográfiás vizsgálatokkal is igazoltuk, hogy a cementben a NaCl kloridionját a C_3A és C_4AF köti meg $C_3A \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ (Friedel-só) ill. $C_3F \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ (Friedel-só vasanalógja) formájában.
2. A hidratáció során a NaCl oldatban tárolt cementpépek esetén mind a négy cementtípusnál bizonyítható volt a kloridtartalmú kalcium-aluminát-hidrát, a $C_3(A/F) \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ keletkezése.
3. A $C_3A \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ vagy a hidratáció folyamán keletkezett hexagonális kalcium-aluminát-hidrátokból [$C_3A \cdot Ca(OH)_2 \cdot 12H_2O$, $C_3A \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$, $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 11H_2O$] képződik az anionok szubsztitúciója révén, vagy közvetlenül keletkezhet a hidratáció során C_3A -tal való reakció útján, de ahhoz előbb az $2NaCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2NaOH$ reakciónak le kell játszódnia. Vizsgálatainkkal igazoltuk, hogy a $C_3(A/F) \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ 28 nap után, tehát a megszilárdult betonban is képződik NaCl oldat hatására. A Na^+ nem épül be a beton szerkezetébe, hanem a porúsvízben dúsul fel.
4. A keletkező $C_3(A/F) \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$ mennyiségét (elsősorban) a cementben levő C_3A és C_4AF mennyisége határozza meg adott töménységű NaCl oldat esetén.
5. Kloridtartalmú kalcium-szilikát-hidrát keletkezését röntgen-diffrakciós módszerrel nem tudtuk kimutatni. A szakirodalomban C-S-H gélek által kötött kloridokról még ez ideig nem sikerült bebizonyítani, hogy azok primer kémiai erőkkel lennének kötve. Kemiszorpcióval kötött kloridok fordulhatnak elő. A kémiai kapcsolat jellegének feltárása ezekben az esetekben nem volt lehetséges. A rendszerhez adagolt hidraulikus kiegészítők (kohósalak, pernye) a kémiai alapkapcsolatot nem befolyásolták jelentősen, azaz konkrét kémiai kötés így is csak a C_3A , C_4AF klinkerásvánnyal volt kimutatható. A hidraulikus kiegészítő anyagok befolyásolták a kloridok adszorbeálódását.
6. Kísérleteinkkel bizonyítottuk, hogy a téli szózás során a betonba jutó NaCl oldat reakcióba lép a cement C_3A és C_4AF tartalmával, s ezáltal növeli a beton tartósságát.

A megszilárdult cementek utólagos kloridkötési affinitása csökkenő sorrendben:

- CEM I 42,5 R
- CEM II A-V 32,5 (20m% pernyetartalom)
- CEM III A (60m% kohósalaktartalom)
- CEM I 32,5 S (szulfátálló pc).

4.3 A kalcium-aluminát-ferrit klinkerásványok kloridion-megkötő képessége

Előző fejezetben ismertetett kísérletekkel bizonyítottuk, hogy a cementben lévő C_3A a téli szózással betonba jutó kloridionokat is

megkötö. A szulfátálló S54 jelű cementben azonban nincs C_3A . Cementkísérleteink szerint ez is köt meg kloridiont, ez pedig csak a kalcium-aluminát-ferrit klinkerásványok által lehetséges.

Az irodalom értékelése alapján világossá vált, hogy a kalcium-aluminát-ferrit klinkerásványok kloridion megkötése majdnem ismeretlen terület. Ezért az általánosan cementalkotóként ismert C_4AF mellett még két kalcium-aluminát-ferritet, a C_6A_2F és a C_6AF_2 klinkerásványt is vizsgáltuk.

A kutatásra OTKA 019414 számú kutatási szerződés adott lehetőséget.

A véglegesített kutatási tervben annak a vizsgálatra szerepelt, hogy a C_6A_2F , C_4AF és a C_6AF_2 klinkerásványokkal megköthető-e a téli jégtelenítő szózásra használt konyhasó. A klinkerásványokkal tervbe vett kísérletek: 1/10, 2/10, 3/10, 4/10 ill. 5/10 tömegarányú gipszkő:klinkerásvány keverékekből $10 \times 10 \times 50 \text{ mm}^3$ méretű péptesteket készítettünk. Ezek felét exszikkátorban, közel 100% relatív légnedvességű térben tároltuk, másik felét 28–56 napos korban naponként váltakozva 10%-os NaCl-ot tartalmazó sóoldat hatásának tettük ki.

Ezen kívül 3/10 tömegarányú gipszkő:klinkerásvány tartalommal készítettünk 1–1 hasábot, melyet 60–70°C hőmérsékletű térben gőzöltünk, és gőzölés után a gőzletlenhez hasonlóan kezeltük.

A hasábokon 24 órás, 28, 56, 90 és 180 napos korban először meghatároztuk a hasító-húzószilárdságot, majd a lehasított és elporított darabot derivatográfiás, esetenként röntgendiffrakciós vizsgálatnak vetettük alá.

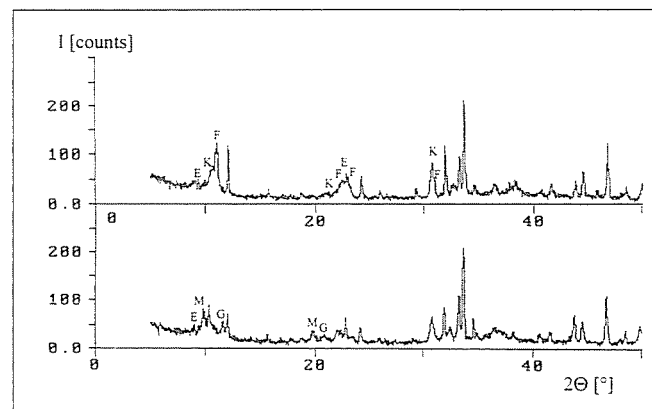
A kutatás eredményeinek összefoglalása (Csizmadia – Balázs – Tamás, 2000):

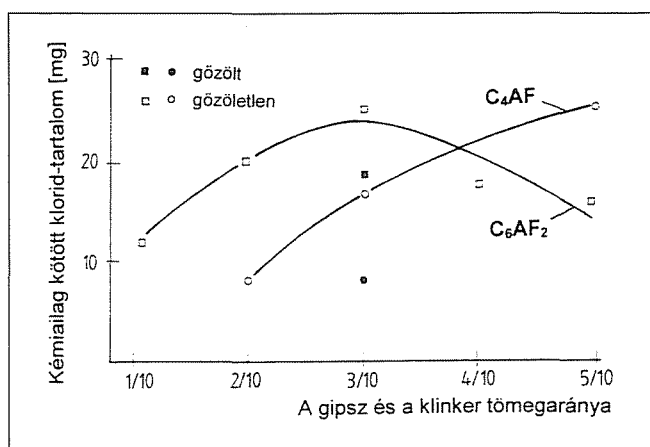
1. A C_6A_2F , C_4AF és a C_6AF_2 összetételű ferrit fázisok hidratációja során (gipsz nélkül) ugyanazok a hidrátok keletkeznek: $C_3(A/F)H_6$, $C_4(A/F)H_{13}$, FH_3 és/vagy AH_3 . A reakciósebességi sorrend: $C_6A_2F > C_4AF > C_6AF_2$.
2. A tartósság szempontjából fontos eredmény, hogy mindhárom klinkerásvány megkötö a már megszilárdult cementkőbe bejutó kloridiont Friedel-só ($C_3A \cdot CaCl_2 \cdot H_{10}$) ill. az ennek megfelelő vastartalmú Friedel-só, ($C_3F \cdot CaCl_2 \cdot H_{10}$) formájában. Ezen túlmenően röntgendiffrakciós vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy a Friedel-sóból és monoszulfátból



hidrát, ún. Kuzel-só is képződik (6. ábra). Ehhez hasonló hidrát képletét először Kuzel írta le 1966-ban. Az eredmények alátámasztják azt a tapasztalatot, hogy a téli szózással

6. ábra: 1/10 tömegarányú, gipsz és C_4AF klinkerásványból készített minták röntgen-diffraktogramjai
Kezelések: 1: sókezelés nélkül, 28 napos hidratáció
2: a hidratált minták, sókezelés 28 és 56 napos kor között
(F-Friedel só, K-Kuzel só, E-ettingit, M-monszulfát és G-gipsz)





7. ábra: A C₄AF és a C₆AF₂ klinkerásványok kloridion-megkötő képessége a gipsztartalom függvényében

kitett C₃A-mentes szulfátálló cement is köt meg kloridiont a cementben jelenlévő kalcium-aluminát-ferritekkel.

3. A gipsz szerepe a Cl⁻ megkötésben összetett:
- egyrészt elősegíti a Cl⁻ megkötését C₄(A/F)H₁₃ → C₃(A/F)H₆ átalakulás gátlása révén,
 - másrészt gátolja az ettringit monoszulfáttá alakulását, ezáltal a C₃(A/F)•0,5CaCl₂•0,5CaSO₄•H₁₀ képződését. A vizsgált tartományban C₆A₂F és C₄AF klinkerásványok esetén 5/10 gipsz:klinker tömegarányánál, C₆AF₂ klinkerásványánál pedig 3/10 gipsz:klinker tömegarányánál észleltünk a derivatogramon legtöbb C₃(A/F)•CaCl₂•H₁₀ hidrátot 180 napos korban (7. ábra). Ugyanezen az ábrán az is látható, hogy a 3/10 gipsz:klinker tömegarányú gőzölt minták kevesebb kloridiont kötnek meg a gőzöletleneknél.

4.4 Gőzöléssel szilárdított beton kloridion-megkötő képessége

Mivel az előregyártásban – Magyarországon – a gőzölés szilárdítás általánosan elterjedt technológia, kísérlettel tisztázzuk a gőzölt cementkő kloridion megkötő képességét. E kutatásra az OTKA T34467 sz. kutatás keretében nyílt lehetőség. A kutatás a következőkre terjed ki:

A gőzölés hatásának vizsgálata a C₃A és C₄AF klinkerásvány kloridion-megkötő képességére. A gipszkő és a modellanyag tömegarányai: 0/10, 1/10, 2/10, 3/10, 4/10 és 5/10. A szilárdítás módjai: természetes szilárdulás 20°C hőmérsékleten, ill. gőzölés 60 valamint 90°C-os gőztérben. A sókezelés 28 napos korban kezdődik és 38 napos korig tart, naponta váltakozva 10%-os NaCl-oldatban valamint közel 100%-os relatív páratérben való tárolást jelent.

A 4.2. fejezetben ismertetett cementek vizsgálata. A szilárdítás módja, a sókezelés, a vizsgálat tartama az előző pontban ismertetettekkel egyezik meg.

A hasábokon 24 órás, 7, 28, 90 és 180 napos korban először meghatározzuk a hasító-húzószilárdságot, majd röntgen-diffrakciós, valamint derivatográfias módszerrel vizsgáljuk a minták hidrát szerkezetét, a kötött és összes kloridion-tartalmát.

5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Magyarországon a II. világháború előtt Tricosal SIII jelű, kalcium-klorid tartalmú adalékszeret forgalmaztak, elsősorban a vízszivárgások elzárásához.

1966-tól gyártotta a KEMIKAL vállalat a Kalcidur NV jelű adalékszeret, amely a kalcium-klorid okozta korrózió megelőzésére nátrium-nitrit inhibitor is tartalmazott. Az ezekkel készített szerkezetekben korróziót nem észleltek. Az előregyártott, utófelezített IMS rendszerű szerkezetek meghibásodásának fő oka a kalcium-klorid tartalmú pép volt.

Közutak jégtelenítő téli sózása során a NaCl a már megszilárdult betonba jut be a kapilláris pórusokon át.

Az acélbetét korróziója akkor következik be, ha az acélbetétet körülvevő passzív réteg megsérül. A kloridionok elektrokémiai korróziót okoznak. Megjelenési formája a lyukkorrózió.

A kémiailag kötött kloridion nem okoz korróziót. Kb. 100 éve tudjuk, hogy a cement C₃A klinkerásványa a betonba kevert kalcium-kloridot Friedel-só formájában megköti. A téli sózással betonba juttatott NaCl-ot azonban csak akkor tudja a cementkő megkötni, ha a cementkő valamelyik hidrátja előbb elbomlik.

Modellkísérletek igazolták, hogy kalcium-kloridot a C₃A és a C₄AF klinkerásványok Friedel-só (C₃A•CaCl₂•10H₂O, ill. C₃F•CaCl₂•10H₂O) formájában megkötik, akkor is, ha a CaCl₂ ill. a NaCl készítéskor kerül a betonba, és akkor is, ha a NaCl a téli sózással kerül a megszilárdult betonba. Azt is kimutattuk, hogy a kloridion és a C₃S klinkerásvány között kémiai kötés nem jön létre.

Kloridkötés a cementben is csak a C₃A és a C₄AF klinkerásványokkal jön létre. A cementhez adagolt hidraulikus kiegészítő anyagok (pl. pernye, kohósalak) a kloridkötést nem befolyásolják. Legfeljebb azáltal, ha csökkentik a cementkő pH-ját.

C₆A₂F, C₄AF és C₆AF₂ klinkerásványokkal végzett kísérletek szerint mindegyik klinkerásvány megköti az utólag bekerülő NaCl-ot is, de a kloridkötés mértéke függ a gipsztartalomtól is. Továbbá a gőzölt modellben kisebb mértékű a klorid-kötés mint a gőzöletlenben.

Jelenleg folyó kutatásainkban C₃A és C₄AF klinkerásvánnyal és négyféle eltérő összetételű cementtel tanulmányozzuk a gőzöléssel szilárdított beton kloridion-megkötő képességét.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak az Országos Tudományos Kutatási Alapnak, hogy kutatásaikat az OTKA 3000, OTKA 019414 és OTKA T34467 sz. kutatás keretében támogatták.

7. HIVATKOZÁSOK

- Balázs Gy. (1994), "Beton és vasbeton. Alapismeretek története.", *Akadémiai Kiadó*, Budapest
- Balázs Gy. (1996), "Beton és vasbeton. Magasépítési beton és vasbeton szerkezetek története.", *Akadémiai Kiadó*, Budapest
- Balázs Gy. (2001), "Barangolásaim a betonkutatás területén", *Akadémiai Kiadó*
- Balázs Gy., Tóth E. (szerkesztők) (1997), "Beton és vasbeton szerkezetek diagnosztikája, I. Általános diagnosztikai vizsgálatok", *Műegyetemi Kiadó*
- Balázs, Gy., Csizmadia, J., Kovács, K. (1997), "Chloride ion binding ability of calcium aluminate, -ferrite and -silicate phases", *Periodica Polytechnica in Civil Engineering*, Technical University of Budapest, Vol 41/2, pp. 147-168.
- Breit, W. (2001), "Kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt. Sachstand und neuere Untersuchungen", *Betontechnische Berichte*, 1998-2000. *Verein Deutscher Zementwerke e.V. Forschungsinstitut der Zementindustrie*, pp.145-167.
- Csizmadia, J., Balázs, Gy., Tamás, F. D. (2000), "Chloride ion binding capacity of tetracalcium aluminoferrite", *Periodica Polytechnica in Civil Engineering*, Technical University of Budapest, Vol 44/2, pp. 135-150.

Lukas, W. (1983), "Zur Frage Chlorid-bildung und Korrosion von Stahl im Beton", Kolloquium Chloridkorrosion, Wien

Volkwein, A. (1987), "Chlorideindringen und Stahlkorrosion durch Chlorid", Baustoffinstitut der Technischen Universität München, Fachtagung/1987, pp. 17-22.

8. JELÖLÉSEK

A = Al_2O_3

C = CaO

C_3A = $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

C_4AF = $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

$\text{C}_6\text{A}_2\text{F}$ = $6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

C_6AF_2 = $6\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$

CH = $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Cs = CaSO_4

H = H_2O

F = Fe_2O_3

CHLORIDE BINDING IN CONCRETE

Prof. György Balázs – Katalin Kopecskó

Chloride ions may be present in concrete from its constituents, from de-icing salts, from seawater or from PVC due to fire. In the last decades application of de-icing salts induced considerable corrosion of steel reinforcement. Research was directed to understand the mechanism of corrosion in order to be able to avoid corrosion and repair of corroded members. One of the major issues is to find the critical chloride content that can be still bound by various cements and the way of chloride binding. On the other hand, to define the circumstances of initiation of corrosion of steel reinforcement. Present paper summarizes the test results on chloride ion binding capacity in concrete carried out at the Department of Construction Materials and Engineering Geology, Budapest University of Technology and Economics in the last couple of years.

Balázs György (1926) okl. mérnök (1950), a műszaki tudományok doktora (1983), az Építőanyagok Tanszékének vezetője (1976-1991), professor emeritus az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén. Fő érdeklődési területei: építőanyagok, betontechnológia, betonelmélet, tartósság, vasbetontörténet, amelyekből 14 könyve, 6 könyvrészlete és 240 szakcikke jelent meg.

Kopecskó Katalin (1961) okl. vegyészmérnök (BME Vegyészmérnöki Kar, 1990), tanszéki mérnök a BME Ásvány- és Földtani Tanszékén (1990), majd tudományos segédmunkatárs (1994) a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén. Fő érdeklődési területei: anyagvizsgálat és fázis-átalakulások elemzése röntgen-diffrakcióval és derivatográfiával. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

VASBETON KÉREGZSALU ÉS A RÁBETONOZÁS EGYÜTTDOLGOZÁSA VÍZSZINTES TEHERVISELŐ FELÜLETELEMÉKNÉL



Dr. Dulácska Endre – Simon Tamás

A kéregzsalus szerkezetek tervezése és kivitelezése során sarkallatos pont az előregyártott és a helyszínen öntött beton együttműködése. Az ÉVM megrendelése alapján 1990-ben a TTI-ben elkészült a „Kéregzsalus beton és vasbeton szerkezetek” Műszaki Irányelv tervezete. Az MI tervezet a hatósági egyeztetéseken átment, de a tervezőirodák hozzászólása elmaradt, mert a Szabványosítási Központban az ügyintéző elhunyt. Röviddel utána a Szabványosítási Központot is megszüntették, így az MI kiadása elmaradt. Az MI tervezet születése előtt széleskörű irodalomkutatás, és számos szakmai konzultáció volt. Miután a témakörben nincs konkrét előírás a szakma tájékoztatása céljából, az előzményeket lerövidítve, célszerűnek látjuk az MI tervezetet közreadni, és egy kis kiegészítést hozzáfűzni.

Kulcsszavak: vasbeton kéregzsalu, födémkéregpalló, munkahézag, nyírási teherbírási, együttműködés, öszvérszerkezet

1. A FŐBB KUTATÁSI EREDMÉNYEKET ÉS ELŐÍRÁSOKAT ISMERTETŐ IRODALOM

A műszaki mechanikában elért hazai kutatási eredményeket a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Mechanikai Bizottságának 1979. évi jelentése teljes körűen tartalmazza az 1979. évig. Ebből kerültek kiválasztásra a témára vonatkozatható dolgozatok. Ez utáni időszakra és a külföldi irodalmi anyagok tekintetében könyvtári kutatás volt 1990-ig bezárólag, melyet a továbbiakban megpróbáltunk naprakésszé tenni. Nem állítjuk, hogy az összeállított irodalom teljes, de a legfontosabbakat tartalmazza, mert lehetőség nyílt a hivatkozott publikációk átnézésére. A régebbi (1990-ig bezárólag) irodalom vonatkozásában az ismertetésben rövid tartalmi összefoglalót is adunk Dulácska (1990).

Balázs és Fogarasi (1977) szovjet irodalmi hivatkozás alapján közöl eljárást a kapcsolat vizsgálatára. Foglalkozik a fogak ill. a kapcsolati vasalás méretezésével. Megemlíti, hogy kis kapcsolati nyírófeszültség ($0,2-0,3 \text{ N/mm}^2$) és durva felszín esetén a legtöbb szabályzat megengedi a kapcsolat vasalás nélküli együttműködését.

Basler és Witta (1967) az előregyártott és a helyszíni beton kapcsolatának vizsgálatára készült kísérleteket ismerteti, és méretezési ajánlást is ad. Nem csak próbatesteken, hanem valóságos méretű tartókon is végeztek kísérleteket. A vasalás nélküli kapcsolat betonnak tulajdonítható elnyíró teherbírási mintegy felére adódott a minimális vasalással ellátott próbatestek értékeinek.

Betonkalender (1966) különböző olyan födém megoldásokat ismerteti, melyeknél a födém tartók és a helyszíni kibetonozás a végállapotban együttműködik. A födém tartók lehetnek vasbetonból, feszített betonból, acél rácsostartóból, lemezből sajtolt acéltartóból, stb. A födém tartók közé helyezett zsárluzó elemre betonozzák a helyszíni betont, mely így végül együttműködik. (Hazánkban ilyen megoldások a FERT födém, a PPB födém, és az előregyártott hídgerendák.)

Burkhard (1990) tervezési segédletet ad rácsostartós zsárluzó panelek esetére, a DIN 1045 előírásait figyelembe véve.

Dné Szederjei (1971) az összekötő vasalás csapathatását vizsgálta, a két beton között csúszóréteget alkalmazva. A csapathatárfeszültsége az acél és a beton szilárdságának szorzata négyzetgyökével arányosra adódott. A kísérletek az acélbetét hajlásszögének hatását is kimutatták.

Dulácska és Dné Szederjei (1972) a BME vasbeton laborban végzett kísérletek, valamint francia és amerikai kutatások eredményei alapján méretezési ajánlást ad a kapcsolati teherbírási számítására. A 0,1% kapcsoló vasalás alatt a teherbírási jobban csökken, mint azt a vasalás csökkenése indokolná, ezért e határon alul csökkentő tényező indokolt. Az MSZ 15022/4-86 függeléke ezt az eljárást tartalmazza egyszerűsített formában.

Fouré (1970) az előregyártott beton és a helyszíni beton közötti tangenciális teherbírási meghatározására végzett kísérletet ismerteti vasalt kapcsolat esetére. A kapcsolati teherbírási mind a beton, mind a vasalás részt vesz.

Goschy és Balázs (1960) elméleti úton vizsgálták a fejlemez T keresztmetszetű kéttámaszú tartót, melynek fejlemezét helyszínen betonozzák rá az előregyártott gerincre. A számítási eredményeket kísérletekkel ellenőrizték. Eredményeik összefoglalása a következő:

- a Mohr féle törési feltétel az együttműködő vasbeton tartóra jó eredményt szolgáltat,
- a hajlítási és nyírási biztonságot is ellenőrizni kell,
- a nyírási (kapcsolati) biztonság legalább akkora legyen, mint a hajlítási biztonság.

Hofbeck, Ibrahim és Mattock (1969) a felületre merőleges vasalású elemek elcsúszási nyíróteherbírási vizsgálati úton. Egybe betonozott, megrepesztett és rábetonozott elemeket vizsgáltak. Foglalkoztak a vasmennyiség hatásával is. Megállapították, hogy az egybebetonozott szerkezet esetében a repedéskép 45° -os az elméleti nyírt síkra, és az összekötő vasalás húzott. Megrepesztett, ill. rábetonozott elemek esetében az acélbetétek hajlítva vannak, és a beton tapadó-súrlódó igénybevételt szenved. A tönkretévő igénybevétel mintegy 80%-a az egybebetonozott elemekének, de még így is jóval nagyobb, mint a számítható érték.

Mattock (1974) a nyíró-súrlódó felület teherbírását kísérleti úton vizsgálta. Kutatta, hogy a repedést ferdén keresztező acélbetét hogyan viselkedik. A ferdeséget úgy alakította ki, hogy az acélbetét ne csak nyírási hajlítást, hanem húzást is kapjon. Egybe betonozott, ill. elrepszett próbatestekkel kísérletezett. Megállapította, hogy az előrepszett elem a repedés mentén elcsúszva megy tönkre, míg az egybebetonozott elem ferde repedések kialakításával szenved nyírási törést. A biztonság a számítható értékekhez képest megfelelő.

Orosz (1963) az ÉKME Beton és vasbetonépítési laborban végzett kísérletet ismertető előregyártott (hagyományos, ill. feszített vasalású) gerendákkal és normál vagy könnyűbeton rábetonozással kialakított kombinált tartókkal. Megállapították, hogy a kétféle beton között a kapcsolat megbízható, elválás még a törés közelében sem volt észlelhető (minimális kapcsoló vasalást alkalmaztak). Bebizonyosodott, hogy gyenge felbetonnal és könnyűbeton felbetonnal is megfelelő teherbírásnövelést lehet elérni. Fárasztó vizsgálatot nem végeztek. A zsugorodás hatása a kísérletek szerint sokkal kisebb, mint amit az elmélet szerint várni lehetne.

Orosz, Tassi és Ódor (1984) 5,45 m feszítávolságú, 5 cm vastag feszített zsaluzópanellel készült, 25 cm vastag kéttámaszú födémet vizsgáltak. Minimális vasalás volt a két felület kapcsolatában. A legnagyobb csúsztatófeszültség $7,4 \text{ N/mm}^2$ -re adódott. A két réteg között relatív elcsúszást nem lehetett észlelni. A panelek a berepedt tartókra vonatkozó II. feszültségi állapot szerint számíthatóak. A kísérleti elemek nyírási-hajlítási tönkrementelt szenvedtek, melynél a zsaluzópanel és a rábetonozás közös testként viselkedett. A $0,2 \text{ mm}$ repedés megnyíláskor $25,8 \text{ kN/m}^2$ mértékadó teher adódott. Végülis megállapították, hogy a PR födém biztonsága megfelelő.

Paulay és Loeber (1974) a beton nyíró-súrlódó elméletét tárgyalja. Nem foglalkozik azzal az esettel, amikor valamely hatás a felületeket el akarja távolítani egymástól. A kutatási program kísérleti ellenőrzést is tartalmazott.

Pommeret (1970) előregyártott vasbeton panel és helyszíni kibetonozás közötti kapcsolatot kísérlettel vizsgálta hurkos acél kapcsolatok esetében. Az elmozdulás során a betonfogak teherbírásának kimerülése után a teherbírás állandónak vehető.

Pommeret (1970) kísérleteket végzett előregyártott és helyszíni beton közötti kapcsolat teherbírásának vizsgálatára. A képlékeny acéllal vasalt elemek a fog teherbírásának kimerülése után állandó teherbírást mutattak, míg a kemény (670 N/mm^2 szilárdságú) acélokkal vasalt elemeknél $10\text{--}15 \text{ mm}$ elmozdulás után a kapcsolódó acélbetétek elszakadtak. Ezért a kapcsoló acélbetétek képlékeny nyúlóképessége fontos követelmény.

Regles B.A.E.L.80 (1979), a francia vasbeton előírás, és annak magyarázata. Foglalkozik az előregyártott lemezre (kéregzsalu) betonozott helyszíni betonnal kialakított vasbeton szerkezettel. Kapcsoló vasalást nem kíván meg, ha

- a teher megoszló,
- nincs dinamikus hatás,
- nincs ütészzerű teher,
- nincs koncentrált teher,
- a kapcsolódó elem felülete érdes,
- nincs húzás a kapcsolt felületen (nincs elválasztó húzóerő),
- a nyírófeszültség kisebb, mint $0,35 \text{ N/mm}^2$.

Ha kapcsoló vasalás szükséges, akkor azt a magyar szabványban megadott módon számítja, de az elcsúsztató nyírófeszültségből le szabad vonni az összeszorító (pl. önsúly és hasznos teher hatására) származó feszültséget.

Schafer, és Schmidt-Kehle (1990) 23 kísérletet ismertető előregyártott lemez és helyszínen betonozott felbetonból kialakított kéregzsalus szerkezet viselkedésére. 19 elem volt kapcsoló vasalással ellátva, és 4 elemben nem volt kapcsoló

vasalás. A 23 elemből 21 esetben a nyomott öv törése miatt ment tönkre a szerkezet, 2 esetben pedig a kapcsolódó felület menti elnyíródással. A kapcsoló vasalás nélküli elemek közül egy sem ment tönkre a kapcsolódó felület elnyíródásával. A töréskor számított nyírófeszültség $0,8\text{--}0,86 \text{ N/mm}^2$ volt. A nyírási felületen tönkrement elemekben a nyírási vasalási „fedettség” $0,37$ és $0,6$ volt, a tönkrementeli számított nyírófeszültség pedig $1,76$ és $2,15 \text{ N/mm}^2$.

Seiler (1989) dolgozata az akkor új, 1988-as DIN 1045 előírásait magyarázza és mutatja be, a 4. fejezetről kezdődően tárgyalva az előregyártott és helyszíni beton közötti nyírási problémákat. Bizonyos feltételek mellett (pl. közlekedési teher kisebb, mint 5 kN/m^2 , a koncentrált teher kisebb mint $7,5 \text{ kN}$, a csatlakozási felület érdes, az előregyártott elem végén konstrukciós acélkapcsolat van a szétválás ellen, a lehajlás kisebb mint $1/500$, és ha a nyírófeszültség kisebb, mint a megengedett alsó nyírási feszültség fele) vasalás nélkül megengedi az együttműködést.

Silfwerbrand (1986) kétrétegű betonelemek vizsgált (Svédország), melyek érdesített felületű régi és erre rádolgozott új betonból álltak. Az egyszerű alátámasztású, kéttámaszú, kétrétegű hajlított elemek összekötő vasalás nélkül ugyanolyan magas határfeszültséget mutattak, mint a homogén elemek. A fáradási szilárdság a csatlakozó felület mentén kisebbnek mutatkozott. Bebizonyosodott, hogy megfelelően előkészített felület esetén a kapcsolat teherbírását a zsugorodás – a húzás okozta alakváltozás, a zsugorodás ellen dolgozva – nem csökkenti le. A sima felület esetében az együttműködés csökkent értékű.

Soubret (1971) kéregzsalus gerendákkal ill. panelekkel kísérletezett. A kapcsolatot acél rácsostartó biztosította. Vizsgálták az időben jelentkező lehajlásokat. Az elemek megfelelően viselkedtek.

Szalai (1967) elméleti vizsgálatokat végzett az együttműködő tartókra. A kúszás számítása során a Dischinger féle elméletet vette alapul. Az újabb elméletek és kísérleti vizsgálatok szerint azonban az időben való változást nem az $1/e^t$, hanem az $1/e^{\sqrt{t}}$ összefüggés jobban írja le. A magyar szabvány is áttért az új elméletre. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a kísérleteknél a zsugorodás hatása lényegesen kisebbnek mutatkozott, mint a számított (lásd még Orosz, 1963).

Walraven és Reinhard (1981) a nyíró-súrlódó felület nyírási teherbírásával foglalkoztak. Elméletet dolgoztak ki a hatás számításba vételére, melyet kísérlettel ellenőriztek. Az összekötő acélbetétek csapathatását két módon igyekeztek a kísérleti eredményből kiküszöbölni. Egyrészt lágygumi csövet húztak az acélbetétre az elnyíródó felület közelében, másrészt nem belső, hanem külső acélbetéteket alkalmaztak. A kísérletek szerint a nyírási teherbírás $0,2\text{--}0,4 \text{ mm}$ elmozdulásnál éri el a maximumot. Az összekötő csapoknak a csapathatása elhanyagolható a felületösszetartó szerepükhöz képest.

2. AZ MI-TERVEZET

A fenti irodalmak, valamint hazai előírások és tapasztalatok alapján készült el a függelékben közreadott MI-tervezet, mely iránymutatásul szolgálhat a mai tervezői gyakorlathoz is (változatlan formában adjuk közre).

3. NÉHÁNY GONDOLAT AZ MI-TERVEZETHEZ

Az MI-tervezet 4.2.2 pontjával kapcsolatosan szeretnénk megjegyezni, hogy:

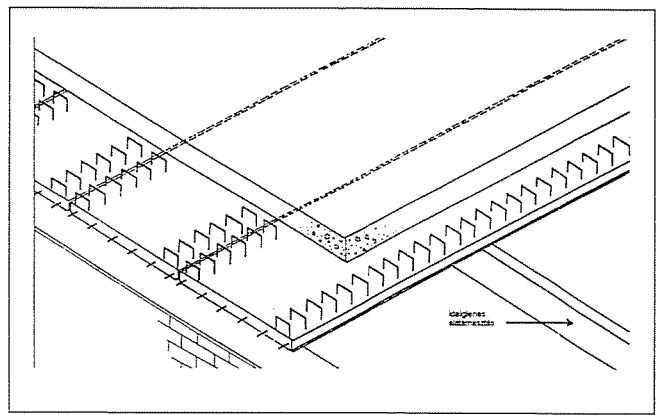
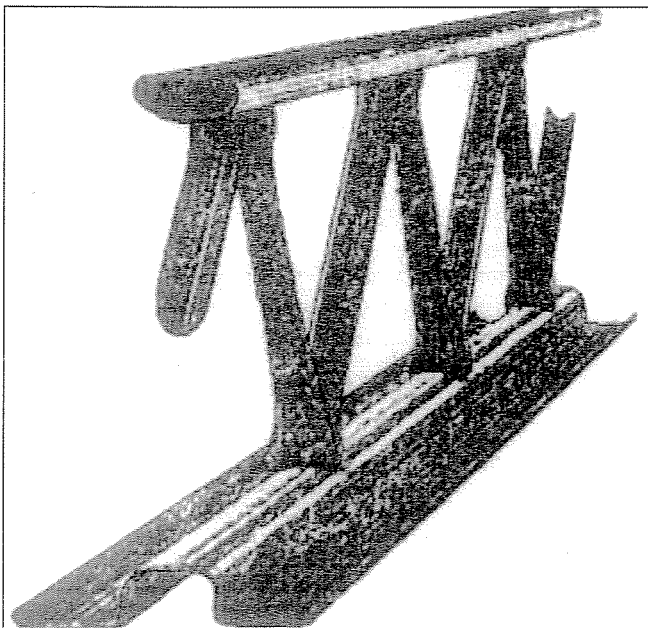
- a csúsztató tangenciális igénybevétel esetére (az α_1 tapadási együttható felvétele) az MSZ 15022/4 szabvány F1 függeléke szerinti figyelembevétel mellett a legújabb kutatásokon alapuló vizsgálatot is meg kell fontolni (Simon 2002), melyek a felület durvaságának mérésével kívánják az együttműködés mértékét pontosítani,
- figyelembe kell venni a kapcsoló vasalás elrendezését, értve ezen például a csúsztatóerő megoszlásának követését, illetve a tartóvégeknél a kapcsoló vasalásnak az esetlegesen szükséges sűrűségét.

4. NÉHÁNY FONTOSABB VASBETON KÉREGZSALU ÁTTEKINTÉSE

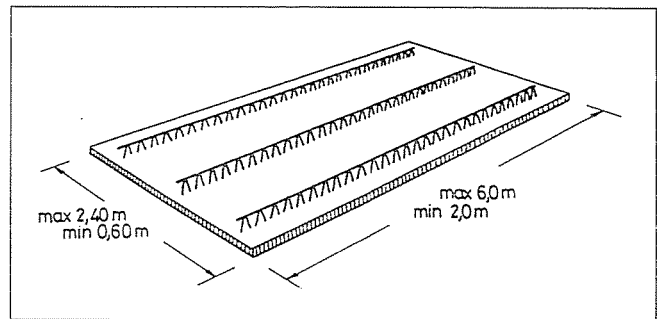
Az alábbiakban ismertetjük azokat a fontosabb vasbeton kéregzsalkat, melyek külföldön illetve hazánkban is gyártásba kerültek. Ábrákat csak a magasépítésben alkalmazott felület-szerkezetekhez mellékelünk.

- *Katzenberger paneles födém (osztrák)*. Nem terjedt el Magyarországon, a nyomott öv és a rácsrudak profilozott acéllemezből készülnek és nem melegen hengerelt acélból. Előnye, hogy merevebb vasalást biztosít (1. ábra).
- *FERT gerendás födém (olasz)*. Viszonylag könnyű beépíthetősége miatt (a gerendák kézzel is helyükre tehetőek) főként a családi ház építkezések egyik igen kedvelt, gyakran alkalmazott födémé lett.
- *FILIGRAN (német)*. A FERT gerendás födémhez nagyon hasonló, de béléstest nélküli, ezért gyakorlatilag gerendafödémeket lehet vele készíteni.
- *PR födém (magyar; 31. ÁÉV)*. Az első hazai fejlesztésű ilyen jellegű gyártmány, 60 mm vastag feszített lemezből és kapcsolódó kengyelrendszerből áll. A nyomott övet képező felső betonréteg közbenső alátámasztásokkal készíthető el (2. ábra).
- *Rétegelt paneles szerkezet (magyar; BVM-Mélyépterv)*. Lágyvasalással készített kéregpanel, melyet főleg mélyépítési szerkezetekhez fejlesztettek ki, ezért robusztusabb mint a magasépítésben használatos hasonló elemek.

1. ábra: A szabadalmazott Katzenberger-féle acélrács



2. ábra: A PR födém vázlat



3. ábra: Az IVS födém vázlat



4. ábra: Az YTONG előfeszített vasbeton födém-kéregpalló

- *IVS zsalupallós födém (magyar; VÁÉV)*. Lágyvasalású kéregpanel, melyet főként a magasépítésben lehetett alkalmazni (3. ábra).
- *Pórusbeton borítású, előfeszített vasbeton födém-kéregpalló (magyar; YTONG Hungary Kft.)*. Éveken át forgalmazott (egészen 2000-ig) alul pórusbetonlapokkal borított vasbeton kéregpalló, mely egységes felületet biztosított a vakoláshoz, valamint az alsó borítás az épületgépészeti vezetékezésre könnyen megmunkálható felületet adott. Építéskor alá kellett támasztani, és túlemelni, az eltérő időben betonozott alsó és felső betonréteget csak a pallóvégeken köti össze acél térrács. Csak magasépítési célokra használták, viszonylag kis mennyiségben (4. ábra).
- *Mesterfödém (magyar; Leier-bcm Kft., Ferrobeton Kft.)*. Építéskor szintén alátámasztást, és túlemelést igényel. A FERT födémhez viszonyítva a leglényegesebb eltérés, hogy a gerendák alsó öve nem kerámia „papucselemekben” készül, hanem csak beton veszi körül a húzott öv betonacéljait. A nyomott öv „u” keresztmetszetűre hajlított szalagacélból készül. Szintén gerendás födém készíthető belőle.



5. ábra: A Profipanel, lágyvasalású vasbeton földem-kéregpalló

- *Profipanel (magyar, Wienerberger Téglaiipari Rt.).* Bár alig néhány éves múltra tekinthet vissza az ócsai gyár, máris nagy sikert aratott a lágyvasalású, számítógéppel automatizált gyártású földemkéregpallóval. Az eltérő időben betonozott alsó és felső betonréteget itt is hosszirányban végigfutó acél térrács köti össze (5. ábra).

A termékfejlesztések során feltehetően a legnagyobb gondot annak meghatározása okozhatta, hogy mennyire biztosítható az előregyártott betonkéreg és a helyszínen készített felső betonréteg együttdolgozása az alsóból a felső rétegbe átnyúló vasalás nélkül. Ez a kérdés a következőkben részletesebben kifejtett problémákat vetette föl. A BME-n folyó kísérletek ezek közül egy, a munkahézag erőátadó képességének vizsgálatára irányul, különböző dokumentálható, és reprodukálható esetekben. (Simon, 1999a, 1999b)

5. A KÉREGZSALUS FÖDÉMEK ERŐJÁTÉK SZÁMÍTÁSÁNAK FINOMÍTÁSA

Az ilyen szerkezetek (Polgár és Stairits, 2001) öszvérszerkezet elnevezésével mélységesen egyet lehet érteni, hiszen az előregyártott alsó kéregbeton és a rá kerülő felbeton két külön anyagnak tekinthető. Többek között azok különböző okokból eredő alakváltozásai még azonos betonminőség biztosítása esetén is, időben elkülönülten játszódnak le. A két réteg együttdolgoztatása azonban erőtanilag elengedhetetlenül fontos. Ezt a kérdést a cikkben bemutatott külföldi szabványhivatkozások illetve ábrák mindegyike vagy valamilyen pótvasalással, vagy lehorgonyzó fogak készítésével oldja meg (MSZ 15022/4-1986). Semmilyen szabályozás nem engedélyezi annak feltételezését, hogy a két betonréteg találkozási felületén fellépő csúsztatóerőket az itt lévő munkahézag valamely módon számított nyírási teherbírásával vegyük fel akkor, ha a felületre merőleges normálerő (összeszorító erő) nem hat. Ennek oka a következő: a beton munkahézag nyírási teherbírása főként az először készített betonréteg felületi érdességétől függ, melynek hatása nincs kellően kísérleti tapasztalattal alátámasztva (Dulácska, 1990). A teherbírás értékét meghatározni ennek tükrében csak akkor lehet, ha bevezetünk egy a beton felületi érdességét definiáló mérőszámot, melynek ismeretében a kapcsolat teherbírása számíthatóvá válik. A felületi érdességén kívül még a kapcsolat teherbírását befolyásoló tényezők:

- a kéregbeton:
 - szilárdsága,
 - az adalékszemszerkezete,
 - az adalékanyagának fajtája,
 - a beton kora a rábetonozáskor,
 - porozitása,
 - nedvességtartalma.

- a felbeton:
 - konzisztenciája,
 - adalékanyagának szemszerkezete,
 - szilárdsága,
 - zsugorodása.
- esetleg egy „trükk”, például valamilyen tapadóhíd közbeiktatása, vagy a kéregbeton felső rétegébe acélszalak adagolása és a felület felgereblyézése stb.

Fentiek közül a kéregbetonra vonatkozó paraméterek egy része a gyártás során az alkalmazott minőségellenőrzési eljárással biztosítható, ismerhetővé tehető, és egy rövidesen kidolgozásra kerülő számítási eljárásban felhasználható. Természetesen a felső betonréteg elkészítésekor is a megfelelő minőséget biztosítani kell. Még kiterjedtebb vizsgálatot igényel az esetlegesen alkalmazható „trükkök” hatása.

Itt szeretnénk hivatkozni a BETON újság hasábjain megjelent cikkekre (Simon, 1999a, 1999b), melyek pontosan a két betonréteg együttdolgozásának problémakörét próbálják érzékeltetni, és az ott közölt eredményekből jól látható, hogy *fontosabb az előregyártott beton felülete, mint az esetlegesen alkalmazott tapadóhíd beépítése*, mely utóbbinak csak a fel nem durvított felület esetén volt szerepe. Meg kell említeni, hogy a témához dr. Gilyén Jenő szintén a BETON újság hasábjain (Gilyén, 2000 és Gilyén, 2002) nagyon értékes hozzászólást közöl. Ugyanezen újság 2000. decemberi számának 3-6. oldalán Polgár László „Szabványainkról, tankönyveinkről, az „iparos” szemével nézve II.” írott cikkében is érinti a témát (Polgár, 2000), amire az újság hasábjain, annak 2001. februári számának 6-8. oldalán dr. Dulácska Endre tesz közlé hozzászólást (Dulácska, 2001). A kéregbeton felületi érdességének meghatározására jól használható eljárás a BME Építőanyagok és Mérmökgeológia Tanszék támogatásával kikísérletezett módszer, mely az utépítésben más célból használatos érdességmérés (UT-2. – 2.111/77) esetünkre adaptálva. Ennek lényege, hogy adott finomságú és mennyiségű homokot a felületen körkörösén elsimítva, annak átmérőjéből egy a felület durvaságára jellemző mérőszámot lehet kapni (Simon, 2002), az SCD (Sand Circle Diameter) számot.

Miben rejlik a jelentősége két ilyen jellegű betonréteg együttdolgozásának? Erre a kérdésre leginkább a gyakorlatban, és a mindennapokban dolgozó tervező és kivitelező szakemberek tudnak válaszolni, tulajdonképpen nagy, előnyei a következők:

- takarékos állványzat és szaluzat,
- a földem monolitizálása, a tárcsahatás erősítése,
- a merevség növelése, ezzel a lehajlás csökkentése,
- és nem utolsósorban, a teherviselő képesség növelése.

Abban az esetben, ha ezt az együttdolgozó képességet sikerül definiálni, a munkahézagon átmenő vasalás csökkenthető lenne, viszont több, most itt nem tárgyalt okból annak teljes elhagyása veszélyes lehet (mely megállapítás nem vonatkozik az előregyártott hid és földemgerendákra, illetve a rábetonozással kialakított beléstegetes rendszerekre). Természetesen egyéb okokból készített – itt most nem részletezett – munkahézag esetére is felhasználható lehet a tapasztalat.

6. MEGÁLLAPÍTÁSOK, TANULSÁGOK, VÁRHATÓ JÖVŐ

A vasbeton kéregpallók, és egyéb olyan szerkezetek esetében, ahol „öreg” és friss beton együttdolgozását szeretnénk figyelembe venni, ezt csak akkor tehetjük meg, ha az „öreg” beton felületét feldurvítottuk, a durvaságot mérjük és dokumentál-

juk. Közreadtunk egy Műszaki Irányelv tervezetet, melyet bár kis kritikával, de jól használhat a gyakorló mérnöktársadalom. A durvaság mérési módszere, és a két beton együttműködésének durvaságtól (az SCD számtól) való függésének meghatározására kísérletek folynak a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén.

Bár a cikkben nem említettük, de a felület tisztasága szintén nagy jelentőséggel bír. A későbbiekben vizsgáljuk még az „öreg” beton porozitásának, illetve az eltérő betonnyomószilárdságok hatását is a munkahézag nyírási teherbírására.

7. HIVATKOZÁSOK

- Balázs Gy., Fogarasi Gy. (1977) „Vasbeton elemek kapcsolatai” *Műszaki Könyvkiadó, Budapest*. 1977 pp. 158-169., és 296-298.
- Basler E., Witta E. (1967) „Grundlagen für kraftflüssige Verbindungen in der Vorfabrikation”. *Beton-Vergal GmbH, Düsseldorf*.
- Betonkalender (1966) *Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn Berlin-München* Teil II., pp. 518-525.
- Burkhard M. (1990) „Bemessungshilfen für Verbundplatten mit Gitterträgern”. *Beton und Stahlbetonbau* 85, H. 1, pp. 11-14
- Dné Szerderjei I. (1971) „A vasbeton repedéseim áthaladó acélbetétek ékhatása”. *Építés-Építéstudomány*. III/1. pp. 115-127.
- Dulácska E., Dné Szerderjei I. (1972) „Az előregyártott és helyszíni betoncsatlakozási felületének nyíróteherbírása”. *Mélyépítéstudományi Szemle* XXII. Évf. 8. szám, pp. 375-377.
- Dulácska E. (1990) „Kéregzsalsal teherhordó szerkezetek fejlesztése”. TANULMÁNY, Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet.
- Dulácska E. (2001) „Hozzászólás a Szabványainkról, tankönyveinkről az iparos szemével nézve című cikkhez”. *BETON* IX. évf. 2. szám, pp. 6-8.
- Fouré B. (1970) „Joints verticaux résistants aux efforts tangents entre grands panneaux perpendiculaires” *Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics*, Nr. 270. pp. 93-96.
- Gilyén J. (2000) „A beton nyírószilárdsága munkahézagokban és előregyártott elemek közötti illesztésben” *BETON* VIII. évf. 11. szám, pp. 3-6.
- Gilyén J. (2002) „Rábetonozással készült szerkezetek méretezési kérdései” *BETON* X. évf. 9. szám, pp. 13-15.
- Goschy B., Balázs Gy. (1960) „Bruchrisicherheitsnachweis des Verbundes zwischen Ortbeton und Fertigteil von Stahlbetonverbundbalken”. *Bauplanung-Bautechnik*, 14. Jg. Heft 6, pp. 266-270.
- Hofbeck J. A., Ibrahim I. O., Mattock A. H. (1969) „Shear Transfer in Reinforced Concrete” *ACI Journal* Nr. 2, pp. 119-128.
- Mattock A. H. (1974) „Shear Transfer in Concrete Having Reinforcement at an Angle to the Shear Plane”. *ACI Publication SP 42*. Vol.1, pp. 17-42.
- MSZ 15022/4-86, „Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése – Előregyártott beton, – vasbeton és feszített beton szerkezetek”, *Magyar Szabványügyi Hivatal*, p 4.
- Orosz A. (1963) „Előregyártott gerendák együttműködése helyszíni betonnal”. *ÉKME Tudományos Közleményei*, IX. kötet 5. szám p 215.
- Orosz Á., Tassi G., Ódor P. (1984) „A PR jelű feszített fődémpallók laboratóriumi törővizsgálati eredményei”. *BME Vasbetonszerkezetek Tanszék* szakvélemény.
- Paulay T., Loeber P. J. (1974) „Shear Transfer by Aggregate Interlock”. *ACI Publication SP 42*. Vol.1. pp. 1-16.
- Polgár L. (2000) „Szabványainkról, tankönyveinkről az iparos szemével nézve II.” *BETON* VIII. évf. 12. szám, pp. 3-6.
- Polgár L., Stairits F. (2001) „PROFIPANEL” *VASBETONÉPÍTÉS* III. évf. 3. szám, pp. 75-83.
- Pommeret M. (1970) „Les joints verticaux résistants aux efforts tangents entre grands panneaux préfabriqués coplanaires”. *Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics*, No. 270. pp. 92-93.
- Regles B.A.E.L.80 (1979) „Regles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en beton arme suivant la methode des etats-limites”. *Fasc. Nr. 62, Bulletin Officiel*, Nr. 79-48, pp. 184-195.

- Schäfer H. G., Schmidt-Kehle W. (1990) „Verminderte Schubdeckung in Fertigplatten mit Ortbetoneingängung”. *Betonwerk + Fertigteil Technik* H 5, pp. 50-54.
- Seiler H. (1989) „DIN 1045 Juli 1988-wesentliche Neuerungen”. *Betonwerk + Fertigteil Technik* H 8. pp. 39-45.
- Silfverbrand J. (1986) „Régi és új beton közötti tapadás statikus és dinamikus terhelésnek kitett szerkezeteknél” (sajtó alá rendezte: Valtynyi Dániel). *Építési Kutatás-Fejlesztés* 1986/3. pp. 160-164.
- Simon T. (1999a) „A beton munkahézag nyírási teherbírása” *BETON* VII. évf. 7-8. szám, p 16.
- Simon T. (1999b) „A beton munkahézag nyírási teherbírása II.” *BETON* VII. évf. 11. szám, pp. 13-15.
- Simon T. (2002) *fib Proceedings Bond in concrete „Definition of surface roughness for evaluation of concrete-to-concrete bond”* Budapest University of Technology and Economics pp. 395-403.
- Soubret R. (1971) „Essais delongue durée sur des planchers a prédalle ou a poutrelles”. *Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics*, No. 282. pp. 86-89.
- Szalai J. (1967) „Együttműködő beton és feszítettbeton tartók feszültségállapota a zsugorodás és lassú alakváltozás hatásának figyelembe vételével”. *Tankönyvkiadó, Budapest*. (Mérnöki Továbbképző Int. anyag 4588 szám)
- UT - 2. - 2.111/77 „Utburkolatok érdességének mérése kézi eszközökkel 3. pont”, *Magyar Szabványügyi Hivatal* Utépítési ágazati szabvány, p 3.
- Walraven J. C., Reinhard H. W. (1981) „Theory and experiments on the mechanical behaviour of cracks in plain and reinforced concrete subjected to shear loading”. *HERON, Concrete Mechanics*, part A. Vol. 26. Nr.:1A

Dr. Dulácska Andre professor emeritus, okl. építésmérnök, a műszaki tudomány doktora. Munkahelyek: 1950-1982 BUVÁTI, 1982-1991 Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet (TTI), 1991- BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. Tagság: *fib* Magyar tagozata, IASS (Térbeli és Héjszerkezetek Nemzetközi Egyesülete), EAEE (Európai Földrengésmérnöki Egyesület), IAEE (Nemzetközi Földrengésmérnöki Egyesület) IABSE (Híd és Szerkezetépítő Mérnökök Nemzetközi Egyesülete), Magyar Mérnöki Kamara. Díjak: 1990 Eötvös díj, 1994 Akadémiai díj, 1998 Széchenyi díj. Tevékenység: Épületek tartószerkezeteinek tervezése, megerősítése és az ehhez kapcsolódó szakértői tevékenység. Kutatási területek: héjszerkezetek stabilitása, szerkezet és talaj együttműködés, prognózis, épületek viselkedése földrengésre, beton-, vasbeton-, feszített beton-, falazott- és faszervezetek viselkedése. Publikációinak száma (könyv, könyvrészlet, cikk) több mint 200.

Simon Tamás okleveles építőmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki kar, Szerkezetépítő szak; 1983-tól a VIZITERV nagyműtárgy osztályán statikus tervező; 1990-92 „kas” Szigeteléstechikai Rt. fejlesztő mérnöke; 2002-től a BME Építőanyagok Tanszéke (ma: BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék) adjunktusa. Tevékenységek/szakterületek: vasbeton mélyépítési műtárgyak tervezése és művezetése; lapostető-szigetelések tervezése, kivitelezése; betontechnológia; minőségügy; építőipari szakértés tartószerkezetek és szakipari munkák tekintetében; megszilárdult beton vizsgálata. A Magyar Mérnöki Kamara, a *fib* magyar tagozat és a *fib* TG. 6.2 „Connections” tagja.

INTERACTION OF CONCRETES OF PREFABRICATED FLOOR PLANKS AND IN SITU CONCRETE

Dr. Andre Dulácska – Tamás Simon

Construction joints formed on the horizontal surface of prefabricated thin planks have considerable shear load bearing capacity. The surface roughness of the old concrete may take a much bigger role than the possible application of an adhesive. At present this is not taken into consideration, but could be, if the surface roughness of the hardened concrete would be quantified by a number (e.g. SCD number, SCD = Sand Circle Diameter, based on the sand patch roughness measuring method), and correlated to the load bearing capacity of the connection. The definition of such correlation is under research at BUTE, Department of Construction Materials and Engineering Geology.

FÜGGELÉK

Magyar Szabványügyi Hivatal	ÉPÍTMÉNYEK TEHERHORDÓ SZERKEZETEINEK ERŐTANI TERVEZÉSE	MI 15022/TERVEZET!
MŰSZAKI IRÁNYELV TERVEZET!	Kéregzsalus beton és vasbeton szerkezetek	
		G 02
Design of loadbearing of buildings Reinforced concrete composite structures		

E szabvány tárgya az MSZ 15020 tárgyában felsorolt építmények olyan helyszínen betonozott vasbeton szerkezeteinek tervezése, melyet előregyártott vasbeton zsaluzat felhasználásával készítenek, és a végállapotban az előregyártott vasbeton zsaluzat a helyszínen készített vasbetonnal együtt dolgozik, ezenkívül az együttes szerkezet hőmérséklete nem emelkedik 200°C fölé.

Tartalom

1. Alapelvek
2. Anyagok
3. Az erőtani számítás alapjai
4. A teherbírási követelmények kielégítésének igazolása
5. A merevségi és a repedésekkel kapcsolatos követelmények kielégítésének igazolása
6. Szerkezeti szabályok

A szövegben említett magyar állami szabványok.

1. Alapelvek

Az építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezésére vonatkozó általános előírásokat az MSZ 15020 tartalmazza.

A kéregzsalus szerkezet erőtani tervezésére jelen szabványon kívül az MSZ 15022/1, MSZ 15022/2, MSZ 15022/4 és az MSZ 15022/7 előírásai is értelemszerűen érvényesek, de kéregzsalus szerkezetből repedésmentes szerkezetet nem szabad tervezni. A kéregzsalus szerkezetet nem szabad fáradást okozónak tekintendő teher hatásának kitenni.

2. Anyagok

A kéregzsalus legalább C16, a helyszíni kibetonozást legalább C10 szilárdsági jelű betonból kell tervezni.

A betonacél feleljen meg az MSZ 15022/1, a feszített betét pedig az MSZ 15022/2 előírásainak.

3. Az erőtani számítás alapjai

3.1. Követelmények

A kéregzsalus szerkezet tervezése esetében az átmeneti állapotokban

- a teherbírási,
a végleges állapotban

- a teherbírási
- a merevségi
- a repedés korlátozásai

követelmények kielégülését kell igazolni.

3.2. Statikai modell

3.2.1. A kéregzsalu végeinél hézagot kell feltételezni. (Tehát pl. a két összetámasztott kéregzsalu elem között az összetámaszkodást nem szabad figyelembe venni.)

3.2.2. A kéregzsalu igénybevételét az átmeneti állapotban az alkalmazott ideiglenes megtámasztásokat figyelembe véve kell számítani. A képlékeny méretezés megengedett, ezért a ducolatok alakváltozását nem kell figyelembe venni.

3.2.3. A végleges állapotban az igénybevételek meghatározása során a szerkezetet monolit szerkezetként szabad számításba venni, a 3.2.1. szakasz figyelembevételével.

3.3. Határállapotok

3.3.1. A kéregzsalus szerkezet teherbírását mind az átmeneti állapotban, mind a végállapotban a képlékeny törés határállapotban kell igazolni. A húzott övet feszített beton kéregzsalu esetében is szabad berepedettnek tekinteni.

3.3.2. A merevségi és repedéskorlátozási határállapotban a keresztmetszet II. feszültségi állapotát kell feltételezni, melynek során a feszített kéregzsaluban működő feszítőerő hatását figyelembe szabad venni.

3.4. Terhek

Az MSZ 15021, valamint az MSZ 15022/1-ben meghatározott terheken kívül a kéregzsurlura betonozott friss betont, valamint legalább 1,0 kN/m² munkaterhet kell teherként számításba fenni, vízszintesen megoszló teherként.

4. A teherbírási követelmények kielégítésének igazolása

A teherbírást az MSZ 15022/1, az MSZ 15022/2 és az MSZ 15022/4 szerint kell meghatározni, a következőkben leírt eltérésekkel.

4.1. Axiális igénybevételek

4.1.1. A végleges állapotban a tartó keresztmetszetét a kéreg és a helyszíni beton együttes méreteivel szabad figyelembe venni.

4.1.2. A kéreg betonjának húzási határfeszültségét az átmeneti állapotban figyelembe szabad venni, de a végleges állapotban nem.

4.1.3. A zsugorodási és kúszási feszültségátrendeződés miatt a tartót két esetre kell megvizsgálni:

- a kéreg nyomási határfeszültsége zérus, a kibetonozásé teljes értékű,

- a kéreg nyomási határfeszültségei teljes értékűek, a kibetonozás nyomási határfeszültségei pedig csak 50%-ban vehetők figyelembe.

A nyomási határfeszültségek alatt a beton ill. az acél nyomási határfeszültségét kell érteni.

Az acél húzási határfeszültsége teljes értékkel vehető számításba.

4.2. Tangenciális igénybevételek

4.2.1. A végleges állapotban a tangenciális határigénybevétel T_{Ha} alsó értékének számítása során a teljes szerkezet vastagságának harmadánál vékonyabb kéreg T_{Hb} teherbírását nem szabad számításba venni, és az átszűrődési vizsgálatnál is így kell eljárni.

4.2.2. A kéregzsurlu és a helyszíni beton csatlakozó felületén a terhekből származó elcsúsztató tangenciális igénybevételt is ellenőrizni kell. Ez az ellenőrzés az MSZ 15022/4 szabvány F1 függeléke szerint történhet.

Ennek során

$T_{H3} = A_b \cdot \sigma_{Hb} \cdot \alpha_f$ ahol α_f a tapadási együttható,
melynek értéke:

- zsaluzott kéregfelület esetén 0,5

- érdesített kéregfelület esetén 0,8

- sűrűn fogazott kéregfelület esetén 1,0

(ez esetben $T_{Hb} = 0$)

Ha a kéreg és a helyszíni beton között az összekapcsoló vasalás fajlagos mennyisége kisebb $i_{min} = 0,1\%$ -nál, akkor a csatlakozási felületet gyengén vasaltnak kell tekinteni, és az MSZ 15022/1 szabvány 7.2. szakasza szerint kell figyelembe venni.

4.3. Átszűrődési helyi igénybevétel

A 4.2.1. szakasz szerint kell értelemszerűen eljárni.

5. A merevségi és a repedésekkel kapcsolatos követelmények kielégítésének igazolása

Az MSZ 15022/1 ill. az MSZ 15022/2 szerint kell eljárni.

6. Szerkesztési szabályok

Az MSZ 15022/7 szerinti általános és az MSZ 15022/4 szerinti speciális előírásokon túlmenően az alábbiakat kell figyelembe venni.

A μ_{min} minimális acélbetét-hányad az MSZ 15022/7 szerinti, de falak és oszlopok esetében (a helyszíni beton oldalnyomása miatt) a kétoldali kérget összekötő vasalás fajlagos keresztmetszeti területe még gyengén vasalt szerkezet esetében sem lehet kevesebb $\mu_{min} = 0,05\%$ -nál.

A szövegben említett magyar állami szabványok

Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése

Vasbeton szerkezetek

MSZ 15022/1

Feszített vasbeton szerkezetek

MSZ 15022/2

Előregyártott beton, vasbeton és feszített beton szerkezetek

MSZ 15022/4

Vasbeton szerkezetek szerkesztési előírásai

MSZ 15022/7

ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON, A BETONTECHNOLÓGIA LEGÚJABB FORRADALMA

1. FOGALMAK ÉS VIZSGÁLATI MÓDOK



Dr. Zsigovics István

A betontechnológia egyik legújabb kihívása az öntömörödő beton. Ipari alkalmazása a negyedik generációs folyósító adalékszerek (polikarboxilátéter; PCE) megjelenésével egyre szélesebb körű. Sikeres alkalmazásához szükséges, hogy megismerjük, mi is az öntömörödő beton, és milyen kutatási, fejlesztési eredmények születtek az elmúlt évtizedben. Az öntömörödő beton technológiája nagyfokú megértést és együttműködést kíván a tervezőtől, a beton előállítójától és a kivitelezőtől egyaránt. Jelen cikkel ezt szeretném elősegíteni.

Kulcsszavak: beton, betontechnológia, reológia, öntömörödő beton, frissbeton, megszilárdult beton, folyóképesség, viszkozitás, blokkolódás, légtelenedés, szintbeállítás, kifolyási idő, folyási vizsgálat, U-doboz vizsgálat, L-doboz vizsgálat, blokkológyűrű

1. BEVEZETÉS

A betontechnológia fejlődése több nézőpontból is megközelíthető.

1. A földnedves technológia, mint kiindulási alap, napjainkig az öntömörödő betonig fejlődött. A cél a gyorsabb, gazdaságosabb építés volt. Ezt a célt egyre drágább betonokkal és egyre olcsóbb munkahelyi betonszállítással és bedolgozással oldották meg. A földnedves beton tömörítési nehézségeit akkor a *kissé képlékeny* beton oldotta meg.
2. A képlékenyítő adalékszerek és a gépi tömörítő eszközök megjelenése hatékonyabb bedolgozást tettek lehetővé. A nagy tömegű és hatékony betonszállítás munkahelyi eszköze a betonszivattyú lett. A betonszivattyú a *képlékeny* beton technológiáját igényelte. Így a földnedves és kissé képlékeny beton tulajdonságainak megtartása a képlékeny betonok esetében képlékenyítő vagy folyósító szerek alkalmazását igényelte, még könnyebb bedolgozhatóság mellett.
3. Ahol a zsaluzat kitöltése még mindig sok élömunkát igényelt, megjelent az *önthető* vagy *folyós* beton.
4. Végül az *öntömörödő beton* megjelenésével a betontechnológia nagyon kényes és költséges, munkavédelmi szempontból problémás része, a tömörítési eljárás kiszöbölhető ki (Asztalos 1999).

Az öntömörödő beton — mint a legdrágább beton — olcsóbb építési technológiát tesz lehetővé azáltal, hogy támogatja a leghatékonyabb munkahelyi betonszállítási technológiákat, a tömörítési munka elmarad, kb. 20%-kal csökkenti az élömunka igényt, jelentősen csökken a betonszerkezetek betonozási hibáinak javítása (nincs kivérzés és szétosztályozódás)

Az öntömörödő beton kifejlesztését azonban alapvetően az alábbi dolog alapozta meg, illetve hívta életre.

1983-ban Japánban az érdeklődés középpontjában a beton tartósságának kérdése szerepelt. A követelmény, hogy tartós betont állítsanak elő, a jól képzett munkások által jól betömörített beton volt. Azonban a jól képzett munkások számának fokozatos csökkenése Japánban az ipari szerkezetek minőségének hasonló mértékű csökkenéséhez vezetett a szerkezet építésben. Az egyik megoldás, hogy tartós beton szerkezetet állítsanak elő, amely nem függ a szerkezetépítő munka minőségétől, az öntömörödő beton volt.

Az ilyen típusú beton alkalmazásának szükségességét először 1986-ban Okamura javasolta (Ouchi 1998).

A hazai irodalomban az alapismeretekről áttekintés található Erdélyi cikkében (Erdélyi, 2002).

2. AZ ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON MEGHATÁROZÁSA

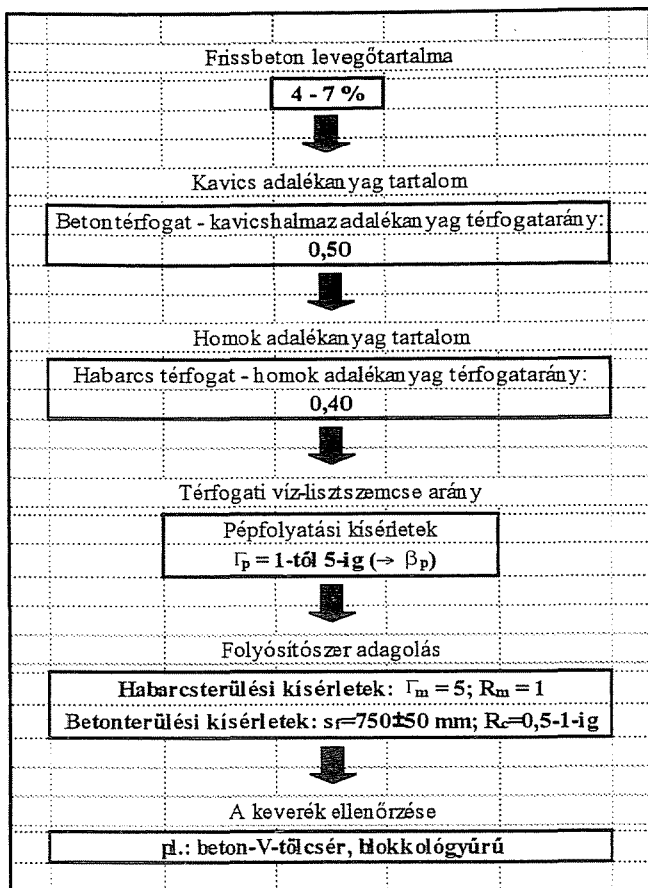
Az öntömörödő beton olyan beton, amely kiegészítő tömörítési energia közlése nélkül, a nehézségi erő hatására lassan folyik, légtelenedik, miközben a vasalásnál lévő köztes tereket és a zsaluzatot teljes egészében kitölti. Az öntömörödő betonnál is megengedhető egy maradék pórusterfogot, ugyanúgy, mint a kielégítően tömörített, vibrált beton esetében, valamint egy mesterségesen létrehozott, megnövelt légpórus tartalom, pl. a fagyasztási-olvasztási, illetve fagyasztási-olvasztási só ellenállás megnövelése céljából (Wagner 2001).

Az öntömörödő betonok olyan betonok, amelyek a nehézségi erő hatása alatt, a komponensek szétosztályozódásától mentesen majdnem a szintkiegyenlítésig folynak, eközben légtelenednek, valamint a vasalási közbenső tereket és a zsaluzatot teljes egészében kitöltik (Grube, Rickert 1999).

Az öntömörödő betonok olyan, nagy teljesítőképességű betonok, amelyek különleges teljesítőképessége a frissbeton öntömörítési hajlamára vonatkozik. Tapasztalható, hogy ez a tulajdonság az öntömörödő beton esetében — nem úgy, mint a vibrált beton esetében — pl. mintegy 90 percen keresztül fenntartható. Míg a vibrált beton bedolgozása során meglévő tömörítetlenségeket lényeges mértékben ki lehet egyenlíteni az alkalmazott bedolgozási intenzitással a tömörítés során, ez az öntömörödő beton esetében nem lehetséges (Grube, Kordts 2001).

3. AZ ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON BETONTECHNOLÓGIAI ALAPJAI

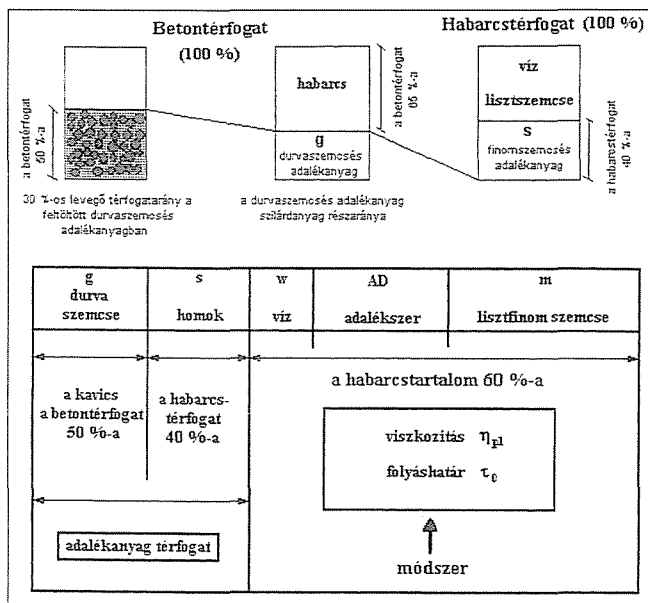
Az Okamura és Ozawa által Japánban a 80-as évek közepén kifejlesztett japán javaslat (Okamura, Ozawa 1995, Nawa,



1. ábra: Öntömörödő beton tervezése Okamura szerint (Okamura, Ozawa 1995)
 Jelölések: β_p = víz-lisztfínomságú szemcsék tömeg aránya
 $\Gamma_p = 0$ érték esetében
 Γ_p = pép relatív területi értéke
 Γ_m = habarcstérfogat relatív területi értéke
 R_m = habarcstérfogat relatív területi értéke
 R_c = beton relatív területi értéke
 s_r = beton területi értéke

Izumi, Edamatsu (1998) szerint az öntömörödő betont célirányosan egymásra épülő pép-, habarcstérfogat- és betonkísérletekkel lehet megtervezni. A javaslat azon a feltételezésen alapul, hogy kielégítő viszkozitású, folyóképes habarcsból csupán kavics adalékanyag hozzáadásával és a folyósítószer adagolás összehangolásával öntömörödő beton állítható elő.

2. ábra: A keverék összetétele Okamura szerint (Okamura 1997, Dafsb 2000)



Ennek a japán javaslatnak a folyamatábrája az 1. ábrán látható.

A tervezés első lépése a megcélzott tulajdonságok, a kiindulási anyagok, valamint az elérni kívánt levegőtartalom rögzítése. Ezt követően az adalék térfogatot a durva- és finomszemcsés adalékanyag tartalom keresztül határozzuk meg úgy, hogy szokásosan a durvaszemcsés halmaztérfigatot a betontérfogat 50%-ának feltételezzük, és a homoktérfigatot a habarcstérfogat 40%-ában rögzítjük (2. ábra).

Az öntömörödő beton tervezésének lépései:

1. A tervezés első lépése:
 Max. 0,5 m³ kavicsváz összeállítása a kavics frakciókból.
2. A tervezés második lépése:
 Habarcstérfogat tervezés – homok 40%
 – lisztfinom szemcse és víz arány beállítása
 – adalékszer adagolás beállítása.
3. A tervezés harmadik lépése:
 Az öntömörödő beton ellenőrzése frissbeton vizsgálatokkal, a korrekciók elvégzése.

Az adalékanyag hányadok meghatározása után az egymásra épülő pép-, habarcstérfogat- és betonvizsgálatok segítségével tervezik meg az öntömörödő betont.

3.1 Pépvizsgálatok

Első lépésként a pépen az optimális víz-lisztfínom szemcsék tömeg arányát határozzuk meg. A pépnek a relatív területi mértékének különböző víz-lisztfínom szemcse arányokkal elvégzett vizsgálata által a lisztfinom szemcsék β_p kötött vízhányadát meg lehet határozni (3. ábra). A lisztfinom szemcsék vízigénye (β_p) azután egy mérési sorozat eredményeinek lineáris extrapolációjából az egyenesnek az ordináta tengellyel képzett metszéspontjaként adódik (a relatív területi érték $\Gamma_p = 0$ értéknél).

$$\Gamma_p = \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 - 1, \text{ ahol } \Gamma_p \text{ a relatív területi érték,}$$

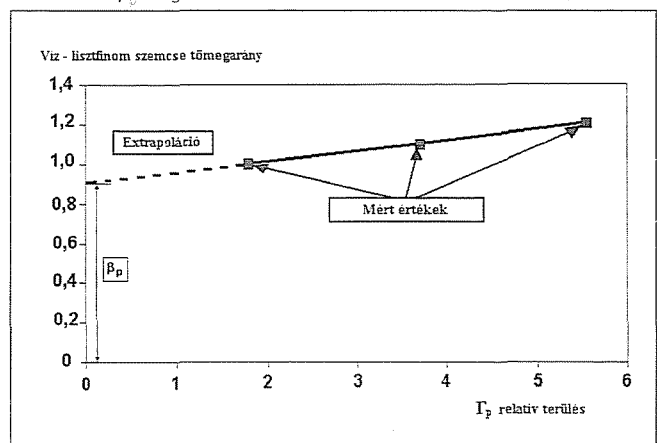
$$r_0 = 100 \text{ mm,}$$

r a pép mért területi, mm-ben.

3.2 Habarcsvizsgálatok

Habarcsvizsgálatokkal második lépésként a folyósító adalékszer mennyiség és a víz-lisztfínom szemcse arány változtatásával a habarcstérfogatot úgy állítjuk be, hogy 245 mm-es területi

3. ábra: A β_p meghatározása (Brameshuber, Uebachs, Eck 2001)



értéket és a habarcs V-tölcséren át mért átfolyási idő 10 másodperces értékét érjük el.

3.3 Betonvizsgálatok

A habarcsvizsgálatokhoz kapcsolódóan a beton roskadási kúppal mért területi érték kísérletet és a beton-V-tölcsér kísérletet frissbetonon végezzük el. A kavics adalékanyag optimális adagolását a kavics adalékanyag mennyiségének változtatásával határozzuk meg.

3.4 Módosított keveréktervezés

A fent javasolt reológiai tulajdonságoktól el kell térni, ha a lisztfinom szemcse nem felel meg a $< 90 \mu\text{m}$ szemcse nagyságnak ($125 \mu\text{m}$).

A levegőtartalom a jelenleg előállított öntömörödő betonoknál 0,5-1,5% térfogat a vibrált betonok levegőtartalom értékeinek megfelelően.

Az Aacheni Építéskutatási Intézetben CEM II/A-LL 42,5 R jelű cement és kőszénpernye alkalmazásával a habarcsot 270 mm-es terület értékre, ezzel egyidejűleg az átfolyási időnek pedig 6 másodpercre való beállításával, a habarcsból a folyósító adalékszer tartalom változtatásával, a japán javaslattal azonos módon tudtak öntömörödő betont tervezni (Bramshuber, Uebachs, Eck 2001).

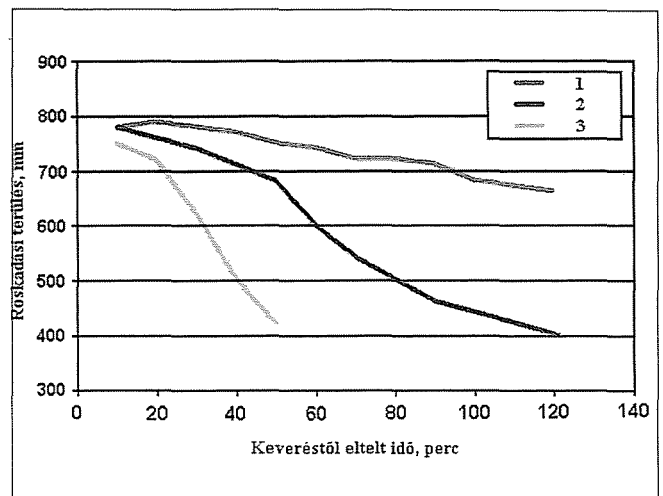
4. FRISSBETON TULAJDONSÁGOK

Az öntömörödő betontól azt várjuk el, hogy külső hatás nélkül, csupán önsúlyának hatása alatt egy tetszőlegesen kialakított zsaluzatot üregek nélkül kitöltősen, a betonacélokat telítetten körül fogja, légzárványoktól mentes és felülete vízszintes legyen, anélkül, hogy eközben összetevői különváljanak. A fenti követelmények teljesítése érdekében a friss betonnak speciális tulajdonságokkal kell rendelkeznie. Egyrészt ezért igen *nagy folyóképességűnek* kell lennie, másrészt szerkezeti stabilitásának olyan nagyra kell lennie, hogy a cementpép még képes legyen arra, hogy megakadályozza a durva adalékanyag lesüllyedését, és így elkerülje az összetevők szétosztályozódását. A szilárd beton tulajdonságainak azonban a lehető legkisebb mértékben szabad csak különbözniük a hagyományos vibrálással tömörített beton tulajdonságaitól.

Ennek érdekében két olyan paramétert kell kézben tartani, amelyek ellentétes hatásúak. *A folyóképesség növekedésével ugyanis növekszik az összetevők szétosztályozódásra irányuló hajlama*, azaz a 2,6-2,8 kg/l sűrűségű adalékanyagok lesüllyedésének a veszélye az 1,6-1,9 kg/l sűrűségű cementpépben.

Az öntömörödő beton sikeres alkalmazása szempontjából döntő jelentőségű az, hogy a beton — amikor a zsaluzatba való bevitelre kész — optimális bedolgozhatósággal rendelkezzen. Ezt a következő paraméterek határozzák meg: folyóképesség, viszkozitás, blokkolási hajlam, szintbeállítás képessége, légtelenedési képesség és szerkezeti stabilitás. Ezeket a tulajdonságokat vizsgálatokkal kell igazolni (Grübl, Lemmer 2001a).

Az öntömörödő beton előállításakor érzékeny a keverék összetételében fellépő változásokra és a kiindulási anyagok tulajdonságainak az ingadozásaira. Így a folyósító adalékszernek a célértékhez képest megmutatkozó kis eltérései vagy az adalékanyag nedvességtartalma meghatározásánál vagy a homok összetételénél megmutatkozó nagyobb pontatlanságok azt



4. ábra: Öntömörödő betonok konzisztencia eltarthatósága (Grübl, Lemmer 2001a)

eredményezhetik, hogy a megkívánt frissbeton tulajdonságokat nem érjük el. Ezen okok miatt már a beton előállítás kiindulási anyagait is és az adagolást is megfelelően ellenőrizni kell. Biztosítani kell, hogy az előállítás során a kiindulási anyagoknak a keverék tervezése szempontjából mértékadó tulajdonságai lényegesen ne változzanak (pl. a lisztfinom szemcsék vízigénye) vagy a változások idejében ismertté váljanak. A frissbeton tulajdonságokat az előállítás során, és közvetlenül a zsaluzatba történő beépítés előtt alkalmas vizsgálati eljárások segítségével folyamatosan ellenőrizni kell (Grübl, Weigler, Karl 2001).

Az öntömörödő betonhoz alkalmazott kiindulási anyagok egyenletességének a biztosítása, valamint a frissbeton tulajdonságok felügyelete a sikeres és gazdaságos alkalmazás szempontjából nagy jelentőségű. Nem megfelelő minőségű betonnak el sem szabad hagynia a betongyárat vagy a keverőberendezést, mivel az építés helyszínén már alig van lehetőség annak módosítására, ha a beton nem teljesíti a vele szemben támasztott követelményeket (DAFStb 2001).

Polikarboxilat alapú folyósítószer alkalmazása hozzájárul ahhoz, hogy a frissbeton 120 percig *bedolgozható* legyen. A folyósítószer azonban igen különböző *konzisztencia eltarthatósággal* rendelkeznek (4. ábra). Grübl és Lemmer (2001b) kísérletei szerint az 1 jelű keverékből a 2 jelű keverék esetében a cementet egy másik cementre, az 3 esetében pedig a receptúra egyéb elemeinek megtartása mellett a folyósító adalékszerre egy másik adalékszerre cserélték ki (Grübl, Lemmer 2001a).

4.1 Folyóképesség

Az öntömörödő beton legfontosabb tulajdonsága a rendkívül nagy *folyóképessége*. Az irodalomban az öntömörödő beton folyóképességét (flowability) azon képességeként definiálják, hogy csupán nehézségi erő hatása alatt vízszintesen ki tud terjedni. A habarcs vagy beton folyóképességének mértékeként megfelelő vizsgálatban a *területi lepény* átmérőjét vagy az ebből levezetett számítási mennyiséget vesszük alapul.

A habarcs, illetve a beton reológiai viselkedése általában a Bingham-modellnek felel meg. A fentiekben definiált folyóképességet eszerint a τ_0 folyás határa befolyásolja. Ha a nyírófeszültség a folyási folyamat során a betonban a τ_0 folyás határ értéke alá csökken, akkor a folyási folyamat befejeződik, és a beton leáll. Ennek következtében a beton folyóképessége annál nagyobb, minél alacsonyabb a τ_0 folyás határa.

4.2 Viskozitás

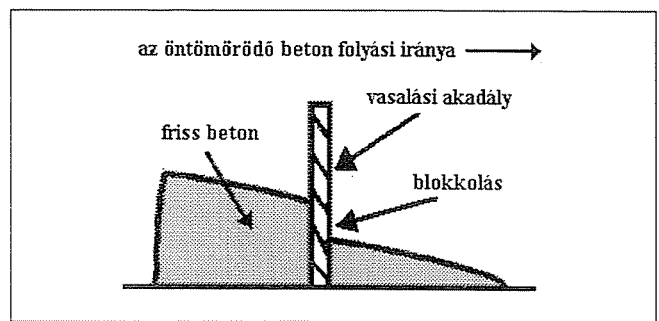
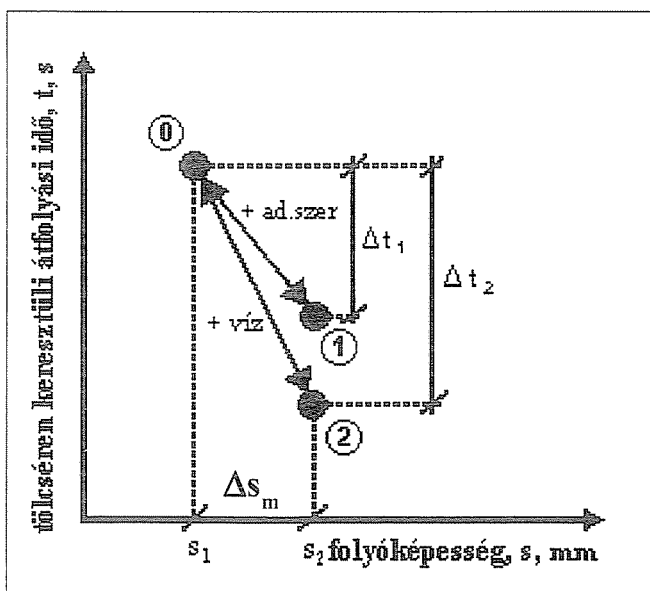
A folyóképesség mellett az öntömörödő beton megítélésének második kritériumaként a beton viszkozitását vesszük alapul. A viszkozitás az anyagok belső súrlódásának mértéke terhelés hatására. Minél kisebbek a belső súrlódási erők, annál kisebb az η viszkozitás. Ha az anyag Bingham- modell szerinti folyóképességéből indulunk ki, akkor az η viszkozitást η_{pl} plasztikus viszkozitásnak nevezhetjük. Ez a paraméter a τ_0 folyási határ feletti deformációt írja le. Minél kisebb a viszkozitás, annál gyorsabban mozog a beton.

4.3 Szerkezeti stabilitás

A folyáshatár és a viszkozitás közvetlenül hat a szerkezeti stabilitásra. Ez alatt az *összetevők szétosztályozódásával szembeni ellenállását* értjük, mind a folyási folyamat során, mind pedig az építményrészben elfoglalt végleges helyzet elérése után. Minél kisebbek a folyáshatárra és a viszkozításra vonatkozó értékek (τ_0 és η_{pl}), annál nagyobb lesz a szétosztályozódási hajlam. Ha a folyáshatárra vonatkozóan egy kritikus érték alá kerülünk, akkor a víz-lisztfinom szemcse szuszpenzió már nem képes arra, hogy a durva közetszemcsézetet lebegve tartsa, és a folyási folyamatban magával vigye. A betonban a durva közetszemcsék egyenletes eloszlása akkor már nem áll rendelkezésre. A szükséges szerkezeti stabilitás betartása érdekében ezért a folyáshatárnak nem szabad túlságosan lecsökkennie. A hiányzó szerkezeti stabilitás következménye az ülepedés (szétosztályozódás) és a „vérzés”.

Az öntömörödő beton optimális bedolgozhatóságát csak a viszkozításra és a folyóképességre vonatkozó meghatározott értékek esetén érjük el ($\tau_0 = 20\text{--}50$ Pa és $\eta_{pl} = 6\text{--}12$ Pa s). A két érték célirányos megváltoztatását a folyósító adalékszer adagolás és a víztartalom nem túl széles határok között végzett módosításaival lehet megtenni. Itt figyelembe kell venni azt, hogy a folyóképesség (terülés mérték) meghatározott Δs_m értékkel történő módosítását eredményező hozzáadott folyósító adalékszer, illetve vízmennyiség külön-külön eltérő Δt tölcseren keresztüli átfolyási időket (viszkozitás) eredményezne (5. ábra). Az 5. ábra szerinti 0 pontból adalékszer adagolás növelésével az 1-es pontba jutunk elérve a szükséges területét.

5. ábra: A víz- és folyósító adalékszer adagolás hatása a tölcseren keresztüli kifolyási időre és a folyóképességre (Grübl, Lemmer 2001a)



6. ábra: Az öntömörödő beton blokkolódási viselkedése (vázlatosan)

Ugyanazt a területet víz hozzáadásával a 0 pontból a 2-es pontba való jutással érjük el. A 2-es pontban a beton viszkozitása kisebb, a beton ülepedési (szétosztályozódási) képessége nagyobb.

A folyóképesség és a viszkozitás beállítását megfelelő vízmennyiséggel és viszkozitást megváltoztató beton adalékszerrel is el lehet végezni.

4.4 Blokkolódási hajlam

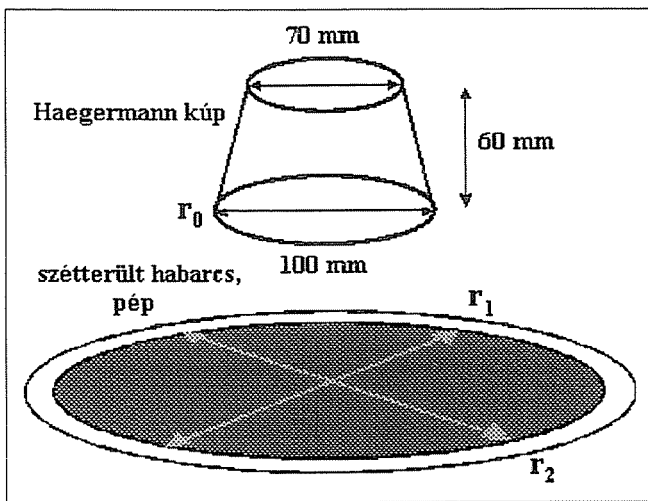
A friss, öntömörödő beton betonacéllal szerelt zsaluzatban történő egyenletes szétterüléséhez a folyóképesség és a viszkozitás megkövetelt értékeinek a betartása mellett annak is jelentősége van, hogy a vasalás elérésekor a durva adalékanyagok ne torlódjanak. Ezt *blokkolódásnak* is nevezik (angolul blocking). Ez a jelenség akkor is előfordulhat, ha az egyes, vasaláshoz alkalmazott betonacélok közötti távolság többszörösével meghaladja a beton legnagyobb szemcseátmérőjét. Az ilyen hatást a durva adalékanyag térfogatának korlátozásával, illetve kielégítően nagy péptérfogat alkalmazásával lehet megakadályozni.

4.5 Légtelenedési képesség

Az öntömörödő betonnak képesnek kell lennie arra, hogy a keverés és a zsaluzatba történő bevitelkor kényszerűen magával vitt levegő jelentős részét magától leadja. A légbuborékok felhajtó ereje nagyságuktól, valamint a pép sűrűségétől és tulajdonságaitól (viszkozitás) függ. A folyáshatár és a plasztikus viszkozitás határozza meg azt, hogy a légbuborékok megfelelő felhajtóereje mellett a légpórusok felszállnak-e, és ha igen, akkor milyen gyorsan. A jó légtelenedési képesség szempontjából eszerint az alacsony folyáshatár és az alacsony viszkozitás előnyös. Minél hosszabb az út, amelyet egy légbuboréknak a felszín eléréséig meg kell tennie, annál valószínűbb, hogy egy adalékszemcse megakadályozza a felszállást. Emiatt a légtelenedés mértéke a mélység növekedésével csökken. Az öntömörödő betonnak ezért az épületrészben elfoglalt végleges helyzetéig megszakítás nélkül folynia kell, mert így módon légtelenedik a legjobban. Minél rövidebb a beton folyási útja, annál kevesebb lehetősége van a betonnak arra, hogy a benne lévő levegőt leadja.

4.6 Szintbeállítás képessége

Az öntömörödő beton szintbeállási képességén azt a tulajdonságát értjük, hogy a folyási szakasz befejezése után azonos felületi szintet ad. Minél kedvezőbb a frissbeton folyóképessége, annál jobb a szintbeállási képessége. A szintbeállási képességet az U alakú dobozzal lehet mérni.



7. ábra: Területi vizsgálat habarcsra, illetve pépre (Grübl, Lemmer 2001a)

5. A PÉP, A HABARCS ÉS A BETON REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSÁRA SZOLGÁLÓ VIZSGÁLATOK

Az öntömörödő beton teljesítőképességének a megítélése céljából olyan eljárásokat fejlesztettek ki, amelyek mérik a folyóképességet, a viszkozitást, ülepedést vagy szétosztályozást és a blokkolás kockázatát.

5.1 A habarcsra és a pépre vonatkozó területi folyási vizsgálat

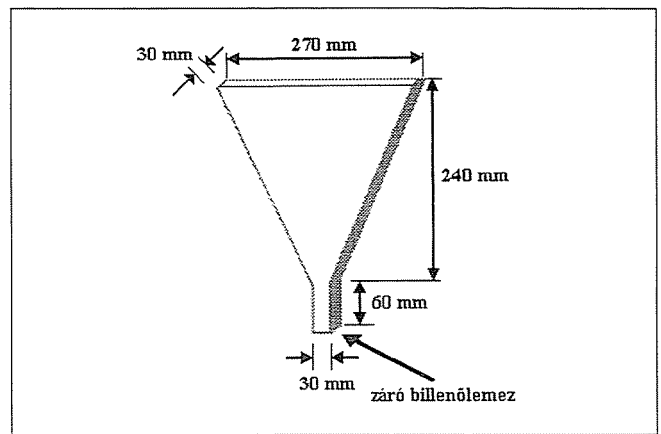
Ezzel a vizsgálattal a habarcs, illetve a pép folyóképességét határozzuk meg. A vizsgálathoz egy a 7. ábrán megadott méretekkel rendelkező (Haegermann szerinti) kúpot egy tiszta, sima és mattnedves felületre állítunk, és péppel vagy habarccsal a pereméig megtöltjük. Ezt követően a kúpot felfelé lehúzzuk úgy, hogy a pép vagy habarcs csupán a nehézségi erő hatására folyjék. A képződő területi lepény nagyságát vesszük alapul a folyóképesség megállapításához. Japánban nem a területi lepény átmérőjét adják meg cm-ben vagy mm-ben, hanem a képződő területi lepény egymásra merőleges átmérőinek arányát, az alkalmazott r_0 alsó átmérőjű kúp átmérőjéhez képest.

A fenti arányt a Γ relatív területtel és egy indexszel jelöljük, amely megadja, hogy a vizsgált anyag esetében habarcsról (m) vagy pépről (p) van-e szó.

Öntömörödő beton Okamura szerinti előállítása esetén a habarcsra végzett vizsgálatok célértékeként $\Gamma_m = 5$ érték elérésére törekszünk. Ez a fent bemutatott Haegermann szerinti kúpforma alkalmazása esetén kb. 245 mm-es lepény átmérőnek felel meg. A pépen végzett vizsgálatok nem követnek meghatározott célértéket, hanem a pépösszetétel alkalmazásának és az optimális víztartalomnak a meghatározására szolgálnak.

5.2 Kifolyási idő vizsgálat

A kifolyási idő kísérlettel a habarcs viszkozitását határozzuk meg. A vizsgálathoz a 8. ábrán megadott méretekkel rendelkező kifolyótölcsért alkalmazzuk. A belső oldalakon tiszta és



8. ábra: Kifolyási idő vizsgálat habarcsra (Grübl, Lemmer 2001a)

mattnedves tölcser a pereméig megtöltjük habarccsal, ezt követően meghatározzuk azt az időtartamot másodpercekben, amire a habarcsnak szüksége van ahhoz, hogy az alsó záró, billenő lemez nyitása után kifolyjék a tölcserből. A habarcs annál nagyobb viszkozitású, minél lassabban folyik ki.

Követelmények az öntömörödő beton frissbeton tulajdonságaival szemben.

A japán irodalomban a kifolyási idő meghatározásánál mérési mennyiségként az R_m értéket alkalmazzák. Ez az érték a másodpercekben megadott t -vel a következőképpen szokták felvenni: kifolyási idő: $R_m = 10/t$

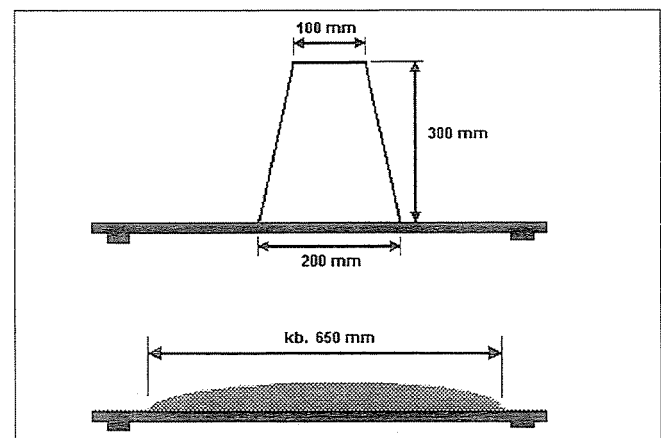
Az öntömörödő beton Okamura szerinti előállítási módszerénél (Okamura, Ozawa 1995) arra törekszünk, hogy a habarcs viszkozitását úgy állítsuk be, hogy a habarcsnak a bemutatott kifolyótölcsér segítségével végzett vizsgálata során $R_m = 1,0$ érték adódjon. Ez annak felel meg, ha a habarcs a tölcserből 10 másodperc alatt folyik ki.

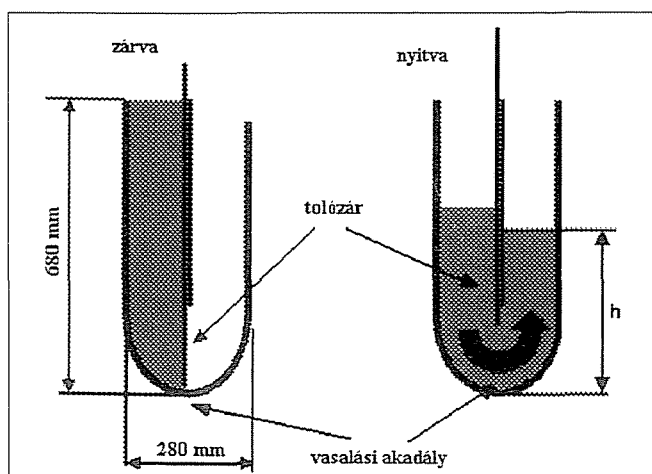
5.3 A betonon végzett vizsgálatok

5.3.1 Folyásvizsgálat

Ezzel a vizsgálattal a beton folyóképességét vizsgáljuk. A vizsgálatot vagy a pr DIN EN 12382 szabvány szerinti roskadási kúppal vagy a DIN 1048 szerinti csonka kúppal lehet elvégezni. A roskadási kúp alkalmazása esetén a vizsgálati eredményt területi mértéknek nevezzük, egyéb esetben, pedig kúpterületi értéknek. A vizsgálathoz az alkalmazott csonka kúpot megfelelően nagy, tiszta és mattnedves felületű asztalra (min. 800x800 mm) állítjuk és megtöltjük betonnal. Ezt követően a formát megemeljük úgy, hogy a beton csak a nehézségi erő hatására szét tudjon folyni. A folyás mértékének a képződő területi lepény átlagos átmérője számít (9. ábra).

9. ábra: Folyási vizsgálat betonon (roskadási terület mérésével)





10. ábra: U-doboz vizsgálat (Grübl, Lemmer 2001a)

A folyási folyamat ütésekkel végzett támogatására nem kerül sor úgy, mint a DIN 1048 szerinti terülés meghatározásánál. A roskadási tölcser nagyobb térfogata következtében a terülési mérték általában 50-100 mm-rel nagyobb, mint ugyanazon beton kúpterületi mértékei.

A kívánatos átlagos átmérő értékeként az irodalom a terülési mértékre kb. 650 ± 50 mm-t említ. Az eljárást laboratóriumi vizsgálatokhoz és építési helyszíni felügyeletnek alkalmazták. Egyes országokban, a vizsgálatokban roskadási tölcser kisebb nyílása lefelé mutat.

Néha ezen kívül meghatározzák azt az időt, amelyre a szétterülő betonnak ahhoz van szüksége, hogy a tölcser megemlése után 500 mm átmérőt érjen el. Ezt az időt T_{500} -as időnek nevezzük.

5.3.2 U-dobozzal végzett vizsgálat (U-box-test)

Ezen vizsgálat során a beton szintbeállási képességét és blokkolási hajlamát vizsgáljuk. A vizsgálatához egy kétkamrás tartályt alkalmazunk, amelyet az alsó részben egy tolózár választ el (10. ábra). Esetenként más kivitelezési változatokat is szoktak alkalmazni.

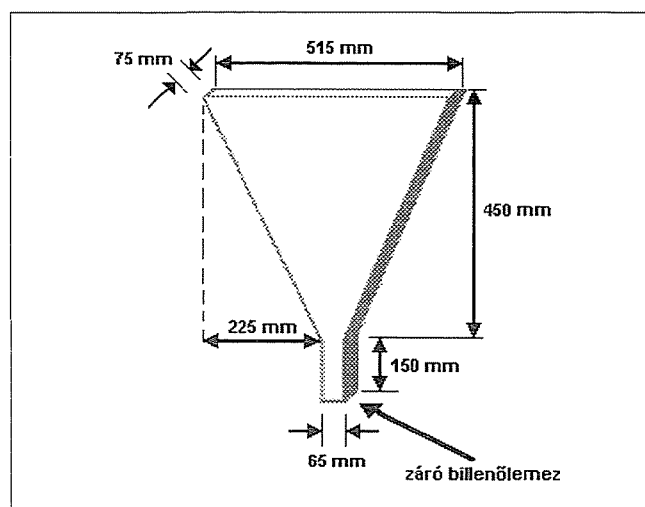
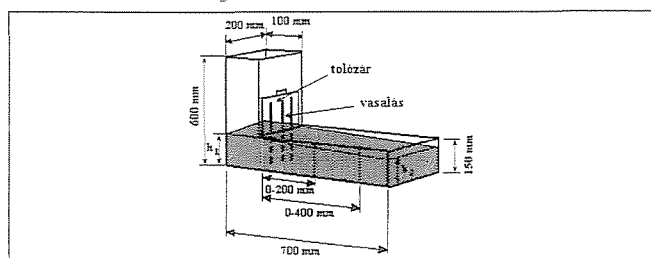
Az egyik kamrát a tolózár zárt helyzetében betonnal megtöltjük. Ezt követően kinyitjuk a tolózárát. A beton a nyíláson keresztül bekerülhet a másik kamrába, és ott felemelkedhet. A betonnak ennek során még egy vasalási akadályt is le kell küzdenie, amely a nyitási keresztmetszetben van. Ez az akadály rendszerint 3 db 14 mm-es átmérőjű függőleges acélbetétből áll, amelyek egyenlő távolságokban vannak elosztva a 200 mm szélességű tartályban. Egyes esetekben 4 vagy több acélbetétet alkalmaznak. Ez megnöveli az öntömörödő beton szemben támasztott követelményeket.

Az öntömörödő betonnak a japán irodalom szerint ennél a vizsgálatnál az acélbetét akadály leküzdése után legalább 300 mm-es felemelkedési magasságot (h) kell elérnie.

5.3.3 L-doboz vizsgálat (L-box-test)

Az L-doboz vizsgálat során a beton szintbeállítási képességét és blokkolási hajlamát vizsgáljuk. A vizsgálatához a 11. ábrán

11. ábra: L-doboz vizsgálat (Skarendahl 1998)



12. ábra: Kifolyási idő vizsgálat betonra (Grübl, Lemmer 2001a)

megadott méretekkel rendelkező, derékszög alakú zsaluzatot töltünk meg a tolózár zárt helyzetében a betöltési oldalon (függőleges szár) betonnal. Ezt követően nyitjuk a tolózárát úgy, hogy a beton csupán a nehézségi erő hatására folyhat be a zsaluzat alsó vízszintes szárába. Ilyenkor a betonnak rendszerint három, egyenként kb. 14 mm átmérőjű vasalási rudból álló acélbetét akadályt kell leküzdenie. Az acélbetétek számának a növekedésével növelni lehet a betonnal szemben támasztott követelményt.

A vizsgálat során a h_1 és h_2 magasságokat mindig a zsaluzat határoló falain állapítjuk meg és azt az időtartamot határozzuk meg, amelyre a betonnak a tolózár nyitása után szüksége van ahhoz, hogy elérje a 200 illetve 400 mm-es vízszintes távolságokat.

A h_2/h_1 aránynak svéd adatok szerint öntömörödő beton esetében 0,80-nál nagyobbak kell lennie. A beton szintbeállításának és a folyási időnek a meghatározásán kívül ebben az eljárásban felismerhetővé válik a blokkolási hajlam. A Svédországban kifejlesztett eljárást ott laboratóriumi vizsgálatokhoz és építési helyszíni felügyeletnek alkalmazták (Skarendahl 1998).

5.3.4 Kifolyási idő vizsgálat betonra

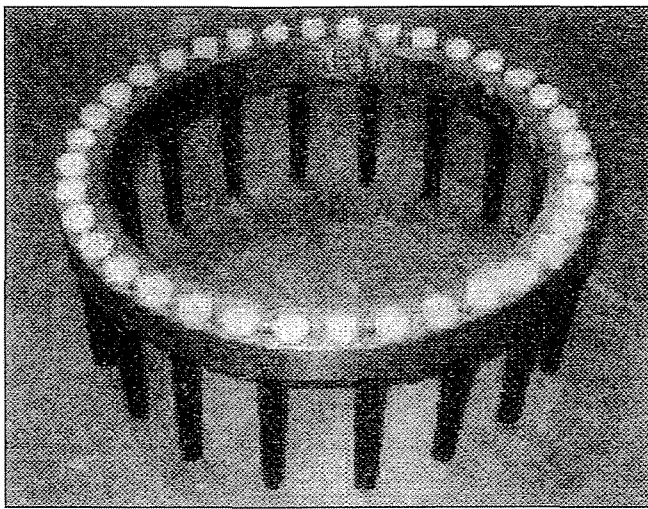
Ezen vizsgálat során a beton viszkozitását vizsgáljuk. A vizsgálatához a 12. ábrán megadott méretekkel rendelkező tölcser pereméig megtöltjük betonnal. Ezt követően a záró billenő lemezt az alsó oldalon kinyitjuk úgy, hogy a beton szabadon ki tudjon folyni. Mérjük a kifolyás időtartamát.

Az irodalomban a kifolyási időt az öntömörödő beton viszkozitásának leírására alkalmazzák. Minél gyorsabban folyik ki a beton a tölcserből, annál kisebb a viszkozitása. Öntömörödő beton esetében kb. 12 másodperces kifolyási időre számíthatunk.

5.3.5 Blokkológyűrűs vizsgálat

A vizsgálatok azt mutatták, hogy az öntömörödő beton teljesítőképessége szempontjából lényeges jelentősége van annak a jelenségnek, amely öntömörödő beton esetében felléphet. Az ún. blokkolódásról van szó. Blokkolódásra akkor is sor kerülhet, amikor a folyóképesség és a viszkozitás kielégítő, de a folyó beton vasalási akadályba ütközik. Az öntömörödő beton akkor is lerakhat durva adalékot – ami az utána folyó beton továbbfolyását akadályozza –, ha a vasalás távolsága lényegesen nagyobb, mint a legnagyobb szemcse mérete.

A Japánban kifejlesztett blokkológyűrűvel (13. ábra) vizsgáljuk a blokkolódási hajlamot. Az öntömörödő betonnak át kell folynia az acélbetétek között.



13. ábra: Blokkoló gyűrű (Grübl, Lemmer 2001a)

A betont a blokkológyűrűn belül (pl. mérőkúp roskadási méréshez alkalmazott roskadási tölcserrel, Orimet-féle teszt) folytatjuk. A Ø300 mm-es fémgyűrű alatt szabályos távolságokban elhelyezett acélbetétek átmérője kb. 16 mm, és ezek egymás közti belül mért távolsága az acélbetét átmérőjének kb. 2-3-szorosa. Az öntömörödő betonnal szemben támasztott követelményeket az átmérő, valamint az acélbetétek távolságainak változtatásával egyénileg lehet beállítani. Ha a beton blokkolódást mutat, akkor nem tökéletesen vagy egyáltalán nem, tudja elhagyni a gyűrűt. A blokkolódásra nem hajlamos beton az akadályon át felismerhető akadályoztatás nélkül átfolyik.

A blokkoló gyűrű vagy egy olyan külön gyűrűből is állhat, amelyet a munkasztalra állíthatunk, vagy az asztalba fixen beépített gyűrű alkalmazható becsavarozott acélbetétekkel.

A vizsgálatok továbbfejlesztése jelenleg is folyik. A beton terülését és a blokkolódását együtt mérik a folyási idővel. Ennek megnevezése a német irodalomban FVB vizsgálat (Fließfähigkeit-Viskosität-Blockier = folyóképesség-viszkózitás-blokkolódás). A vizsgálatot a 14. ábra mutatja.

Az FVB vizsgálatok azt mutatták, hogy az ott kapott eredményekkel megfelelően megítélhető az öntömörödő beton

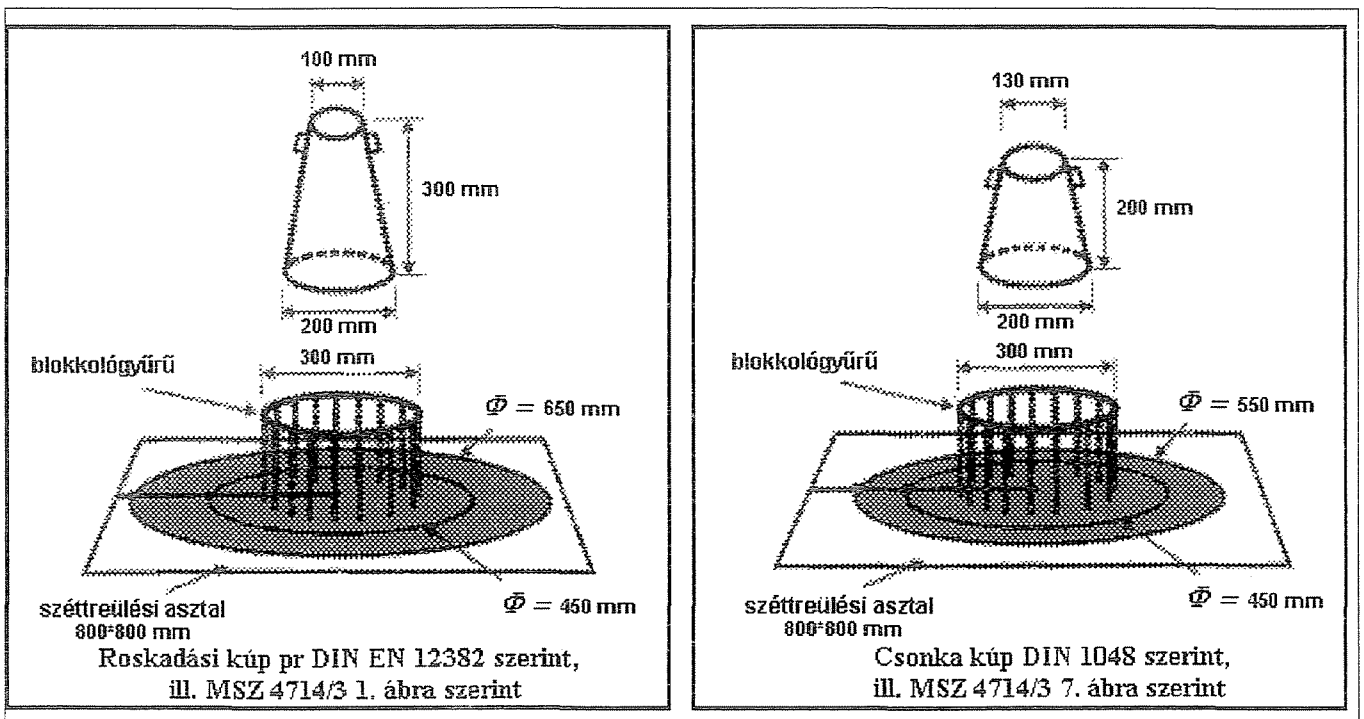
Bedolgozhatósági osztály	Csonka kúp DIN 1048 szerint (h = 200 mm)		Bedolgozhatósági osztály	Roskadási kúp pr DIN EN 12382 szerint (h = 300 mm)	
	a_A kúpterületi folyási mérték, mm	s_A kúpterületi folyási idő, s		a_A területi folyási mérték, mm	s_A területi folyási idő, s
A I	630 ± 50	8 ± 5	S I	700 ± 50	12 ± 5
A II	730 ± 50	6 ± 3	S II	800 ± 50	10 ± 3

1. táblázat: Osztályba sorolás az öntömörödő betonokhoz (Grübl, Lemmer 2001a)

optimális bedolgozhatósága. Itt a kúpterületi folyási mérték 620 és 740 mm között, a területi mérték pedig 680 és 810 mm között lehet. Kínálkozik az, hogy ezeknél a nagy intervallumoknál differenciáljunk úgy, hogy figyelembe vesszük az épületrész méreteit és geometriáját. Ehhez két osztályt vezetnek be. A betonok besorolása a bedolgozhatósági osztályokba a folyási mérték szerint történik. Az A I illetve S I osztály olyan betonok számára van előírva, amelyekkel szemben folyóképességük vonatkozásában szokványos követelményeket támasztunk. Ezeket nagyfelületű és nagy térfogatú épületszerkezetek (pl. födémek, alapok) betonozására alkalmazunk. Ilyenkor azt tételezik fel, hogy a vasalási hányad és a vasalás csak csekély akadályoztatást idéz elő. Az A II illetve S II osztály olyan betonok számára van előírva (1. táblázat), amelyekkel szemben folyóképességük vonatkozásában megnövelt követelményeket támasztanak. Ez pl. akkor fordulhat elő, ha a betont csak egy középponti helyen kívánják bevinni (pl. keskeny falak, finom tagolású épületszerkezetek) vagy akkor, ha a zsaluzott felületek külső megjelenésével szemben nagy követelményeket támasztanak.

Az öntömörödő beton bedolgozhatósági osztályokba történő besorolásához szükséges megfelelő értékeket az 1. táblázat adja meg. A megítéléshez további szerepet játszik a folyási idő. A folyási időnek nem szabad túl rövidnek lennie, mert egyébként a komponensek szétosztályozódásának veszélye növekszik. A rövid idők azonban kedveznek a légtelenedésnek és a szintbeállításnak. Hosszú folyásidők esetében a komponensek szétosztályozódásának veszélye nem áll fenn, mindenesetre akkor az adott esetben a betonozási idők túl hosszúak és a légtelenedés csak tökéletlenül megy végbe. Ha túl lassú a folyás, akkor jelentősége lehet a csökkenő folyósítószer hatás következtében fellépő kezdődő konzisztencia veszteségnek is. Ezen okok miatt csak a folyásidőkhöz tartozó kisebb értékek képviselnek határértékeket.

14. ábra: Vizsgálati javaslat öntömörödő betonokhoz (FVB vizsgálat) (Grübl, Lemmer 2001a)



6. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Áttekintést adtunk az öntömörödő betonok technológiai és vizsgálati alapjairól, a betontervezés módjairól és eszközeiről, irodalmi adatok alapján. Összegyűjtöttük az öntömörödő betonnal kapcsolatos legfontosabb fogalmakat és vizsgálati eszközöket, mint például:

- területi vizsgálat Haegermann kúppal (pép, habarcs)
- kifolyási idő vizsgálat (habarcs, beton)
- folyóképesség vizsgálat (területessel, roskadási kúppal, csonkakúppal)
- U-doboz vizsgálat
- L-doboz vizsgálat
- blokkoló gyűrűs vizsgálat
- FVB vizsgálat

Jelenlegi ismereteink szerint jól tervezhető az öntömörödő beton összetétele.

A fő technológiai akadály, hogy a vízadagolás pontossági igénye $\pm 5 \text{ l/m}^3$. Az öntömörödő beton alkalmazási területének növelését a gondos I illetve II osztály (1. táblázat) szerinti keveréktervezésen és igényes betontechnológián túl az adalékszerek fejlődése biztosítja a hosszú konzisztencia eltarthatósággal (2 óra) és a beton szétosztályozódás elleni stabilizálásával.

Magyarországon az eddig kifejlesztett legjobb vizsgálati módszerek megvalósításával kell megalapozni az öntömörödő beton tervezését és ellenőrzését. Ehhez igyekszünk segítséget nyújtani jelen cikkünkkel.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetet mond az OTKA kutatási támogatásért (OTKA 032525). A szerző köszönetet mond a SIKA Hungária Kft-nek az irodalmi anyag lefordításában nyújtott segítségért.

8. HIVATKOZÁSOK

- Asztalos, I. (1999), „Öntömörödő beton” (műszaki tájékoztató, *Stabiment kiadvány*)
- Bramshuber, W., Uebachs, S., Eck, T. (2001), „Betontechnologische Grundlagen des Selbstverdichtenden Betons”, November 2001 Leipzig, *Bauwerk Verlag GmbH Berlin*, pp. 11-23.
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb 2000), „Sachstandbericht Selbstverdichtender Beton (SVB)”
- Erdélyi, A. (2002), „Beton- és vasbeton szerkezetek védelme, javítása és megerősítése II”, 7.3 fejezet: „Öntömörödő beton”, *Műegyetemi Kiadó*, pp. 91-101.
- Grube, H., Kordts, S. (2001), „Herstellung und Verarbeitung von SVB”, November 2001 Leipzig, *Bauwerk Verlag GmbH Berlin*, pp. 51-62.
- Grube, H., Rickert, J. (1999), „Selbstverdichtender Beton – ein weiter Entwicklungsschritt des 5-Stoff-Systems Beton”, *Beton Vol. 49 (1999)*, 4. füzet, pp. 239-244.
- Grübl, P., Lemmer, C. (2001a), „Anforderungen an die Frischbetoneigenschaften von SVB”, November 2001 Leipzig, *Bauwerk Verlag GmbH Berlin*, pp.25-50.
- Grübl, P., Lemmer, C. (2001b), Weiterbildungsseminar „Selbstverdichtender Beton”, 2001.
- Grübl, P., Weigler, H., Karl, S. (2001), „Beton-Arten, Herstellung und Eigenschaften”, Hrsg. H. Kupfer: *Ernst & Sohn*, 2001.
- Nawa, T., Izumi, T., Edamatsu, Y. (1998), „State-of-the-Art Report on Materials and Design of Self-Compacting Concrete”, *Konferencia kiadvány*, International Workshop on Self-Compacting Concrete, 23-26 August 1998, Tosa-Yamada Kochi, Japan pp.160-190.
- Okamura, H. (1997), „Self-Compacting High Performance Concrete”, *Concrete International Vol. 19 (1997) No. 7* pp. 50-54, *ACI*.
- Okamura, H., Ozawa, K. (1995), „Mix-design for Self-Compacting Concrete”, *Concrete Library of JSCE*, No. 25, pp. 107-120, June 1995.
- Ouchi, M. (1998), „History of Development and Application of Self-Compacting Concrete in Japan” *Konferencia kiadvány*, International Workshop on Self-Compacting Concrete, 23-26 August 1998, Tosa-Yamada Kochi, Japan pp.1-10.

Skarendahl, A. (1998), „Self-Compacting Concrete in Sweden — Research and Application.” *Konferencia kiadvány*, International Workshop on Self-Compacting Concrete, 23-26 August 1998, Tosa-Yamada Kochi, Japan pp. 60-71.

Wagner, J-P. (2001), „SVB aus Sicht des Bauausführenden”, November 2001 Lipcse, *Bauwerk Verlag GmbH Berlin*, pp. 1-9.

Dr. Zsigovics István (1949) okleveles építőmérnök, (1974.) egyetemi doktori fokozat, a BME Építőanyagok és Mémökgeológia Tanszék adjunktusa. Fő edekelődési területei: betontechnológia, beton törési tönkremenetele folyamatának vizsgálata, a szilárdságvizsgálat fejlesztése, szerkezetek javítása és védelme, különlegesbetonok nagy teljesítőképességgel. Hídvizsgálatok, betonszerkezetek szakértése. Az SZTE tagja.

SELF COMPACTING CONCRETE, NEWEST REVOLUTION OF CONCRETE TECHNOLOGY

1. DEFINITIONS AND TEST METHODS

Dr. István Zsigovics

Self compacting concrete was first developed in 1988 in order to achieve durable concrete structures and to avoid compaction work in site. Investigations for establishing rational mix-design and testing methods were carried out to develop standards for self compacting concrete.

Present article intends to summarize most important definitions and test methods of the fresh concrete in addition to mix-design and technological aspects.

Függelék: Fogalmi meghatározások

roskadási területi érték (slumpflow): roskadási vizsgálathoz használt 300 mm magas csonka kúppal végzett terület mérés úgy, hogy a kúpot megtöltjük betonnal, majd felemeljük és a nehézségi erő hatására szétterült beton lepény átmérőjét egymásra merőlegesen megmérjük, és ezekből az értékekből átlagot számítunk.

lisztfinom szemcse: < 90 μm szemcseméret (Japán)

< 125 μm szemcseméret (EN).

finom szemcse: < 250 μm szemcseméret.

területi mérték: Haegermann habarcs vizsgálati kúppal (alsó \varnothing 100 mm) végzett terület mérés, úgy, hogy a kúpot megtöltjük péppel (p) vagy habarccsal (m), majd felemeljük és a szétterült pép vagy habarcs lepény átmérőjét egymásra merőlegesen megmérjük, és ezekből az értékekből átlagot számítunk (ejtegetés: nincs).

folyóképesség (flowability): mértékét arra használjuk, hogy leírjuk vele az öntömörödő beton azon tulajdonságát, hogy képes befolyani a helyére és teljesen betömörödi a saját súlya alatt, szétosztályozódás nélkül.

blokkolódási hajlam (blocking): a kavics adalékanyag torlódása a vasalás elérésekor.

légtelenedési képesség: az öntömörödő betonnak az a képessége, hogy a keverés és szaluzatba öntés során kényszerűen magával vitt levegőt bizonyos mértékig (marad kb. 1-1,5 térf.%) magától leadja, vagy a tervezett értékre áll be.

szintbeállítás képessége: az öntömörödő beton azon képessége, hogy a betonozás befejezése után közel vízszintes felületet ad egyéb külső beavatkozás nélkül, illetve az öntés során a folyó beton lejtése kicsi.

bedolgozhatósági idő: az az időtartam a keveréstől számítva, ameddig az öntömörödő beton az öntömörödő képességét megtartja (pl. 1,5-2 óra).

konzisztencia eltarthatóság: a beton konzisztenciájának változása az idő függvényében.

területi lepény: a területmérés során kialakult, már nem mozgó beton.

terület (általában): a csonka kúppa töltött beton, habarcs vagy pép vizsgálata során csupán a nehézségi erő hatására, ejtegetés nélkül létrejött (szétterült) lepény, két egymásra merőleges átmérőjének átlaga.

tölcséres kifolyási idő: adott méretű tölcsért az egyezményes jelig megtöltünk péppel, habarccsal vagy betonnal és mérjük a kifolyás idejét másodpercben.

terület h=200 mm magas kúppal: területmérő asztalhoz használt csonka kúppal végzett területmérés úgy, hogy a kúpot megtöltjük betonnal, majd felemeljük és a nehézségi erő hatására a szétterült beton lepény átmérőjét egymásra merőlegesen megmérjük, és ezekből az értékekből átlagot számítunk.

folyási idő h=200 mm magas kúppal: a területmérő asztalhoz használt csonkakúpot megtöltjük betonnal, és a kúp leemelése után a nehézségi erő hatására szétterülő lepény mozgási idejét mérjük 450 mm-ről 550 mm átmérőre másodpercekben.

folyási idő h=300 mm magas kúppal: a roskadás méréshez használt 300 mm magas csonkakúpot megtöltjük betonnal, és a kúp leemelése után a nehézségi erő hatására szétterülő lepény mozgási idejét mérjük 450 mm-ről 650 mm átmérőre másodpercekben.

T₅₀₀: az az idő másodpercekben, ami a betonnal megtöltött csonkakúp megemelésétől a beton lepény 500 mm-es területéig telik el.

A 2002. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAK ÁTADÁSA

Harmadik éve immár hagyománnyá vált a Palotás László-díj átadása. December elején én már izgatottan várom, hogy a *fib* Magyar Tagozatának kuratóriuma mire szavazott, kinek ítélte oda a díjat.

Idén külön örültem a nevek hallatán, hiszen régóta ismert kollégákat üdvözölhetek, akikkel munkatársi kapcsolatban is voltam.

Tudom, apámat is boldoggá tenné, ha találkozhatna régi, kedves tanítványaival, akik azt a meggyőződést valósítják meg, amiben ő egész életében hitt: hogy a tudományt közös erővel vihetjük csak előre, ahol mindenki munkája, eredményei egyformán fontosak.

További sikeres munkát kívánok, és szívből gratulálok az ünnepelteknek.

Budapest, 2002. december 9.

Dr. Pótáné Palotás Piroska

TISZTELT HÖLGYEIM ÉS URAIM! TISZTELT KOLLÉGÁK!

Dr. Loykó Miklósnak

a Palotás László-díj Kuratórium elnökének

a 2002. évi díjak átadásakor elhangzott beszéde

Harmadizben kerül sor a *Palotás László-díjak* átadására. Joggal reménykedhetünk immár, hogy – eredeti szándékainknak megfelelően – hagyományt teremtünk, melynek keretében szakmánk legjobbjait reprezentatív elismerésben részesíthetjük. Előjáróban is köszönetünket fejezzük ki mindazoknak, akik közreműködésükkel – anyagi támogatás, személyi javaslat, vagy akár szóbeli buzdítás – támogatták, és támogatják ezen törekvésünket.

Az idei két díj odaítélése – a kuratórium megítélése szerint – egyértelműen sikeresnek mondható, azaz a *fib* Magyar Tagozata törekvéseinek, a díj alapításakor lerögzített célkitűzéseknek teljes mértékben megfelel. A javaslatok áttekintésekor a kuratórium azt tapasztalta, hogy összesen egy hazai és egy külföldi kolléga díjazására érkezett javaslat. Biztos, hogy több jelöltből – nagyobb munkával, illetve vitával – jobb lett volna választani, de az is biztos, hogy nehezen tudnék elképzelni érdemesebb díjazottakat a mai két kollégánknál. Mindezt átgondolva a kuratórium úgy ítélte meg, hogy a jövőben a kuratórium tagjainak is többet kell tenniük saját szakmai területükön a jelöltállítás érdekében.

Ezek után, rátérve a 2002. évi Palotás László-díj odaítélésének érdemi részére, tájékoztatom a tisztelt Közgyűlést, hogy a kuratórium a közgyűlés által elfogadott szabályzat és a beérkezett javaslatok elbírálása alapján, 2002. október 25-i ülésén egyhangúlag hozta meg döntését, mely szerint ebben az évben

jelentős szektorában, az ipari csarnokszerkezetek építésében. Kiváló szervező és vezető. Fontos feladatokat látott el a felsőoktatásban és a szabványalkotásban. Szakirodalmi tevékenysége, amelyben elsősorban saját tapasztalatait, eredményeit osztja meg a szakterület művelőivel, rendkívül értékes. Nem kevésbé hasznos és fontos szakmai közéleti aktivitása, amit más szervezetek mellett a *fib* Magyar Tagozata keretében is kifejt.

Dr. Kiss Zoltán József okl. mérnök, a Kolozsvári Műszaki Egyetem Vasbetonszerkezetek Tanszékének docense, ugyanekkor a PLAN 31 Ro Mérnök Kft. ügyvezető igazgatója. Több román nyelvű tankönyv (vasbeto szerkezetek és feszített vasbeton szerkezetek tervezése, laboratóriumi útmutató) társszerzője; számos publikációja jelent meg román, angol és magyar nyelven; jelentős tervezései (így áruházak, üzemi épületek, templomtervezés és műemlék templom rehabilitációs tervei) valósultak meg Romániában. Mindezek teljes elismerése mellett, számunkra a legjelentősebb az erdélyi tudományos szakmai szervezetek keretén belül kifejtett tevékenysége, amelynek része az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) Építéstudományi Szakosztályában végzett munkája. Az EMT által évente megrendezett építéstudományi konferenciák megszervezésében jelentős szerepet vállal, lelkes támogatója és odaadó híve a magyar-román szakmai kapcsolatok kialakításának és bővítésének

Polgár László úr

és

Dr. Kiss Zoltán József úr

legyenek a Palotás László-díj kitüntetettjei.

Polgár László okl. mérnök, okl. vasbetonépítési szakmérnök, kiváló felkészültségű, sokoldalúan képzett, ötletes mérnök. Tervezési munkáival is kivívta a szakma elismerését, s mint kivitelező mérnök is új utakat nyitott a magyar építőipar

Tisztelt Polgár László!

Tisztelt Dr. Kiss Zoltán József!

Mind a kuratórium, mind a magam nevében szeretettel és szívből gratulálok a Palotás László-díj elnyeréséhez. Kívánjuk, hogy további sok siker és eredmény övezzé pályafutásukat mindnyájunk öröme.

Budapest, 2002. december 9.

Palotás László-díjat kapott 2002. december 9-én



Amikor a **fib** Magyar Tagozata határozott a Palotás László-díj létrehozásáról, mi, akik életünket a beton- és vasbeton szakmának szenteltük, mindannyian tudtuk, ez a legmagasabb szintű szakmai elismerése lehet munkásságunknak. Mi nem vagyunk akkora gazdasági hatalom, mint például

Németország, ahol az Emil Mörsch- vagy Fritz-Leonhardt-díj jelent hasonló elismerést, de számunkra a Palotás-díj ugyanazt jelenti, mint az említettek.

Én abban a szerencsében részesülhettem, hogy Palotás Professor Úrtól tanulhattam az építőanyag és a vasbeton tantárgyakat. Sok mondása cseng máig is fülembé vissza, de talán amire legjobban emlékezem: „kedveseim, a tisztességgel végzett munka előbb vagy utóbb biztosan megtérül”. Az előadásait percnyi pontossággal kezdte, és fejezte be, olyan precizitással és rendszerességgel, melyet csak szeretnék megismételni, ha alkalmasint előadást tartok. Számomra Palotás Professor Úr azért is válhatott példaképpé, mert olyan pályát választottam, ahol a tervezés és a kivitelezés, alkalmasint az oktatás egyaránt jelen volt, és van pályámon. Palotás Professor Úrral kivitelezőként is megmaradt a kapcsolatom.

A bélapátfalvi cementgyár klinkersilóinak feszített alaplemézét (48x48x3 m méretű betonlemez) segítségével készítette 1977-ben a 31. sz. Állami Építőipari Vállalat (Arany Piroska volt a fiatal munkatársa a szakértésben). A munkahelyen (talán 76 évesen?) olyan otthonosan mozgott, mintha vérbeli kivitelező lett volna.

Hogy miért éppen rám esett a választás a 2002. évi díjazáskor? Amikor 1966-ban kitüntetéses diplomával elhagytam az egyetemet, maradhattam volna az oktatás vagy tervezés területén. Ekkor viszont mint 5 éven át lényegében a 31. sz. ÁÉV társadalmi ösztöndíjasa (a népköztársasági ösztöndíjtól eltekintve, hiszen a kapcsolat az alatt az idő alatt is megvolt) már felkészültem, hogy az akkori idők leginnovatívabb vállalatának legyek a dolgozója. Ráadásul egyik kedves tanárom, dr. Tassi Géza is volt 31. sz. ÁÉV dolgozója – a diplomatervem

30 m fesztávú vasbeton gerendái kiírását neki köszönhettem = így hamar megismerkedhettem az Iparterv (az akkori idők szintén leginnovatívabb tervező vállalata) munkásságával, Dr. Pozsgay Lajossal és Dr. Lőke Endrével.

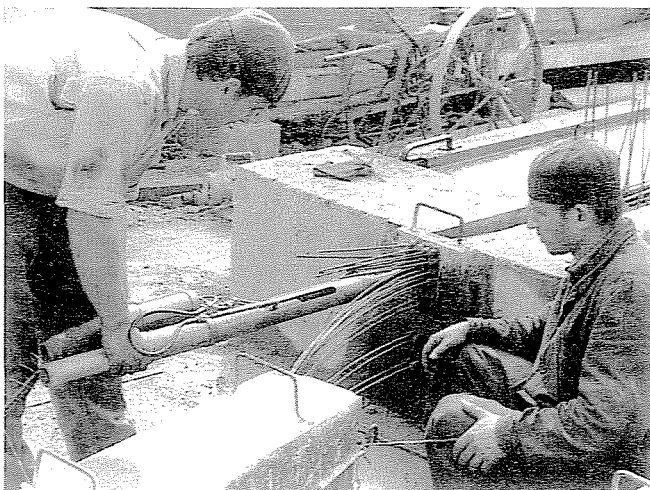
A hódmezővásárhelyi TT panel gyártás kezdésénél szebb feladatot nem is kívánhattam volna magamnak.

A tervezés és a kivitelezés egysége elkísérte életemet. A 31. sz. ÁÉV Mók László – Watzek Miklós – Lőke Endre triója olyan iskolát jelentett, amiért máig hálás vagyok a sorsnak, hogy részesülhettem benne. Az állandó újdonság, jobb és még jobb megoldások keresése, bátorság, elszántság, következetes kitartás, a külföldi szakirodalom, példák tanulmányozása egyenes folytatása volt a „Palotás iskolá”-nak.

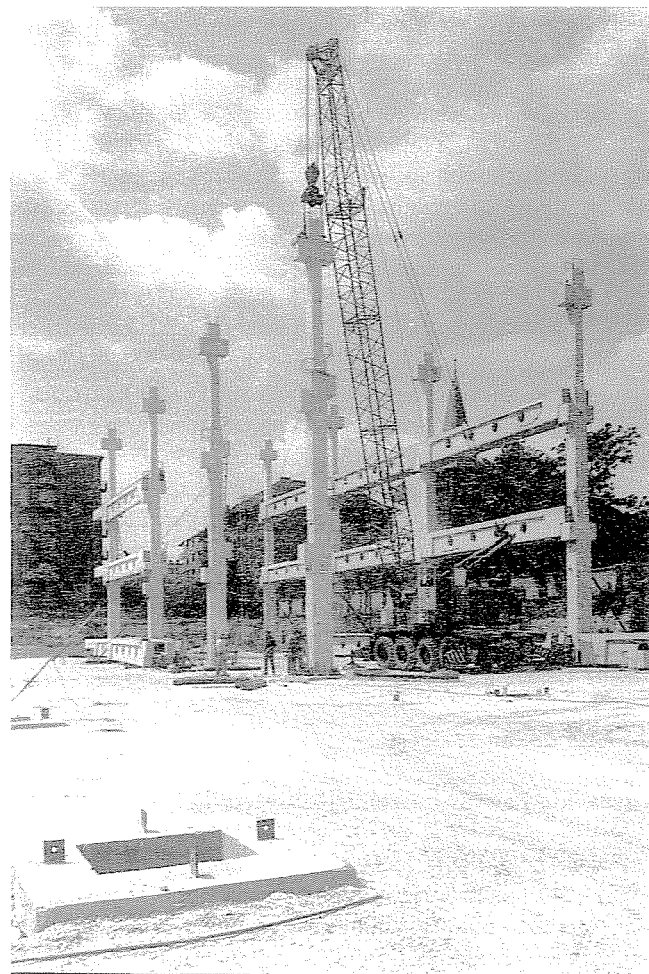
Különösen a német építési kultúrával kerülhettem korán kapcsolatba, a 70-es években németországi munkahelyeket, előregyártó üzemeket látogatni csak kevesünknek adatott meg. Így kerültem egyre szorosabb kapcsolatba a „Leonhardt iskolá”-val is. Leonhardt professzorban, Palotás professor német változatát láttam, mindent elolvastam tőle, amihez csak hozzájutottam. Még ma is, ha visszagondolok kettőjükre, milyen sok azonosságot látok bennük!

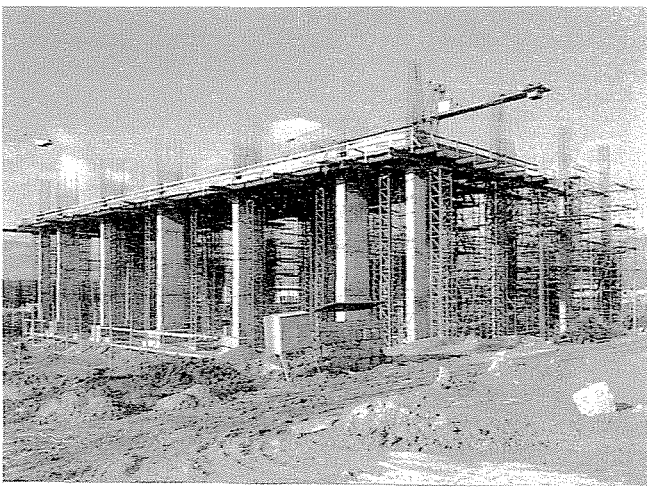
Talán dr. Kollár Lajos lehetett volna méltó utód, ha a politika nem lehetetleníti el olyan méltánytalanul kibontakozását.

1. ábra: TT panel gyártás, Hódmezővásárhely (1967)

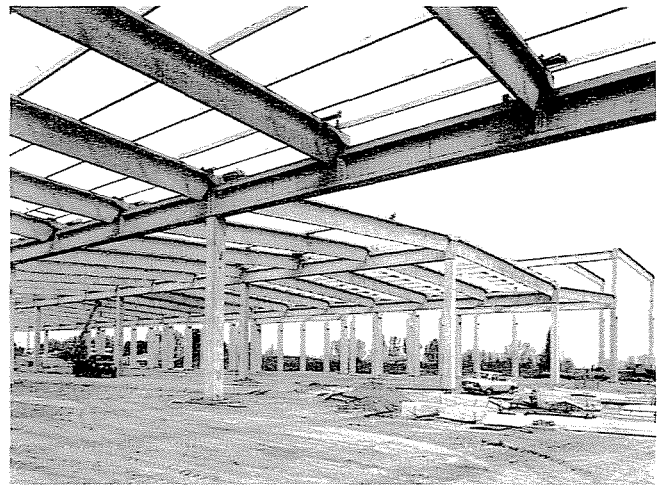


2. ábra: Skála áruház, Budapest (1974)





3. ábra: Cementgyár, Bélapátfalva (1976)



4. ábra: Float üvegyár, Orosháza (1988)

Sajnos, 1978-tól a 31. sz. ÁÉV-nél is megelégette a politika a sikereket. Nekem, mint aránylag még fiatalnak könnyebb volt átélnem a nehezebb éveket is, de megújodni már csak a rendszerváltás után tudtunk. Nekem megadatott, hogy eddigi életpályámon mindig ugyanazt csinálhattam, sok kollégával végig együtt dolgozhattunk. Különösen a hódmezővásárhelyi munkatársaknak köszönhetek sokat.

Szinte nem lehetett olyan elképzelésem, melyet a hódmezővásárhelyi üzemben ne valósítottak volna meg. Ahogy diákkoromban Abonyban Nagy János kőműves mester mellett, ugyanúgy Hódmezővásárhelyen is a fizikai dolgozók között lenni, támogatásukkal dolgozni, életem szép emlékei.

A rendszerváltás után mind az felértékelődött, ami szellemi tőkére addig szert tettünk. Ha anyagi tőkénk nem is volt, a szellemi tőke elégnék bizonyult, hogy új életet kezdjünk.

Az ASA Építőipari Kft. az ASA Cons. Ro; Plan 31 H; Plan 31 BG; Plan 31 UA, Miks PS Bg munkásságán jól követhetőek közreműködésem. De ha valamire büszke vagyok és talán ennek is köszönhetem a Palotás László-díjat, hogy sikerült olyan alkotó közösségeket teremteni, ill. ezek létrehozásában közreműködnöm, mely közösségek alkotása Magyarországon és külföldön egyaránt mutatják a vasbeton szerkezetek szépségét, jóságát, szolgálják a társadalmakat. Néhány jellegzetes

példát az 1-6. ábrákon mutatok be az előregyártás és a csarnoképítés területéről.

A díj átvétele egyben 10 éves jubileum is számomra. Éppen 10 éve egyeztünk meg az osztrák partnerekkel, hogy az ADA bútorgyár szerkezetét Körmentden Eurocode bázison valósítjuk meg. Akkor még a legrosszabb elképzeléseimben sem gondoltam, hogy tíz év alatt sem sikerül megvalósítani a magyarországi átállást. Mesterem, Lőke Endre 32 évvel ezelőtt "oltott" be az országhatárokon túlmenő egységes méretezések álmával.

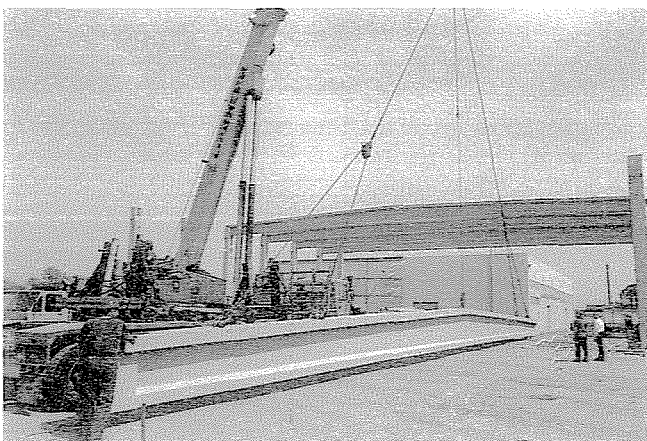
Palotás Lászlótól, Fritz Leonhardtól megtanultam a kitarást, bízom benne, én még megérem, amikor elfelejthetjük a nemzeti szabványokat és legalább Európában mi statikusok egységes szakmai elveken alkothatunk (ahogy ez többnyire sikerült megvalósítani a mi kicsiny „multinacionális” csoportunknál).

A Palotás László-díj most további erőt ad, bízom benne, sikerül megszolgálnom. Köszönet a *fib* Magyar Tagozatának a díjért.

2003. január 15.

Polgár László, ügyvezető
ASA Építőipari Kft.

5. ábra: 35 m fesztávú csarnok, Bulgária (2000)



6. ábra: Cora áruház, Bukarest (2002)





Nagy megtiszteltetés ért 2002. december 9-én, amikor a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem dísztermében ünnepélyes körülmények között vehettem át a Palotás László-díjat, amiért őszinte hálámat fejezem ki ezúton a *fib* Magyar Tagozat elnökségének és kuratóriumának, valamint

az emlékérmét átadó dr. Palotás Piroskának.

Sajnos én nem ismertem személyesen Palotás professzor urat, csak könyvei jelentenek számomra értékes szakmai olvasmányt.

Kolozsváron születtem, ott tanultam és ott is tevékenykedem. Talán most nem említenék neveket elődeimről – mint ahogy ez ilyenkor illik – mivel ez egy egészen más világ, amit a magyar mérnöki társadalom esetleg nem ismer, inkább arról a környezetről és annak gondjairól szeretnék egy pár sort lejegyezni, amiben élek, és dolgozom.

Erdély, a rendszerváltást követően nemcsak új nemzetközi környezetbe került, de új „időzónába” is. A részlegesen visszaszerzett önrendelkezéssel az itt élő magyar társadalom nem ajándécsomagot kapott, hanem lehetőséget a közlekedésre a fejlett világhoz és közeledést az anyaországhoz.

Itt Közép- és Kelet Európában egymásra torlódott az átmenet, a válságkezelés és az integrálódás feladatköre. Úgy érzem, nem öncél az európai integrációs követelmények teljesítése, a versenyképesség javítása. Az erdélyi magyarság felemelkedésének előfeltétele a globalizációban való részvétel, de sajátosságainak és érdekeinek megfelelő válaszok keresése és kidolgozása is.

A tudásbázisú gazdaságok korában a felsőfokú végzettségű szakemberek nemzetközi kapcsolatainak, nemzetközi áramlásának egyre növekszik a jelentősége. Ahhoz, hogy ez az áramlás ne csak egyirányú legyen, elengedhetetlenül szükséges egy erdélyi magyar műszaki kutató-és oktatóközpont létesítése. Elődeink nagysága és a jelenkori Erdélyben (sajnos egyre kevesebb lélekszámban) tevékenykedő magyar kutatók és mérnökök által elért tudományos eredmények kötelezővé teszik ennek létrehozását.

Miért kardoskodom egy önálló műszaki egyetemért? Vajon ez nincs ellentétben az előbb leírtakkal, hiszen a tudomány nemzetközi, ezért talán értelmetlennek tűnik „magyar

tudományról” vagy „magyar technikáról” beszélni. Úgy gondolom, a tudományos kutatásnak vannak nemzeti vonatkozásai is. Nemzeti az érdeke a tudományos kutatásban való részvételre, nemzeti jellegű az ehhez szükséges infrastruktúra és főleg a képzés is. Ha ez igaz, akkor ugyanezt elmondhatjuk a kisebbségbe szorult nemzetiségről is.

Összegezve, olyan nemzetiségtudatban kell gondolkodnunk, amelyben a nyitottság, az értékörzés, és az értékmegújítás elválaszthatatlan egymástól.

A kolozsvári Műszaki Egyetem Vasbeton Tanszékén tanítok 1979 óta, ahol jelenleg docensi fokozatom van. Kezdetől mostanáig a vasbeton szilárdságtanával és vasbeton szerkezetekkel foglalkozom.

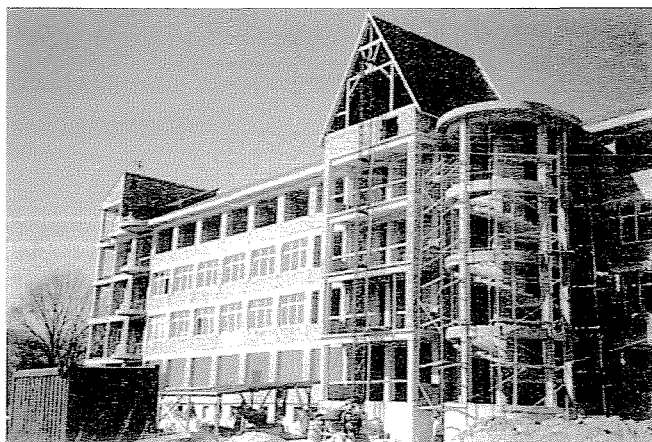
Oktatási pályafutásom alatt sok kiváló hallgatót készíthettem fel a mérnöki pályára. De vajon miért? Hiszen a legtöbben egyetemi diplomájukkal zsebükben máshol kerestek boldogulást. Pedig ha megadatott volna számukra a helybeni érvényesülés lehetősége, akkor talán itthon maradtak volna. Ezért a legnagyobb elégtétel számomra, hogy az utóbbi időben 10-12 kiváló fiatal mérnököt sikerült itthon tartanom, pedig legtöbbször már „becsomagolt bőrönddel” várt egy esetleges magyarországi vagy még távolabbi áttelepülésre. Igaz ők nem a felsőoktatásban maradtak hanem abban a tervezőirodában, amit időközben létrehoztunk.

Igyekeztem szoros kapcsolatokat kiépíteni a budapesti, pécsi valamint a győri Műszaki Egyetemekkel és Főiskolákkal, de az egyéni kapcsolatokon kívül igen fontos az intézményesített kapcsolattartás a magyarországi egyetemekkel, tudományos szervezetekkel is. Példa értékűnek számít a *fib* Magyar Tagozata és az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) közötti szoros együttműködés.

A társaságban, létrejötté óta, szakmai továbbképzést és tudományos vitafórumokat tartottunk, amelyen szép számban magyar tanárok és mérnökök is részt vettek sikeres előadásokkal.

Évente nemzetközi építéstudományi konferenciát (EPKO néven) szervezünk, melynek hivatalos nyelve a magyar. Kiváló alkalom kapcsolatfelvételre és –ápolásra, elsősorban magyarországi, de más külföldi magyar szakemberekkel is. Ezúton is meghívunk minden érdeklődőt, higgyék el, megéri eljönni Csíksomlyóra 2003-ban is.

1.ábra: Korház – Kézdivásárhely



2.ábra: Selgros - Bukarest





3.ábra: Lotus Market – Nagyvárad



4.ábra: Lotus Market – Nagyvárad

Mint aktív tervező több mint kétszáz kisebb és nagyobb épület statikai tervét és több, mint 150 műszaki szakvéleményt készítettem, valamint 250 tervet ellenőriztem. (Jelentősebb munkáim; a naszói műanyagfeldolgozó üzem és a kézdivásárhelyi kórház stb.)

Jelenleg egyetemi előadásaim mellett az 1999 végén alapított Plan 31 Ro Mérnök kft ügyvezető igazgatója vagyok.

Dióhéjban beszámolnék az itt kifejtett tevékenységemről, elsősorban mint tartószerkezet tervező, és nem, mint adminisztrációs ügyeket intéző vezető. A kiemelkedőbb teljesítményeket a cikkhez csatolt néhány fényképen keresztül próbálom érzékelteni; ilyenek a: Metro (10 romániaiában, 1 Ukrajnában) és Selgros áruházak, Lotus Market Nagyvárad, Leoni aradi és beszercei autókábel üzemek, Bosch aradi autókalkatréz gyára, Leineweber sepsiszentgyörgyi konfekció üzem, Kromberg temesvári autókábel gyára, Baco Production fafeldolgozó üzem és még sorolhatnám. Ezekből mutatok be néhányat az 1-6 ábrákon.

A Metro áruházak szerkezetépítése megmutatta, hogy ma már a vasbeton építés is átlépi a nemzeti határokat, globalizálódik! Az ipar más területeihez képest viszont, itt a lemaradás jelentősebb. A közös műszaki „nyelvezet”, az Eurocode beve-

zetésének elodázása – helyenként az erős nemzeti ellenállások, máshol az érdektelenség miatt – a térségnek jelentős hátrányt okozott. Szerencsére az informatika és a számítástechnika fejlődése nem ismert határokat és forradalmi változásokat hozott a tartószerkezetek tervezése terén, ami elősegítette a térség műszaki közeledését. A kialakulóban lévő együttműködésre jó példa lehet a Plan 31 Mérnök Kft. tervezőiroda négy országra kiterjedő hálózata, ami talán az egész Közép-Kelet-Európa számára követendő példát jelent. Az utóbbi idők legnagyobb sikerének tekintem, hogy én is részt vehettem ennek megvalósításában.

Úgy érzem, hogy a mai kitüntetés mégis egyszerre szól az októnak, tervezőnek és a műszaki közéletben tevékenykedőnek.

A felsorolt eredmények nem valósulhattak volna meg fiatal munkatársaim segítségével nélkül, ezért a számomra oly értékes Palotás László-díjat az ők érdemének is tulajdonítom.

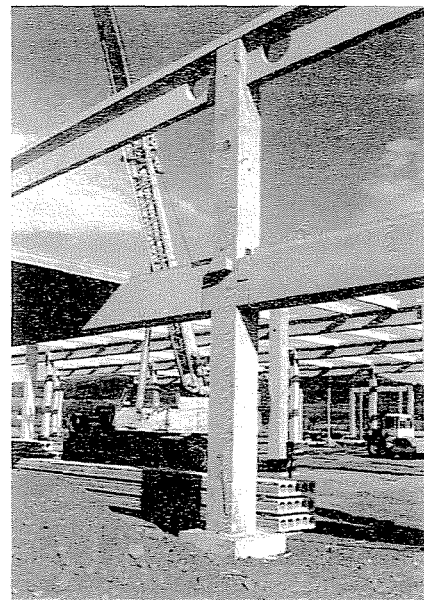
Köszönjük a figyelmet, amit a *fib* Magyar Tagozata az erdélyi műszaki társadalom irányába mutat.

Dr. Kiss Zoltán, ügyvezető
Plan 31 Ro Mérnök Kft.

5.ábra: Leoni – Arad



6.ábra: Metro - Nagybánya



Dr. György László 80 éves



1923. február 21-én született Rákosligeten. Édesapja dr. György Sámuel jogi egyetemet végzett. A Magyar Postánál dolgozott. Mozgó postásként kezdte, majd 1941-ben a 62. Postahivatal igazgatójaként ment nyugállományba.

A budapesti Mátyás gimnáziumban érettségizett 1941-ben. 1942-től a Ludovika Akadémiát végezte, ahol 1944. augusztus 20-án hadnaggyá avatták. 1944. novemberétől 1945. májusig a ceglédi Kossuth Lajos Gimnáziumban matematikát, történelmet, testnevelést tanított. Majd visszahívták a honvédséghez, ahol a 13. sz. Kiegészítő Parancsnokságon vasúti, postai helyreállítási munkákban vett részt. 1946. októberben tartalékos tisztii állományba helyezték.

1946-ban iratkozott be a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemre. Tanulása nem volt zavartalan. Cegléden laktak. Édesapja nyugdíját elvették. Pékmesternél dolgozott, ahol segédlevelet szerzett. Közben fel-fel járt az egyetemre. 1947-ben feljött Budapestre, ahol a Budavidéki Gyapjufonógyár Igazgatójának lett a sofőrje. Így már közelebb volt az egyetemhez. 1950. szeptember 23-án szerzett mérnöki oklevelet.

Őt a Hódmezővásárhelyi Építési Vállalathoz osztották be. A diplomája megszerzése után dr. Palotás László professzor ajánlotta neki az ÉTI Bihari úti Anyagvizsgáló Laboratóriumának egy állását, és el is intézte, hogy odamehessen. Ettől az időtől kezdve 1991. december 31-i nyugállományba vonulásáig anyagvizsgáló mérnök lett. Beosztása, az intézet neve változott ugyan, de György László tevékenységi köre nem változott. 1954-ben az Intézet átszervezése után az Anyagvizsgáló Laboratóriumot az Építőanyagipari Központi Kutató Intézethez csatolták, majd átkerült az ÉTI-be.

1963-ban hozták létre az Építőipari Minőségvizsgáló Intézetet. Ennek a Matematikai és Fizikai Osztályát vezette, majd az Anyagvizsgáló Osztály tudományos osztályvezetője lett 1971-ig. Ekkor az Intézetet Építőipari Minőségellenőrző Intézetté szervezték át, ahol a Mechanikai Osztály tudományos osztályvezetője lett. Az osztályt 1984-ig vezette, majd nyugállományba vonulásáig az osztály tudományos tanácsadójaként dolgozott.

Dr. György László elsősorban **anyagvizsgáló és kutató** volt. Ehhez kellett az a fegyelmhezértés, amit katonai neveltetése révén megszerzett. Kutatásai rendszerint az anyagvizsgáló módszerek fejlesztését jelentették.

Pályafutása során új módszereket dolgozott ki, különös tekintettel a matematikai-statisztikai eljárások alkalmazására az építőanyagok és szerkezetek vizsgálata, minősítése során. Kiemelkedő eredményt ért el a beton roncsolásmentes vizsgálata és ennek a szabványosítása terén. E témakörben tagja volt a KGST állandó bizottságának, annak megszűnéséig.

Részt vett a II. világháború után gyártott új cementek vizsgálatában és a Betonok és habarcsok c. műszaki előírásokban szereplő betonösszetételek összeállításában.

Példák a kutatási-vizsgáló módszerek fejlesztésére: Hazai építőanyagok γ -sugár együtthatójának a mérése (1956); Üvegipari kádkövek átvilágítása Co^{60} preparátummal (1957); Építőanyagok vizsgálata radioaktív izotópokkal (1960); Építőanyagok és szerkezetek átvételi vizsgálatának statisztikai értékelése (1966); Cementvizsgáló módszerek továbbfejlesztése (1959).

Műszaki doktori értekezését „A betonszilárdság ellenőrzésének néhány matematikai-statisztikai kérdése” címmel írta (1973).

A tudományos ismereteit szóban és írásban is terjesztette. Előadást tartott a IV. (1957), az V. (1959), a VI. (1961) Szilikátipari Konferencián, az ÉM II. és III. konferenciáján, a 19. és a 20. EOQC konferencián, és még több külföldi konferencián.

Jelentős könyvírásai tevékenysége, amelyet társszerzőként végzett. Ezek: No-fines lakóházépítési rendszer c. könyvében a falszerkezetek minősítési kérdései c. fejezet. A nivódíjas Építőanyag praktikum c. könyvben A mérés elve, eszközei, az eredmények értékelése c. fejezet. Épületdiagnosztika (1981) c. könyv 5. fejezete. Építőanyagok és szerkezetek építéshelyi vizsgálata c. könyv I. fejezete. Beton és vasbeton szerkezetek diagnosztikája I. c. könyvben A megszilárdult beton roncsolásmentes vizsgálata a DIN szerint és a Fizikai vizsgálatok c. fejezet.

Cikkei jelentek meg a Mérés és Automatika, a Magyar Építőipar, az Építőanyag, az Építés és Minőség c. szaklapokban.

Jelenleg is közreműködik az EN 206 jelű szabvány honosításának a kidolgozásában.

Szívesen és jól **oktatott**. 1960-tól a BME Építőanyagok Tanszékén az Építőanyagok c. tantárgy gyakorlatait vezette. 1968-tól 1984-ig az Ybl Miklós Főiskolán is gyakorlatvezető volt. Oktatói munkáját 1987-ben c. egyetemi docensi címmel ismerték el. Az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken napjainkig részt vett a diplomamunkák bírálatában.

Előadásokat tartott az ÉVM által szervezett tanfolyamokon, az ENSZ által szervezett Anyagvizsgáló tanfolyamon. Előadó volt a Mérnöki Továbbképző Intézet által A betonszerkezetek hibái és javításuk címmel szervezett tanfolyamon. A beton roncsolásmentes vizsgálatával kapcsolatos ÉMI tapasztalatokat ismertette a KPM és az ÉTE székesfehérvári csoportja által szervezett továbbképző tanfolyamon, az Ybl Miklós Építőipari Főiskola Debreceni Területi Egységén rendezett szakmérnöki tanfolyamon (1983). A frissbeton vizsgálata c. előadását a Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzetként is kiadta (1963).

Dr. György László kitűnő matematikai felkészültségű mérnök, aki felkészültségét, fegyelmhezértését, szorgalmát, helytállását az építőanyagok vizsgálatának és minősítésének a területén hasznosította.

Kívánjuk, hogy még teljék öröme a mérnöki alkotásokban.

Dr. Balázs György
prof. emeritus

Dr. Mistéth Endre 90 éves



1912. szeptember 12-én Buziás-fürdőn Temes vármegyében született. Élete megpróbáltatásokban és eredményekben gazdag volt. Az ünnepi évforduló alkalmából elsősorban az eredményekről emlékezünk meg.

Életútja:

Apja kereskedelmi tengerésztiszt volt, majd vasúti tiszt lett belőle. 1919. október 19-én költöztek Magyarországra. A szűkös anyagi körülmények miatt 4 évig a községi „Hunyadi Mátyás” Magyar Királyi Katonai Reáliskolában és Nevelőintézetben tanult, majd a „Bocskay István” Budapesti Katonai Főreálban érettségizett 1930-ban.

Ezt követően a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett 1935. június 11-én jó minősítésű mérnöki oklevelet.

További életútja igen változatos volt. Első munkahelye a GANZ gyár Vagonszerkezetségi Osztálya volt (1935), majd a Közegészségügyi Intézet Mérnöki Osztályára került (1936). Azután a Közlekedési Minisztérium Hídosztályán dolgozott (1937-38). 1937-ben belépett *Menyhárd* István tervező irodájába. 1940. január 1-től tanársegéd, majd c. egyetemi adjunktus az I. sz. Hídépítéstani Tanszéken (1946-ig). 1938-ban önálló tervező irodát nyitott. 1945. november 20-án az Iparügyi Minisztérium politikai államtitkárává nevezték ki. 1946. július 22-től újjáépítési miniszter lett. A Minisztérium 1946. október 12-én átalakult Építésügyi és Közmunkaügyi Minisztériummá. A miniszterségről Nagy Ferenc miniszterelnök kérésére 1947. január 14-én mondott le, mivel akkor már előkészületben volt a Kisgazdapárt felmorzsolását célzó „Magyar Közösség” néven ismert koncepció per. 1947. májusában állították társaival a bíróság elé. Elsőfokon 3 és fél év, másodfokon – távollétében – 1948. március 4-én 6 évi kényszermunkára ítélték. Miután nem volt hajlandó „együttműködni” az Államvédelmi Hatósággal, a büntetését meghosszabbították. Büntetését részben a budapesti gyűjtőfogházban, részben a váci fegyházban töltötte. Utóbbiban 28 hónapon át magánzárkás volt. 1955. április 4-én szabadult. Ezt 3 évi rendőri felügyelet követte. Majd az Elnöki Tanács 1958. december 28-i határozata alapján mentesült a hátrányos jogkövetkezményektől.

1955-ben – szabadulása után – az Uvaterv Hídirodáján először tervező mérnök, majd a IV. Hídosztály vezetője lett. Ezt követően 1962-től az 1978. évi nyugdíjazásáig a Víziterv irodavezetője, majd szakági főmérnöke volt. *Mérnöki tevékenysége sokoldalú és minden szinten kiemelkedő volt.*

Kivitelezőként: a Mátaszöllösi Forrásfoglalás és 1 km vízvezeték építésvezetője. A Vasvár-Rábahídvégi útszakasz öt rábaártéri hídjának az építésvezetője.

Tervezőként kb. 300 különféle rendeltetésű és különféle anyagú műtárgy tervezője. Példák a tervezői munkára:

Acélszerkezetek: Sinautó szekrényváz Rodéziának, Szöllöskei Bodrog-híd, Kossuth-híd, Heluani Nilus-híd, Forgóhidak Egyiptom részére, Duzzasztóművek és zsilipkapuk, 2. sz. Hangár a Ferihegyi repülőtéren.

Vasbeton hidak: Szolnoki közúti felüljáró (az első merevítőgerendás hidunk), Rábahídvégi Rábahíd, Tarac közti Tarachíd, Kolozsvári Szamos-híd, Garmat Ali-híd, Diyalahid Irakban, Orontes völgyhíd Szíriában.

Magasépítmények: 200 vagonos gabonatarház Székelyudvarhelyen, Csíkszeredán, Kézdivásárhelyen, Diósgyőri kazánház, Richards Richard Posztógyár bővítése, bútorszerelő csarnok Szegeden.

Mélyépítési szerkezetek: Óbudai Árpád-híd és Medvei Duna-híd caisonjai, tíz különböző község víztornya és szennyvíztisztító berendezése (Állampuszta, Bernátkút, Pálhalma, stb.). Víztoroló medencék 10-50 m²-es méretben.

Kő- és betonszerkezetek: Miskolci Vay úti Sajó-híd, kis közúti boltozott hidak részére ellenőrző számítás.

Faszerkezetek: Máramaroszigeti Tisza-híd, Riptinec patak völgyhídja és számos hídszerkezet állványterve.

Irodavezetőként: tervezések irányítása: Kiskörei vízlépcső, Sió árvízkapu, számos szivattyútelep, Dunai Vízlépcsőrendszer beruházási program, Békési duzzasztó.

Szakági főmérnöként: vízművek technológiai méretezése, előregyártott vízmedencék és szennyvíztisztító medencék technológiai méretezése.

Tanácsadómérnöki munkái: Az Ajkai, Oroszlányi, Százhalombattai, Gyöngyösi hőerőművek és a Paksi Atomerőmű csarnokainak szerkezeti kialakításában való részvétel az ERŐTERV-nél. Víztornyok szerkezeti kialakítása a MÉLYÉPTERV-nél. Fedett sportcsarnok kialakítása az IPARTERV-nél.

Tervpályázatok: A 2. sz. Ferihegyi Repülőtéri Hangár, Kis hidak előregyártása, Előregyártott támfal, előregyártott elemekből alagúttal I. díj. Szennyvíztisztító előregyártott elemekből, Duna alatti alagút, Merevacéltetés Kazánház vázszerkezet II. díj és számos megvétel.

Szabályzat-szerkesztések: Közlekedési létesítmények O.É.Sz. Híd- és vízépítési beton és vasbeton szerkezetek kivitelezési szabályzat; Közúti hídszabályzat készítésében való részvétel; az MSZ 15225 Vízépítési szerkezetek méretezési előírásainak készítésében való részvétel.

Szabadalom, újítások: Szabadalom kishidak építésére 2251/UA-134/5 szám alatt. Számos újítás, bronzjelvényes újító.

Bár fő tevékenysége a tervezés, tervezésirányítás volt, az **oktatáshoz** hűség maradt. A BME Építőmérnöki Karán a szakmérnöképzésben rendszeresen előadta a Méretezés-elmélet, a Valószínűségelmélet, Szerkezettervezés, Vízépítési faszervezetek c. tantárgyakat. Részt vett a soproni Erdészeti és Faipari Egyetemen a faszervezeti szakmérnöképzésben.

Az oktatást segítette Erőtanú méretezés valószínűségelméleti tervezésének néhány kérdése (1982) és a Méretezés-elmélet (2001) c. könyve.

Tudományos tevékenysége, amelynek középpontjában a mérnöki létesítmények komplex tervezése megbízhatóságának az elmélete és a valószínűségelméleten alapuló méretezési elvek gyakorlati alkalmazásának a problémaköre állt, nemzetközi összehasonlításban is úttörő, iskolateremtő volt. Kiemelkedő a szerepe abban, hogy a magyar méretezési szabályzatokat az Eurocode kidolgozása során hasznosították.

1963. dec. 27-én az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karán „summa cum laude” fokozattal minősített doktori szigorlatot tett. 1969. június 5-én megvédte „Műszaki létesítmények erőtanú számításának a valószínűségelméleten nyugvó alapelvei” című kandidátusi értekezését. 1978. április 14-én megvédte a „Többcélú létesítmények gaz-

11 OMFB tanulmányt, 3 méretezési segédletet, 3 tanulmányt a Víziterv számára, és könyvismertetések.

A valószínűségelméleten alapult méretezésről és a rendszer szemléletű értékelésről számos előadást tartott.

Közéleti szereplése (a politikai szereplése után): Az MTA Műszaki Mechanikai Bizottság tagja, a Méretezéselméleti albizottság elnöke, a Rendszerelméleti Bizottság tagja, a Mérnök Szeizmológiai Bizottság tagja, a Vízgazdálkodástudományi Bizottság tagja.

Számos esetben volt – a Tudományos Minősítő Bizottság kijelölése folytán – opponens, a minősítő bizottság tagja, ill. elnöke. A ITAM magyar tagozatának tagja. Az IABSE nemzetközi mérnökegyelet tagja.

Részt vesz az ISO nemzetközi szabványosítási egyesület T.C.98 méretezéssel foglalkozó bizottságában.

Ezen kívül 1968 óta szakértője a Vízépítési műtárgy felülvizsgáló bizottságnak és tagja az Árvízvédelmi műszaki tanácsnak.

A Magyar Hidrológiai Társaság 1991. június 26-án tiszteleti tagjává választotta.

Az aranyokleveles mérnökök egyesületének elnöke és a Közlekedési, Távközlési és Vízügyi Minisztériumban volt a vízügy mellé rendelt seniorok tanácsának az elnöke.

1992 óta a Magyar Mérnöki Kamara tiszteletbeli tagja.

Kitüntetései

Ellenállási tevékenységéért a Szabadság rend ezüst fokozatát kapta. 1996-ban a Politikai Elitéltek Közössége is kitüntette.

Munkáját 1963-ban vállalati Kiváló dolgozó, 1964-ben a Vízgazdálkodás Kiváló dolgozója, 1973-ban Kiskörei Vízlépcsőért kitüntetéssel ismerték el.

1991-ben Akadémiai Díjban részesült. 1992-ben megkapta a Köztársasági Érdemrend középkeresztjét a csillaggal.

1994-ben az Eötvös díjjal, 1995-ben a VIII. kerület polgármestere Emlékéremmel tüntette ki. 1996-ban megkapta a Széchenyi díjat. 2002-ben Méretezéselmélet c. könyvére nívódíjat kapott.

Dr. *Mistéth* Endre hazáját szerető, azért áldozatvállalásra kész mérnök. Mérnöki tevékenységét élete minden posztján a komplex problémakezelés, a szilárd és lényeglátó helyzetmegítélés, a tiszta és igényes feladatmegoldás, a példátlan munkabírási, a segítőkészség, a széles látókör és sokoldalúság jellemezte.

Dr. Balázs György
prof. emeritus

100 ÉVES LENNE AZ ERZSÉBET-HÍD

A régi Erzsébet-híd 100. és az új híd jövőre esedékes 40. valamint Sávolgy Pál születésének 110. évfordulójának megünneplésére 2001. február 20-án Emlékbizottság alakult.

Az Emlékbizottság tagjai az MTA Műszaki Tudományok Osztálya, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke, a KTE Mérnöki Szerkezetek Szakosztálya, a Budapesti Történeti Múzeum, a Közlekedési Múzeum, a BFFH Közlekedési ügyosztálya, a Magyar Mérnöki Kamara, az UVATERV Rt., a GANZ Acélszerkezet Rt., a Hidépítő Rt. és a FÖMTERV Rt. Az Emlékbizottság alapító tagjai elnöknek Földi András, a KTE Mérnöki Szerkezetek Szakosztálya elnökét választották. Az Emlékbizottsághoz mindazon szervezet, vállalkozás csatlakozhat, mely aktívan részt kíván venni a szervezésben.

Az Emlékbizottság feladata:

- tudományos emlékülés szervezése 2002. október 10.-re,
- kiállítás szervezése 2002. október 10.-i megnyitással.
- az ünnepségsorozat megszervezése.

Az Emlékbizottság célja, hogy az ünnepségen keresztül a nagyközönség megismerhesse a magyar híd- és közlekedésmérnöki munka történetét, szépségeit, jelentős szerepét a világ műszaki kultúrájában.

Ezúton hívunk fel mindenkit, aki olyan írásos, vagy tárgyi emlékekkel rendelkezik, melyeket szívesen rendelkezésre bocsát az évfordulók méltó megünnepléséhez, vagy részt kíván venni a szervezésben, ötlete, javaslata van, jelezze Földi Andrásnak az alábbi címek egyikén:

Tel: (1) 252-2559
Fax: (1) 251-3325
e-mail: afoldi@mschu.hu.

BETON PLASZTIKA Kft.

H-1138 Budapest, Karikás Frigyes u.230. Levélcím: H-2040 Budaörs, Pf. 56.
Telefon: 23/420-066, 23/500-536 Fax: 23/420-007
e-mail: betonplasztika@freemail.hu

KORÁBBI SZÁMBAN TÖRTÉNT BEMUTATKOZÁSUNK ÓTA , A PIACI IGÉNYEK BŐVÜLÉSE MAGÁVAL HOZTA CÉGÜNK TEVÉKENYSÉGI KÖRÉNEK TOVÁBBI SOKSZINŰSÍTÉSÉT, MELY MOSTANRA AZ ÚJ HÍDSZERKEZETEK ÉPÍTÉSÉN, HÍDFELÚJÍTÁSI MUNKÁK VÉGZÉSÉN, INJEKTÁLÁSOKON, LŐTT BETON KÉSZÍTÉSÉN, SÓVÉDELMI BEVONATOK KÉSZÍTÉSÉN TÚL RÉGI HIDAK BONTÁSÁVAL, MAGASÉPÍTÉSI SZERKEZETEK REHABILITÁCIÓJÁVAL, DILATÁCIÓK BEÉPÍTÉSÉVEL, VALAMINT IPARI PADLÓK KÉSZÍTÉSÉVEL EGÉSZÜLT KI, MELYEBŐL AZ ALÁBBI, KÉPEKKEL ILLUSZTRÁLT MUNKÁKAT EMELJÜK KI.

FENTI MUNKÁK MINDEGYIKÉRE VONATKOZÓAN RENDELKEZÜNK MEGFELELŐ GÉPI, TECHNIKAI ÉS MUNKAERŐ KAPACITÁSSAL.



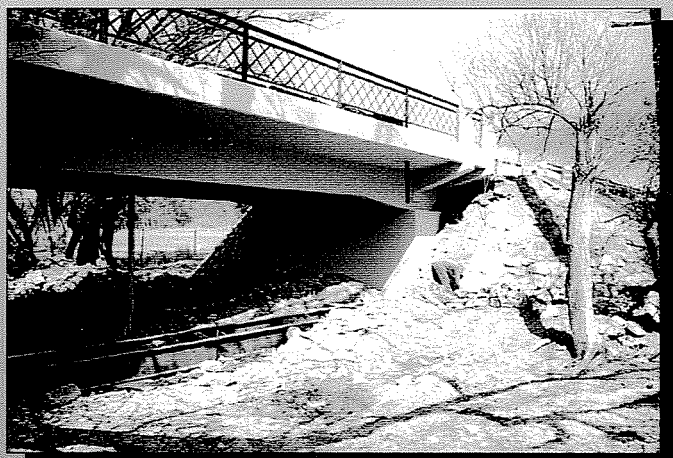
Bp. Újhegyi úti felüljáró roppantásos technológiával történő bontása



8. sz. főút Öskü római gáti boltozat erősítése



Hídfelújítások az M7-es autópályán



Zala-híd felújítása



Bizalom, biztonság, minőség Az ÉMI-TÜV Bayern csapata

műszaki szolgáltatásaival sikerré kovácsolja munkáját
a minőségügy és a biztonságtechnika területén.

Vizsgálat, minősítés, tanúsítás és szakértői
tevékenység az alábbi területeken:

- Felvonók, mozgólépcsők,
színpadtechnikai berendezések
- Szórakoztatóipari és
szabadidőberendezések
- Építő-, emelő- és
anyagmozgatógépek
- Minőségirányítási,
környezetközpontú irányítási
és menedzsmentrendszerek
TÜV CERT, TÜV MS és MRTI
tanúsítása (ISO 9001:2000,
ISO 14001, QS 9000/VDA
6.1 és ISO/TS 16949 szerint,
a német anyavállalatunk
bevonásával).
Kórházi ellátási standardok
(KES).
- Nyomástartó berendezések,
kazánok, gázpalackok
- Hegesztési technológiák, hegesz-
tők, hegesztőüzemek
- Környezetvédelem, akusztika
- Magas- és mélyépítőipari
létesítmények tartószerkezetei,
épület- és szakipari szerkezetek

Központ:
H-2000 Szentendre
Dózsa György út 26.
Tel.: 06-26-501-120
Fax: 06-26-501-150
info@emi-tuv.hu
www.emi-tuv.hu
www.tuevs.de

Budapesti iroda:
1043 Budapest
Dugonics u. 11.
Tel.: 06-1-399-3600
Fax: 06-1-399-3603

