

Mérnöki munkáim kapcsán

Spránitz Ferenc

okl. építőmérnök, okl. betontechnológus szakmérnök

betonüzem vezető, MIR vezető - Dolomit Kft.

Szerencsés vagyok, mert ...

jó, hogy fiatalként biztattak és elhitették: „Te lehetsz jó mérnök”

jó, hogy olyan közegben kezdtem dolgozni, ahol fontosnak éreztem a munkámat

jó, hogy volt kiktől tanulni (pl. Balázs, Dombi, Erdélyi, Kausay, Kovács, Ujhelyi)

jó, hogy a mostani munkahelyem is segíti a gyakorlati megvalósításból való tanulást

jó, hogy a családom elvisel, sőt, ha kell segít is (de lehet, hogy akkor is segítenek, amikor nem veszem észre)

jó, ha leírjuk a fontos dolgokat, mert hisszük, hogy másoknak is mondunk vele valamit

Publikációk: 19 db; Beton Újság, Beton Évkönyv, Vasbetonépítés, Magyar Építőipar, Építőanyag, Structural Concrete

Oktatás, előadások: elmúlt 20 évben 63 hazai + 1 külföldi felkérés és azok teljesítése

Szakmérnöki dolgozatok: bíráló, konzulens - 5 alkalom

Szabványalkotásban részvétel: Betonos bizottságok (MSZT MB 107 és CEN TC 104 WG1)

Szakmai egyesületek: *fib* MT, MMK, Esztrich és Ipari Padló Egyesület, BTE, SzTE, ÉTE, MSZT, CEN

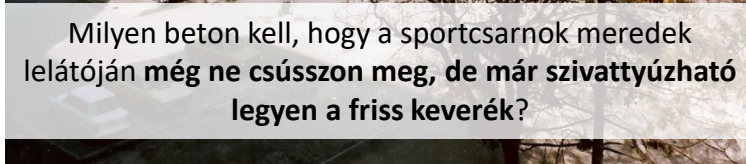
Részvétel külföldi építésvegyipari szakmai konferenciákon: Culminal, Elotex, Wacker-Chemie, Akzo-Nobel, Newchem

Előadásom tartalma

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

Megoldandó anyagtani feladatok, új ismeretek, emlékezés az egyetemen tanultakra, pezsgő légkör



Mivel válthatjuk ki az **ALBA-Prottelith** könnyűbeton költséges osztrák adalékszerét?



Hogyan tudnánk megelőzni a vékony, gipsz álmennyezeti (**ALBA-SADI**) lapok száradás közbeni görbülését?



Kihívással teli kivitelezési feladatok, a vállalkozás és a megnyert munkák anyagtani segítsége

Fantasztikus építéskivitelezési munkák voltak, de ezekhez mások jobban értettek. Mivel tudnék hozzájárulni?



BINISHELL kupola a földön,
majd pedig felfújva



LIFT-SLAB födémemelés



Panelszerelés mindenhol, de a Rác utcát meghagytuk

Sikeres volt itthon és Tengizben is az **ALBA-CLASP** rendszer



Itt lesznek majd a **CLASP** épületeink és a «муфелия». Feri, az mit is jelent? - a „Mágus”



ALBA REGIA ÉPÍTŐ VÁLLALKOZÓ RT.
 8003 Szendrőváros, Árk. St. 11-13.
 Telefon: 22 378-080 Fax: 22 327-040

ORFK-BRFK-TOP székház
 Police & Fire Brigade Headquarters
 Budapest, 1997

Elvállalható még ennyiért a **25 em³** lejtésképző könnyűbeton gyártása, beépítése és a lapostető vízszigetelését fogadó cementsimítás?

ALBA REGIA ÉPÍTŐ VÁLLALKOZÓ RT.
 8003 Szendrőváros, Árk. St. 11-13.
 Telefon: 22 378-080 Fax: 22 327-040

ELTE, Északi tömb
 ELTE University North-Wing
 Budapest, Lágymányos, Egypetemi városrész

Meghívó: ELTE-6886 Tervezői
 Szabócsiszó Szabolcs
 Kivitelezés éve: 1995-98
 Tervezők: KÖZTI Rt., PRATERV Rt.
 Kivitelezők: ELTE Munkák Intéze, MÉRT, KÖZTI Rt., ARBY Rt.
 Újgépvezető: Szénai Zoltán

Employer: ELTE 6886 Investment
 Consulting Board
 Gross built-up area: 44.600 m²
 Year of construction: period: 1995-98
 Architect: KÖZTI RT., PRATERV RT.
 Construction in Joint Venture: MÉRT, KÖZTI RT., ARBY RT.
 Project Manager: Zoltán SÁRVAZI

Szabadalom: Esztrizol könnyűesztrich, **35 em³**



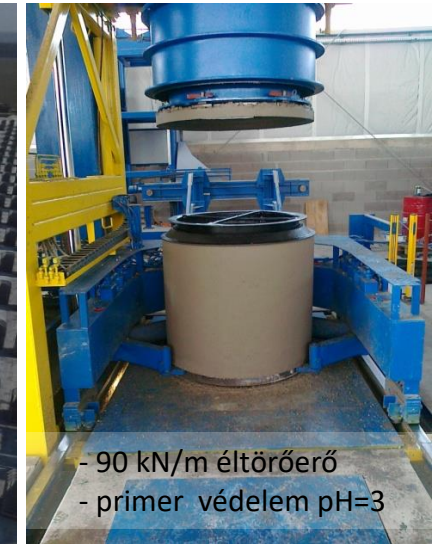
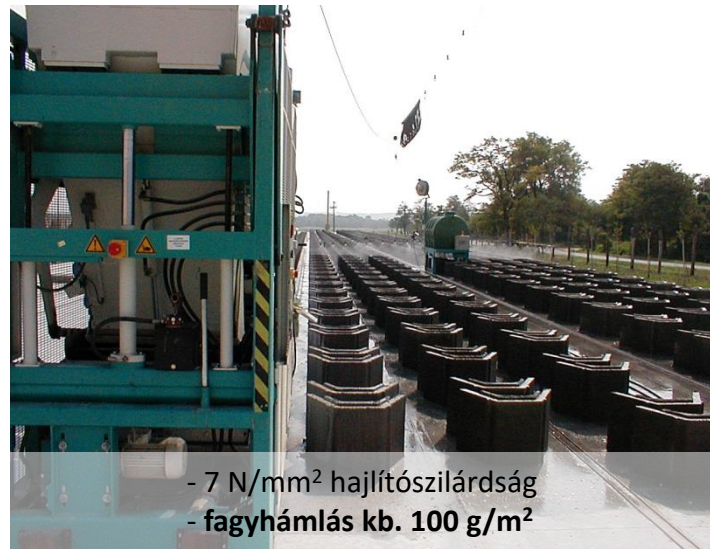
Az őslakosok munkája

Laboros korszak, szakértések, szakmérnöki diploma

- ARÉV labor: akkreditált laboratórium Pekár Gyula irányításával
labor- és építéshelyszíni vizsgálatok, szakértések, külsős megbízások
Népstadion emelt tribün vasbeton gerendái helyszíni diagnosztikája
külsős és saját céges beruházásokhoz termékvizsgálatok, építéskivitelezési munkák vizsgálata
szabványok és a gyakorlat között meglévő vagy hiányzó kapcsolatok megismerése
- BME betontechnológus szakmérnöki diploma (32 fővel indult a tanfolyam, 5 fő kapott diplomát)
- MMK tagság szakértőként, mert: „*itt olyan jogosultság, hogy betontechnológus – NINCS*” (megj.: még ma sem)
- Felkérés szakmai egyesület vezetésére (Esztrich és Ipari Padló Egyesület)

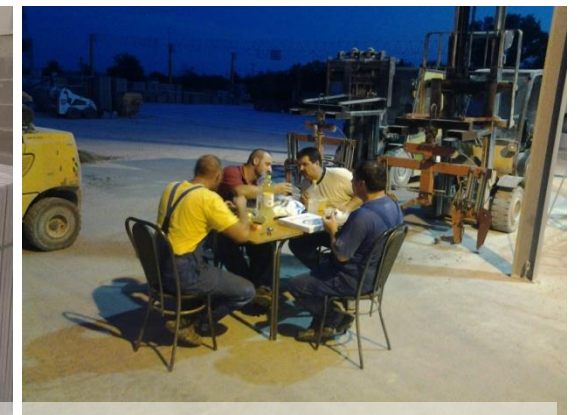


Új munkahely, kis-közepes méretű betonelem előregyártó üzem (2002-...)



A hajdani Betonútépítő Kft. finiseres technológiájával $7.500 \text{ m}^2 \times 6\text{cm} = 450 \text{ m}^3/30 \text{ m}^3/\text{óra} = 15 \text{ óra}$

Későbbi feladatok: jó terméket és gazdaságosan gyártani, jogszabályoknak megfelelni



Jó gyártástechnológiák, szabványoknak megfelelő és újszerű termékek, képzett, motivált dolgozók

Tartalom

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. **Cementmentes útburkolat**
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

Cement- és CO₂-kibocsátásmentes kisforgalmú út- és járda

(biopolimer kötőanyag, 2023)



Az egyetemen is mondtak valami hasonlót, olvastam is róla, később pedig a Lurdy-ház PCC esztrich kapcsán is meglepődtem

Kézi terítéssel, majd statikus hengerezéssel vagy finiserrel is készíthető „lélegző”, **pormentes út és járda**

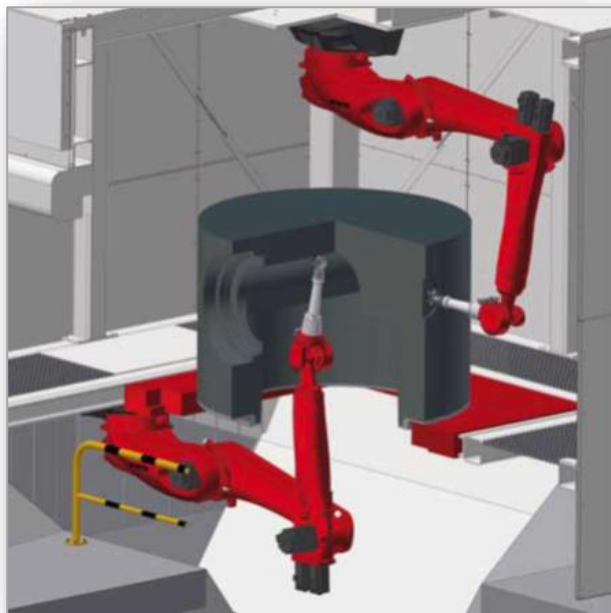
Előny: kedveli a meleg és szeles időjárást, mert a kötőanyag nem hidraulikus, hanem a cementtel ellentétben levegőn száradó

Persze sok előzetes laborkísérlet, próbagyártás, próbabeépítés, utólagos laborvizsgálat is kellett

Tartalom

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

2009-ben jelentek meg a 3D robotok az előregyártásban, 2011-ben már mi is ilyenekkel dolgoztunk



Kft
156°+269° (DN300/300+200)

0
 7287
VA18-0410_M2_2

MSZ EN 1917, MSZE 15612

Árka: 1000 mm
 Magasság: 750 mm
 Képer: vegyszerálló
 Fűtés: vegyszerálló
 Fűtés: 1/1
 Tömeg: 1,36 t
 Fűtés: 1,50 mm
 Szélesség: 1,31
 Felület: 17.09.2018
 Dátum: 26.09.2018

DOLOMIT
 Dolomit Kft. Ganti - Kárponti bányás 8082 Ganti
 Telefon: +36 22 354 488 www.dolomit-ganti.hu

CE

Csatlakozás	szorítókör	csatlakozás	csatlakozás	Megjegyzés
Ki 300 KG PVC	0	0	1,00 %	
Belső 300 KG PVC	5 mm	156	1,00 %	
Belső 200 KG PVC	40 mm	269	1,00 %	

Általános információk: Szilárdság: C40/50, környezeti osztály: XA5(H)
 Akna teljes magasság: Az akna elemel: Padkamagasság: 250 mm

Megrendelés adatai: **VA18-0410_M2_2** SPS-Nr:122 Kalap:350

Gépkész: időpont:



A megrendelésből először vonalkód lesz, a többi már „csak” robotmunka

/megrendelés után akár 1-2 napon belül „kulcsrakészen” beépíthető/



Ehhez is kellett több hónap laborkísérelt, próbagyártás, utólagos laborvizsgálat.



Tartalom

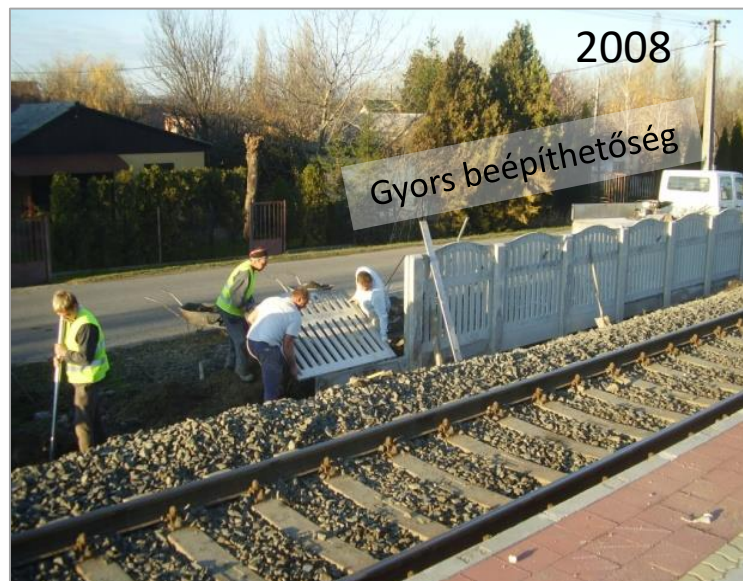
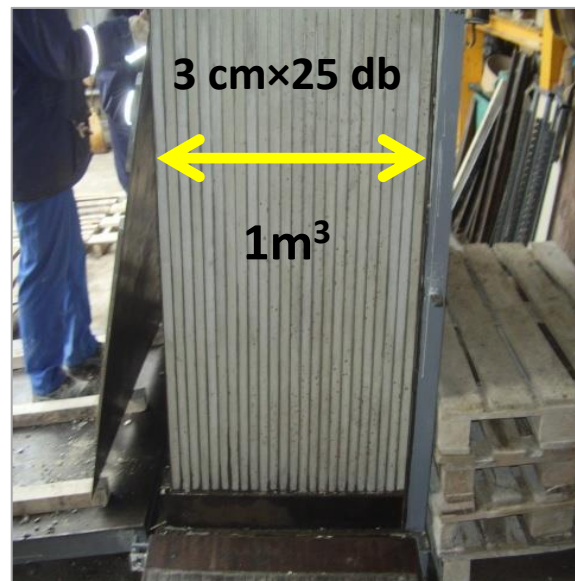
1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

3 cm vastag, vasalatlan HPFRC vasúti kerítéselemek, Gárdony (2008)

Kérdés: „Hogyan nyerhetnénk meg a több km-en cserére szoruló vasúti kerítés-projektet?”

Válasz: Úgy, hogy a szokásos 6 cm vtg. vasalt elemek helyett 3 cm vtg. szálerősített elemeket gyártunk kis létszámmal, de termelékenyen.

Beépítésük **nem igényel darut, csökken a szállítási és beépítési költség**, ami ellensúlyozhatja az öntömörödő HPFRC beton **nagyobb anyagköltségét**.



12 m magas, változó keresztmetszetű, helyenként igen kis betonfedésű szerkezet készítése

/A Zieliniski Szilárd által 1904-ben épített, Szeged, Szt. István téri víztorony zászlótartója újragyártása, 2005/



terület: 85 cm, reológiai viselkedés: nyírásra vastagodó, $\gamma_{\text{friss}}=2500 \text{ kg/m}^3$,
adódó szilárdsági jellemzők: $R_{\text{nyomó}, 1/28/91\text{nap}}=70/135/175 \text{ N/mm}^2$, $R_{\text{hajlító-húzó}, 1/28/91\text{nap}}=7/15/20 \text{ N/mm}^2$



Csányi Laci (†)
kérésére vállaltuk el.
A betont
szárazhabarcsként
gyártottuk le.

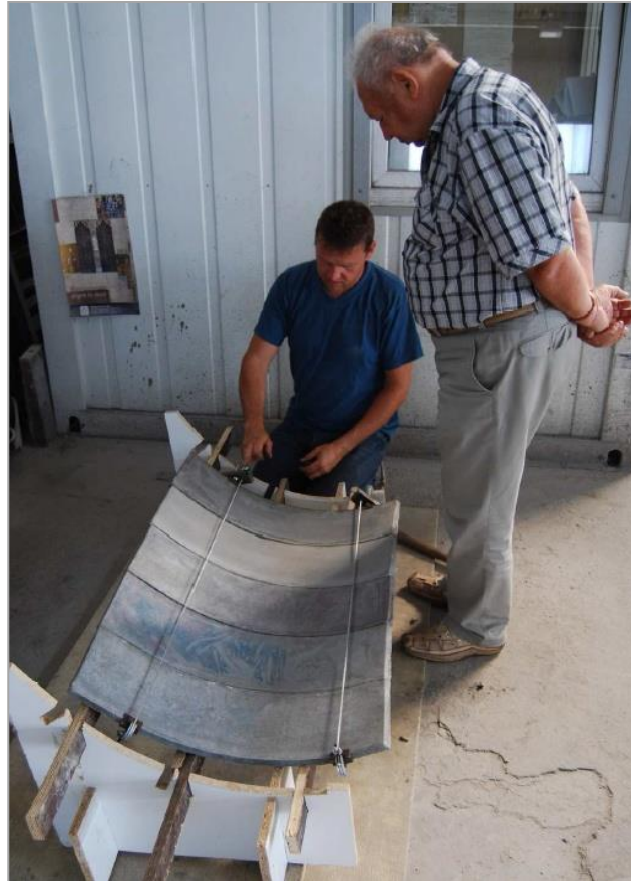
**Sok egyéb termék öntömörödő betonból: 3000 db vb. elem kamionokkal Hollandiába,
több ezer db vb. folyóka, kábelakna, vasúti alapozó- és egyéb idom (2003-...)**



4-5 fővel külön gépi beruházás nélkül (selejtarány: $\leq 0,5\%$)



1 cm vastag íves UHPC elemek gyártása és a modell utófeszítése Polgár Lászlóval (2015)



Hídmérleg-rámpabeton javítása a keréknyomsávokban finomszemcsés UHPC habarccsal

Ha a kötőanyag kémiai összetétele és a megszilárdult beton pórusméret-eloszlása kedvező, akkor az UHPC nem csak nagy tapadású és nagy mechanikai ellenálló képességű, hanem a jégolvasztó sózásnak is sokáig ellenáll



2-10 mm vastag javítóréteg állapota 8 év intenzív használat után

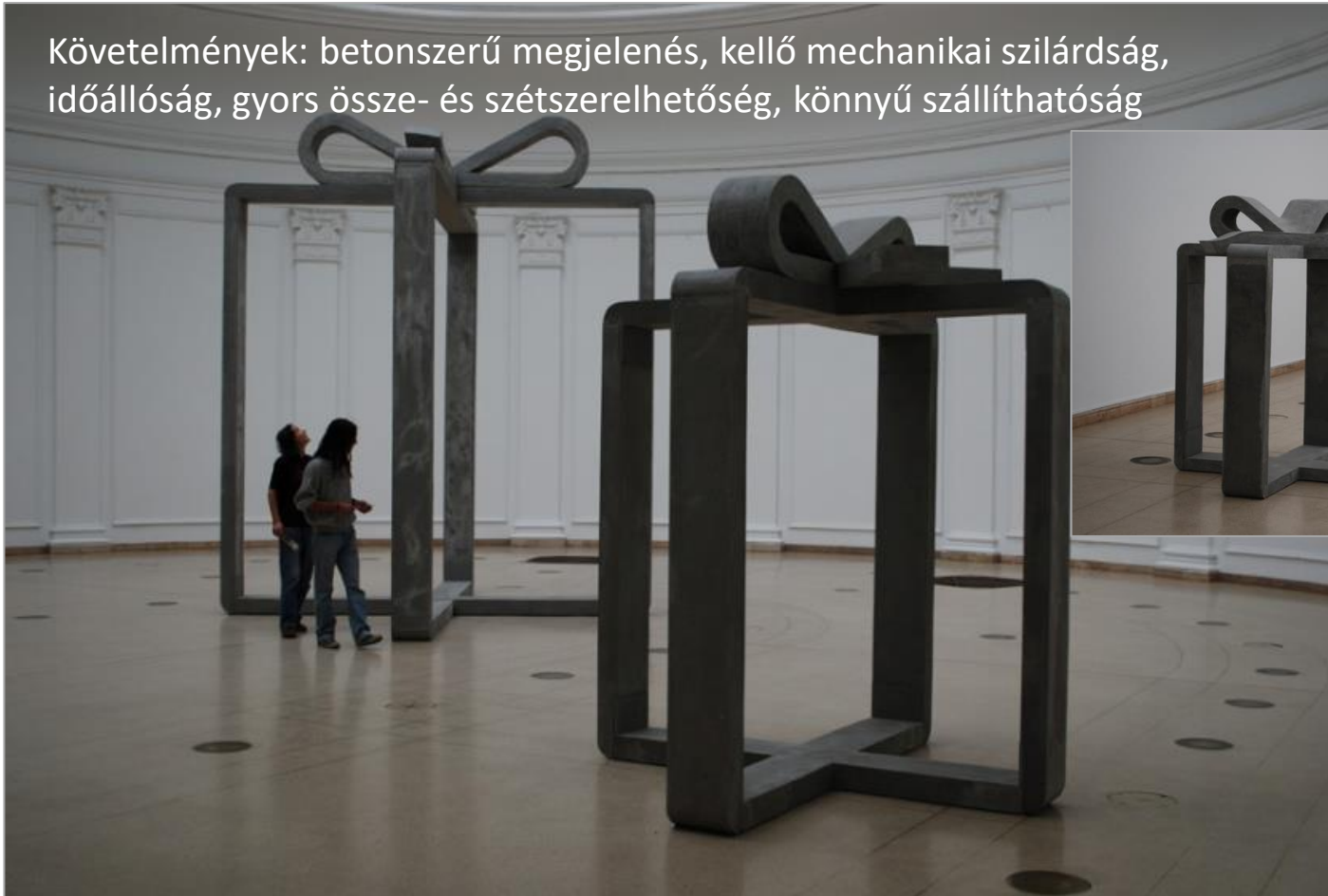
Rámpabeton: 2004
Nyomsávok javítása: 2016
Fotó: 2024

/mert a kötőanyag kémiai összetétele és pórusméret eloszlása olyan, hogy az egyenértékű pórusméretek aránya $H_{\text{equiv 1 year}}/D_{\text{equiv 1 year}} > 3 \times 10^{23}/$

„7 ajándék a jövőnek” – szoborinstalláció (2009)

Csurgai Ferenc szobrászművésszel közösen UHPC szárazhabarcs keverése
megrendelő: Múcsarnok és Yvonne Lambert Galerie - Paris/

Követelmények: betonszerű megjelenés, kellő mechanikai szilárdság,
időállóság, gyors össze- és szétszerelhetőség, könnyű szállíthatóság



A statikus tervező önsúlya kellett a
tönkremenetelhez



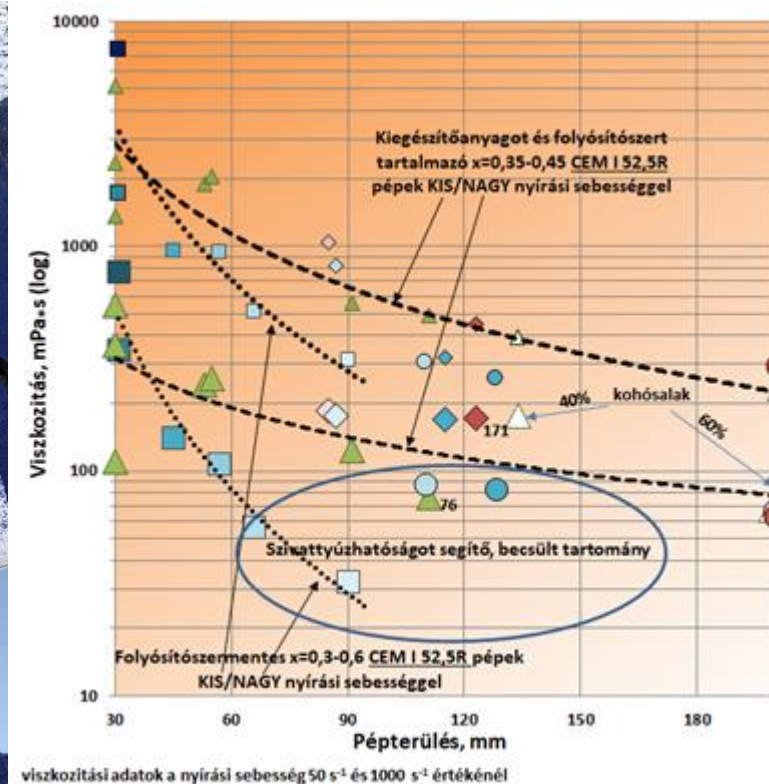
A művészek gyakorta váteszek, próféták. **Tényleg ilyen ajándékot adunk a jövőnek?**

„Bened az ég” – UHPC keverék sablonba öntése, majd kibontása

(Csurgai Ferenc szobrászművésszel közösen, reológiai mérések alapján készített összetétel, 2018)



Függönyszerűen folyik a homogén beton a targonca adagoló puttyából



Sziktilabor Kft., 2018

Kérdés: Mi kell ahhoz, hogy elérjük kis v/c-tényező esetén is a nagy terültképeséget és a folyás vagy akár a szivattyúzás közbeni minél kisebb dinamikai viszkozitást, tehát a sűrű anyag gyors folyását és ezáltal a jó légtelenedő képességet?

Válasz: Sok reológiai vizsgálat

„A Bory-vár az örök szerelem vára. Ugyanakkor egy betonkísérleti állomás is. Ilyen építőanyag, mint a cement és a beton, nem volt még az emberiség kezében.” - Bory Jenő önéletrajza, 1955

A Beton a művészet szolgálatában.*

Írta: Bory Jenő

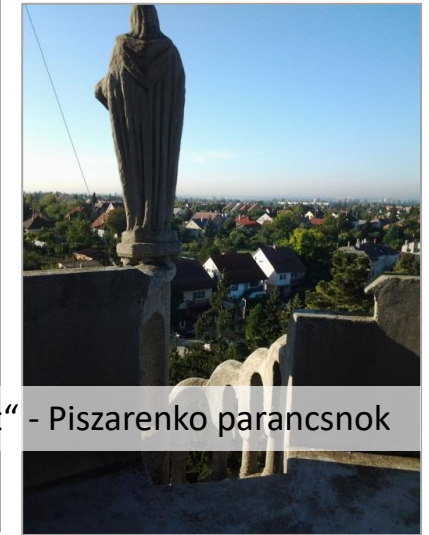
Der Beton im Dienste der Kunst. Von J. Bory, Prof. an der Akad. der Bild. Künste, Budapest.
 Der Beton kombiniert mit Eisen führt in der Hand des Konstrukteurs zu den wunderbarsten technischen Ergebnissen, welche in ihren grossartigen Erscheinungsformen mit Recht den Kampf mit den weltbekanntesten technischen Schöpfungen vergangener Zeitalter aufnehmen können. Die Kunststeinindustrie, welche leicht aushaubbare Kalkstein-Betone in Verkehr bringt, kompromittiert mit diesen wiederholt die Kunststeine (Beton), weil sie solche Grundstoffe verwendet, deren körnige Struktur grosse Mengen Cements benötigen und so durch ständiges Herauslösen des Cements und Herausfallen der Kalkkörnerchen in 10-20 Jahren ein Bild des Verfalles bieten. Natürlich wird hier immer nur von solchen Stücken gesprochen, die sich im Freien befinden. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die Haltbarkeit des Betons von der Güte

* A szerzőnek a M. M. É. E.-ben tartott előadása.



Kora: ≥ 100 év

„Bory munkája és művészete megnevesíti az embereket” - Piszarenko parancsnok



Amit nem a háború, hanem az idő vasfoga rombol

Készült: 1922

2017



Mivel a restaurátorok nem hitték el, hogy ez a fajta beton folyadékként viselkedik, tehát a nyomás gyengítetlenül terjed; így a gipszsablont merevítő tetőlécek meghajlottak.



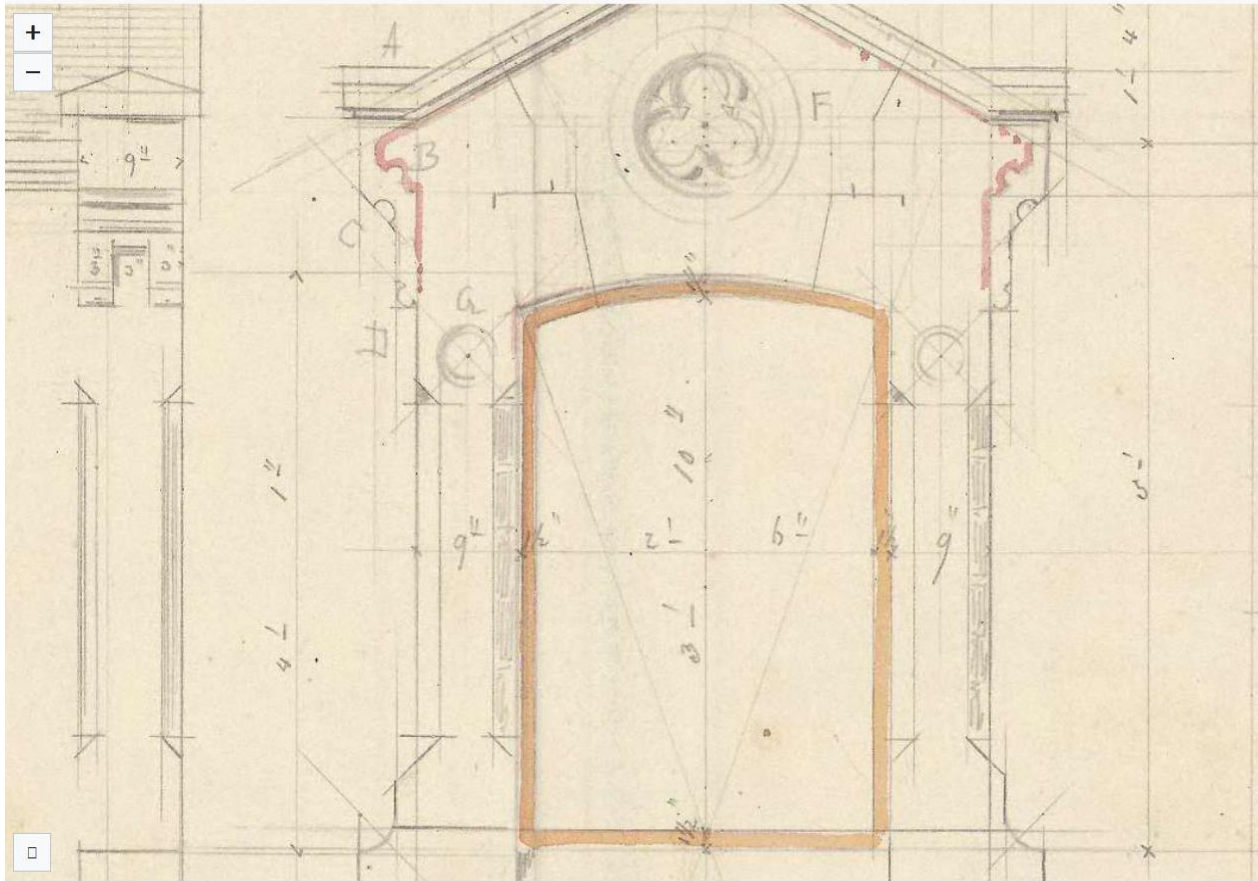
Hát ezért látható most **pici pocak** a sovány Szt. Erzsébeten.
Nézzék csak meg!

Hát kislányom örülök, hogy végre legalább el tudom képzelni az unokámat - II. András

Zichy Pál gróf kastélya (Anna-vár) helyreállítása

A tetőablak díszes kőkeretét az eredeti terv szerint készítettük el újból Halmai Árpád iparművésszel és a tulajdonossal, de immár egy öntömörödő, Concrix makroszálás betonból, 2022

Zichy Pál gróf kastélya (Anna-vár). Tetőablak metszete, elől... [HU BFL - XV.17.f.331.b - 14/14] / Képek



Jónak tűnik, mind pépfázis, mind pedig a finombeton. Indulhat a keverés.



Gazdaságosan gyártható, egyedi és tartós betontermék felkeményedő betonból



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM (MSE)
ÉPÍTÉSMECHÁNIKAI ÉS SÚV TANTÁRSÁG ÉS MÉRLEGTÉNYES TANTÁRSÁG
ANYAGVIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMA
1111. Budapest, XI. Margit ter. 3.
Tel.: 06-1-463-4004 / 0636 780 000 honlap: www.mse.hu E-mail: hivatal@mselab.hu
A NEMK-100-0000-1/2020/19 sz. szerinti akkreditált vizsgálólaboratórium

Vizsgálati jegyzék
Beton hajlítási-tüszítési vizsgálat

Főfel: DOKLIMT Kétfélszentesi Kft. Bizottság: 26/2021-A
BMSZ Gépi, 0532. lemez Jelen jegyzéknyelv 1. számú melléklet tartalmazza.

Minta azonosító jele: "A" - azonosítatlan
Minta megnevezése: 150x150x600 mm-es gerenda Szélesség: 50 mm
Mintatétel sorszáma: 2021.04.26
Ciklusidő megjel.: Nincs
Formázás készítésének időpontja: 2021.04.26
Minta készítésének dátuma: 2021.04.26
Minta vizsgálóhelyének dátuma: 2021.04.29
Minta lemeze vizsgálójelének megjel.: 28
Fizikai tényező-változtatás időpontja: MSZ EN 14641:2005/A1:2008
Kísérleti berendezés megjelölése: MSZ EN 12518:2010 szabvány szerinti berendezés
Kísérleti berendezés típusa: MSZ EN 12518:2010 szabvány szerinti berendezés
Kísérleti berendezés gyártója: Budaörsi Vas-És Fémművegyérség Rt.
Kísérleti berendezés gyártási éve: 2010

Sorszám	Változtatás jelölése	Minta jelölése	Hajlítási-tüszítési vizsgálat				Mérés időpontja	
			Hajlítási-tüszítési vizsgálat	Hajlítási-tüszítési vizsgálat	Hajlítási-tüszítési vizsgálat	Hajlítási-tüszítési vizsgálat		
1	A1	150x150x600	25,2	7,89	12,43	12,27	13,81	6,70
2	A2	150x150x600	25,2	8,71	13,49	13,39	15,92	11,99
Átlag			8,20	13,91	13,31	11,87	10,89	

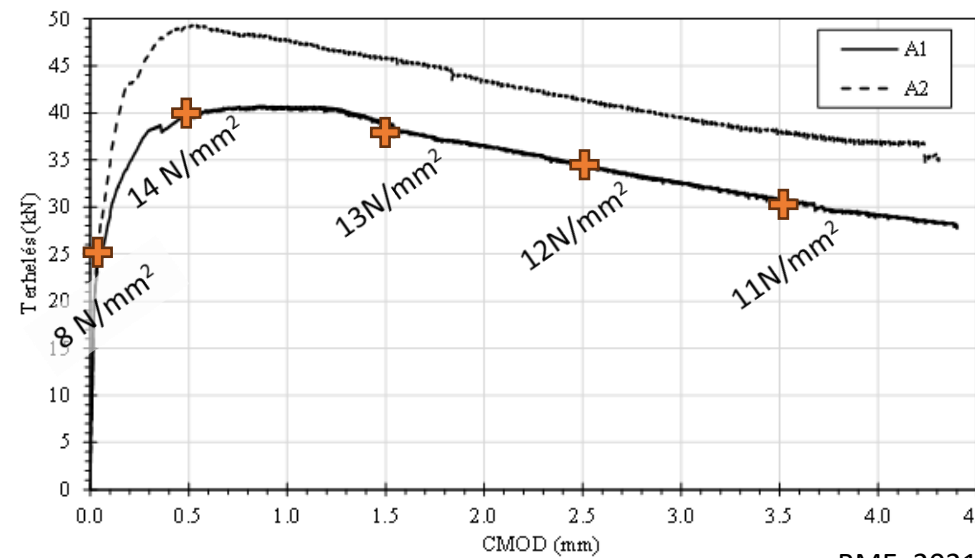
Megj.: Mértékelt terhelés (0,05 mm túlzódeformációig) esetén (korlátolt terhelés, a hajlítási-tüszítési vizsgálati terhelés 14,71 N/mm²)

Terhelés elő- megmozdítás megjelölése (CMOD) diagram

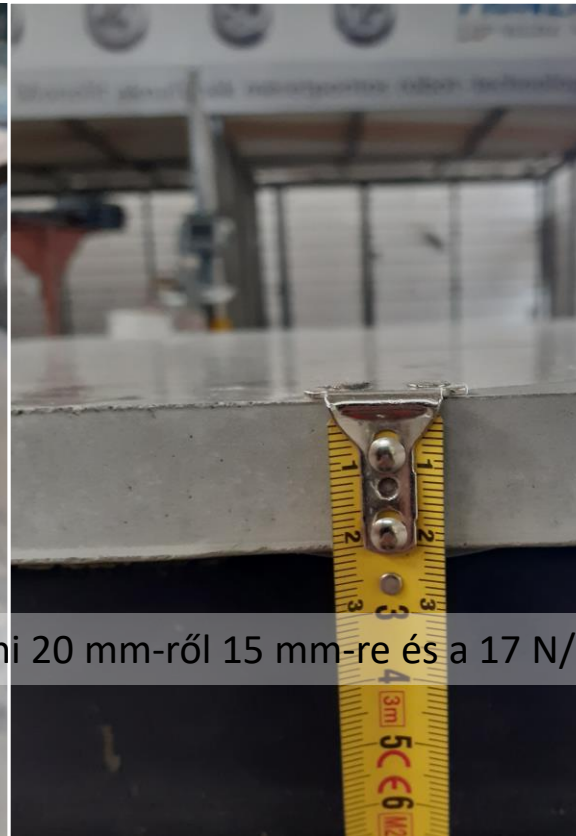
Budapest, 2021.05.25

Dr. Balázs L. György
Dr. Nagy Balázs
Dr. Balázs L. György

BME, 2021



Távlati cél: textilbeton termékek (labor- és félüzemi kísérletek 2024. év elejétől)



Jó volna a vastagságot csökkenteni 20 mm-ről 15 mm-re és a 17 N/mm² hajlítószilárdságot növelni

Tartalom

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
- 5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői**
6. Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama

A szakirodalomban olvasható, hogy pernyét és szilikaport adagolnak a felhőkarcolók szivattyúzott betonjaihoz. Vajon miért?

Table 3 Examples of ultra-high pumped concrete engineering in China.

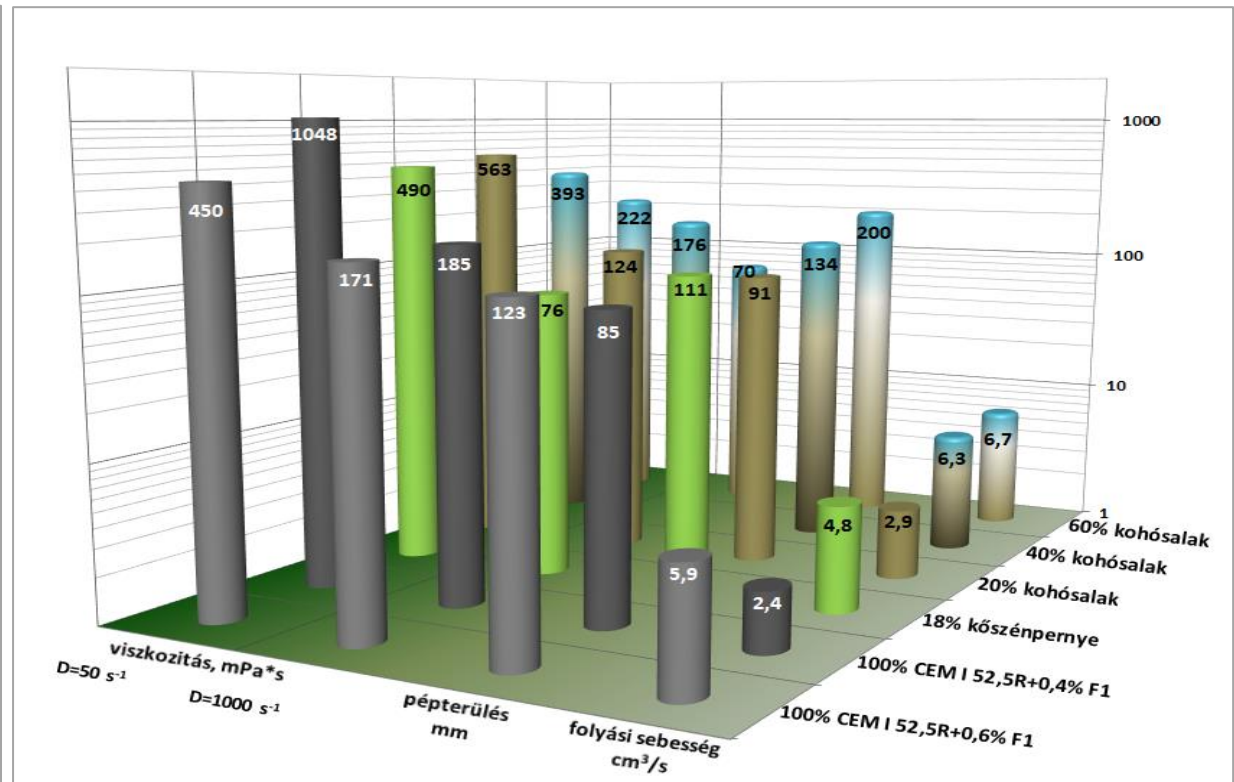
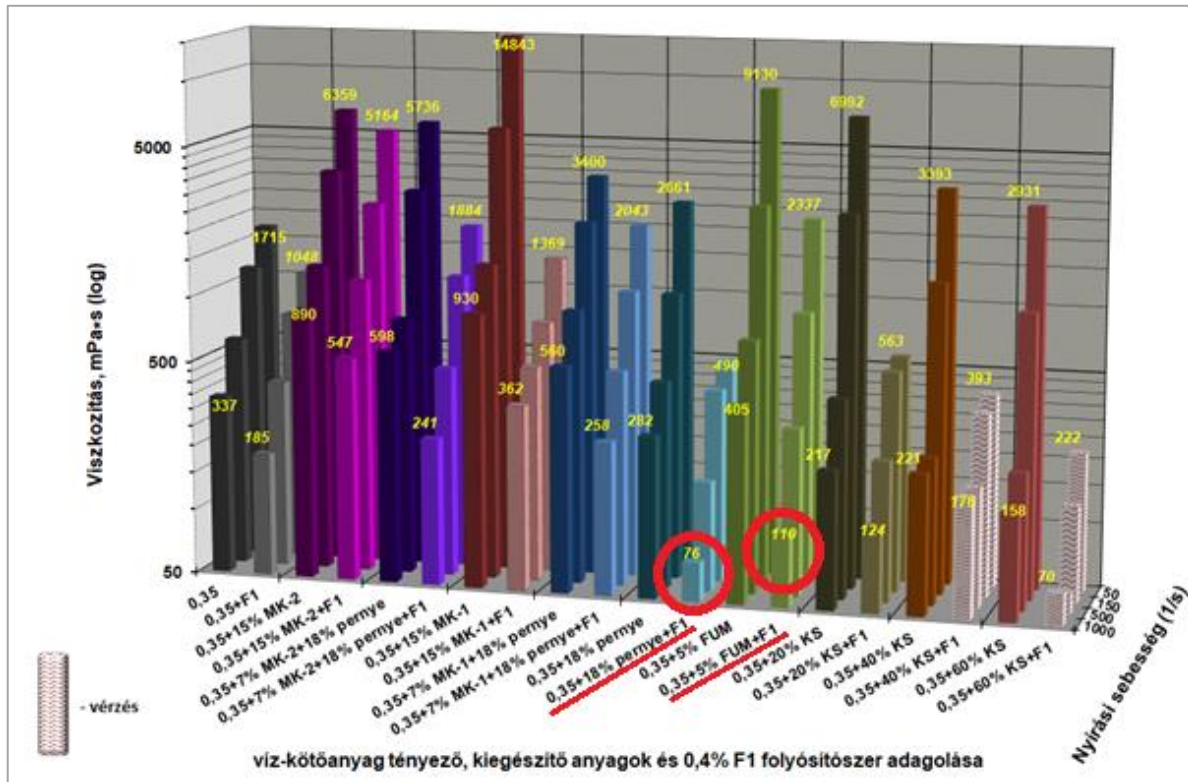
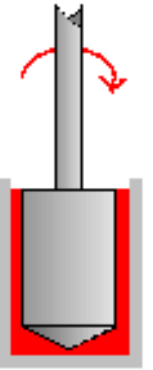
Name	Structural height (m)	Layer number	Floor area (m ²)	Maximum strength grade of concrete	Pumping height (m)
International Finance Centre	420	88	200000	C90	392
Kingkey Financial Center	442	98	602402	C120	422
Guangzhou International Finance Center	440	103	450000	C90/C60	168/432
Tianjin 117 building	597	117	1960000	C60	621
Shanghai World Financial Center	492	101	381600	C60	492
CITIC Tower	528	108	437000	C70	528

Table 4 Concrete proportioning of the ultra-high pumped concrete engineering.

Name	Portland cement (kg/m ³)	Fly ash (kg/m ³)	Silica fume (kg/m ³)	Sand (kg/m ³)	Gravel (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	Water reducer (kg/m ³)	Slump flow (mm)
International Finance Centre	370	180	35	600	1000	152	2.9	700
Kingkey Financial Center	500	170	80	700	1000	130	26.0	650
Guangzhou International Finance Center	430	145	40	729	1000	130	16.0	600
Tianjin 117 building	297	143	33	850	850	160	8.8	650
Shanghai World Financial Center	440	110		800	870	175	7.2	650
CITIC Tower	360	180	40	760	850	160	6.6	700

Lehetséges, hogy a szilikapor és a pernye nem rontja területét és csökkenti a nagy nyírési sebességhez (pl. szivattyúzhatósághoz) tartozó viszkozitást?

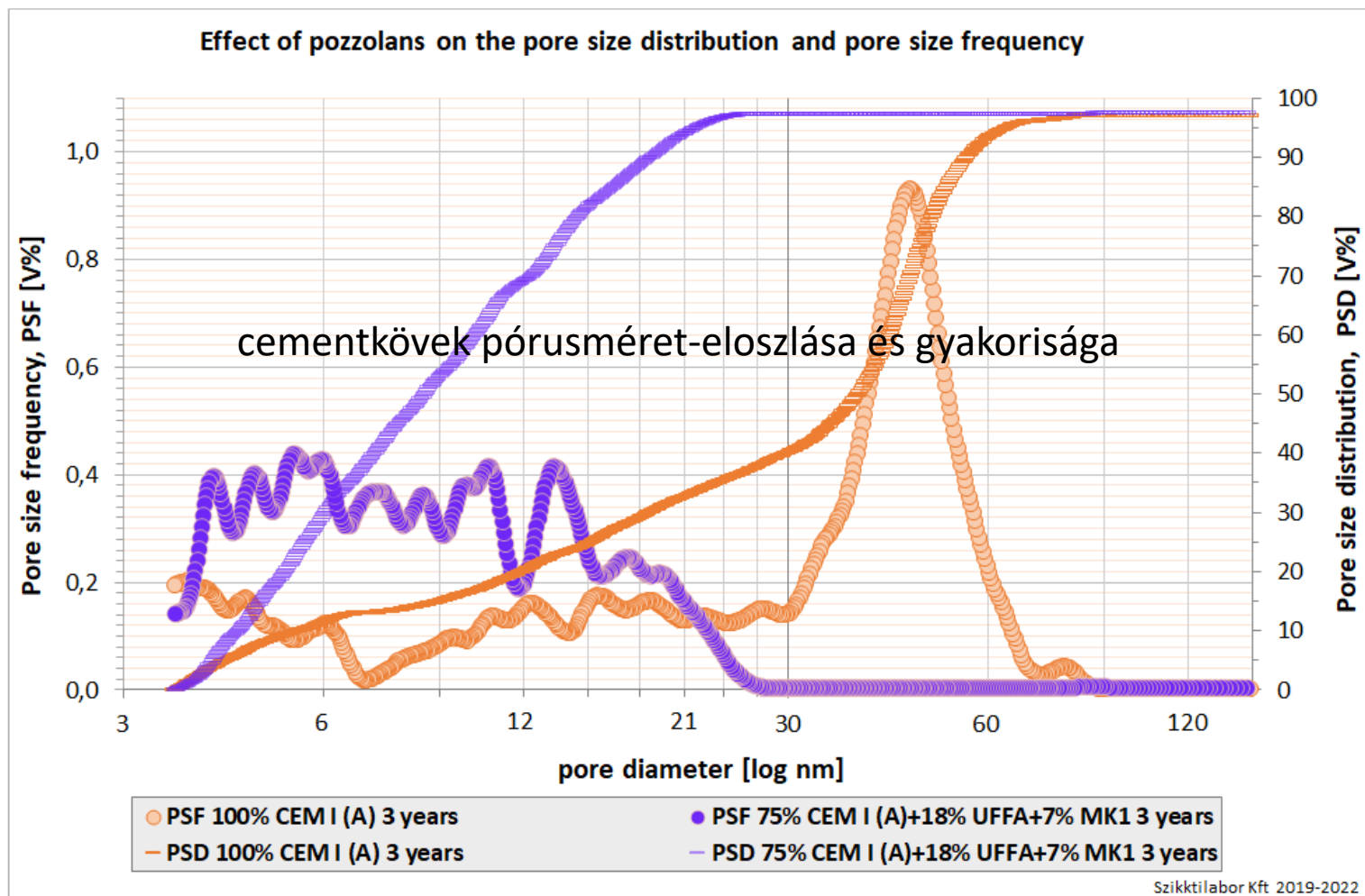
Valószínű, hogy a pépfázis reológiai viselkedése a jó szivattyúzhatóság magyarázata



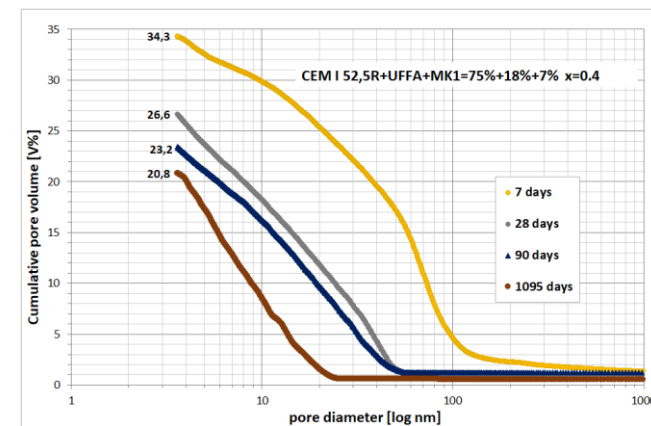
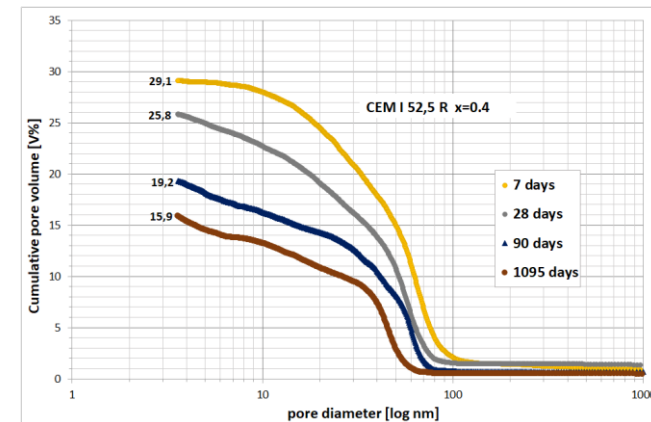
Sziktilabor Kft., 2018

Tehát sokkal jobban segíti a mozgékonyt a célzottan megválasztott kiegészítőanyag, mint a folyósítószer adagolásának növelése

Milyen ezeknek a cementköveknek a szövetszerkezete?



cementkövek porozitása és pórusméret-eloszlása



Szikktilabor Kft., 2018-2022

Tartalom

1. Szakmai kezdet (gipsz, könnyűbeton, esztrich, Tengiz, szakértések, új munkahely)
2. Cementmentes útburkolat
3. Robottechnológiás termékgyártás
4. Öntömörödő, felkeményedő és textilbeton
5. Pépfázis reológiai és szövetszerkezeti jellemzői
6. **Vasbeton szerkezetek tervezési élettartama**

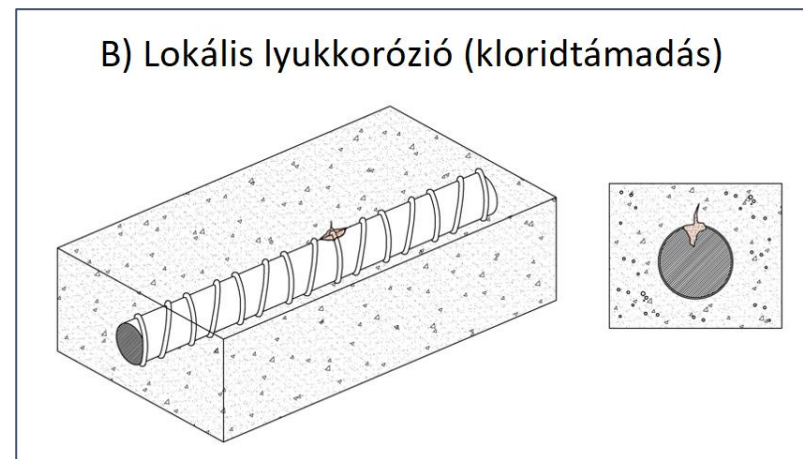
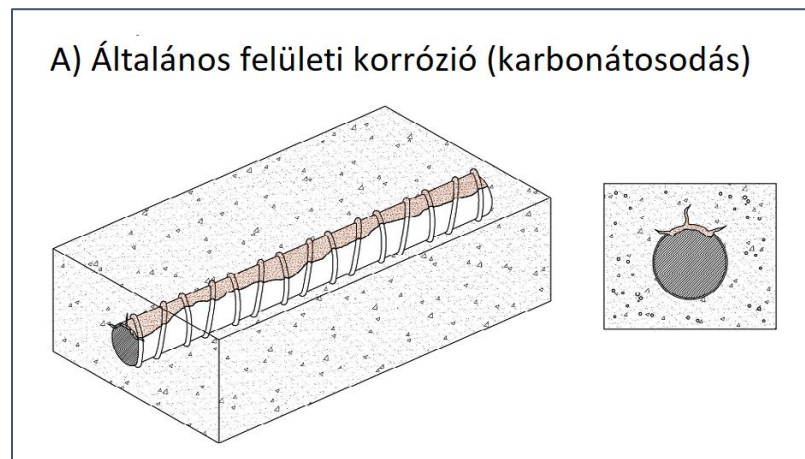
Tervezési élettartam becslése az új EC 2-ben: időfüggő modellekkel

A mérnökök egyetértenek abban, hogy a tervezési és kivitelezési gyakorlatot nem alapozhatjuk 50 vagy 100 éves tapasztalatokra, mivel az utóbbi években az anyagok és a gyakorlat is jelentősen változott.

Mérnökként tehát a **feltételezéseinket extrapolálni kell** rövid- és középtávú tapasztalatok alapján.


Az ilyen extrapolációk elvégzéséhez **időfüggő modellekre van szükség.**

A *fib* és az ISO szervezetek olyan, természeti (fizikai-kémiai) törvényeken alapuló időfüggő modelleket alkottak a környezeti hatásokra (pl. betonok karbonátosodása és kloridok bejutása), amelyek nemzetközi konszenzust értek el.

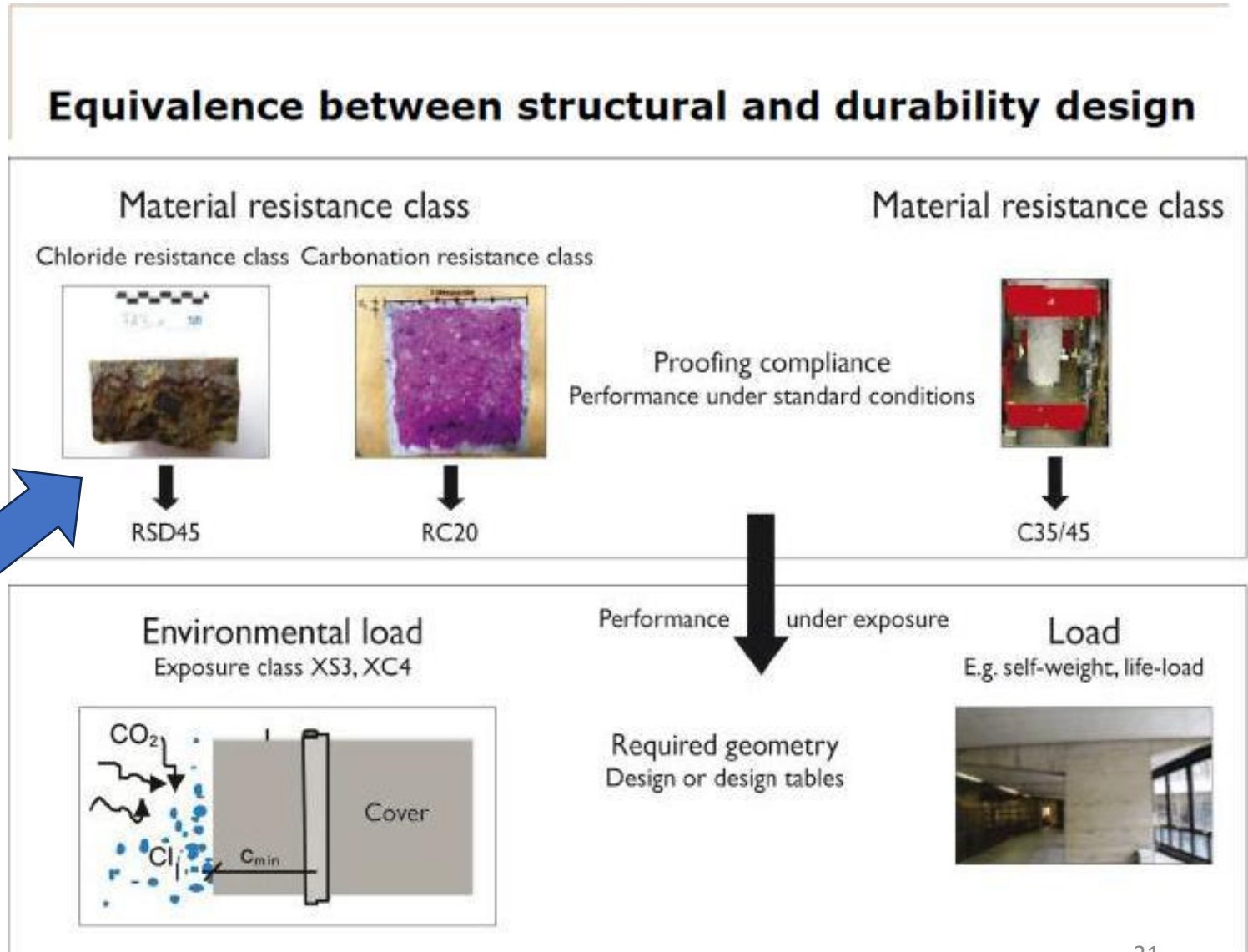


Ezeket a modelleket veszi alapul az új EC 2 és EN 206

Az új EC-2 és EN 206 célja: erőtani és a tartóssági tervezés összhangja


CEN/TC104/SC1/WG1
DRAFT 14 EN 206 -100
EN 206:100 Concrete — Part 100: Exposure resistance class concrete — Specification, conformity criteria and guidance
TC104/SC1/WG1,
231106

A kulcsfontosságú változás:
környezeti ellenállási osztályok bevezetése
/ún. „ERC-konceptió”/



Közös nevező a betonfedés az egyes környezeti *hatásosztályokban* (pl. XC, XD, XS) és környezeti *ellenállási osztályokban* (pl. XRC és XRDS)

Table 6.3 (NDP) — Minimum concrete cover $c_{min,dur}$ for carbon reinforcing steel — Carbonation

ERC	Exposure class (carbonation)							
	XC1		XC2		XC3		XC4	
	Design service life (years)							
	50	100	50	100	50	100	50	100
XRC 0,5	10	10	10	10	10	10	10	10
XRC 1	10	10	10	10	10	15	10	15
XRC 2	10	15	10	15	15	25	15	25
XRC 3	10	15	15	20	20	30	20	30
XRC 4	10	20	15	25	25	35	25	40
XRC 5	15	25	20	30	25	45	30	45
XRC 6	15	25	25	35	35	55	40	55
XRC 7	15	30	25	40	40	60	45	60

XRC 9 XRC classes for resistance against corrosion induced by carbonation are derived from the carbonation depth [mm] (characteristic value 90 % fractile) assumed to be obtained after 50 years under reference conditions (400 ppm CO₂ in a constant 65 %-RH environment and at 20 °C). The designation value of XRC has the dimension of a carbonation rate [mm/√(years)].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least execution class 2 and curing class 2.

NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element $\Delta c_{dur,y}$ considering special requirements (e.g. more extreme environmental conditions).

Table 6.4 (NDP) — Minimum concrete cover $c_{min,dur}$ for carbon reinforcing steel — Chlorides

ERC	Exposure class (chlorides)														
	XS1			XS2			XS3			XD1		XD2		XD3	
	Design service life (years)														
	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100			
XRDS 0,5	20	20	20	30	30	40	20	20	20	30	30	40			
XRDS 1	20	25	25	35	35	45	20	25	25	35	35	45			
XRDS 1,5	25	30	30	40	40	50	25	30	30	40	40	50			
XRDS 2	25	30	35	45	45	55	25	30	35	45	45	55			
XRDS 3	30	35	40	50	55	65	30	35	40	50	55	65			
XRDS 4	30	40	50	60	60	80	30	40	50	60	60	80			
XRDS 5	35	45	60	70	70	—	35	45	60	70	70	—			
XRDS 6	40	50	65	80	—	—	40	50	65	80	—	—			
XRDS 8	45	55	75	—	—	—	45	55	75	—	—	—			
XRDS 10	50	65	80	—	—	—	50	65	80	—	—	—			

XRDS 15
XRDS 25
XRDS 50 XRDS classes for resistance against corrosion induced by chloride ingress are derived from the depth of chlorides penetration [mm] (characteristic value 90 % fractile), corresponding to a reference chlorides concentration (0,5 % by mass of binder (cement + type II additions)), assumed to be obtained after 50 years on one-sided penetration of reference seawater (30 g/l NaCl) at 20 °C. The designation value of XRDS has the dimension of a diffusion coefficient [10^{-13} m²/s].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least execution class 2 and curing class 2.

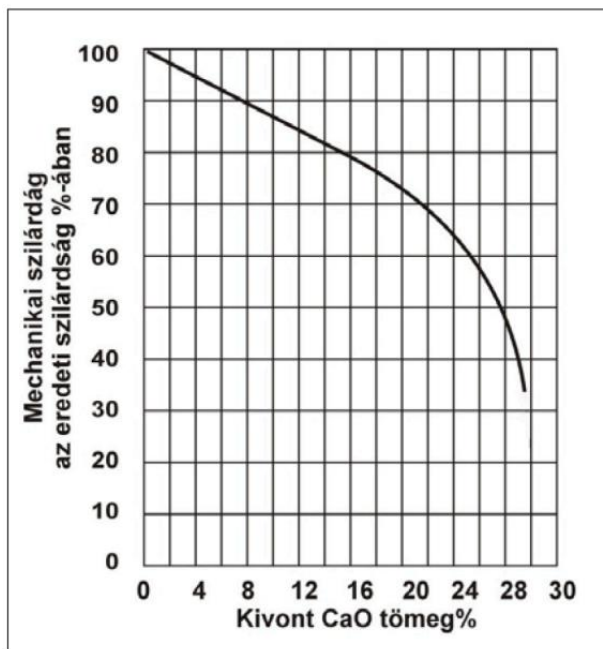
NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element $\Delta c_{dur,y}$ considering special requirements (e.g. more extreme environmental conditions).

Újfajta koncepció: környezeti ellenállási osztályok

Ezek a kloridállósági osztályok megérnek egy „külön misét”

Amit egyelőre még nem tárgyalnak a betonos szabványok

Az újfajta, kis klinkertartalmú cementekkel készülő vasbetonra különösen veszélyes a mészkioldódás



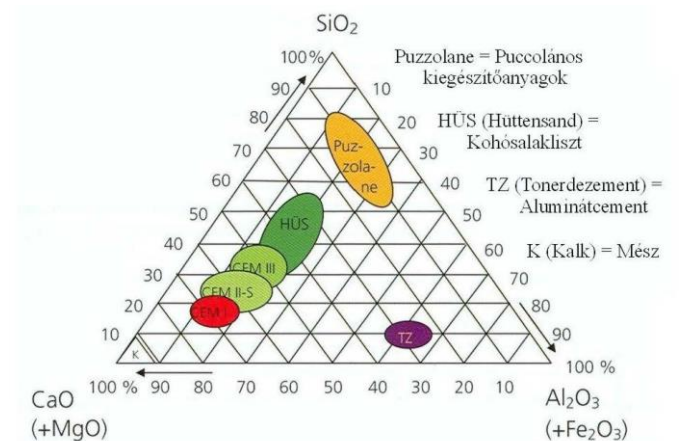
10. ábra: A beton szilárdságcsökkenése portlandcement kilúgozása esetén (Biczók 1956, 1960)



A „kissé” elavult, 2011-es cementszabvány megújításával az újfajta cementek gyártóinak lehetőségük volna a szilárdságon túl a potenciális tartóssági jellemzőket is tanúsítani

Ez azért kellene, mert

- A legtöbb cement esetében törvényszerű, hogy amelyikben sok a reakcióképes CaO, abban kevés a $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ (ilyenek a CEM I portlandcementek), ill. fordítva.
- Minthogy a karbonátosodással szemben a reakcióképes CaO, a kloridbehatolással szemben pedig a $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ eredményes, következik, hogy a CEM I fajták a legjobbak a karbonátosodással szemben, de csekély reakcióképes $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ tartalmuk miatt védtelenek a kloridokkal szemben.
- A „nem tiszta”, hanem „többösszetevős” cementek sokkal nagyobb kloridállóságúak, de a levegőben lévő CO_2 okozta karbonátosodással szemben szinte teljesen védtelenek.
- Többfajta környezeti hatás esetén (pl. karbonátosodás + kloridtámadás) bonyolultabb a jó kötőanyag megválasztása; ezért szükséges, hogy a betonosok információt kapjanak a cementesektől a potenciális tartóssági jellemzőkre. Egy új cementszabvány ebben sokat segíthetne.



Rankin-diagram a legfontosabb cementek és aktív, II. típusú kiegészítőanyagok mezejének feltüntetésével (Röhling et al.: Betonbau I., Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2012)

Köszönöm az előadásra felkérést a fib Magyar Tagozatától!

Köszönöm a PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ kuratóriumának a díjat!

Köszönöm a lehetőséget a munkahelyeimtől, családomtól!

**És köszönöm a díjjal járó
művészi alkotást, a
bronz reliefet!**

