

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

Dr. Lublóy Éva – Földes Tamás –
Dr. Balázs L. György

**A CT (COMPUTED
TOMOGRAPHY) BEVEZETÉSE
A BETON RONCSOLÁSMEN-
TES VIZSGÁLATAIHOZ**

2

**A 2012. ÉVI PALOTÁS
LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA**

7

Dr. Kovács Károly (Palotás László-díjas)

**BETONNAL FOGLALKOZOM
42 ÉVE**

8

Dr. Tóth Ernő

**HÍDHIBÁK, HÍDKÁROK,
BALESETEK**

13

Gyukics Péter

**ERŐ ÉS ESZTÉTIKA – A HÍD-
FOTÓS GONDOLATAI KÉT
DUNAI VASBETON HÍDRÓL**

19

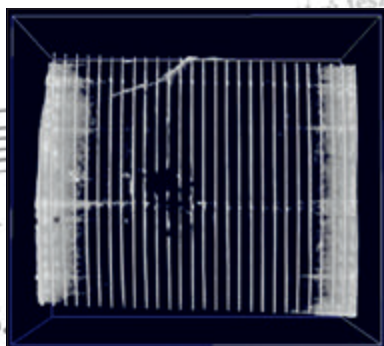
Dr. Móczár Balázs – Dr. Szendefy János

**SÍKLAPOK TEHERBÍ-
RÁSÁNAK EGYSZERŰSÍTETT
SZÁMÍTÁSA AZ EUROCODE
7 ELVEINEK FIGYELEMBEVÉ-
TELÉVEL**

20

**IN MEMORIAM
DR. BALÁZS GYÖRGY 1926-2013**

27



2013/1



HÍDTECHNIKA

1138 Budapest, Karikás F. u. 20.

Tel.: 465-2329 Fax.: 465-2335

Web: www.hidtechnika.hu



A  **HÍDTECHNIKA** Hídépítő, Karbantartó és Szigetelő Kft. 1991-ben alakult.

Tevékenysége napjainkban:

- szigetelések (mélyépítés, magasépítés),
- korrózióvédelem (üzemi, helyszíni)
- sóvédelem,
- közlekedési, mélyépítési, magasépítési létesítmények komplett építési munkái (autópálya hidak, felüljárók, mélygarázs),
- hidak és egyéb mérnöki létesítmények rehabilitációs munkái,
- környezetvédelmi létesítmények készítése (hulladéklerakók, hulladékgyűjtő szigetek),
- injektálások, betonlövési munkák,
- ipari padlóburkolatok készítése.



Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Mérnökgeológia Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

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

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba
Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft
Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft
Megjelenik negyedévenként
1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata
ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapfotó:

Vasbeton próbatest vizsgálata CT-vel

Fotót készítette: Földes Tamás

TARTALOMJEGYZÉK

- 2** Dr. Lublós Éva – Földes Tamás – Dr. Balázs L. György
**A CT (COMPUTED TOMOGRAPHY)
BEVEZETÉSE A BETON RONCSOLÁSMENTES
VIZSGÁLATAIHOZ**
- 7** **A 2012. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA**
- 8** Dr. Kovács Károly (Palotás László-díjas)
BETONNAL FOGLALKOZOM 42 ÉVE
- 13** Dr. Tóth Ernő
HÍDHIKÁK, HÍDKÁROK, BALESETEK
- 19** Gyukics Péter
**ERŐ ÉS ESZTÉTIKA – A HÍDFOTÓS GONDOLA-
TAI KÉT DUNAI VASBETON HÍDRÓL**
- 20** Dr. Móczár Balázs – Dr. Szendefy János
**SÍKLAPOK TEHERBÍRÁSÁNAK EGYSZERŰSÍTETT
SZÁMÍTÁSA AZ EUROCODE 7 ELVEINEK
FIGYELEMBEVÉTELÉVEL**
- 27** **IN MEMORIAM DR. BALÁZS GYÖRGY 1926-2013**

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
A-Híd Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Lábatlani Vas-
betonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvaterv Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft.,
BVM Épelem Kft., CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., SW Um-
welttechnik Magyarország Kft., Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

A CT (COMPUTED TOMOGRAPHY) BEVEZETÉSE A BETON RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATAIHOZ



Dr. Lublós Éva – Földes Tamás – Dr. Balázs L. György

Az építőanyagok részletes térbeli, belső felépítéséről nehéz megbízható módon, roncsolásmentesen képet alkotni. Optikai vagy elektronmikroszkóppal csak felületi kép készíthető. A mikroszkópos módszerek alkalmazása esetén a minta felszeletelése után lehetőség van egy-egy vékony szeletről további kép készítésére is, de ez meglehetősen időigényes, és a szeletek előkészítésekor megváltozhat a minta belső szerkezete.

A szokványos röntgenképek tartalmazzák a teljes három-dimenziós belső szerkezet vetületi képét, azonban egyetlen ilyen felvételtől nem nyerhető ki a mélységi információ. A számítógépes röntgen tomográfiával (X-ray Computed Tomography, CT) lehetővé válik a képalkotás a teljes háromdimenziós belső szerkezetről anélkül, hogy szükség volna minta előkészítésre vagy kémiai fixálásra.

A felvételeken a vizsgálat tárgya szeletekre bontva is látható. A CT adatmátrixból vizualizált kép első közelítésben úgy kezelhető, mint egy-egy szeletfelbontásnak megfelelő sűrűségterkép az adott anyagokról. Ezen sűrűségterképen jól kirajzolódnak a vizsgált tárgy különböző sajátosságai (esetünkben adalékanyag szemcsék, pórusok, repedések). A szeletek egymás utáni elemzésével a vizsgált test térbeli szerkezete feltérképezhető.

Kulcsszavak: komputertomográfia (computed tomography, CT), beton, roncsolásmentes vizsgálat, sűrűségeloszlás

1. A CT (COMPUTED TOMOGRAPHY) MŰKÖDÉSE

A CT (Computed Tomography, egyes megfogalmazásokban: Computer Tomography) a szakirodalomban gyakran számítógépes tomográfia néven ismeretes, mely a radiológiai diagnosztika egyik ága. A *tomográfia* görög eredetű szó, jelentése *rétegfelvétel*. A tomográfias felvételeken a vizsgálat tárgya képzeletbeli szeletekre bontva látható. A komputertomográfia a hagyományos röntgen átvilágítási technika továbbfejlesztése.

A CT készülékek is röntgensugárzást használnak a felvételek elkészítéséhez, de a sugarak nem filmet exponálnak, hanem detektorok segítségével érzékelik a röntgensugarakat, majd a detektorokból nyert elektromos jelekből készül el számítógép segítségével a rekonstruált keresztmetszeti kép. A tomográfias felvétel esetében vékony, síkszerű röntgensugár-nyalábbal világítják át a vizsgált objektumot. Az objektum mögött elhelyezett detektor egy vonal mentén érzékeli, hogy a sugárnyalábból hol és mennyi nyelődött el. A sugárnyalábbal egy adott síkban több irányból is átvilágítják a testet, és a mért intenzitásgörbékből kibontakozik az adott síkban (szeletben) elhelyezkedő részletek rajza. A vizsgálósi kórt ezután kis mértékben arrébb tolják, és újra körbeforgatják. Az eljárás befejeztével a vizsgált test térbeli szerkezete feltérképezhető. „Szerkezeten” itt a röntgensugár áteresztő képesség szempontjából megkülönböztethető részletek elrendeződése értendő.

Az első működőképes készülék az 1970-es években készült el Allan M. Cormack és Godfrey N. Hounsfield munkájának eredményeképpen, amiért 1979-ben megkapták a fizikai Nobel-

díjat. A CT első klinikai alkalmazására 1972-ben került sor. A modern CT berendezések két röntgen csövet tartalmaznak és egy körülfordulás alatt egyszerre több szeletet vizsgálnak. A vizsgálat a szükséges számításokkal együtt néhány perc alatt elvégezhető (Berényi, Bogner, Horváth, Repa, 1997). A teljes kiértékelés további feladatokat jelent.

A mérés az anyagok eltérő sugárgyengítési tulajdonságain alapul. A μ sugárgyengítési együttható az anyagra jellemző tulajdonság, ami az elem rendszámától, az anyag sűrűségétől és a röntgensugárzás spektrumától függ. A hagyományos röntgen vizsgálatnál a testből kilépő sugárzás a filmen feketedésként jelenik meg. Minél kisebb az anyag sugárgyengítési együtthatója, annál nagyobb sugárzás éri a filmet, így sötétebb lesz a film. A nagyobb sugárgyengítési együtthatójú anyagok esetén kisebb a testből kilépő sugárzás, ami a filmen világosabb területként jelenik meg. Az emberi test sugárgyengítési profilja nagyon változatos, de a különböző szövetek sugárgyengítésének összege egyforma is lehet, ami a filmen azonos mértékű feketedést okozhat. Ezért a hagyományos radiológiában a filmen megjelenő szürke árnyalatok a testen áthaladó röntgensugár útjába eső valamennyi szövet átlagos sugárgyengítésével arányosak. Ezzel szemben a CT egy adott térfogatelem átlagos sugárgyengítését mutatja (Berényi, Bogner, Horváth, Repa, 1997).

A kép minden egyes pontja (pixele, kétdimenziós képpontja) ekkor egy-egy értékkel rendelkezik, ami az adott térfogatelem relatív lineáris sugárgyengítését mutatja. A következő lépésben ezeket az értékeket a számítógép egy skálához rendeli a következő képlet alapján:

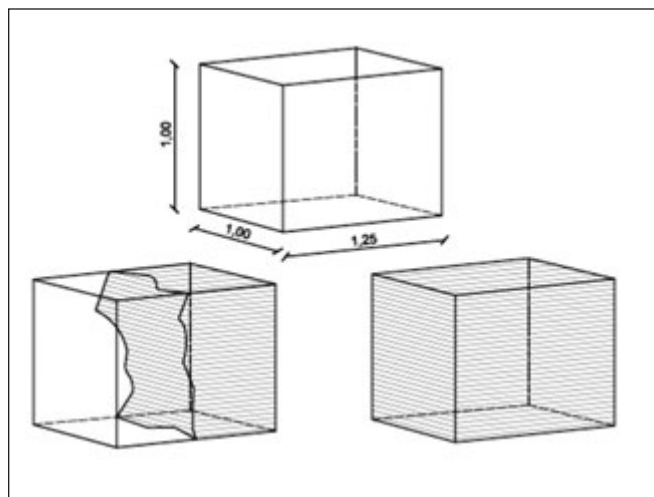
$$HU = \frac{K(\mu - \mu_{\text{v\u00edz}})}{\mu_{\text{v\u00edz}}}$$

ahol:

HU a Hounsfield-egys\u00e9g (Hounsfield Unit) [-],
 K egy konstans, aminek az \u00e9rt\u00e9ke 1000 [-],
 μ az adott k\u00e9ppont sug\u00e1rgyeng\u00edt\u00e9si egy\u00fctthat\u00f3ja [kg/m²],
 $\mu_{\text{v\u00edz}}$ a v\u00edz sug\u00e1rgyeng\u00edt\u00e9si egy\u00fctthat\u00f3ja [kg/m²].

A sk\u00e1la fix pontjai a v\u00edz Hounsfield-\u00e9rt\u00e9ke, ami 0, \u00e9s a leveg\u0151 Hounsfield-\u00e9rt\u00e9ke, ami -1000 Hounsfield-egys\u00e9g. A pozit\u00edv oldalon \u00e1ltal\u00e1ban 3000-ig tart a sk\u00e1la sz\u00e1moz\u00e1sa. A modern k\u00e9sz\u00fcl\u00e9keken lehet\u0151s\u00e9g van a sk\u00e1la kiterjeszt\u00e9s\u00e9re, ez\u00e1ltal r\u00e9szletesebb feloszt\u00e1s\u00e1ra is. Az egyes pontok (voxelek, a k\u00e9p legkisebb h\u00e1romdimenzi\u00f3s egys\u00e9gei) \u00e9rt\u00e9ke \u00edgy -1000 \u00e9s +3000 k\u00f6z\u00f6tt lehet.

A CT k\u00e9sz\u00fcl\u00e9k m\u00fclk\u00f6d\u00e9s\u00e9b\u0151l ad\u00f3dik az \u00fan. *parci\u00e1lis volumen effektus*. A CT k\u00e9pen a voxelek HU \u00e9rt\u00e9ke egy t\u00e9rfogat egys\u00e9g, egy voxel \u00e1tlagos sug\u00e1rgyeng\u00edt\u00e9s\u00e9vel ar\u00e1nyos. Ha a m\u00e9rt elemi t\u00e9rfogatban k\u00fcl\u00f6nb\u00f6z\u0151 sug\u00e1rgyeng\u00edt\u00e9s\u00f9 anyagok találhat\u00f3ak, akkor azok adatai \u00f6sszegz\u0151dnek, \u00e9s az \u00e1tlagos \u00e9rt\u00e9k\u00fcik jelenik meg a k\u00e9pen. Ezt a jelens\u00e9get nevezz\u00fcnk *parci\u00e1lis volumen effektusnak*. A k\u00f6zetekn\u00e9l \u00e9s \u00edgy a betonok eset\u00e9ben is a Hounsfield-\u00e9rt\u00e9ket az \u00e1sv\u00e1nyos (k\u00e9miai) \u00f6sszet\u00e9tel \u00e9s a porozit\u00e1s is egy\u00fcttesen befoly\u00e1solja. *A probl\u00e9ma kik\u00fcsz\u00f6b\u0151l\u00e9s\u00e9re a pr\u00f3batesteket v\u00edzzel val\u00f3 felt\u00f6lt\u00e9s el\u00f6tt \u00e9s ut\u00e1n is CT vizsg\u00e1latnak vetik al\u00e1, \u00e9s az \u00edgy kapott adatokb\u00f3l meg\u00e1llap\u00edthat\u00f3 az anyag effekt\u00edv vagy l\u00e1tsz\u00f3lagos porozit\u00e1sa*. Ha teh\u00e1t a k\u00f6zetek, illetve a beton m\u00e9r\u00e9s\u00e9t megfelel\u0151 el\u00f6k\u00e9sz\u00edt\u00e9s ut\u00e1n (v\u00e1kuumoz\u00e1s) folyad\u00e9kkal tel\u00edtj\u00fcnk, a CT m\u00e9r\u00e9s k\u00f6zben a cell\u00e1kra es\u0151 effekt\u00edv porozit\u00e1s meghat\u00e1rozhat\u00f3 (F\u0151ldes, 2011).



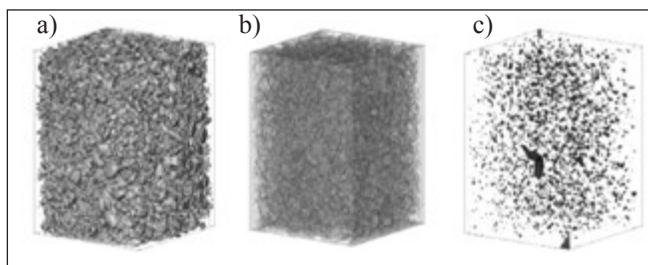
1. \u00e1bra: A parci\u00e1lis volumen effektus

2. A CT ALKALMAZ\u00c1SA BETON \u00c9S K\u00d6ZET VIZSG\u00c1LATOKHOZ

2.1 Beton vizsg\u00e1latok

Kocur, Saegner, Vogel (2010) 120x120x160, illetve 120x120x180 mm m\u00e9ret\u00f9 beton pr\u00f3batesteken v\u00e9geztek CT m\u00e9r\u00e9seket. A m\u00e9r\u00e9sek alapj\u00e1n meg\u00e1llap\u00edtott\u00e1k, hogy a pr\u00f3batestek \u00e9lein\u00e9l kevesebb adal\u00e9kanyag található (2. \u00e1bra). Meg\u00e1llap\u00edtott\u00e1k, hogy a m\u00e9r\u00e9sek sor\u00e1n csak a 2 mm-n\u00e9l nagyobb \u00e1tm\u00e9r\u0151j\u00f9 adal\u00e9kanyag szemcs\u00e9k azonos\u00edthat\u00f3ak. A m\u00e9r\u00e9seket elv\u00e9gezt\u00e9k bereped\u00e9t pr\u00f3batesteken is. A CT-vel k\u00e9sz\u00edtett k\u00e9peken a hasit\u00e1s sor\u00e1n keletkezett reped\u00e9sek helye nagyon j\u00f3l l\u00e1that\u00f3. A reped\u00e9s lefut\u00e1sa is j\u00f3l felt\u00e9rkepezhet\u0151 a

felv\u00e9teleken. A komputertomogr\u00e1fi\u00e1s m\u00e9r\u00e9sek alapj\u00e1n a beton bels\u0151 szerkezet\u00e9t jobban megismerve numerikus modellez\u00e9st v\u00e9geztek.



2. \u00e1bra: Az adal\u00e9kanyag szemcs\u00e9k eloszl\u00e1sa (Kocur, Saegner, Vogel, 2010) a) adal\u00e9kanyag, b) cementk\u00f3v\u00e1z, c) p\u00f3rusok, reped\u00e9sek

Graef et al. (2005) felismerve, hogy a CT-vel v\u00e9gzett \u00e1raml\u00e1sos k\u00edrletek segítségével j\u00f3l meghat\u00e1rozhat\u00f3 a k\u00f6zetek tests\u00fcr\u00fas\u00e9ge, nedvess\u00e9gtartalma, porozit\u00e1sa \u00e9s permeabilit\u00e1sa, k\u00f6zetek \u00e9s betonok biol\u00f3giai boml\u00e1si folyamat\u00e1t vizsg\u00e1lt\u00e1k. A biol\u00f3giai k\u00e1ros\u00edt\u00f3k hatás\u00e1ra az \u00e9p\u00edt\u0151anyag egy r\u00e9sze elbomlik, m\u00e1s r\u00e9sz\u00e9n egy biofilm k\u00e9pz\u0151dik. A mikroorganizmusok megt\u00e1madj\u00e1k a k\u00f6zetet, illetve a betont alkot\u00f3 \u00e1sv\u00e1nyokat. A komputertomogr\u00e1fi\u00e1s m\u00e9r\u00e9sek sor\u00e1n a betonhenger k\u00f6zvetlen fel\u00fclet\u00e9t vizsg\u00e1lt\u00e1k a bakt\u00e9riumok t\u00e1mad\u00e1sa el\u00f6tt \u00e9s ut\u00e1n is. A bakt\u00e9riumok k\u00e1ros\u00edt\u00f3 hat\u00e1sa abban rejlik, hogy elbontja a k\u00f6t\u0151anyagot, ami a CT felv\u00e9teleken j\u00f3l l\u00e1that\u00f3 (Graef et al. 2005).

K\u00edrleteik sor\u00e1n vizsg\u00e1lt\u00e1k a porozit\u00e1s alakul\u00e1s\u00e1t a biol\u00f3giai k\u00e1ros\u00edt\u00f3k hatás\u00e1ra. A pr\u00f3batest fels\u0151, 1,5 mm-es fel\u00fclet\u00e9n a porozit\u00e1s elt\u00e9r\u00e9st mutatott, de a pr\u00f3batest m\u00e9lyebb r\u00e9sz\u00e9in a biol\u00f3giai hat\u00e1sok nem okoztak porozit\u00e1sv\u00e1ltoz\u00e1st.

2.2 A vizsg\u00e1latok t\u00edpusai

A k\u00f6zet- \u00e9s beton-vizsg\u00e1latokhoz a k\u00f6vetkez\u0151 t\u00edpus\u00fa CT m\u00e9r\u00e9si technol\u00f3gi\u00e1k alkalmazhat\u00f3ak (F\u0151ldes, 2011).

Alapm\u00e9r\u00e9sek

A CT alapm\u00e9r\u00e9s sor\u00e1n lehet\u0151s\u00e9g\u00fcnk van arra, hogy a k\u00f6zetanyagot nagy felbont\u00e1sban (0,1x0,1x1 mm-es pontoss\u00e1ggal) lem\u00e9rj\u00fcnk \u00e9s a kapott 3D-s Hounsfield-\u00e9rt\u00e9k eloszl\u00e1s \u00e9s k\u00e9p alapj\u00e1n nagy r\u00e9szletess\u00e9ggel ki\u00e9rt\u00e9kelj\u00fcnk. A m\u00e9r\u00e9s akkor is elv\u00e9gezhet\u0151, ha a k\u00f6zetanyag laza, sz\u00e9tes\u0151 volta miatt m\u00fasanyag vagy alum\u00ednium v\u00e9d\u0151tokban van (nagy s\u00fcr\u00fas\u00e9g\u00f9 f\u00e9meket nem szabad alkalmazni).

Felt\u00f6lt\u00e9ses – felsz\u00edv\u00e1sos m\u00e9r\u00e9sek

Ezen m\u00e9r\u00e9si technol\u00f3gia sor\u00e1n azonos poz\u00edci\u00f3j\u00fa megism\u00e9lt alapm\u00e9r\u00e9st v\u00e9gz\u00fcnk a kiv\u00e1kuumozott mint\u00e1n, felsz\u00edv\u00e1s k\u00f6zben \u00e9s a tel\u00edtett mint\u00e1n.

\u00c1raml\u00e1sos m\u00e9r\u00e9sek

Az \u00e1raml\u00e1sos CT m\u00e9r\u00e9s sor\u00e1n az el\u0151zetesen erre megfelel\u0151en el\u00f6k\u00e9sz\u00edtett mint\u00e1n valamilyen felt\u00f6lt\u0151 folyad\u00e9kot (vizet, olajat, savat stb.) vagy g\u00e1zt \u00e1ramoltatunk, \u00e9s k\u00f6zben CT m\u00e9r\u00e9st v\u00e9gz\u00fcnk. A berendez\u00e9ssel a nyom\u00e1st, a h\u00f6m\u00e9rs\u00e9kletet \u00e9s az \u00e1t\u00e1raml\u00f3 mennyis\u00e9get is r\u00f6gz\u00edt\u00e9ni lehet, a CT m\u00e9r\u00e9ssel pedig az id\u0151ben lezajl\u00f3 tel\u00edtets\u00e9get lehet 3D-ben t\u00e9rk\u00e9pezni.

Anal\u00f3g speci\u00e1lis szimul\u00e1ci\u00f3s m\u00e9r\u00e9sek

Ezek \u00e1ltal\u00e1ban speci\u00e1lis c\u00e9lberendez\u00e9seket alkalmaz\u00f3 m\u00e9r\u00e9sek, melyek a fenti h\u00e1rom m\u00e9r\u00e9s kombin\u00e1ci\u00f3j\u00e1n alapulnak.

Az 1. t\u00e1bl\u00e1zatban \u00f6sszefoglaltuk a k\u00fcl\u00f6nb\u00f6z\u0151 CT m\u00e9r\u00e9sekb\u0151l sz\u00e1rmaztathat\u00f3 \u00e9rt\u00e9kel\u00e9si eredm\u00e9nyeket \u00e9s a m\u00e9r\u00e9st\u00edpusok kapcsolat\u00e1t (F\u0151ldes, 2011).

1. táblázat: A CT mérések feldolgozási módja (Földes, 2011)

VÁRT EREDMÉNYEK ÉS AHHOZ SZÜKSÉGES VIZSGÁLATOK	Mérés típus			
	Alap	Feltöltéses	Kiszorításos	Analóg
Szerkezeti-, geometriai sűrűségheterogenitás értelmezése, feldolgozása				
A mintadarabok mechanikai sérüléseinek kimutatása	X			
Szerkezeti és/vagy rétegfelületek dőlés eloszlása mélység szerint (szög, irány)	X			
Repedések eloszlása vastagság, hossz, orientáció és fraktál dimenzió meghatározása	X	X		
Egyes alkotórészek geometriai értékelése (üregek, kavicsok stb.)	X			
Szemeloszlás megadása	X	X		
2D képfeldolgozások: magtengelyével párhuzamos metszetek	X			
A fontosabb szerkezeti elemek 3D-s vizualizációja	X			
Litológiai sűrűségheterogenitás értelmezése, feldolgozása				
Az összetevők térfogatszázaléka a 3D-s HU kumulatív eloszlása	X	X		
Ásványos összetétel becslés	X	X		
Belső vertikális eloszlás a HU értékek elemzésével	X			
Horizontális heterogenitás jellemzése	X			
Fontosabb elemek sűrűség eloszlása	X			
Fontosabb elemek 3D vizualizációja	X			
Kőzetfizikai sűrűségheterogenitás értelmezése, feldolgozása				
A feltöltő folyadékra vonatkozó telítettség- CT porozitás átlag és 2D-3D-s eloszlások		X	X	
Felszívi profil (telítettségváltozás az időben) egyeztetett felszíneken és alkatelemeken		X		
Felszívásra vonatkozó effektív térfogat, ill. térfogatok egyeztetett felszíneken és alkatelemeken		X		
Kiszorítási profil (telítettség változás az időben-relatív permeabilitás méréshez)			X	
Kiszorításra vonatkozó effektív térfogat ill. térfogatok egyeztetett felszíneken és alkatelemeken (relatív permeabilitás méréshez)			X	
Kiszorítási fázis és fázistérfogat (relatív permeabilitás méréshez)			X	
Effektív térfogat 3D vizualizációja		X	X	
Analóg feldolgozások				
Modellkísérletek CT alatt				X
Integrált feldolgozások				
A magdarabok beforgatása CT magköpenyképek és lyuktérképek korrelációja alapján	X			
Kompozitszelvények és integrált (közös) értelmezés a magon végzett egyéb vizsgálati eredmények és karotázs szelvények alapján	X	X	X	X

3. SAJÁT KÍSÉRLETEINK

3.1 Alkalmazott anyagok

A kísérletek során két betonösszetételt vizsgáltunk (2. táblázat) Az M1 jelű betonkeverék szilikapor nélkül készült, az M2 keverék a cement tömegére vonatkoztatva 3 m% szilikaport tartalmazott.

2. táblázat: Beton receptúrák (az értékek kg/m³-ben megadva)

összetevők	M1	M2
cement (CEM I 42.5N)	400	400
szilikapor	-	12
víz	140	140
adalékanyag 0-4 mm	755	748
adalékanyag 4-8 mm	472	468
adalékanyag 8-16 mm	661	655
folyósító	5	5
víz-cementtényező	0,35	0,35
víz-kötőanyag-tényező (kötőanyag=cement+k*szilikapor tartalom, ahol k=1 értéket vettünk)	0,35	0,33

3.2 Laboratóriumi vizsgálatok

A beton próbatesten a következő vizsgálatokat végeztük a CT vizsgálatokkal párhuzamosan:

- nyomószilárdság vizsgálat,
- hajlító-húzószilárdság vizsgálat,
- teljes porozitás vizsgálat,
- látszólagos porozitás vizsgálat,
- fagyállóság vizsgálat.

A *nyomószilárdságot* 60 mm átmérőjű és 120 mm magasságú hengereken mértük. A *hajlító-húzószilárdságot* 70x70x250 mm nagyságú hasábokon vizsgáltuk. A *nyomó-, illetve a hajlító-húzószilárdság* vizsgálatát 3-3 próbatesten végeztük el, a mérési eredmények átlagértékeit az 3. táblázatban foglaltuk össze.

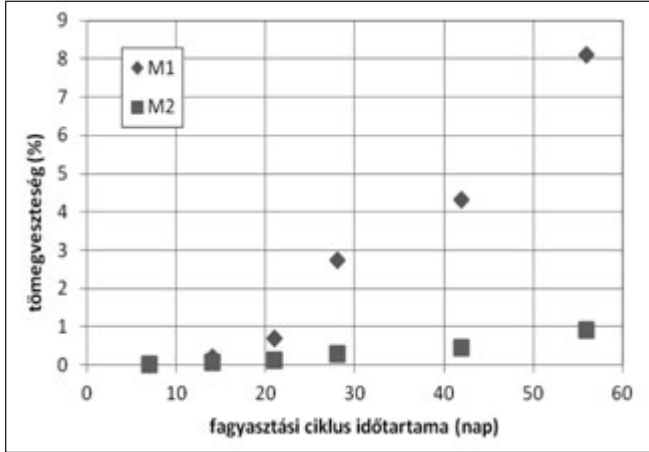
3. táblázat: A beton vizsgált jellemzői (a megadott értékek 3-3 vizsgálat átlagát mutatják)

Beton keverék jele	Teljes porozitás [%]	Látszólagos porozitás [%]	Nyomószilárdság [N/mm ²]	Hajlító-húzó szilárdság [N/mm ²]
M1	9,23	8,00	57,4	9,2
M2	11,67	9,49	68,0	9,2

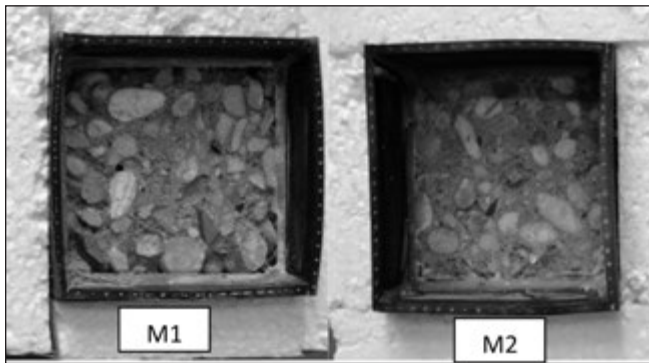
A *teljes porozitás* meghatározásához szükség van a testsűrűség és az anyagsűrűség meghatározására. A testsűrűség meghatározását szabályos alakú testek esetén a befoglaló méretek és a tömeg megmérése után határoztuk meg. Az anyagsűrűség mérését piknométerrel végezzük el. A piknométeres méréshez az anyagot olyan mértékig porítani kell, hogy átessen a 0,2 mm lyukbőségű szitán. A piknométeres mérés lényege, hogy meghatározzuk a porított anyag térfogatát a folyadék-kiszorítás elve alapján. A mérési eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

Kísérleteink során *fagyhámlesztásos* (MSZ CEN/TS 12390-9:2007 szerint) vizsgálatot végeztünk. A próbatesteket 70*70 mm alapterületű hasábokból alakítottuk ki, a próbatestek magassága 50 mm volt. A próbatesteket először az előrajzolásnak megfelelően daraboltuk, ezután a szabványnak megfelelően a

külső felületére gumi lapot, majd arra duzzasztott polisztirol lapot ragasztottunk. A gumilap és a próbatest felülete közti részt szilikonnal töltöttük ki. A vizsgálat megkezdése előtt a próbatesteket három napig desztillált vízben áztattuk. Ezután kezdtük el a fagyhámlasztásos vizsgálatot, amit Schleibinger-típusú fagyasztószekrényben, 3%-os NaCl oldattal feltöltött próbatesteken végeztük el. A próbatesteket lemértük a fagyasztás megkezdése előtt, továbbá a fagyasztás 7., 14., 21., 28., 42. és 56. napján. Az eredményeket a 3. ábrán adtuk meg. A tömegvesztés értékeiből jól látható, hogy az M1 jelű keverék sokkal érzékenyebb volt fagyasztásra, mint az M2 jelű keverék. A 4. ábrán a fagyasztás után lefényképezett próbatestek felülete látható.



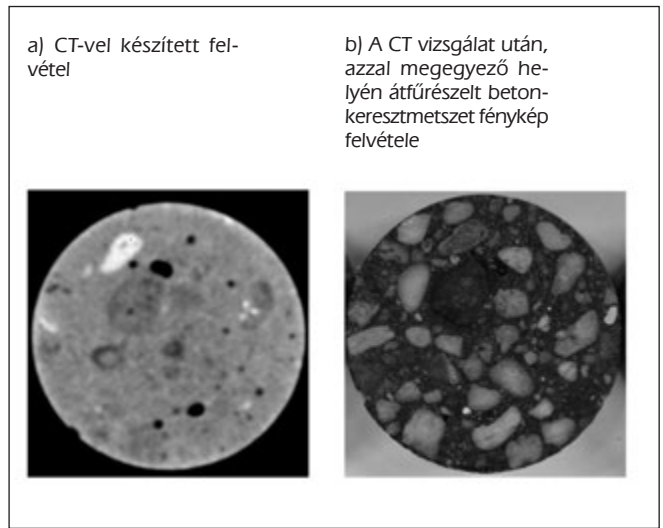
3. ábra: Mért tömegvesztés a fagyasztás után



4. ábra: Próbatestek felülete a fagyasztás után

3.3 Szemrevételezés

A betonhengerek elvágása után kapott képet összehasonlítottuk a CT-vel készített felvétel megfelelő szeleteivel. A 5. ábrán a henger elvágása után készített fénykép fevételén az adalékanyag szemcsék, a megszilárdult cementpép részek és a pórusok jól elkülönülnek. A CT felvételen csak néhány adalékanyag szemese elkülönülését figyelhetjük meg, amit a megszilárdult cementpép és az adalékanyag közel azonos sűrűségével magyarázhatunk. A pórusrendszer viszont sokkal egyértelműbben elkülönül a CT-vel készült felvételen, mint a betonhenger metszetéről készült felvételen. A CT-vel készült felvételen a szabad szemmel nem látható pórusok is megfigyelhetők, ami lehetővé teszi a teljes pórusrendszer pontosabb feltérképezését.



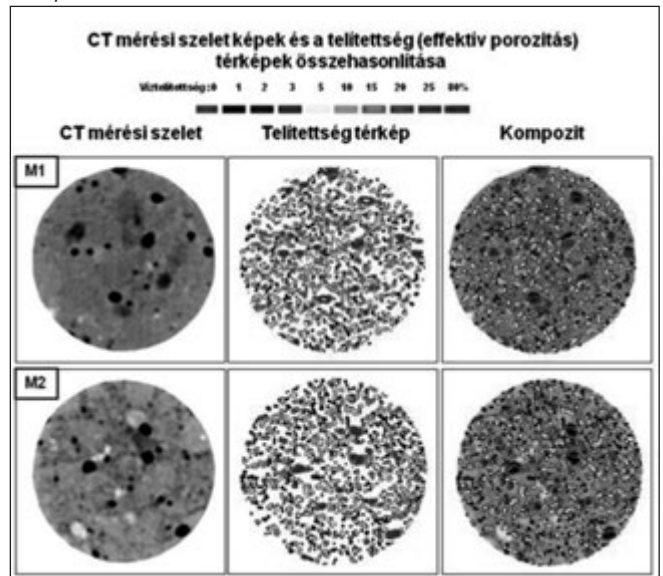
5. ábra: A vizsgált betonhenger metszetei

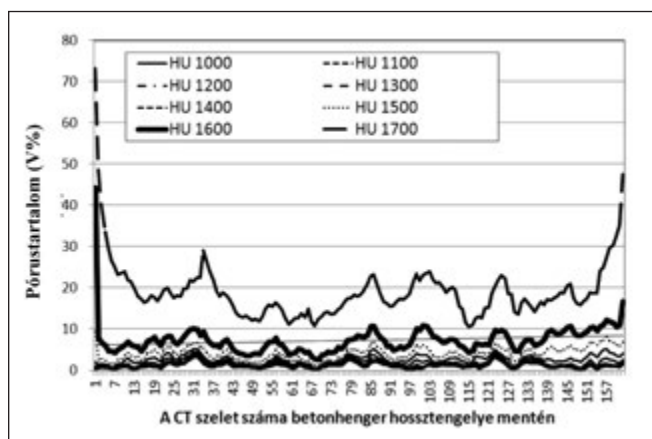
3.4 Beton vizsgálatok CT-vel

A kísérleteink alapján készített telítettségi térképen (vízzel való telítés után) meghatározható, hogy mely pórusokba hatol be a víz és mely pórusok zártak (6. ábra). Az ábrán jól látszik, hogy az M2 keverék kevesebb pórust tartalmaz, mint az M1 jelű keverék. Az M1 jelű beton telítettségi térképén is látszik, hogy a teljes és a látszólagos porozitás közel esnek egymáshoz, hiszen majdnem minden pórus vízzel telített (sok a sötét árnyalat). Az M2 keverék esetén a pórusok nagy része nem tud vízzel telítődni, ez a beton várhatóan tartósabb lesz, mint az M1 beton.

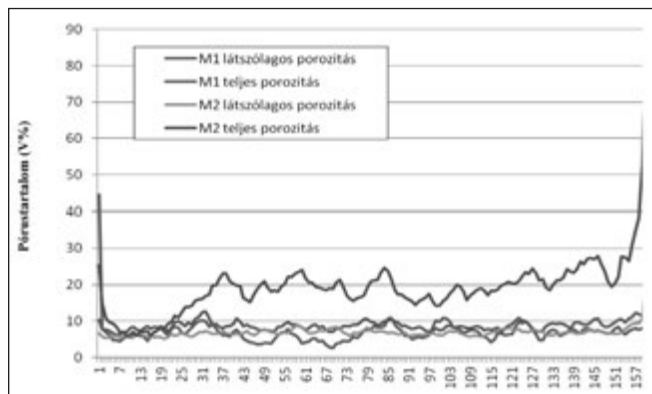
A 7. ábrán megadtuk az egyes szeleteken a különböző Hounsfield-értékhez tartozó gyakoriságokat. Az ábra segítségével megállapíthatjuk, hogy a teljes porozitás értékének megállapításakor az 1600-as HU értéket kell figyelembe venni, mivel az 1600-as és az 1700-as HU vonal között már nagy ugrás van, tehát itt a mérés már az adalékanyag, illetve a cementkö egy részét is tartalmazza. A teljes porozitást és a látszólagos porozitást (amit a telített pórusok térfogat arányából határoztunk meg) a 8. ábrán adtuk meg. A CT-vel készített porozitás számítás jól megközelíti a mért értékeket.

6. ábra: A vizsgált betonhengerek pórusainak vízzel való telítettségi térképe





7. ábra: A különböző HU értékek sűrűség eloszlása az egyes szeleteken belül



8. ábra: A teljes és a látszólagos porozitás

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Jelen cikk célja annak bemutatása volt, hogy az emberi szervezet elváltozásainak diagnosztizálására használt CT (számítógépes tomográfia) vizsgálat betonokra is kiterjeszhető. Magyarországon az első és világviszonylatban is kevesek közé tartozó CT vizsgálatokat végeztünk el beton próbatesteken.

A cikk bevezetője áttekintést nyújt a CT működési elvéről és a mérési eredmények értelmezéséről. Bemutatjuk továbbra a CT felhasználásával kapott első mérési eredményeinket beton próbatestekre vonatkozóan.

A CT méréstechnika segítségével kapott mérési eredményeink rávilágítottak a beton belső szerkezetének inhomogenitására, a kialakult repedésekre, a meglévő pórusstruktúrára és a fagyasztási ciklusok során bekövetkező belső elváltozásokra.

Eredményeink alapján ezért a jövőben a CT-t beton vizsgálatokhoz hasznos roncsolásmentes diagnosztikai eszköznek tekinthetjük.

5. HIVATKOZÁSOK

- Berényi E., Bogner P., Horváth Gy., Repa I. (1997) „Radiológia”. Springer Hungarica, Budapest.
- Bogner P., Földes T., Závoda F., Repa I. (2003) A CT és MR vizsgálatok lehetőségei a szénhidrogénkutatásban, *Magyar Radiológia* 2003. október pp. 231-237.
- Földes, T., Kiss, B., Árgyelán, G., Bogner, P., Repa, I. (2000) „Application of medical computer tomograph measurements in 3D reservoir characterization” *EAGE SAID Conference*, Paris, France Conference Volume November.
- Földes, T., Kiss, B., Árgyelán, G., Bogner, P., Repa, I., Hips, K. (2004), „Application of medical computer tomograph measurements in 3D reservoir characterization”, *Acta Geologica Hungarica*, Vol.47/1, pp. 63-73.
- Földes T. (2011), „Kőzetkarakterizáció röntgen computer tomográf (CT) mérésekkel végzett hidrodinamikai vizsgálatokkal”, *Újdonságok a geotermikában* pp. 25-42.
- Graef, B. et. al (2005) „A sensitivity study for the visualisation of bacterial weathering of concrete and stone with computerised X-ray microtomography”, *Science of Total Environment* Vol. 341, pp.:173-183.
- Kocur, G. K., Saegner, E. H., Vogel, T. (2010) „Elastic wave propagation in a segmented X-ray computed tomography model of concrete specimen”, *Construction and Building Materials*, Vol. 24 pp. 2393-2400.

INTRODUCTION OF X-RAY COMPUTER TOMOGRAPHY (CT) TO STUDY CONCRETE PROPERTIES

Éva Lublőy– Tamás Földes–György L. Balázs

Present paper intends to introduce CT (Computer Tomography) as a new non-destructive testing method to concrete research. The pore structure of cement-based materials is of primary importance for understanding and modelling the transport phenomena that influences the durability. Several methods have been developed to observe and quantify aggregate size and distribution, crack size and distribution as well as pore structure of concrete. In this study we wanted to demonstrate the potentials of Computer Tomography (CT) to study the three dimensional (3D) microstructure of concrete.

Dr. Lublőy Éva (1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2001), adjunktus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2008). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. *A fib* Magyar Tagozat tagja.

Földes Tamás (1954) okl. geológus (ELTE 1979), 2005-ig a Kőolajkutató vállalatnál, majd pedig a MOL Rt-nél dolgozott. 2006-tól a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai Intézetének munkatársa. 1999-től végez CT és MR mérési értékeléseket élettelen vizsgálati anyagokon, elsősorban kőzeteken. Fő érdeklődési területe: szénhidrogén rezervoár geológiai modellezés, nagyfelbontású képalkotó roncsolásmentes mérések (CT, microCT, MR), élettelen anyagvizsgálati módszerek kiértékelése. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Geofizikai Társulat és az EAGE tagja.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálereősítésű betonok (FRC), nem acélanyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. *A fib* TG 4.1 „Használhatósági határállapotok” munkabizottság és a Special Activity Group 2 „Dissemination of knowledge” elnöke, valamint további *fib* bizottságok tagja. *A fib* Magyar Tagozat elnöke. *A fib* Tiszteletbeli Elnöke.

A 2012. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA

2012. DECEMBER 3.

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

Köszönetemet szeretném kifejezni a **fib** Magyar Tagozatának, a Nemzetközi Betonszövetség elnökének, Balázs L. György professzornak és a Palotás László-díj Kuratórium elnökének, Zsömböly Sándornak, hogy megtiszteltek ebben az évben is a díj átadásával, és így részese lehetek ennek az ünnepségnek.

Két héttel ezelőtt kaptam egy e-mailt Balázs L. György professzortól: „a Palotás László-díj Kuratórium döntése alapján a díjat dr. Kovács Károly kollégánk kapja 2012-ben”. Azt írta még, hogy „Ezt kiváló döntésnek tekintjük, mert ő *vegyészként*, egész életében az építőmérnököket segítette munkájában. Nagyon ismert szakember Magyarországon.”

Erről azonnal az jutott az eszembe, hogy Édesapám, Palotás László *hidász* volt, de egész életében az anyagtudomány, a beton, a vasbeton – és a szerkezetépítés terén is – mind kutatóként, mind pedig oktatóként – azt hiszem – széleskörű hazai és külföldi elismertségre tett szert. Ez egyébként fordítva is évenyos – hányan voltak, akik nem hidászként hidakat terveztek – de nézzünk és hallgassunk meg inkább ezzel kapcsolatban egy rövid részletet az MTV 1981-ben sugárzott „Hídépítők” c. filmjéből, ahol a Palotás László-díj névadója is megszólalt:

„Nagyon kevesen tudják azt, hogy a magyarok mennyi érdekes gondolatot adtak az egész világnak a hídépítés területén. Csak egy igen erős példát kell mondjak. Volt egy csanádi püspök, Faustus Verantius, aki tulajdonképpen elsődlegesen nyelvi és műszaki kutatásokkal foglalkozott. Kutatásai alapján 1617-ben írt egy *Machinae Novae* című könyvet, azaz *Új szerkezetek* című könyvet. S abban 49 szerkezetet rajzolt meg. De ami engem mint hidászt érdekel elsősorban, ő rajzolta meg a világon először a lánchíd és a kábelhíd tervét, és először javasolt harangöntvényből, magyarul bronzból ívhidat építeni. Magyarországon a Dunán semmi féle állandó híd nem volt. De hajóhidak voltak, öt darab volt a Dunán: Pozsonyban, Komáromban, Esztergomban, Budapesten, Péterváradon, na és talán egy kőhíd az, amit érdemes megemlíteni, 1757 körül épült, a váci kőszenthid, egy idevaló építőmester csinálta a Károly híd mintájára. A hídfőkönn és a pillérek fölött szenteket helyezett el. Ez a híd arról nevezetes történelmileg, 1849 – ha jól emlékszem – májusban volt a Damjanich-féle váci csata, és itt győzött Damjanich ennél a hídnál. Na most mindnyájan ismerjük azt a nótát, amelyet a kilenc likú hídról szoktak a hortobágyiak elmesélni. Hát ez a kilenc likú híd 1811 vagy 1814-ben épült, nem emlékszem abszolút pontosan, de korán. Abban az időben Magyarországon volt egy ilyen autodidakta hidász, Maderspach Károly, a ruszkabányai bányatulajdonos. Ő volt az első, aki Magyarországon vonórudas ívhidat épített, mégpedig akkor sehol nem ismerték ezt a játékot, csak fahidakat építettek így. Maderspach Károly pályázott annak idején a lánchídra is egy hídtípussal, ami ugyanolyan volt mint a többi, 114 méteres



A díjátadást követően (jobbról-balra: Dr. Kovács Károly, Prof. Palotas M. Laszlo és Dr. Kovács Károlyné)

ha jól emlékszem. Pályázott azon kívül Vásárhelyi Pál is az a híres vízépítő mérnök, Széchenyinek igen jó barátja, de azután hosszú vita után mégis elhatározták, hogy Clark Vilmos egy angol, kiváló hídépítő mérnök tervét fogadják el, azt a Lánchidat, amelyet legalább alapjában itt látunk mögöttünk. A Lánchid az nekem nem csak szerelmem, mint a legszebb híd, talán a világon, hanem személyesen azért is szeretem, mert rám volt bízva az újjáépítése – és ezt én hihetetlen nagy szeretettel csináltam – mert hiába, ehhez nem csak Széchenyi fűződött, ehhez fűződött az én szeretetem a széphez és a hídhoz. Én nekem a Lánchid, az olyan, mint egy zenemű, egy szimfonia, aminek három tétele van, amely harmonikusan illeszkedik egymáshoz. Hát ez a Lánchid a számomra ...”



Dr. Kovács Károly kísérletet is bemutat előadásában közben

Ezen a helyen szeretnék ismét köszönetet mondani Tassi Géza professzornak, aki a közelmúltban rendelkezésemre bocsájtotta ezt a számomra olyan értékes videofilm anyagot.

Szeretettel köszöntöm az ez évi díjazottat, **dr. Kovács Károly**, okleveles vegyészmérnököt, címzetes egyetemi docenst, az MTA Építészeti Munkabizottság Építőanyagok és Épületkémia albizottságának titkárát, a **fib** Magyar Tagozatának tagját. Az elmúlt négy évtizedben a BME Építőmérnöki Kar nappali, levelező és szakmérnöki képzésében 13 tárgyat oktatott. Dr. Kovács Károly szakmai, és oktatói tevékenységét mintegy 50 szakcikk és könyvrészlet, továbbá közel 40 konferenciaelőadás megtartása fémjelezi.

Tisztelt dr. Kovács Károly, engedje meg, hogy a tudományos és műszaki problémák megoldásához, az egyetemi oktatáshoz a jövőben is sok sikert, de mindenképp először jó egészséget kívánjak.

Köszönöm figyelmüket!
Budapest, 2012. december 3.

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

DR. KOVÁCS KÁROLY
PALOTÁS LÁSZÓ-DÍJAT KAPOTT 2012. DECEMBER 5-ÉN
BETONNAL FOGLALKOZOM 42 ÉVE

A Palotás-díj jutalmazottjának szakmai életrajzi vázlata



Kovács Károly

1. BEVEZETÉS

1971 elején kerültem a BME Építőanyag Tanszékére mint okl. vegyészmérnök. A Tanszék oktatóinak többsége építőmérnök volt, de időnként más végzettségű oktatók is igyekeztek az anyagok ismeretét és helyes alkalmazását közvetíteni a hallgatóknak. Így alakult ki egy olyan interdiszciplináris oktató-kutató csoport, amely komplex módon volt képes az anyagtudomány művelésére.

A hetvenes években az ipari kutatás jelentős mennyiségű pénzből gazdálkodott, működtek azok a nagy állami kutatás-fejlesztési programok, amik a tanszéki kutatásoknak biztos pénzalapot jelentettek.

A tanszékek rendelkeztek azokkal a kutatásvezetőkkel, akik a kutatásokat irányítani tudták, és kapcsolatot tartottak az országos kutatásirányítással.

A hatvanas években kiváló kutatásvezető volt dr. Palotás László professzor úr, aki a tanszékvezetés mellett az MTA kutatásirányító vezetője is volt.

A hetvenes években a kutatásirányítást, majd a tanszékvezetést dr. Balázs György egy. docens, majd professzor vette át és évtizedekig kiválóan végezte.

Tanszékre kerülésemtől megértettem, hogy itt akkor tudok eredményeket elérni, ha bekapcsolodom ezekbe a kutató teamekbe.

Ehhez el kellett sajátítanom az építőanyagok alapismereteit és különös hangsúlyt kellett fektetnem a beton tulajdonságainak, készítésének minden tekintetére. Így elérhettem, hogy a későbbi időkben már különleges betonokat tervezhettem. Eközben sohasem felejtettem el, hogy csak a kipróbált beton jó, ezért mindegyik receptúrámot magam állítottam be a labor kísérletek folyamán.

Végzettségemből kifolyólag adódott, hogy az építőanyagok olyan, főleg kémiai kapcsolatait vizsgáljam, melyek alapvető tulajdonságait más anyagok társításával, újszerű módon alakítják át. Ez vezetett el a műgyantával, ill. diszperziós műanyagokkal készülő beton kapcsolatainak vizsgálataihoz, és ezáltal a modern betonjavító anyagok és általában a betonjavítás-betonvédelem – beton és vasbeton korróziós tudomány – területeihez, melyek művelését a legszívesebben végeztem.

Ezekből az ismeretekből ágazott ki sok egyéb tevékenységi terület is. Legfontosabbak ezek közül a hőszigetelő könnyűbetonok tanulmányozása, készítése (polisztirol gyöngybeton, perlitbeton, habbeton, szalmaadalékos beton stb.), ill. a nehézbetonok készítése (hematitos, acélsörétes, baritadalékos betonok), tört hulladékbetonok (beton, téglazúzalékos beton).

E cikkben természetesen nem lehet még összefoglalni sem a teljes tevékenységi területet, ezért csak néhány érdekesebb kutatási munka egy-egy mozzanatát ragadom ki, melyeknek eredményei a team munka ellenére szorosabban kapcsolódnak hozzám (1. ábra).

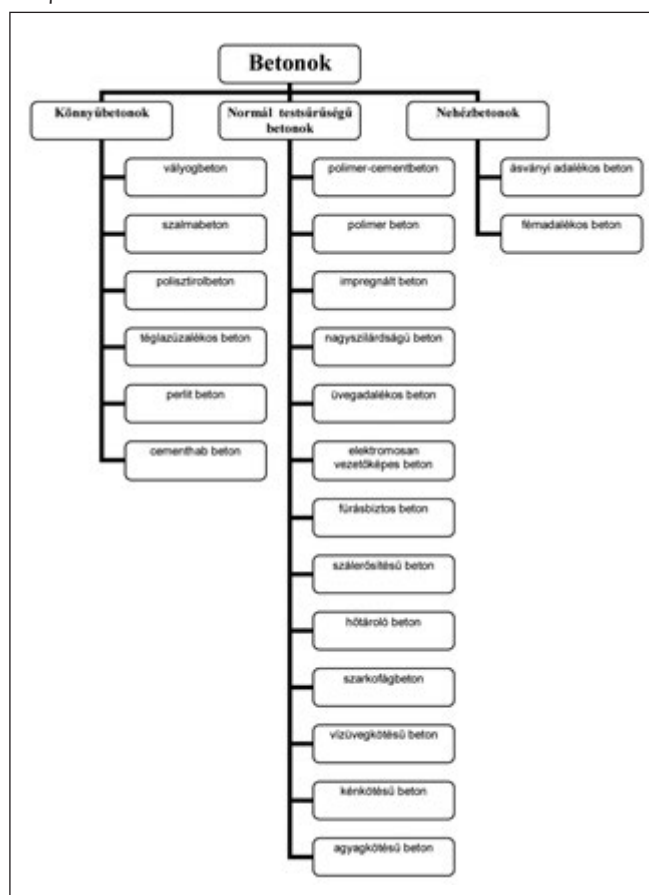
Itt említem meg, hogy négy évtizedes kutatómunkámban a legtöbb esetben témavezetőm, szellemi etalonom dr. Balázs György professzor úr volt, aki akkor is figyelte, értelmezte

munkáimat, amikor már más utakon jártunk. Hozzá kell ehhez tenni, hogy a Tanszék összes kutatójával-oktatójával jól tudtam együttműködni.

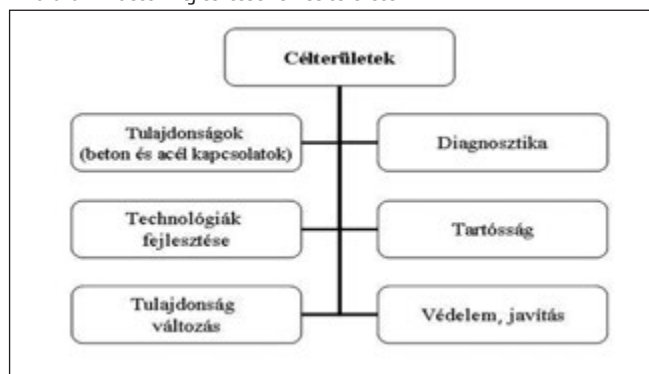
2. TEVÉKENYSÉGEIM A BETON-ANYAGOK TERÜLETÉN

Mindezek után tájékozódásul bemutatam azokat a beton anyagfajtákat, amelyekkel foglalkoztam. A betonok fejlesztésének célterületeit hat lépcsőben ismertem meg (2. ábra).

1. ábra: Betonfajták, amelyek fejlesztésében részt vettem 1971–1996 között a BME Építőanyagok Tanszéken, 1996–2011 között az ÉMI Nonprofit Kft-ben



2. ábra: A beton fejlesztésének célterületei



3. ÚJ DIAGNOSZTIKAI MÓDSZEREK

Egy anyag megismerésének legfontosabb kérdése, hogy megtaláljuk a legjellemzőbb, legtöbbet mondó diagnosztikai módszert a jellemzésére.

A betonok tulajdonságainak megismerésére legalkalmasabb módszerek éppen az elmúlt 40–50 évben alakultak ki.

A betonok vizsgálatának legfontosabb módszerei in situ jellegűek, de nem nélkülözhetik a laboratóriumi vizsgálatokat sem.

Az in situ módszerekhez kifejlesztett műszerek az elmúlt időkben nagyot fejlődtek. Az alábbi felsorolásban bemutatom a legfontosabb diagnosztikai módszereket, amiből az előzőekben mondtam alapján látható, hogy többségük in situ jellegű:

- roncsolásmentes szilárdságvizsgálatok (Schmidt-kalapács, ultrahang)
- roncsolásos szilárdságvizsgálatok
- félcella potenciál vizsgálat Cu/CuSO₄ elektródával
- acélbetét helyzetének meghatározása mágneses mezővel
- karbonátosodás mélységének mérése
- kloridion behatolás mérése
- egyéb szennyezők meghatározása szondával, kromatográfiával
- a kötőanyag állapotának meghatározása termoanalitikával, infravörös spektrogrammal
- légpórustartalom meghatározása laboratóriumban.

Az elmúlt mintegy 40 évben meglehetősen sok vasbeton műtárgyat vizsgáltam meg. A vizsgálatok egy része a szilárdsági jellemzőkre vonatkozott, emellett minden esetben mértem az anyag tartóssági, korróziós jellemzőit is. Speciális próbavevő eszközt fejlesztettem ki a beton szennyeződéseinek meghatározásához. Ennek elvét a 3. ábrán mutatom be.

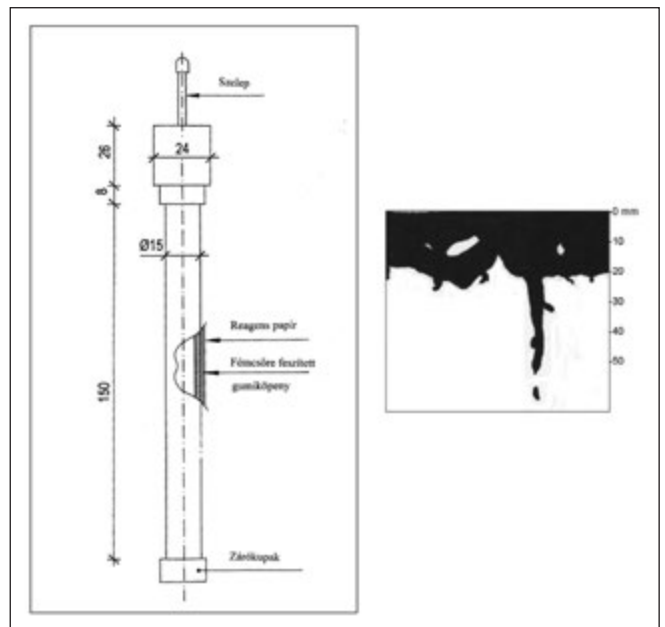
Az eszköz lényege egy hengeres test, amelyre gumiköpenyt húzunk. A betonba ütvefúróval lyukat mélyesztünk, falát megtisztítjuk. A hengeres test gumiköpenyére adszorbens papírt fektetünk, amit a megfelelő reagenssel és/vagy eluenssel itatunk át, majd a lyukba helyezünk. A mintavevő szelepén keresztül a gumiköpenyt felfűjjük, ami az adszorbenst a lyuk falára szorítja. A gumitömlőt leeresztjük, az adszorbenst a szükséges ideig a falon hagyjuk. Az adszorbensre szívódó anyagot papírkromatográfiai, vagy vékonyréteg kromatográfiai eljárással vizsgáljuk.

Ezzel a módszerrel meghatározhatók a legfontosabb alkotó és szennyező ionok, így Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ és Cl⁻ [(Csizmadia–Kovács–Balázs, 1993); (Stahl, 1962); (Bark–Graham–McCormick, 1966); Anfarberegagenzien für Dünnschicht und Papier Chromatographie (1970); Seiler–Rothweiler, (1961)].

Ez elsősorban a kloridion mennyiségére, valamint az alkáliion meghatározására vonatkozóan jelentős, az acélbetét korróziója, valamint az alkáli duzzadási korrózió tekintetében. A szonda térképszerűen ábrázolja a szennyeződések eloszlását.

A vasbetonok fagy- és sózásállóságának legfontosabb előrejelzési és vizsgálati módja a légbuborékok számlálásán és méretbesorolásán alapul. A mérés elvégzéséhez síkba kell vágni, és meg kell csiszolni a vizsgálandó betonfelületet. A szokványos módszereknél a felületet élénk színű festékkel színezzük, újra átcsiszolják úgy, hogy festék csak az üres pórusokban maradjon, majd ráeső fényű mikroszkóp alatt végig pásztázzák a felületet és egyedi, vagy gépi számlálással jegyzőkönyvezik az 50–300 µm nagyságú színezett pórusok számát és összes hosszát.

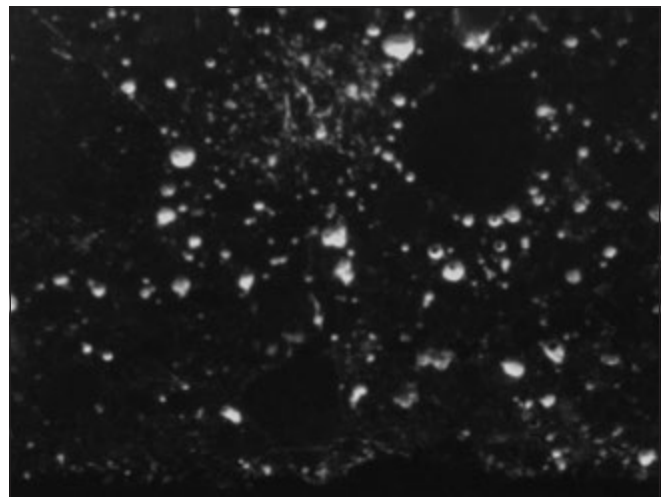
Ezt a vizsgálatot a következőképpen alakítottam át a felmerülő problémák miatt. Sok esetben a pórusokban lévő színanyag



3. ábra: Mintavevő szonda szerkezete és a reagens papíron kapható lenyomat – (kifejlesztője dr. Kovács Károly, BME Építőanyagok Tanszék, 1990)

egybeesett valamelyik hasonló méretű kőanyag színével, amelyet beleszámoltunk a pórustartalomba. Ezért a festőanyagot úgy változtattam meg, hogy UV spektrumban reflektáljon. Ezáltal biztosan csak a pórusokat számoljuk a jellemzőkhöz.

Másik változtatás az volt, hogy a felületet UV fényel megvilágítva egymást követően lefényképeztem, ezáltal vizuálisan is jellemezhető a felület póruseloszlása. További változtatásként a rögzített eloszlási képelemek összességét pontszámláló szoftver segítségével gépi úton elemeztük. Ezáltal pontos statisztikát lehetett készíteni a különböző hatékonyságú pórusokról (4. ábra).



4. ábra: A beton légbuborékai UV fényben

4. BETONRENDSZEREK FEJLESZTÉSE

A vasbeton rendszerek fejlesztésének sok esetben fontos tartozéka valamilyen célú hőszigetelő beton vagy vasbeton elem.

Alapvégzettségemből kifolyólag annak idején az olyan jellegű betonokat, amelyek valamivel több kémiai ismeretet igényeltek, mint a közönséges betonok, nekem osztották ki olyan esetekben, ha azok fejlesztésével kellett foglalkozni. Így sokféle módosított cementkötésű és egyéb anyagokkal kötött betont, habarcsot készítettem. Ezek közül néhány anyag fejlesztésében jelentős sikereket értem el.

4.1 Polisztirol gyöngyadalékos betonok

Az 1970-es években lejárt a BASF vállalati szabadalmi oltalma a polisztirol betonokra vonatkozóan.

Elkezdődött szerte Európában a röviden PS beton gyártása. Hazánkban is elkezdődtek a kísérletek. Először le kellett küzdeni az anyaggal kapcsolatos kételyeket. Az egyik ilyen fontosnak tűnő kérdés volt, hogy vajon milyen kellősítő anyag szükséges a cement-polisztirol tapadásához. A Tanszéken folytatott kísérletek bebizonyították, hogy kellősítő anyag nem szükséges akkor, ha nem akarunk 400 kg/m^3 testsűrűség alá menni. Ez az anyag eltolta az alkalmazható cementkötésű betonok testsűrűség-határát. Korábban úgy tartották, hogy 600 kg/m^3 testsűrűség alatt használható betonszerű anyagot nem lehet készíteni még akkor sem, ha azt csupán hőszigetelő-térkitöltő szerepre szánjuk.

A tanszéki kísérletek tisztázták az elérhető testsűrűség-szilárdság összefüggéseket. Megállapították, hogy 400 kg/m^3 testsűrűségig lehet kellősítés nélkül összedolgozni a keveréket, $200\text{--}400 \text{ kg/m}^3$ testsűrűség között ajánlott kellősítőt alkalmazni, $150\text{--}200 \text{ kg/m}^3$ között pedig csak ennek segítségével lehetséges stabil terméket készíteni. A kellősítők közül az akrilát típusú diszperziók tűntek ki. Megállapítottuk a betonok zsugorodási, kúszási hajlamát (Balázs–Kovács–Ludányi, 1973).

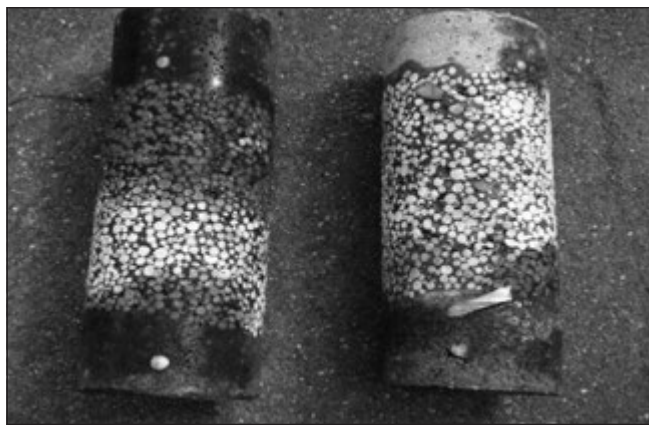
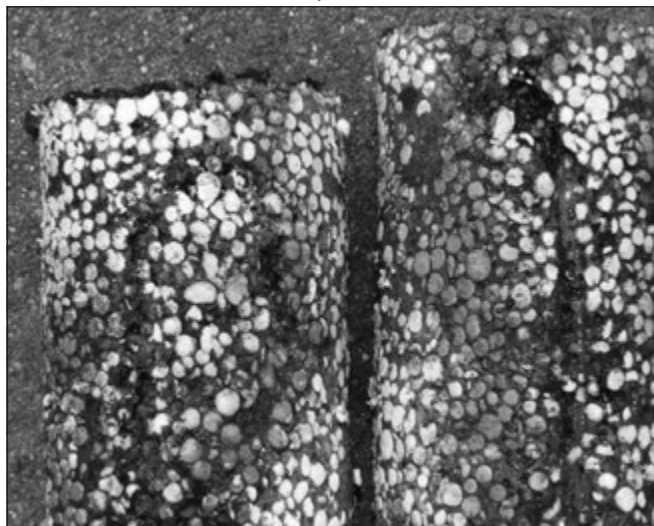
Az alapkísérletek elvégzése után a 22. ÁÉV-től megbízást kaptunk olyan vasalt elemek kifejlesztésére, amelyeket külső térben is alkalmaztak. $300\cdot60 \text{ cm}$ -es alpméretű elemeket készítettünk különböző vastagságokkal. Megvizsgáltuk hajlítót-húzószilárdságukat és hőszigetelésüket. A felületi kopás és időjárásállóság, valamint az acélbetét védelme végett készítettünk olyan elemeket is, amelyek felületét finomszemcsés ($d_{\text{max}}=6 \text{ mm}$) betonkéreggel védtük.

Vizsgáltuk a betonok felületi karbonátosodását. Megállapítható volt, hogy a PS beton karbonátosodási sebessége $3\text{--}5 \text{ mm/év}$. Idővel nem csökken a behatolási mélység a normál betonoknál megszokott módon, de a rétegvastagság növekedése nem lineáris és idővel fékeződik.

Szerencsés véletlenként felleltem az 1973-ban gyártott panelek egy csoportját, és a karbonátosodás mélységét újra megvizsgálhattam 2012-ben, azaz 39 év elteltével.

A fenoltalein-próba kimutatta, hogy egyes helyeken a karbonátosodás igen mélyen (80 mm) bekövetkezett, de voltak olyan helyek, ahol alig hatolt be a beton belsejébe. Ez feltehetően a cementhabarcs mátrix sűrűsödési eltéréseivel magyarázható.

5. ábra: 39 éve szabadban tárolt polisztirol beton



6. ábra: 39 éve szabadban tárolt, kéreggel védett polisztirolbeton

Érdekes jelenségként kellett észlelni, hogy a rozsdásodás olyan helyeken is beindult, ahol egyébként a pH érték 9 feletti (5. ábra). (Balázs–Kovács–Papp, 1975).

Ez azzal magyarázható, hogy a szövetszerkezet túlságosan levegős, ezért a lúgos pH értékű cementrészekkel nem is érintkezett a vas, és a fogyó vasanyag helyén a nedves levegő lassan végighaladhatott és rozsdásított. Abban az esetben, ha a vasalatot a normál betonkéregben helyeztük el, a rozsdásodás nem indult meg (6. ábra). Ez tehát a könnyűbetonok esetén egy lehetséges vasalásvédelem.

A harmadik védekezési mód az acélok megőrzésére, ha bevonjuk azokat valamilyen védőanyaggal. Kipróbáltuk és jónak találtuk az epoxi gyantát, ill. a kátrányepoxi gyantákat. Sajnos ezeknek a mintái nem maradtak fenn. Rögzíthetjük, hogy a könnyűbetonok, így a PS beton vasalása megoldható feladat.

4.2 Perlitbetonok

A perlit hazai bányászott termék. A hatvanas években nagy karriert futott be, majd a rendszerváltás folytán előálló „ne kínlódj, jobb a kész nyugati” szemlélet majdnem teljesen letörölte az építőipari alapanyag-palettáról. Megszűntek a fejlesztések, és csak a hátrányait emlegetik. Legnagyobb hátránya a hidrofilit tulajdonsága.

A perlit vulkanikus ásványi üveg, mely gömbszemcséiben vizet zár magába. Ha piropasztikus állapotra hevítik, a gőzök felfűjják a szemcsét, így válik duzzasztott perlitte.

Jó eredménnyel használták minden olyan helyen, ahol nem éri víz. Sok kísérleti eredmény tanúskodik arról, hogy hidrofóbbá tehető. A tanszéken is sokat kísérleteztünk a hidrofobizálással, együtt dolgoztunk a SZIKKTI, ÉTI és ÉMI munkatársaival.

Nekem az az ötletem támadt, hogy a hidrofobitást össze kell kapcsolni a kötési energiával. Ezért kísérletsorozatot kezdtem a műanyagokkal való házasítással.

Hamar belátható volt, hogy árban így nem lehet állni a versenyt a bitumen, gipsz, cement és vízüvegkötésű rendszerekkel, bár minőségileg egyik sem versenyezhetett a műanyagkötésű perlitte.

Akkor értem el megfelelően szilárd, szigetelő és viszonylag olcsó terméket, ha olyan műanyagot választottam, amely vizes rendszerben is kötött. Ilyenek voltak a karbamid-formaldehid és fenol-formaldehid rendszerek. Ezekből olyan termékeket lehetett készíteni, amelyek tartósan megfelelően szilárdak. Nagy előnyük, hogy hengerléssel végtelen lemezttermékként állíthatók elő. Ezt az eljárást szabadalmaztattuk. (Balázs és társai, 1978).

A vizsgálatra elkészített és 35 éve tárolt hőszigetelő és páraszellőző elem képe a 7. ábrán látható. (Kovács, 1982).

A perlit kötésének igazán gazdaságos módját a hulladékok

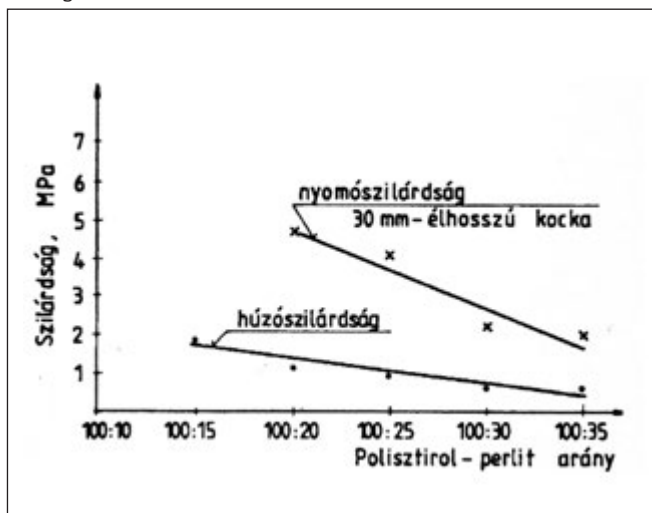


7. ábra: Karbamid-formaldehid gyantával kötött hőszigetelő és páraszellőző perlit tetőelem

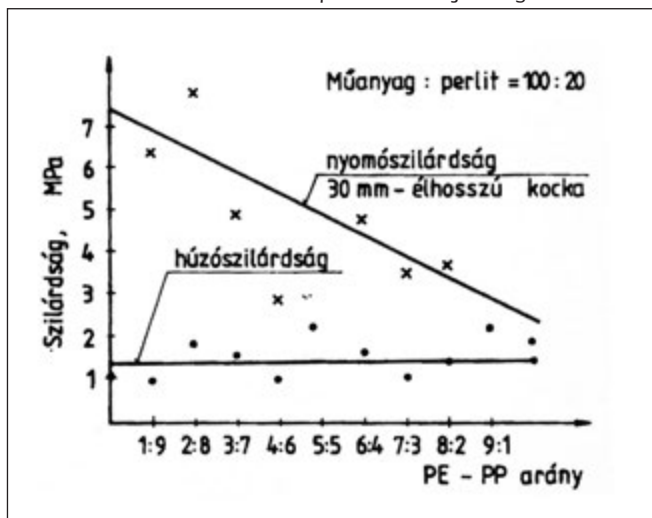
feldolgozásával lehet összekapcsolni. Akár az építőipar, a csomagolóipar, vagy a kommunális szemét is rengeteg műanyag hulladékot termel.

Rájöttem, és kísérletileg is igazoltam, hogy ezek vegyesen is feldolgozhatók, tehát nem kell szétválogatni. Fontos, hogy termoplasztikusak legyenek. Együtt ömlesztve nagyon jól keverhetőek az ugyancsak meleg perlittel (pl. a duzzasztóműnél). (Kovács, 1988.)

8. ábra: Polisztirol hulladékhabbal ömlesztve kötött perlit elem tulajdonságai



9. ábra: PE-PP ömledékkel kötött perlit elem tulajdonságai



4.3 Betonjavítások, impregnálás

A vasbetonépítés rendkívül gyors fejlődése, a szerkezetek karcsúsodása, az azokat ért egyre durvább hatások szükségessé tették a szerkezetek megbízható javítását. A javítás régen azt jelentette, hogy a sérülést el kell takarni, alig foglalkoztak a szerkezet erőjátékának átalakulásával.

A hetvenes években mondták ki a legfontosabb javítási elvet, hogy a szerkezet eredeti erőjátékát kell helyreállítani. Ez csak akkor lehetséges, ha a javított felületen erőátadó (erőzáró) kapcsolatot létesítenek.

Sok esetben arra is szükség van, hogy a meggyengült, „megritkult” szerkezet szövetét állítsák helyre.

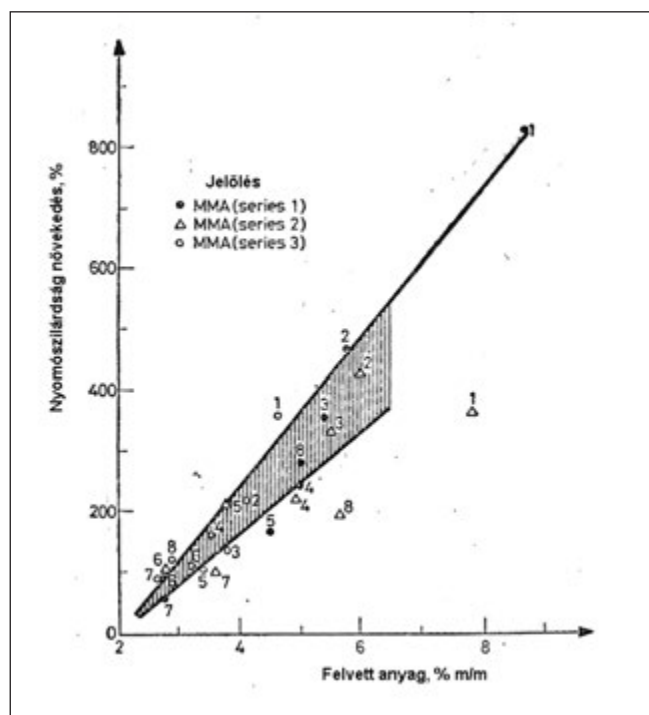
Erre az impregnáló eljárások alkalmasak.

Kezdetben hígított műgyanta oldatokkal próbálkoztak. Hamarosan rá kellett jönni, hogy az erősítő gyanta behatolása ilyenkor igen kismértékű, mert az óriásmolekulák képtelenek a kapillaris pórusokba behatolni. Ezért később a monomerek bejuttatását javasolták. Ezek olyan kis molekulák, amelyek óriás molekulákká kapcsolhatók. A tanszéki kísérletek során olyan monomerekkel kísérleteztünk, amelyek kereskedelmi forgalomban kaphatóak és viszonylag egyszerű módszerekkel kapcsolhatóak. Aktiválásukra két mód kínálkozik:

- nagy energiájú sugárzás
- gyökképzőszer + hőmérséklet.

E második módszer alkalmas az ipari megvalósításra. Ezért ilyen anyagokat választottunk.

Egy adott szituációban elért szilárdságnövekményt a 10. ábra szemléltet (Balázs-Kovács, 1982)



10. ábra: A nyomószilárdság növekedése a felvett monomer függvényében

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt 42 évben betonokkal dolgozva végig követhetem azokat a problémákat, megoldásaikat, valamint a betonipar fejlődését, ami végül modern iparrá fejlesztette, jelentősen kibővítette az anyagtani lehetőségeket, megvalósíthatóvá tette a tervezők legmerészebb álmait. Olyan új szerkezeteket lehetett megvalósítani, amelyekről már nem is biztos, hogy vasbetonként kellene beszélni. Szó szerint már sok esetben nem is az acél az erősítőanyag, mások a szerkesztési elvek (szálerősítés),

olyan szilárdsági eredmények születtek, amelyek átértékelik az eddigi tudásunkat. Mi jöhet még? A fejlődés láthatóan nem lanyhul. Fontos látni, hogy az újabbnál újabb megoldások egyre inkább a tudományok komplex alkalmazásából származnak. Az új szakember-generációk tudásának is a komplexitás felé kell fejlődni.

6. HIVATKOZÁSOK

Anfärbereagenzien für Dünnschicht und Papier Chromatographie. (1970) Darmstadt, Merck.

Bark, L. S.–Graham, R. J. T.–Mc. Cormik, D. (1966), „Chromatography of Halide Ions on Thin Layers of Cellulose”, *Analytica Chimica Acta*, Vol. 35, pp. 268–273.

Balázs Gy.–Kovács K.–Ludányi T. (1973), „Concrete with Foamed

Polystyrene Aggregate”, *Periodica Polytechnica ser. Civil Eng.* Vol. 17. pp. 135–144.

Balázs Gy.–Kovács K.–Papp A. (1975), „Polisztirol gyöngyadalékos beton”, *Tudományos Közlemény. Közl. Dok. V.*, pp. 1–112.

Balázs Gy. és társai (1978), „Előre gyártott építőelem és eljárás annak előállítására” BU-735, BME 1502, Pf. 91.

Balázs Gy.–Kovács K. (1982), „Polymer-Impregnated Concrete”, *Periodica Polytechnica ser. Civil Eng.* 26. pp. 89–98.

Csizmadia J.–Kovács K.–Balázs Gy. (1993), „Thin-layer Chromatography for Demonstrating Chloride ion and its Cations in Concrete Samples”, *Periodica Polytechnica ser. Civil Eng.* Vol. 37 No. 4 pp. 321–327.

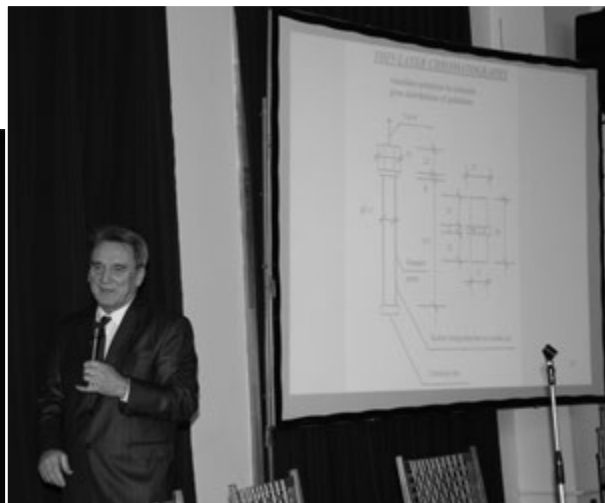
Kovács K. (1982), „Perlite Mortars with Synthetic Binder”, *Periodica Polytechnica ser. Civil Eng.* Nr.26. pp. 99–107.

Kovács K. (1988), „Hőre lágyuló műanyag hulladék hasznosítása perlitbeton kötőanyagaként”, *Építőanyag*, pp. 147–148.

Seiler, H.–Rothweiler, W. (1961), „Trennung der Alkali-Gruppe”. *Helvetica Chimica Acta*, Vol. 44, pp. 941–942.

Stahl, E. (1962), „Dünnschichtchromatographie”, Berlin, Springer-Verlag

Dr. Kovács Károly Palotás-díjas az előadását tartja



Prof. Palotas M. Laszlo (balról) kivetíti előadása közben édespaját Prof. Palotás Lászlót



HÍDHIBÁK, HÍDKÁROK, BALESETEK

„A HIDAK ÉRDEKÉBEN TANULJUNK A SAJÁT ÉS MÁSOK HIBÁIBÓL”



Dr. Tóth Ernő

A hazai közúti hídállomány (2,5 millió m²) állapota nem megnyugtató: 25%-uk két éven belül felújítást igényel. Kedvezőtlen az is, hogy a hídkorszerűsítés csekély mennyisége miatt az állomány átlagéletkora háromévenként két évvel nő. Több előregyártott tartós, vasút feletti hidunk kb. 20 éves korban történt felújításának költsége az építési költség 50 %-át is meghaladta!

Kulcsszavak: közúti hidak, fenntartás, korrózió, hibák, károk, balesetek

A hidak állapotát az állomány kora, anyaga, építéskori állapota mellett a híd üzemeltetés és fenntartás mértéke, a hidak környezeti és forgalmi terhelése határozza meg.

A járművek tengely- és össztömege folyamatosan nő, és jelentős arányú a megengedettnél szélesebb, magasabb és súlyosabb járművek közlekedése. A túlméretes járművek 1971 óta hét híd azonnali tönkremenetelét okozták, az autópályáink feletti hidak felszerkezete pedig folyamatosan rongálódik a magas járművek ütközése miatt. Közúti hídjaink több mint 80%-a vasbeton, feszített vasbeton szerkezetű, ezek állapotát a légköri és a sószórás miatti korrózió különösen károsítja.

A hidak állapotát az évenkénti vizsgálatok, jelentős hidaknál a szakértői fővizsgálatok értékelik. Ezek megismerése szükséges és hasznos mindenkinek, aki hidakkal foglalkozik.

A hídhibák, károk, balesetek rögzítése, vizsgálata, ezek publikálása meggyőződésem szerint rendkívül fontos, mert a saját és mások hibáiból lehet és kell tanulni.

A hidat kezelő: üzemeltető, fenntartó mérnöknek van talán a legtöbb lehetősége építési, üzemeltetési, javítási hibák megfigyelésére, kivizsgálására, s közvetlen haszna is van ebből. Tervezők, kivitelezők, szabályzatkészítők, kutatók, oktatók is sokat hasznosíthatnak a hídszerkezetek különböző hibáinak megismeréséből.

Nekünk, hidász mérnököknek, a „hidak orvosainak”, ismerni kell a betegségeket, a beteg híd kórelőzményét, a híd életmódját. Hol tartana az orvostudomány, ha a betegségek okát nem kereste volna, nem végzett volna boncolásokat, a gyógyszerek hatását nem kutatná.

A hiba, kár, baleset stb. értelmezése nem egyszerű és nem is egységes a szóhasználat, jó lenne mindig pontosítani, hogy miről is van szó. Nem mindegy, hogy egy hiba az építéskor, az üzemeltetés során, esetleg egy javítás után jelentkezett vagy növekedett. A hibás diagnózis, a téves terápia bizony kárt okoz. Külön nehézség, hogy károk, bajok általában egynél több hiba miatt jelentkeznek, ám fontos az alapvető hiba megkeresése.

A hibaokokat: tervezési, kivitelezési, üzemeltetési (túlterhelés, elmaradt lemosás stb.), helytelen javítás, előre nem látható, elemi kár csoportokba szokás sorolni. Az időjárást is figyelembe kell venni, mert sajnálatosan igen gyakran építésre, javításra szinte alkalmatlan (téli) időben kell a munkát – gyakran rendkívül rövid idő alatt, forgalmi akadályoztatással is küzdve – elvégezni.

Konkrét esetben lehet anyag, szerkezet megválasztás,

kialakítási és más hiba is. Az esetek döntő hányadában emberi tévedés, mulasztás, gyakorlatlanság stb. a közvetlen ok. Az idővel, pénzzel való „spórolás” is sok hiba okozója.

Újszerű megoldások első alkalmazása mindig kockázattal jár, célszerű alapos előkészítés után, nem nagy műtárgynál, gondos ellenőrzés mellett kivitelezni.

A balesetek (szerelési, beemelési, sőt a majdnem balesetek) alapos kivizsgálása – az anyagiakban, esetleg emberéletben bekövetkezett károktól függetlenül is – rendkívül fontos.

Tapasztalat szerint a jól publikált balesetekből (Tacoma, Reichsbrücke, utófeszített hidak leszakadása) okult legtöbbet a hidász szakma.

Az építési hibák, balesetek kivizsgálása általában megtörténik, a lebontásra ítélt hidak alapos vizsgálata azonban nem gyakori, pedig ezek „boncolásából”, esetleg törésig való terheléséből rengeteget lehet tanulni.

A hídhibák korrekt dokumentálása sajnos ritkaság, pedig a hidak gyakran a közlekedők szemeláttára épülnek, s ha valami baj van, a média hajlamos eltorzítva hírt adni a nehézségekről. A szakszerű és érthető tájékoztatás akkor is szükséges, ha túlméretes járművek felelőtlen vezetői okozzák hidjaink leszakadását!

A hídépitések, felújítások gondos műszaki ellenőrzése rendkívül fontos, hisz az építési költség 3-5%-a fejében, a hibák zömét (60-70%) kiszűri, így a károkat megelőzi. A hiba kijavítása minél hamarabb történik, annál kevesebbe kerül és annál hatékonyabb.

Érdemes nem csak hibákról szólni, hanem koros vasbeton hidakat is megismerni, mint Zielinski szép gyaloghídját, mely 1905 óta javítás nélkül kiváló állapotban áll (1. ábra). Tanulni kell a jó példákban is.

A Magyar Építőiparban rendszeres „Építési hibák” rovat évtizedeken át állt, a Mérnök Újságban 2009 óta van ilyen rovat, öröm lenne számomra, ha a Vasbetonépítésben is folyamatosan megjelenének írások a hibákról és megelőzésükről, általános és konkrét esettanulmányok. Mivel pályafutásom alatt mindig érdekelt az utak, hidak hibái, a leromlások okai, gyűjtöttem a példákat és az irodalmat, ezek közül most csak a hídhibák, károk, balesetek válogatott, szűk listáját adom közre, az irodalmi forrásokat pedig legközelebb.

Hídhibák, hídkárok, balesetek dátum szerinti kivonata

Dr. Tóth Ernő

A hídhibák, balesetek példatárának ez *kivonatos gyűjteménye (a korántsem „teljes” jegyzékben 290 eset szerepel)*. Igyekeztem többféle, lényeges hibát említeni, elsősorban vasbeton hidak köréből.

A *kronologikus felsorolás* célja valamennyire tájékoztatást adni arról, hogy egy-egy időszakban voltak-e jellemző hibák, pl. a közúti forgalom növekedése, a közutak szűkítésének hatására megszorodott a hidak beázása, majd súlyosbodtak a korróziós károk stb.

A *hiba okát csak vázlatosan jelöltem meg*, igyekszem majd a legfontosabb hibákról tételesen, illetve csoportonként – pl. ütközések, korrózió stb. – szólni.

A *forrást itt nem adtam meg*, természetesen tételes hivatkozást tervezek adni.

Külföldi példák csak egészen kivételesen szerepeltek, önkormányzati, fővárosi példák azonban igen, mert tanulságul szolgálhatnak.

Árvizek, tűz, háborús pusztítások

- 1546 – Székesfehérvár összes hídját elvitte az árvíz.
- 1591 – Tokajnál árvíz pusztította el a hajóhidat.
- 1663 – a Párkány és Esztergom között álló hajóhidat 8000 török alatt elsüllyedt.
- 1739 – tűzvész pusztította el a szolnoki Tisza-hidat.
- 1787 – Gyöngyösön a Nagypatak kőhídja röviddel elkészülte után összedőlt. Építője, Rábl Károly kiheverte ezt a tragédiát, több, ma is álló szép hidat épített évtizedeken át.
- 1794 – Rárósnál javítani kellett a három évvel korábban épült többnyílású boltozatot, s ezután is többször kellett javítani, 1904-ben aztán elbontották.
- 1830 – Karcagon a kilencnyílású Zádor-hidat hatalmas árvíz rongálta meg, középső öt nyílása ma is hirdeti építőjének tudását.

Vas- és vasbeton hidak építési hibái

- 1845 – a Lugoson, 1833-ban épített, Maderspach-féle öntöttvas híd egy bivalycsorda alatt leszakadt, az 1837-ben épített hasonló szerkezetű hídja azonban egy földrendést is túlélte.
- 1848 – Siófokon a rákok előtt felgyújtották a magyar honvédek a Sió-hidat, az országban több helyen ezzel sikerült átmenetileg védekezni (Szolnok, Tiszafüred, Tokaj, Ozora stb.).
- 1861 – Doboznál az árvíz rongálta meg a Körös hídjait. Tokajnál a jég elpusztította a Tisza-hidat.
- 1872 – a Lánchíd öntöttvas keresztartói közül néhány eltört, pedig technikailag remek alkotások voltak, a hidat – nemcsak ezért – 1913-ban átépítették.
- 1880 – Tordán a híres fedett, ám megrokkant fahidat közepén, majd később több helyen is alátámasztották.

- 1889 – Dombóvár Kapos hídjánál a hídfők dőléséről maradt fenn feljegyzés.
- 1890 – Pozsonynál az épülő Duna-híd egy részének állványát az árvíz elsodorta, meglepő gyorsan intézkedtek.
- 1893 – a Lánchíd lánckamráit – külföldön 1886-ban bekövetkezett hídleszakadás tapasztalatai alapján – kibővítették.
- 1894 – Esztergomnál a Duna-híd keszon alapját rendkívül nehéz volt lesüllyeszteni (robbantani is kellett). Cathry Ede részletesen beszámolt a nehézségekről, a tett intézkedésekről.
- 1902 – az Erzsébet lánchíd építésénél, a dilatációs nyílás mérése alapján észlelték, hogy a lehorgonyzó tömb csúszik, ennek oka és a tett intézkedések jól ismertek.
- 1909 – Szolnokon a hatalmas jégtörővel védett közúti Tisza-hidat elsodorta az árvíz – a híd 450 éves történetében ez és tűzkár is többször előfordult – ekkor azonban állandó vashidat építettek.
- 1919 – súlyos háborús károkat szenvedtek főleg a Tisza-hidak: Tokaj, Tiszafüred, Kisköre, Szolnok.
- 1919 – az 1915-ben átépített Lánchidat a fakocka burkolat hibái miatt a forgalom elől el kellett zárni. Zielinski Szilárd igen részletes szakvéleménye kiválóan feltárta a hiba okokat.
- 1927 – Sajólád Sajó-hídjánál a jobb parti hídfőnél 3-4 cm széles repedés keletkezett, mert a „csúszó saru” nem biztosította a mozgási lehetőséget.
- 1928 – Szeged közúti Tisza-hídján megszüntették a villamosforgalmat, mert a pillérmozgás miatt aggályosnak tartották azt.
- 1933 – Vásárosnamény Tisza-hídját – a kimosások miatt – egy 41 m-es nyílással meg kellett hosszabbítani.
- 1934 – Komáromban a Duna-hídra vezető út vasútvonal feletti hídjánál a hídfők előredőlését és (gőzvontatás miatt) súlyos korróziós károkat rögzítettek az időszakos hídvizsgálat alkalmából.
- 1935 – Baján és Algyőn is a vasúti hidat alkalmassá tették a közúti forgalom átvezetésére, a faszervezetű pályaburkolatot szinte folyamatosan javítani kellett. Máshol is voltak közös üzemű hidak.
- 1940 – Magyarcsanak robbantásra előkészített Maros-hídja valószínűleg villámcsapás következtében felrobbant.
- 1943 – Szeged közúti Tisza-hídjánál vonórudat építettek be a pillérmozgás megakadályozására, sőt a pillér kitámasztását is tervbe vették, ám a hidat a következő évben felrobbantották.
- 1944 – Ozora Gerber-csuklós Sió-hídjának hídfő mögé nyúló konzolrésze megsüllyedt, a kisméretű alapot pótlólag erősíteni kellett.



1. ábra: Zielinski balatonföldvári gyaloghídja (1905), ma is hibátlan

Háborús károk, az újjáépítések nehézségei

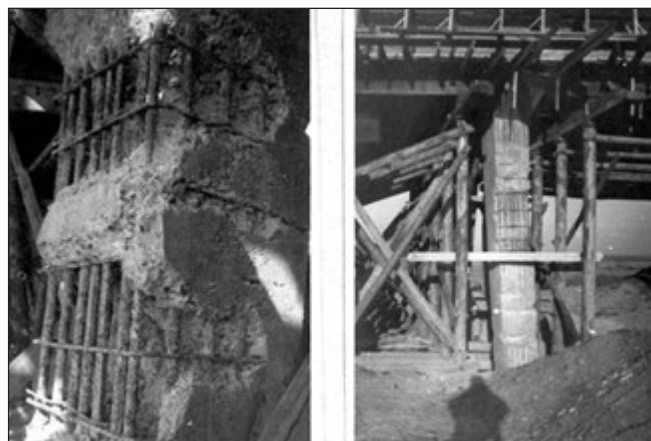
- 1945 – A II. világháborúban 1400 közúti híd pusztult el, a nagyobb hidak csaknem kivétel nélkül.
- 1946 – 1946. január 11-én az összes budapesti provizóriumot elsodorta a jégzajlás, egy nappal később az épülő Kossuth híd egyik nyílásában lévő mozgó állványt is.
- 1946 – Súlyos hegesztési hibák voltak több újjáépítésnél (anyag-, szakemberhiány, kedvezőtlen időjárás stb.). A Kossuth híd kényszerből csövekből épült, rendkívüli körülmények között. Szolnokon a Tisza-híd hasonló szerkezettel épült, ám ott, okulva a Kossuth hídi tapasztalatokból, sikerült a hibaarányt rendkívül kicsire csökkenteni.
- 1946 – A Szabadság (Ferencz József) hídnál a budai oldali rész a katonai provizórium építése közben lebillent, egy 20 tonnás elem pedig beemelés közben a Dunába esett.
- 1946 – Az 55. sz. (Baja Duna-hídjához vezető) főúton egy ideiglenes fahíd a tűz áldozata lett, s máshol is voltak hasonló balesetek.
- 1947 – Gerjennél a pontonhíd egy viharban elsüllyedt, mert a fedőlapok nem voltak lezárva.
- 1949 – A 42. sz. főút Berettyó-hídjának zsaluzata (acél ívhíd) leégett.
- 1951 – Dunaföldvár Duna-hídján (rácsos acél híd) néhány csomópontban hegesztési hibák voltak, a javításuk igen nehéz volt.
- 1951 – Szentlőrincnél a fűrt cölöpalapozással épült híd, magas vízállás után megsüllyedt, itt is és máshol is a fűrt cölöpökönél betonozási hiányosságokat találtak. (2. ábra)
- 1953 – A mai 6. sz. főút Bolond úti völgyhídjánál két 30 t tömegű előregyártott tartót emeltek be, több kedvezőtlen körülmény szerencsétlen összeesése miatt eltörték és lezuhantak.

2. ábra: Fűrt cölöpök kiásás után Lőrincnél



Tömeges hídkorszerűsítések időszaka

- 1953 – A hidak háttöltése gyakran megsüllyedt, erre Széchy Károly, továbbá az ÉTI is javasolt megoldást.
- 1956 – Korabeli kimutatás szerint 106 hegesztett provizórium volt az országos közutakon, közülük pár év múlva már egy sem állt, ezeket hegesztési hibák miatt is elbontották.
- 1956 – Az 55. sz. főúton a Fás-Duna-ártéri hídnál a pillérek alatt 2,5 m-es kimosás alakult ki, a vízszint csökkenése után látni lehetett, hogy a cölöpök szabadon álltak.
- 1957 – Marcaltőnél a Rába-híd roncsanyagból készült vonórúdján repedéseket észleltek, a javítás hamarosan megtörtént.
- 1958 – Az UKI és a BME a korai feszített tartók állapotát vizsgálta, a jelentés felhívta a figyelmet a szigetelési hibák miatti veszélyre.
- 1959 – Veszprém megyében hat hidat mosott el az árvíz, a cölöpalapozás alkalmazását segítette ez a tapasztalat is.
- 1959 – Újlőrincfalvánál egy 14 m nyílású kerethíd a tervtől eltérő mélységű és méretű alapozás miatt egy árvíz után kettétört.
- 1961 – Esztergomnál a lerombolt egyik pillért hajóútkezés miatt az alapokig vissza kellett bontani, majd újjáépíteni.
- 1963 – Szolnokon a félállandó Tisza-híd egyik szerkezete bontás közben, a leemeléskor a Tiszába esett.
- 1963 – Békéscsabán a vasútvonal feletti, 1907-ben épült vasbeton hidat korróziós károk, repedések miatt el kellett bontani.
- 1963 – Drávaszabolcson a Pösténypusztáról elhozott Ipoly-híd szerkezete beépítés közben stabilitását veszítette.
- 1967 – Szeged Tisza-hídján az alépítmény mozgása miatt a dilatációs hézag zárult.
- 1967 – Nagy reményekkel a rumi Rába-hídnál és máshol is műgyantás szigetelést, illetve burkolatot építettek. Rövid időn belül kiderült, hogy a bevonat ridegség miatt nem tartós.
- 1968 – az M7 autópálya építésénél Pákozd határában a sűrű vasalású pillérek betonozása rendkívül fészkesre sikerült, köpennyel kellett körbevenni (3. ábra).



3. ábra: Az M7 autópálya feletti híd Pákozdnál (1967), a sűrű vasalás miatt a fészkes alépítményt köpennyezni kellett

- 1969 – Simontornyán az új 61 sz. főúti Sió-híd építésekor durva alakhiba jelentkezett, a járda- konzolok levágásával és üreges kiegyenlítő lemezzel sikerült korrigálni a hibát.

1969 – A darvasi vasbeton Berettyó-híd durva alakhibával épült.

A motorizáció erőteljes növekedésének időszaka

1971 – Gyomán (március 24-én) túlméretes jármű a felső keresztkötéses rácsos híd egyik nyílását leszakította. Ez volt az első ilyen jellegű hídpusztítás, sajnos ezt több követte.

1973 – Szolnokon az 1940-ben épült Kolozsvári úti felüljáró ívhídján 1951-ben Gnädig-Thoma-féle erősítő utófeszítést alkalmaztak, ennek korróziója miatt azonban a híd ebben az évben átépítették (4. ábra).



4. ábra: Szolnok szép ívhídja 1940-ben épült, 1951-ben utófeszítéssel erősítették, 1973-ban átépült

1976 – Sárvár Rába feletti ívhídján két csőbetétes függesztő rúd elszakadt, szerencsére az azonnali intézkedések megtételével el lehetett kerülni a híd tönkremenetelét.

1976 – Bécében minden előjel nélkül, óriási szerencsére forgalommentes időben leszakadt a Reichsbrücke. Az egész hídszakmát felrázta ez a baleset, ekkor indult Budapest Duna-hídjainak átfogó felújítása.

1976 – Egy trapézlemez dilatáció „felpattanása” miatt súlyos közúti baleset történt. Sűrű ellenőrzéssel, majd az ilyen szerkezetek kicserélésével sikerült súlyos baleseteket elkerülni.

5. ábra: Herceghalom Preflex-tartós hídját magas jármű döntötte fel 1978-ban



1978 – Herceghalomnál az M1 autótút feletti, különleges szerkezetű gyaloghíd egy magas jármű feldöntötte (5. ábra), a forgalom biztosítása érdekében a híd elbontották.

1978 – Veszprém völgyhídjánál a híd teherbírását korlátozni kellett.

1978 – A 8 sz. úton Vasvárnál elbontották a vasútvonal feletti 30 éves híd

1978 – Rumnál, újjáépítés-kori hegesztési hibák miatt a Rába-hídon forgalomkorlátozást kellett bevezetni, a híd 1981-ben átépítették.

1979 – A Keleti-főcsatorna-hidak korrodálódott vonókábeleinek pótlását megoldották.

1980 – Komáromban átépültek a szélső nyílások pályalemezei, a Dehydro-szigetelés és a burkolat rövid időn belül meghibásodott, ezt 1984-ben ismét át kellett építeni.

1981 – A 6 sz. főúton Mözsnél a vasút feletti (1953-ban épült) vasbeton kerethíd korróziós károk miatt át kellett építeni.

1981 – Több hídnál a hagyományos (csupaszlemez, védőbetonos) szigetelésknél, a járművek megnövekedett tömege és a sózás okozta betonkorrózió miatt burkolathibák és beázások mutatkoztak.

1981 – Az 1. sz. főúton Hegyeshalomnál az előregyártott (EHGE) tartók beemelése közben súlyos kár keletkezett. Az eldőlő tartók eltörték (6. ábra).



6. ábra: Az 1. sz. főút Hegyeshalom mellett épült hídjánál az előregyártott tartók beemelésekor baleset történt

1983 – Szabadszálláson hazánk egyetlen alumínium hídját (a világon az ötödik. volt) korróziós károk miatt elbontották.

1984 – Az M3 autópályán, egyetlen téli sószórás után, súlyos korróziós károk jelentek, a BME igen alapos vizsgálata részletes előrejelzést adott a sózás okozta várható károkról, a védekezés, javítás lehetőségeiről.

1984 – Vácánál a 2 sz. főút vasútvonal feletti, 1965-ben épült utófeszített hídján súlyos korróziós károk jelentek

A korróziós károk fokozódása, átfogó intézkedések

- 1985 – A Szabadság hídnál, az 1980-ban elkezdett felújítás folytatása során a járdalemez áttörésénél lévő keskeny, eltömődött résnél bekövetkezett korrózió miatt a budai oldalon az egyik oszlopnál kihajlás történt. A híd azonnali lezárása után, rendkívüli gondos munkával a híd épségét sikerült helyreállítani.
- 1985 – Dunaföldvárnál ebben az évben is volt hajóütközés (2-3 évente fordult elő). Baján is gyakori a hajók okozta pillérrongálás.
- 1986 – Több burkolathiba (repedés, nyomvályúsodás, öntött aszfalton hólyagosodás) jelentkezett a fővárosi Duna-hidakon is. A BME Útépítési Tanszéke a tapasztalatok alapján új megoldásokat dolgozott ki.
- 1987 – Az M1 autópálya magas töltéses szakaszán a jelentős (több dm-es) süllyedések gondot okoztak, a süllyedés ebben az évben állt meg.
- 1987 – Tiszaugon a közúti-vasúti Tisza-híd zórésvasas hídpályáján súlyos hibák jelentkeztek, ezért a híd teherbírását korlátozni kellett.
- 1987 – Dinnyésnél a 7. számú út műtárgyának elégtelen teherbírása és korróziós károk miatt a híd átépítését határozták el, az elbontás után végzett vizsgálatok a vasbetonszerkezet állapotát kedvezőbbnek találták a feltételezettnél.
- 1987 – Füzesabonynál a vasútvonal felett 1957-ben épült híd alépítményén súlyos korróziós károk voltak, valószínűleg alkáli reakció miatt.
- 1987 – Budapesten a Hungária körút vasút feletti, Gerber-csuklós hídján a csuklóknál rudas erősítést kellett alkalmazni.
- 1988 – Az M3 autópálya műtárgyát Gödöllőnél egy magas jármű olyan súlyosan megrongálta, hogy több gerendáját ki kellett cserélni.
- 1988 – Veszprémnél a várost elkerülő út hídjának előregyártott gerendáját többször elütötték.
- 1988 – Az M1 autópálya (18-60 km szakasz) 22 hídjának pilléreinél súlyos betonfedési hiányokat állapítottak meg, a javítás késve készült el.
- 1989 – A Keleti-főcsatorna-hidak állapotát szakértő munkabizottság értékelte, többek között megállapították, hogy a műgyanta anyagú javítások nem érték el a kívánt célt.
- 1989 – Polgáron az új Tisza-hídon a műgyanta szigetelésre öntöttaszfalt helyett aszfaltbeton készült, a nagy forgalom hatására rövid időn belül burkolathibák jelentkeztek
- 1990 – Berettyóújfaluban többszöri vizsgálat, forgalomkorlátozás után a régi szegedi Tisza-hídból

- készült ívhíd átépült, a többi három hasonló hidat sikerült megmenteni.
- 1990 – Az 55. sz. főút Fás-Duna-hídját (1948-ban épült újjá) a híd elégtelen teherbírása és rossz állapota miatt átépítették, a törésig való próbaterhelés a vártnál jobb teherbírást mutatott (7. ábra).
- 1990 – A budapesti Erzsébet hid előregyártott járdalemezét korrózió miatt átépítették. Más folyami hidaknál (Árpád híd, Szabadság híd, Szolnok és Szeged Tisza-hídján) is ilyen munkákra volt később szükség.
- 1991 – Kalocsán a Vajas-ér hídjának „Ös Hoyer” felszerkezetét a tartók rossznak tartott állapota miatt elbontották, az utólagos, részletes laboratóriumi vizsgálat nem igazolta az aggályokat.
- 1992 – Putnokon a Sajó-híd pályalemeze kilyukadt, a hidat átépítették.
- 1992 – Doboznál és Békésnél a Körös-hidaknál különböző okokból sarubeállításra volt szükség.
- 1992 – Szolnok új Tisza-hídjának burkolatán röviddel az átadás után már nyomvályúk és egyéb hibák jelentkeztek, több alkalommal kellett különböző javításokat végezni.
- 1992 – Tahitófalunál bűvár közreműködésével végzett vizsgálat tárt fel nagyobb kiüregelést, a javítás több menetben történt.
- 1992 – Halászinál a Mosoni-Duna-hídon egy rönkszállító jármű a híd keresztkötését elütötte, ez a híd is leszakadt. 1971 óta ez volt a hatodik közúti hídleszakadás, mely szabálytalan járműközeledés miatt következett be.
- 1993 – Püspökladányánál a, vasút feletti Gerber-csuklós hídon súlyos korróziós károk jelentkeztek, üzemi teherre méretezett együttdolgoztató vasbeton lemezzel, a hibaforrást sikerült megszüntetni.
- 1993 – Kecskeméten a Halasi úti felüljárónál (épült:1982) az emeletes neoprén saruk el- és kifordultak, speciális nemesacél csúszo sarukat építettek be.
- 1996 – az 1991-től épített, Betonút-típusú vasalt talajtámfalak közül egy, az M1 autópálya felett álló váratlanul ledőlt. 2002-ig 16 helyen kellett erősítést (megtámasztás, kiváltás) végezni.
- 1996 – Tiszavasvárinál a Keleti-főcsatorna hídjának pályalemeze felújítás közben átlukadt.
- 1996 – Szegeden a Bertalan Tisza-hídon (épült: 1979) korróziós károk miatt jelentős átépítések váltak szükségessé.
- 1996 – Záhonyánál tűrhetetlen állapotú volt a Tisza-híd (előregyártott pályalemez hibái).
- 1997 – Tokajban a Tisza-hídnál átfogó felújítás (1977 óta ez volt a harmadik) történt, a munkák közben a pályalemez átlukadt.
- 1997 – Szolnokon a Tisza-ártéri-hídnál a pályamegcsakítások, közművek és más ok miatt igen súlyos korróziós károk voltak. Ebben az évben végre külsőkábeles erősítéssel együtt a híd felújítása megtörtént, a feszítőkábelek korróziós károsodása igen nagy volt.
- 1997 – Baján a Duna-hídon pályatábla kilyukadás történt (8. ábra). Sürgős intézkedésre volt szükség. Új híd építése több okból nem volt reális, így a konzolos közúti hídrész erősítése volt a megoldás.
- 1997 – Alsóberecki Bodrog-hídján felújítás közben váratlanul feszítőkábel károsodás derült napvilágra.
- 1998 – Szolnokon a Tisza-híd felújítása során a vasbeton gyalogjárdákat itt is ortotrop pályalemezesre építették át.

7. ábra: Az 55. sz. főút egyik törésig terhelt és robbantással gyengített hídjára még ezek után sem szakadt le





8. ábra: Baján az előregyártott pályalemez 1977-ben több helyen átszűrődött (a képen a javítás látható)



9. ábra: Körmened Rába-hídjának előregyártott gerendája súlyosan korrodálódott (2013.)

- 1998 – Nagyecsed Kraszna-hídjának (épült: 1960) alakhibája miatt a javítási munkát ebben az évben sikerült elvégezni.
- 1998 – Dunaföldvár nagy forgalmú Duna-hídján a pályalemez kilyukadt. Az egész pályaszerkezetnek forgalom fenntartása mellett történt kicserélése nehéz, fontos munka volt.
- 1999 – Csongrád pontonhídját – melynek üzemeltetése rendkívül költséges – az uszadék több ízben súlyosan megrongálta.
- 2000 – Az M7 autópálya hídjának átfogó felújítása igen sok tapasztalattal járt pl. a takaréköregek kialakítására használt „hordó elemek” felúsztak, ezért felújítás közben néhány helyen a pályalemez kilyukadt.
- 2006 – A Bodrogkeresztúr-Sárospatak közti úton egy csúcsíves boltozat (négy ilyen van hazánkban) mellvédfala dőlni kezdett, Regionális Operatív Program keretében Tubosider-csövet húztak be, nagy kár.
- 2009 – Rábakecöl Rába-hídjának szegélye, korróziós kár következtében egy szakaszon leszakadt.
- 2010 – Rendkívüli árvízjárok voltak ismét, pl. az M1 autópálya Cuhai Bakonyér-hídjának háttöltését is elmosta az áradat.

- 2011 – Héhalom (épült: 1833) forgalmat nem viselő műemlék boltozatán kerek beszakadás történt
- 2011 – Győrött a vasútvonal feletti Baross Gábor hídon – betonarabok leesése miatt – olyan súlyos veszélyhelyzet állt elő, hogy védőhálót kellett felhelyezni.
- 2013 – Súlyos korróziós károk még előregyártott szerkezeteknél is előfordulnak, pl. Körmeneden (9. ábra).

Dr. Tóth Ernő (1937) okl. mérnök, útépitési szakmérnök. 1961-69 között hídügyi előadó. 1969-79 között osztályvezető a székesfehérvári Közúti Igazgatóságon, majd 1979-88-ig Budapesten fejlesztési osztályvezető az UKIG elődjét képező, többször változó nevű szervezetben. 1988-89-ben a Közlekedési Minisztérium hídosztályának vezetője. Ezt követően az Országos Közúti Főigazgatóság, majd az UKIG hídosztályán foglalkozott az országos közutak hídjaival. Szakmai pályafutása során így tevékenysége hidakra és utakra terjedt ki beleértve azok fenntartását és korszerűsítését is. A *fib* magyar Tagozat tagaja.

MISTAKES, FAILURES, ACCIDENTS IN BRIDGES

We have to learn from our own and others' mistakes

Dr. Ernő Tóth

Monitoring of bridges and publication of the lessons and accidents are very important, because it is necessary to learn from the mistakes. This is the main purpose of this review. A list of more than 100 cases and some photos want to serve this purpose.

ERŐ ÉS ESZTÉTIKA – A HÍDFOTÓS GONDOLATAI KÉT DUNAI VASBETON HÍDRÓL



Gyukics Péter

„A Duna hídjai” című könyvünk fotózása előtt, a lista átolvasása után tudtam meg, hogy a nagy folyó hídjainak több, mint fele vasbetonból épült. Ebben az írásban kettőt mutatok be a sok egyedi, mutatós vasbeton híd közül. Az első szépségével, a második különlegességével ragadott meg. Mindkettő erőteljes és esztétikus.

Kulcsszavak: híd, vasbeton híd, feszített szerkezet, vasúti híd, szecesszió, ferde feszített rúd, autópálya híd



1. SIGMARINGEN, VASÚTI IPARVÁGÁNY HÍDJA

A Duna három szecessziós stílusú hídja közül kettő vasbetonból épült, a folyó német szakaszán. A Dunán lefelé haladva az első a beuroni „Hermann-Steg”. Gyalogos, kerékpáros átkelő, 1913-ban épült.

A fotóimon itt látható híd már 1909-ben készen állt. 33 fkm-rel lejjebb van kistestvérénél, és nagy tömegű vasúti szerelvények gördülnek át rajta.

Miért tartom esztétikusnak, szépnek? Íve egyszerre sugároz harmóniát és stabilitást! Többszörösen áttört szerkezete teherviselőképességét is megmutatja. Erő és könnyedség: ez a két fogalom jellemző erre a hídra. Ezt az összekapcsolódást a szecessziós stílus motívumaival érte el a tTervező:

- az ív alakja,
- a pillérek kapcsolódási módja az ívhez,
- a pillérek formája,
- a pillérek 'kettéválasztása'-nak módja,
- a felső struktúrált sáv ismétlődő geometrikus motívumai.

Nekem ezek a stílusjegyek még mást is jelentenek:

- A mellvéd alól kinyúló konzol-sor talpfára utal, a mellvédet „áttörő” négyzetek hármasa vasúti kocsik ablakára.
- Ez a ritmikusan ismétlődő motívum (anyag többlet és hiány) a vasút zaját, a vasúton utazás élményét eleveníti fel bennem.

Épült: 1909. Nyíláshossza: 42 m. Teljes hossza: 60 m
A tervezőről és a kivitelezőről nincs adat.



2. METTEN, AZ A3 AUTÓPÁLYA HÍDJA

Ebben a bajorországi Duna-hídban monumentalitása, bumfordi dinamizmusa ragadott meg. Vasbetonból Németországban is egyedi, szokatlan ez a konstrukció. A pilon 33 m magas, és egy-egy ferde feszített rúd nyúlik ki belőle.

Fotózás közben csak éreztem, megfogott valami ebben a majdnem durva, kemény vonalú, erőteljes szerkezetben. Később elgondolkodva jöttem rá, miért is barátkoztam meg ezzel a hiddal. Két játékos és egy „komoly” okot találtam eddig.

1. játékos ok: A felszerkezeten két, egymásra merőleges síkban elhelyezkedő V betű alakú elem áll. A pilon V-jének csúcsa lefelé, a két ferde rúd pedig felfelé mutat. A hídtengelyhez közelítve úgy éreztem, ez a két V a parti pillérrel együtt a hídból kiszakítva magát, rakétaként elstartol a Földről!

2. játékos ok: Másik, földhöz ragadt(abb) vízióm szerint a pilonnal, ringlispilként, vagy pörgettyűként kezd el körbeforogni a két ferde rúd a felszerkezeten.

3. „komoly” ok: Az oszlopszerű pilon alatt elhelyezett pillér merőleges a hídtengelyre, és a felszerkezet tartó rúdjaik síkjára. Ezzel, és alakjával dinamikus hatást kelt. A szerkezet e részének vizuális összhangját a pillértest vastagságának megválasztása és az éleknél a felfüggesztő rudak által bezárt szöglet bezárt harmonikus arányú szöglet bezárt egyenlőszárú trapéz kialakítása adja.

Épült: 1978-81.

Max. nyílása: 145 m.

Teljes hossza: 614 m.

Tervezte: Autobahnbauamt, München.

Kivitelezte: Dywidag AG, Wayss & Freitag AG.

3. HIVATKOZÁS

Gyukics Péter, dr. Träger Herbert, dr. Tóth Ernő: A Duna hídjai – a Fekete-erdőtől a Fekete-tengerig – 2010. Yuki studio, Budapest.



SÍKALAPOK TEHERBÍRÁSÁNAK EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁSA AZ EUROCODE 7 ELVEINEK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL



Dr. Móczár Balázs – Dr. Szendefy János

A korábban előtervezésre és kisebb jelentőségű épületek alapozásának megtervezésére használt „határfeszültségi alapértékes eljárás”, az Eurocode szabványsorozat életbelépésével hatályát veszítette. Célunk ehhez hasonló, „szokáson alapuló tervezési eljárásként” alkalmazható, egyszerűsített tervezési eljárás kidolgozása. Ennek keretében felülvizsgáltuk a korábbi eljárást és egy új, az EC7 szabvánnyal harmonizáló, egyszerűsített síkalap teherbírás-számítási eljárást dolgoztunk ki.

Kulcsszavak: síkalap, teherbírás, határfeszültségi alapérték, valószínűsített talajtörési ellenállás

1. BEVEZETÉS

A korábbi MSZ 15004-1989 „Síkalapok határteherbírásának és süllyedésének meghatározása” című szabvány 2.4 pontja szerint lehetőség volt a talaj határfeszültségének kiszámítására táblázatos adatokkal síkalapok (sáv- és pillérialapok) esetén. Ezekben a táblázatokban a főbb talajtípusok ún. határfeszültségi alapértékei találhatók meg. Egy adott geometriájú sáv- vagy pontalap központos, függőleges határterhe a határfeszültségi alapérték és alakí, valamint mélységi tényezők segítségével volt számítható. Ez a számítás már az 1964-es szabványban is megjelent, azonban a számítási eljárás pontos alapjai nem ismertek, csak annyit tudtunk meg, hogy azt megelőzően az FTV-ben dolgozták ki. A számítás könnyű alkalmazhatósága miatt a hazai tervezési gyakorlatban túlzottan is elterjedt volt annak ellenére, hogy a szabvány ezen pontja egyértelműen korlátozta a felhasználási kört.

Az EC7 életbelépésével ez a korábbi szabvány hatályát veszítette, ezért a határfeszültségi alapértékkel történő számítás - az MSZ 15004 2.4-es pontja szerinti formában - az MSZ EN 1997-1 elveinek figyelembevételével megkérdőjelezhető.

Mivel az MSZ EN 1997-1 szerint lehetőség nyílik a tervezés során ún. szokáson alapuló tervezési eljárást alkalmazni, ezért ezt a gyakorlatban korábban bevett számítási módszert az EC7 elveivel harmonizálva új, a korábbihoz hasonló számítási eljárást dolgoztunk át.

2. A NEMZETKÖZI SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A nemzetközi szakirodalomban kevés helyen lelhető fel információ a határfeszültségi alapértéket hasonló módon definiáló táblázatokról, amik a talajok határteherbírására (safe bearing capacity) vonatkozóan adnak irányszámokat (Smolczyk, 2002) (Das, 2006, 2008) (Craig, 2004) (Carter, Bentley, 1991) (Rees, Isenhowe, Shin-Tower Wang, 2006). A talajok feltételezett teherbírására ad irányadó értékeket a British Standard (1986, 1. táblázat), amely a különböző talajtípusok és talajállapotok alapján adja meg a számításba vehető értékeket. A szabvány szerint a megadott értékek csak előtervezésre használhatóak azzal a feltétellel, hogy a talajvíz

1. táblázat: Feltételezhető teherbírési értékek (Presumed bearing values) (BS 8004:1986)

Talaj típusa	Teherbírás (kPa)
Tömör kavics vagy kavicsos homok	>600
Közepesen tömör kavics vagy kavicsos homok	200-600
Laza kavics vagy kavicsos homok	<200
Tömör homok	>300
Közepesen tömör homok	100-300
Laza homok	<100
Kemény agyag	300-600
Merev agyag	150-300
Gyúrható agyag	75-150
Puha agyag és iszap	<75
Nagyon puha agyag és iszap	-

az alapozási sík alatt min. „B” (alaptest kisebbik mérete) mélységben található, így nincsen hatással a talajtörésre, valamint az alaptest min. 1,0 m széles ($B > 1,0$ m).

A táblázatban megadott értékeknek a sávalapokra törőképlettel számítható talaj törőfeszültségi értékekkel való összehasonlítása esetén legalább háromszoros biztonságot kapunk, ami szintén arra utal, hogy a táblázat durva becslésekhez alkalmazható, de semmiképpen nem alapja a részletes tervezésnek.

Az angol szabvány az alapozási sík mélyebb helyzete (mélységi tényező) vagy az alaptest geometriájára vonatkozó alaki tényezők használatára nem utal.

A szakirodalom kutatása során több esetben találhatunk utalást a talajok teherbírására vonatkozóan oly módon, hogy abban már a használhatósági határállapot (allowable bearing capacity) kritériumait is megpróbálják figyelembe venni. Ezekben az esetekben az angolszász süllyedési kritériumok alapján az 1 inch, vagyis 25 mm süllyedéshez tartozó megengedhető terhelő feszültséget adják meg. A különböző táblázatok összeállítói minden esetben felhívják a figyelmet, hogy a megadott értékek csak az alapozás dimenzionálásra, az előtervezési fázisban használhatók fel.

A 2. táblázat a Look (2007): Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables című könyvből származik. A táblázati értékek használatát csak előtervezéshez ajánlja, sávalapok esetén a megadott értékek 1,2-vel való osztása szükséges, homokok esetén a talajvíz hatását 0,5-ös szorzóval kell figyelembe venni. Amennyiben a homok talajok esetén 50 mm-es süllyedés, azaz a hazánkban elfogadott maximális süllyedés megengedhető, úgy a táblázati értékek kétszeres szorzóval növelhetők. Azonban ebben az esetben már inkább határfeszültségről, mint használati állapotra megengedhető feszültségről beszélhetünk.

3. AZ MSZ 15004-1989 SZABVÁNY BEMUTATÁSA, ÉRTÉKELÉSE

Korábban, az MSZ 15004-1989 „Síkalapok határteherbírásának és süllyedésének meghatározása” című szabvány 2.4 pontja szerint lehetőség volt a talaj határfeszültségének kiszámítására táblázatos adatokból is. Ezekben a táblázatokban a főbb talajtípusok ún. határfeszültségi alapértékei voltak megtalálhatóak, amelyek alapján egy adott geometriájú sáv- vagy pontalap központos, függőleges határterhe a

határfeszültségi alapértékek és alaptest geometriájától függő alaki, valamint a mélységi tényezők segítségével volt számítható. (A cikk terjedelmi korlátai miatt ennek részletes bemutatástól eltekintünk.)

A szabvány a számítási módszert, a nemzetközi szakirodalommal egyetértésben, csak előtervezésre, illetve a kisebb jelentőségű építmények alapozásának tervezéséhez ajánlotta. A szabványban leírtak szerint azonban ekkor is kizáró ok volt, ha a talajmechanikai feltárásokkal megkutatott helyszínen az épület alatti talajrétegződés nem volt megközelítően egyenletes.

A szabvány a dimenzionáláshoz valóban gyors, egyszerű megoldást szolgáltatott, azonban részletes tervezés esetén több pontban nehezen voltak meghatározhatóak a pontos értékek. A szabványban megadott táblázatokban a talajkategóriákba történő talajbesorolások (még a korábbi talajazonosítási szabványoknak megfelelően) és a hozzájuk tartozó feszültségi alapértékek is viszonylag tág határok között mozogtak, ezért a pontos határfeszültségi alapérték kiválasztása nehézkes volt.

Az alaptestek teherbírás számításához a módszer a nemzetközi szakirodalomhoz hasonlóan alaki tényezőt használ, amelynek értéke azokkal közel azonos. Azonban a nemzetközi szakirodalommal szemben az alaptestek teherbírása akár többszörösére (max. háromszorosára) volt növelhető a takarás és az alaptestszélesség megnövelésével a mélységi tényező figyelembe vétele miatt. A törési képlet összetevői alapján ez szemcsés talajok esetén valóban figyelembe vehető teherbírás növekmény, azonban kötött talajoknál a belső súrlódási szög alacsony értékei miatt a takarás növelésének gyakorlatilag nincsen szerepe, a teherbírás döntően a kohézió értékétől függ. Kötött talajok teherbírása esetében a drénezetlen nyírószilárdsággal számolva, az EC7 (2006) szerint is a leterhelésnek igen csekély szerep jut.

Nem tudtunk arra vonatkozóan információt beszerezni, hogy a határfeszültségi alapértékek definiálása során milyen mértékű biztonsággal számoltak, azonban az értékek BS 8004 (1986) angol szabvánnyal való összevetésekor akár ~1,5-szer nagyobb értékeket is találhatunk a hazai előírásban. Amennyiben a mélységi tényező hatását is figyelembe vesszük, akkor ezek az értékek egy $B=2$ m széles, $t=2$ m takarású alaptest esetén akár 1,5-2-szeres teherbírás növekménnyel voltak számításba vehetők. Ezek a különbségek a BS 8004 (1986) határfeszültségeiben található közel háromszoros biztonságot fel is emészthetik, így a korábbi hazai szabvány szerint számítható alaptestek teherbírása a töréshez közeli állapotban

2. táblázat: Teherbírás előzetes becslése (Preliminary estimate of bearing capacity) Look (2007)

Talajtípus	Állapot	Drénezetlen nyírószilárdság (kPa)		Megengedhető feszültség (kPa)
Agyag	Nagyon puha	0-12		<25
	Puha	12-25		25-50
	Gyúrható	25-50		50-100
	Merev	50-100		100-200
	Kemény	100-200		200-400
	Nagyon kemény	>200		>400
Homok	Nagyon laza	$D_r < 15\%$	$\Phi < 30^\circ$	<50
	Laza	$D_r = 15-35\%$	$\Phi = 30-35^\circ$	50-100
	Közepesen tömör	$D_r = 35-65\%$	$\Phi = 35-40^\circ$	100-300
	Tömör	$D_r = 65-85\%$	$\Phi = 40-45^\circ$	300-500
	Nagyon tömör	$D_r > 85\%$	$\Phi > 45^\circ$	>500

lehet. Ez a kritikus, töréshez közeli állapot a kötött talajoknál fordulhat elő, ahol a takarás és a szélesség növelésének csupán kis teherbírásnövelő hatása van, szemben a figyelembe vehető mélységi tényezővel. A feltételezés ellenőrzése érdekében számításokat végeztünk a határfeszültségi alapérték alapján tervezhető alaptestek teherbírására vonatkozóan az általunk későbbiekben definiált nyírószilárdsági értékekkel 0,5-2 m széles és 0,5-2 m takarással rendelkező alaptestek esetére. A talajvíz hatását azonban kettősen vettük figyelembe annak alapján, hogy a talajvíz szintje az alapozási síkig vagy a fölé ér, csökkentve ezzel a törő képletben az alapozási síkon működő hatékony geosztatikai nyomást (q). Számításaink szerint a durvaszemcsés talajok esetén a biztonság minden esetben 2 feletti volt, csupán a takarás víz alá kerülésével csökkent 1,5 körülire. Átmeneti talajok esetében az általános biztonság 1,5-1,8 körüli értékre csökkent, de a takarás víz alá kerülésével és a mélységi tényező növekedésével a biztonság már csak 1-1,5 között mozgott. Kötött talajok esetében általánosan is alacsony biztonság volt tapasztalható, de a mélységi tényező számításba vehető kedvezőtlen növekedése összességében itt 1, vagy annál kisebb biztonsági tényezőt eredményezett. Ennek megfelelően – ha a határfeszültségi alapértéket ténylegesen a táblázatok alapján vették fel – a terhelések (és egyben az alaptest méretek) növekedésével kötött talajok esetén egyre csökkent a töréssel szembeni biztonság, vagyis a módszer szabálytalan alkalmazása esetén (sok esetben a statikusok nem csak kisebb épületeknél, hanem többszintes, nagyobb terhelésű építményeknél is alkalmazták) kritikus állapot is előállhatott.

Ezek alapján egyértelmű volt, hogy mindenképpen a határfeszültségi alapértékek és a tényezők felülvizsgálatára és módosítására van szükség.

4. TERVEZÉSI ELJÁRÁSOK AZ EC7 SZERINT

Az EC7 (2006) és azt feldolgozó irodalmak (többek között Szepesházi (2008); Czap-Mahler-Mecsi-Móczár-Nagy-Takács (2010); Bond, Harris (2008)) egyértelműen megfogalmazzák és rendszerbe rakják a lehetséges tervezési eljárásokat, módszereket sálapok esetén. Az EN 1997-1 6.4. fejezete szerint a következő **tervezési eljárások** valamelyike alkalmazható.

4.1 Közvetlen tervezési eljárás

Ez a legpontosabb és egyben legrészletesebb számítási eljárás, melyben más-más számítási modellt alkalmazva vizsgáljuk az egyes határállapotokat: a teherbírási határállapotok ellenőrzésekor a számítással a lehető legpontosabban modellezve az elképzelt törési mechanizmust, a használhatósági határállapotokat pedig süllyedésszámítással ellenőrizve.

Közvetlen tervezési eljárásnak tekinthető az eddigi magyarországi gyakorlat által alkalmazott azon méretezés, melynek keretében a teherbírást a (szokásos elnevezés szerint) az ún. „törőfeszültségi képlettel” (MSZ 15004-89/2.3.1), míg a használhatósági határállapotot a rugalmasságtanra alapozott süllyedésszámítással vizsgáljuk. Az EN 1997-1 szerint a 3. geotechnikai kategóriában csak ez az eljárás alkalmazható, de ez ajánlott a 2. kategóriában is. Az EN 1997 D melléklete tartalmaz egy, az MSZ 15004-ben közöltekhez hasonló számítási eljárást a talajtörési ellenállás meghatározására, s ennek használatát nemzeti mellékletünk is ajánlja. Közvetlen eljárásnak tekinthető az is, ha numerikus módszeren alapuló FEM-programmal a törési állapotig terjedő terhelés-süllyedés

kapcsolatot állítunk elő a vizsgálandó esetre, s annak alapján külön értékeljük a kétféle (teherbírási, illetve használhatósági) határállapotot.

4.2 Közvetett tervezési eljárás

Összehasonlítható tapasztalatok, valamint terepen vagy laboratóriumban végzett mérések, ill. észlelések eredményeit alkalmazzuk, amelyeket a használhatósági határállapot terheihez viszonyítva úgy választunk meg, hogy ezáltal az adott esetben értelmezhető összes határállapot követelményei teljesüljenek.

Közvetett tervezési eljárásról egyrészt olyan számítások jönnek szóba, melyek valamilyen szondázási eredményen és a tapasztalaton alapulnak. Ezen tervezési eljárást alkalmazva vagy a süllyedések szigorú korlátozását írjuk elő, vagy a talajtöréssel szembeni viszonylag nagy „globális biztonságot” követelünk meg.

4.3 Szokáson alapuló tervezési eljárás

Ebben az esetben ún. *valószínűsített talajtörési ellenállással* számolunk.

A szokáson alapuló tervezési eljárások körébe sorolja az EN 1997-1 a valószínűsített talajtörési ellenállás figyelembevételén alapuló méretezést, s erre példaként a közeteken való alapozáshoz közöl a G mellékletben egy eljárást, melyből a közet típusa, tagoltsága és egyirányú nyomószilárdsága alapján lehet egy megengedett talpfeszültségeket felvenni.

És ide tartozik a magyarországi gyakorlatban eddig (2011. január 1-ig) alkalmazott (a szokásos elnevezés szerint) „határfeszültségi alapértéken” alapuló méretezés is. Ide illeszthető be majd az általunk javasolt új tervezési eljárás is.

5. A JAVASOLT ÚJ ELJÁRÁS BEMUTATÁSA

Az új eljárás kidolgozásakor az volt a célunk, hogy a nemzetközi és a hazai gyakorlatban is elfogadottak szerint a talaj teherbírási értéke könnyen és egyszerűen megbecsülhető legyen, segítve ezzel a tervezőket az épületek alapozásának előtervezésében és kedvező talajviszonyokkal rendelkező területekre tervezett kis méretű, illetve kis terhelésű épületek (1. Geotechnikai kategória) alapozásának tervezésében.

5.1 Kiindulási adatok

Az általunk javasolt új eljárás kiindulási adatait a kívánt cél eléréséhez igazítva próbáltuk meg kialakítani. Kis jelentőségű épületek tervezése esetén a talajvizsgálati jelentés elkészítéséhez általában kisátmérőjű fúrások, esetleg dinamikus szondázások is készülnek.

A kis átmérőjű fúrásokból döntően csak zavart, vagy víztartalmi talajminta vételezése lehetséges, zavartalan mintavételre csak korlátozottan nyílik lehetőség. A víztartalmi mintákból talajazonosító (szemeloszlás, plasztikus index, szerves anyag tartalom) vizsgálatok végezhetőek el, ritkán közvetlen nyíró vizsgálat is készül, de inkább tapasztalati, táblázatos adatokkal találkozhatunk.

Dinamikus szonda használata esetén a kiértékelést általában az FTV által kiadott tervezési segédlet alapján szokták elvégezni, ahol laza, közepesen tömör és tömör kategóriákba sorolhatók a szemcsés talajok. A fúrómenterek ugyanezekkel a kategória megnevezésekkel jellemzik a feltárt

3.táblázat: A számításokhoz felvett talajfizikai jellemzők

Talajtípusok		Állapot	γ_n [kN/m ³]	γ_t' [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]
SZEMCSÉS TALAJOK	Homokos kavics (K>50%)	L	18	9	35	0
		KT	19	10	37	0
		T	20	11	38	0
	Kavicsos homok (K>20%,I+A<15%)	L	18	9	32	0
		KT	19	10	34	0
		T	20	11	36	0
	Homok (K<20% és I+A<15%)	L	17	8	29	0
		KT	18	9	31	0
		T	19	10	33	0
ÁTMENETI TALAJOK	Iszapos homok (K<20%,I+A<40%,H>45%)	L	18	9	24	5
		KT	19	10	26	10
		T	20	11	28	15
	Homokos iszap (60%>H>20%, A<20%)	L	18	9	20	15
		KT	19	10	22	20
		T	20	11	24	25
	Iszap (Ip 10-15%)	Gy	18	9	16	20
		M	19	10	19	25
		K	20	11	22	30
KÖTÖTT TALAJOK	Savány agyag (Ip 15-20%)	Gy	18	9	14	25
		M	19	10	17	35
		K	20	11	19	45
	Közepes agyag (Ip 20-30%)	Gy	18	9	11	30
		M	19	10	15	40
		K	20	11	19	50
	Kövér agyag (Ip >30%)	Gy	18	9	7	30
		M	19	10	12	50
		K	20	11	15	70

talajrétegződés állapotát a fúrások során. A kötött talajok állapotának dinamikus szonda alapján történő értékelése – úgy gondoljuk – összetettebb feladat, mint az FTV segédletben megtalálható konzisztencia állapotokra utaló csoportosítás, ott mindenképpen célravezetőbb a laboratóriumi vizsgálatokra támaszkodni.

Így az egyszerűbb eseteket feldolgozó talajvizsgálati jelentésekben a tervező kollégák a talajazonosításon keresztül a talajok pontos megnevezésével, tömörségi vagy konzisztencia állapotával és általában táblázatos nyírószilárdsági és összenyomódási modulus értékekkel találkozhatnak. Ebből kiindulva a javasolt új eljárás során a talajok csoportosítását ezen tulajdonságok alapján végeztük el.

A talajokat a szakmában bevett elnevezések alapján három fő csoportba osztottuk: szemcsés, átmeneti, kötött. A csoportokban további három-három talajt definiáltunk. A talajok definiálása során az érvényben lévő talajosztályozást vettük figyelembe, segítve ezzel a pontosabb beazonosíthatóságot a talajvizsgálati jelentésben megadottakkal. A talajok állapotát laza (L), közepesen tömör (KT) és tömör (T), valamint kötött talajok esetén gyúrható (Gy), merev (M) és kemény (K) kategóriákba csoportosítottuk.

A fenti csoportosítás alapján kapott, összesen 27 különböző típusú és állapotú talajhoz szakirodalmi adatok és szakmai tapasztalatunk alapján térfogatsúlyokat és nyírószilárdsági

paramétereket rendeltünk, amelyeket a 3. táblázat mutat be. Mint a táblázat adataiból is kiderül, a könnyebb kezelhetőség és követhetőség kedvéért egyszerűsítésekre törekedtünk az értékek felvételénél (különösen a térfogatsúlyok esetében), tekintettel a tervezési módszer jellegére. Ezek a felvett értékek az egyes, általunk meghatározott besorolási kategóriák tapasztalati átlagértékeiként értelmezhetőek.

5.2 A talajellenállási értékek meghatározása

Továbbra is szem előtt tartva a javasolt eljárás célját, miszerint az előtervezésre és a kis jelentőségű épületek tervezésére szolgálna, határoztuk meg a várható alaptest méreteket és terhelési típusokat. Véleményünk szerint ezeknél a kisebb épületeknél és viszonylag kedvező talajviszonyok esetén a várható alaptest szélesség (B) nem haladja meg a 2,0 m-t, az alapozási sík melletti kisebbik takarás (t) sem lesz nagyobb 2,0m-nél és általában függőleges erővel, központosan terhelt alaptestekről beszélünk. Ferde erővel terhelt alaptestek esetén a külpontosság mellett a csúszólapp módosulása is csökkenti az alaptest teherbírását, amit a töröképlet használata során a teherferdeségi tényezővel veszünk figyelembe. Ennek hatása egy egyszerűsített eljárás során nem vehető figyelembe, ezért ilyen esetekben az általunk kidolgozott módszer nem használható.

Számításainkat a 3. táblázatban megadott geotechnikai paraméterekkel (mint alapozási sík alatti talaj) végeztük el mind a 27 talaj esetére, sávalapokra és négyzetes pontalapokra vonatkozóan. Meghatároztuk az MSZ EN 1997-1:2006 D mellékletben található összefüggéssel a talajtörési ellenállás karakterisztikus értékét (R_k), majd azt az alaptest szélességével elosztva a korábban ismert – az új szabvány szerint már nem használt – törőfeszültséget (σ_t) számítottuk. A talajvíz teherbírás-csökkentő hatása miatt, a törőfeszültséget három esetre is megvizsgáltuk (1. ábra) minden talajra vonatkozóan, külön kezelve azt, amikor nincsen rá hatással, vagyis a talajvíz szintje az alaptest szélességénél mélyebben van (a. ábra); azt amikor a logaritmikus törési spirál által közbezárt terület döntően víz alatt van (b. ábra) és azt is, amikor a talajvíz magas helyzete miatt az alaptest melletti takarásra is hat a felhajtó erő, az alap teljesen víz alatt van (c. ábra). Megjegyezzük, hogy ezeket a „határokat” a biztonság javára történő közelítéssel, egyszerűsítésekkel vettük fel, figyelembe véve a törési elméleteknél a csúszólap alakját és kifutását. A csúszólap kifutása jelentősen függ az altalaj belső súrlódási szögétől. Természetesen, ha a talajvíz szintje a 3. ábrán megadott határok közelébe esik, akkor a megadott értékek között átmenetet lehet képezni.

A „határfeszültségi alapértékes eljárás” hasonlóan, kiindulási helyzetként a $B=1,0$ m széles és $t=1,0$ m takarású sávalapok esetére határoztuk meg a talajok töréssel szembeni ellenállásának karakterisztikus értékeit.

A töréssel szembeni biztonságot a szakirodalmi adatok, az eddigi hazai gyakorlat és tapasztalat, valamint az EC miatt a teheroldalon megjelenő kis mértékű biztonságnövekmény figyelembe vételével $n=2,25$ értékben határoztuk meg.

Ezen elvek alapján számítottuk az ún. valószínűsített talajtörési ellenállás (feszültség) tervezési értékeit ($R_k/2,25$), melyeket a könnyebb kezelhetőség kedvéért 25-re kerekítve adunk meg a 4. táblázatban. A valószínűsített talajtörési ellenállás (feszültség) tervezési értéket a nemzetközi szakirodalom „presumed bearing” megnevezése alapján σ_{pb} -vel jelöltük.

Itt hívjuk fel arra a figyelmet (ami a táblázat adataiból jól látható), hogy a talajvíz helyzetének gyakorlatilag nincsen szerepe a kötött talajok esetén, azonban a talajszemcsék „durvulásával” egyre nagyobb szerepet játszik. Továbbá, hogy kötött talajok esetében a talajtörési ellenállás három tagból

álló képletben gyakorlatilag csak az ún. kohéziós tagnak van értékváltoztató szerepe, így az alaptest szélességének, valamint a takarás változásának gyakorlatilag nincsen hatása a törőfeszültségre (a talajtörési ellenállás karakterisztikus értékére), így közel állandónak tekinthető.

5.3 Az alaki és mélységi tényezők meghatározása

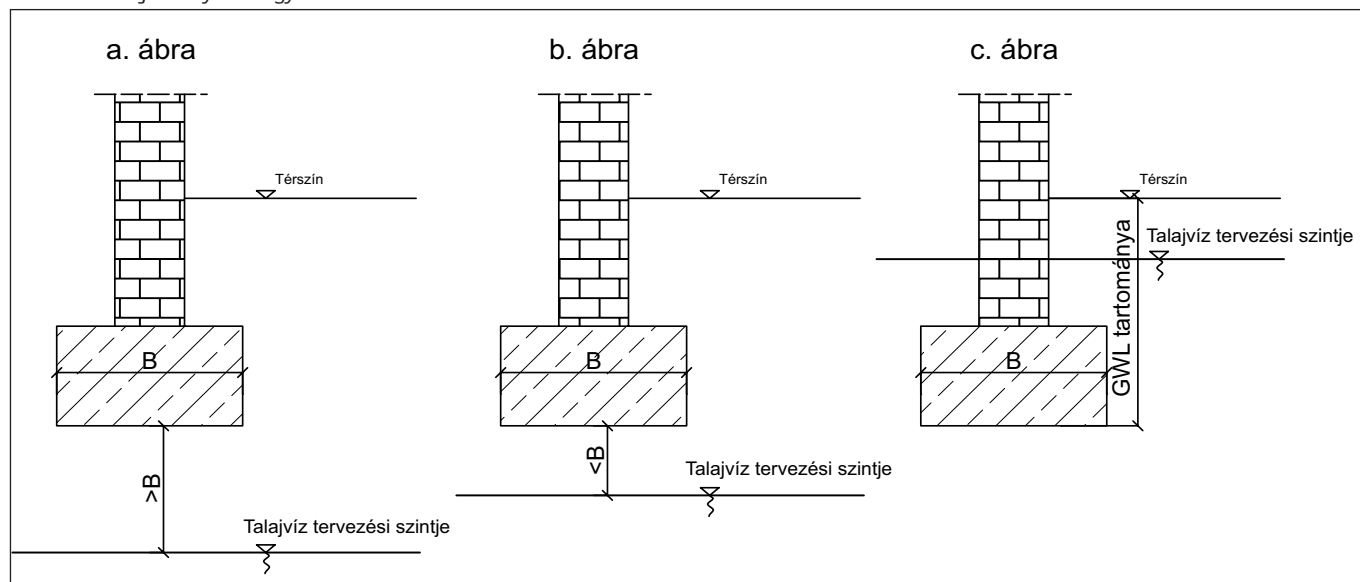
Az alaptestek teherbírását annak szélessége és az alapsík mélysége, valamint az alaptest típusa (sáv- vagy pontalap) befolyásolja. Ennek érdekében az alaptest teherbírását befolyásoló alaki és mélységi tényezőket határoztunk meg – azonban a korábban érvényben lévő szabványban megadottakkal ellentétben – a törési képlet logikájához jobban illeszkedően az egyes talajcsoportok esetén különbözőeket. A tényezők meghatározásához különböző alaptest szélességek ($B=0,5\sim 2,0$ m) és mélységi értékek ($t=0,5\sim 2,0$ m) kombinációjával végeztünk számításokat, sáv- és négyzetes pontalapokra vonatkozóan.

Az alaki- és mélységi tényezők meghatározása során a legfőbb szempont az volt, hogy azok alkalmazásával ne kapjunk $\pm 10\%$ -nál nagyobb eltérést a törőképlettel számítható, azonos szélességű és takarású alaptest teherbírásához képest. Az így számított tényezőket az 5. táblázatban adjuk meg a takarás és az alaptest szélesség, valamint a különböző talajcsoportok függvényében.

Mint a táblázat adataiból látható, a korábbi szabványhoz képest négyzetes pontalapok esetén az alaki tényezők kissé változtak átmeneti- és kötött talajok esetén (1,25 helyett 1,3 lett), azonban szemcsés talajok esetén az alaptest szélesség és a mélység függvényében már jelentős lehet a változás. A mélységi tényező szemcsés talajok esetén a korábbival megegyező (ez adja a legkisebb eltérést a „törőképlettel” számított értékekhez képest), míg a bevezetett új kategória, vagyis az átmeneti talajok esetén az alaptest szélességnek már kisebb a módosító hatása, a kötött talajok esetében pedig már gyakorlatilag nincsen, így az nem is szerepel a mélységi tényezőben. A mélységi tényezők így jól visszaadják azt a tendenciát, hogy minél kötöttebb a talaj, annál kisebb szerepe van az alaptest szélességnek és a mélységnek.

Ha a mélységi tényező képleteibe $B=1$ m és $t=1$ m értéket helyettesítünk, akkor minden esetben $f_t=1,0$ értéket kapunk, vagyis visszkapjuk a kiindulási értéket.

1. ábra: A talajvíz helyzetét figyelembe vevő esetek



4.táblázat: Javasolt valószínűsített talajtörési ellenállás értékek

Talajtípusok		Állapot	σ_{pb} [kPa] talajvíz szintje és a.s. távolsága >B	σ_{pb} [kPa] talajvíz szintje és a.s. távolsága <B	σ_{pb} [kPa] talajvíz szintje a.s. felett
SZEMCSÉS TALAJOK	Homokos kavics (K>50%)	L	450	350	250
		KT	575	450	300
		T	725	575	400
	Kavicsos homok (K>20%,I+A<15%)	L	300	250	150
		KT	400	325	225
		T	550	425	300
	Homok (K<20% és I+A<15%)	L	200	175	100
		KT	250	200	150
		T	350	275	200
ÁTMENETI TALAJOK	Iszapos homok (K<20%,I+A<40%,H>45%)	L	150	125	100
		KT	250	225	175
		T	350	325	275
	Homokos iszap (60%>H>20%, A<20%)	L	175	150	125
		KT	250	225	200
		T	325	300	275
	Iszap (Ip 10-15%)	Gy	150	150	125
		M	225	200	175
		K	325	300	275
KÖTÖTT TALAJOK	Sovány anyag (Ip 15-20%)	Gy	150	150	125
		M	250	225	200
		K	350	325	300
	Közepes agyag (Ip 20-30%)	Gy	150	150	125
		M	250	225	200
		K	375	375	350
	Kövér agyag (Ip >30%)	Gy	125	100	100
		M	250	225	225
		K	375	375	350

5.táblázat: Alaki és mélységi tényezők sávalapok és négyzetes pontalapok esetére

Talajcsoport	Alaki tényezők (f_b)		Mélységi tényezők (f_t)
	sávalap	négyzetes pontalap	
Szemcsés	1	$1,3-0,2*B+0,1*t$	$(B+t)/2$
Átmeneti	1	1,3	$(B/2+t+2,5)/4$
Kötött	1	1,3	$(t+4)/5$

5.4 A számítás menete

Az általunk javasolt értékek és tényezők figyelembevételével az alaptestek teherbírása becsülhetővé válik. A feltételezett talajfeltárási módok, a limitált laboratóriumi vizsgálatok és a tapasztalati nyírószilárdsági paraméterek felvétele, majd a számítás mód kidolgozása során alkalmazott kerekítések mind-mind bizonytalanságokat tartalmaznak, ezért az általunk javasolt számítási mód az EC7 alapján számítható talajtörési ellenállás karakterisztikus értékénél nagyobb kockázatot

hordoz. A nagyobb kockázat kezelése érdekében az EC7-ben megadott talajtörési ellenállás parciális tényező (γ_R) 1,4 értéke helyett alkalmaztuk a már korábban leírtaknak megfelelően a 2,25 értéket és határoztuk meg a valószínűsített talajtörési ellenállás tervezési értékét.

Az általunk megadott értékekkel és tényezőkkel az alaptestek teherbírása az alábbi módon becsülhető meg és hasonlítható össze az alaptestre ható, központos, függőleges teher tervezési értékével:

$$V_d \leq \sigma_{pb} \times f_B \times f_t \times A$$

ahol

V_d [kN] a központos, függőleges teher tervezési értéke,
 σ_{pb} [kPa] valószínűsített talajtörési ellenállás (feszültség) tervezési értéke,
 f_B alaki tényező,
 f_t mélységi tényező,
 A [m²] alaptest területe (sávalap esetén $B1 \times m$, négyzetes pontalap esetén B^2).

6. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A hatályát veszített MSZ 15004 szabvány ún. határfeszültségi alapértéken történő számításának EC7 szerint harmonizált alternatíváját mutattuk be a korábbi fejezetekben.

Az új eljárás kidolgozása során megpróbáltuk felkutatni a korábbi módszer hazai eredetét és a nemzetközi szakirodalmi vonatkozásokat. Mivel a korábbi módszer részleteit („szigma alapértékek” meghatározása, módosító tényezők elvi megfontolása stb.) nem sikerült tisztázni, ezért elsőként összehasonlítottuk a határfeszültségi alapértékből és az MSZ 15004-1989-ben, valamint az MSZ EN 1997-1 „D” mellékletében található ún. „töröképletből” számítható sáv- és pontalap teherbírását. A töröképlet alkalmazása során a leggyakrabban előforduló talajtípusokhoz tapasztalati adatok alapján talajfizikai paramétereket rendeltünk. A számításokat kiterjesztettük különböző geometriájú alaptestekre, valamint figyelembe vettük a talajvíz lehetséges helyzetét is. Arra a következtetésre jutottunk, hogy mind az alapértékek, mind a módosító tényezők változtatása szükséges. Mindemellett hangsúlyt fektettünk arra is, hogy az új eljárás részletei (talajcsoportosítások, talajmegnevezések stb.) is összhangban legyenek a jelenleg érvényes szabványokkal.

A számításokhoz kilenc talajtípust definiáltunk, amelyeket három csoportba soroltunk a talajok szemcseösszetétele és plasztikussága alapján. A csoportokon belül további 3-3 talajállapotot különböztettünk meg, a tömörség és a konzisztencia alapján. Definiáltuk a számításokhoz szükséges talajfizikai paramétereket az egyes állapotú talajtípusokhoz (tapasztalati adatok alapján). A talajvíz hatását a korábbinál részletesebben vettük figyelembe, megkülönböztetve három talajvíz helyzetet: a talajvíznek nincs hatása, a talajvíz az alapozási síkhoz közeli, valamint az alaptest is vízben áll. Számításokat végezve különböző szélességű és mélységű sáv- és pontalapokra az MSZ EN 1997-1 D mellékletének D4-es pontjában található módszerrel, az egyes állapotú talajtípusokhoz az EC7 elveinek (elnevezéseinek) megfelelően ún. valószínűsített talajtörési ellenállásokat rendeltünk, amely tulajdonképpen a korábbi határfeszültségi alapértékkel szinoním. A geometriai viszonyok (alaptest szélesség és takarás) hatásainak jobb közelítése érdekében az egyes csoportokhoz új módosító tényezőket határoztunk meg.

Az ismertetés alatt többször hangsúlyoztuk, hogy a valószínűsített talajtörési ellenállással történő alaplárméretezés (mint tervezési eljárás) csak korlátok között alkalmazható. Mindenképpen el kellene kerülni, hogy a korábbi határfeszültségi alapértéken történő számításhoz hasonlóan a módszer túlzottan széleskörű alkalmazást nyerjen. Javaslatunk alapján teljes körűen (vagyis kiviteli tervezési szinten is) csak az 1. geotechnikai kategória esetén szabadna alkalmazni. Felmerülhet, hogy előtervezésnél a 2. geotechnikai kategóriában is alkalmazható legyen bizonyos korlátok között, de csak akkor, ha kedvezőek az általaj adottságok, a rétegződés egyenletes és jól ismert, valamint a 2. kategóriába történő sorolás nem a geotechnikai adottságok, hanem az építmény miatt szükséges.

Fontos kiemelni, hogy ez a számítási módszer nem helyettesíti a használati határállapotra történő méretezést, vagyis a süllyedésszámítást. Mindenképpen szükséges a szélességi- és magassági méretezést követően a süllyedések és süllyedéskülönbségek számítása, valamint annak ellenőrzése, hogy ezek megengedhetőek-e az építmény szempontjából.

Kialakult gyakorlat, hogy a tartószerkezeti tervezők az eltérő

terhelésű falak és pillérek alatt közel azonos talpfeszültség kialakítására törekcszenek azzal a céllal, hogy közel azonos süllyedés keletkezzen. Azonban fel kell hívni az alapozás méretezők figyelmét arra, hogy ugyanolyan talajviszonyok és azonos talpfeszültség, de eltérő oldalhosszúságú és arányú alaptestek esetében a süllyedési értékek akár többszörösre is adódhatnak.

Lényeges tehát a javasolt tervezési eljárás alapjai megfelelőségének igazolása mellett az alkalmazási kör jó körülhatárolása, egyértelműsítése. Az EC7 által bevezetett geotechnikai kategóriák jó alapot szolgáltatnak erre, ugyanakkor köztudott, hogy a geotechnikai kategóriába sorolás is sok esetben nehézkes és a geotechnikai, valamint a tartószerkezeti tervező szoros együttműködését kívánja meg.

Hangsúlyozzuk, hogy a valószínűsített talajtörési ellenállás (σ_{pb}) nem talajfizikai jellemző, ezért ezt nem a talajvizsgálati jelentésben kell megadni, hanem a tervezés során az építmény szerkezete, terhelési adatai, süllyedésérzékenysége stb. ismeretében kell meghatározni.

Célunk az volt, hogy az általunk kidolgozott eljárás és annak részletei egy széles körű szakmai vitát indukáljanak és hosszabb távon ez az eljárás a nemzeti mellékletbe kerülhessen.

7. HIVATKOZÁSOK

- MSZ 15004-89: „Síkalapok határteherbírásának és süllyedésének meghatározása”
- MSZ EN 1997-1:2006: „Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok”
- BS 8004:1986: “Code of practice for foundation”
- Bond, A.; Harris, A. (2008): „Decoding Eurocode 7”
- Carter, M.; Bentley, S. P. (1991), “Correlations of soil properties”, Pentech Press
- Craig, R.F. (2004), “Craig soil mechanics”, Spon Press
- Czap-Mahler-Mecsi-Móczár-Nagy-Takács (2010), „Eurocode-7 vízépítő mérnököknek”, Magyar Mérnöki Kamara, Budapest
- Das, B. M. (2008), “Advanced soil mechanics”, Taylor&Francis
- Das, B. M. (2006), “Principles of Geotechnical Engineering”, Thomson
- Rees, L. C.; Isenhower, W. M., “Shin-Tower Wang (2006): Analysis and design of shallow and deep foundations”, John Wiley and Sons
- Smolczyk, U. (2002), “Geotechnical Engineering Handbook”, Ernst Sohn
- Look, B. (2007), “Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables”, Taylor&Francis
- Szepesházi R. (2008), „Geotechnikai tervezés az EUROCODE 7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján”, Business Média Magyarország Kft., Budapest

Dr. Móczár Balázs (1971) okl. építőmérnök, okl. igazságügyi szakmérnök, PhD, egyetemi docens, a BME Geotechnikai Tanszék oktatója. Fő érdeklődési területei: talaj és szerkezet kölcsönhatása, sík és mélyalapozások, mély munkagödörök. Az MMK Geotechnikai Tagozat elnökségi tagja. Az MMK Geotechnikai Tagozat Minősítő Bizottság titkára. Az ISSMGE Magyar Tagozat tagja.

Dr. Szendefy János (1978) okl. építőmérnök, PhD, geotechnikai tervező és szakértő, egyetemi adjunktus, a BME Geotechnikai Tanszék oktatója. Fő érdeklődési területei: talaj és szerkezet kölcsönhatása, sík és mélyalapozások, földművek, talajstabilizáció. Az MMK Geotechnikai Tagozat tagja. Az ISSMGE Magyar Tagozat tagja. Az Útügyi Lapok szerkesztőbizottsági tagja.

SIMPLIFIED BEARING CAPACITY CALCULATION OF SHALLOW FOUNDATIONS RESPECTIVELY TO THE PRINCIPLES OF EC7

Balázs Móczár-János Szendefy

In the former Hungarian shallow foundation standard (MSZ 15004-1989 „Síkalapok határteherbírásának és süllyedésének meghatározása”) there was an option under bullet 2.4 how to calculate the limit stress values with the aid of table described data. After EC7 has come into effect and the former code was withdrawn, “presumed bearing value” based design must be examined whether it can fit into EC7 environment or not. MSZ EN 1997-1 delivers the opportunity to design by prescriptive measures; therefore the authors developed a method, which was harmonized with EC7, but really similar to the formerly used “presumed bearing value” based design.

APÁM HALÁLÁRA

DR. BALÁZS GYÖRGY (1926. JÚNIUS 26. – 2013. FEBRUÁR 5.)

Ritkán fordul elő, hogy egy szakmai folyóirat főszerkesztőjének az édesapját búcsúztatják, azok akik mind az apát, mind pedig a fiát szakmai vonalon jól ismerik. Ez olyan speciális helyzet, hogy a főszerkesztő megszólalása kötelező érvényű.

A búcsú döbbsenti rá az embert, hogy az emberi érzések és értékek milyen könnyen átültethetők és örökölhetők, csupán példamutató magatartás révén (ami nekem is alapelvem). Így nem volt arra sem szükség, hogy bárki is rábeszéljen engem, hogy a Műegyetem Építőmérnöki Karára jelentkezzem.

Jelen hasábokon csupán két szakmai jellegű érdekességet szeretnék megemlíteni a legutolsó időszakból, amelyek mindkettőnkkel valamilyen formában kapcsolatosak.

Az egyik az, hogy dr. Imre Lajos, mérnök-grafikus kollégánk följárnlotta egy grafikai alkotás készítését édesapám 85. születésnapjára. Mindemellett megengedte nekem, hogy a grafika tartalmi kialakításában én is segédkezzem. Így alakult ki aztán az a megoldás (amit megrajzolni persze csak ő tudott szépen), miszerint az Erzsébet híd fő kábeleinek lehorgonyzó tömbjét apám legfontosabb könyvei alkotják, kihangsúlyozva a lehorgonyzó tömbök nagy súlyát a könyvek tartalmi fontossága révén is. Tudvalevő mindemellett, hogy szüleim néhány száz méterre laktak az Erzsébet hídtól (én is 27 éven át). Éppen ez az a híd, amire kicsi gyermekként is visszaemlékszem apám elmeséléséből, hogy ő átment a híd fő kábelén, amikor az már be volt fűzve, de a pályaszerkezeti elemek még nem voltak felakasztva rá. Ebből kifolyólag én feltétlenül ott akartam lenni



az Erzsébet híd megnyitási ünnepségén is, amire világosan vissza tudok emlékezni a mai napig is.

Másik érdekes esetnek tekintem, hogy apám épp abban az évben kapta meg Budapest díszpolgári címét, amikor én a Nemzetközi Betonszövetség (világszervezet) elnöki feladatait töltöttem be. Egyúttal éppen azért nem tudtam személyesen részt venni a budapesti díjátadó ünnepségén, mert a Nemzetközi Betonszövetség egyik konferenciájának megnyitóját tartottam külföldön.

Sokszor hallhattuk tőle hitvallásként *a tanulni vágyást, a fizikai munka szeretetét, az emberek tiszteletét, a töretlen optimizmust és a becsületességre való törekvést*, amelyeket lám milyen szívesen hall az ember így felsorolva, hiszen a saját gondolatait és azok megvalósulását is hallhatja bennük.

Édesanyámat szeretném még feltétlenül megemlíteni, aki hihetetlen szeretettel és odafigyeléssel segítette édesapám munkáját, mert tudta és érezte, hogy ez jelentheti majd mindkettőjük számára a megnyugvást és a családi kiegyensúlyozottságot.

Köszönetemet szeretném még kifejezni mindazoknak, akik őt szerették és tisztelték, továbbá azoknak, akik személyesen vagy gondolatban elbúcsúztak tőle.

Sokan kérdezték tőlem, ezért itt most leírom, hogy édesapám Budapesten a Deák téri Evangélikus templom urnatemetőjében tért örök nyugalomra 2013. március 1-én. (Nyitva hétfő-péntek 9-13 óráig és vasárnap 9-13 óráig, bejárat az udvar felől).

Köszönöm: Gyuri (Balázs L. György)



Dr. Balázs György 85. születésnapjára készült grafikai alkotás (készítette dr. Imre Lajos)



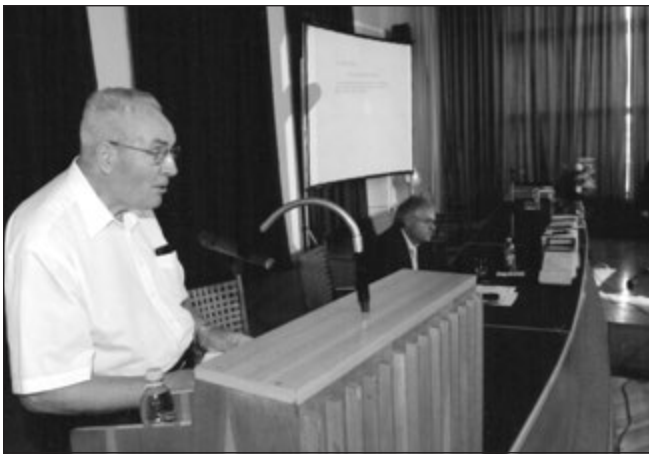
Dr. Imre Lajos (balra) átadja az általa készített grafikai alkotást dr. Balázs Györgynek (jobbra)

Tisztelt Gyászoló Család! Tisztelt Emlékező Gyülekezet!

Búcsúzom Dr. Balázs György műegyetemi professor úrtól, tanárunktól, egyetemi kollégánktól, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kara nevében, valamint elnökünkötől, tagtársunktól, a Közlekedéstudományi Egyesület Mérnöki Szerkezetek Szakosztálya nevében.

Balázs professor a második világháború fogolytáborait megjárt fogyatkozó generáció képviselője 1926. június 24-én született Rábaszentandrásan. A Pápai Református

Kollégiumban 1946-ban érettségizett, majd a Budapesti Műszaki Egyetemen 1950-ben szerzett jeles minősítésű híd- és szerkezetépítő mérnöki oklevél birtokában a II. sz. Hídépítési Tanszékén kezdett dolgozni. A tanszék 1963-ban kettévált, ő az Építőanyagok Tanszékére került. 1963-ban megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot, 1965-ben kinevezték egyetemi docensnek. 1976-ban a tanszék vezetője lett, ezt a funkciót 15 éven keresztül látta el. 1982-ben, „*A betonstruktúra elemzése*” című értekezésével megszerezte a műszaki tudomány doktora fokozatot, 1984-ben kinevezték



Dr. Balázs György előadást tart 85. születésnapjára a BME Dísztermében

egyetemi tanárnak. 70 éves korában ment nyugállományba, de tanszéki és szakirodalmi munkáját azóta is folytatta, a Műegyetem Professor Emeritusaként.

Balázs professzor úr szakmai tevékenységében egységet alkotott az oktatás, a kutatás és a közéleti tevékenység. A 80. születésnapja alkalmából munkatársai által összeállított „*Dr. Balázs György élete és munkássága*” című monográfia 70 oldalon sorolja fel oktatói, kutatói és közéleti tevékenységének adatait. Hatalmas munkabírását és példás munkarendjét hajlott koráig megőrizte, évtizedeken át – a Hannibált méltató fordulatnál élve – első volt, aki a harctéren – azaz a munkahelyén – megjelent, és utolsó, aki onnan távozott. A „harctér” említése itt talán több is, mint szóvirág, hiszen kedves szokása volt arra érdemesített munkatársait – oktatókat és hallgatókat – harcostársnak szólítani.

Hallgatóival kölcsönösen tisztelték, szerették egymást. Élete végéig különleges kapcsolata volt az 1969-ben végzett 7. tankörrel; sokukkal – ahogy ő mondta – szakmai harcostársi kapcsolatba került. Az egykori 7-es tankörben végzett barátai megkértek, hogy nevükben is búcsúzzam Balázs tanár úrtól.

Oktatóként mindig korszerű ismereteket adott át, a kutatni vágyó hallgatókat bevezette a tudományos diákköri munkába. A tehetséges hallgatók tudományos nevelését hosszú időn át kari és egyetemi szinten is irányította. Hogy milyen eredménnyel, arról eleget mond az az adat, hogy egy tucatnyi diákkörös hallgatója választotta hivatásául az egyetemen végzett oktatói és kutatói munkát. És ebbe még nincs beszámítva Gyuri fia, aki az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék jelenlegi vezetőjeként is örököse édesapjának.

A beton megszállottságig elkötelezett kutatója volt. Az MTA által támogatott alapkutatói projekteken a beton makro- és mikroszerkezetére vonatkozó vizsgálatokat vezetett. Alkalmazott kutatás-fejlesztési tevékenysége jelentősen hozzájárult a beton innovatív felhasználásához az építőipar minden területén. Oktatói-kutatói szakmai tevékenységét számtalan kitüntetéssel ismerték el, közülük kiemelkedik a Széchenyi-díj, amit 2000-ben vehetett át.

Páratlanul termékeny szakíró volt; élete során 18 egyetemi jegyzetet, 11 könyvrészletet, 13 Mérnöktovbábképző Intézeti jegyzetet és 30 szakkönyvet írt. Könyvei közül kiemelendő a „*Beton és vasbeton*” című könyvsorozat; a hét kötet terjedelmű gigantikus műben összefoglalta a beton és vasbeton történetét, hazai művelőinek kiemelkedő eredményeit. 50 éves kutatómunkájának tapasztalatait a „*Barangolásaim a betonkutatás területén*” című könyvben, 2001-ben hitvallásként foglalta össze. Életrajzi művet is írt nagy elődjéről, Mihailich Győzőről és Palotás Lászlóról, valamint négy kötetben tett halhatatlanná sok mérnököt a

„*Műegyetemen végzett építőmérnökök és munkásságuk*” című könyvsorozatban.

Közéleti emberként igen sok testületnek volt aktív tagja: többek között dolgozott az MTA Építéstudományi Bizottságában és a MTESZ tagegyesületeiben. Ezek közül kiemelendő a Közlekedéstudományi Egyesület, amelynek Mérnöki Szerkezetek Szakosztályát 1959-ben Palotás professzorral együtt szervezte meg. Ez a szakosztály hamarosan a statikusokat összefogó, fontos szakmai és közéleti szervezetté vált. A kezdetektől a szakosztály titkára, 1985-től az elnöke volt. Nem a babérjain ülő elnök volt, sokkal inkább a motorja a szakosztálynak, fő szervezője sok konferenciának, ankétnek. Vezérelve volt, hogy a társadalmi munkát az ember önként vállalja, tehát azt becsülettel el kell végezni; nagy igyekezettel támogatta azokat, akik ennek megfelelően cselekedtek. Miután mintegy tíz éve a szakosztály tiszteletbeli elnöke lett, továbbra is aktívan részt vett a szakosztály és annak vezetőségi munkájában. Irodalmi munkásságának részeként 1999-ben, a KTE 50 éves jubileumára megírta a szakosztály történetét is. Az egyesületben végzett áldozatos munkájáért megkapta az egyesület által adható valamennyi kitüntetést és a KTE örökös tagja lett.

Tisztelt Professzor Úr! Kedves Gyuri Bátyánk! Hatalmas szakmai örökséget kaptunk tőled, amellyel kötelességünk jól sáfárkodni. Emléked megőrizzük; nyugodj békében!

Dr. Dunai László

A BME Építőmérnöki Kar dékánja 2013. júl. 1-től

A KTE Mérnöki Szerkezetek Szakosztály elnöke

***Kedves Professzor Úr! Kedves Tanár Úr!
Kedves Gyuri bácsi, Gyurka bácsi, Gyurka!
Sokan, sokféleképpen szólítottuk.***

Az Építőanyagok Tanszék, majd az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék régi és mai dolgozói és tanítványai nevében állok itt fájó szívvel.

Két éve sincs, hogy a Műegyetem Dísztermét is megtöltöttük, amikor Tanár Úr 85. születésnapján vetítettem életképeket életéről, és oktatási, kutatási és szakirodalmi tevékenységéről. Akkor Tanár Úr büszke volt az életútja során megjelent 28 könyvére, én 90. születésnapjáig 32 kötetet kívántam, hiszen egy rendes magyar kártya 32 lapból áll.

A 29. kötetet azóta kézbe vehettük, a 30.-ra néhány hónapja adott be pályázatot. Tanár Úr így is maradandót alkotott, könyveivel sokunkat tett halhatatlanná.

Nekünk azonban nemcsak a könyveiről fog eszünkbe jutni, hanem minden közös nótázáskor is.

Tanár Úr becsülte a munkát, munkatársait. A legfiatalabbakat is számon tartotta és segítette tapasztalataival az utolsó pillanatig.

Munkatársainak nem csak szakmai tevékenységét kísérte figyelemmel, hanem sorsuk alakulását is.

Nehéz időkben is emberi légkört igyekezett teremteni maga körül.

Példaként állhat előttünk munkabírása, következetes gondolkodásmódja, kitarása, jó megfigyelő-készsége.

Mindig nyitott volt az újra, sokszor kortársai előtt járt problémafelismerő képességével.

A legutolsó időig rendszeresen bejárt a Tanszékre, de már érezte, hogy nemsokára elmegy.

Karácsony tájékán kaptam egy könyvet Tanár Úrtól azzal a megjegyzéssel: „Nekem erre már nincs szükségem, Szent Péterhez ezt nem viszem magammal.”



Dr. Balázs György az általa írt könyvek és felesége társaságában a 85. születésnapján ünnepségen, a BME Dísztermében

Majd 44 évvel ezelőtt egyetemi hallgatóként ismertem meg Tanár Urat, témavezetőm volt, majd beosztottja és munkatársa voltam, „HARCOSTÁRSA”, a szónak abban a kitérőben értelmében, ahogyan a közös munkában résztvevőket nevezte.

Tanár Úr most már elmondhatja Szent Pál apostol szavait: „A jó harcot megharcoltam, a pályát végigfutottam, a hitemet megtartottam.”

Kedves Tanár Úr! Nyugodjék békében!

Dr. Józsa Zsuzsanna

A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék nevében

Tisztelt Gyászoló Család, Búcsúzásra Összegyűlt Tisztelők, Barátok!

Balázs György Professzor Úr elköltözése e földi létből megdöbbentett, mert nem sokkal ezelőtt olyan meghitt beszélgettünk, mint talán még soha. A veszteség szinte felmérhetetlen, búcsúzni nagyon nehéz, emlékezni hálás szívvel azonban jó azért, hogy ismerhettük, együtt is dolgozhattunk, tisztelhattuk, szerethettük.

A tudós – a beton szerelmese, ahogy fogalmazta – az oktató, szakmai egyesületek vezéralakja, a rendkívül termékeny könyvíró és sorolhatnám, hogy mit jelentett még Ő, befejezte földi pályafutását. Ám művei, emléke él bennünk, ahogy Arany János, kedves költője oly szépen megfogalmazta:

„Nem hal meg az, ki milliókra költi dús élte kincsét, ámbár napja múlt.”

Most csak a hidász szakmáért, melyet úgy szeretett, a több, mint két millió hídért tett rendkívüli szolgálatáért hadd szóljak: Ő keresett meg 25 évvel ezelőtt, hogy miben segíthet a vasbeton hidak állagmegóvásában?

Diagnosztikai, fenntartási kézikönyveket állított össze munkatársaival, konferenciákat szervezett és aktívan részt vett a Hidmérnöki konferenciákon. Megható volt, hogy Ő, aki sok, magas kitüntetés birtokosa volt, tudott örülni a szakma által adott Év hidásza díjnak is.

Életében voltak nehéz próbatételek, balesetek, ám Ő kért és kapott, onnan felülről még időt és jól gazdálkodott a kapott idővel és alkalmakkal. Rendkívül célratörően, hatalmas energiával írta meg monumentális műveit a betonról, vasbetonról, megörökítve az utókornak, a halhatatlanságnak, ennek hazai történetét, beleértve a közreműködőket is.



Dr. Balázs György felesége és gyermekei társaságában (jobbról balra: Dr. Balázs Ildikó, Dr. Balázs György, Dr. Balázs Györgyné, Dr. Balázs L. György)

Nem torpant meg a nehézségektől, alázatosan lemondott írásai tiszteletdíjáról és könyvei kiadására összegyűjtötte a pénzt is! Ő adott a szakmának ajándékot, egy-egy könyvet nevezetes születésnapjain, a 85-iken is. Rengeteg embert ismert, sok harcostársat szerzett a kutatásokhoz, a munkához. Egyedülálló hangulatot tudott teremteni a Hidmérnöki konferenciákon kedves népdalaival.

Elődeiről két könyvet, kortársairól pedig négy vaskos kötetet állított össze hétvégi munkával, több ezer levél megírásával, élete hű társának nélkülözhetetlen segítségével, óriási szolgálatot téve ezzel a mérnökségnek.

Munka, hűség, barátság, békesség, ezek voltak életének főbb jellemzői. Biztosan a 90. zsolttár írójával együtt kérte: „Taníts minket úgy számlálni napjainkat, hogy bölcs szívhez jussunk.” Nem múltak el évei, hanem betelt az élettel, sok szeretet és békesség volt szívében, nem lázadott betegsége miatt sem. Fát ültetett, gyermekeket nevelt, könyveket írt, mert hitt a jövőben és építette is azt. Emlékét őrzik művei, munkáját folytatják munkatársai, barátai és szeretett fia.

Professzor Úr! Kedves Gyurka Bátyám! Köszönöm életedet, barátságodat, szeretetedet, nem felejtlek, nem felejtünk!

Dr. Tóth Ernő

A hidászok nevében

IN MEMORIAM

Prof. emeritus dr. BALÁZS György

2013. február 5-én befejezte betonkutató földi barangolásait Balázs György, „a beton szerelmese”.

(Szubjektív visszaemlékezés)

1963. nyár végén találkoztam először Balázs György adjunktussal a II. sz. Hidépítéstani Tanszék egyik utódjaként létesített és Palotás professzor által vezetett Építőanyagok Tanszéken. (Ugyanitt, ugyanakkor először találkoztam majdani feleségemmel is.) A véletlen úgy hozta, hogy Balázs György engem sosem tanított és így nem mint tanítványával, hanem mint az iparból jött mérnök kollégájával ismerkedett meg velem. Ez a kollegialitás végigkísérte kapcsolatunkat, akkor is, amikor már főnököm: tanszékvezetőm lett. Azon az őszön négy új tanársegéd (mind ipari gyakorlattal) lépett be a tanszékre és dr. Balázs György adjunktus hamarosan összehívott bennünket kicsiny szobájában és megkérdezte: „Akartok-e velem kutatásban, anyagvizsgálatban együtt dolgozni?” Akartunk, és egy sok évig jól együttműködő csapat



Dr. Balázs György munka közben, az irodájában

állt össze. Ő szerezte és szervezte a munkákat: jó kapcsolata az akkori KPM-mel, a vízüggyel, az elemgyárakkal, az ÉTI-vel, a cementgyárakkal ideális „vállalkozó” témafelelőssé tették. Ötletes alapkutatói, vagy fejlesztési javaslatait rugalmasan,

megegyezésre törekedve (és néhány elismert egyetemi oktatóra jellemző, a „külsőket” lekezelő modor teljes hiánya miatt) sikerre vitte nagyszabású KK munkák formájában.

A labormunkákat (ha kellett a technikusokat hallgatói csapatokkal egészítve ki) jól szervezte és nélkülözhetetlennek tartotta. Ezekből rendre TDK-dolgozatok is születtek. Csak példaként néhányat: a feszített vasúti aljak gyártástechnológiai tartalékai; az M7-es autópálya betonja és hőmérsékleti viszonyai; a kiskörei erőmű betontechnológiája; a dunakiliti gátbeton kérdései stb. Sok embert tudott bekapcsolni, soknak tudott munkát adni. Az egyik első, akkor hármunkkal közös munka eredményeiről egymaga írt cikket cikk nevünkben és mindhármunkat szerzőként tüntette föl (életünkben először) az akkori Mélyépítéstudományi Szemlében. Azután egyenként vele közösen írt cikkben folytattuk a témát, s végül azt mondta: „Na, a befejező cikket a saját eredményeitekről most már magatok írjátok meg!” Sohasem akarta a nevét szerzőként szerepeltetni olyan cikkben, tanulmányon, amit nem ő írt. A kiadók is szerették, mert pontosan, jól szerkesztve, határidőre adta le a kéziratait.

A munka számára „szentség” volt. Hallatlan munkabírása, fegyelmezett időbeosztása (mindig 12-kor ment el a menzára ebédelni, hiszen reggel 7-kor már a tanszéken volt), rendkívül jó memóriája és ötletessége egészítette ki azt, amit „tehetségnek” nevezünk és amit az őt a Deák téri templomban búcsúztató Bence Imre esperes úgy fogalmazott meg, hogy nagyformátumú ember volt. A memóriáját jól igazolta számomra (mint hozzá nem értő számára), hogy veszedelmesen jó kártyajátékos volt, snapszlitól a bridzsen keresztül a tarokkig. Amikor 1970-ben az akkori magyar FIP csoport először utazhatott kongresszusra Prágába, Balázs Gyurka hazafelé Prágától Budapest Nyugatiig egyfolytában kártyázott, - csak a határon tette le egy pillanatra a lapokat. Majdnem minden partit ő nyert meg, pedig számára nem a győzelem, hanem a játék volt fontos.



Budapest Díszpolgára cím átvételekor 2012. júniusában

Engem sokszor szólított földijének is (a megszokott „harcostárson” kívül, ami persze nem járt mindenkinek), merthogy mindketten Sopron megyeiek voltunk, ő rábaszentandrás, én soproni. Fiatalabb korában láttam őt, amint a vidéki hazautazáshoz készülődött, hogy édesapjának aratni segítsen, odahaza. Parasztszármazása és sikeres pályafutása alapján a párt megkereste, hogy lépjen be. Egyszerű és kézenfekvő volt a válasza: „Nem, mert nem értek egyet a párt parasztpolitikájával.” (A dolog maradt is ennyiben.)

Eredményei: kandidátusi fokozata 1963-ban, majd az akadémiai doktori fokozata 1982-ben, a Széchenyi díj 2000-ben; jól szervezett konferenciái (pl. a „Tanszék 25 éves” 1988-ban már akkor külföldi előadókkal, a „Beton tartóssága” 1996-ban a Tanszéki Tudományos Közlemények 35 kötete, könyveinek és egyetemi jegyzeteinek garmadája igazolja, hogy minden eredményét munkával, csak munkával érte el. 2012-ben műszaki alkotói életművéért Budapest díszpolgára lett.

Az otthoni parasztportán, a pápai református kollégiumban, az amerikaiak fogságában kialakult erkölcsi tartása, a rá jellemző derűs, megegyezést kereső magatartása, jó kapcsolatteremtő képessége végigkísérte dolgozó, küzdő, sikeres életén az őt mindenben, mindhalálig segítő feleségével, Bíró Évával megvalósított kiegyensúlyozott családi élettel, házassággal a háta mögött.

Bár fogságot megjárt, katonaviselt ember volt, rendfokozat nélkül szerelt le a háború után és egyszer-egyszer, ha jókedve volt, úgy állt elélem tisztelegve, hogy „Balázs György honvéd jelentkezem”.

Mint a tanszéknek most már legöregebbje, mindnyájunk nevében kívánom Neked (ha most már odaát kellett jelentkezned), hogy az Úristen országában jó lakóhelyed legyen.

Isten veled, Balázs Gyurka!

Erdélyi Attila, „harcostársad”

TÚZ HATÁSA A MÉRNÖKI SZERKEZETEKRE

SZABADON VÁLASZTHATÓ TOVÁBBKÉPZÉS – 2013. JÚNIUS 7 (PÉNTEK) - 8 (SZOMBAT).

Magyar Mérnöki Kamara tagjainak: 4 továbbképzési pont – Magyar Építész Kamara tagjainak: 2 továbbképzési pont

Helye: BME K (központi) épület 1. em. 85., 1111 Budapest Műegyetem rkp. 1-3.

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ, 2011) előírja, hogy az épületszerkezetek tűzállóságát a szabványban ismertetett laboratóriumi vizsgálatokkal vagy a méretezési műszaki specifikációban (pl.: Eurocode szabványsorozatban) található számítási módszerekkel kell meghatározni.

Az MSZ EN 1992-1-2, MSZ EN 1993-1-2, MSZ EN 1994-1-2, MSZ EN 1995-1-2, MSZ EN 1996-1-2 és az OTSZ (2011) szerint az építményt úgy kell megtervezni és kivitelezni, hogy tűz esetén:

- az építmény adott ideig megőrizze a teherbíró képességét;
- korlátozva legyen a tűz továbbterjedése és füst keletkezése az építményben,
- korlátozva legyen a tűz szomszédos építményekre való áttérjedése,
- az épületben tartózkodók az épületet sértetlenül elhagyhassák, vagy más intézkedések segítségével ki lehessen őket menteni,
- elérhető legyen a tűzoltók biztonságos munkavégzése.

A tartószerkezetek tűzzel szembeni ellenállásának vizsgálata során figyelembe kell venni, hogy a tartószerkezeti rendszer hogyan viselkedik magas hőmérsékleten, milyen hőhatás működhet és milyen előnyös (és esetleg hátrányos) tulajdonságokkal járnak az aktív és a passzív tűzvédelmi rendszerek. Jelenleg olyan tervezési, illetve ellenőrzési módszerek alkalmazására van lehetőségünk, amelyben néhány, de nem az összes felsorolt paramétert vesszük figyelembe. Természetesen az OTSZ a tűz szempontjából megfelelő épület kialakítására is számos javaslatot, illetve előírást tartalmaz (tűzszakaszok, épületek egymáshoz viszonyított helyzete, ablakok, ajtók, helye stb.). Az OTSZ meghatározza a különböző épületszerkezetek tűzállósági funkcióját (teherhordás, integritás, szigetelés) és határértékét (15, 30, 45, 60...perc), melyet a tervezés során figyelembe kell vennünk.

A tűzterherre való tervezés során a következő lépéseket kell elvégezni:

1. meg kell határozni a számításba veendő hőterhelést,
2. meg kell határozni a tartószerkezeti elemekben a hőmérséklet eloszlás térbeli alakulását,
3. meg kell határozni a tűz hatásának kitett tartószerkezet mechanikai viselkedését.

Az építőmérnöki képzés jelenleg nem tartalmazza a tűzterherre való méretezés oktatását, de kötelező rá méretezni, mivel alapjában véve bonyolult statikai méretezéseket kell elvégezni a számítás során nagy szükség lenne az ilyen irányú képzettséggel rendelkező mérnökökre is. Számos Nyugat-Európai országban az egyetemeken külön tanszék oktatja a tűzvédelemmel kapcsolatos tárgyakat.

Nap	Időpont	Előadás címe	Előadó
N A P	1. 9 ³⁰ -10 ⁰⁰	Érkezés, regisztráció	
	10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	Bevezetés és a tűzterherre való tervezés fontossága	Dr. Balázs L. György
	11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	Építészeti tűzvédelmi tervezés	Dr. Takács Lajos
	12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	Tartószerkezeti tervezés elhelyezése a tűzvédelemben	Dr. Balázs L. György
	13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	<i>Ebédszünet</i>	
	14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	Tervezés tűzterherre (biztonsági tényezők, tűz hatás felvétele)	Dr. Horváth László Dr. Lublós Éva
	15 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	Izotermák jelenése megadási módjuk	Dr. Horváth László Dr. Lublós Éva
N A P	2. 9 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	Az építőanyagok anyagtani jellemzői	Dr. Lublós Éva
	11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	Vasbetonszerkezet tervezése tűzterherre az MSZ EN 1992-1-2:2005 szerint (alapelvek)	Dr. Balázs L. György Dr. Lublós Éva
	12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	Acélszerkezetek tervezése tűzterherre az MSZ EN 1993-1-2:2005 szerint (alapelvek)	Dr. Horváth László
	13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	<i>Ebédszünet</i>	
	14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	Fa- és falazott szerkezetek tervezése tűzterherre az MSZ EN 1995-1-2:2005 és MSZ EN 1996-1-2:2005 szerint (alapelvek)	Dr. Balázs L. György Dr. Lublós Éva
	15 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	Acél- beton öszvérszerkezetek tervezése tűzterherre az MSZ EN 1994-1-2:2005 (alapelvek)	Dr. Horváth László Dr. Lublós Éva

Előadók: Dr. Balázs L. György¹, tanszékvezető egyetemi tanár, Dr. Lublós Éva¹, adjunktus, Dr. Horváth László², egyetemi docens, Dr. Takács Lajos³, adjunktus

¹BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék; ²BME Hidak és Szerkezetek Tanszék; ³BME Épületszerkezetek Tanszék

Regisztrációs díj: 27 000,- Ft Jelentkezés: Tel: titkars@eik.bme.hu, Fax: 1-463 3451, Tel: 463 4068 (Sánta Gyuláné)

Résztevő neve: Cég neve, címe:.....

E-mail: Telefon: Fax:

A miskolci biogáz erőmű déli rothasztó tornyának vasszerelési munkái az alaplemezen



Összesen 290 db cölöp épül a rothasztó tornyokhoz, a gépházhoz és a tartály alaphoz a miskolci biogáz erőműben



Egy méterrel a talajvízszint alatt...



Alterra

Colas Alterra Zrt.

2040 Budaörs, Piktortéglá u. 2-4.

Tel.: +36 (1) 883 1440

Fax: +36 (1) 883 1599

email: alterra@colas.hu

www.alterra.hu



...épül a 6000 m² területű aluljáró szerkezet a Baross téren

