

szakmai lap

# beton

érték generációknak

Cementipari innovációk a nemzetközi kutatások tükrében  
Betonátvételi anomáliák 1. rész  
Betonépítészet a nagyvilágban  
– A beton esztétikuma

## A BETONELEMGYÁRTÁS JÖVŐJE

A wide-angle photograph of a large industrial factory interior. The space is filled with stacks of precast concrete beams, some of which are being moved by yellow lifting equipment. The ceiling is high and features a complex network of steel trusses and lighting fixtures. The floor is a smooth, light-colored concrete. In the foreground, there are several yellow lifting devices and a pile of heavy black chains. The overall atmosphere is one of a busy, modern manufacturing environment.





04



26

Déry Attila

## Nemzet és építészet Magyarországon



22

# Tartalom

- 3** Köszöntő
- 4** Aktív évet zárt a szövetség — a CeMBeton 2024-ben végzett tevékenységei
- 5** CeMBeton–MABESZ: fenntartható fejlődés és dekarbonizáció
- 6** Építőipar 2024
- 7** A betonelemgyártás jövője
- 12** Cementipari innovációk a nemzetközi kutatások tükrében
- 16** Betonátviteli anomáliák — 1. rész
- 18** Átadták az állami építészeti díjakat
- 19** Jubileumát ünnepelte az Országos Építőipari Szakembertalálkozó
- 20** Fiatal tehetségek reflektorfényben — Innovatív ösztöndíjprogrammal támogatja az új generációt a DDC
- 22** Betonépítészet a nagyvilágban
- 26** Szabványfigyelő / Könyvajánló
- 27** 10 éves, mégis újszerűnek hat a felújítás a pécsi dzsámin



19

(fotók: a szerzők, Wikipédia, Beton újság archívum)



27



## Impresszum

**Beton szakmai lap**  
 2025. február

### 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:

Hoffmann Tamás

### Felelős szerkesztő:

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

### Szerkesztőség:

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

### Szerkesztőbizottság:

**Vezetője:** Szórád Tamás  
**Tagjai:** Asztalos István, Kasik Tamás,  
 Paszta Mercédesz, Rácz Attila, Turbék-  
 ki 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

A lapban olvasható cikkek, hirdetések és egyéb tartalmak a szerzők saját véleményét fejezik ki, és nem feltétlenül tükrözik a szerkesztőbizottság szakmai meggyőződését, álláspontját.



**OBSERVER**

# Köszöntő



Beton. Ez a szó szinte mindenkinek más jelent: az építőmérnököknek a szilárdsága fontos, az építészeknek az alakíthatósága, a technológusnak az összetétele és a tartóssága, míg a hétköznapi embereknek egy szürke építőanyag jut az eszébe, amely a telek után felfagy, hámlik vagy éppen tönkretesz a vídiafürót, mert annyira kemény. Akik már egy ideje ismerik a „beton”-t, jól tudják, hogy egy olyan anyag összefoglaló nevét jelenti, amelyre mindig oda kell figyelni, ha a tartósságát tartjuk az egyik legfontosabb tulajdonságának.

Az általános iskolai történelemtanulmányaim során 2 alkalommal olvastam egy-egy érdekes történetet a betonról. Az első könyv a rómaiakról szólt és a rómaiak betonjáról, míg a másik a 2. világháború bunkereinek építését és a lerombolásukra tett erőfeszítéseket írta le. Lenyűgöző volt olvasni, hogy évezredekkel korábban hogyan építettek hatalmas épületeket a rómaiak, amelyek még ma is állnak, és hogyan próbálták lerombolni vagy használhatatlanná tenni az angolszások a német mérnökök által tervezett és kivitelezett több méter vastag vasbeton bunkereket. A tanulmányaim vége felé az élet úgy hozta, hogy 20 évvel ezelőtt a KTI laborjában kaptam egy álláslehetőséget, amely másfél évtizedig meghatározta az életemet. Itt ismerkedtem meg a betonok és ezen belül a betonburkolatok szakmai elitjével.

Sokat köszönhetek a szakembereknek, akiket ez idő alatt megismertem, mert megértettem, hogy a vegyész vagy egy betontechnológus ugyanolyan fontos eleme a be-

ton élettartamát befolyásoló tényezőknél, mint az egyszerű segédmunkás, aki meglocsolja a „keresztvízzel” a betonburkolat felületét, hogy könnyebben el tudja simítani – és ezzel a mozdulattal tönkre is teszi azt, de ez majd csak 3-4 év múlva lesz szembetűnő egy hidegebb telet követő tavasszal.

A hazai szakmai fórumok mellett rendszeresen publikáltam nemzetközi szinten is az elért eredményeket és tapasztalatokat, mert azt az elvet vallom, hogy a megszerzett tudást, ha van rá lehetőségünk, akkor meg kell osztani, figyelembe véve a célhoz vezető út bonyodalmaival és nehézségeit.

Betonok és betonból készült vasbetonelemek kutatása és fejlesztése nélkül a mai piaci környezetben, amikor már a hazai piacon is komoly a nemzetközi konkurencia, a folyamatos termékfejlesztés az előregyártók életének elengedhetetlen részévé vált. A hagyományos vasbeton termékek mellett a vevők mindig az újat, a környezetbarátabb, biztonságosabb vagy éppen az extrém termékeket keresik, mert ezzel próbálnak kitűnni a konkurenciát jelentő versenytársak közül. Mindenkinek ehhez a piaci igényhez kell igazodnia egy olyan változó szabályozási környezetben, amikor a jól megszokott teljesítményelvűség mellé megjelent egy régi-új szemlélet is: az életciklus-elemzés és a környezeti terhelés mértékének számszerűsítése. Az Európai Parlament és Tanács 2024/3110-es rendelete teljesen új, az eddigi piaci szemlélettől merőben idegen eszmeiséget képvisel. Ez az elv azonban nagyon komoly felelősséget is jelent a tervezők számára, amely az európai zárt piacon csak akkor lehet életképes, ha a megrendelői hozzáállás is megváltozik és hozzáidomul a rendelet eszmeiségéhez.

Végezetül engedjék meg, hogy elmondjam, nekem mit jelent ez a szó: beton.

A beton számomra azt jelképezi, hogy a mai felelős mérnöki szemlélet messze túlmutat a fogyasztói társadalom eszméjén, mert több generációra tervezett épületek és építmények készülnek belőle úgy, hogy bármikor 100%-ban újra lehet hasznosítani.

**Dr. Bencze Zsolt**  
**Ferrobeton Zrt.**

minőségirányítási vezető



# Aktív évet zárt a szövetség – a CeMBeton 2024-ben végzett tevékenységei

ASZTALOS ISTVÁN IRODAVEZETŐ, CEMBETON



**A** Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség (CeMBeton) 2024. évi tevékenysége a megújulás jegyében zajlott. Szövetségünk – a lehetőségek keretein belül maradva – számos ponton megújult, amit elsősorban átdolgozott és új arculatú honlapunk fémjelez. A Magyar Betonelemgyártó Szövetséggel (MABESZ) közösen folytatott, betont népszerűsítő munkánkat a korábban megszokottak szerint végeztük.

A CeMBeton legfontosabb feladatának továbbra is a cement-, beton- és mészipar, valamint a kapcsolódó vállalkozások szakmai és gazdasági érdekvédelmét tekintettük. A tagozatokhoz kapcsolódó munkát ebben az évben is az egyes szaktanácsadók keretei között folytattuk, ezek elnevezéseit is részben megváltoztattuk, hogy azok jobban kifejezzék a kereteik között végzett munkát. Az alábbiakban olvashatók az egyes bizottságok elnevezései, tevékenysége és kapcsolati rendszerei:

- **Felügyelő Bizottság** – Tevékenysége szorosan kötődik az elnökséghez, így tagjai – a korábbi gyakorlatnak megfelelően – közösen üléseznek az elnökséggel.
- **Műszaki Tanácsadó Bizottság** – Tevékenységét aktivizáltuk és az alapszabályunk szerint műszaki-fejlesztési ügyekben az elnökség és a közgyűlés számára készít ajánlásokat, fogja össze a szakmai bizottságok munkáját.
- **Szabályozási Bizottság** – A bizottság területei a cement és mész, valamint a beton (transzportbeton) gyártásához kapcsolódó szabványosítási, valamint a

tagvállalatokat érintő egyéb szabályozási kérdések.

A szabványosítási munkák nagyrészt a CEN (ISO) és az MSZT bizottságaiban folytak.

- **Fenntarthatósági Bizottság** – A szövetség 2024. május 21-ei elnökségi és FB-ülésén többek között az a döntés született, hogy az Alapszabály módosítása keretében a Környezetvédelmi Bizottság átnevezük, új neve Fenntarthatósági Bizottság lett. Feladata a hazai és európai uniós jogszabályokkal, illetve rendeletekkel és ezek tervezeteivel, műszaki irányelv-tervezetekkel kapcsolatos szakmai-műszaki állásfoglalások kialakítása, véleményezése, továbbá az iparágra vonatkozó érdekvédelem, minél szélesebb spektrumot lefedő szakmai kommunikáció végzése. Szakmai és műszaki kapcsolattartás belföldi és nemzetközi (MGYOSZ, cementipari vállalatok, EM, PM, NEPSI, KSZGYSZ MATÉSZ, CEM-BUREAU, GCCA stb.) szervezetekkel.
- **Kommunikációs Bizottság** – (Korábban ennek a bizottságnak PR-Kommunikációs bizottság volt a neve.) A 2024. február 6-i elnökségi ülésre készült egy dokumentum A szövetség fókuszpontjai címmel. A dokumentum lényegében a szövetség tevékenységeit tartalmazza, kiegészítve azzal, hogy melyik tevékenység melyik bizottságba tartozik, illetve melyek az együttműködő külső partnerszervezetek, majd ennek alapján elkészült egy cselekvési terv. A bizottság a nevét Kommunikációs Bizottságra változtatta. Létrejött a szövetség Kommunikációs Stratégiája is, valamint

egy másik dokumentum is, amely a CeMBeton szakmai összefogását, az iparág helyzetének javítását, és a betontól készült építmények iránti bizalom növelését foglalja össze. A tevékenység legfontosabb elemei: a meglévő arculat ráncfelvarrása, az új arculatra, stratégia-ára épített CeMBeton bemutató ppt, az új weboldal, a kommunikáció folytatása belső erőforrásokkal, valamint egy 2025. évi akcióterv és költségvetés, amelyet azonban fedezethiány miatt nem fogunk tudni végrehajtani. A honlaphoz kapcsolódóan 2024-ben is havi rendszerességgel jelentettük meg a szövetség hírlevelét. A honlap megújításával összefüggésben az októberi hírlevél még a régi rendszerben ment ki, és november-től élesítettük az újat. Ezt követően lesz nálunk a teljes tartalmi előállítás. Az elnökség azt is elfogadta, hogy tartssuk meg a meglévő logót és szlogent. Az arculat megújítását ezt alapul véve kellett rövid határidővel végrehajtani.

A bizottság a MABESZ-együttműködés keretében, a velük közös „betonnépszerűsítő” munkacsoportban folytatta azt a munkát, amely a beton közös népszerűsítésére irányult. Ez a szakmai összefogás a következő témaköröket fedte le: a [www.beton.hu](http://www.beton.hu) honlap és YouTu-be-csatorna működtetése, a Beton c. lap kiadása, az update kiadvány, valamint a képeskönyv és kifestő gondozása, AZ MSZ 4798:2026 SZERINTI BETON zsebkönyvünk aktualizálása, a Beton Fesztivál 2024 megrendezése, valamint a Betonpályázat egyetemi hallgatóknak 2024 kiírása és elbírálása.

- **Oktatási Bizottság** – Itt folynak az egyetemi és mérnökkamarai kapcsolatépítések, melyek célja a korszerű iparági ismeretek eljuttatása a felsőfokú mérnökképzésbe és a gyakorló mérnökökhöz. Az Oktatási Bizottság továbbra is fontosnak tartja az egyetemi és a mérnökkamarai együttműködéseket. Az egyetemeken tapasztalható csökkenő mérnökhallgatói létszám iparági hatása miatt a szakma népszerűsítésére továbbra is nagy hangsúlyt kell fektetni, a kapcsolatokat fenn kell tartani.



# CeMBeton-MABESZ: fenntartható fejlődés és dekarbonizáció

URBÁN FERENC CEMBETON

RÁCZ ATTILA MABESZ

*2024-ben már tízéves volt a Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség (CeMBeton), valamint a Magyar Betonelemgyártó Szövetség (MABESZ) együttműködése, melynek keretében 2015-ben rendeztük meg közösen első nagyszabású rendezvényünket, a Beton Fesztivált a Bakelit M.A.C. épületében.*



**M**unkacsoportunk tagjai – a személyi változások mellett – továbbra is a szakmai összefogásra helyezve a hangsúlyt dolgoznak a tagvállalatok által gyártott anyagok, termékek, műszaki megoldások, a bennük rejlő lehetőségek és a fenntarthatóság, karbonsemlegesség elérése érdekében tett erőfeszítések megismerésén, megismertetésén.

## 2024-BEN

- működtettük a beton.hu honlapot és a hozzá kapcsolódó közösségimédia-felületeket (Facebook, YouTube, Instagram), szakemberek és érdeklődő laikusok számára új tartalmakat töltöttünk fel, erősítve a betonos közösséget;
- Beton c. szakmai lapunk továbbra is 6 alkalommal jelenik meg, egyre bővülő online olvasói táborral;

- kiadványainkat (döntéshozói és szakmai kiadványok, oktatási anyagok, óvodásoknak szánt képeskönyvünk és kifestőnk) továbbra is online tesszük elérhetővé;
- ismét kiírtuk egyetemi hallgatóknak szánt betonpályázatunkat;
- és megrendeztük a Beton Fesztivált.

A Beton Fesztiválnak ismét a Lágymányosi-öböl partján található Dürer Kert adott otthont, és több mint 300 fő vett részt személyesen. A rendezvényt élőben YouTube-csatormánkon is közvetítettük, ahol a fesztivál teljes anyaga továbbra is visszanezhető. A fenntartható fejlődés és dekarbonizáció kérdéskörét folytatva már konkrét eredményeket, reményt adó irányokat is megismerhettünk, kiegészítve a hirtelen berobbant mesterséges intelligencia adta lehetőségekkel. A jó hangulatot – amit a kedvezőtlen időjárás sem tudott elrontani – a környezet mellett a beton dizájtárgyak kiállítása is szavatolta.

A fesztiválon hirdettük ki a „Minden építés alapja” betonpályázat eredményét és adtuk át a díjakat. Összesen 20, többségében rendkívül magas színvonalú pályamunka érkezett, amelyekből a bírálóbizottság a betonépítés, építészet kategóriában 5, az anyag, technológia kategóriában 3 pályamunkát tartott kiemelkedőnek és részesített díjazásban.

A fesztivál és a pályázati beszámolóink megtalálható a beton.hu honlapunkon és kapcsolódó közösségimédia-felületeinken.

Munkacsoportunk célja továbbra is a betonnal kapcsolatos szakmai kérdések, lehetőségek, az előttünk álló kihívások megismertetése, szakmai és médiacsatornáink működtetése.

(fotók: Beton újság)





# Építőipar 2024: Magas cégfluktuáció, csökkenő cégszámok, növekvő feszültségek

A KSH adatai alapján az építőipar 2024. január-november közötti teljesítménye 0,5%-os növekedést mutatott az előző év azonos időszakához képest. Ugyanakkor a tavalyi év egészét inkább a stagnálás jellemezte. Az elmúlt években az iparág működését az állami beruházások befejezése, a megrendelések visszaesése, a munkaerőhiány és a lánctartozások nehezítették. Az Új Gazdaságpolitikai Akcióterv, amelyet 2024-ben jelentettek be, reményt adhat a jövőre nézve. Az előző évben a speciális szaképítés teljesítménye segítette az építőipar szinten tartását, mivel ez az egyetlen szegmens mutatott növekedést.

„Figyelemre méltó, hogy az újonnan kötött szerződések volumene 40%-kal kisebb, mint amennyi egy évvel korábban volt. Ezt is alapul véve várhatóan 2025-ben erőteljesen növekedni fog a tevékenységét szüneteltető kisvállalkozások száma. Tovább fog csökkenni a tartósan (több mint 6 hónapon át folyamatosan) foglalkoztatottak száma. Az ÉVOSZ várakozásai szerint a 2025-ös év nehezebb lesz az építésgazdasági értéklánc szereplői számára, mint amilyen 2024 volt” – mondta Koji László, az ÉVOSZ elnöke.

Az OPTEN adatai szerint 2024-ben az építőiparban működő vállalkozások száma és az új alapítások mértéke is csökkent az előző évekhez képest. Ez a tendencia az iparág minden területét érintette. Az iparág egészét jellemző cégfluktuáció tavaly megközelítette a 16%-ot, amelyen belül a speciális szaképítés

stabil 12%-os szinten maradt. „Tavaly minden 11. cég valamilyen formában cégmegszűnéssel járó új eljárásba esett, ennek csupán a negyede volt végelszámolás, ami az önkéntes bezárást jelentheti. Aggasztóbb az, hogy növekedett és megközelítette azon új felszámolási eljárások száma az ezret, amelyeket semmilyen más eljárás nem előzött meg, ami a lánctartozások növekedését is jelentheti. Ezen új eljárások növekedése jelzi, hogy a feszültség az építőipari szektorban tovább nőtt 2024-re” – mondta Alföldi Csaba, cég-információs szakértő.

(forrás: OPTEN)

**BETON.  
A CIVILIZÁCIÓ  
ALAPJA.**



**MABA**  
KIRCHDORFER  
CONCRETE SOLUTIONS

Vasúti betonlapok különböző felhasználási területekre.

L4 típusú fővonalai betonlapok

L5 típusú fővonalai betonlapok

L5 típusú átmeneti betonlapok

SS 760 típusú keskeny nyomtávú betonlapok

TS típusú terelősínes betonlapok

WVB típusú betonlapok metró- és villamospályához

MABA Hungaria Kft.  
8100 Várpalota Fehérvári út 28/18.  
www.maba.hu



# A betonelemgyártás jövője

KASIK TAMÁS FEJLESZTÉSI MÉRNÖK, PREBETON ZRT.

*Ebben a cikkben a 2024. októberi Beton Fesztiválon tartott előadás folytatásaként a betonelemgyártás jövőjét foglaltam össze. A cikkben az elemgyártás rövid történelmi bemutatása után részletezem a legújabb fejlesztéseket, innovációkat, anyagokat és digitális technológiákat a betonelemgyártás terén, amelyek a jövőben hozzájárulnak a hatékonyabb, környezetbarátabb és gazdaságosabb termeléshez.*

## Az előregyártás rövid története

Az előregyártás egyidős az emberiséggel. Már az ősemberek is előregyártott eszközökkel vadásztak és dolgozták fel az elejtett prédát. Az ilyen eszközök nemcsak a napi túlélésüket segítették, hanem lehetővé tették a közösségek fejlődését is, mivel a szakértelem és a tudás átadása révén egyre jobb és hatékonyabb eszközöket tudtak létrehozni.

Az építőipari előregyártás legkorábbi nyomai a megalitikus építészetből származnak, és ezek egy része még ma is látható. Ma már tudományos bizonyítékok támasztják alá, hogy az egyiptomi piramisok és Stonehenge építőkövei is több száz kilométerre a végső helyüktől és ezt követően kerültek a végső felállítási helyükre.<sup>1</sup>

Ezután a római és görög kultúrák építészetében is az előre faragott kőépítés volt a jellemző, bár a rómaiaknál már megjelent a beton kezdetleges verziója is.

A középkorban a beton használata háttérbe szorult, mivel a beton előállításához szükséges technológiai ismeretek elvesztek a Római Birodalom bukása után, és így a kor építészetét újból a faragott kő és a téglalapítás határozta meg.

## Előregyártás a 20. században

Az újkorai építőipari előregyártás a 19. század végén és a 20. század elején kezdett elterjedni, különösen a beton és a vasbeton innovációinak köszönhetően. A beton mint építőanyag a 19. században vált népszerűvé tartóssága, formálhatósága és sokoldalúsága miatt. John Alexander Brodie, a skót mérnök és építész kiemelkedő szerepet játszott az

előregyártott betonelemek fejlesztésében. Ő volt az, aki a 19. század végén elsőként szabadalmaztatott betonelem-előregyártási technológiákat. Ezzel megalapozva a beton előregyártásának jövőjét.

## Előregyártás napjainkban

Hamar egyértelművé vált, hogy az előregyártás számos előnnyel rendelkezik, mint például:

- kontrollált gyártási környezet;
- gyorsabb kivitelezési idő;
- kevesebb hulladék;
- egyenletesebb minőség;
- bonyolultabb formák is megvalósíthatók;
- kevesebb helyszíni munka;
- kevesebb élőmunkaigény.

Ennélfogva világos, hogy miért lett az építőipar egyik legfontosabb ágazata.

Ezek az előnyök ma is megőrizték jelentőségüket, sőt az anyagtakarékoság és az ökológiai hatások az utóbbi időszakban különösen fontossá váltak. Így várható, hogy a 21. században a beton előregyártás nemcsak hogy nem lassul, hanem éppen ellenkezőleg, felgyorsul. Egyes technológiák, mint például a paneles és moduláris építési módszerek, új jelentőséget fognak kapni.

Fontos ezért, hogy a technológia hátrányaival is, így például:

- a magas kezdeti beruházási költségekkel;
- a késztermékszállítással, -mozgatással;
- a hosszabb gyártási idővel;
- a bonyolultabb kivitelezéssel;
- az alapanyag-utánpótlási problémákkal;

- az összetettebb tervezési feladatokkal

és a teljes termelés folyamattal tisztában legyünk, hisz leginkább ezeken a területeken lehet az iparágat fejleszteni és involválni.

## Az előregyártás folyamata

Az előregyártás folyamata egy összetett és több lépcsőből álló eljárás, amelyet nyolc főbb szakaszra bonthatunk. Ezek a következők:

1. Tervezés és előkészítés
2. Zsaluzás
3. Betonacél-megmunkálás és -szerelés
4. Betonozás
5. Kizsaluzás és deponálás
6. Minőség-ellenőrzés
7. Szállítás
8. Kivitelezés

Ezeket a területeket külön-külön érdemes részletesebben megvizsgálnunk az innovációs fejlesztések szempontjából, hogy pontosabb képet kapjunk arról, milyen újdonságok, fejlődések várhatók a közeljövőben.

## 1. Tervezés és előkészítés

### 1.1. BIM rendszer

A BIM (Building Information Modeling) egy forradalmi megközelítés az építőiparban, amely a digitális technológia és a szoftverek segítségével lehetővé teszi a tervezők, kivitelezők és üzemeltetők számára, hogy egy közös háromdimenziós modellt használjanak. Ez a modell nem csupán a geometriai információkat tartalmazza, hanem minden egyéb releváns adatot is, mint

<sup>1</sup> A Beton újság 2005. december XIII. évf. 12. számában Dr. Révay Miklós: Előregyártott piramisok? című cikkében Joseph Davidovics francia professzorral hivatkozással írt az egyiptomi piramisokról, miszerint bizonyíték van arra, hogy azok betonból készültek. (A szerk. megjegyzése.)



például anyagok, költségek, időtervek és fenntarthatósági jellemzők. A BIM folyamata során az épület életciklusa alatt (akár az előregyártási folyamatok is) keletkező információk folyamatosan frissülnek, így valós időben lehet nyomon követni a projekt előrehaladását és hatékonyabban lehet meghozni a döntéseket. Ezenkívül a BIM segíti az együttműködést a különböző szakágak között, csökkenti a hibák számát és javítja a projekt minőségét.

**1.2. Mesterséges intelligencia**

A mesterséges intelligencia (MI) térnyerése elkerülhetetlenül magában foglalja az építőipari folyamatokban való elterjedését is. Az MI nemcsak a gyártási folyamatok optimalizálását segíti elő, hanem lehetővé teszi a termelés hatékonyságának növelését és a költségek csökkentését is. Az automatizált rendszerek révén a raktárkészletek és az anyagrendelési folyamatok is jelentősen javulhatnak, mivel az MI képes valós időben nyomon követni a készletek állapotát és előre jelezni a szükséges anyagokat. A jövőben az MI várhatóan képes lesz vizsgálni a minőségi problémákat, automatikusan szabályozni a gyártási paramétereket, és javaslatokat tenni gyártási és betontechnológiai kérdésekben. Ezenkívül az adatelemzés segítségével az MI

hozzájárulhat az árajánlatok készítéséhez, a logisztikai szállítások ütemezéséhez, valamint a projektmenedzsment optimalizálásához, így növelve a versenyképességet az építőiparban.

**1.3. Statikai tervezés**

A tervező- és méretezőprogramok jelentős szerepet játszanak a modern építészet és gyártás világában. Ezek a szoftverek nemcsak a statikusokollégák munkáját segítik, de a gyártási folyamatokat is megkönnyítik. Manapság ezek nélkül már elképzelhetetlen egy előregyártó üzem. A programok fejlesztése a jövőben sem fog lelassulni. A mesterséges intelligencia integrációja, bekapcsolódása ebben a szektorban is elkerülhetetlen.

Emellett az igénybevételi erőkre optimalizált méretezés (Topology Optimization) is – mely során a szerkezeti elemek fizikai kialakítását teljes mértékben az épület terhei és igénybevételei határozzák meg – egyre nagyobb hangsúlyt fognak kapni a tervezésben. [1]

**1.4. VR és AR**

A VR vagy virtuális valóság (Virtual Reality) egy számítógép által létrehozott környezet, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy interakcióba lépjenek egy háromdimenziós térrel. A VR-technológia

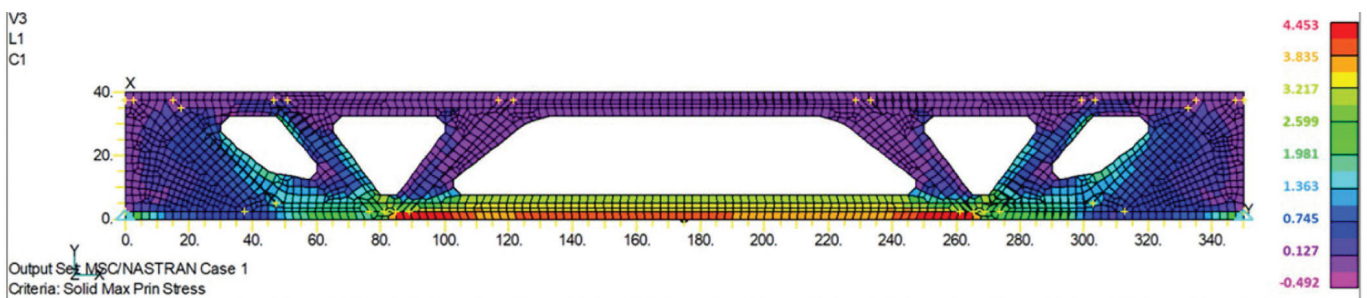
általában speciális headsetek és vezérlők használatával valósul meg, amelyek segítségével a felhasználók érezhetik és befolyásolhatják a virtuális környezetet, mintha valóban ott lennének.

Az AR vagy kiterjesztett valóság (Augmented Reality) egy olyan technológia, amely lehetővé teszi, hogy a valós környezetet digitális elemekkel kombinálva lássuk. Az AR-alkalmazások általában okostelefonok, táblagépek vagy speciális AR-szemüvegek segítségével működnek, és a felhasználók a valós világban láthatják a virtuális objektumokat, információkat vagy grafikákat, amelyek interakcióba lépnek a környezetükkel. Mindkét technológia alkalmas a tervezési folyamatok támogatására, de emellett széleskörűen alkalmazhatók a gyártási és ellenőrző folyamatokban is. (Utóbbiakról később még lesz szó a cikkben.) [2]

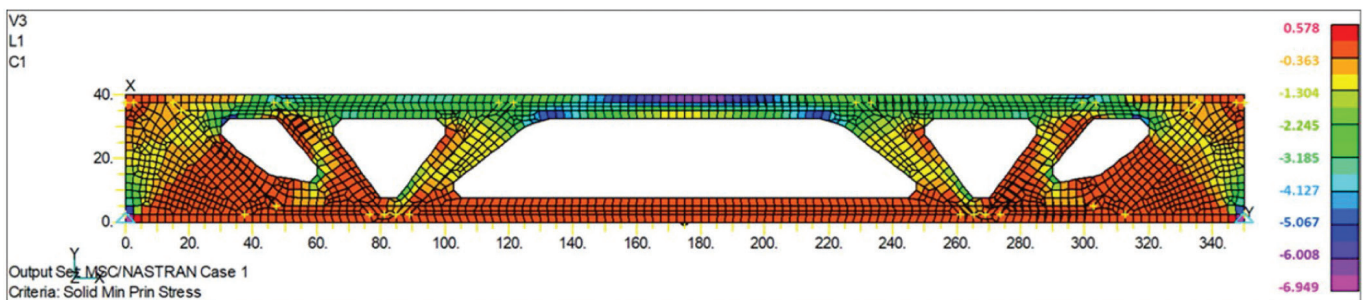
**2. Zsaluzás**

**2.1. CAM-rendszerű megmunkáló gépek**

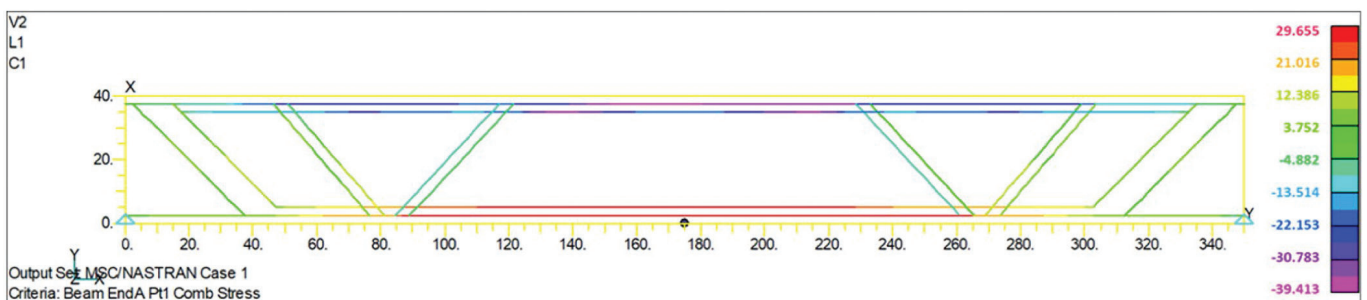
A precízebb és anyagtakarékos zsaluzatelőállítás érdekében számos cég alkalmaz kisebb-nagyobb mértékben számítógép-vezérlésű asztalosipari megmunkáló gépeket. Az ilyen típusú gépek képesek – emberi közbenjárással – digitális rajzokból sablonal-



(a)

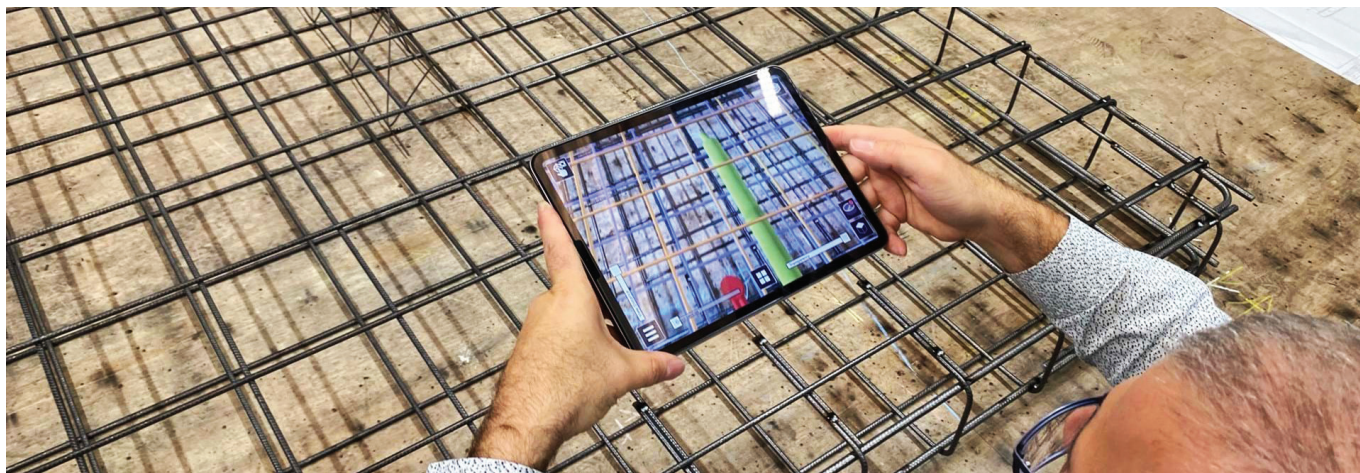


(b)



(c)





katrész előállítására. Ha egy lépcsőzsaluzatot veszünk példának, azonnal nyilvánvalóvá válik, hogy kézi szerszámokkal mennyire bonyolult és időigényes egy ilyen zsaluzat előállítása, míg CNC-megmunkálógéppel sokkal anyagtakarókosabb, gyorsabb és hatékonyabb ez a folyamat. Az ilyen gépek beszerzése és használata manapság már rendkívül egyszerű, így szélesebb körű elterjedésük várható.

## 2.2. Robotizált zsaluépítés

A CAM-rendszerek nem csupán az anyagmegmunkálás során segítik a zsaluzási feladatokat, hanem a sorozatgyártásban előállított vagy lapszerű termékek zsaluzat-összeállítási folyamatait is hatékonyan automatizálják.

Az öntőformák ilyen módszerekkel történő összeállítása nemcsak költségghatékony, hanem idő- és anyagtakarókos megoldás.

A robotizálás fejlődésével egyre elérhetőbbé válnak ezek a technológiák, amivel akár a szaktudás hiánya is pótolható az iparágban.

## 2.3. Lézeres és projektoros rendszerek

A zsaluépítést és a szerkezeti összeállítást támogató új eljárások közé tartoznak a különböző lézeres és projektoros módszerekkel működő vetítőtechnológiák. A technológia lényege, hogy a zsaluzat fölé elhelyezett vetítők a zsaluzatba kivetített vonalakkal és szimbólumokkal segítik a termék összeállítási és ellenőrzési folyamatait.

Ezek az eljárások hozzájárulnak az alkatrészek pontos elhelyezéséhez, csökkentve az emberi hiba lehetőségét, és felgyorsítják a termelési folyamatokat. Ami az általános minőség javulásához és költségghatékonyasághoz vezet, ezért előnyös az előregyártásban történő alkalmazásuk.

## 2.4. 3D-nyomatott zsaluzatok

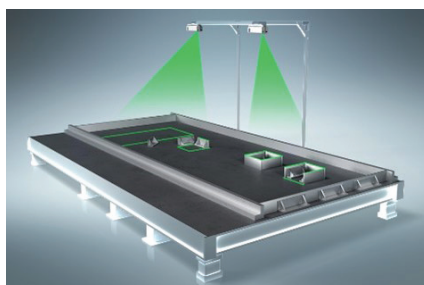
A zsaluzási munkákat kifejezetten megkönnyítő technológia az ipari 3D-nyomatás. Ezzel az additív gyártási módszerrel nemcsak az emberi munkaerő igénye csökkenthető, hanem a zsaluzatok előállítása is anyagtaka-

karókosabbá válik. Továbbá olyan formák is létrehozhatók, amelyek a hagyományos zsaluzási eljárásokkal szinte elképzelhetetlenek.

Sajnálatosan az ipari méretű nyomtatók ára jelenleg még elég magas, és a nyomtatáshoz használt anyagok – amelyek többsége műanyag – még nehezen újrahasznosíthatók. A technológia fejlődésével és új környezetbarát anyagok megjelenésével azonban az ilyen gépek termelésben való alkalmazása az előregyártó üzemek előnyére válhat. [3]

## 2.5. 3D-nyomatott beton zsaluzatok

A 3D-zsalunyomatás új kísérleti megközelítése a betonból nyomtatott zsaluzat. Néhány cég már végez sikeres kísérleteket ilyen módszerrel pillérek és parametrikus oszlopok előállítására. A technológia lényege, hogy az előregyártott betonelem öntőformája – vagy az abba kerülő kirekesztő zsaluzat – is betonból készül, és a termék gyártása után ez a kéreg „benmaradó” zsaluzatként a termék külső felületét adja. Ezzel a módszerrel teljes egészében megspórolható a hagyományos módon készülő zsaluzómunka és alapanyag.



A technológiának azonban van egy jelentős hátránya: a nyomtatott zsaluzatnak el kell viselnie az elem gyártása során fellépő betonnyomást, így jelenleg csak korlátozott méretű elemek készíthetők ezzel a módszerrel. A technológia hatalmas lehetőségeket rejt, így biztosra vehető, hogy előbb-utóbb több cégnél is megjelenik majd ez a zsaluzási módszer. [4]

## 3. Betonacél-megmunkálás és -szerelés

### 3.1. CAM-rendszerű megmunkálás és robotizált gyártás

A betonelemek előregyártásának egyik legjobban robotizálható része a betonacél-megmunkálás. Jelenleg számos helyszínen használnak CAM-alapú automatizált gépeket a vasszerelési alkatrészek előállítására. Ennek továbbfejlesztési lehetősége a teljesen automatizált, mesterséges intelligenciával megsegített megmunkálás. Az ilyenfajta termelés nemcsak az anyagtakarókos, hanem a gyártási idő optimalizálhatósága miatt is előnyös. Egy ilyen üzemben a teljesen számítógép-vezérelt megmunkálógépekről lekerülő kész munkadarabokat deponáló és szortírozó robotkarok veszik kezelésbe, és a már összeválogatott alkatrészkötegeket önjáró szállítórobotok juttatják el a vasszerelés helyszínére. Az egész megmunkálóüzem így csupán néhány felügyelő technikus és előkészítő mérnök segítségével irányítható, lehetővé téve ezzel a fizikai munkaerő hasznosabb téren történő alkalmazását.

### 3.2. Betonacél-helyettesítő kompozitanyagok

A betonacél helyettesítésére szolgáló kompozitanyagok, mint például a bazalt-, szén- és üvegszál anyagú rudak és hálók egyre népszerűbbek az építőiparban. Bár az áruk még jelentősen nagyobb, mint a betonacélé, egyes anyagok már számos területen (húzószilárdság, kihúzóadás) megelőzik fém anyagú társaikat. A technológia jelenlegi hiányossága, hogy az ilyen típusú merevítőanyagok nagyon ridegek és nem formálhatók hajlítással. Az anyagtudomány fejlődésével ez várhatóan változni fog és a kompozitanyagú megerősítések egyre több szerkezetben fognak megjelenni vasváz kiégerősítése vagy teljes értékű kiváltásaként.

### 3.3. Szálerősítés

A betonacélkiváltás egy másik lehetősége a szálanyaggal történő megerősítés. Új kom-



pozitanyagok megjelenésével és a statikai méretezés fejlődésével lehetőség nyílt arra, hogy a szerkezeti elemek vasszerelését részben vagy akár teljesen ezzel a technológiával váltsuk ki. Csökkentve általa a kivitelezési időt és költségeket.

## 4. Betonozás

### 4.1. Környezetbarát cementek

A környezettudatos gondolkodás és a klímaváltozás mérséklése érdekében a cementipar átalakítása is elengedhetetlen. A cementgyárak már aktívan dolgoznak a gyártási folyamatok dekarbonizálásán, és több környezetbarátabb cement is elérhetővé vált a piacon. Az ilyen típusú cementek előállítása lényegesen kisebb ökológiai lábnyommal jár, így a szigorodó előírások miatt elkerülhetetlen az alkalmazásuk. A betonipari cégeknek az elkövetkező időszakban fel kell készülniük az ilyen cementekkel történő termelésre.

### 4.2. CO<sub>2</sub>-megkötő technológiák

Új irányvonal a légköri CO<sub>2</sub>-csökkentés vonalán a betonkeverés során történő szén-dioxid-megkötés. A mészkőből (CaCO<sub>3</sub>) előállított cement gyártása közben az égetésnek köszönhetően elveszti szén-dioxid-tartalmát és kalcium-oxidá alakul (CaO), majd a betonban lévő cement hosszú évtizedek alatt a légkörből visszanyeri a szén-dioxidot és visszaalakul mészkővé. Ezt nevezzük karbonátosodásnak. Az ilyen típusú szén-dioxid-megkötő technológiák valójában a beton természetes karbonátosodási folyamatát valósítják meg rövidebb idő alatt. Különböző startup cégek más és más módszerrel juttatják a szén-dioxidot a friss betonba, de az eljárás lényegében ugyanaz: minél hamarabb indítsuk meg a beton karbonátosodási folyamatát, és nyeljük el benne annyi CO<sub>2</sub>-t, amennyit csak lehet. Ez az eljárás azonban számos betontechnológiai kérdést vet fel, mivel az előállítás során jelentősen csökken a beton lúgos kémhatása, ami a végtermék élettartamának lerövidüléséhez is vezethet. Leginkább fémmentes vagy kompozitanyagokkal erősített betonelemeknél alkalmazható majd ez a technológia.

### 4.3. Újrahasznosított beton

A beton-újrahasznosítás a környezettudatos termelés egyik kulcsfontosságú eleme. Ezért a bontott beton előregyártásban történő újrahasznosítása is egyre nagyobb hangsúlyt kap. Azonban a bontási beton mellett nem szabad elfeledkeznünk a termelésben megmaradt és fel nem használt, valamint a hulladékbetonról sem. A frissen bekevert, de fel nem használt beton újrahasznosításának legegyszerűbb módja a visszasorolás vagy a különböző adalékszerekkel történő szétosztályozás és újakeverés. A nehezebben



újrahasznosítható kötött betonra is léteznek olyan kísérleti technológiák, amelyek lehetővé teszik a beton alapvető összetevőire való visszabontást. A beton újrahasznosításának továbbra is leghatékonyabb módja a törtbeton adalékanyagként való alkalmazása az újbeton készítése során. Mivel ezek a módszerek legjobban az előregyártó üzemekben használhatók, így szélesebb körű elterjedésük is ezen a területen várható.

### 4.4. Új alapanyagok, adalékszerek

Az anyagtudomány fejlődése új alapanyagok megjelenését hozza az építőiparban, és ezzel együtt a betontechnológiában is. Jelenleg számos olyan kiegészítőanyag érhető el a piacon, amelyekkel csökkenthető vagy helyettesíthető a betongyártás során felhasznált cement mennyisége. Ezenkívül jelentős kutatások folynak a teljesen mészkőmentes és geopolimer alapú cementek irányába. Ezek az új anyagok jelentősen csökkenthetik a gyártási folyamat környezeti lábnyomát, ezért az előregyártó iparnak érdemes a jövőben figyelemmel kísérnie őket.

### 4.5. 3D-betonnymotatás

3D-betonnymotatás nemcsak a már korábban említett zsaluzatok és kirekesztések elkészítésére alkalmas, előregyártott elemek teljes egészében nyomtatással is készülhetnek. A jelenlegi törekvések elsősorban a dizájn, a nem teherhordó és az alépfémnyi szerkezetek területére összpontosítanak. Ez a gyártási módszer még kezdeti stádiumban van, és a betontechnológia, a robotizálás, valamint a statikai méretezés terén további kutatásokra van szükség ahhoz, hogy a betonnymotatás mindennaposá váljon. Ezenkívül a szabályozás és a szabványosítás kérdései is kiemelt figyelmet igényelnek. Várhatóan a családi házak építése terén fog elsőként elterjedni ez a technológia, ezért leginkább az ilyen típusú előregyártásban érdemes figyelemmel kísérni a fejlesztéseket.

## 5. Kizsálaszás és deponálás

### 5.1. Környezetbarát zsaluanyagok

A gyártás során felhasznált zsaluanyaga-

gok hulladékkezelése régóta megoldásra váró probléma. Ez különösen jellemző a kis mennyiségű és egyedi gyártásokra, ahol a zsaluanyag egyszeri használat után hulladékként végezhető. Mivel az egyedi gyártású termékek iránt várhatóan nem fognak változni a megrendelői igények, sőt a jövőben az egyedi igényekre történő gyártás lesz a meghatározó, az ilyen típusú hulladék keletkezésének kezelésére más megoldásra van szükség. A probléma kezelésének egyik módja olyan zsaluanyagok használata, amelyek 100%-ban újrahasznosíthatók vagy használat után komposztálhatók. Ilyenek a papír alapanyagú zsaluzatok, az újrahasznosított fából vagy poliuretánból készült zsalutáblák stb. A másik lehetőség olyan zsaluanyagok használata, amelyek tartósabbak, újból felhasználhatók, illetve felületük utólag javítható. Az utóbbi időben egyre több nagy zsaluanyag-forgalmazó cég igyekszik termékkatalógusát ilyen irányban is fejleszteni.

### 5.2. Készlelem-organizáció

A termelésirányítási rendszerek nagy része már ma is magába foglal valamiféle logisztikai összetevőt, amin pontosan követhető a termelésből érkező késztermékek állapota és lokációja. Ezek a szoftverek folyamatosan fejlődnek, új funkciókkal könnyítve a felhasználók munkáját. A szoftverek fejlődésével és a mesterséges intelligencia integrálásával az építőipari termék nyomon követése, logisztikája és a raktárkészletek menedzselése még jobban optimalizálhatóvá válik az építőiparban.

### 5.3. Késztermék nyomon követés

Az elektronikai miniatürizálásnak köszönhetően a különböző helymeghatározó elektronikák (mint például a GPS, az RFID, a NFC stb.) egyre kisebb méretben és költséghatékonyabban állnak rendelkezésre. Ez már lehetővé teszi, hogy akár a termékbe integrált elemszintű nyomon követést végezzünk. A pontos termékkövetés révén növekszik a gyártási és szállítási folyamatok átláthatósága, ami végső soron hozzájárul a vevői elégedettség fokozásához is.

## 6. Minőség-ellenőrzés

### 6.1. Betonvizsgáló szenzorok

Több gyártó rendelkezik már különböző szenzorokkal, amelyek a beton minőségének, állapotának és teljesítményének ellenőrzését segítik. Ezek az érzékelők wifi, bluetooth vagy rádiófrekvencia segítségével valós idejű információt nyújtanak a gyártás során a beton és a betonacél állapotáról. Az ilyen adatok jelentős mértékben támogatják a gyártási folyamatokat és a szilárdulás utáni kiszaluzhatóságot, ugyanakkor a kész termék élettartamának megnövelésében is fontos szerepet játszhatnak. A jövőben várható, hogy ezek a szenzorok tovább fejlődnek, és még szélesebb körű adatokat fognak szolgáltatni.

### 6.2. Ellenőrzést segítő AR-rendszer

Az AR-technológiával nemcsak a tervezést, de a termékek kivitelezését és munkaközi minőségellenőrzését is tudják segíteni. A gyártandó termékek vasszerelését vagy akár zsaluzási tervét is 1:1 méretarányban tudjuk telefonnal vagy tablettel valós gyártási környezetben megtekinteni, ezzel is segítve a feladat vagy a munkafolyamat megértését, csökkentve a hibák előfordulásának a számát. Ennek egyik továbbfejlesztése a HoloLens technológia, ahol már headset segítségével tudjuk a kiterjesztett valóságot magunk elé vetíteni, szabaddá téve ezzel a kezeinket.

## 7. Szállítás

### 7.1. Real-Time Location System (RTLS)

A kivitelezések során, különösen a „just in time” építési módszer alkalmazásakor, elengedhetetlen, hogy nyomon kövessük a termékek kiszállításának helyzetét. Sok szállítómányozási cég már GPS-alapú monitoringrendszert kínál a teherautóik nyomon követhetősége érdekében. Emellett azonban a gyártás során is fontos lehet a termékek, a gépi dolgozók és a munkagépek pozíci-

ójának ismerete is. Az RTLS-technológia erre ad lehetőséget. A rendszer RFID (rádiófrekvenciás azonosítás), wifi, bluetooth vagy infravörös adó-vevők segítségével pontos helymeghatározást képes adni egy termékről, alkatrészről vagy személyek valós idejű helyzetéről egy adott gyárterületen. Ezzel javítható a gyártási hatékonyság, csökkenthető az állásidő, és növelhető a biztonság a termelési folyamatokban.

### 7.2. Alternatív üzemanyagú munkagépek

A fosszilis energiaforrásoktól való eltávolodás, valamint a folyamatosan szigorodó szabályozás komoly változásokat hoz a munkagépszektorban is. Már manapság is elérhetők alternatív üzemanyaggal működő elektromos vagy hibrid meghajtású munkagépek és kamionok, amelyek elterjedése egyre gyorsabb ütemben fog növekedni a jövőben. Ez nemcsak a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése miatt előnyös, hanem a növekvő üzemanyagárak miatt is gazdaságosabb megoldásokat kínál a cégeknek.

## 8. Kivitelezés

### 8.1. Dróntámogatású műszaki ellenőrzés

A drón egy (kis méretű) többnyire kamerával felszerelt távirányítású repülő eszköz. Elterjedésük az utóbbi 5–10 évben robbanásszerű volt sokoldalúságuknak és az árak csökkenésének köszönhetően. Az építőiparban leginkább a területek felmérésére és műszaki ellenőrzésre használják őket, mivel lehetővé teszik az építkezések gyors bejárását. A drónok segítségével könnyedén megvizsgálhatók a nehezen elérhető területek, például a magas épületek, hidak vagy a veszélyes szerkezetek. Különböző érzékelőkkel is felszerelhetők, ami lehetővé teszi a valós idejű adatgyűjtést. Ez a technológia nemcsak a munkafolyamatok hatékonyságát növeli, hanem jelentősen

csökkenti a biztonsági kockázatokat is, mivel a munkavállalóknak nem kell veszélyes vagy nehezen megközelíthető helyekre menniük.

### 8.2. Exoskeleton

Az exoskeleton az emberi testre helyezhető „külső váz”, melynek célja, hogy támogassa vagy fokozza a felhasználó fizikai képességeit. Az exoskeletonok különösen hasznosak lehetnek az előregyártásban a fizikai munka megkönnyítésében és a munkavállalók terhelésének csökkentésében. Ilyen eszközök használata segíthet minimalizálni a fizikai megterhelésből adódó sérüléseket, javíthatja a munka hatékonyságát, és növelheti a termelési sebességet.

### 8.3. Humanoid robotok

A folyamatosan növekvő munkaerő- és szakemberhiány miatt egyre nagyobb figyelmet kapnak a humanoid robotok. Az ilyen robotok már most képesek anyagmozgatási munkák, épületellenőrzési vagy akár kivitelezési feladatok elvégzésére is. Alkalmazkodnak a környezetükhöz és képesek interakcióba lépni egymással, valamint az emberekkel is. Jelenleg a technológia még gyerekcipőben jár, de egyre több vállalat – különösen az autópárhazban – foglalkozik az emberi erő ilyen robotokkal történő pótlásával.

## Összegzés

Jól látható, hogy a jövő izgalmas változásokat hoz az iparban, és hogy az előregyártás elkövetkező időszakát leginkább a szaktudáshiány pótlása, a robotizálás és a környezettudatos termelés fogja meghatározni. Mindemellett a digitalizáció és az automatizálás is még nagyobb hangsúlyt kap. A cikkben említett innovációk csak egy szeletét mutatják meg a fejlesztési törekvéseknek, ezért minden építőipari vállalatnak és előregyártással foglalkozó cégnek érdemes folyamatosan követni a legújabb technológiákat, hogy gazdaságosan, környezetbarát módon tudjon termelni és ne maradjon le a konkurenciától.

### Források:

- [1]: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28AS-CE%29ST.1943-541X.0003465>. – 2025.
- [2]: <https://www.construsoft.com/nl/nieuws/slimmer-en-efficienter-bouwen-met-trimble-connect-ar-app>. – 2025.
- [3]: <https://www.lap-laser.com/company/news/detail/creating-efficiency-with-laser-projection-for-steel-fabrication/-2025>
- [3]: <https://parametric-architecture.com/future-tree-3d-printed-stacked-canopy-by-eth-zurich/> - 2025.
- [3]: <https://armastek-hu.com/> - 2025
- (fotók: Beton újság, a szerző)





# Cementipari innovációk a nemzetközi kutatások tükrében

PROF. DR. BOROS ANITA KÖZPONTVEZETŐ, GREENOLOGY ZÖLDINNOVÁCIÓS FENNTARTHATÓSÁGI TUDÁSKÖZPONT  
DR. TŐZSÉR DÁVID TUDOMÁNYOS MUNKATÁRS, DEBRECENI EGYETEM

*Az elmúlt évtizedek során a cementgyártás szénlábnyomának mérséklése nem csupán a szakemberek, de a kutatók állásfoglalása alapján is kulcsterületté vált. A nemzetközi tanulmányok szintézise alapján hamar megállapítható, hogy azok a cement- és betonipar számos kihívására reflektálnak, mintegy iránymutatásként szolgálva az ipari szereplők számára.*

**J**elen cikkünkben szeretnénk röviden bemutatni, hogy az utóbbi esztendőik tudományos kutatásai milyen preferenciákkal élnek a cement- és betoniparban alkalmazott, illetve potenciálisan alkalmazható főbb nyersanyagok és üzemanyagok kutatása terén, illetve melyek azok a kidolgozott vagy a fejlesztés egy adott szakaszában járó technológiai innovációk, melyek a kutatók állásfoglalása szerint jelentősen hozzájárulhatnak az építőipar ezen szegmensének fenntarthatóbbá tételéhez.

## Alternatív nyersanyagok és üzemanyagok mint a cementipari fenntarthatóság eszközei

A tudományos szféra megközelítése alapján a cementipari kutatások területén az alternatív nyersanyagok és üzemanyagok kutatása egy attraktív szegmens. Az ehhez kapcsolódó megoldások, azaz a kísérleti és gyakorlati alkalmazásba vont alternatív nyersanyagok és üzemanyagok palettája igen széles, melynek leggyakrabban kutatott tételeit az 1. táblázat foglalja össze.

*Forrás: Beguedou et al. (2023), Teker Ercan et al. (2023), Pitre et al. (2024)*

Típus/anyag	Fő előny
<b>Alternatív nyersanyagok</b>	
Pernye	Csökkenti a termelés szén-dioxid-kibocsátását és energiafelhasználását.
Salak	Csökkenti az energiafogyasztást a klinkerezés során.
Természetes pozzolánok	A klinker részleges helyettesítése csökkentett károsanyag-kibocsátással.
Kalcinált anyagok	Helyettesíti a klinkert, csökkentve a CO <sub>2</sub> -kibocsátást.
Rice Husk Ash (RHA)	Javítja a beton tulajdonságait és hasznosítja a mezőgazdasági hulladékot.
Újrahasznosított betonkőanyagok (RCA)	Csökkenti az aggregátumgyártás szükségességét.
<b>Alternatív üzemanyagok</b>	
Biomassza	Megújuló forrás, csökkenti a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőséget.
Hulladékok	A hulladékgazdálkodási törekvésekkel összhangban energiaforrást biztosít.
Gumiabroncsok	Részben helyettesíti a fosszilis alapú tüzelőanyagokat.
Hulladék olajok	Alternatív megoldást kínál a fosszilis tüzelőanyagok használatára.
Nem újrahasznosítható műanyagok	Kezeli a műanyag hulladékot és energiaforrást kínál.

1. táblázat. A tudományos kutatások során leggyakrabban vizsgált alternatív nyersanyagok és üzemanyagok

## Innovatív megoldások a cement- és betonipar minőségi és fenntarthatósági szempontjainak érvényesítésére

A cementipari jövőkép biztosítása érdekében a kutatók kulcsterületként kezelik az olyan innovatív megoldásokat, melyek mind módszertani, mind az anyagi jellemzőik vonatkozásában továbbgondolják a hagyományos technológiák által kínált, életciklus-szemlélettel sok esetben nem rendelkező megközelítéseket. Hogy mely területek azok, melyek immár nem csupán elméleti, de tudományos kísérleti és sok esetben gyakorlati megvalósítási példákkal is rendelkeznek, az alábbiak során mutatjuk be röviden.

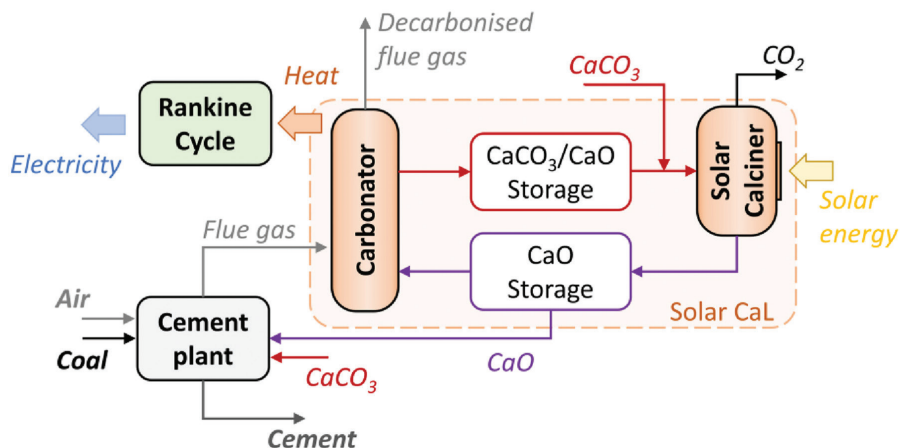
### Lúgaktivált cementek

Az alkáli-aktivált cementek jelentősen eltérnek a hagyományos cementgyártási módszerektől, kihasználva az alumínium-szilikátokban rejlő lehetőségeket. Ezek az anyagok – gyakran ipari hulladékok (pl. pernye, salak) vagy természetes agyagok – jelentős mennyiségű reaktív komponenst, például szilícium-dioxidot és alumínium-oxidot tartalmaznak. A lúgos aktiválás folyamata során ezen vegyületeket lúgaktivátorokkal (pl. nátrium-hidroxiddal vagy kálium-hidroxiddal) elegyítik. A folyamat kémiai reakciót indít el, melynek eredményeként stabil, cementkötésű kötőanyag keletkezik. Ez a kötőanyag ezt követően az építőipar számos területén felhasználható.

A lúgaktivált cementek egyik kiemelkedő tulajdonsága a jelentősen csökkentett energiaigény a gyártás során. A lúggal aktivált cementek előállítása a portlandcement hagyományos gyártási eljárásával összevetve lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten történik, amely jelentős energiamegtakarítást eredményez, hozzájárulva a cementipar szénlábnyomának csökkentéséhez. Ezen túlmenően az alkáli-aktivált cementek kiemelkedő mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, beleértve a nagy tartósságot és szilárdságot. A fenti jellemzők alkalmassá teszik őket az építőipari alkalmazások széles skálájára, az egyszerű lakóépületektől a nagyobb infrastrukturális projektek megvalósításáig (Supriya et al. 2023).

### Kalciumhurkolási eljárás

A kalciumhurkolás (Calcium Looping Process – CLP) egy innovatív megközelítést jelent a cementgyártás szén-dioxid-kibocsátásának mérséklésére. Középpontjában a reverzibilis karbonizációs-kalcinációs reakció áll, amelyben a fő komponens a kalcium-oxid (CaO), közismert nevén mész. A karbonizációs fázisban a cementgyártásból származó szén-dioxiddal dúsított füstgáz érintkezésbe kerül a kalcium-oxiddal. Ez a



kölcsönhatás kémiai reakciót indukál, amelyben a mész reakcióba lép a szén-dioxiddal és kalcium-karbonátot (CaCO<sub>3</sub>) képez. Ez az eljárás hatékonyan alkalmazható a szén-dioxid füstgázból történő leválasztására. A befogott szén-dioxid a kalcinálás során felszabadul, a mész regenerálódik, amely a karbonizációs szakaszban újra felhasználható. Ez a ciklikus folyamat lehetővé teszi a szén-dioxid fenntartható és hatékony leválasztását, egyben előkészíti annak további folyamatokban történő hasznosítását. Az így befogott szén-dioxid jellemzően nagy tisztaságú, ezért alkalmas különféle alkalmazásokra, beleértve a tárolást vagy a hasznosítást, akár további tisztítási lépések nélkül (Romano et al. 2013).

### A villamosítás és a megújuló energiaforrások

A villamosítás és a megújuló energiaforrások integrációja paradigmaváltást jelent a cementgyártás területén, megtestesítve a fenntarthatóság és a környezetvédelem iránti elkötelezettséget. A villamosítás a cementgyártás folyamatát illetően magában foglalja az átállást a hagyományos, fosszilis tüzelőanyag-alapú gépekről az elektromos meghajtású berendezések használatára. Az elektromos kemencék mint az átállás sarokkövei ezen átmenet egyik fő fejlesztési területeit jelentik. Ezek a kemencék a hagyományos fosszilis tüzelőanyagok helyett megújuló energiaforrások (pl. nap, víz, szél) által működtetett elektromos fűtőelemeket alkalmaznak, amely alacsonyabb károsanyag-kibocsátást és megnövekedett működési hatékonyságot eredményez (Quevedo Parra & Romano 2023).

### Biomimikri és bioihlette cementkötésű anyagok

A biomimikri és a bioihlette cementkötésű anyagok egy feltörekvő terület, amely anyagi és szerkezeti megoldásait a természet mintázaiból és folyamataiból merítve forradalmasítja az építőanyagok előállítását. Ez a megközelítés olyan cement és beton létrehozását célozza, amelyek utánozzák

a különféle organizmusokban (pl. csontok, kagylók) és ökoszisztémákban tapasztalható rugalmasságot, alkalmazkodóképességet és fenntarthatóságot, ezáltal fokozott szilárdságot és tartósságot kölcsönözve a végtermék számára. Ezenkívül egyes organizmusok öngyógyító képességének utánzása ugyancsak igényként jelentkezik számos cementkötésű anyag létrehozása során. Ez az innováció a repedések és sérülések anyagi önkorrekciója révén a szerkezetek élettartamának jelentős meghosszabbodását szolgálja (She et al. 2024).

### Nagy teljesítményű cement alapú kompozitok

A betonanyagok evolúciója a hagyományos beton szerkezeti hátrányai és az ultranagy teljesítményű beton (UHPC) nehézkes kivitelezhetősége miatt komoly kihívásokkal néz szembe a kortárs építészeti szerkezetek mechanikai követelményeinek kielégítése terén. Ennek alapján az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, nagy teljesítményű cementalapú kompozitok (LCHPCC) kutatása stratégiai útként jelenik meg. A nagy teljesítményű és ultranagy teljesítményű cementkötésű kompozitok a közönséges betonhoz képest megnövelt nyomószilárdságot és csökkent porozitást mutatnak. A szerkezeti optimalizálás a mechanikai tulajdonságok javításán túl jelentősen fokozza a tartósságot (Hou et al. 2021). Az anyagi minőség előbb említett javulása többek között poranyagok, különféle aggregátumok és szálak, köztük hibridszálak és acélszálak felhasználásával érhető el, melyek főbb ismérveit a továbbiakban mutatjuk be.

### Vulkáni hamu hatású anyagok szerepe

A vulkáni hamu hatású cementkötésű anyagok a kiegészítő jellegű cementipari adalékok intenzíven kutatott szegmensét képezik. Ezen komponensek legfontosabb jellemzői közé tartozik a természetes kémiai összetétel, a nagy fajlagos felület és a kristályos szerkezet. Az ezen tulajdonságokat felmutató anyagok közül a pernye, a szilícium-dioxid-füst és a salak kerülnek leginkább





a kutatások fókuszába. Megfelelő integrációjuk esetén közös jellemzőjük, hogy a cement egy részének funkcionális helyettesítésével meghosszabbíthatják a betonszerkezetek élettartamát, csökkentve a betongyártás szénlábnymót, valamint növelve a beton szilárdságát, tartósságát és repedésállóságát. Korábbi szakmai iránymutatások alapján javaslatként fogalmazódott meg, hogy ezen anyagok fajlagos adagolása ne haladja meg a beton teljes cementtartalmának 50%-át, ugyanis a nagyobb arányú helyettesítés nem feltétlenül jelenti a végtermék érdemi minőségi javulását (Calderoni et al. 2024).

### Különböző poranyagok kitöltő funkciójának jelentősége

A cement alapú kompozit rendszerekben a speciális poranyagok zselésítő hatás hiányában, de a cementszemcsék közötti üregek kitöltése révén hozzájárulhatnak a beton tömörségének és tartósságának fokozásához. A nagy teljesítményű betontermékek előállításánál a mészkőpor és a kvarcpor a legelterjedtebb inaktív kitöltőanyagok.

A tudósok egyre intenzívebben kutatnak az említett kitöltőfunkcióval rendelkező további anyagok és megoldások után. A különböző technológiai folyamatok révén keletkező hulladékok és melléktermékek elemzése nyomán irányult a figyelem a vörösiszap, a márványpor, az expandált perlitpor és a kerámiapor lehetséges cementipari integrációjára. A bauxitércből történő alumíniumgyártás lúgos kezelésének mellékterméke, a vörösiszap ártalmatlanítása annak magas pH-értéke és a veszélyes elemek jelenléte miatt komoly körültekintést igényel. Az alternatív felhasználás lehetőségét vizsgálva azonban távolkeleti kutatók a kompakt tömörítés elméletén alapuló módszer segítségével sikeresen fejlesztettek ki 150 MPa-nál nagyobb nyomószilárdságú vörösiszap-tartalmú kompozitanyagot (Hou et al. 2021).

### A fenntartható finom aggregátumok szerepe és alkalmazásuk létjogosultsága

A cementkötésű kompozitrendszerekben a finom adalékok fő funkciója a szemcsés töltőanyag szerepe; csökkentik a teljes cementkötésű rendszer porozitását azáltal, hogy elfoglalják a durva adalékanyagok közötti üregeket. Hangsúlyozni kell azonban, hogy nem minden ipari melléktermék vagy kommunális építési hulladék alkalmas arra, hogy aprítás és finomítás után töltőanyagként használják fel. Emiatt kulcsfontosságú a fenntartható finom adalékanyagok alapvető tulajdonságainak és a beton mechanikai tulajdonságaira, valamint tartósságára gyakorolt hatásuk pontos meghatározása.

A vasérczagy mint az ásványkinyerési folyamat melléktermékének hulladékként való kezelése fokozott kockázatot hordoz. Ez különösen érvényes az olyan országok esetén, ahol a melléktermék globális volumenének jelentős hányada koncentrálódik. A statisztikák szerint Kínában évente akár 600 millió tonna vasérczagy is keletkezik, melynek hasznosítási aránya azonban nem éri el a 7%-ot. Ez a jelenlegi helyzet kutatásokat motivált a vasérczagy építőanyagként való potenciálját illetően. Távolkeleti kutatók feltárták a vasérczagyban mint cementipari finom adalékanyagban rejlő lehetőségeket és megállapították, hogy annak nyomószilárdsága a kontrollmintához hasonló szintű is lehet, amennyiben a melléktermék a finom adalékanyagok legfeljebb 40%-át helyettesíti (Yang et al. 2021).

### A fenntartható durva aggregátumok integrációjának lehetőségei és korlátai

Az építkezések bontásából származó durva adalékanyagok, az ipari melléktermékek és a települési hulladék felhasználása járható út a megújuló erőforrások kitermelésének csökkentésére, azonban ezen anyagoknak szigorú környezetvédelmi, egészségügyi és

biztonsági előírásoknak kell megfelelniük. Nem minden hulladékanyag alkalmas durva adalékanyaggá alakításra, ezért fontos annak biztosítása, hogy ezek az újrahasznosított anyagok a beton mechanikai tulajdonságait és tartósságát negatívan a megfelelő feldolgozási technikák (pl. tisztítás, zúzás) következtében se befolyásolják. Emellett lényeges szem előtt tartani a potenciálisan veszélyes anyagok kibocsátásának kockázatát, ezáltal elkerülve a betonra, s egyben az emberi egészségre, valamint a környezetre gyakorolt káros hatásokat.

Az építkezések bontásából származó hulladékok gyakran jelentős vízfelvételt és nagy minőségi heterogenitást mutatnak. Azokban az esetekben, amikor a természetes aggregátumok jelentős hányadának vagy teljes egészének helyettesítésére újrahasznosított durva adalékanyagokat használnak, az újrahasznosított adalékanyagok víztartalma közvetlen hatással van az előállítandó cementkötésű anyag nyomószilárdságára. Kutatások rámutattak, hogy az újrahasznosított durva aggregátumok előtelítése (10 perces áztatás, majd 5–10 perces víztelenítés) jelentősen elősegíti a mechanikai tulajdonságok optimalizálását. Ezen előkezelési stratégia lehetővé teszi a víz visszatartását a keveredés kezdeti szakaszában, mely nedvesség nem vesz részt a korai hidratálási folyamatban, hanem fokozatosan szabadul fel egy későbbi szakaszban. Ez a technológia stabil alapot biztosít az újrahasznosított durva aggregátumokat tartalmazó termékek előállításához, míg a nagy szilárdságú alapbetonból származó újrahasznosított durva adalékanyag felhasználása kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkező cementkötésű terméket eredményez. Kiemelendő azonban, hogy az újrahasznosított durva adalékanyagokkal való elegyítés a nagy teljesítményű cementkötésű kompozitrendszerekben mindig hátrányosan befolyásolja a beton tartósságát, függetlenül az újrahasznosított adalékanyag adagolásától és típusától. Ennek oka elsősorban a határfelületi átmeneti zónák jelenléte a friss paszta és a régi, gyenge kötésű épületbontási aggregátumok között (Vahidi et al. 2024).

### A szálak újrahasznosításának szerepe a fenntartható cement- és betoniparban

A fenntartható szálak bevonása a nagy teljesítményű cementkötésű kompozitok kutatásába és alkalmazásába kulcsfontosságú stratégia a környezetbarát módszerek és eljárások, valamint a teljesítménynövelés megvalósítása irányába. A megújuló erőforrásokból vagy újrahasznosított anyagokból származó szálak célja, hogy javítsák az anyagok szerkezeti tulajdonságait, azáltal, hogy fokozzák repedésállóságukat, miközben csökkentik az új erőforrásoktól való függőséget, így a gyártási folyamat környezetterhelését és ökológiai



lábnyomát. A kutatási irányvonal jelentőségét alátámasztja, hogy kínai kutatók sikeresen állítottak elő 120 MPa-nál nagyobb nyomószilárdságú cementkötésű terméket használt gumiabroncsokból kinyert újrahasznosított acélszálak felhasználásával. Kimutatták, hogy az újrahasznosított gumiabroncs-acél szálak javítják a beton nyomószilárdsági indexét, ami enyhíti a gumi beton szerkezetére gyakorolt negatív hatását, ugyanis az újrahasznosított gumiabroncs-acél szálak nagy mennyiségű energiát nyelnek el a repedési zónában (Chen *et al.* 2023).



Egy további, technológiai szempontból ígéretes csoportot jelentenek az újrahasznosított szénszálak. Az acélszálakhoz hasonlóan miközben előnyös mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, a technológiai költségek csökkentésére és a fenntarthatóság növelésére is ígéretes megoldást jelentenek. Kísérleti kutatások igazolták, hogy az autó- és repülőgépipar szénhulladékából mechanikai, vegyi és termikus eljárások révén újrahasznosított szénszálak nyerhetők ki. Páztázó elektronmikroszkópos és energia-diszperzív röntgen elemáanalízissel végzett elemzések több esetben is azt mutatták, hogy az újrahasznosított szénszálak kereskedelmi forgalomban is kapható szénszálakkal összevethető kémiai és fizikai jellemzőkkel bírnak. További érdekesség, hogy kutatók tengeri halászhálókból származó hulladék polietilénből sikeresen állítottak elő 4 MPa feletti szakítószilárdságú szálakat, mely ígéretes lehetőséget jelenthet a tengeri hulladékok építőipari hasznosítása területén (Juan *et al.* 2021).

## Összegzés

Jól látható, hogy a cement- és betonipar fenntarthatóbb működését elősegítő egyes innovációk és azok részfolyamatai számos technológiai és gazdasági kihívással néznek szembe, melyek hatékony és belátható időn

belül történő leküzdése komplex megközelítést igényel. Ehhez elengedhetetlen mind a gazdaság, mind a társadalom szemléletformáláson alapuló megközelítése, melyet a szakpolitikai és egyéb szabályozók a szakemberek aktív közreműködése mentén tudnak fogatosítani. Ezen folyamat során lényeges az olyan iránymutatások figyelembevétele, melyeket a tudományos szféra konkrét kutatási eredményei révén közvetít, ezzel szolgálva a teljes építőipari értéklánc fenntarthatóbbá tételét.

## Felhasznált irodalom

Beguedou, E., Narra, S., Afrakoma Armoo, E., Agboka, K., Damgou, M.K. (2023) Alternative Fuels Substitution in Cement Industries for Improved Energy Efficiency and Sustainability. *Energies* 16, 3533. <https://doi.org/10.3390/en16083533>

Calderoni, D., Gastaldi, D., Merlo, V., Pellino, L., Canonico, F., Contrafatto, L. (2024) Etna volcanic ash as new sustainable supplementary cementitious material. *Journal of Building Engineering* 95, 110264. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.110264>

Chen, M., Sun, J., Zhang, T., Shen, Y., Zhang, M. (2023) Enhancing the dynamic splitting tensile performance of ultra-high performance concrete using waste tyre steel fibres. *Journal of Building Engineering* 80, 108102. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.108102>

Hou, D., Wu, D., Wang, X., Gao, S., Li, M., Wang, P., Wang, Y. (2021) Sustainable use of red mud in ultra-high performance concrete (UHPC): Design and performance evaluation. *Cement and Concrete Composites* 115, 103862. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103862>

Juan, R., Domínguez, C., Robledo, N., Paredes, B., Galera, S., García-Muñoz, R.A. (2021) Challenges and Opportunities for Recycled Polyethylene Fishing Nets: Towards a Circu-

lar Economy. *Polymers* 13, 3155. <https://doi.org/10.3390/polym13183155>

Pitre, V., La, H., Bergerson, J.A. (2024) Impacts of alternative fuel combustion in cement manufacturing: Life cycle greenhouse gas, biogenic carbon, and criteria air contaminant emissions. *Journal of Cleaner Production* 475, 143717. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143717>

Quevedo Parra, S., Romano, M.C. (2023) Decarbonization of cement production by electrification. *Journal of Cleaner Production* 425, 138903. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138913>

Romano, M.C., Spinelli, M., Campanari, S., Consonni, S., Cinti, G., Marchi, M., Borgarello, E. (2013) The Calcium Looping Process for Low CO<sub>2</sub> Emission Cement and Power. *Energy Procedia* 37, 7091–7099. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.645>

She, W., Wu, Z., Yang, J., Pan, H., Du, F., Du, Z., Miao, C. (2024) Cement-based biomimetic metamaterials. *Journal of Building Engineering* 94, 110050. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.110050>

Supriya, Chaudhury, R., Sharma, U., Thapliyal, P.C., Singh, L.P. (2023) Low-CO<sub>2</sub> emission strategies to achieve net zero target in cement sector. *Journal of Cleaner Production* 417, 137466. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137466>

Tautorat, P., Lalin, B., Schmidt, T.S., Steffen, B. (2023) Directions of innovation for the decarbonization of cement and steel production – A topic modeling-based analysis. *Journal of Cleaner Production* 407, 137055. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137055>

Teker Ercan, E.E., Andreas, L., Cwirzen, A., Habermehl-Cwirzen, K. (2023) Wood Ash as Sustainable Alternative Raw Material for the Production of Concrete—A Review. *Materials* 16, 2557. <https://doi.org/10.3390/ma16072557>

Vahidi, A., Mostaani, A., Gebremariam, A.T., Di Maio, F., Rem, P. (2024) Feasibility of utilizing recycled coarse aggregates in commercial concrete production. *Journal of Cleaner Production* 474, 143578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143578>

Yang, Y., Chen, L., Mao, Y. (2021) Different Effects of Wet and Dry Grinding on the Activation of Iron Ore Tailings. *Journal of Renewable Materials* 9(12), 2261–2276. <https://doi.org/10.32604/jrm.2021.015793>

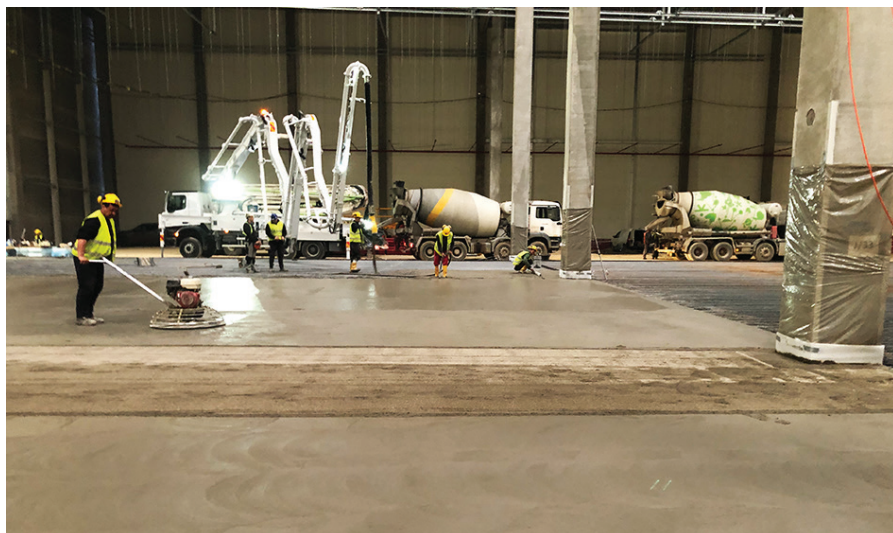
(fotók: Beton újság, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B%C3%BCtzflet-hermoor\\_Rotschlammdeponie\\_Luftaufnahme\\_2012-05-by-RaBoe-478-1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B%C3%BCtzflet-hermoor_Rotschlammdeponie_Luftaufnahme_2012-05-by-RaBoe-478-1.jpg), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623005255>)



# Betonátvételi anomáliák

## 1. rész

CSORBA GÁBOR BETONTECHNOLÓGUS SZAKMÉRNÖK, IGAZSÁGÜGYI SZAKÉRTŐ, BETONMIX KFT.



**A** transzportbetonok átadás-átvételi eljárási rendjét a hazai betonszabvány, az MSZ 4798:2016 és az azt követő módosításai szabályozzák. A beton átadás-átvételi helye az építési hely, ahol a mixerautóból, a szállítójárműből a frissbeton a zsaluzatba kerül. Ez egyúttal a beton gyártási és szállítási szerződésének teljesítési helye is. A beton gyártója, aki maga szállítja, szállíttatja ki a kért helyszínre a betont, addig vállal felelősséget a beton minőségéért, amíg a szállítójármű kiérkezik a helyszínre, a sofőr jelenti az átvevőnek, a felhasználónak, hogy megérkezett, és a felhasználó, aki beépíti a betont, át nem veszi.

Lényeges, hogy sokat nem várhat a felhasználó azzal a döntéssel, hogy átveszi-e a szállítmányt vagy sem, mert a frissbeton minősége romlik, ha nem dolgozzák be időben. A korábbi betonszabvány alkalmazási melléklete 10 percben határozta meg azt az időt, amin belül a vevő, az átvevő dönthet az átvételről. A döntést az alapján lehet meghozni, amit látni, érezni lehet a frissbetonból.

Először is célszerű ellenőrizni a szállítólevelet, azt, hogy az adatok megfelelnek-e a megrendelésben szereplő paramétereknek. A leggyakrabban a beton jelére szerződnek a felek, esetleg hozzáírnak még néhány speciális követelményt. Példaként egy C30/37-XC4-XA2-24-F3-MSZ 4798:2016 betont vegyünk alapul, ahol a receptúra szerinti cementtartalom  $360 \text{ kg/m}^3$ , a víztartalom pedig  $170 \text{ liter/}$

$\text{m}^3$ . Ebből következőleg a víz-cement arány, a víz-cement tényező  $v/c = 0,47$ .

A víztartalom a betonkeverék tényleges víztartalmát jelenti, tehát nem azonos a keveréskori vízadagolással, hiszen az adalékanyagoknak, főleg a  $0/4 \text{ mm}$ -es homokfrakciónak is van, és általában elég magas is a víztartalma. A szállítólevél vagy az ehhez tartozó keverési protokoll, jegyzőkönyv tartalmazza az adalékanyagok víztartalmát. Az adalékanyag víztartalmát a betongyárnak mérnie kell és annak eredménye szerint kell beállítania a keverővíz mennyiségét. A homokfrakció nedvességtartalma általában  $4\text{--}5\%$  (tömegszázalék), a nagyobb szemmagyságú adalékanyag-frakciók  $0,5\text{--}1,5\%$  vizet tartalmaznak. Egy nagyobb zápor, zivatar után jelentősen megnövekedhet a víztartalom, ezért ilyenkor újra kell mérni a nedvességtartalmat a betongyár depójában.

A betongyárak (néhány kivételtől eltekintve) csak abban az esetben hozhatják jogszabályban forgalomba termékeiket, ha tanúsított üzemi gyártásellenőrzést (ÜGYE) alakítanak ki és működtetnek. A gyártónak el kell végeznie a termék teljesítményének az értékelését, az ÜGYE működtetésének keretében - többek között - az üzemben a gyártó által vett minták vizsgálatát is (saját vagy külső laborral). A jegyzőkönyvezett adatok és dokumentumok körét az MSZ 4798 szabvány 25. táblázata adja meg. Egy arra kijelölt Tanúsító szervezettel (aki elvégzi az üzem és ÜGYE alap-

vizsgálatát, majd folyamatos felügyeletét) ezt tanúsíttatnia kell. Amennyiben a gyártó nem akkreditált laboratóriummal végzi/végezti a vizsgálatokat, a Tanúsítónak ellenőrző vizsgálati kötelezettsége is van.

A betonüzem vizsgálati kötelezettsége az üzemben vett mintákra vonatkozik (ami általában eltér a felhasználási helytől), de a szállítás módja, körülményei (időtartam, időjárás, stb.) is lényegesek a minőség megtartása szempontjából.

A gyártáskori ellenőrzés kimutatja azt, hogy a beton lényeges paraméterei megfelelnek-e a szabványos, megrendelésben szereplő betonjelnek, de a gyártó felelőssége nem itt fejeződik be, hanem követelmény, hogy a beton az átadásig megőrizze a jó minőségét. Sok esetben probléma és vitára ad okot az, hogy a szállítási idő alatt megváltozhat, megváltozik a beton konzisztenciája (összetartóképesége) és éppen a teljesítéskor kérdésessé válik a megfelelőség. Ezért szükséges lenne (ez a szabvány szerint nem kötelező, csak ajánlott), hogy az átadás helyén és időpontjában legyen ellenőrző vizsgálat, ami alapján eldöntheti a beton megrendelője, felhasználója azt, hogy a beton minősége megfelelő-e vagy sem, átveszi-e a szállítmányt vagy sem, illetve ha átveszi, akkor szükséges-e, lehet-e, szabad-e korigálni a beton összetételét.

A betongyárak kötelezettek a mintavételre és kocka- vagy hengermintákat véve  $28$  napos nyomószilárdságot és testsűrűséget ellenőriznek, ellenőriztetnek. Egyedi megegyezés alapján lehet pl.  $7\text{--}14\text{--}21$  napos kontroll is, de ezek mind már a beton bedolgozása után adják meg az eredményt, ami késő ahhoz, hogy a szerkezet építéséhez korigálni lehessen a beton összetételének minőségét. Ezért szükség van a frissbeton minőségellenőrzésére is, ami viszonylag gyorsan elvégezhető, és a beton gyártójának a ráhatási körén belül hagy időt az esetlegesen szükségessé váló receptmódosításra is.

A gyártóhelyen végzett frissbetonvizsgálatok leggyakrabban konzisztenciavizsgálatok (terülés- vagy roskadásmérés vagy egyéb), ami minden mixerszállítmány esetén ajánlott, továbbá a víztartalom- és testsűrűségmérés. Ez utóbbiakat általában akkor vizsgálják, ami-

”

A beton bizalmi termék, ezért javaslom, hogy még az átvétel előtt nyíltan beszéljék meg a felek a teendőket, hiszen a megfelelés objektív dolog!

kor a 28 napos nyomószilárdsághoz vesznek mintákat. Amennyiben eltérés mutatkozik, akkor még időben be lehet avatkozni.

Amikor a mixerautó kikerkezik a helyszínre, megkezdődik a beton átadás-átvétele. Ha a szállítólevélben eltérést találunk a megrendelésben megadott adatokhoz képest, azonnal jelezzük, pl. ha nem az a jelű beton érkezett, amit megrendeltünk, vagy nagyon hosszúra nyúlt a szállítási idő. Ezután engedjük ki a mixerből egy talicskányi betont és vizsgáljuk meg a konzisztenciáját. Szerkezeti betonokhoz, ipari padlókhöz leginkább a területmérést használják (ennek jele az F [flow] mérőszámmal jelzett osztály), az F3 konzisztencia-osztály éppen azt jelenti, hogy a szabványos eszközzel és módon elvégzett vizsgálati eredmény 420–480 mm-es területű frissbetont igazol. A területtel az MSZ 12350-5 szabvány szerint végzett konzis-

tencia-vizsgálat megfelelési tartománya az MSZ 4798:2016 betonszabvány szerint a példaként vett F3 konzisztencia-osztályban 420–480 mm (-10 mm a tolerancia az alsó határtól és +10 mm a felső határtól, de az ürítés kezdetekor mérve -20 mm az alsó határtól és +20 mm a felső határtól).

Az ürítés kezdetekor a betonkeverék konzisztenciája kissé el szokott térni a mixerkocsi belsejében levőtől, általában először a hígabb része szokott kifolyni, ezért ebben az esetben megengedőbb a szabvány. Az is jó gyakorlat, hogy nem rögtön az első 50–100 literből vesszük a vizsgálathoz a mintát, hanem pl. az ürítés felénél. Ilyenkor természetesen néznünk kell a kifolyó beton konzisztenciáját, és ha már ott problémát látunk, hogy túl sűrű vagy túl híg a keverék, akkor azonnal szükséges mérni. A gyakorlott szakemberek látják, hogy a keverék megfelelő lehet-e vagy sem, de azért a mérésnél csak a biztos és az egzakt mérőszám lehet reklamációs alap. Tehát gyakran esetén azonnal mérni kell.

Ha csak kismértékben tér el a mért konzisztencia a tervezettől, a határértékektől, akkor meg lehet fontolni azt, hogy korrigáljuk-e, illetve korrigáltassuk-e a beton összetételét, vagy inkább küldjük vissza és ne vegyük át a szállítmányt. Megtehetjük, ha a betongyár nem tudja igazolni az átadás helyén és időpontjában a szerződésben és a szabványban foglalt paramétereket, de tudom, hogy a realitás az, hogy inkább átvenné a kivitelező a szállítmányt, mintsem lazán visszaküldené. Időnyomás alatt áll a felhasználó, megtörtént a felvonulás az építkezésre, a határidő rövid, és ha már elindult a betonozás, akkor egy vagy több mixerautó visszaküldése káros technológiai következményekkel is járhat (pl. a betonozás leállítás miatt munkahézagképzésre lehet szükség, vagy spontán munkahézagok alakulhatnak ki, melyek repedéseket indítanak el stb.).

Nagyon fontos, hogy ne csússzon ki a kezünk közül a folyamat kontrollja, mert ha kicsúszik, akkor szinte biztos, hogy hibázunk, vagy hibás lesz a szerkezet, amit építünk. A hiba keletkezése után pedig a javítás, a felelőskeresés és ennek igazolása komoly problémát és nagy költséget jelenthet, ráadásul a betonszerkezeteknél ez a végtermék minőségi és esztétikai veszteségét is előidézheti. Abban az esetben azonban, ha urai tudunk maradni a helyzetnek, meg tudjuk találni az optimális megoldást.

Amíg a beton szállítólevelét nem írjuk alá az átvevő rubrikánál, addig a beton szállítója, gyártója felel a beton minőségéért. Ezért ha bármit módosítunk, azt csak a betongyár tudtával és beleegyezésével (még hozzá ledokumentáltan, írásban) tegyük meg. Még jobb, ha maga a betongyár technológusa intézkedik és teszi megfelelővé az adott keveréket. Mert az építés helyén van mód kisebb korrekciókat végezni, de ezt az tegye, akie a beton. Amíg nincs átadva, addig a gyártóé, az ő tulajdona. Minden, amit tesz vagy nem tesz vele, az az ő felelőssége. Túl sűrű beton esetén (ami a betongyárban még belefért a területi határértékek közé, de a szállítás után már nem) lehet is és szabad is folyósító betonadalékszerzt adni a keverékhez, ha pedig túl folyós a beton, akkor félreállíthatjuk és kevertethetjük még, ha nem futunk ki az eltarthatósági időből. A beton bizalmi termék, ezért javaslom, hogy még az átvétel előtt nyíltan beszéljék meg a felek a teendőket, hiszen a megfelelés objektív dolog! A megrendelő, a kivitelező, a felhasználó ragaszkodjon a megfelelő minőséghez, de engedje, hogy a gyártó még az átadás előtt korrigálhassa a beton összetételét! A realitás az, hogy erre azért nagyon szűk időkeret és eszközrendszer áll rendelkezésre, de kis eltérések és jó szakemberek esetében ez működik.

Ha úgy veszi át a felhasználó a betont, hogy tudta, hogy az nem felel meg a szabványnak, vagy saját hatáskörben, a gyártó jóváhagyása nélkül módosítja az összetételt (pl. vizet adagol a betonhoz), akkor a betongyár már nem vállal garanciát a termékért. Sok esetben eltér a megrendelő személye attól, aki végül a betont bedolgozza, hiszen előfordul, hogy a beruházó vagy a generálkivitelező veszi a betont. A szabvány egyértelműen fogalmaz, a beton felhasználója felelős a kikerkező beton átvételéért és a bedolgozott beton minőségéért, tehát a betont bedolgozó szakkivitelező nem háríthatja el magát a felelősséget azzal, hogy nem ő rendelte a betont, hanem ő csak bedolgozta. Aki bedolgozza a betont, az felel annak átvételéért is. A továbbiakban folytatom a beton átadás-átvétele körüli megoldási lehetőségek bemutatását.

(fotók: a szerző)







# Átadták az állami építészeti díjakat

A Magyar Építészet napján Ferencz István Pro Architectura, Ybl- és Kosuth-díjas, a Nemzet Művésze címmel is kitüntetett építész vehette át 2024-ben a szakma legrangosabb elismerését, a Kós Károly-életműdíjat. Az ünnepi eseményen köszöntőt mondott Lázár János építési és közlekedési miniszter, Turi Attila, a Magyar Művészeti Akadémia elnöke és Kelemen Hunor, a Romániai Magyar Demokrata Szövetség elnöke.

Az Építési és Közlekedési Minisztérium egyik fő célja, hogy Makovecz Imre, Lechner Ödön és Kós Károly szellemiségének nyomán teremtsen meg a minőségi magyar építészeti feltételeit, amelynek törvényi keretrendszerét „A magyar építészetéről szóló törvény” biztosítja.

Az eseményen Lázár János építési és közlekedési miniszter köszöntőjében elmondta: az épített örökség meghatározza az ember hovatartozását. A magyar építészet múltja,

jelene és jövője megmutatja azt, hogy kik is vagyunk mi magyarok a Kárpát-medencében.

A Kós Károly-életműdíjat a magyar Kárpát-medencei építészet fejlődésén dolgozó, valamint kimagasló tudású és elhivatottságú szakemberek életművének elismeréséül adományozzák. Az életműdíjat ezúttal Ferencz István vehette át.

Az ünnepi eseményen a Kós Károly-díj mellett átadták az egyéb állami építészeti díjakat is.

A Magyar Építészet Napján a régészeti örökségvédelem érdekében kimagasló, a feltáró és tudományos munkásságon túlmutató, széles körű régészeti szakmai tevékenység elismeréseként Schönvisner István-díjban Hadházy Aba Gézáné dr. Vaday Andrea részesült.

A műemlékvédelem területén végzett kimagasló szakmai tevékenysége elismeréseként Forster Gyula-díjat Bartos György József vehetett át.

Egyéni tájépítészeti alkotói, oktatói és szakpolitikai-szemléletformáló tevékenysége elismeréséül, életműdíjként Mócsényi Mihály-díjban dr. Szikra Éva részesült.

A Pro Architectura elismerést A csend kolostora Oroszlány–Majkpusztán projektért Steffler István, Szloszjár György, Bóhm Gábor, a Vertfalú ház felújítása és bővítéséért Bordás Mónika, a Bazalt Iskola projektért a CAN Architects: Köninger Szilárd, Cseh András, Élő József, Tátrai Ádám, Németh Dávid, a Normafa Sínház rekonstrukciójáért és bővítéséért Szabó Levente DLA és Bartha András DLA vehette át.

Az építészeti alkotói, oktatói tevékenység elismeréséül Ybl Miklós-díjban részesült dr. Paulinyi Gergely, Király Zoltán és Fajcsák Dénes.

(forrás és fotó: Építési és Közlekedési Minisztérium)

# Jubileumát ünnepelte az Országos Építőipari Szakembertalálkozó

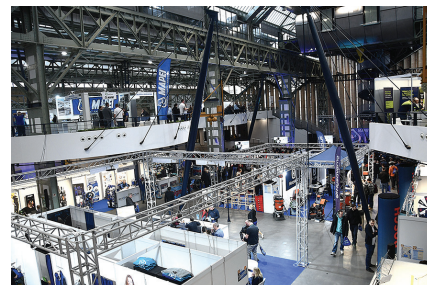
10. alkalommal rendezték meg januárban az Országos Építőipari Szakembertalálkozót, amely az építőipari szakemberek egyik legjelentősebb hazai eseménye. A Mapei Kft. által szervezett jubileumi rendezvényen 1200 szakember gyűlt össze, hogy megismerkedjen a legújabb technológiákkal, trendekkel és megoldásokkal, valamint tapasztalatot cseréljen egymással.

„A kezdetektől az volt a célunk, hogy közösséget építsünk, és segítsük az építőipari szakembereket abban, hogy fejlődjenek, hatékonyabban dolgozzanak, és sikeresebbek legyenek a vállalkozásaikban. Hihetetlenül büszkék vagyunk arra, hogy az elmúlt tíz év alatt ez a rendezvény az építőipari szakemberek legfontosabb közösségi eseményévé



nőtte ki magát” – mondta Markovich Béla, a Mapei Kft. ügyvezetője.

A 10. Országos Építőipari Szakembertalálkozó látogatói nemcsak a legújabb építőipari innovációkról szerezhettek információt, hanem élőben ki is próbálhatták azokat. A programban szakmai előadások, workshopok, bemutatók és egy építőverseny is szerepelt, miközben a résztvevők



kapcsolatokat építhettek, tapasztalatokat cserélhettek. Az idei szakembertalálkozó egyik különleges eseménye az INFLUENCER CAFÉ és WORKSHOP volt, ahol egész nap kötetlen beszélgetésekre és fotózási lehetőségekre is sor került az építőipar elismert szakembereivel.

(forrás, fotók: Mapei)

## A 2024/3110/EU az új 305/2011/EU (CPR)

**Az Európai Unió hivatalos lapjában (OJEU) megjelent az új CPR, némely része 2025. január 7-től már hatályba is lépett. Az új rendelet (a szankcionálásról szóló cikk kivételével) 2026. január 8-tól váltja fel teljes mértékben a 305/2011/EU-rendeletet.**

Az új CPR megjelenését már régóta várta az építőipar. Szabványosítási szempontból a legfontosabb változás, hogy a megjelenésével várhatóan véget ér az átmeneti időszak, amikor gyakorlatilag teljesen leállt a harmonizált szabványok megjelenése. A CPR korszerűsítésének egyik oka a helyzet rendezése volt, amit az is mutat, hogy idén januárban az általános előírásokat és a fogalom meghatározásokat megadó cikkeken túl szinte csak a harmonizált szabványok elfogadásához kapcsolódó cikkek léptek hatályba.

Az 5. cikk (2) bekezdése értelmében a harmonizált szabványok elfogadásának folyamata ezt követően is hasonlóan zajlik, mint a 305/2011/EU esetében. A szabványosítási kérelmek azonban az 5. cikk (4) bekezdése alapján várhatóan jóval specifikáltabbak lesznek, valamint az új CPR szövegének kidolgozásával egy időben, de attól részben függetlenül módosult a harmonizált szabványok Bizottság általi értékelésének folyamata is.

Fontos újítást tartalmaz viszont az 5. cikk (8) bekezdése, amely azonban csak 2026. január 8-tól lesz hatályos: „Amennyiben egy harmonizált szabvány megfelel az alkalmazandó jogi követelményeknek, és megfelel a szabványosítási kérelemben meghatározott [...] követelményeknek, a Bizottság haladéktalanul elfogadja a végrehajtási jogi aktust, amelyben kötelezővé teszi az említett szabványt. Az elfogadás után egy évvel e rendelet alkalmazásában a teljesítményre vonatkozó harmonizált szabvány kötelezővé válik [...]. A teljesítményre vonatkozó harmonizált szabvány a végrehajtási jogi aktus elfogadásának időpontjától kezdve önkéntesen alkalmazható.” Ezzel az előírással vélhetően az OJEU-ban való meghirdetés menetének kezelése és az ebből fakadó következmények egyértelműsítése a cél.

Alapvető változás továbbá, hogy az építőipari termékek gyártása és forgalmazása során lényeges szemponttá vált a termék környezeti terhelésének értékelése. A gyártóknak a jövő évtől nem teljesítménynyilatkozatot (Declaration of Performance – DoP), hanem teljesítmény- és megfelelőségi nyilatkozatot (Declaration of performance and conformity – DoPC) kell kiállítaniuk, amelyben lényegében a DoP kiállításához kapcsolódóan korábban előírt információkon túl meg kell adni a „ter-

mék teljes életciklusa alatti környezeti fenntarthatósági teljesítményét” is [2024/3110/EU, 15. cikk, (2) bekezdés]. Ehhez egy új értékelési és ellenőrzési rendszer (Assessment and verification systems – AVS) is kapcsolódik: 3+. rendszer: A környezeti fenntarthatósági értékelés bejelentett szervezet általi ellenőrzése [2024/3110/EU, IX. melléklet, 4. pont].

Mivel az előző bekezdés szerinti változások csak jövőre lépnek hatályba, az idei év szabványosítási szempontból az új előírásokhoz való alkalmazkodásról fog szólni, különösképpen a környezeti teljesítmény értékelése területén. Várhatóan újraindul vagy felgyorsul több harmonizált szabvány esetében is a jelenleg érvényes változatok korszerűsítési folyamata és debütál élesben is az új értékelési rendszer. Az új jogszabályi környezet és az átalakult értékelési eljárás eredményeként remélhetőleg gyorsabb és egyszerűbb lesz a harmonizált szabványok bevezetése és a Bizottság általi elfogadása. A cél, hogy az építőipari piac minél hatékonyabban át tudjon állni a 2024/3110/EU előírásaira a jövő év eleji hatálybalépés időpontjára, de legkésőbb 2027. január 8-ára, amikortól már a szankcionálás is életbe lép.

(forrás: Magyar Szabványügyi Testület)



# Fiatal tehetségek reflektorfényben - Innovatív ösztöndíjprogrammal támogatja az új generációt a DDC

*Két régió, egy közös cél: a fiatal tehetségek támogatása. A Duna-Dráva Cement Kft. (DDC) „Duna-Dráva a Tehetségekért” ösztöndíjprogramja a Váci és a Beremendi Cementgyár környékén élő ígéretes, fiatal tehetségeket díjazza, akik teljesítményükkel kitűnnek és inspirálják környezetüket, megmutatva, hogy kitartással és elhivatottsággal minden kitűzött cél megvalósítható.*

**A** jövő iránti felelősségvállalás jegyében a vállalat Ifjúsági és Innovációs Alapítványán keresztül megvalósuló ösztöndíjprogram keretében a DDC Vácott két évtizede, Beremenden pedig 15 éve támogatja a cementgyárak környezetében élő fiatalokat. Eddig már több mint 1600 diák részesült díjazásban. A paletta minden évben rendkívül színes: kimagasló tanulmányi eredmények, átlag feletti sportteljesítmények vagy kiemelkedő zenei tehetségek.

## **A jövő alapjai ma épülnek - értéktanteremtés újragondolva**

A váci térségben idén 46, Beremenden pedig 44 diák vehette át „A »Duna-Dráva a Tehetségekért«” ösztöndíjat és az ezzel járó, névre szóló elismerő oklevelet. A program beremendi díjazottjai közül ketten különdíjat is érdemltek.

Az ezüst fokozatú különdíjban Ősi Boldizsár részesült, aki reál és humán területen egyaránt kimagasló eredményeket ért el az országos és megyei szintű matematika-,

pályaorientációs és kulturális versenyeken. Arany fokozatú különdíjat Bartha Marcell érdemelt ki rendkívüli zenei tehetségével és különféle hazai és nemzetközi sikereinek sorával.

Az átadóünnepélyek résztvevői átfogó képet kaphattak a díjazottak művészeti és kreatív teljesítményéről zenei produkciók, színpadi előadások, táncbemutatók, kisfilmek révén. „A »Duna-Dráva a Tehetségekért«” ösztöndíjprogrammal küldetésünk, hogy olyan lehetőséget teremtsünk a fiatalok számára, amely segíti őket abban, hogy magabiztosan, céltudatosan építhessék a jövőjüket. Az ösztöndíj nem csupán egy elismerés a már elért eredményekért, hanem a bizalom és a támogatás jele is a díjazottak jövője iránt. Hiszünk abban, hogy a tehetség, a szorgalom és a kitartás együtt nagy dolgokra képes, és örömmel segítünk abban, hogy ezek a fiatalok kihozhassák magukból a legtöbbet” – mutatott rá Slániczné Molnár Ildikó, a DDC kommunikációs és marketing osztályvezetője.

## **A DDC-vel a tehetségből siker lesz**

Hazánk egyik meghatározó építőanyag-gyártójaként a DDC kiemelten fontosnak tartja, hogy ráirányítsa a helyi közösségek és a piaci szereplők figyelmét arra, hogy a fiatal tehetségekbe való befektetés sokszorososan megtérül.

Az ösztöndíjprogram keretében a DDC 10 hónapon keresztül nyújt anyagi támogatást a kiemelkedő eredményeket elért diákok számára. Az ösztöndíjak odaítéléséről a vállalat munkatársaiból, valamint az oktatás-nevelés, a kultúra és a tudomány területein jártas szakemberekből álló kuratórium dönt.

## **A társadalmi felelősségvállalás új dimenziói**

A DDC eddig közel 122 millió forinttal segítette a Vác és Beremend környéki tanulók pályafutásának sikerét. Célja, hogy példát mutasson matasson egyaránt regionális és országos szinten.

„Fontosnak tartjuk, hogy vállalati szinten továbbadjuk a tudás iránti vágyat, a minőség



A „Duna-Dráva a Tehetségekért” ösztöndíjprogram váci díjátadóján 46 diák vehette át oklevelét.



A „Duna-Dráva a Tehetségekért” ösztöndíjprogram beremendi átadóján 44 kiemelkedően teljesítő diákot jutalmaztak támogatással.



A váci átadón olyan ösztöndíjban részesült diákok is bemutatták tudásukat, akik kiemelkedő zenei tehetségüknek köszönhetően kaptak támogatást.



Az ösztöndíjprogram beremendi átadóján cha-cha-cha, rumba és jive produkció varázsolta el a közönséget.

iránti elkötelezettséget és a felelősségtudatot a jövő generációinak. Társadalmi felelősségvállalásunk keretében több területen is pozitív hatást gyakoroljunk a közösségekre. Az ösztöndíjprogrammal elsődleges célunk, hogy a fiatalok már korán megtapasztalják: a tehetség, a kitalálás és a befektetett munka mindig meghozza az eredményét” – fogalmaz

Molnár Ivett, az alapítvány kuratóriumának elnöke.

A fenntarthatóbb és élhetőbb jövő megteremtésében kiemelt szerepe van a szemléletformálásnak, az edukációnak és az együttműködésnek. Ennek érdekében sikeres ösztöndíjprogramján kívül a DDC olyan, a környezeti fenntarthatóság előmozdítása mellett a zöld szemlélet kreatív terjesztését

és a közösségek aktív bevonását is célzó programokat is elindított, mint a Zöld Megoldás-pályázat és a Zöld Alternatíva Vetélkedő. (fotók: DDC)





# Betonépítészet a nagyvilágban

## A beton esztétikuma



ASZTALOS ISTVÁN IRODAVEZETŐ, CEMBETON

Pier Luigi Nervi munkásságának ismertetését követően megismerkedhettünk a Bauhaus-jelenséggel és Walter Gropius életművével, majd Le Corbusier szerterágazó munkásságáról olvashattunk. Ezt követően Kenzo Tanget, a modern japán építészet kimagasló egyéniségét vettük górcső alá. Ezután visszatértünk a Bauhaushoz és Breuer Marcell tevékenységét tanulmányoztuk. Körüljártuk a brutalista építészetet, és egyik művelője, Goldfinger Ernő építészeti tevékenységét. Megvizsgáltuk egy észak-európai országot, a finn építészet sajátosságait, majd a betonépítészet néhány meghökkentő példáját láthattuk. Ezt követően a mérnöki szerkezetek felé vettük az irányt és megnéztünk néhány különleges hídszerkezetet. Az előző részben vékony héjú betonkopolákat és egy műtárgykomplexumot vettünk górcső alá. Ebben a részben a nyersbetonnal, a látszóbetonnal, illetve a látványbetonnal foglalkozom.

### NYERSBETON

A látszóbetont vagy más néven látványbetont sokféleképpen nevezik – kezdetben hívták még nyersbetonnak is –, és ennek a

fogalomnak a tartalma időben is változott. A betontechnológia fejlődésével egyre szebb, finomabban megmunkált felületeket tudunk előállítani, így a beton esztétikája is sokféle lett. A betonépítészet kezdetén, amikor még nem álltak rendelkezésre korszerű adalékszerek és más kiegészítőanyagok, valamint bedolgozási technológiák, a kiszaluzott betonfelület nem mindig volt szép és esztétikus, ezért is volt talán ennek a betonfajtának az elnevezése eleinte nyersbeton. Dr. Palotás László Mérnöki Kézikönyve 5. kötetének 61. oldalán 1965-ből ezt olvashatjuk:

„A betonfalak nyers felületének homlokzati hatása a zsaluzó anyag felületi jellemzőitől, a kötőanyag színétől, a bedolgozás technológiájától, a beton szerkezeti jellemzőitől, valamint az adalékanyag alaki és formai tulajdonságaitól függ. Nyers betonfalak megdolgozási módjai:

- zsaluzott, megdolgozatlan,
- habarccsal fröcskölt,
- kőszerűen megdolgozott,
- homokfúvással, vízszugárral vagy kefével megmunkált betonfelület.

A **megdolgozatlanul maradó** betonfal síkján a zsaluzóanyag textúrája és a betonkő nyers színe érvényesül. A **zsaluzó**

szerkezet felületalakító anyaga a kívánt építészeti hatásnak megfelelően választható (szőrös vagy gyalult deszkafelület, rétegeltlemez, sima vagy profilos műanyag- és gumilemez, sík vagy sajtoló fémlemez stb.).

A kiszaluzott betonfalak felületén **híg cementhabarccsal** fröcskölést is alkalmaznak.”

Mint láthattuk, ez az időszak, az 1950-es és 1960-as évek volt a nyersbeton-felületek kezdete. Ha visszaemlékeznek cikksorozatom hatodik részére, amelyben Goldfinger Ernő munkásságáról írtam, tulajdonképpen a brutalizmusról volt szó, amely nem is annyira egy mozgalmat, mint inkább egy időszakot jelölt, és amely az 1950-es évektől az 1970-es évekig tartott. Mindenesetre a brutalistának nevezett épületek fő jellemzője a nyersbeton alkalmazása és az erős, robusztus épületelemek használata volt. Az akkori betontechnológiai lehetőségek ezt még fel is erősítették, mivel a zsaluzatból kikerülő betonfelületek nem voltak tökéletesen simák, és több-kevesebb fészkek és lunker jellemezte azokat. Ezek az épületek funkcionálisan letisztultak voltak, és maguk a formák jelentették a dekoratív építészeti elemeket. Tehát a nyersbeton mint betontechnológiai fogalom mellé kell társítanunk a brutalista építészet megnevezését. Betonfelületek kialakításakor előszeretettel



Stockholm, vasúti híd – Fotó: Asztalos István, 2006.



Ausztria, Hahnenköpfe-Galerie – Fotó: Asztalos István, 2007.



Algéria, Algír, Mártírok emlékműve – Fotó: Asztalos István, 1988.



Algéria, Algír, Szent Szív-székesegyház – Fotó: Asztalos István, 1988.

alkalmazták a zsaluzatból kikerülő nyers felületeket még az 1970-es éveket követően, sőt napjainkban is.

Ezt a tényt két példával szeretném illusztrálni. Az egyik példa Stockholmban található, amely egy vasúti híd, és amely nemcsak íves formájával nyújt különleges hatást, hanem a nyersbeton színével is, hogy jobban illeszkedjen Stockholm vöröstéglás városképéhez.

A másik példa Ausztriából való, ahol egy hegyi út hólavínák elleni védelmét speciális betonszerkezettel oldották meg. A hegy felőli oldalon tető védi az utat, míg a völgy felőli oldalon szabad kilátás nyílik, így nappal nincs szükség mesterséges megvilágításra, mint az alagutak esetén. A képen jól látszik, hogy ez egy monolitikus nyersbeton-felület, de a technológiai fejlettség miatt (betonösszetétel, zsaluzat, bedolgozás stb.) fészek- és lunkermentes a beton felülete.

A fentiekén kívül még számtalan megvalósult példát találhatunk a világban nyersbeton-felületek használatára, hogy csak kettőt említsek. Az egyik Algír ikonikus emlékműve, amely a Földközi-tengerre néző, képeskönyv szépségű kilátást nyújtó dombtetőn áll. A 100 méter magasságú mártírok emlékművét, a Makam Esahidot 1982-ben emelték annak a másfél millió algériainak az emlékére, akiket a francia népi gyarmatosítók öltek meg 1954. és 1962. között az ország szabadságáért folytatott algériai háborúban.

Még egy példát említenék, szintén Algírból, a Cathédrale du Sacré-Cœur d'Alger (algíri Szent Szív-székesegyház) épületét, amely egy római katolikus templom.

1956-ban fejezték be, és a főváros új székesegyháza lett, miután az Algíri Szent Fülöp-székesegyházat muszlim Ketchaoua mecsetté alakították át. Az épület tervezői: Paul Herbé, Jean Le Couteur és René Sarger. Hajója 52 méter hosszú és 35 méter széles. A templom a központi tornyáról híres, de különlegese az épület nyersbeton külső homlokzati felületei is.

### LÁTSZÓBETON

Az idő előrehaladtával, a betontechnológia fejlődésével a fogalom is megváltozott. Egyre gyakrabban kezdték el ezt a nyersbeton-felületet látszóbetonnak nevezni és közben annak a tartalma is megváltozott. Dr. Ujhelyi János Betonlexikonában 2006-ban már így fogalmazták meg a látszóbeton fogalmát:

*„Homlokzatok, felületek, szobrászmunkák kialakítására készített, esztétikus megjelenésű nyersbeton. Fajtái: dús habarccsal készített, a zsaluzatanyag felületi textúráját pontosan visszaadó, tömör – a durva adalékanyag-szemek megjelenítő –, amelynek felületét kötőanyagkeverékkel kevert habarccsal készítik, és a habarccsal az alapbeton megszilárdulása után kimossák, vagy sósavas kezeléssel teszik láthatóvá az adalékanyag-szemeket. Megmunkált (stokkolt, homokfúvással maratott stb.) felületek, mintázott, reliefszerű, fém-, műanyag vagy fasablonban készített díszítőbeton.”*

Azt látjuk tehát, hogy a nyersbeton mint fogalom ismét bővült és megjelent a mosott beton, illetve a homokfúvott beton fogalma. Szép példáját láthatjuk a fentiekben fogalmi szinten meghatározott ún. mosott betonnak

például Németországban, Düsseldorfban, ahol utcabútorok formájában készítették el kukatárolókat.

A modern építészetben a betont nemcsak mechanikai tulajdonságai miatt alkalmazzák, hanem egyre gyakrabban használják formai elemként, esztétikai okokból is. Ez azt jelenti, hogy a felületképzéssel szemben magasabb követelményeket támasztunk. Számos módja van annak, hogy különleges hatásokat érjünk el ezen a területen. Fontos az alkalmas betonkeverék kiválasztása, a zsaluzat anyagának és típusának meghatározása. Létfonosságú a helyes fajtájú és mennyiségű formaleválasztó szer használata, valamint a felhordás módjának kiválasztása. Lehetséges strukturált zsalubetétek használata is. A hagyományos, utólag kőszerűen megmunkált felületek is alkalmazhatók. A betont anyagában is színeztethetjük, amely egyrészt jelenti a kötőanyag színének megválasztását, másrészt pigmentek használatát. Lényeges még a megfelelő és egyenletes bedolgozás és természetesen a gondos és alapos utókezelés is.

### LÁTVÁNYBETON

Az utóbbi időben még egy fogalommal bővült a nyersbeton kifejezés. A Kapu László főszerkesztésében 2013-ban kiadott Látszóbeton – látványbeton című könyv bevezetőjében a szerző így fogalmaz:

*„Érdemes elkülöníteni azokat a betonfelületeket, amelyeket (akár pénz hiányában) nem takarnak el azoktól a felületektől, amelyek egy előre meghatározott építészeti koncepció szerint nem kapnak burkolatot. A magyar nyelv*





Németország, Düsseldorf, kukatárolók – Fotó: Asztalos István, 1994.



Hollandia, Hága, a Királyi Színház irodaépülete – Fotó: Asztalos István, 2002.

sokoldalúsága segít ebben. Ilyen esetben pontosabb és célravezetőbb lenne a »látványbeton« kifejezés használata, amely dr. Erdélyi Attila nevéhez fűződik. Ha azt mondjuk: látványbeton, akkor mindenki tudhatja, hogy olyan vasbeton felületről van szó, amelyek a végleges állapotában biztosan látszani fog.”

Ez valóban igen fontos meghatározásbeli különbség, hiszen még ma is nagyon sokszor látszóbetonnak neveznek olyan sima szerkezeti betonokat, amelyeket sík zsaluzatban készítettek, jól betömörítettek és így azt gondolják, hogy ez egyben esztétikus is. Persze mint minden esztétikai kérdés ez is szubjektív, és lehet arról vitatkozni, hogy ezek szépek-e vagy csúnyák, de semmiképpen sem nevezhetjük ezeket látszóbetonoknak. Tulajdonképpen egy tükörsima betonfelület elkészítése sokkal nehezebb, sőt azt kell mondjam, hogy lehetetlen, mivel a zsaluzatnak mindig lehetnek apróbb egyenetlenségei, és egy sima betonfelület – főként súroló fényben – meglehetősen csúnya látványt tud nyújtani az előtűnő hibák miatt.

Cikksorozatomban e részének végén még egy példát szeretnék bemutatni, amely valóban látszóbeton, illetve látványbeton, ráadásul transzportbeton felhasználásával készített monolitikus ún. öntö-

mördő beton. Ujhelyi doktor már idézett Betonlexikonjában 2006-ban még ezt írják az öntömörödő betonról:

„Vízszintes lemezek készítéséhez használható, tömörítést nem igénylő beton. A megfelelő tömörséget az elterített friss beton szétosztályozódás-mentes ülepedése hozza létre, amely akkor megfelelő, ha a beton alapanyagait, összetételét és konzisztenciáját ezt figyelembe véve tervezték meg.”

A dolog pikantériája, hogy a példa, amit még 2002-ben fotóztam egy tanulmányi kirándulás keretében Hollandiában, egy épület **függőleges** homlokzata. Az épület a hágai Királyi Színház irodaépülete, amelynek esztétikáját úgy alakították ki, hogy függőleges és vízszintes lizénákat alkalmaztak annak érdekében, hogy megtörjék az egyébként teljesen sima felületeket. Még a zsaluátkötések helyét is esztétikai elemként alkalmazták, így a szem nem veszi észre az apróbb hibákat. A vízszintes lizénáknak ezenkívül még az is volt a szerepük, hogy itt alakultak ki a munkahézagok, hiszen – mivel monolitikus transzportbetonból készült a homlokzat – a betöltések között munkahézagokat kellett megtervezni. Azt hiszem, a látvány önmagáért beszél.

#### Felhasznált irodalom:

Kapu László (főszerkesztő): Látszóbeton – látványbeton. Terc Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest, 2013.

Sika Beton Kézikönyv (Magyar Kiadás: Asztalos István). Sika Hungária Kft., Budapest, 2009.

Dr. Ujhelyi János (főszerkesztő): Betonlexikon. Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2006.

Dr. Palotás László: Mérnöki Kézikönyv 5. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.

Asztalos István: Betonépítéssel a nagyvilágban – Goldfinger Ernő magyar származású brutalista építész. Beton, 2024. április.

Lovas István: A másfél milliós francia népi építés algériai emlékműve – aki el merné bontani a kordont, azt szitává lőnék. <https://kuruc.info/r/6/127207/> 2014. április 30.

Cathédrale du Sacré-Cœur d'Alger: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cath%C3%A9drale\\_du\\_Sacr%C3%A9-C%C5%93ur\\_d%27Alger#cite\\_note-Association1964-3](https://en.wikipedia.org/wiki/Cath%C3%A9drale_du_Sacr%C3%A9-C%C5%93ur_d%27Alger#cite_note-Association1964-3)

(fotók: Asztalos István)

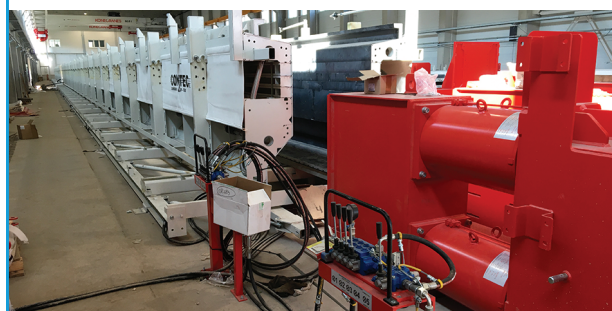
## CONTEC FESZÍTETT TERMÉK GYÁRTÓ BERENDEZÉSEK



30 év tapasztalat,  
műszaki-fejlesztési  
tanácsadás



Fejes – Atillás Concrete Technologies



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

Technológiai-fejlesztési tanácsadás.

**FACT-Plus Kft.**

telefon: +36 30 451-4670, e-mail: [fejes.istvan@fact-plus.hu](mailto:fejes.istvan@fact-plus.hu)

web: [www.fact-plus.hu](http://www.fact-plus.hu)





MESSE  
MÜNCHEN

# IPARÁGUNK SZÍVDOBBANÁSA

bauma, München, 2025. április 7-13.



LÁTOGASSON a  
bauma kiállításra:  
[bauma.de/en/  
trade-fair/why-visit](https://bauma.de/en/trade-fair/why-visit)



Fokozza sikerét: az építőipari gépipar jövője a bauma-n kezdődik – Építőipari és építőanyag-gyártó gépek, bányászati gépek, építőipari járművek és berendezések vezető világására.

[bauma.de](https://bauma.de)

**bauma**



# SZABVÁNYFIGYELŐ

2024. december

*Magyar nyelven megjelent  
nemzeti szabvány*

**MSZ EN ISO 6508-1:2024**

Fémek. Rockwell-keménységmérés.  
1. rész: Mérési eljárás (ISO 6508-1:2023)

**MSZ CEN/TR 13933:2024**

Kőművescement. A bedolgozhatóság (kohézió) meghatározása

*Európai szabvány közzététele*

**EN 16214-1:2024**

Sustainability and greenhouse gas emission saving criteria for biomass for energy applications. Principles, criteria, indicators and verifiers. Part 1: Terminology

**EN 16214-3:2024**

Sustainability and greenhouse gas emission saving criteria for biomass for energy

applications - Principles, criteria, indicators and verifiers - Part 3: Sustainability criteria related to environmental aspects

**EN 196-12:2024**

Methods of testing cement - Part 12: Reactivity of cement constituents - Heat of hydration and bound water content methods

**EN 934-7:2024**

Admixtures for concrete, mortar and grout. Part 7: Shrinkage reducing admixtures. Definitions, requirements, conformity, marking and labelling

**EN ISO 14071:2024**

Environmental management - Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies (ISO 14071:2024)

*Európai Parlament és a Tanács Rendelet közzététele*

**AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2024/3110 RENDELETE**

az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált szabályok megállapításáról és a 305/2011/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről

2025. január

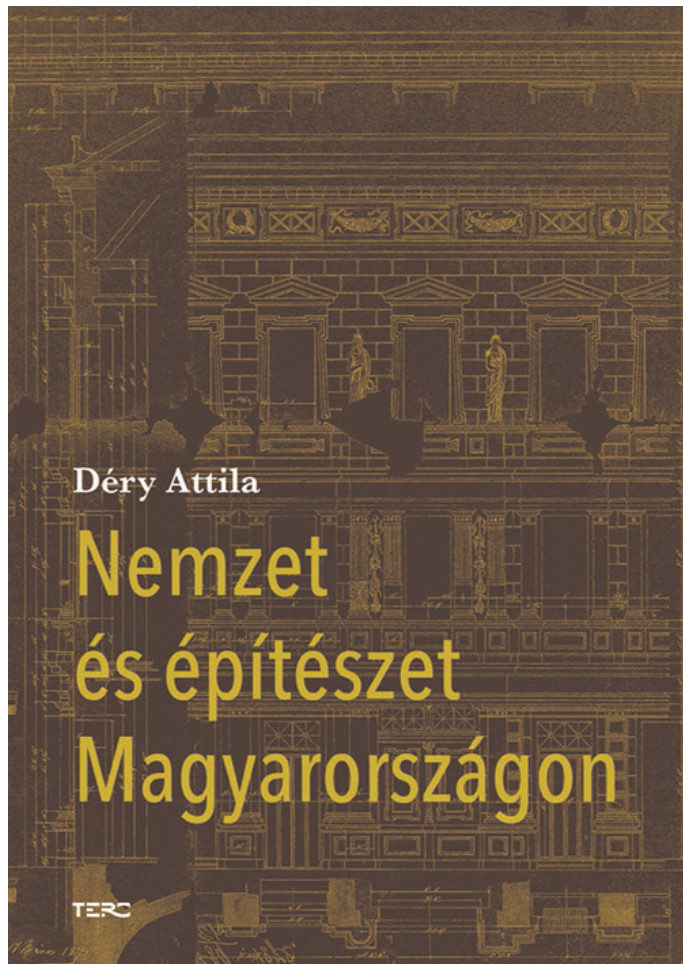
*Magyar nyelven megjelent  
nemzeti szabvány*

**MSZ EN 12390-6:2024**

A megszilárdult beton vizsgálata. 6. rész: Vizsgálati próbatestek hasító-húzó szilárdsága

**MSZ EN 12504-1:2019**

A beton vizsgálata szerkezetekben. 1. rész: Fúrt próbatestek. Mintavétel, vizsgálat és a nyomószilárdság meghatározása



## Déry Attila Nemzet és építészet Magyarországon

**Ez a könyv az építéset történetén belül a társadalom és az építészet kapcsolatát tárgyalja.**

Vizsgálja a nemzeti érzés szerepét a formák választásában az előző századforduló idején. Ekkor a magyar társadalom az építészet formáiban megtalálta önkifejezése lehetőségeit. A 20. század elején a változó világ és a gyorsuló műszaki fejlődés megváltoztatta az építészet helyzetét és értékelését. Addig az építészet az emberiség legfontosabb társadalmi és politikai jelentéshordozója volt, az öröklétnek épített jelképeket, amit az ideiglenesség és az esetlegesség világa váltotta föl. E könyv vázolja ezt a folyamatot is, az útkeresés bizonytalanságaival és a kiút lehetőségeivel együtt.

320 oldal, TERC Kft., 2024.

# 10 éves, mégis újszerűnek hat a felújítás a pécsi dzsámin



**E**gy évtizeddel ezelőtt fejeződött be a magyarországi oszmán építészet legjellegzetesebb darabjának, a pécsi dzsáminak a felújítása. A kivitelező cég dolgát a szűk terek, az elvárt speciális anyaghasználat és a belvárosi környezet mellett a munka közben feltárt meglepetések is nehezítették. A végeredmény azonban a szándékosan egyenetlen külső homlokzati megjelenéstől az ólomüveg ablakokon át a korábban eltartott muszlim és keresztény falfestésekig korhű és minőségi munka lett.

A felújítása óta eltelt 10 évben semmilyen garanciális javítást nem kellett végeznie a kivitelező cégnek Pécs ikonikus épületén, a történelmi belváros közepén álló Gázi Kászim pasa dzsámiján, a mai Gyertyaszentelő Boldogasszony-templomon. Ez azért is figyelemre méltó, mert a felújításnál igen komoly statikai beavatkozásokra volt szükség, a mintegy 500 éves épület sok meglepetést tartogatott mind a tervezőknek, mind pedig a kivitelezőknek. A szigetelés miatt négy méter mélyen körbe kellett ásní a teljes épületet, számos restaurálási, tisztítási, átépítési, korszerűsítési munkát végezni, mindezt a belváros leglátogatottabb főterén, a szomszédos oktatási, közigazgatási intézmények és a turistaforgalom zavarása nélkül.

„A műemléki épületek felújítása minden esetben több szakma együttműködését és különleges építőipari szakértelmet kíván. Sok esetben csak korhű anyagok használatát engedik meg az előírások” – véli Magyarai Csaba, az MB-BAU Kft. tulajdonos-ügyvezetője.

## Minden műemlék tartogat „meglepetést”

A 2013–2014-es teljes körű felújításnál ólomüveg-, homlokzat- és kőrestaurálás, vörösréz lemezekkel a kupolacsegely-részek újrafedése ugyanúgy a munkák részét képezte, mint freskók restaurálása vagy az altemplom renoválása, egy új altemplomi bejárat kialakítása. A fél évezredes épület számos meglepetéssel szolgált. Statikailag sérült volt, mint ahogy az 1944–46 közötti bővítéskor készült talajnedvesség elleni szigetelése is, így komoly beavatkozásokat kellett végezniük a szakembereknek. Évtizedekig problémát jelentett a vízbetörés, emiatt az altemplom használhatatlan volt, a szigeteléshez a teljes épületet körbe kellett ásní. A felújítás során a belső tamburon régi, félig elkészült freskókat is találtak a kivitelezők, ezeket a dokumentálás után restaurátorok közreműködésével konzerválták, majd kitalakították, és egy egyedi receptúra alapján összeállított festékekkel fedték be.

## Szakértelem nélkül nagy a rizikó

„A műemlékek felújításánál az egyik legfőbb akadályozó tényező, hogy a tervezés fázisában nem lehet előzetes feltárásokat elvégezni, mert ezek roncsolással járhatnak. Anélkül nem bonthatjuk meg egy műemlék épület tető- vagy a falszerkezetét, hogy ne javítanánk vissza. De bizonyos esetekben már nincs lehetőség visszajavításra, így csak kevesen vállalják ezt a rizikót. Egyre speciálisabbak a munkák, számos műemlék épületnél tilos házgyári cementet használni, mert anno nem ismerték ezt az anyagot. Mésszel vagy vulkanikus cementekkel kell dolgozni, ami lényegesen drágább, mint amit a hétköznapiokban használunk. Emellett egyre kevesebb az olyan szakember, aki hozzá mer nyúlni az ilyen anyagokhoz, ezért mi is folyamatosan

képezzük a munkatársainkat” – teszi hozzá Magyarai Csaba. A dzsámi belső falfelületeit is teljes egészében fel kellett újítani, de azzal a kitételrel, hogy megmaradjon a török kori jellegzetessége: úgy kellett kinéznie, mintha kézzel dobálták volna fel a vakolatot, vagyis a mai elvárásokkal szemben egy egyenetlen felületet képezni. A korhű megjelenés érdekében speciális anyaggal javították a többszáz éves vakolatot.



## Nem elég megtervezni...

...kivitelezni is tudni kell. Több esetben hiába kapták meg a tervezők elgondolásait, a megvalósításhoz szükség volt a gyakorlati jártasságra, a több évtizedes tapasztalatra is. A dzsámi altemplomában például speciális leválasztó kapukat készítettek fémrudak és kövek kombinálásával. Ami a tervezőasztalon tökéletesnek látszott, az nem volt egy az egyben megvalósítható a valóságban, ezt a kaput kétszer is át kellett alakítani ahhoz, hogy minden elvárásnak megfeleljen. Ugyanígy konstruktivitásra ösztönözte a kivitelező céget az épület déli oldalán újonnan kialakított főbejárat a maga 8–10 cm vastag mészkeőlapborításával. A kapu két szárnya darabonként mintegy 1 tonna és egy motor mozgatja őket. Kihívást jelentett a szerelések elrejtése, a mozgást kísérő hang tompítása, a kapu épületszerkezetéhez való rögzítése is. A szakember szerint a műemléki épületek felújítása „egy életre szól”, sokszor csak generációkkal később van lehetőség egy újabb renoválás elvégzésére.

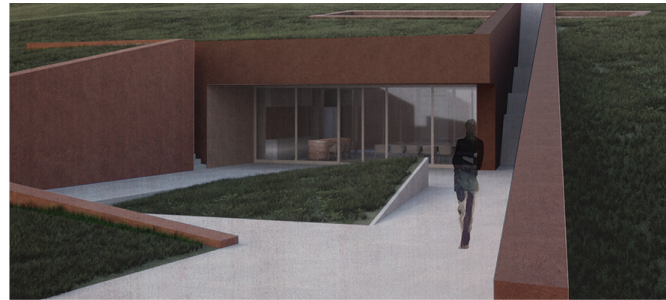
(forrás, fotók: MB-Bau Kft.)



**KERESSE FEL HONLAPJAINKAT,  
ÉS KÖVESSEN MINKET A KÖZÖSSÉGI MÉDIÁBAN!**



YouTube-csatornánk:



**Beton.hu**  
a betonos szakma tudásbázisa:  
hírek, letölthető kiadványok, hasznos  
tudnivalók és útmutatók  
[www.beton.hu](http://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.betonujsg.hu](http://www.betonujsg.hu)

