2022. december
XXX. évfolyam VI. szám

szakmai lap

beton

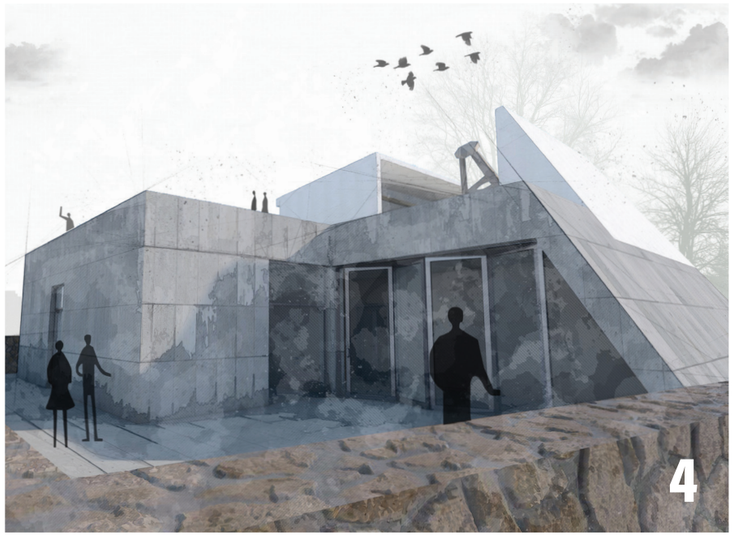
érték generációknak

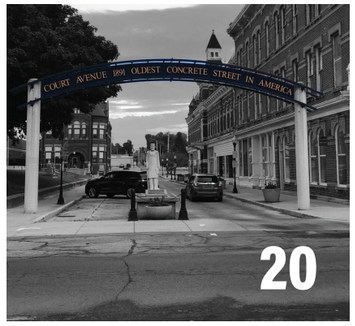
A cementipari kutatások *aktuális kérdései*

Szénszál erősítésű *feszített U-keresztmetszetű tartó fejlesztése*

A beton története *13. rész*

3D **betonnyomtatás**





Tartalom

3 Köszöntő

4 Minden építés alapja 2022 – Díjazott pályamunkák

6 A cementipari kutatások aktuális kérdései

7 Felhívás a Csomay beton villanyoszlop megmentésére

8 Cementtípusok, kiegészítőanyagok és folyósítószerek hatása a cementpépek reológia tulajdonságaira – 1/2. rész

12 Szénszál erősítésű feszített U-keresztmetszetű tartó fejlesztése a Ferrobeton Zrt.-nél

15 Egy újabb lépés a jövő technológiája felé

16 Fa és beton – különleges anyagtársítás a betonbútorokban

17 Díjazták a DDC társadalmi felelősségvállalását

18 SIKA 3D-nyomtatás

20 A beton története XIII. rész

23 Ecocrete, a beton következő generációja

24 A nagyszilárdságú betonkenutól a betontextíliáig

(fotók: a szerzők, SZEnavis, Wikipédia, hu.123rf.com, Beton újság archívum)

beton szakmai lap
érték generációknak

Impresszum

Beton szakmai lap
2022. december

Kiadó, előfizetéssel kapcsolatos információk:
Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség
E-mail: *cembeton@mcsz.hu*
Cím: *H-1034 Budapest, Bécsi út 120.*
Telefon: *+36 30 664 9198*
www.cembeton.hu

Felelős kiadó:
Szarkándi János

Felelős szerkesztő:
Asztalos István
E-mail: *asztalosi@mcsz.hu*
Telefon: *+36 20 943 3620*

Szerkesztőség:
FERLING Kft.
Szerkesztő: *Kis Tünde*
E-mail: *szerkesztoseg@betonujsag.hu*
Telefon: *+36 30 957 8385*

Szerkesztőbizottság:
Vezetője: *Szórád Tamás*
Tagjai: *Asztalos István, Guth Zoltán, Mező Dóra, Pasztva Mercédesz, Rácz Attila, Turbéki Judit, Urbán Ferenc, Wágner Ildikó*

Nyomdai munkák:
Virtuoz Kft.
Felelős vezető: Tolonics Gergely

Nyilvántartási szám:
B/SZI/1618/1992, ISSN 1218-4837

www.betonujsag.hu

Címlapfotó*: Beton újság archívum*

beton

OBSERVER

Köszöntő

Kezdjük az alapoknál...

Kötődésem a betonhoz? Vicces kérdés... Közel 40 éve kezdődött.

Tizenévesen térburkolatot készítettünk szüleinkkel kalákában, helyszínen készült betonból, belevésve a készítés dátumát: 1982.

Tanulmányaimat a Veszprémi Vegyipari Egyetemen végeztem. Ezt követően kerültem a Murexinhez.

Kezdetben alkalmazás-technikusként dolgoztam, és 1993–94-ben tervezőknek, kivitelezőknek roadshow keretében tartottunk szakmai előadásokat betonjavításról, betonszerkezet-felújításról és betonpadlók javítására való epoxi termékekről. Mindezt a cégcsoportunkba tartozó Austrotherm és Baumit cégek szakmai előadóival. Több hídügyi konferencián vettem részt, ahol főleg a régi hidak felújítása volt a téma. Több víztisztító műtárgy felújításának műszaki tanácsadásával foglalkoztam ez időben. Majd jöttek a konzervgyárak és húsfeldolgozó üzemek betonpadló-felújításai, melyek ma már csak emlékek, mivel közülük több, az EU-csatlakozás következtében anyagi forrásokhoz jutva, zöldmezős beruházásaikat végrehajtva a nulláról építették fel modern üzemeiket.

Az anyagokhoz való szoros kapcsolódásom azonban vezetőként is megmaradt. Figyelemmel követem a piaci szereplők, a versenytársak termékfejlesztéseit, követem a trendeket, amennyire ezt az értékesítésben vagy a termékfejlesztésben figyelembe kell venni.

Csodálattal tölt el a MOL-Campus a maga méretével és műszaki megoldásaival. A több ezer köbméter beton, mely beépült az alaptestbe és a szerkezetbe, annak logisztikája és minőségbiztosítása elképesztő mérnöki teljesítmény.

Több ezer négyzetméter aljzatkiegyenlítésre nyertünk megrendelést ezen a munkán, emellett olyan egyedi technológiát tudtunk javasolni, amellyel könnyedén képesek voltak megoldani az egyébként kihívást jelentő feladatokat. Büszkék vagyunk hazai fejlesztésű aljzatkiegyenlítőinkre, mellyel Magyar Termék Nagydíjat is kiérdemeltünk 2017-ben.

Gyártó- és kereskedővállalat vezetőjeként tudom, hogy a képzett kivitelező mellett az építkezés során mindennél fontosabb a minőségi építőanyag. A Murexin Magyarországon Szekszárdon rendelkezik gyártóbázissal, ahol portermékeket gyártunk főleg cement alapon, elsősorban hideg- és melegburkolati segédanyagokat.

Közeledik az év vége, a családdal fogjuk tölteni az utolsó két hetet, kibillenve a munkából.

Feleségem és három gyermekem is várja már ezt az időszakot, mert eltávolodva a tanulmányaiktól ők is kikapcsolódnak és belemerülnek az ünnepek hangulatába. Ezt kívánom Önöknek is!

Kívánok mindenkinek az év végi szám lapozgatásához kellemes időtöltést!

Aztán jön az új év, 2023, kihívásokkal teli! De szilveszterre a jó hangulat megalapozásához fogadják meg javaslatomat: feldobja majd önöket is egy pohár ***BETON****! (Ez esetben* ***Be****cherovka+****Ton****ic, tetszőleges higítással.)*

Czili Aladár
Murexin Kft. ügyvezető igazgató
Magyar Építőkémia és Vakolat Szövetség elnöke

Minden építés alapja 2022 – Díjazott pályamunkák

A 2022-ben hetedik alkalommal kiírt „Minden építés alapja" betonpályázat nyertes pályázói a 2022 októberi Beton Fesztiválon vehették át jutalmukat.

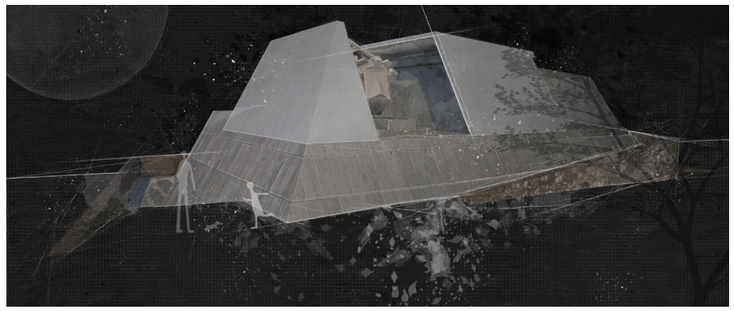
Betonépítés, építészet egyetemi hallgatóknak:

1. helyezett: Horváth Attila – a Pécsi Tudományegyetem hallgatójának Pécsi Obszervatórium c. diplomaterve

„A csillagvizsgáló épülete egy stilizált sziklaként a Mecsekoldalba beékelődve gyönyörű kilátást ad éjszaka a csillagos égboltot fürkészőknek, nappal pedig a kirándulóknak. Az földszinten kapott helyet egy előadó-, pihenő- és kutatótér, a szociális helyiségek, illetve egy nagy kilátóterasz, az emeleten helyeztem el a nagy méretű teleszkópot, a hozzá kapcsolódó vezérlőszobával, és szintén egy kilátóterasszal. A teleszkóptér héjszerkezete mozgatómechanika segítségével sínpályán eltolható a vezérlőszoba blokkja fölé.

Az épület anyaghasználatában a beton dominál. Az épület teljes szerkezete a földszinti mellvéd és a teleszkóptér héjazatától eltekintve látszóbetonból készül. A személyes kötődés mellett a testreszabhatóság miatt döntöttem a beton mellett, az eltérő szintek homlokzatát különböző zsaluzási technikával alakítják ki. A teleszkópkupola a lehető legkisebb súly elérése érdekében szálcementburkolatot kapott. Az épület teljes fal- és födémrendszerében öntömörödő vízzáró betont alkalmaztam, és belső hőszigeteléssel láttam el."

A bizottság értékelése: *Jó helyválasztás: a dombtetőn megjelenő monolitikus sziklatömeg „stilizált kőtömb". Erős előképek és építészeti koncepció: kívül-belül látszóbeton, egy kilátóval kiegészítve. Az obszervatórium homlokzata lényegében az épület tömege, mely mintha kapcsolatot keresne az ősi mezopotámiai toronytemplomokkal, tartalmilag és formailag is. A tömegképzésnek adekvát az anyaghasználat, a választott beton, nagyon szépen hangsúlyozza a beton hagyományos és újonnan felfedezett előnyeit: a kis súlyt, az öntömörödő képességet, a vízzáróságot, az időtállóságot és az esztétikumot.*



1. helyezett: Horváth Attila – Pécsi Tudományegyetem – Pécsi Obszervatórium

2. helyezett: Csepei Ferenc – a Győri Széchenyi István Egyetem hallgatójának Kővágóörsi Kulturális Központ és Művésztelep c. diplomaterve

„Kővágóörs település fejlődését nagyban elősegítené egy olyan épületegyüttes létesítése, mely a közösségi eseményeknek új színteret képes adni és a különböző kulturális, és művészeti rendezvényekkel és beavatkozásokkal segíti azt. Mindehhez képzeltem el egy olyan kulturális központot, amely magában foglal műtermes lakásokat, közösségi házat, alkotóműhelyeket és egy vendéglátó egységet. Egyik legfontosabb elvárás, amit felállítottam az épülettel szemben, hogy a helyi építészetet tisztelve, azok alapvetéseit követve alakuljon.

Kővágóörs nevét a hatalmas sziklákból álló kőtengeréről és annak főként malomkő céljára való bányászásáról és vágásáról kapta. A múltban hévizes források törtek fel, amelyek az enyhén sós vizes homokkal keveredve kemény kőhalmazzá ragasztották össze a fehér kavicsos homokot, ez szinte teljesen megegyezik a betonkészítés folyamatával, és a létrejött anyag fizikai, esztétikai tulajdonságai is hasonlók. A tervezési területen a zöld felületek arányának kell a túlnyomó többséget képviselnie, így a jelenlegi betonburkolatot el kell bontani. A felbontott betonburkolat jól hasznosítható lenne bezúzás után a zúzottkő burkolatok ágyazatának, emellett az épület aljzatbetonja alá is használható lenne."

A bizottság értékelése: *Rendkívül érdekes és alapos munka, szép terv. Erős személyes kötődés a helyhez, a hagyományokhoz, szuper érzékeny terv minden tekintetben (telepítés, tömeg, környezet, funkció, anyaghasználat): egyszerű formák, anyagok, szép a környezetbe illesztés, és mindezt nagyon magas színvonalú megalapozó tanulmány előzte meg. A formai megoldásokon túl a környezethez illeszkedést garantálják az épületekben alkalmazott szerkezetek, anyagok. Végig követi „a beton folyékony kő" alapelvet az előregyártott és félmonolit betonfalú épületek esetében is.*

3. helyezett: Szilágyi Eszter – az Óbudai Egyetem hallgatójának Fauna Australia c. diplomaterve

2. helyezett: Csepei Ferenc – Győri Széchenyi István Egyetem – Kővágóörsi Kulturális Központ és Művésztelep

„Tervemben a meglévő ausztrál állatállománynak kívántam fajspecifikus kifutókomplexumot kialakítani. A pinceszinten az éjszakai állatokat noctoriumban, míg a földszinten a meglévő nagytestű állatokat mutatják be. Az emeleten pedig az állatkertben be nem mutatható fauna-, valamint ausztrál flóra bemutató kiállítótér kap helyet. Az épületszerkezet az ausztrál fennsík sziklaformációit kívánja imitálni, ehhez nyomtatottbeton-technológiát vizionáltam.

A 3D-nyomtatott építési folyamat könnyen ellenőrizhető, biztonságosabb, sokkal pontosabban kivitelezhető egy terv. A munkavégzés hatékonyabb, kevesebb munkaerőt igényel és az épület is hamarabb elkészül. A falak jobb hang- és hőszigetelő-képességgel rendelkeznek, mint a sztenderd falrendszer. A kevesebb munkaerőigény miatt a kivitelezés költsége csökken. A 3D-nyomtatott beton mint technológia az egyszerű vasalt beton szerkezetekhez viszonyítva környezettudatosabb. A 3D-nyomtatáshoz felhasznált anyag tartalmazhat az iparból származó és újrahasznosított anyagokat."

A bizottság értékelése: *Felelős, környezettudatos építészeti hozzáállással a funkcióhoz, a helyszínhez jól megválasztott formálás és építéstechnológia. Szépen taglalja a 3D betonnyomtatás előnyeit, amelyeket egy különleges élettér megalkotásán keresztül mutat be. Mindez nagyon okos és szép, ezért meggyőző tervlapokon bemutatva. Külön értékelendő az innovatív megközelítés, ezért a bírálóbizottság különdíjban is részesíti.*

Anyag, technológia egyetemi hallgatóknak:

1. helyezett: Nagy Csaba – a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatójának Speciális tulajdonságú látszóbeton tervezése c. munkája

„A nagyszilárdságú beton receptúráját úgy terveztük meg, hogy az öntömörödő képességű legyen, ezzel kiküszöbölve a tömörítésből származó esetleges hibákat, valamint lehetővé tettük a bonyolult geometriák készítését is. A nagy szilárdság elérése céljából kiegészítőanyagként metakaolint használtunk, amely növeli a szilárdságot. A kivirágzás csökkentése érdekében olyan cementet választottunk, amelynek alacsony a tiszta portlandcementtartalma, ebből keletkezik a kötés során a kivirágzást okozó kalcium-hidroxid. Ezen felül kiegészítőanyagként ebben az esetben is metakaolint alkalmaztunk, amely a reakciója során fogyasztja a kalcium-hidroxidot, ezzel csökkentve a kivirágzás esélyét."

A bizottság értékelése: *A pályamunka remek méltatása a beton „dicsőségének", a pályázó igyekszik tudatosítani a beton újkeletű erényeit is a hagyományosak mellett. Tükrözi a pályázó komplex szemléletmódját, olyan anyagfejlesztés, amely a minőségi szempontok mellett esztétikai, szilárdsági, tartóssági és gazdaságossági szempontokat egyaránt figyelembe vesz. További előnye, hogy az elképzelés a jelenlegi gyakorlatban is megvalósítható, mivel a szükséges technológia rendelkezésre áll.*

2. helyezett: Miklós Merse – a Pannon Egyetem hallgatójának Szimulált radioizotópok immobilizációjának vizsgálata mikroszilikával aktivált geopolimerekben c. munkája

„A Bátaapátiban található Nemzeti Radioaktívhulladék-tárolóban gondosan megtervezett, több rétegű mérnöki gátrendszer biztosítja a Paksi Atomerőmű működése során keletkező kis- és közepes aktivitású hulladékok elszigetelését a környezettől. Azonban abban az esetben, ha egy ország geológiai sajátosságai nem teszik lehetővé egy hasonló tároló kialakítását, vagy hirtelen keletkezik olyan nagy mennyiségű radioaktív hulladék, amely számára ilyen tároló kialakítása nem lehetséges, akkor biztosítani kell, hogy a felszínen elhelyezett hulladék beágyazóanyaga önmagában képes legyen helyettesíteni egy több rétegű mérnöki gátrendszert. Erre a célra alkalmasak lehetnek a geopolimerek.

Kutatásaim szerint a geopolimerek akár 500-szor jobban képesek megkötni a radioaktív hulladék legjelentősebb komponensét – a céziumot –, mint a hagyományos cement. A geopolimerek előállítása során a masszába a szilíciumtartalom növelése érdekében vízüveget kell keverni, azonban ezzel egyidejűleg nagy mennyiségű vizet is juttatunk a rendszerbe, így a folyékony radioaktív hulladék számára kevesebb „hely" marad. Felmerült az ötlet, hogy egy alternatív szilíciumforrást használjunk: a mikroszilikát."

3. helyezett: Szilágyi Eszter – Óbudai Egyetem - Fauna Australia

A bizottság értékelése: *Rendkívül aktuális téma és nagyszerű anyagtudományi fejlesztés, magas színvonala kiváló alapja lehet egy tudományos munkának. A pályázó alaposan megvizsgálta a kutatás irányvonalát meghatározó kérdésekkel kapcsolatos pro és kontra érveket, realisztikusan kezeli a geopolimerekben és a cementekben rejlő lehetőségeket. Érzékelhető, hogy a pályázó nagy lelkesedéssel van munkája iránt.*

3. helyezett: Erdei Gábor – a Pannon Egyetem hallgatójának Építési betonhulladék újrahasznosítási lehetőségeinek vizsgálata habosított geopolimer alapanyagként c. munkája

„A kísérleti munkám célja egy olyan habosított kötőanyag létrehozása építőipari betonhulladék felhasználásával, amely kedvező hőszigetelő-képességgel és értékelhető nyomószilárdsággal rendelkezik. Az általam feldolgozott irodalmak alapján eddig nem jellemző az építőipari hulladékok habosított geopolimerként történő felhasználása. Egy ilyen építőanyag alkalmazása csökkenti a deponálásra kerülő építési és bontási hulladékok mennyiségét, illetve részben kiváltva a cementet, akár a cementipar által termelt CO_2 mennyiségét is mérsékelheti.

A kísérletek során elvégeztem az alapanyagok minősítését különböző nagy műszeres módszerekkel, illetve kétharmad rész betonhulladékot tartalmazó geopolimer próbatesteket állítottam elő és vizsgáltam azok tulajdonságait. Az optimális paraméterek meghatározását tömör próbatestek készítésével kezdtem, mivel a pórusok jelentős szilárdságcsökkenést okoznak. Ismerve a nyomószilárdság szempontjából legkedvezőbb összetételeket, meghatároztam az optimális habosítási paramétereket is. Az utolsó méréssorozatban előállítottam nagyobb méretű habosított geopolimer próbatesteket is."

A bizottság értékelése: *A pályamunka remekül illeszkedik a jelenlegi betonkutatások irányvonalába, környezetvédelmi és anyagtakarékossági szempontból egyaránt előremutató. Valódi termékfejlesztés, amely nagyon alapos, széleskörű, de célorientált minőségi vizsgálatokon alapszik. Külön értékelendő az innovatív megközelítés, ezért a bírálóbizottság különdíjban is részesíti.*

Gratulálunk a pályázóknak!

A cementipari kutatások aktuális kérdései

PROF. DR. BOROS ANITA INTÉZETIGAZGATÓ, EGYETEMI TANÁR, KÖZPONTVEZETŐ,
MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG ELEMZŐ KÖZPONT
GREENOLOGY ZÖLDINNOVÁCIÓS FENNTARTHATÓSÁGI TUDÁSKÖZPONT

A cementipar dekarbonizációja napjaink egyik legkurrensebb kutatási tématerületeinek egyike. Ha valaki megnézi a Web of Science, a ScinceDirect vagy a Scopus adatbázisait, egyértelműen látható, hogy az elmúlt néhány évben drasztikusan megnövekedett az olyan tanulmányok száma, amelyek a cementipar különböző zöldgazdasági aspektusait vizsgálják. 2023-ra már közel száz tudományos publikációt fogadtak be a legmagasabb szintű nemzetközi szaklapok, kifejezetten a cementipar klímasemlegességgel összefüggő átalakításával, fejlesztésével összefüggő témakörökben.

Ezek a kutatások meglehetősen széles spektrumot ölelnek fel: szinte mindegyik szakirodalmi forrás kiindulópontja, hogy a betongyártás az infrastrukturális elemek szükségességére figyelemmel egy olyan építőipari alapanyag, amely jelentős mennyiségben alkalmazott szerte a világon. Egyes szerzők szerint a globális cementtermelés 2019-ben 4,2 Gt volt, amelynek 57,7%-át Kínában gyártották, és csak 8%-át az EU-ban. Különösen Németország az európai termelési vezető évi 27 millió tonnával.

A cement a beton kötőanyaga, és a cementgyártás globális lábnyoma tükrözi annak attraktivitását is. A cement a víz után a második legtöbbet fogyasztott anyag, amelynek nagy keresletét elősegíti az alacsony költsége és a bőséges ásványi anyagokra való támaszkodás. A cementipar nagy energiaigénye elsősorban a nyersanyagok előkezelésével (kőzetgyűjtés, őrlés, keverés és homogenizálás) kapcsolatos. Emellett a cementágazatot régóta a fosszilis CO_2-kibocsátás jelentős forrásaként azonosította a tudományos közélet, így az éghajlatváltozás mérséklése érdekében kulcsfontosságú ágazat a dekarbonizáció szempontjából.

Ennek köszönhetően a cementipari szakirodalmi kutatások egy jelentős része az iparág környezetterhelésének csökkentése irányába mozdult el az elmúlt években. Az alábbiakban összegyűjtöttük azokat a kutatási irányokat, amelyek a betongyártás és a cementipar zöld átállása tekintetében az elmúlt néhány év kurrens tématerületei közé sorolhatók.

A szakirodalomban megjelenő cementipari dekarbonizációs stratégiák számos szempont szerint csoportosíthatók. Általános jelleggel feloszthatók a cement- és betongyártás, valamint -használat szakaszaira, amelyek magukban foglalják a klinkergyártást, a cementgyártást, a betongyártást és -elhelyezést, valamint a betonhasználatot. Ide sorolható például a 3D Concrete Printing (3DCP) technológia, amely egy portálnyomtatót vagy robotkaros nyomtatót használó automatizált additív gyártási technika. Ezzel a megoldással lehetséges az egymást követő betonrétegek egymásra nyomtatása, korlátlan geometriai konfigurációt biztosítva a nyomtatott elemekhez vagy falakhoz.

A tudományos kutatások egy másik vertikuma a cementszintű kibocsátások csökkentésére szolgáló megoldások felmérése, amelyek elsősorban az anyaghatékonyságon vagy valamilyen összetevő cseréjén alapulnak. Például a klinkertartalom csökkentése vagy olyan alternatív kötőanyagok használata, amelyek alacsonyabb ÜHG-kibocsátást vagy lúggal aktivált anyagokat eredményeznek. Egyes kutatások kiemelik az építőipar területén a geopolimert (úgynevezett lúggal aktivált beton) mint zöld cementkötésű kötőanyag jelentőségét, amelynek rendkívüli mechanikai és fizikai jellemzőket tulajdonítanak, nagy termikus és kémiai stabilitás biztosítása mellett zord környezeti körülmények között is.

Az ilyen zöldbeton koncepciók, amelyek a cement részleges vagy teljes helyettesítését vázolják különféle anyagokkal, vagy más anyagok gyártási folyamatának melléktermékei vagy újrahasznosított hulladékok, egyre attraktívabbak a tudományos kutatók számára.

A stratégiák egy harmadik része az egyes szerkezeti elemeket érintő intézkedéseket vizsgálják, így például vizsgálják a beton szilárdulási szakaszában használható technológiákat, vagy éppen a beton és cement csökkentett anyagfelhasználási lehetőségeit a hatékony tervezés, az intenzívebb használat, az élettartam meghosszabbítása, valamint az anyagok újrahasznosítása, esetleg a moduláris tervezés és építés révén. Szintén ebbe a körbe sorolhatók azok a kutatások, amelyek a beton cementtartalmának, valamint a cementpép klinkertartalmának csökkentését vizsgálják. Emellett például a cementalapú anyagok nanoméretű szerkezetének jellemzésében és a számítástechnikai anyagtudományban elért fejlődés is ígéretes a beton szerkezetének jobb megértéséhez és megtervezéséhez, valamint a beton teljesítményének és tartósságának javításához.

Végezetül a szerzők egy jelentős része foglalkozik a beton életciklusának végén végzett intézkedésekkel a természetes rekarbonizációs folyamat fokozása érdekében. Ennek keretében számos tudományos kutatás vizsgálja az elhasználódott anyagok összezúzási technológiáit, a rebeton beépíthetőségének kérdéseit. Ebben a körben jó néhány olyan szakirodalmi forrással is találkozhatunk, amely arra keresi a választ, milyen adalékanyagok használhatók fel a beton gyártása során. Ilyenek például a szálerősítésű polimerek, a vegyes műanyaghulladék, a mezőgazdasági hulladék, a különböző csonthéjasok őrleménye, a pernye, az üvegpor, a biomassza bioszénné valorizálása, a Ferrock (vaspor 60%, pernye 20%, metakaolin 12% és mészkő 8%) vagy éppen a gumi. Az adalékanyagok alkalmazása kapcsán az újrahasznosított anyag életciklusa szempontjából számos előnyös tulajdonságra rávilágítottak a kutatók, azonban még mindig több nyitott kérdés merül fel azzal kapcsolatban, hogy a visszaforgatott anyag betonba foglalása hogyan befolyásolhatja a különböző végfelhasználási lehetőségek életképességét.

Természetesen a felsorolásunk nem teljeskörű, hiszen számtalan egyéb olyan kutatási irány is kirajzolódik, amelyek a betongyártás körforgásos gazdasági, fenntarthatósági, építésgazdasági, anyagtudományi vagy egyéb műszaki paraméterek mentén támogatja az ágazat továbbfejlesztését.

Forrás:

Monteiro, P. J., Miller, S. A., & Horvath, A. (2017). Towards sustainable concrete. Nature materials, 16 (7), 698–699.

Cao, Z., Masanet, E., Tiwari, A., & Akolawala, S. (2021). Decarbonizing Concrete: Deep decarbonization pathways for the cement and concrete cycle in the United States, India, and China. Industrial Sustainability Analysis Laboratory, Northwestern University, Evanston, IL.

Miller, S. A., Habert, G., Myers, R. J., & Harvey, J. T. (2021). Achieving net zero greenhouse gas emissions in the cement industry via value chain mitigation strategies. One Earth, 4 (10), 1398–1411.

Marsh, A. T., Velenturf, A. P., & Bernal, S. A. (2022). Circular Economy strategies for concrete: Implementation and integration. Journal of Cleaner Production, 132486.

Saikia, N., & De Brito, J. (2012). Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: A review. Construction and Building Materials, 34, 385–401.

John, V. M., Damineli, B. L., Quattrone, M., & Pileggi, R. G. (2018). Fillers in cementitious materials—Experience, recent advances and future potential. Cement and Concrete Research, 114, 65–78.

Zhang, J., Wang, J., Dong, S., Yu, X., & Han, B. (2019). A review of the current progress and application of 3D printed concrete. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 125, 105533.

Vijayan, D. S., Arvindan, S., & Janarthanan, T. S. (2020). Evaluation of ferrock: A greener substitute to cement. Materials Today: Proceedings, 22, 781–787.

Hamdane, H., Tamraoui, Y., Mansouri, S., Oumam, M., Bouih, A., El Ghailassi, T., ... & Hannache, H. (2021). Statistical modeling of geopolymers from dual-alkali activation of un-calcined phosphate sludge and their potential applications as sustainable coating materials. Journal of Cleaner Production, 283, 125421.

Dahlan, A. S. (2021). Impact of nanotechnology on high performance cement and concrete. Journal of Molecular Structure, 1223, 128896.

(fotó: Beton újság)

Felhívás a Csomay beton villanyoszlop megmentésére

Ahogy arról a Beton újság egy korábbi számában már hírt adtunk, a Csomay betonüzem – sok más egyéb létesítmény mellett – egy különleges, egyedülálló vasbeton villanyoszlop gyártást honosította meg az 1900-as évek elején. A szabadalom a francia Bourgeat nevéhez fűződik. A megoldás alapjában véve nagyon egyszerű: egy hosszú, egyenes, alkalmas méretű fenyő fatörzsre szegekkel ráerősítik a beton vasalását, majd ezt a szerkezetet körülveszik a külső, hengeres zsaluzattal, és a hézagot kiöntik betonnal.

Csomay Kálmán veszprémi építőmester az 1900-as párizsi világkiállításon találkozott a Bourget-szabadalom alapján készülő villanyoszlopokkal, ez alapján honosította meg a gyártásukat a veszprémi közvilágítás szolgálatára. Közel 100 év után ezeket elbontották, a időközbeni területi átrendeződések miatt, csupán egy, egészben és egy töredékesen fennmaradt oszlop áll még mementóként a veszprémi egyetem telkén.

Az oszlop megmentésére a Veszprém Megyei Mérnöki Kamara indított akciót, elkészítették és engedélyeztették a terveket, költségvetést állítottak össze.

Bővebben a Veszprém Megyei Mérnök Kamara oldalán olvashatnak a felhívásról! *http://www.vmmernokikamara.hu/a-csomay-oszlop-megmentese*

(fotó: Beton újság)

CEMENTTÍPUSOK, KIEGÉSZÍTŐANYAGOK ÉS FOLYÓSÍTÓSZEREK HATÁSA A CEMENTPÉPEK REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAIRA – 1/2. RÉSZ

SPRÁNITZ FERENC BETONTECHNOLÓGUS SZAKMÉRNÖK
LACZKÓ LÁSZLÓ SZIKKTI LABOR KFT.
WOJNÁROVITSNÉ HRAPKA ILONA SZIKKTI LABOR KFT.

Cementpépek folyási sebessége

A **2. ábra** szerint az *x=0,6* víz–cement tényezőjű, azaz $V_{por}/V_{pép}$=34–36% szárazanyag-tartalmú pépek folyási sebessége v=5–9 cm³/s közötti tartományban volt. Az ilyen folyási sebességű és *x=0,45* víz–cement tényezőjű pépeknél ($V_{por}/V_{pép}$=41–42,4% szárazanyag-tartalom) már gyakori volt a vérzés. Az *x=0,35* értékénél ($V_{por}/V_{pép}$=47,2–48,6% szárazanyag-tartalom) az 5–6 cm³/s folyási sebesség már csak egyes pépösszetételekkel volt elérhető.

A **3-4. ábrák** a pépek folyási sebességét szemléltetik x=0,45 és x=0,35 értéknél, négy cementfajta, két különböző koncentrációban adagolt F1 és F2 folyósítószer felhasználása esetén.

Az x=0,45 víz–cement tényezőnél a négyféle cementfajtából csak a CEM I 42,5 R nem mutatott vérzést az F1 folyósítószer 0,4%-os adagolása mellett. A megnövelt folyósítószer-adagolással (0,6%) azonban már az összes cementpépnél vérzésnek mutatkozott (*3-4. ábrák*). Az F2 folyósítószerrel készített pépek folyási sebessége a legtöbb esetben kisebb volt, mint az F1 folyósítószerrel készített pépeké, és egyetlen esetben sem eredményezett vérzést (*3-4. ábrák*).

A három vizsgált CEM I cementfajta folyási sebessége nagyobb volt a CEM II/A-S cementhez képest az x=0,45 víz-cement tényező és a folyósítószerek (0,4% és 0,6%) adagolása mellett is.

A vérzésmentesen elért legnagyobb folyási sebességű pép (10,0 cm³/s) a CEM I 52,5R cementfajtával és 0,6% F2 adalékszerrel készült.

A 3-4. ábrák alapján megállapítható, hogy az x=0,45 víz–cement tényező mellett mind a négy cementfajta alkalmassá tehető a kellően gyors folyásra, de a kétféle folyósítószerből azért **célszerűbb az F2 alkalmazása**, mert ezzel a vérzésmentesség nagy biztonsággal elérhető.

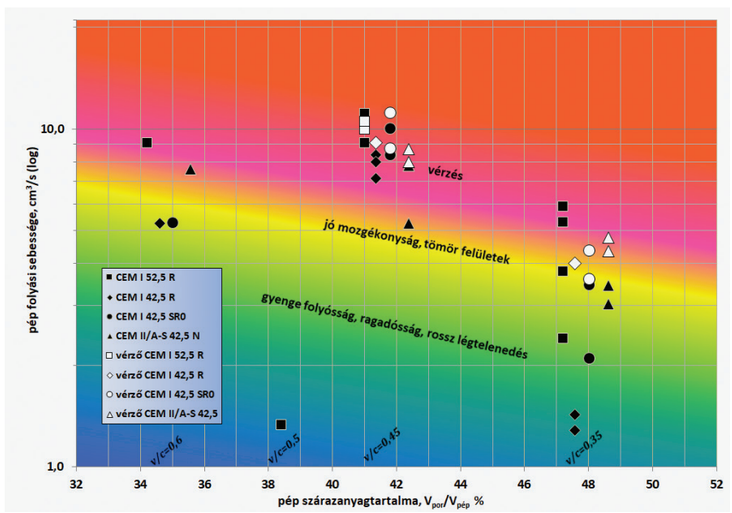
A víz–cement tényező x=0,35 értékre való csökkentése erőteljesen lassította valamennyi pép folyási sebességét. A kisebb mértékű folyósítószer-adagolás (0,4% F2) a CEM II/A-S cementpép folyási sebességét a legkisebb mértékben csökkentette (a *3. ábra* szerint 5,3 cm³/s-ról 3,0 cm³/s-ra tehát kb. 45%-os a csökkenés).

A CEM I 42,5 R esetében volt legnagyobb mértékű a folyási sebesség csökkenése: az F1 folyósítószerrel 8,3 cm³/s-ról 1,4 cm³/s-ra, az F2 folyósítószer esetében pedig 7,1 cm³/s-ról 0,7 cm³/s-ra csökkent. Tehát a csökkenés mértéke kb. 83–90% (*3. ábra*).

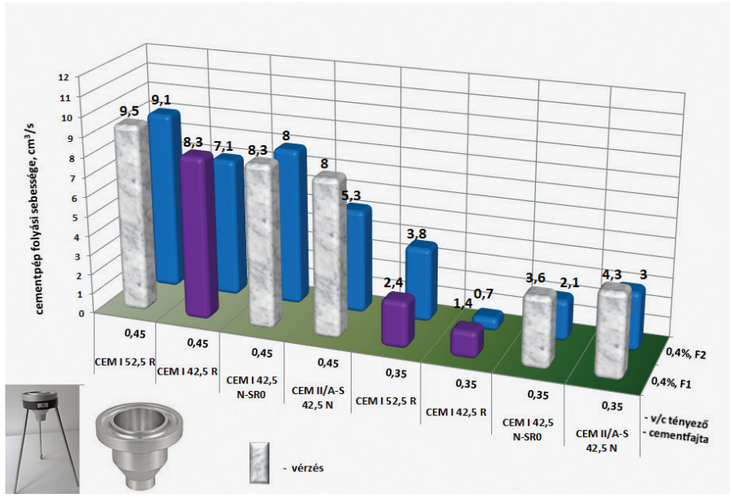
A víz–cement tényező x=0,35 értéke és az F1 folyósítószer kisebb adagolása mellett a CEM I 52,5 R cementpépnél vérzés nem tapasztalható, de a folyási sebességek csökkenése miatt célszerűnek mutatkozott a folyósítószerek mennyiségének növelése.

A megnövekedett folyási sebességet a **4. ábra** szemlélteti. A CEM I 52,5 R cement és az F1 esetében (5,9 cm³/s) már meg is haladta a jó bedolgozhatóság becsült alsó határértékét (5 cm³/s). *A másik három cementfajtával készült pép a kis folyási sebesség ellenére is vérzést mutatott az „erősebbnek" tűnő F1 folyósítószerrel.* Az F2 folyósítószer megnövelt adagolása mellett egyetlen esetben sem mutatkozott vérzés, de a folyási sebességek is kisebbek voltak (1,3–5,3 cm³/s a 4. ábrán).

A 3-4. ábra **alapján az x=0,35 víz-cement tényező mellett leginkább a CEM I 52,5 R cement és az F1 folyósítószer bizonyult hatékonynak a folyási sebesség gyorsításához.** A 4. ábra jelzi, hogy e folyósítószer adagolásának növelésével elérhető nagyobb folyási sebesség a másik három cementtípusnál már a pépek vérzéséhez vezetett.



2. ábra: Mozgékony pépek folyási sebessége és a betonkeverék ebből becsült viselkedése



3. ábra: Cementpépek folyási sebessége és vérzési hajlama v/c=0,35; 0,45 és 0,4 m% F1 és F2 folyósítószer adagolása mellett

4. ábra: Cementpépek folyási sebessége és vérzési hajlama v/c=0,35; 0,45 és 0,6 m% (megnövelt) F1 és F2 folyósítószer adagolása mellett

A **pépek terülési és folyási vizsgálatai** viszonylag egyszerűen és gyorsan elvégezhetők. Ezek eredményei együttesen már **jó támpontot nyújthatnak** a csökkentett víz–cement tényezőjű (x≈0,35–0,45), mozgékony, vérzésmentes transzportbetonok pépfázis összetételének tervezéséhez. *A pépek dinamikai viszkozitását is célszerű vizsgálni* a betonösszetétel optimalizálásához a csökkentett víz–cement tényezőjű (x≈0,35–0,45) szivattyúzható, valamint a nagyobb tömörséget és *„zöld állékonyságot"* megcélzó pl. *„Dry Cast Concrete" technológiáknál, továbbá a 3D nyomtatású betonok esetében.*

Viszkozitás és v/c tényező

A cementpépek viszkozitásmérése (pl. Brookfield R/S reométerrel, *1. kép*) összevetve a terüléssel és folyási sebességgel további információkat nyújthat egy adott feladathoz leginkább alkalmas cementfajta, illetve kiegészítőanyagok és folyósítószerek minőségi és mennyiségi jellemzőinek megválasztásához.

Az **5. ábra** szerint *a pép szárazanyag-tartalmának növelésével, azaz a víz–cement tényező csökkenésével arányosan megnő a folyósítószermentes cementpépek viszkozitása a kis és a nagy nyírási sebességeknél egyaránt* (50 s^{-1}, ill. 1000 s^{-1}).

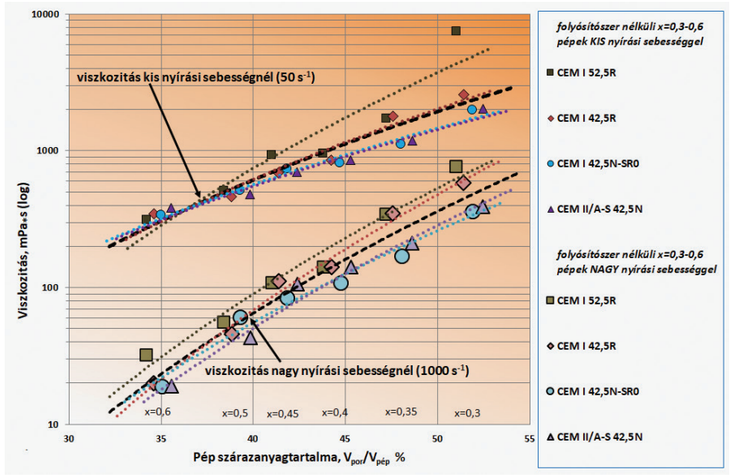
Az 5. ábrán megfigyelhető, hogy a víz–cement tényező viszonylag széles tartományában (x=0,3–0,6) a *viszkozitás legkisebb értéke a CEM I 42,5 N-SR0 és a CEM II/A-S 42,5 N jelű folyósítószermentes cementpépekre jellemző* mind a nagy, mind pedig a kis nyírási sebességeknél (lásd kék és lila pontozott vonalakat az 5. ábrán). Ez a tendencia igen előnyös a transzportbetonoknál.

1. kép: Brookfield R/S reométer

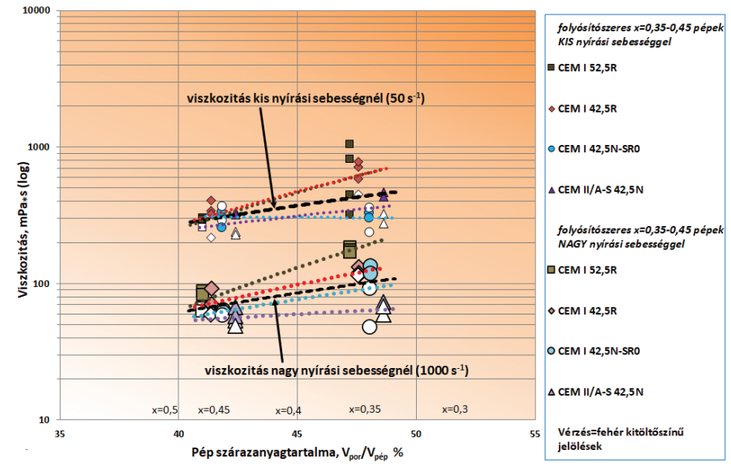
Az 5. ábrán szereplő cementfajtákból a *CEM I 52,5R esetén figyelhető meg a viszkozitás legnagyobb mértékű növekedése*; a legkisebb növekedést pedig a CEM I 42,5N-SR0 és a CEM II/A-S 42,5N mutatta. A nagy nyírási sebességhez tartozó hatványfüggvények közel azonos meredeksége jelzi, hogy a folyósítószermentes pépek viszkozitása a cementfajtától függetlenül közel azonos mértékben változik a víz-cement tényező függvényében. Ezzel szemben a kis nyírási sebességhez tartozó viszkozitás jóval kisebb mértékben nő a CEM I 42,5 N-SR0 és CEM II/A-S 42,5 N cementek csökkenő víz–cement tényezőjű pépjeinél. A cementfajták közül a legnagyobb fajlagos felületű volt a CEM I 52,5 R, míg legkisebb a CEM II/A-S 42,5 N (*lásd cikksorozat első részében az 1. táblázatot*).

Tehát mind a kémiai-ásványi összetétel (pl. C_3A-tartalomtól való mentesség), mind pedig a cement fajlagos felülete jelentős hatással van a pép kis nyírási sebességhez tartozó viszkozitására. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kisebb fajlagos felületű vagy a C_3A-mentes cementfajtákkal készített mixerbetonok esetében az építéshelyszínre való szállítás során *megengedhető a mixergépkocsi dobjának túlzottan kis fordulata. E. Wallevik* vizsgálatai szerint [26] törvényszerű, hogy túl kis dobfordulat esetén a dobtöltet növekedésével hatványozottan *csökken a betonterülés, mert kis nyírási sebességnél – bármely cementfajta esetében – megnő a cementpép, s ezáltal a betonkeverék folyási határfeszültsége.*

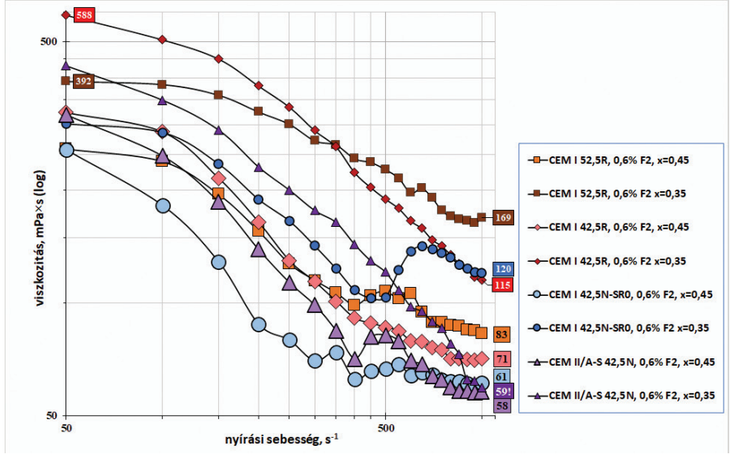
Az előregyártásban szokásos *„Dry Cast Concrete" technológiákhoz előnyösebb a CEM I 42,5 R és CEM I 52,5 R* használata, mint a CEM I 42,5 N-SR0 és a CEM II/A-S 42,5 N. Mivel ilyen technológiáknál szokásos kis víz–cement tényezőnél (x≈0,35) szükséges *„zöld állékonyság"* nagyobb mértéke várható



5. ábra: Folyósítószermentes cementpépek szárazanyagtartalma (v/c) és viszkozitása kis és nagy nyírási sebesség esetén



6. ábra: Folyósítószeres cementpépek szárazanyag-tartalma (v/c) és viszkozitása kis és nagy nyírási sebesség esetén



7. ábra: Folyósítószeres cementpépek viszkozitása és nyírási sebessége

a cementpépen mért kis nyírási sebességhez tartozó nagyobb pépviszkozitás miatt. Előnyösebbnek tekintettük a kb. 1.800 mPa*s-ot, (lásd 5. ábrán az x=0,35-höz tartozó fölső görbesorban a sötétbarna négyzet és piros rombusz jelölést) mint a kb. 1.050 mPa*s-ot (lásd ugyanezen görbesorozatban a világoskék kör és lila háromszög jelölést).

A folyósítószerekkel vízcsökkentett cementpépek viszkozitását a szárazanyag-tartalom függvényében a **6. ábra** szemlélteti.

Ez alapján a víz–cement tényező csökkenésével a folyósítószeres cementpépek viszkozitása mind a kis, mind a nagy nyírási sebességeknél (50 s^{-1}, ill. 1000 s^{-1}) növekszik, de a görbék meredeksége jóval kisebb, mint a folyósítószermentes pépeké.

A folyósítószermentes pépekhez hasonlóan *ugyanaz a két cementfajta (CEM I 42,5 N-SR0 és a CEM II/A-S 42,5 N) mutatta a legkisebb mértékű viszkozitás-növekedést* (a nagy és a kis nyírási sebességeknél egyaránt) a víz–cement tényező csökkenésének függvényében. Ugyanakkor ezek a cementek bizonyultak a vérzésre leginkább hajlamosnak (lásd fehér jelöléseket a 6. ábrán).

A $V_{por}/V_{pép}$=41–48,6% szárazanyag-tartalmú, folyósítószerrel vízcsökkentett pépek (32 db) közül 11 esetében mutatkozott vérzés.

Azokra a cementpépekre jellemző a legkisebb vérzési hajlam, melyek viszkozitása a szárazanyagtartalommal nagyobb mértékben nő. (pl. CEM I 52,5 R).

Az 5-6. ábrák átlaggörbéiből (vastagított, szaggatott fekete vonalak) megfigyelhető az is, hogy *a vizsgált folyósítószerek különösen hatékonyan csökkentik* az x=0,45–0,35 víz–cement tényezőjű pépek *viszkozitását a kis nyírási sebesség mellett*; abszolút értéket tekintve *100%-ról kb. 40%-ra, ami a transzportbetonokhoz előnyös, a „Dry Cast Concrete" módszerekhez viszont hátrányos.* A nagy nyírási sebesség mellett a viszkozitás kisebb mértékű csökkenése (abszolút értéket tekintve 100%-ról ~80%-ra) figyelhető meg.

A nagy nyírási sebességhez tartozó viszkozitások nagy szórást mutattak a folyósítószeres x=0,35 víz–cement tényezőjű pépeknél (ld. *6. ábra* alsó görbeseregét). Ez azt jelzi, hogy – a nagy szórást mutató eredmények mellett is – **van lehetőség a nagy szárazanyag-tartalmú pépek** ($V_{por}/V_{pép}$≈50%, azaz x≈0,35) **viszkozitásának hatékony csökkentésére.**

Ilyen szempontból a **transzportbetonokhoz általában kedvezőbb a CEM II/A-S 42,5 N fajta, mint a CEM I**, mert a szárazanyag-tartalom növekedésével **ennek nőtt legkevésbé a viszkozitása** (lásd 6. ábra legalsó lila színű pontozott vonalát).

A *„Dry Cast Concrete"* technológiákhoz illeszkedő *kétféle, vizsgált CEM I R fajtájú cementből akkor lehet előnyösebb a CEM I 42,5 R*, ha a betonkeverék technológia-specifikus tömöríthetősége folyósítószert is igényel.

A **7. ábra** a cementpép szárazanyag-tartalmától függő dinamikai viszkozitás általános tendenciáit mutató 6. ábra adatait részletezi az F2 folyósítószer nagyobb adagolásánál (0,6%) a különböző nyírási sebességek esetén. A nagyobb méretű jelölők az x=0,45, a kisebbek az x=0,35 pépekre vonatkoznak.

A 7. ábrán látható, hogy *x=0,35-nél a CEM I 42,5R* kis/nagy nyírási sebességhez tartozó viszkozitása 115/588 mPa*s (piros színű kis rombusszal és adattal jelölve), ami az egyes *„Dry Cast Concrete"* technológiákkal gyártott betontermékek *jobb vibrálhatóságát és nagyobb „zöld állékonyságát"* eredményezheti pl. a CEM I 52,5R fajtához képest (lásd a 7. ábrán barna, kis négyzettel jelölt 169/392 mPa*s viszkozitási adatokat).

A 7. ábrán lila háromszöggel jelölt CEM II/A-S 42,5N cement a nagy nyírási sebességnél mind az x=0,35; mind pedig az x=0,45 víz-cement tényezőnél szinte azonos viszkozitást mutatott (58 és 59 mPa*s). **A CEM II/A-S viszkozitása** (59 mPa*s) nagy nyírási sebesség és **x=0,35 esetén fele vagy még kisebb volt, mint a többi vizsgált cementpépé** (lásd 7. ábra jobb oldalán a kis lila háromszög és az egyéb színű kis rombusz, kör és négyzet alakú jelölők értékeit alulról fölfelé haladva: 59, 115, 120 és 169 mPa*s).

E cementfajta tehát nemcsak a mixergépkocsikkal építéshelyszínre szállított frissbeton-tulajdonságok – csökkenő víz–cement tényező esetén csak kissé növekvő viszkozitás –, hanem pl. a szilárd beton kisebb kloridáteresztése miatt is kedvező.

Ezek a viszkozitásmérési tapasztalatok megegyeznek *Opoczky Ludmilla* és *Gável Viktória* következtetéseivel [27], miszerint azok a cementkiegészítő anyagok tekinthetők értékesebbnek, melyek a megközelítőleg azonos hidraulikus, ill. puccolános aktivitás mellett a legkisebb mértékben növelik (esetleg csökkentik) a cement vízigényét.

(*ábrák, kép: a szerzők; a cikksorozatban az ábrák és szakirodalmi hivatkozások számozása folyamatos*)

Következő számunkban folytatjuk.

SZABVÁNYFIGYELŐ

2022. október

Szabványok magyar nyelvű változatának megjelenése

MSZ EN 12390-1:2021
A megszilárdult beton vizsgálata. 1. rész: A próbatestek és sablonok alak-, méret- és egyéb követelményei

Új európai szabványkiadványok

EN 17610:2022
Building hardware. Environmental product declarations. Product category rules complementary to EN 15804 for building hardware

2022. november

Nemzeti szabványok közzététele

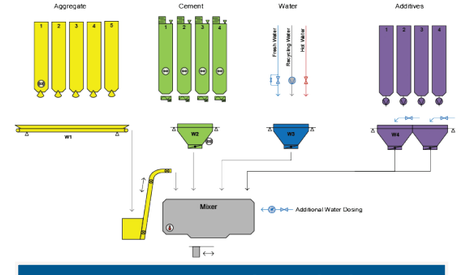
MSZ EN 16908:2017+A1:2022
Cement és építési mész. Környezetvédelmi terméknyilatkozat. A termékkategóriára vonatkozó kiegészítő szabályok az EN 15804 szabványhoz

Szabványok magyar nyelvű változatának megjelenése

MSZ EN 1015-9:2022
Falszerkezeti habarcsok vizsgálati módszerei. 9. rész: A friss habarcs bedolgozhatósági és korrigálhatósági idejének meghatározása

F·A·C·T
Fejes – Atillás Concrete Technologies

Betongyárak, beton- és vasbetontermék-gyártó gépek és technológiák, feszítő-berendezések, betonacél megmunkáló gépek, kompresszorok, alkatrészek, részegységek forgalmazása.



DORNER BETONTGYÁRI VEZÉRLÉSEK

FACT-Plus Kft. **postacím:** 1046 Budapest, Vadgesztenye u. 6/A • **telefon:** +36 (30) 451-4670
e-mail: fejes.istvan@fact-plus.hu • **web:** www.fact-plus.hu

Szénszál erősítésű feszített U-keresztmetszetű tartó fejlesztése a Ferrobeton Zrt.-nél

KARDOS GÁBOR FERROBETON ZRT.
PETŐ LÁSZLÓ FERROBETON ZRT.
DUBROVSZKY GÁBOR MEGBÍZOTT SZAKÉRTŐ, FERROBETON ZRT.
DR. BALÁZS L. GYÖRGY BME ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MAGASÉPÍTÉS TANSZÉK
DR. SÓLYOM SÁNDOR BME ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MAGASÉPÍTÉS TANSZÉK

Olyan feszített tartók fejlesztését tűzték ki célul a 2018-1.3.1-VKE-2018-00003 azonosítójú *„Korszerű betonelemek anyagtudományi fejlesztése”* című kutatási projekt keretén belül a konzorciumi tagok – Uvaterv Zrt., BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék és Ferrobeton Zrt. –, amelyek önsúlya és tartóssága (pl. korrózióval szembeni ellenálló képessége) a napjainkban használatos, szokványos tartókhoz képest előnyösebb.

A 2021 júniusában megjelent cikkünkben bemutattuk a T-keresztmetszetű, FPT-45-s tartók – 8,80 m hosszú, 450 mm magas –, gyártását amelyek az elektrolitikus korrózionak ellenálló szénszál erősítésű feszítőpászmák (CFCC® – Carbon Fiber Composite Cable, Tokyo Rope International Inc.) felhasználásával készültek. Jelen cikkünkben azonos pászmákkal feszített U-keresztmetszetű tartó fejlesztésének, gyártásának és hajlítóvizsgálatának rövid bemutatására fókuszálunk.

Tulajdonság	Érték és mértékegység
Névleges átmérő	15,2 mm (0,6 hüvelyk)
Tényleges keresztmetszeti terület	115,6 mm^2
A húzási teherbírás karakterisztikus értéke (guaranteed capacity)	294,4 kN
Névleges tömeg	146 g/m
Rugalmassági modulus	155 GPa

1. táblázat Szénszál erősítésű feszítőpászma jellemzői (CFCC – Carbon Fiber Composite Cable)

1. ábra Szénszál erősítésű feszítőpászma (CFCC)

Szénszál erősítésű feszítőpászmák

Szakirodalomkutatás és a gyártóval folytatott megbeszélések alapján a 15,2 mm névleges átmérőjű héteres CFCC pászmák felhasználása mellett döntött a konzorcium. A pászma jellemző tulajdonságait – gyártói adatközlés alapján – az 1. táblázatban foglaljuk össze. A CFCC pászmát az 1. ábrán mutatjuk be.

A CFCC pászmák legfontosabb előnyös tulajdonságai az elektrolitikus korrózióval szembeni ellenállás, azonban számos kitűnő jellemzővel rendelkeznek, mint például: a nagy szakító- és fáradási szilárdság, a kis testsűrűség, valamint a nem mágnesezhetőség stb.

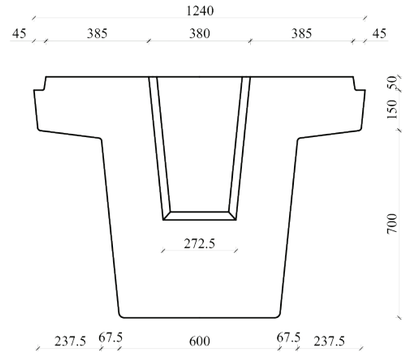
A CFCC pászmák 2 550 N/mm² szakítószilárdsága megközelítőleg 35%-kal nagyobb, mint a szokásosan használt acél feszítőpászmák szilárdsága, azonban a rugalmassági modulusa (155 000 N/mm²) megközelítően 80%-a az acélpászmáknak (195 000 N/mm²). Ezen tulajdonságok általánosságban úgy értékelhetők, hogy a szénszál erősítésű pászmákkal feszített szerkezeti elemek esetén várhatóan nagyobb teherbírás érhető el, kissé megnövekedett alakváltozások mellett.

A tartó geometriai jellemzői, gyártása

Azért döntöttünk U-keresztmetszetű tartó fejlesztése mellett, mert – szintén a projekten belül kidolgozott – íves szövet és/vagy szálerősítésű beton héjelemekkel kitűnően alkalmazható akár tetőhéjalási rendszerként, vagy hídgerendák esetén bennmaradó zsaluzatként.

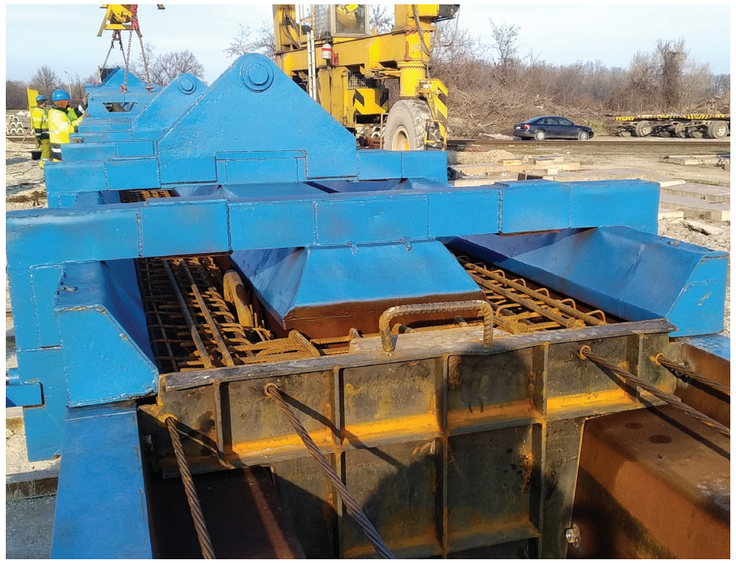
A kifejlesztett tartó 24,80 m hosszúságú, a keresztmetszet magassága 900 mm, az alsó öv szélessége 600 mm, míg a felsőé 1 240 mm (2. ábra).

A tartó gyártása során készült fényképfelvételeket mutatunk be a 3. ábrán. Az alsó övben 16 CFCC pászmát helyeztünk el, a felső övben pedig 4 acélpászmát (FP 139/1860), azonos névleges átmérővel (15,2 mm). A kengyelek és egyéb nem feszített vasalás hagyományos acélbetétekből készültek. Az alkalmazott beton tervezett nyomószilárdsági osztálya: C50/60.



2. ábra A tartóvég vázlata (mértékegység: mm) és fényképfelvétele

Az előző cikkben bemutatott speciális technológiai aspektusoknak (pl. a lehorgonyzó elemek megfelelő eltolással való kiosztására, a CFCC pászmák átvezetése a véglapokon a felületen elhelyezkedő szálak sérülése nélkül) ez esetben is különös figyelmet szenteltünk.



3. ábra Gyártás közben

Az Uvaterv Zrt. statikai számításai alapján meghatároztuk a feszítőerőket, amik feszítőelemenként 162 kN erőnek felelnek meg, mind az acélpászmák, mind pedig a CFCC pászmák esetén.

Az előkészítési folyamatok után 2022 januárjában történt a tartó sikeres gyártása, hajlítóvizsgálata pedig márciusban. A szerzők ismeretei szerint az itt bemutatott prototípus tartó gyártása – ebben a méretrendben – nemzetközi vonatkozásban is első alkalmazásnak tekinthető U-keresztmetszet esetében.

A tartó vizsgálata

A tartó viselkedésének megismerése érdekében hajlítóvizsgálatot végeztünk, így az elvárt (számított) viselkedést (pl. lehajlások) összevethettük a kísérleti eredményekkel. A gerenda terhelése a Ferrobeton Zrt. dunaújvárosi üzemében történt. A terhelést a Ferrobeton Zrt. kollégái végezték a BME

Építőanyagok és Magasépítés Tanszéke segítségével. A gerendát az Uvaterv Zrt. tervezte.

A 2. ábra képi részén látható, hogy a próbaterhelés végrehajthatósága érdekében olyan vasbeton fogazott alátámasztó gerenda készült, melyben alátét műszaki gumilemezre helyezték el a terhelendő tartót oldalsó fa rétegelt lemez hézagkitöltések mellett. Ez a szerkezeti kialakítás biztosította, hogy a terhelt elem tartóvége a próbaterhelés során ne tudjon kifordulni a támaszokból.

A gerenda geometriai méretei miatt, továbbá biztonságtechnikai megfontolásokból a gerendát nem terheltük tönkremenetelig, azonban a használhatósági határállapotban bekövetkező viselkedést megfigyelhettük, így lehetőség marad arra, hogy e nagy értékű prototípus gerendát bemutató jelleggel felhasználhassuk (pl. kísérleti gyaloghíd).

A tartót útpályaelemek segítségével terheltük (*4. ábra*). A mezőközépre – szimmetrikusan – négy sorban és négy oszlopban helyeztünk el összesen 16 darab 3,0×1,45×0,2 m (h×sz×m) terhelőelemet. Az egyes útpályaelemek tömegét mértük, ami alapján megközelítőleg 24,12 kN/m egyenletesen megoszló terhelés adódik a fesztáv középső 12 m hosszúságú részére. Az útpályaelemek elhelyezését soronként végeztük. Mértük a tartó lehajlását a szabad nyílás (23,80 m) felénél és negyedénél. Ezen lehajlási értékeket a támaszsüllyedésekkel korrigáltuk.

A mért maximális lehajlás mezőközépen 50 mm volt, amit a kezdeti 10,4 mm felhajlással korrigálva 39,6 mm értéket kapunk. Megfigyeltük, hogy a kísérleti úton meghatározott lehajlási értékek lényegesen alacsonyabbak voltak, mint a számított értékek.

4. ábra Hajlítóvizsgálat

A tehermentesítés után a tartó mért maradó alakváltozása megközelítőleg 7,9 mm volt, így a kezdeti felhajlást figyelembe véve a tartó terhelés és tehermentesítés utáni felhajlása 2,5 mm. A vizsgálat befejeztével 3 hónapon keresztül követtük a felhajlás változását, amely – növekedő tendenciát mutatva – 8,0 mm volt a vizsgált periódus végén.

A prototípus tartó fejlesztése, gyártása és próbaterhelése jelentős tudományos szakmai teljesítményként értékelhető. A jelenleg a piacon elérhető műgyantába ágyazott szénszálas pászma magasabb anyagköltsége és komplexebb feszítési technológiája késlelteti a tartó nagymértékű elterjedését. Ilyen szerkezeti elemek alkalmazása – napjainkban – olyan környezeti körülmények között a legindokoltabb, ahol jelentős kémiai terhelésnek kell ellenállni nagy használati élettartamot figyelembe véve, vagy a CFCC pászma egyéb előnyös tulajdonságai (pl. nem mágnesezhető) kiemelkedő fontosságúak.

A technológiában jelentős előrelépést jelenthetne egy gyorsabb, akár csoportos feszítést megvalósító módszer. Egy lehetséges megoldás kidolgozása a kutató-fejlesztő konzorcium mérnökeiben is megfogalmazódott, a kezdeti fejlesztési lépéseket elvégeztek, azonban a módszer ipari körülmények közötti validálása a cikk megjelenéséig nem fejeződött be.

Anyag oldali megközelítésben a konzorciumi tagok egy újabb kutatás-fejlesztési projekt kapcsán folytatják a nem acélanyagú betétek alkalmazhatóságának kutatás-fejlesztését, és várható olyan eredmény, ahol rövid időn belül piacképes szénszál erősítésű betétekkel megvalósított szerkezet jöhet létre. Az agyagköltséget nagymértékben csökkenti, hogy az armatúrák hazánkban – egy bejegyzett szabadalom alapján – készülnek, jórészt hazai alapanyagok (beleértve a szénszálakat is) felhasználásával.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk szerzői köszönetet mondanak a 2018-1.3.1-VKE-2018-00003 azonosítójú *„Korszerű betonelemek anyagtudományi fejlesztése”* című projekt keretén belül biztosított kutatási támogatásért.

(fotók, ábra: Ferrobeton Zrt.)

FERROBETON
A CRH COMPANY

Csökkent, ám így is horribilis az építőipari kontármunkák kára

738 ezer forint az építőipari kontármunkák átlagos kára 2022-ben, 15 ezer forinttal kevesebb, mint tavaly. Enyhén javult, de továbbra is közepes az építőiparral szembeni általános bizalom. Jelentősen romlottak azonban a kilátások, az építtetők közel háromnegyede gondolja, hogy rossz irányban mennek a dolgok az építőiparban – állapítja meg a Mapei Kft. 7800 fő megkérdezésével készült kutatása.

A kontármunka-károsultak aránya 21%, azaz a válaszadók egyötöde szenvedett el valamilyen kontárkárt építőipari munka miatt az elmúlt évben Magyarországon. Ez számottevő, 8 százalékpont-csökkenés az egy évvel korábbi adatokhoz képest. A kontármunka aránya régiónként eltérő. A legmagasabb Budapesten, 26%, és Közép-Magyarországon, 25%, a legalacsonyabb, 17% az Észak-Alföldön.

Az építtetők borúlátók az ágazat jövőjével kapcsolatban. A válaszadók 71%-a véli úgy, hogy inkább rossz irányban mennek a dolgok az építőiparban, és mindössze a megkérdezett építtetők 12%-a gondolja azt, hogy jó irányba tart az építőipar. A kilátásokat a szakemberhiány, az emelkedő építőanyagárak és vállalási díjak, a kontármunka és a rossz tapasztalatok együttesen rontják.

(forrás: Mapei Kft.; fotó: Beton újság)

EGY ÚJABB LÉPÉS A JÖVŐ TECHNOLÓGIÁJA FELÉ

Elkészült a dvb Kft. második, ipari 3D betonnyomtatója

KREPLER BENEDEK VEZETŐ FEJLESZTŐMÉRNÖK, DVB KFT.

A dvb Kft. büszkén jelenti be, hogy elkészült immáron második, ipari léptékű 3D betonnyomtatója is. A 2020-ban induló nagyívű fejlesztési projekt első mérföldköve egy kísérleti 3D betonynyomtató fejlesztése volt, amellyel az év végén már nyomtattunk is. Az ezt követő két évben sorozatos teszteléseket hajtottunk végre, ami magában foglalta az anyagtudománnyal kapcsolatos vizsgálatokat és a mechatronikai fejlesztéseket is. Ennek a folyamatnak a végén értük el azt, hogy kialakíthattuk a megfelelő gépláncot, mellyel napi szintű nyomtatásra vagyunk képesek.

A fejlesztési folyamat magasfokú szaktudást igényelt, mivel a 3D betonnyomtató kialakítása egy kétpólusú feladat, ahol a gép és beton együttműködése szükséges. Ez a gondolkodásmód hatással volt a teljes géplánc megalkotására, mely tartalmazta a betonkeverék előállítását is. A géplánc három fő elemből áll; keverő, szivattyú és a 3D-nyomtató. E berendezések megfelelő megválasztására azért van szükség, mert a különleges keverék igen pontos kötési időzítéssel rendelkezik. Ebből a tényből is látható, hogy a betonnal szemben támasztott követelmények egymással szemben állhatnak, mivel a szivattyúzhatóság érdekében megfelelő eltarthatóságra és konzisztenciára is szükség van, de a nyomtatófejből történő kiáramlást követően elég állékonynak kell lennie, hogy zsaluzat nélkül megálljon, majd a következő rétegek alatt ne roskadjon össze. A kihívások teljesítésének érdekében egyszerű, arányaiban módosítható receptúrát hoztunk létre, mellyel a környezeti változásokra, mint hőmérséklet vagy páratartalom, reagálni tudunk. Továbbá sikerült elérni azt, hogy kötésgyorsító nélkül is üzemeltetni tudjuk a berendezést, ami a nyomtatott elemek formáját illetően magas fokú rugalmasságot tesz lehetővé.

A nyomtató adatszolgáltatását G kódon keresztül végezzük. Annak érdekében, hogy a 3D-nyomtatás technológiája által kínált lehetőségeket, mint a gyors, egyedi méretű és formájú nyomtatást ki tudjuk aknázni, egy parametrikus tervezőszoftvert hoztunk léte. A parametrikus modellalkotásnak köszönhetően a gép felé történő adatszolgáltatás is gyorssá és egyszerűvé vált.

A kísérleti nyomtató 1,5x1x1 méteres nyomtatási térrel rendelkezik, melyhez képest egy nagyságrendet sikerült ugranunk, így az új berendezés nyomtatási tere 3x4x3 méter, mellyel akár 25 köbméteres aknát is tudunk gyártani. A nagyobb térhez növelnünk kellett a nyomtatási sebességet is, ami 5 000 mm/perc sebességről 18 000 mm/percre emelkedett. Ez a sebesség teszi lehetővé számunkra, hogy a nyomtatási térben elhelyezkedő elemek számától és formájától függetlenül egy nap alatt le tudjuk gyártani azokat. Az összetett gépészeti fejlesztésben segítségünkre volt a dvb Kft. stratégiai partnere, a KÉSZ Csoport.

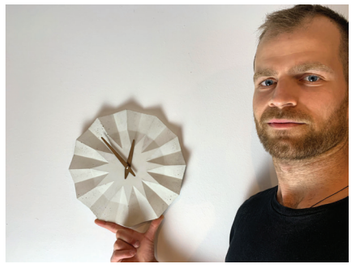
Terveink szerint 2023-ban megfelelően ki tudjuk használni az így megjelenő innovatív és egyedi gyártókapacitásunkat, mellyel piacvezetők lehetünk a régióban. Továbbá szívesen üdvözöljük a partneri együttműködési lehetőségeket is, legyen szó gyártási kooperációról vagy anyagtudományi fejlesztésről, melyet a 3D betonnyomtatási iparágban szeretnének hasznosítani, hiszen kísérleti berendezésünk továbbra is rendelkezésre áll.

(fotók: dvb Kft.)

DÉLMAGYARORSZÁGI VASBETONIPARI KFT.

Fa és beton – különleges anyagtársítás a betonbútorokban

KIS TÜNDE SZERKESZTŐ, BETON ÚJSÁG



Szembetűnő jelenség volt az idei Beton Fesztivál betondizájn-tárgy-kiállításán a beton asztallappal és falábakkal készült dohányzó- és lerakóasztal. **Molnár Ádám** diplomás formatervező elgondolásai alapján saját kivitelezésben, a környezettudatosságot szem előtt tartva valósultak meg a berendezési tárgyak.

- Alapvetően az volt a célunk, hogy némi környezettudatosságot is vigyünk a tervezésbe, így kerültek az asztallapba újrahasznosított italosüvegek. Ezeket összezúztuk, válogatott szemcseméretttel belekevertük az anyagba, majd utólag lecsiszoltuk az asztal felső felületét, ekkor váltak láthatóvá benne az üvegdarabok. A bútor alsó részét úgy alakítottuk ki, hogy esztergált falábakat lehet belecsavarni. De más lakberendezési tárgyakat, például többféle lámpát, így spotlámpát is készítünk, erre tapasztalataink szerint jelentős az igény.

- Honnan jött a beton lakberendezési tárgyak ötlete?

- Formatervezőként végeztem az egyetemen, és már egyetemista koromban is nézegettem a minimalista stílusban készült betonbútorokat. Egy kiállításon találtam egy ezzel foglalkozó céget, elmentem hozzájuk dolgozni, terveztem és a műhelyben is szereztem tapasztalatot. Aztán saját magam is elkezdtem ezzel foglalkozni, mert munka közben rengeteg ötlet született.

- Van-e különleges technológia, amivel beton bútorokat lehet készíteni?

- Az alapanyag eleve üvegszálrostot tartalmaz, ami biztosítja a beton megfelelő szakítószilárdságát. Emellett a szakítószilárdság fokozása érdekében háromdimenziós üvegszálhálót is használunk, így viszonylag vékony felületet tudunk létrehozni. Hiszen az is fontos, hogy a bútor súlya ne legyen túl nagy. Az alapanyag megtalálása nem volt egyszerű, arra gondoltunk, hogy adalékanyagokkal kikísérletezzük a megfelelő keveréket. Viszont szembejött velünk egy cég dizájnbetonja, amely annyira tökéletes, hogy a mai napig ezt használjuk. Rájöttünk, hogy a beton összetételének meghatározása nem a mi feladatunk, erre megvannak a szakemberek. Nekünk már „csak" a technológiát kellett megtalálni. Az öntőformákat mi magunk készítjük, a tervezéstől egészen a gyártásig mindent magunk csinálunk.

- Érdekes az anyagtársítás, ma még szokatlan a fa és a beton együtt.

- Nagyon szeretem a fát, legalább annyira, mint a betont, és szerintem kiváló párost alkotnak. A fa ad egy kis lágyságot ennek a kemény, rideg anyagnak. Rengeteg pozitív visszajelzést kapunk ezzel kapcsolatban. De szívesen kísérleteznék még az üveggel is, a terrazzo technika is teljesen új számunkra, megannyi ötletünk van, amit szeretnénk megvalósítani.

- Mi az izgalmas a betonban?

- A legizgalmasabb az, hogy amikor az ember valami újat alkot és megcsinálja az öntőformát, majd kiveszi az adott tárgyat, az olyan érzés, mint amikor karácsonykor kibontok egy ajándékot. Maga a meglepetés, legyen akár pozitív, akár negatív, mert számomra sokszor a beton hibái adják az anyag igazi szépségét. És ezt a jellegzetességet szeretik nagyon sokan: ha kell, rusztikusan lyukacsos, de a legfinomabb felületek is létrehozhatók általa.

- Mostanában többen színes betonban gondolkodnak.

- Ez a mi fantáziánkat is megragadta, ezért mi is élünk a beton színezésének lehetőségével. Az anyagot mindig önmagában, különböző oxidokkal színezzük, és előszeretettel használjuk a visszafogott, például a pasztellszíneket.

- Milyen a tárgyak fogadtatása?

- Magyarországon tulajdonképpen Budapestre szűkül a kör, mert ugyan próbálkoztunk vidéki városokban is, de ott még nem ismerték fel az ebben rejlő szépséget. Sokat utazunk, elsősorban Ausztriába, ahol kisebb városokban is bemutatkozunk, illetve Bécsbe járunk dizájnvásárokra. Szoktunk menni Csehországba, Prágába, ahol meglepő módon rajonganak a betonért. Ott még újdonság a dizájnbeton.

(fotók: szerző)

Díjazták a DDC társadalmi felelősségvállalását

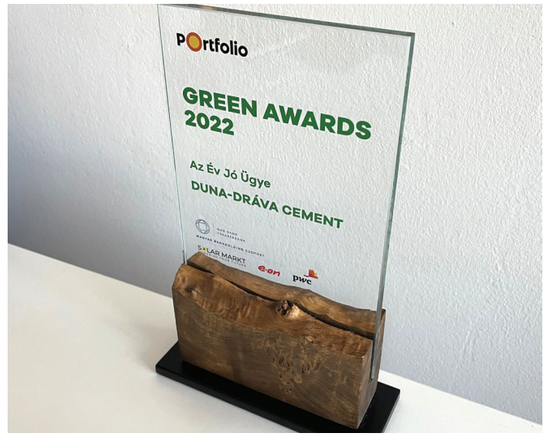
A fenntarthatóság, a társadalmi felelősségvállalás és a környezetvédelem egy közös ügy, közös felelősség. A Duna-Dráva Cement Kft. (DDC) társadalmi felelősségvállalási programjának keretében törekszik arra, hogy megteremtse az ehhez szükséges tudatosságot. A vállalat erre irányuló törekvéseit ismét elismerték: a **„Legjobb CSR Programért" kategóriadíjat a DDC-nek ítélte oda a szakmai zsűri.**

2022-ben immár 15. alkalommal hirdették meg a Magyar Üzleti Felelősség Díjat és a CSR Hungary Díjat, melyekkel idén is a legkiemelkedőbb felelős és fenntartható kezdeményezéseket, termékeket és szolgáltatásokat, projekteket értékelték.

A DDC felelős és fenntartható munkavállalói törekvéseit a szakmai zsűri a **„Legjobb CSR Programért" és a Magyar Üzleti Felelősség Díjjal jutalmazta!**

Évtizedek óta tartó felelősségvállalás

A DDC társadalmi felelősségvállalási programja hosszú időre nyúlik vissza; a **„Duna-Dráva a Tehetségekért"** ösztöndíjprogram, a **„Zöld Megoldás-pályázat"**, valamint a **„Zöld Alternatíva Vetélkedő"** segítségével rendszeresen támogatják a cementgyárak környezetében élő lakosságot, szervezeteket, intézményeket. A vállalat környezetvédelmi és társadalmi tudatossága miatt nagy hangsúlyt fektet a természeti kincsek és a helyi értékek védelmére, a régió erőforrásait „jó gazda" módjára kezeli. A DDC a helyi közösségek életében aktív támogató szerepet vállal, ezt a számos regionális együttműködés támasztja alá.



Közös ügy, közös felelősség

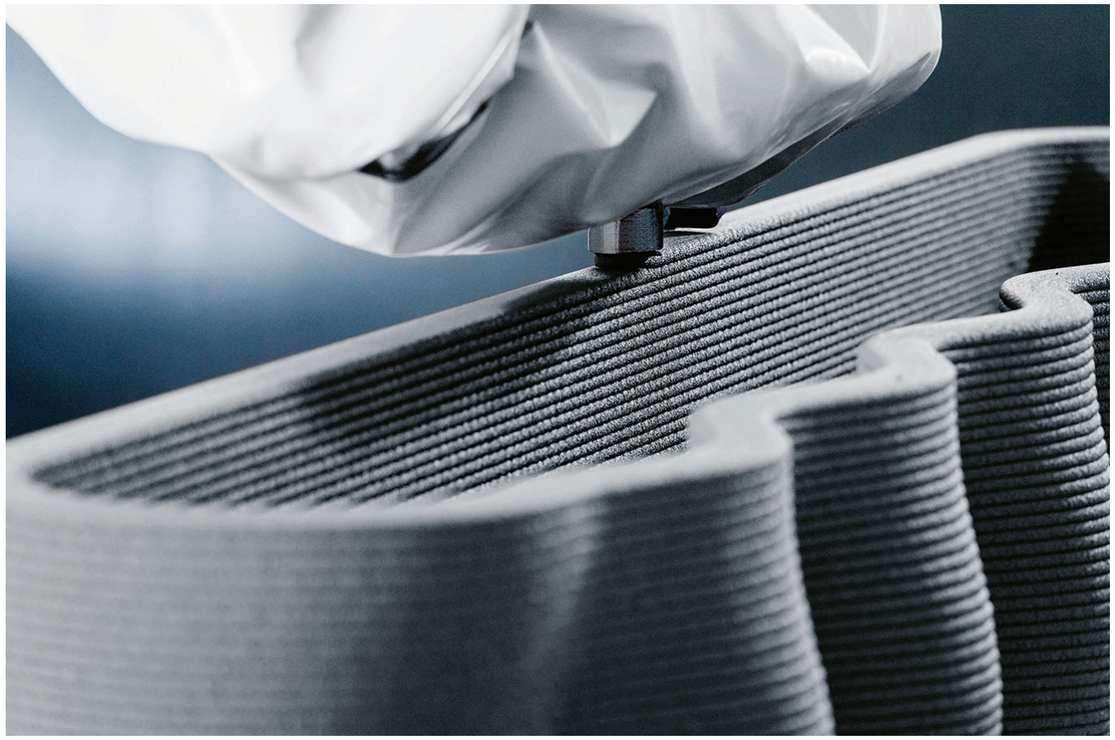
A vállalat felelős mivoltát számos szakmai díjjal elismerték már. Idén ősszel a Green Awards versenyen **„Az Év Jó Ügye"** kategóriadíjat a vállalatnak ítélte oda a szakmai zsűri.

(fotók: DDC)

DUNA-DRÁVA CEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group

Sika 3D betonnyomtatás

NÉMET FERDINÁND KEY ACCOUNT MANAGER BETON ÜZLETÁG, SIKA HUNGÁRIA KFT.



DIGITALIZÁCIÓ AZ ÉPÍTŐIPARBAN

A hagyományos vasalt betont évtizedeken át gazdaságos építési módszerként használták. A változást a digitális technológia beszivárgása hozta el. A digitális eszközök és eljárások utáni érdeklődéssel párhuzamosan megnőtt az igény a 3D betonnyomtatás (3D Concrete Printing – 3DCP) iránt is. A digitalizáció legfőbb célja, hogy növeljük a termelékenységet, időt takarítsunk meg, miközben valami egészen egyedit alkotunk.

Az építőipari kivitelezők és különböző intézetek sora lát lehetőséget az additív gyártásban vagy 3D-nyomtatásban. Megnövekedett igény tapasztalható a beruházók, mérnökök, építészek és kivitelezők részéről is, akik számára a tervezés szabadságát jelenti ez az új technológia.

A Sika trend ezen lendülethez csatlakozik a 3D betonnyomtatáshoz használható innovatív termékekkel és megoldásokkal.

Hogyan működik a 3D betonnyomtatás?

1. Egy nyomtatófejet robotkarra/állványzatra rögzítünk.
2. A nyomtatófej csővezetékkel egy habarcs-/betonpumpához kapcsolódik.
3. Az anyag alkotóelemeit összekeverjük.
4. A keveréket továbbítjuk a nyomtatófejhez.
5. Extrudált sávokat készítünk egymásra húzva.
6. A keverék viselkedésének módosítása érdekében kiegészítő-anyagok és adalékszerek használhatók.

Milyen eszközök szükségesek?

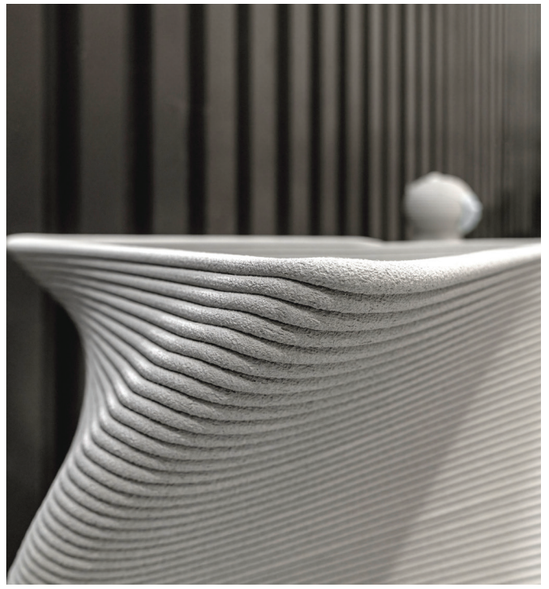
- Cement alapú anyagok keverésére alkalmas kényszerkeverő,
- Pumpa a frissen kevert anyag folyamatos továbbítására,
- Megfelelő hosszúságú csővezeték/tömlő a pumpa és a nyomtatófej összekapcsolásához,
- Nyomtatófej,
- Alkalmas szoftver a 3D-s digitális modell átültetéséhez a gép programozásába (ezt gyakran szeletelésnek nevezik).

Milyen elemek nyomtathatók 3D betonnyomtatás technológiával?

Ha 3D betonnyomtatásról van szó, akkor végtelenek a megvalósítás határai. Lehetőség van olyan egyedi termékek gyártására, melyek a hagyományos zsaluzási eljárásainkkal már nem valósíthatók meg. Ezek lehetnek kisebb elemek, mint például építészeti bútorok, vagy akár nagyobb méretű, teljes egészében nyomtatott épület, mérnöki szerkezet. A Sika tapasztalata minden típusra kiterjed.

SIKA-TERMÉKEK

A Sika széleskörű **SikaCrete® 3D**-megoldásokat kínál a gyors, precíz és gazdaságos betonnyomtatáshoz. A világ több mint 100 országában jelen vagyunk. A cement- és betonadalékszer-technológiában szerzett, 100 évet meghaladó tapasztalatával a Sika



támogatást nyújt a világ bármely pontján 3D betonnyomtatással foglalkozó tevékenység elkezdéséhez vagy fejlesztéséhez. A 3DCP termékek és a műszaki segítség mellett szerteágazó megoldásokkal adhatunk további értékeket a meglévő projektekhez.

3D BETONNYOMTATÁSSAL SZERETNE FOGLALKOZNI?

Két komponenses 3D betonnyomtatás

A két komponenses rendszer (2K) arra utal, hogy a rendszer magában foglalja az anyagot és a termékgyártáshoz szükséges eszközöket is. A Sika díjnyertes 2K rendszere egy állványra szerelt berendezésből és gyorsított kötésű nyomtatóanyagból áll. Ez a „kulcsra kész" megoldás teljes mértékben Sika-fejlesztés. A rendszer automatizált, mely számos létező Sika-technológiát felhasználva gyors és precíz nyomtatást tesz lehetővé.

Az általunk tervezett és a partnerünk által licenc alapján összeállított berendezés részei:

- Szabadalommal védett keverőállomás,
- Pumpa,
- Állvány,
- Szabadalommal védett nyomtatófej,
- Számítógép és szoftver.

> A Sika széleskörű SikaCrete® 3D-megoldásokat kínál a gyors, precíz és gazdaságos betonnyomtatáshoz.

A rendszerhez használható termék a **SikaCrete®-7100 3D**.

MÁR BENNE VAN A 3D-NYOMTATÁSBAN?

Egy komponenses 3D-megoldások

A Sika cement alapú termékeket kínál a meglévő berendezésekkel történő nyomtatáshoz.

A **SikaCrete® 751 3D** és **SikaCrete® 752 3D** olyan egykomponensű termékek, melyeket csak vízzel kell összekeverni:

- Gyorsított termékek a nagyobb rétegvastagság elérése érdekében,
- Erősen tixotróp tulajdonságúak,
- Víz hozzáadásával felhasználásra készek,
- Csekély zsugorodásúak,
- Kis szemcséjű keverékek a kisebb eszközkopás érdekében.

SZÜKSÉGE VAN EGYÉB TERMÉKEKRE?

A kompatibilis termékek egész palettája áll rendelkezésre, melyekkel kiegészíthetők, fejleszthetők a már meglévő 3D betonnyomtatás projektünk. Ilyen termékek például a beton adalékszerek, kitöltő-, kiegyenlítő anyagok, ragasztók, bevonatok stb.

BUILDING TRUST

A BETON TÖRTÉNETE XIII. RÉSZ

Megvalósult ikonikus épületek és műtárgyak

Olaszország és az Egyesült Államok

ASZTALOS ISTVÁN IRODAVEZETŐ, CEMBETON

Cikksorozatunk következő részében is folytatjuk annak az izgalmas építőanyagnak a történetét, amely mára a legfontosabb építőanyaggá, egyben a Földön a víz után a legnagyobb mennyiségben használt anyaggá vált. A római kort követően áttekintettük a középkor történetét, eljutottunk a beton legújabb kori felfedezéséig, majd egy népcsoport, a nabateusok miatt visszatértünk a római kort megelőző időszakra. Megnéztük a mai korszerű vasbetonok kialakulásának folyamatát és megismertük, hogy hogyan alakultak ki a mai értelemben vett korszerű beton- és vasbeton szerkezetek. Három részben nyomon követtük a portlandcement elterjedését a világban, és megvizsgáltuk a betonkészítés eszközeinek fejlődését, majd azt, hogy hogyan alakultak ki az adalékszerek, amelyek mára szerte az egész világon forradalmasították a betontechnológiát.

A legutóbbi részben elkezdtük néhány megvalósult ikonikus épület és műtárgy bemutatását. Két hazai, egy lengyel és egy francia példát láthattunk Európából, valamint egy amerikait és egy kanadait Észak-Amerikából.

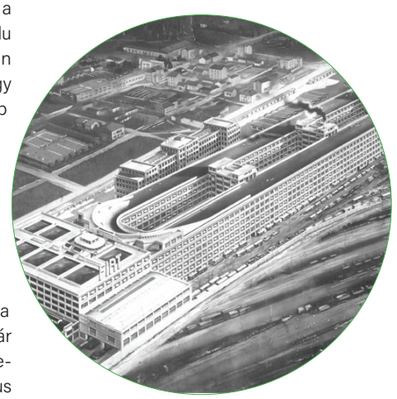
Most tovább kalandozunk ezen a két kontinensen, megismerve újabb megvalósult és még ma is használt létesítményeket.

Hogyan folytatódott az ókori Róma betonépítészete a legújabb kori Olaszországban?

A rómaiak már sokféle célra alkalmazták a betont, hiszen falakat, boltozatokat és kupolákat építettek belőle, de vízvezetékek és kikötők maradványait is őrzik a megmaradt emlékek. Olaszországban méltó módon folytatódott ez a hagyomány, hiszen az országban az első vasbetonból épített hidat Rómában találjuk. A Ponte del Risorgimento (vagy röviden Ponte Risorgimento) egy híd, amely két városrészt köt össze: a Piazzale delle Belle Artit (Flaminió-negyed) a Piazza Monte Grappa-val (Della Vittoria-negyed) és mintegy 160 m fesztávot hidal át. A hidat Giovanni Antonio Porcheddu tervezte meg, a munkálatokat Giaj és Parvopassu mérnökök közreműködésével végezték el François Hennebique szabadalma alapján. Átadására 1911. április 17-én került sor, és a nézők között sokan kételkedtek abban, hogy vajon az állványok eltávolítása után nem fog-e a hídszerkezet összeomlani. Porcheddu annyira biztos volt az új technika hatékonyságában és megbízhatóságában, hogy fiai társaságában egy kis csónakról, amely közvetlenül a híd boltíve alatt állt, látni akarta a fa állványzat eltávolítását. A szertartás során III. Viktor Emmánuel király Porcheddunak a „vasbeton királya" becenevet adta. Porcheddu Szardínián született és már fiatalon árván maradt, ezért kőművesként dolgozott, hogy fizethesse tanulmányai költségeit. Később építőmérnöki kurzusokra járt, először a pisai egyetemen, majd a tekintélyes torinói politechnikumban, ahol harmincévesen szerzett diplomát 1890-ben, majd 1892-ben bányamérnöki képesítésre is szert tett.

Aki szereti a gépkocsikat és Olaszországról esik szó, bizonyára szóba fog kerülni a Fiat márka, amelynek eredeti torinói gyára szintén Porcheddu nevéhez köthető. A gyár épülete Torinóban, annak Lingotto kerületében épült fel és így a gyár is az ikonikus Lingotto nevet kapta. Az eredeti gyárépületet 1916-ban kezdték építeni és 1923-ban avatták fel. A fiatal építész, Giacomo Matté-Trucco terve szokatlan volt abban a tekintetben, hogy ötszintesre tervezte a gyárat, melynek szerkezete természetesen már vasbeton volt. A földszinten érkeztek be az alapanyagok, majd egy spirális vonalban felfelé haladva készültek el az autók. A kész autók a tető szintjén bukkantak fel, és itt helyezkedett el a tesztpálya. Az építkezést Porcheddu cége végezte. Ez volt akkoriban a világ legnagyobb autógyára. A Lingotto épület a maga idejében avantgárd, befolyásos és lenyűgöző volt – Le Corbusier „az ipar egyik leglenyűgözőbb látnivalójának" és „a várostervezés iránymutatásának" nevezte. 80 különböző modellt gyártottak itt működése során, köztük az 1936-os Fiat Topolinot.

Az egykori Fiat olasz autóipari vállalat épülete ma a gyártó adminisztratív központja és egy többcélú rendezvényeknek otthont adó komplexum, amelyet mai formájában Renzo Piano építész tervezett át. A létesítmény ezenkívül koncerttermeknek, színháznak, kongresszusi- és bevásárlóközpontnak ad otthont és itt található a Torinói Műszaki Egyetem Autómérnöki Karának székhelye is. Az átépítési munka 1989-ben fejeződött be. A tesztpálya megmaradt, ma is látogatható a bevásárlóközpont és a szálloda legfelső emeletén.



Milyen megvalósult létesítményeket találunk még az Egyesült Államokban?

Kalandozzunk most tovább és menjünk át ismét a tengeren túlra. Ahogy azt az előző részben is említettem, az Egyesült Államokról szót ejtve elsősorban New York város neve ötlik fel az emberben. Találunk esetleg New Yorkban, ha nem is a városban, de New York államban olyan korai vasbeton épületet, amit még ma is használnak? Aki keres, az talál! Nos, 1875-ben William Ward amerikai gépészmérnök készítette el az első vasbeton házat az Egyesült Államokban, amely még mindig áll a New York megyei Port Chesterben.

Port Chester egy település New York várostól északkeletre a Long Island tengerszoros és a Byram folyó partján, amely határt képez New York és Connecticut államok között. A Byram folyó tisztességes kikötőt biztosított a kisvárosnak, amely a 19. század elején Port Chester iparosodásának tényezőjévé vált. A vasút 1849-es érkezése Port Chestert a gyáripar és a gazdag New York-i családok célpontjává tette, szállodákkal, színházakkal és nagy birtokokkal. Ezek az exkluzív ingatlanok magukban foglalták a keleti part legnagyszerűbb kastélyait is.

Ward precíz mérnök lévén szorgalmasan vezette az építési nyilvántartásokat, így sok mindent tudunk erről az otthonról. Felesége rettegett a tűztől és emiatti félelme miatt a házat betonból építették, mert annyit laikusként is tudott, hogy a beton egy nem éghető építőanyag. Ward a házat barátjával, Robert Mookkal közösen hozta létre 1873 és 1876 között, hogy bemutassa ennek az új építési anyagnak az életképességét. Később Mort Walker, a Beetle Bailey képregény alkotója vásárolta meg az épületet, amely 1976 és 1992 között a Rajzfilmművészeti Múzeumnak adott otthont. Az épület mintegy 150 éves kora ellenére ma is jó állapotban van és hirdeti a beton dicsőségét.

Miután az Egyesült Államokban már két épületet – egy felhőkarcolót és egy lakóépületet – is bemutattunk, most kalandozzunk el az útépítések területére. Ebből a szempontból figyelemreméltó az a városi beton útfelület, amely 1891-ben épült és ma is használatban van. Ha képzeletben elmegyünk az Ohio állambeli Bellefontaine városba, akkor ott megtekinthetjük ezt az útfelületet. Annak idején 5 év garanciát kellett vállalni az útpályára, de az még ma is ellátja feladatát. Mi itthon azt mondjuk, hogy egy beton útpálya élettartama harminc év, de mi az a harminc év ehhez a több mint százharminc évhez képest! Igaz, hogy a táblákra osztott útfelület lapjai már kissé töredezettek, és javítgatták is több helyen, de az eredeti beton szilárdsága a kétszerese annak, amit lakóépületek betonjához szoktunk alkalmazni.

George Bartholomew amerikai feltaláló volt, és neki tulajdonítják a betonburkolat újszerűen való alkalmazását. 1886-ban Bartholomew az ohiói Bellefontaine-be költözött, miután megismerte a cementgyártást. Bartholomew jó mészkő- és agyagforrást talált a környéken és ettől remélte, hogy sikerül megfelelő műkövet alkotni térkövezéshez. Bartholomew ezt követően megalapította a Buckeye Portland Cement Company-t, és hozzálátott egy új cement kifejlesztéséhez.

1891-ben a Bellefontaine városi tanács jóváhagyta Bartholomew találmányának felhasználását egy mintafelület elkészítésére a Main Streeten, a Logan megyei bíróság előtt. Ez a kísérlet sikeresnek bizonyult, és a tanács engedélyezte a Court Avenue teljes burkolatának elkészítését ebből az anyagból. A Court Avenue egy része ma is a Bartholomew-féle betonburkolattal van kikövezve, amelyet Amerika első betonburkolatú utcájaként ünnepelnek, a 100 éves évforduló emlékére még egy szobrot is kapott Bartolomew. 1893-ban a Chicagóban, Illinois államban rendezett Columbian Világkiállításon kitüntetésben is részesítették találmányáért. Díja a következő volt: „Első hely a mérnöki technológiai fejlődésért a térburkoló anyagok terén". Ez a díj hitelt kölcsönzött Bartholomew eljárásának, és az gyorsan elterjedt az Egyesült Államokban, de nemzetközi szinten is ez adott lökést a betonútépítésnek.

Ha már a mélyépítések területére tévedtünk, maradjunk még egy kicsit az Egyesült Államokban. A Hoover-gátat, úgy gondolom, mindenki ismeri, de legalább is hallott már róla. A Hoover-gát egy íves völgyzárógát a Colorado-folyó Fekete-kanyonjában, az Egyesült Államok Nevada és Arizona államai határán. A gátat 1931 és 1936 között építették a nagy gazdasági világválság idején, és 1935. szeptember 30-án szentelte fel Franklin D. Roosevelt elnök. Felépítése hatalmas erőfeszítés eredménye volt, több ezer munkás bevonásával, és létrehozása több mint száz emberéletbe került. A gát Herbert Hoover elnök után kapta a nevét, aki az Egyesült Államok 31. elnöke volt és 1929–33 között

töltötte be hivatalát. Így is emlegették a műtárgyat a kongresszus által az építés során elfogadott törvényjavaslatokban, azonban a Roosevelt-kormányzat a Boulder Dam nevet adta a völgyzárógátnak az egyik közeli kanyon neve nyomán. Franklin D. Roosevelt 1933–45 között volt hivatalban és éppen Hooverrel szemben nyert 1933-ban. A Hoover-gát nevet 1947-ben állította vissza a kongresszus, miután annak megépítése nagyban köszönhető Hoover elnöknek.

Körülbelül 1900 óta vizsgálták a Fekete- és a Boulder-kanyont, hogy vajon alkalmasak-e egy olyan gát megépítésére, amely megfékezi az árvizeket, öntözővizet biztosítana és elektromos áramot termelne. 1928-ban adta meg az engedélyt a projektnek a kongresszus. A gát megépítésére a nyertes ajánlatot a Six Companies Inc. nevű konzorcium nyújtotta be. Ekkora betonszerkezetet korábban még nem építettek, és az építési technikák egy része még nem bizonyított. A zord nyári időjárás és a helyszín közelében lévő létesítmények hiánya is nehézségeket okozott. Ennek ellenére a Six Companies 1936. március 1-jén átadta a gátat a szövetségi kormánynak, több mint két évvel a tervezett időpont előtt.

Nekünk, betonosoknak érdemes egy kicsit elmélyednünk a betonozás részleteiben. Az első adag transzportbetont 1933. június 6-án építették be. Az azt megelőző időszak az előkészítő munkálatokkal telt el. Mivel ilyen mennyiségű és tömegű beton készítése komoly hőfejlődéssel jár, és kötés közben jelentős mértékű zsugorodásokra kell számítani, e két folyamat együttese komoly problémát jelentett. A Bureau of Reclamation mérnökeinek számításai szerint ha a gátat egyetlen folyamatos öntéssel építenék, 125 évig tartana, amíg a beton lehűl, és az ebből eredő feszültségek a gát megrepedését, valamint összeomlását okoznák. Ehelyett a földet, ahol a gát emelkedni fog, téglalapokkal jelölték ki, és oszlopokba rendezett betontömböket öntöttek, amelyek acélcsöveket tartalmaztak. A csövekbe előbb hideg folyóvizet engedtek, majd egy hűtőberende-

zésből jéghideg vízzel folytatták a hűtést. Amikor egy blokk megkötött, és megszűnt a zsugorodás, a csöveket habarccsal töltötték ki. Habarcsot használtak az oszlopok közötti hajszálrepedések kitöltésére is, amelyeket az illesztések szilárdságának növelése érdekében hornyoltak.

A betont óriási acél konténerekben szállították az építkezés helyszínére, Crowe két szabadalmat is kapott azok megtervezéséért. Ezeket a konténereket két hatalmas betongyárban töltötték meg a nevadai oldalon, és speciális motorkocsikban fuvarozták a helyszínre. A konténereket ezután kötélpályákra függesztették fel, amelyek segítségével vitték azokat az adott oszlophoz. Mivel a betonban az adalékanyag szükséges minősége (szemnagysága) a gátban való elhelyezésétől függően változott, létfontosságú volt, hogy a konténert mindig a megfelelő oszlophoz irányítsák. Amikor a konténer alja kinyílt, és a 6,1 m^3 betont kiürítette, azt egy-egy brigád dolgozta be a zsaluzatba. Bár vannak olyan mítoszok, hogy akadt olyan férfi, aki bekerült az öntésbe, és a mai napig a gátban van eltemetve, a Six Companies mérnökei ezt nem engedték volna meg, mert az emberi test jelenléte komoly hibaforrást jelentett volna a gát szerkezetében.

Összesen 2 480 000 m^3 betont használtak fel a gát építésénél és ezen kívül még 850 000 m^3-t az erőmű létesítéséhez. Több mint 937 km hűtőcsövet alkalmaztak a betonozás közben. Összességében annyi betont építettek be a gátba, amely elegendő lenne egy kétsávos autópálya megépítéséhez San Francisco és New York között. 1995-ben tesztelés céljából magmintákat vettek a gátból és kimutatták, hogy a Hoover-gát betonja a lassú utószilárdulás következtében még tartósabbá vált, mint amit eredetileg reméltek.

Felhasznált irodalom:

Ponte del Risorgimento: https://en.wikipedia.org/wiki/Ponte_del_Risorgimento 2022. június 7.

Giovanni Antonio Porcheddu: https://it.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Antonio_Porcheddu 2022. július 5.

Lingotto: https://en.wikipedia.org/wiki/Lingotto 2022. augusztus 6.

Nick Gromicko – Kenton Shepard: The History of the Concrete, International Association of Certified Home Inspectors, 2015 https://www.nachi.org/history-of-concrete.htm

Port Chester, New York: https://en.wikipedia.org/wiki/Port_Chester,_New_York 2022. szeptember 29.

William E. Ward House: https://en.wikipedia.org/wiki/William_E._Ward_House 2022. május 28.

Historical Concrete Pavement Explorer: https://explorer.acpa.org/explorer/places/united-states/ohio/bellefontaine/street/old-us-30-lincoln-highway/

George Bartholomew: https://en.wikipedia.org/wiki/George_Bartholomew_(inventor) 2022. október 7.

Hoover Dam: https://en.wikipedia.org/wiki/Hoover_Dam 2022. október 17.

(fotók:Wikipedia, hu.123rf.com)

„Betonba ágyazott együttműködés”

Együttműködési megállapodást írt alá dr. Ágoston Csaba, a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetségének (KSZGYSZ) elnöke és Szarkándi János, a Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség (CeMBeton) elnöke.

A Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége tagjai aktív részesei mindazon folyamatoknak, amelyek a környezetvédelem területén elősegítik Magyarország versenyképességének megőrzését, a fenntartható fejlődés elveinek érvényesülését. A KSZGYSZ látja el a hazai környezetvédelmi ipar, a zöldipar szakmai érdekképviseletét, melynek célja a környezeti kultúra fejlesztése, a zöldgazdaság, a körforgásos gazdaság kialakításához vezető lépések harmonizálása.

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség legfőbb törekvése az általa képviselt magyarországi iparágak helyzetének javítása, és a betonból készült építmények iránti bizalom növelése. Ennek érdekében elsősorban a szabványosítás, a környezetvédelem és a szakmai oktatás területén működik együtt szakmai alapon az érintettekkel, kommunikálva az iparág politikáját, stratégiáját, véleményét tükröző intézkedéseket, és közvetítve a cement-, beton- és mészipar szereplőinek érdekeit, belföldön és külföldön egyaránt.

A két szakmai szövetség megállapodott abban, hogy tevékenységeiket, a fenntarthatósággal kapcsolatos elképzeléseiket, érdekképviseleti tevékenységüket a hatékonyság érdekében összehangolják. A kölcsönös tájékoztatáson, a speciális témákban való együttműködésen túlmenően kiemelten kezelik a szemléletformálást, az oktatást, a szakképzés területét, az építési-bontási hulladékok (bontalékok) – ezen belül a beton – hasznosítását és a pályázati lehetőségekre történő figyelemfelhívást, a lehetőségek közös kihasználását.

(fotó: CeMBeton)

Ecocrete, a beton következő generációja

A Duna-Dráva Cement Kft. (DDC) tovább bővíti termékportfólióját, amellyel újabb lépést tesz a klímacél eléréséhez! A Betonüzletág új terméke, az Ecocrete lehetővé teszi a kisebb környezeti lábnyom megteremtését.

A DDC Betonüzletága a vállalat transzportbeton-gyártó egységeként, széles termékpalettát kínálva, az elvárható legmagasabb színvonalon szolgálja ki vevőit, az ország bármely pontjáról is legyen szó.

A DDC anyavállalatához, a Heidelberg Materials-hoz hasonlóan kiemelten kezeli a klímasemlegesség kérdését. Éppen ezért a német tapasztalatok alapján kifejlesztett ökobeton továbbra is **magas minőséget és tartósságot** biztosít, valamint ugyanolyan szilárdsági jellemzőkkel rendelkezik, mint a hagyományos beton. Sőt, vastagabb szerkezetek is biztonsággal készíthetőek belőle, mindezt úgy, hogy lehetővé teszi az alacsonyabb környezeti lábnyom megteremtését.

Az Ecocrete előállítása során jelentősen, akár **60%-kal csökken a CO_2-kibocsátás, köszönhetően az erre optimalizált cementeknek, valamint a környezettudatos nyersanyagbeszerzésnek és -felhasználásnak.**

Az ökobeton valamennyi alkalmazási területen és különféle betonszerkezetek építéséhez használható.

- Vízzáró betonok, vízépítési műtárgyak betonszerkezeteinek építéséhez
- „Nagy tömegű” betonozáshoz, a nagy keresztmetszetű beton-, vasbeton szerkezetek el készítéséhez
- Magas- és mélyépítési monolit vasbeton szerkezetekhez
- Esztrich betonok, vakolatok, habarcsok készítéséhez
- Látszó- (látvány) betonok, esztétikus felületek elkészítéséhez
- Jelentősen agresszív kémiai környezetben kiválóan alkalmazható (szulfáthatásnak kitett betonok, vasbeton szerkezetek)
- Zöld épületek létrehozásánál

Fenntarthatósági törekvések a jövőre nézve

A DDC anyavállalatával maximális összhangban határozta meg a **fenntarthatósági stratégiájának legfontosabb témaköreit és fő elveit**. Az Ecocrete is ennek a folyamatnak a része, hiszen a cementet és a betont – építőanyagként – tekintve jelenleg nincs olyan alternatíva, amely hatékony választ adna a nagy mennyiségben felmerülő keresletre.

Éppen ezért tekinthető az Ecocrete a beton következő generációjának!

(fotó: DDC)

DUNA-DRÁVA CEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group

A NAGYSZILÁRDSÁGÚ BETONKENUTÓL A BETONTEXTÍLIÁIG

FEHÉRVÁRI IMRE, POLLÁK ANDRÁS, SZENAVIS

Napjainkban az emberek egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a környezettudatos életre, valamint az újrahasznosítás fontosságára. Csapatunk, az idei évben 10. jubileumát ünneplő SZEnavis hallgatói szervezet is ennek szellemében döntött úgy, hogy a következő projektjeinkben ezt a fajta szemléletmódot helyezi előtérbe, és az elhasznált anyagokat egy mai, modern technológiával kombinálja.

A CSAPATUNKRÓL: SZENAVIS

A SZEnavis betonkenu-építő csapat 2012-ben alakult azzal a céllal, hogy a Széchenyi István Egyetem által biztosított lehetőségekkel élve egyesítse azon építő-, illetve építészmérnök-hallgatókat, akik az egyetemi tanulmányaikon túli szabadidejükben szívesen részt vesznek különböző értéket teremtő, kreatív feladatokban is. Fennállása során több száz hallgató vett részt évről évre az ötlettől a megvalósításig. Elsődleges céljaink közé tartozott és tartozik a beton népszerűsítése, már az egészen fiatal korosztály számára is, valamint a Magyar Betonkenu Kupán való részvétel és kiemelkedő szereplés, melyen csapatunk korábban már több ízben is sikeresen teljesített. Az ország egyetlen magyar csapata vagyunk, amely képviselteti magát európai szintű versenyeken is. A sok évnyi tapasztalat rendre jobb minőségű és kivitelezésű betonkenu megépítésére sarkall minket, ami a szerkezeti elemek fejlesztésével és innovatív ötletek megvalósíthatóságának elemzésével is jár. Csapatunk létszáma folyamatosan növekszik a frissen az egyetemi életbe csöppent hallgatók belépésével, ők mindig új és újabb szemléletet képviselnek, ezért az érdeklődési és tevékenységi körünk is állandóan bővül. A 10. jubileumi év apropóján az alumnikkal együtt felidéztük az eddig alkalmazott technológiákat és megfogalmaztuk a csapat jövőképét is.

AZ EDDIGI KENUK SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA

A kenu betonszerkezetének megválasztása kiemelten fontos, mivel meghatározza az elkészült hajó tömegét, időtállóságát, szerkezeti merevségét és a hajó vízhez való viszonyát, azaz áramlástani jellemzőit is. A csapat kezdetektől fogva törekszik az innovációra, a különböző betontechnológiák tesztelésére és gyakorlatba való átültetésére. Fontos számunkra, hogy minden évben más-más technológiai eljárással építsük meg a hajónkat, ezért az évek során több módszert is alkalmaztunk a kenuk elkészítésére.

NAGYSZILÁRDSÁGÚ BETON

Az első, 2012-es kenu szerkezetének elkészítésére csapatunk egy nagyszilárdságú betont választott alapanyagként. A betonreceptúra alapjául CEM I 42,5 N típusú portlandcement szolgált, amelyet mikroszilika porral egészítettünk ki, továbbá Concrix szálerősítést alkalmaztunk. A mikroszilika por egy igen finom szemcséjű anyag, amely a cementrészecskék közötti hézagokat hivatott kitölteni a betonban, továbbá alkalmazása rendkívül előnyös vízzáró szerkezetek építésekor is. Elsősorban a vízzáróssági tulajdonsága miatt alkalmazta ezt a technológiát a csapat. Az igyekezetek ellenére ez a betonreceptúra mégsem vált be igazán, mert túlságosan nagy lett a kenu tömege.

SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETON

Csapatunk 2012-ben ismerkedett meg és végzett kísérleteket a szálerősítéses technológiával. Ennek a szerkezeti megoldásnak számtalan pozitív hatása van az elkészült betonra. A betonkenuk esetében rendkívül fontos, hogy a szálerősítésű betonok az esetleges berepedésük után sem veszítik el a hajlító-húzó szilárdságukat, továbbá a lökésszerű hatásokkal szembeni ellenállóképességük is jelentős. A betonban lévő szálak szétosztják az esetleges repedéseket, így kisebb keresztmetszetű hézagok keletkeznek, ily módon növelve a hajók vízzáró képességét.

ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON

Az öntömörödő beton (angol rövidítése SCC, német SVB, magyar ÖTB) egy olyan beton, amely bedolgozása során nem igényel tömörítést, mint ahogyan az a nevében is benne van, az anyag magától tömörödik. Az öntömörödő beton olyan nagy teljesítőképességű beton, amely saját súlya alatt tömörödik, úgy, hogy az összetevők nem válnak szét, nem történik kivérzés és egyúttal „légtelenedik" is, miközben a vasalás közötti hézagokba és a zsaluzat minden egyes szegletébe eljutva kitölti a rendelkezésére álló teret. A 2013-as betonkenu megépítésére választottuk ezt a fajta betont, mivel a zsaluzatunk negatív és pozitív oldallal is rendelkezett. A betonnak a zsaluk között lévő vékony részt kellett zárványmentesen kitöltenie, amelyet normál betonnal és tömörítéssel nem lehetett volna kivitelezni. Az öntömörödő betont szálerősítéssel ötvözve használta a csapat, így egy erős és vékony héjszerkezet lett az eredmény.

TEXTILBETON, ILLETVE BETONBA ÁZTATOTT GEOTEXTÍLIA

Alapjában véve a vasbeton más szerkezetekhez képest viszonylag olcsó építési eljárásnak számít. Egy hagyományos beton hátránya, hogy a különleges betontechnológiák során elérhető értékhez képest viszonylag kicsi a húzószilárdsága. E tulajdonságok javítására a betontechnológia fejlődése során több alternatíva is született. A szálak beépítését már régebben is alkalmazták a szívósság, a törőszilárdság és a fáradási szilárdság növelésére, továbbá a repedések csökkentésére. A szálerősítés egyik továbbgondolt változata a textilbeton, amikor nem rövid szálak, hanem egy összefüggő, hosszú szálakból álló textilrács-szerkezet kerül a betonba. A textilbetont a vasbeton helyettesítésére találták ki, mivel a vas könnyen korrodálódik, ráadásul a tömege is nagy – ellentétben a textillel, amely használatának nincsenek ilyen kedvezőtlen hatásai, sőt felhasználása során egyéb pozitív tulajdonságai is megfigyelhetők. És bár teherhordó szerkezetek építésére nem igazán alkalmazható, betonkenuhoz tökéletes választás lehet.

A textilbetont is több ízben alkalmazta csapatunk a kenuépítés során. Számos technológiával és technikával ötvözve ez a fajta építési mód bizonyult eddig a legalkalmasabbnak. Az idei hajóépítésnél is ennek egy továbbfejlesztett változatát vettük alapul.

Már a kezdetekben, a 2012-es második kenu is ilyen módon készült, mivel az első nagyszilárdságú kenu tömege túl nagy volt, és alulmúlta az elvárt eredményeket. A merev vázas vasalás kiváltása céljából jó megoldásnak tűnt a textil alap. Majd 2014-ben is ezt a technológiát alkalmazta a csapat.

Később ezt továbbfejlesztve a 2015-ös hajó elkészítése során már nem a textilre tapasztásos technikával került fel a beton, hanem betonba áztatott geotextíliát használtunk. Lényegében ez a textilek betontejbe való áztatása, majd ezek sablonra tétele, több rétegben. A hajó falvastagsága így mindössze 3–6 milliméter lett, a rétegek számától függően. A gerincnél – mivel ez egy fő feszültségi pont – ezt a technológiát egészítettük ki poliészter hálóval, így megerősítve a gerincvonalat. Illetve a peremek mentén is erősítés történt, ugyanis ez adta a kenu merev vázát. Az addigiakhoz képest ennek a technológiának köszönheti csapatunk a legkönnyebb hajókat, így akkorra mindössze 60-kg-ra sikerült redukálni annak tömegét.

A 2022-es versenyre a textilerősítéses hajó továbbfejlesztésével elértük a 47 kg-ot, mindössze 2 mm-es falvastagság mellett. Ennél a hajóépítésnél fontos innováció volt, hogy textilcsíkokat lapoltunk egymásra, így úgynevezett „bordákkal" erősítettük a hajót. Ezzel a technikával merev lett a hajó, és a hajótest nem tudott csavarodni. A jövőben ezt a fajta technikát szeretnénk továbbfejleszteni más típusú (U, V, félkör alak) hajótesteknél is.

JÖVŐKÉP

Terveink között szerepel kijutni a 2 évente megrendezendő németországi nemzetközi versenyre. Évről évre igyekszünk új, innovatív technológiát kifejleszteni a kenu készítésére. Nem szeretnénk elkényelmesedni, és a korábban már jól bevált módszert alkalmazzuk a következő években. Ezért a csapat tagjai új ötletek reményében folyamatosan figyelik a megjelenő szakirodalmat, továbbá a már alkalmazott technológiák átdolgozásán, javításán fáradoznak.

A csapat szempontjából is próbálunk fejlődni. Ettől az évtől több kisebb egységre osztottuk fel a csapatot és minden team saját projektfeladatot kapott, aminek megvalósulásáért ő a felelős. Így mindenki még jobban ki tudja venni részét a munkából, és az ötleteit is hamarabb meg tudja valósítani. Ennek a csapatmunkának természetesen a közösségformáló ereje is jelentős, hiszen nemcsak a kenuépítéskor találkozunk, hanem egész évben szervezkedünk annak érdekében, hogy az építéskor és a versenyen minden zökkenőmentesen menjen.

A SZEnavis csapat jövője biztos alapokon áll, amelynek hátterét a tízéves múlt és az elért sikerek adják. A csapat körül olyan összetartó közösség épült, amely tartós, életre szóló, feloldhatatlan köteléket képez – az utódok pedig viszik tovább az alapítók szellemiségét. Ahogy az évadzárón Pollák András jubileumi köszöntőjében elhangzott : *„10 év múlva ugyanitt találkozunk!"*

(fotók: SZEnavis, Májer Csaba József)

HARDOX®
WEARPARTS

LEGYEN PROFI, VÁLTSON HARDOX® ALKATRÉSZEKRE!

A globális Hardox Wearparts® hálózat tagjai kopásálló alkatrészeket készítenek gyors határidővel, egyedi vevői igények alapján, prémium minőségű, eredeti Hardox® acélból.

A Hardox Wearparts® tagvállalatok hozzájárulnak ahhoz, hogy Ön optimalizálni tudja gyártási folyamatait, a gépeinek élettartama hosszabb legyen, működtetésük pedig költséghatékonyabb.

A Hardox Wearparts® az SSAB védjegye, amely a világ legjobb kopásálló acélját gyártja.
Magyar tagvállalatok elérhetőségei:

Szilassy és Türk Kft.
Szombathely/Balogunyom
Türk Árpád
sales@sz-t.hu
+36 30 378 46 99
www.sz-t.hu

Tamás Kft.
Sásd
Tamás Gábor
tamas.gabor@tamaskft.hu
+36 72575023
www.tamaskft.hu

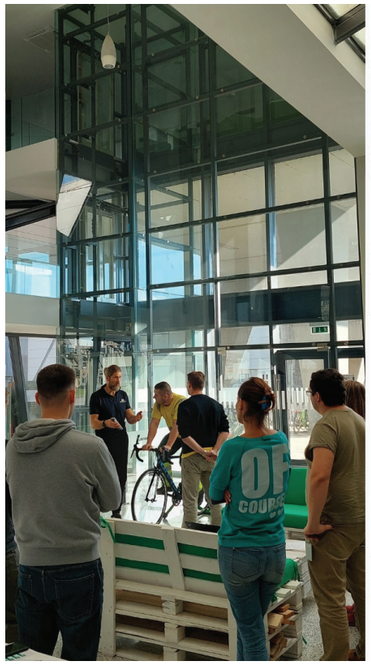
Sebestyén Lángvágó Kft.
Tököl
Sebestyén Anita
langvago@langvago.com
+3624496097
www.langvago.com

GLB Kft.
Szeged/Algyő
Méhes Géza
gmehes@glb.hu
+36 30 2855892
www.glb.hu

Szendi Vasudvar Kft.
Balmazújváros
Hartman László
hartman.laszlo@t-online.hu
+36 30 349 45 72
www.szendi-vas.hu

www.hardoxwearparts.com

FENNTARTHATÓSÁGI HETET SZERVEZETT A LAFARGE



A LAFARGE Cement Magyarország Kft. elkötelezett a környezetvédelem, a fenntarthatóság és a zöld gondolkodás mellett. Ennek jegyében szervezett munkavállalói számára egy egyhetes programsorozatot, amelynek keretében a dolgozók különböző interaktív programokon, látogatáson vehettek részt.

A LAFARGE fenntarthatósági célkitűzése, hogy 2050-re a Királyegyházi Cementgyár vonatkozásában megvalósuljon a nettó zéró emisszió, azaz a CO_2-semleges működés. Ennek érdekében az elmúlt években már több mint 4,5 milliárd forint értékben valósított meg környezetvédelmi beruházásokat, amelyek következtében mostanra több mint 80%-ban tudja kiváltani alternatív tüzelőanyagokkal a fosszilis tüzelőanyagokat. Ezt kiegészítve idén ősszel egy új innovatív, zöldcement-termékkel is megjelent a magyar piacon, ez a CEM II/B-LL 32,5 R, ECOPlanet fantázianevű cement.

A termelési tevékenység zöldítése mellett a LAFARGE számára fontos, hogy az egyéb, kapcsolódó tevékenységek tekintetében is megvalósuljon a környezetkímélő, hosszú távon fenntartható működés. Ennek céljából csatlakozott a Holcim Csoport **„Zöldebb iroda, gyár & bánya”** kampányához. A munkavállalók környezettudatos gondolkodásának elősegítése érdekében pedig novemberben egy egyhetes programot is szervezett.

„Fenntarthatósági célkitűzéseink és a körkörös gazdaság megvalósítása mellett elengedhetetlennek tartjuk, hogy ne csak vállalati szinten, hanem egyénileg is mind hozzájáruljunk környezetünk és bolygónk fenntartásához, mivel az csak így lesz a következő nemzedékek számára is élhető. A LAFARGE-nál hisszük, hogy a változás a gondolatok szintjén kezdődik. A fenntarthatósági céljaink csak úgy valósulhatnak meg, ha munkavállalóink is elkötelezettek a zöld szemlélet mellett nemcsak a vállalati működés, hanem mindennapi tevékenységeik során is. Ennek jegyében szerveztük meg a Fenntarthatósági Hét programjait, valamint indítottuk útjára fenntarthatósági kampányainkat a közösségi médiában. Ezzel egy olyan szemléletváltást is el szeretnénk érni, ami az egész mikrokörnyezetünk gondolkodásmódjára is hatással lehet” – fejti ki Hoffmann Tamás, a LAFARGE Cement Magyarország Kft. ügyvezető igazgatója.

A november 21–25. között megszervezett Fenntarthatósági Hét keretében a fenntarthatóság témájához kapcsolódó érdekes előadások, interaktív programok mellett a LAFARGE munkavállalói látogatást tehettek a Kökényi Regionális Hulladéklerakó Központban. A látogatás során megismerhették annak folyamatát, hogyan kezelik elő azt a hulladékot, amelynek egy részét a Királyegyházi Cementgyárban alternatív tüzelőanyagként újrahasznosítanak. Ezáltal is jelentős mértékben csökkentve a Királyegyházi Cementgyár CO_2-kibocsátását.

A környezettudatos szemlélet mindennapi életben történő alkalmazását segíti továbbá a novemberben elindított **LAFARGE Zöld Tippek**, amelyet a munkavállalókkal belső kommunikációs felületeken, míg a lakossággal a vállalat a hivatalos Facebook-oldalán oszt meg.

A LAFARGE eddig elért fenntarthatósági eredményeiről, megoldásairól a LAFARGE betON podcastcsatornán lehet további információkat hallani. A **„Zöld Gondolatok”** novemberben indult évadában a LAFARGE szakértői beszélnek az innovatív és zöld építőipari technológiákról és alapanyagokról, valamint környezettudatos és fenntartható építészetről, társadalmi felelősségvállalásról.

(A LAFARGE betON podcast adásai meghallgathatók a nagy podcastgyűjtő oldalakon: a Spotify-on, az Anchor-on, az Apple Podcaston, a Google Podcasts-en és a PodPadon.)
(fotók: LAFARGE)

beton

beton
érték generációknak

KERESSE FEL HONLAPJAINKAT, ÉS KÖVESSEN MINKET A KÖZÖSSÉGI MÉDIÁBAN!

Ha lemaradt a Beton Fesztiválról, előadásainkat visszanézheti YouTube-csatornánkon

Beton.hu

a betonos szakma tudásbázisa:
hírek, letölthető kiadványok, hasznos tudnivalók és útmutatók
www.beton.hu

Beton.hu a Facebookon

inspiráció minden napra:
érdekességek, trendek, aktualitások

Beton újság

a betonipar szakmai fóruma:
korszerű megoldások, naprakész és változatos betonipari témák
www.betonujsag.hu