

2018. június
XXVI. évfolyam III. szám

szakmai lap

beton

érték generációknak

Vasbeton födémek a 21. században
Új, hazai fejlesztésű **vasbeton**
szádfal

Az ipari hulladék második esélye
Környezetvédelmi modernizáció a
Váci Cementgyárban

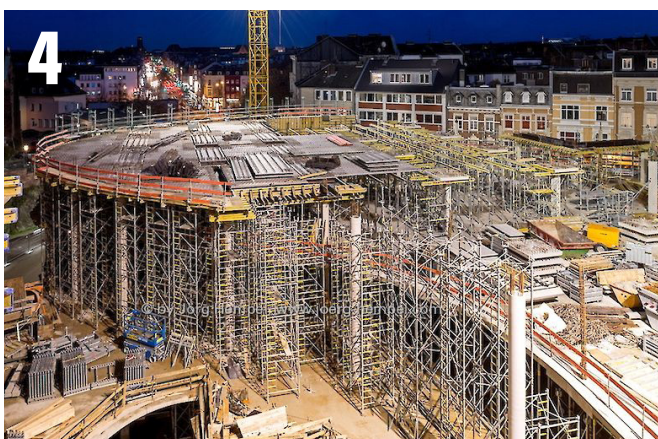


NYÁRI BETONOZÁS: ANYAGOK, TECHNOLÓGIÁK, UTÓKEZELÉS



Tartalom

- 3** Köszöntő
- 4** Vasbeton födékek a 21. században
- 7** Vasbeton szádfal fejlesztés szerkezettervezői alapkérdései
- 10** Fókuszban az egészség- és munkavédelem
- 12** Zéró hulladék, maximális hatékonyság – így lesz fenntartható a hazai építőipar
- 13** A pécsi magasház bontásából származó hulladékok kezelése, utóhasznosítása
- 14** Ipari Szimbiózis, avagy a Hulladék Második Esélye
- 16** Amikor a környezetvédelem motiválja a fejlődést
- 18** Intelligens beton – korszerű betontechnológiai eszközök a betonszilárdulás vizsgálatára
- 20** A vasbeton szerkezetek koncepcionális tervezéséről tartott előadást a fib elnöke
- 21** Megbízható nagytáblás fugamentes ipari padló Mapecrete Systemmel
- 22** Hídépítési gyakorlat 40 méter feletti előregyártott, előfeszített vasbeton hídgerendák alkalmazásával
- 24** Nagy melegben sem akadály a betonozás
- 26** Betonozás meleg időben (nyári betonozás)



Impresszum

Beton szakmai lap
 2018. június

Kiadó:

Magyar Cement-, Beton- és
 Mészipari Szövetség
E-mail: cembeton@mcsz.hu
Cím: H-1034 Budapest, Bécsi út 120.
Telefon: +36 1 250 1629
Fax: +36 1 368 7628
E-mail: info@betonujzag.hu
www.cembeton.hu

Felelős kiadó:

Szarkándi János

Felelős szerkesztő:

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

Szerkesztőség:

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

Szerkesztőbizottság:

Vezetője: Szórád Tamás
Tagjai: Asztalos István, Guth Zoltán,
 Lepp Klára, Rácz Attila, Urbán Ferenc,
 Zadavec Zsófia

Nyomdai munkák:

Pharma Press Nyomdaipari Kft.

Nyilvántartási szám:

B/SZI/1618/1992, ISSN 1218-4837

www.betonujzag.hu

 www.beton.hu

 www.facebook.com/Beton.hu

Címlapfotó: Guth Zoltán

 OBSERVER

Köszöntő



A beton sok ember számára ma már a szépséget, a tartósságot, a fantázia vége-láthatatlan sokszínűségét jelenti. Számomra azonban még ennél is többet jelentett, mert egész életemben – az acélfeszítőbetétek világába való belépésem kivül – ennek az anyagnak szenteltem szakmai kíváncsiságomat. Eredetileg nem erre a pályára készültem, de akkoriban nem volt más választásom. Ha újra fiatal lennék, akkor sem döntenék másképpen – főként azért, mert az Építőanyag Tanszéken találkoztam leendő feleségemmel. Azt senki sem jegyzi föl, hogy nevemhez több műtárgy építésének technológiai kialakítása fűződik, viszont fontos, hogy remek embereket ismerhettem meg pályafutásom alatt, akikkel szoros szakmabeli kapcsolatok mellett barátságok is születtek. Fontos, hogy ne csak jó szakember legyen egy adott területen, hanem mint ember is helyt tudj állni. Szerencsés vagyok, hiszen remek feleségem volt, aki mindig tudta, hogy mikor, mit és hogyan tegyen a „szakmaiságon” túl, a magánéletünkben is. Támogatott a munkámban, de ami még ennél is fontosabb volt, hogy tudta, mikor kell engem „leállítani” és inkább magunkra koncentrálni.

Egyetemi tanulmányaimat 1951-ben kezdtem meg a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Karán, és 1956 tavaszán diplomáztam. Egyetemi tanulmányaim után 7 évet dolgoztam az iparban, ami nagyon hasznos volt a későbbi munkáim során. Ez a helyzet ma sincsen másképpen, ha ifjabb kollégáimra tekintek. A MÁV Híd-építő Vállalatnál eltöltött 5, majd a VIZI-

TERV-nél eltöltött 2 év után (1963-ban) dr. Palotás László, az MTA doktora hívott meg az újonnan alapított Építőanyag Tanszékre, tanársegédnek. Egyetemi disszertációm 1972-ben írtam meg „A feszítőbetétek reológiai viselkedésének extrapolálhatósága” címmel, kandidátusi disszertációm hasonló tárgy körben 1984-ben védtem meg. 1991 és 1995 között az Építőanyag Tanszék vezetője voltam. Az út jó volt, amelyen járhattam, még ha görgyös is volt, anno. Külön öröm számomra, hogy sikerült az igényes szakmaiság szellemét a diákokba is beplántálnom. Ma már nem az egyetemen találkozunk először betonnal a diákok, hanem az óvodákban a gyerekek saját zsírkrétájukkal színezzetik Cembit...

2003-ban, 40 évnyi tanszéki munka után Palotás László-díjra jelöltek, amelyre azok a magyar műszakiak lehetnek jogosultak, akik tevékenységükkel jelentősen segítették a vasbetonépítési kultúra és technika fejlődését.

Nyugdíjasként sem ülök a lócán, várva a postást. Tanácsadóként először a Betonolith K+F Kft.-ben, majd a Cemkut Kft.-ben sok érdekes kutató-megvalósító munkában vettem részt (M7 betonpálya 24 órás táblacsere, ill. saválló betonok megvalósítási lehetősége). Ma még bejárom az egyetemre a jövő szakmérnök betontechnológusait oktatni: ők kulcsfontosságú szerepet tölthetnek be az építőipar fejlődésében. A rendszeresen megjelenő „update” számok németről magyar nyelvre történő fordítását is szívesen vállalom: ez a CeMBeton honlapján 2005-ig visszamenőleg is archivált formában megtekinthető. Ezzel nemcsak a nyelvi „frissességemet” tesztelhetem, hanem én is megismerhetem a legújabb betontechnológiai irányzatokat, meg (főleg) mások is olvashatják, és erősen javaslom, hogy olvassák is!

Általában annak örültem, ha „sikerül” valami és elismerik az eredményeimet. Nem szerencsés azonban, ha a „siker” túl fontos lesz, és az ember egy idő múlva „eredményközpontúvá” válik, illetve túlbecsüli a teljesítményét. Ezt a gondolatot a szakmájukban törekvő kollégáimnak is üzenem, hogy legyen fontos mindenkinek az, amit csinál, de ne túl fontos...

Dr. Erdélyi Attila
 ny. egyetemi docens

Vasbeton födémek a 21. században

POLGÁR LÁSZLÓ, POLGÁR-TERV MÉRNÖK KFT.

A közelmúltban hat városban rendeztek építészeknek szóló előadássorozatot, amelyen a vasbeton födémek múltjáról és jövőjéről tartottam előadást. A mai fiatalabb korosztály leginkább a monolit vasbeton síkfödémekkel találkozik, különösen a lakás- és irodaépületek területén. Nagyon örülök, hogy az utóbbi években több diplomázónak lehettem külső konzulense vasbeton födémek témában.

A magyar vasbetonépítés az 1900-as évek elején kezdődött, nem sok lemaradással az amerikai és európai vasbetonépítés kezdeteitől. Az első vasbeton födémek gerendás födémek voltak. Amerikai előzmények után a svájci Maillart 1910-től kezdődően csodálatos vasbeton gombafödémeket épített (tervezte és kivitelezte is ezeket a födémeket). Talán az első magyarországi gombafödém a kalocsai Margit malom födeme volt, amelyről másik öt magyarországi vasbeton gombafödémrel együtt Lewe: Pilzdecken (Gombafödémek) című, 1927-ben megjelent könyve számol be.

Az akkori helyzetet jól tükrözi egy 1927-ben megjelent Maillart cikk, ebből idézek: „A gombafödémek Amerikából terjednek, és a mai napig nem sikerült a problémát statikailag megfelelően megoldani. Ily módon érthető, hogy sok építész csak nagy szükség esetén foglalkozik ezzel, de inkább választják a tiszta rendszereket, főtartókat és fióktartókat, melyek mindkét irányban hordják a terheket. Ugyan ismert, hogy ezek a tartószerkezeti rendszerek is többé vagy kevésbé önkéntesen feltételezett feltevésekre épülnek, ugyanúgy, mint a gerenda nélküli födémek. Ahhoz, hogy erről, mint ahogyan az ilyen vasbetonipari födémek esztétikai kérdéseiről valamelyest tiszta képet kapjunk, valamint arról, kik is az igazi első kezdeményezői ezen födémeknek, a svájci úttörőt, Robert Maillart-t kerestük meg, hogy írja meg a véleményét. A cikk végén még a gerenda nélküli födémek szépségkérdéseivel foglalkozunk, melyeket a zürichi kiállítás során is elemeztünk.”



Neményi Pál 1928-ban megjelent Vasbetonszerkezetek könyve is tartalmazza a gombafödémek tervezését, ekkor még ismeretlenek voltak a pontokban alátámasztott sík vasbeton lemezek. Németországban az igazi gombafödémek építését is csak 1925-től engedélyezték, miután elegendőnek tartották a kutatási eredményeket és próbateljesítéseket, amelyek alapján szabályozták az ilyen födémek tervezését és kivitelezését.

A 30-as években Le Corbusier már kezdeményezte a pillérfej nélküli síkfödémek építését, de csak az 50-es évek végén indult el a síkfödémek építése. Magyarországon 1960-ban jelent meg a Komlóssy István által készített Ipartervi tervezési segédlet

a gombafödémek tervezéséről. Ezekben az években több többszintes raktárépület készült ilyen szerkezettel. A lakásépítések ekkor még jellemzően falakra támaszkodó vasbeton lemezzel vagy sűrű bordás előregyártott gerendás béléstestekkel készültek. Az irodaépületek építéséhez előregyártott vasbeton szerkezeteket fejlesztettek ki, az egységes irodaváz az Iparterv fejlesztésében jött létre, majd következett az UNIVÁZ szerkezet. Ezek kezdetben bordás teknő panelokkal, majd később üreges födémlemekkel (S) készültek. Különösen a 60-as évek második felétől előtérbe helyeződött a tipizálás, az üzemből előregyártott vasbeton elemekkel való építés, miközben a monolitikus vasbetonépítés jelentősen a háttérbe szorult.

Az OKGT irodaépület 1973-ban monolitikusan, vasbeton síklemez födémrel épült, de a legfelső födém építéskori leszakadása nem kedvezett a fejnélküli rejtett gombaféjes síkfödémek alkalmazásának. Az 1989. évi politikai rendszerváltás gyorsan elsöpörte a különösen a 70-es években felvirágzott előregyártott vasbeton elemekkel való építést, különösen a lakásépítésben és az irodaépületeknél. Egymás után jöttek Magyarországra a nagy zsaruzati rendszereket forgalmazó cégek (DOKA, Hünnebeck, MEVA), a darabjaira hullott állami cégek kis építőegységekre oszlottak. A kis építő szervezeteknek viszonylag könnyű volt a monolitikus építésmódra ráállni, miután nagy volt a munkanélküliség. Az előregyártott elemekkel történő építés szinte a volt szocialista rendszer rossz példaképévé vált.

A paradigmaváltás szükségessége az építési kultúrában 2018-ban

A 2008. évi gazdasági visszaesés mintegy 10 évre visszavetette a magyar építési ágazat fejlődését. Újra rendelkezésre állt a munkaerő, amely új ösztönzést adott a monolitikus építésmódoknak. Közben a nyugati országokban előbb elindult a gazdasági fellendülés. EU-tagságunk révén a szabad munkaerőáramlás során éppen az építőipari szakmunkások mentek Nyugatra dolgoz-

ni. Amikor 2017-ben elindult a magyar építőipari fellendülés, mindjárt érezhető volt az építőiparban a szakmunkáshiány.

Kedvezőnek tűnt a monolit vasbeton síklemezek építése a korszerű zsaluzatokkal:

- a tervezése egyszerű, az AXIS tervezési, méretezési szoftverrel könnyű a statikai méretezést elvégezni. A tervezők a legszívesebben ilyen födémekeket terveznek.

- a kivitelezés is egyszerűnek tűnt, rendelkezésre állt sok zsaluzóeszköz.

Az építendő épületekkel szembeni követelmények fokozatosan változtak:

- a fenntartható fejlődés követelményeinek megfelelően az épületeket úgy kell kialakítani, hogy alkalmasak legyenek az életük során többszöri funkcióváltásra. Ez egyre nagyobb fesztávolságokat igényel, a teherhordó falas szerkezetekkel szemben megnövekszik az igény a vázas épületekre

- az épületek alatt kell elhelyezni a parkolósínteket az autók parkolásához

- előtérbe kerül az építőanyagokkal való takarékoskodás igénye

- az építőipari szakemberhiány újból előtérbe helyezi az ipari üzemekben készülő építőelemeket, az építés helyszínén csak az összeszerelő tevékenység legyen

- az informáciotechnika fejlődése lehetővé teszi a robotok alkalmazását az építési területen is, főleg az ipari üzemekben.

Ezek az új kihívások a vasbeton födémek területén új konstrukciók fejlesztését, bevezetését követelik meg:

- újból felfedezik a gombafödémeket. A nagy, lapos fejjel készülő pillérek lehetővé teszik a vasbeton lemez vastagságcsökkentését és ezáltal a beépített betonmennyiség jelentős csökkentését

- a betonok előállításában nem várt változást jelent az alkalmazható szilárdságok gyors növekedése, különösen a telepített üzemekben

- a vasbeton pillérek szükséges keresztmetszete jelentősen csökkenthető, mert a korszerű betonminőségek és -tulajdonságok (folyósítók) lehetővé teszik az alkalmazható betonacél-mennyiségek jelentős növelését (a jelenleg a szabvány szerint alkalmazható 4% helyett más országokban már ma is 9% a megengedett, de egyre gyakrabban fordulnak elő 12-18% betonacél-mennyiségek is)

- a B 500 betonacél-minőség helyett S 670 minőségű betonacélt is egyre gyakrabban alkalmaznak (BuStb 2008/5, 2014/5)



Külföldi példa Kanadából

Az USA-ban vagy Kanadában az utóbbi 20-30 évben épült sokemeletes lakóépületek alsó szintjei parkolójában nagy valószínűséggel ilyen födémekekkel találkozhatunk a látogatók.

Kanadai barátunk lakóépületének parkolója: nem engedhetik meg maguknak a fejnélküli gombafödém anyagpazarlását (igaz, ezeknél a parkolóknál a pillérostás legalább 8,5 m x 8,5 m, hogy három autó kényelmesen elférjen a pillérek között).

Szinte minden, külföldi födémekről szóló tananyag ilyen vagy hasonló ábrával kezdődik. Ezek közül ma Magyarországon a vasbeton födémek mintegy 90%-ban monolit vasbeton síkfödémekkel készülnek kb. 9 m x 9 m pillérállásokig. Ez nagy födémvas tagságokhoz és jelentős anyagpazarláshoz vezet. Az iparosított, legalább részben üzemekben gyártható födém szerkezeti elemek jóval kisebb arányban fordulnak elő, mint külföldön. A kazettás födémek, amelyek a 80-as években elég elterjedtek voltak, ma már szinte teljesen ismeretlenek (ÉTI-KIP-SZER féle zsaluemeléssel technológia).

Födémek kialakítása a 21. században

A vasbeton síkfödémek kialakításának nagyon sokféle lehetősége van. Jól mutatják ezt a jelenlegi amerikai és ausztrál tervezési segédletek.

Ezek mindegyikének jellemzője a födém tömegének csökkentési szándéka:

- monolit síkfödémek esetén a födémlemezbe épített üregelemek, a Cobiax, BEEPLATE, U-BOOT vagy egyszerűen csak polisztirol betételek

- kazettás födémek, műanyag kazetta zsaluzóelemmel vagy vasbetonból gyártott kazettaelemek (Nervi ferrocement elemei, ma ennek új reneszánsza van a textil vasalású, nagyon vékony héjelemekkel)

- feszített vasbeton síkfödémek: a feszítés révén csökkenhetnek a lemezvastagságok

- gombafejes pillérek, a kisebb méretektől az egészen nagy méretű lapos gombafejekig

- kazettás födémek monolit technológiával (műanyag kazetta zsaluzatok), vagy

előregyártott kazettaelemek (mint Nervi ferrocement elemei, ma szövetbetonból).

A 80-as évek közepén kezdte el a 31. sz. ÁÉV a PR pallók gyártását. Ezek központosan feszített 5 cm vastag vasbeton lemezek voltak, mely lemezeket állványra helyezték és ezután betonozták rá a 15-20 cm vastag monolitbeton réteget. Később hasonló feszített lemezeket gyártott a SZEBETON is.

Szintén a 80-as években a veszprémi házgyárban állították elő az IVS födémrendszert zsaluzóbeton elemeit.



1994-től a Wienerberger cég Ócsán rendezett be egy üzemet előregyártott födémlemez gyártására. Ezeket a betonacél térrácsokkal készülő zsalulemezeket a Bácskából származó Keller István (Stefan Keller) honosította meg már 1949-ben, és létrehozta a Filigran céget, amely ma is a vezető cége az ilyen födémlemez gyártóknak. Jelenleg Magyarországon a LEIER cég folytatja ezen födémlemez gyártását, néhány kisebb magyar gyártóüzem mellett.

Födémek előregyártott elemekből

A 70-es, 80-as években a födémeket szinte teljes mértékben előregyártott elemekkel kívánták építeni. Az Iparterv „egység irodaváz” – a még teknős előregyártott vasbeton elemekből tervezte az irodaépületek födémjeit, az UNIVÁZ pedig már üreges födémlemezekkel képezte a födémeket.

Ma már nem törekszünk feltétlenül mindent üzemben gyártott elemekkel megoldani, miután a beton bedolgozása a helyszínen is majdnem teljesen robotizált. A vasbeton födémek betonacél szerelése a BAMTEC technológiával szintén jelentősen csökkent a helyszíni munkaerő-szükségletet, miután a BAMTEC vasalási szőnyegek üzemben robotizált technológiával készülnek. A helyszínen csak a kigördítés marad.

A jelenlegi számottevő munkaerőhiány miatt nagy a törekvés a minél több munkafolyamat telepített üzemekben való végzésére, ugyanakkor az ilyen üzemeknél is kapacitáshiánnyal szembesülnek az építők. Sajnos, a rendszerváltás után az építőipar üzemi gyártókapacitásaira leginkább megfelelő házgyárakat részben lebontották (óbudai és ferencvárosi házgyárak a két legelső házgyár), de amelyeket nem, azokban a szerkezetek gyártása helyett leginkább kereskedelmi tevékenység folyik. Az egykori BVM egyik legelső gyára, a Budafoki úti üzem, a BVM Épelem megszűnt. A betonelemgyártó üzemek nem mertek beruházni a bizonytalan építési piac miatt. Most kellene sürgősen létrehozni újabb gyártókapacitásokat. Nagyobb probléma, hogy a főiskolákon és egyetemeken ma még csak nagyon keveset oktatják az új gyártási technológiákat. A nyugati egyetemeken a robottechnika építési alkalmazásait viszont intenzíven oktatják.



Az IDEA 2018 kecskeméti konferencián a külföldi előadók előadásai jól érzékeltették, hol tart ma a robotizált tartószerkezeti elemek gyártása. Különösen Jan Knippers úr, a stuttgarti egyetem professzora kápráztatta el a hallgatóságot.

Példák az új típusú födémekre



Gombafejes előregyártott pillérek

A svájci Alphabeton cég már több éve álló helyzetben gyártja a pilléreket, tipizált, de igen sokféle keresztmetszetekkel, alsó és felső pillérvégződésekkkel, köztük nagyon sokféle gombafej kiképzéssel. A betonminőség többnyire C 80 vagy C 90. A felső gombafej kiképzés teszi lehetővé, hogy kisebb



födémlemez-vastagságok esetén se kelljen átszűrődési vasalás, vagy ha kell is, jóval kevesebb, mint gombafej nélkül.

Jóval nagyobb gombafejekkel, sőt az alaplemezrel együtt gyártott álló helyzetben pilléreket az asa Építőipari Kft. az Algida Veszprém raktárépülethez, 30 kN/m² raktár terhelésekre. Nagyobb lapos gombafejek egyszerű üzemi gyártása lehetséges akkor, ha a pillérek melletti állványra emelik be a lapos gombafejeket. Így készültek az Aqua Aachen áruház pillérei. Itt az üzemben előregyártott pillérek beépítése után helyezték fel az állványzatra a lapos gombafejeket:

- gyors építés előregyártott elemekkel
- anyagtakarékos építés
- a helyszínen csak a kevés munkaerőt igénylő technológiákat alkalmazzák.

Ezt a módszert korábban az asa Építőipari Kft. vezette be az ÁRKÁD Budapest

Örs vezér téri áruházának bővítésénél. Ott a pillérek egy részénél az üzemi gyártás során a gyártószablonba helyezték be az előre legyártott gombafejeket, míg a pillérek másik nagy csoportja a helyszínen készült. Ezekben az esetekben a pillérek zsaluzatára helyezték fel az üzemben gyártott gombafejeket, és ezután betonozták a pilléreket. Utóbb erre a módszerre meg is kaptuk a szabadalmi védeltséget.

Irodalomjegyzék

Dr. Lewe Pilzdecken und andere trägerlose Eisenbetonplatten 1926

Dr. Neményi Pál Vasbetonszerkezetek 1928

Komlóssy István Gombafödémek méretezése tanulmány 1960 IPARTERV

Az ausztrál cementszövetség kiadványa például különösen hasznos lehet:

Guide to Long-Span Concrete Floors

Ma már szinte korrólant az internetről letölthető segédletek, mintaszámítások sora.

Az amerikai előregyártott vasbeton szövetség, a PCI újságjai kéthavonta jelennek meg. Ezen újságok cikkjei letölthetők, köztük a vasbeton födémekről is érdekes cikkek találhatóak.

Polgár László - Stairits Ferenc: Profipanel, Vasbetonépítés 2001/3

Polgár László: Síkfödémek kialakítása

Balogh Béla: Bevásárlóközpontok födémjei

Dr. Kiss Zoltán: A bukaresti áruház födémjei, Magyar Építéstechnika

Diplomamunkák

Takács Béla, Hürkecz Gábor, Acsádi Zsófi, Végh Vivien



VASBETON SZÁDFAL FEJLESZTÉS SZERKEZETTERVEZŐI ALAPKÉRDÉSEI

KOVÁCS OLIVÉR TARTÓSZERKEZET TERVEZŐ ÉS SZAKÉRTŐ, ÜGYVEZETŐ, EFERTE KFT.

DR. SZENDEFY JÁNOS ADJUNKTUS, BME ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR, GEOTECHNIKA ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIA TSZ., ÜGYVEZETŐ, EFERTE KFT.

BEVEZETÉS

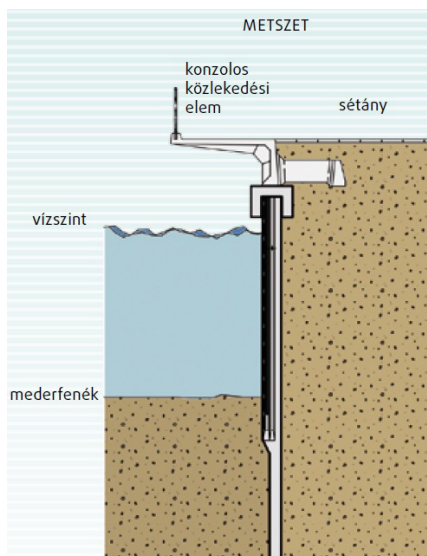
Az elkövetkező években intenzív felújítási és átépítési munkák várhatók hazánk élővízeinél. A munkálatok során nagy hangsúlyt fektetnek a korábbi, mostanra már tönkrement partfalak rehabilitációjára, illetve az erózió roncsolta partszakaszok védelmére. A Velencei-tavi partfalak rehabilitációjának munkálatai már az idei évben megkezdődnek. Várhatóan folytatódik az új balatoni kikötők építése vagy a meglévők bővítése és korszerűsítése. Ezeknél a beruházásoknál műszaki igény merült fel az előregyártott vasbeton szádfalak iránt, amelyek elérhetősége hazánkban limitált. A lehetőséget felismerve a hazai piac előregyártott vízépítési vasbetonelemek gyártásának jelentős szereplője, a CSOMIÉP Kft. vasbeton szádfal fejlesztését határozta el.

Az új termékcsalád fejlesztése során elsődleges szempont volt a műszakilag hatékony kialakítású, de akár városi környezetben is esztétikus megjelenést biztosító szádfalelem megalkotása, amely további előregyártott vasbeton kiegészítő elemekkel a partfalvédelem mellett a parti sétányok kialakítását is lehetővé teszi. A vállalkozás különböző szakterületeken jártas mérnököket és cégeket kért fel a fejlesztésben való részvételre, aminek köszönhetően a kifejlesztett terméket optimalizálták geotechnikai, statikai, betontechnológiai és kivitelezési szempontok alapján.

Nagy megtiszteltetés volt számunkra, hogy meghívást kaptunk a fejlesztők csapatába és megismerkedhettünk, illetve együtt dolgozhattunk sok kiváló szakemberrel. Cikkünk röviden a fejlesztés vasbeton tervezési szempontjait és eredményeit foglalja össze.

FORMAI KIALAKÍTÁS

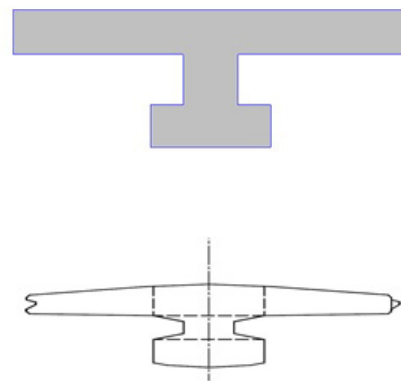
A szádfal a vízpart erózióvédelme mellett a partfal megtámasztását is ellátja, így általában robusztus szerkezetként jelenik meg kikötőkben, vízi létesítményeknél. Azonban a hazai tervek jelentős része turisztikai helyeket és funkciókat betöltő helyszíneket érint. Ebből kiindulva a formai kialakítás során fontos szempont volt, hogy olyan szádfalelem készüljön, ami esztétikus megjelenést biztosít egy városi vagy frekventált turisztikai területen is, formavilágában nem az ipari felhasználást sugalló acél szádfalelemre hasonlít. Érdekesség, hogy a végső formavilág mégsem egy designfogásból, hanem statikai megfontolásból alakult ki.



1. ábra Vasbeton szádfalelem, előregyártott konzolos vasbeton közlekedési elemmel

A szádfalelem megtervezése nem modellezéssel kezdődött, hanem a megfelelő alapok lerakása érdekében egy keresztmetszeti hatékonysági vizsgálattal a végállapotra vonatkozóan. A vizsgálat során 8-10

alakot elemeztünk, főleg az adott formákra jellemző inercia-felület arány mentén oly módon, hogy melyik alakkal lehetséges hatékonyabban megtámasztani a legszelebb partsávot. Mindez természetesen csak az egyik tényező, hiszen figyelemmel kell lenni a gyárthatóságra és szállíthatóságra is. Mindezek miatt a keresztmetszeti formák szelektálását már a gyártóval közösen végeztük el, így a végeredményben kiválasztott forma nemcsak hatékony működési feltételeket biztosít, de könnyen gyártható és jól illeszkedik a szállítógépjárművek geometriájához is



2. ábra Az optimalizáció során kiválasztott keresztmetszet sematikus rajza és végleges formája

Az elem ekkor még teljes hosszában azonos keresztmetszettel rendelkezett, tehát az íves kialakítású homlokfalrészéből és a hátsó oldalon lévő megvastagított bordarészből. A cölöpszerűen vagy Berliini-dúcolathoz hasonlóan túlnyúló borda már geotechnikai megfontolások miatt került kifejlesztésre, bevonva az erőjátékba az esetlegesen nyelvényben található, jobb kondíciójú talajokat. A jobb kondíciójú talajok nagyobb ellenállása mellett azonban azt is számba vettük, hogy a Berliini-dúcolatoknál a földbe vert

tartóoszlopok passzív földellenállásának felületi kiterjedése a mélységgel arányosan nő, aminek felső korlátja a teljes fal, tehát a két tartó közötti felület passzív földellenállása. Ez tehát azt jelenti, hogy bizonyos mélységtől a két tartóoszlopra felvehető passzív földmegtámasztás megegyezik a „tömör” faléval. Mindezek mellett a meghosszabbított borda nemcsak a betonfelhasználás miatt hatékony, hanem előnyös a szádfalelem kivitelezése során alkalmazott verés vagy vibrálás során is, ahol a cölöpszerűen kinyúló rész segít az elem vezetésében is.

ANYAGVÁLASZTÁS

A formai kialakítás mellett a számítások szintén rendkívül fontos paramétere az anyagminőség. A vasbeton elem betonacélminőségének meghatározása jelen piaci körülmények között nem ad nagyon választási lehetőséget, de az egyszerű B500 lágyvasalás mellett azért alternatívák is merülnek fel, mint például a feszítés vagy szálerősítés, amelyeket külön modelleken vizsgáltunk.

A vasbeton másik fontos alkotóeleme a beton, amelynek szilárdsági érték kiválasztása a hatályos betonszabvány alapján már nem olyan egyszerű, mint korábban, hiszen az nemcsak szilárdságtani kérdés, hanem nagyban meghatározzák azt az elem életútja során fellépő környezeti hatások is. A környezeti hatások meghatározását befolyásolja a geotechnikai környezet és az elem abban történő elhelyezkedése is. Egy partvédelemként felhasznált elem esetében például teljesen természetesnek adódik, hogy az elem alsó része az acélbetét-korrózió karbonátosodás tekintetében XC1 környezeti osztályba sorolandó, míg az összefogó gerenda miatt esőtől védett felső sáv akár XC3 osztályba is sorolható lenne. Azonban a vízfelszín közelében biztosan szükséges az XC4 osztály által támasztott követelmények alkalmazása, így a minimális beton nyomószilárdsági osztály ezekből adódóan a C30/37. Ezekről eltérő körülmény lehet, amikor az elemet például munkatér határolásra alkalmazzuk, mert ekkor esetleg az XC2 környezeti hatáson történő megfeleltetés is elégséges lehet az ehhez tartozó minimális C25/30 betonszilárdsági osztály alkalmazásával. Mindezek mellett természetesen kivételt képez az az eset, amikor a szerkezet kémiai korrozív talajjal vagy talajvízzel érintkezik, mert akkor akár az XA3 környezeti osztálynak megfelelő C35/45 betonszilárdsági osztály alkalmazása is szükségessé válhat a maga speciális cementtípusaival együtt.

Ezekon a példákon túl hasonlóan bonyolítani lehet a kloridok hatására kialakuló acélbetét-korrózió XD, és fagyási/olvadási ciklusok hatását figyelembe vevő XF beszo-

rolási kategóriák meghatározási rendszerét is az elemre.

Mindezek mellett az elem betonjához felhasznált cement mennyiségére és így a végső szilárdságra is szintén nagy hatással van a gyártás folyamata, ahol azt is figyelembe kell venni, hogy ez az elem nagyon sokféle hosszban és különböző vastagságokkal kerülhet alkalmazásra az adott feladathoz és geotechnikai körülményekhez igazítottan, ami miatt az elem zsaluzatának is kellő állíthatóságot kell biztosítani. Továbbá a zsaluzattal szemben legalapvetőbb elvárás a pontosság és a tartósság, ezért a zsaluzat ára arányosan viszonylag magas lehet. Ezt figyelembe véve a zsaluzat gyors forgatása költségoptimumhoz vezet, szembeállítva a gyors kötetést, illetve szilárdulást okozó nagy cementmennyiség költségével. Ennek következményeként a különböző környezeti kategóriák által meghatározott minimális betonszilárdságot végeredményben a gyártáshoz szükséges feltételek biztosítják, tehát a számításokban nyugodt szívvel alkalmazhatunk C45/55 vagy akár C50/60 betonszilárdsági osztályt is.

TERHEK ÉS HATÁSOK

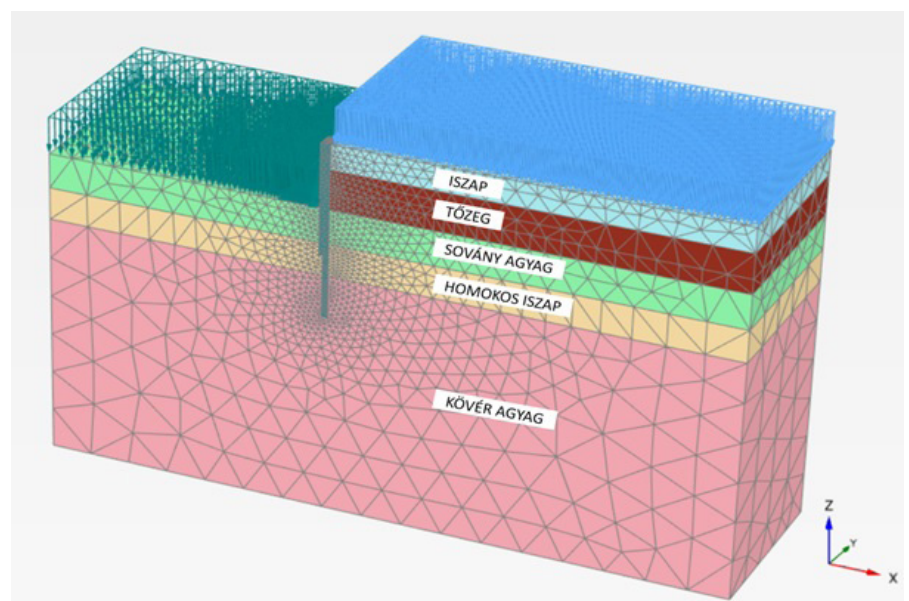
A megfelelő keresztmetszeti forma és anyag kiválasztása során az alapvető terheket és hatásokat vettük figyelembe, amelyek mellé folyamatosan további, az elemet érő hatások sokasága adódott.

Az elsődleges szempont természetesen az volt, hogy az elem a végállapotban ki tudja elégíteni a partmegtámasztási funkciót, amelyhez a hatásokat a geotechnikai modellekkel történő iterációs folyamat során lehetett meghatározni.

A tervezés során a prototípusok számításainak elvégzéséhez a Velencei-tavi geotechnikai viszonyokat vettük alapul. A talajrétegződést és a talajfizikai jellemzőket a Talajvizsgálati jelentés alapján vettük fel. A numerikus analízisek során használt talajrétegződés és talajfizikai paraméterek a kritikusabb zónákra jellemzők, így feltételezhető, hogyha ezeken a területeken vizsgált szerkezetek elmozdulása és állékonysága kielégítőnek vagy közel kielégítőnek minősül, akkor az a környező, geotechnikai szempontból kedvezőbb helyeken is alkalmazható, illetve egyedi tervezéssel optimalizálható. A heterogén talajkörnyezet definiálása során mesterséges feltöltés, puha, összenyomódásra érzékeny, szerves talajrétegek is szerepeltek. A 3. ábrán az egyik ilyen kritikusnak vélt talajrétegződés modellezés során használt összetétele látható. A talajokat a mozgások realisztikus értékeinek megközelítése érdekében HS Small talajmodellel modelleztük, míg a szádfalelemek térfogatelemként kerültek definiálásra.

A talajvíz szintjét a mederben lévő víz szintjével megegyezőnek feltételeztük, amelynek helyzete a meteorológiai viszonyoktól függően folyamatosan változik. Számításokat végeztünk arra az esetre, ha a talajvízszint a terepszinten van, illetve az alatt 0,50 m és 1,00 m mélyen, illetve egy esetleges visszaduzzasztás bekövetkezése miatt vizsgáltunk olyan eseteket is, amelyeknél a tó vízszintje a talajvíznél mégiscsak mélyebben helyezkedik el.

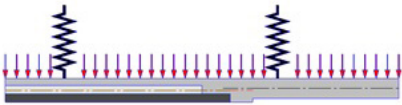
A geotechnikai környezet nagyszámú variációja mellett a terhek és a hatások számát tovább növeli az elem életútja alatt fellépő hatások sokasága. E tekintetben az elemet nem kell sokkal kevesebb helyzetre



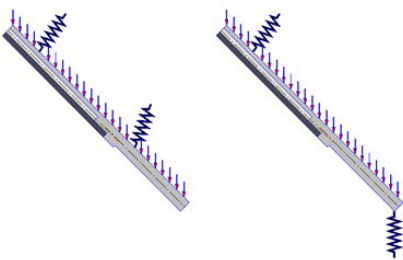
3. ábra: Háromdimenziós modellgeometria

megfeleltetni, mint egy ősember kőbaltáját, mert a gyártást követően ki kell emelni a zsaluzatból, fel kell rakni egy szállítójárműre, majd azzal elszállítani, a leemelést követően pedig felállítani és levérni vagy levibrálni a szükséges pozícióba. Már az igekötők darabszámából is kitűnik, hogy az elem méretezése sok modellt és számítást igényel, mielőtt egy végleges vasalási terv alapján a megfelelő zsaluzatban kiöntésre kerülhet. Röviden vegyük is végig ezen hatások leegyszerűsített modelljeit.

Az öntést követően az elemet érő első hatás a zsaluzatból való kiemelés művelete, amikor az elemünk kéttámaszú tartóként működik a saját önsúlya okozta teher hatása mellett. Ebben a fázisban a beton szilárdsága még nem vehető figyelembe a végleges szilárdsági osztálynak megfelelően, tekintettel arra, hogy az öntés óta még csak legfeljebb 1-2 nap telt el. Ezért az ekkor számításba vehető beton nyomószilárdsági osztály még csak C12/15 és C20/25 közötti. Hasonló statikai váz és tehermodell alakul ki, természetesen már magasabb betonszilárdsággal, a szállítást követő függőleges állítás folyamán is.



4. ábra: Kiemelési állapot statikai váza és terhelése



5. ábra: Felállítás egyes lehetségeinek statikai váza és terhelése

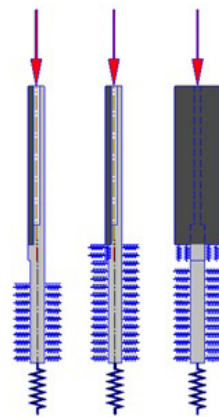
A szállítást és felállítást követő művelet a leverés vagy levibrálás, amely során szélsőséges hatások érik az elem egészét, valamint az egyes részeit egyaránt.

Felemelés közben az elem húzóttá is válik, mert a verő vagy vibráló szerkezet befogó pofája az elem tetejét megfogva mozgatja a lehajtási pontra.

Ezt követően az elemet leállítják a talajfelszínre, amikor is alul egy csuklós, függőleges irányú támasz mellett a lehajtó gépezet elkezd az erő kifejtését az elem tetején. Ekkor a szádelem egy pilléreként viselkedik $v=1,0$ kihajlási hossz szorzóérték mellett.

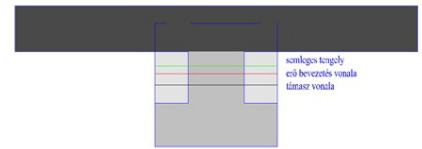


6. ábra: Pontra emelés és a lehajtás első pillanatai



7. ábra: Lehajtás közbeni fázisok

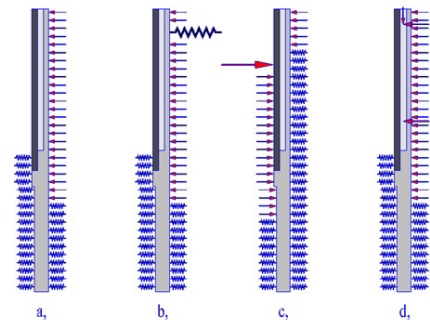
A megtámasztási viszonyok a lehajtás során folyamatosan változnak annak függvényében, hogy az elem mekkora része került már befogásra a talajban, így a v kihajlási szorzótényező is folyamatosan változatosan megy keresztül. A befogási viszonyok változása mellett a lehajtáshoz szükséges teher mértéke is folyamatosan változik a köpenysúrlódás hatásának következtében. A lehajtási fázisban a statikai modell ismét nagy átrendeződésen megy keresztül abban a pillanatban, amikor a szárnyak alsó éle is eléri a talajt, hiszen ekkor egy új külpontos támaszt kap az elem. Ettől a pillanattól az elemünknek egy új igénybevétel is meg kell ismerkednie, mivel a karcsú szárnyak alsó élén kialakuló reakcióerő a szárnyakat le akarja nyírni a törzsről.



8. ábra: Lehajtás során az erő és támasz hatásvonalainak külpontossága

A leverés vagy vibrálás során a „pillér” statikai vázának pontos leírását az is nehezíti, hogy a teher- és a támaszviszonyok is külpontosak. A külpontosság mértéke pedig attól függ, illetve aszerint változik, hogy az elem már milyen mélységben helyezkedik el a talajban.

Végállapotban a geotechnikai számításokból adódó terhek és megtámasztási viszonyok az említett iterációs folyamatokat követően viszonylag jól meghatározhatók egy adott geotechnikai környezetben, de a beépítési módok, a környezet és a fellépő erők változatossága nagyon sok variáció átgondolását és kidolgozását igényli. Ilyen példaként említhetők a hátrahorgonyzás és a jégteher hatásai. A variációs szintet nagyban növeli a teljes szádfalrendszer rugalmasságát és költségoptimalizálási lehetőségét biztosító betételek beépítésének lehetősége is, amely két szádelem közé kerülhet, ezáltal csökkentve a kivitelezési gépmunkaidő-mennyiségét.

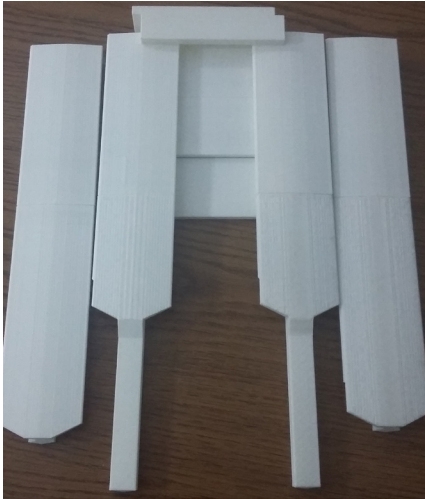


9. ábra:

- általános támasz- és teherviszonyok az elemben
- kihorgonyzás hatása az elemre
- jégteher hatása
- közbenő betételek alkalmazása esetén fellépő teher

Az elem tervezése során a gyártóval közös munka lehetőségének köszönhetően, a rengeteg variáció okozta munkamennyiség eredményeként egy innovatív és hatékony elem jöhetett létre, amely akár kisebb átalakításokkal az igények nagy skáláján bevethető.

A számítógépes modellezési fázison túlérve a szádfalelemek először 1:20 modellméretben készültek el mikrobetonból, valamint 3D nyomtatóval műanyag elemként is, majd ezt követően állították elő az első



életnagyságú elemeket a CSOMIÉP telephelyén. A prototípusokkal a múlt év őszén megtörténtek az első próbaverések is, aminek tapasztalatai alapján elvégeztük a terveken a pontosításokat és legyártották az újabb elemeket is

ÖSSZEFOGLALÁS

Bízunk benne, hogy a fejlesztésre szánt idő, energia és mérnöki szaktudás, amellyel az előzőekben felvetett problémákra és kérdésekre kerestük a válaszokat, illetve a megoldásokat, valódi sikereket és megvalósult építményeket fog szolgálni még hosszú éveken keresztül.

Reméljük, hogy ez a hazai fejlesztésű vasbeton szádfalelem megfelelően és hatékonyan fogja tudni kiszolgálni a manapság egyre nagyobb társadalmi igényként jelentkező élővizek védelmét, azok életterünkbe való aktívabb bevonását. Ezek fő eleme lesz a partvédelem, amelynek segítségével megakadályozhatjuk az eróziót, valamint sporttevékenységhez (pl.: vitorlásokötő) és vízközei kikapcsolódáshoz (pl.: lidos parti sétány) hozhatunk létre partszakaszokat.

Az elemcsalád fejlesztése során a geotechnikai, statikai, betontechnológiai és kivitelezési szempontokat egyaránt figyelembe vettük, amelynek eredményeként műszakilag hatékony, de esztétikailag mégis impozáns termék jöhetett létre.

A termékcsalád kifejlesztésekor a geotechnikai viszonyokat érintő, általában az élővizek partjainál előforduló kedvezőtlen, szerves, puha talajok jelenlétével is számoltunk, azonban a bordarész megnyújtásával

a mélyebben található kedvezőbb rétegeket is sikerült az erőjátékba bevonni. Ám ezen alapvető hatások mellett a szerkezet tervezése során számtalan más hatást is figyelembe kell venni. Szerencsénkre manapság már nagy segítséget nyújtanak e problémák modellezésére és számítására a 3D végeeselemes tervezői programok, ahol a geotechnikai és tartószerkezeti számítások az iterációs lépéseken keresztül valóságban tudják visszaadni a tervezéshez szükséges igénybevételeket és mozgásokat.

A termékfejlesztés műszaki újdonságát és sikerét mutatja, hogy a szádcölöp elnevezésű előregyártott vasbeton szádfalelemcsalád iparjogvédelem alatt álló termék lett, amely idén a Magyar Termék Nagydíj elismerést is megkapta.



Fókuszban az egészség- és munkavédelem

Egészség- és Munkavédelmi Napokat rendeztek a Királyegyházi Cementgyárban, amelyen ez alkalommal a Magyar Autóklub is közreműködött. A LafargeHolcim cégcsoport alapértékeinek megfelelően világszerte egész évben kiemelt figyelmet fordít munkavállalói és partnerei egészség- és munkavédelmi ismereteire, és az ehhez kapcsolódó megelőző tevékenységre. Ezt támogatva minden évben, tavasszal, külön kampány keretében több hetet szentelnek nemcsak az elméleti, hanem a gyakorlati készségek további elmélyítésére.

„A LafargeHolcim cégcsoport célkitűzése, hogy elérje a „Zéró állapotot”, avagy a teljes balesetmentességet. Az idei évben megszervezett közel 20 programmal célunk, hogy az egészség- és munkavédelmi kultúrát magasabb szintre emeljük és továbbfejlesszük. Az idei programsorozat négy fő téma köré épül, amelyek lefedik egy biztonságos gyár mindennapi tevékenységének fő veszélyforrásait. Ezek a mobil, mozgó

gépek és az ezek okozta helyszíni forgalom, a magasban végzett munka, a gyártósorok biztonságos leállításához kapcsolódó energiakizárás folyamata, és a magas kockázattal járó, zárt térben végzett munka. Az egyes témák köré bemutatókat, versenyeket és gyakorlati tréningeket szerveztünk. Az egészség jegyében pedig napközi tornát és masszázst is beiktattunk kollégáink napirendjébe” – számolt be az idei évi programokról Hoffmann Tamás ügyvezető igazgató.

A LAFARGE Cement Magyarország Kft. logisztikai tevékenységének nagyobb része a közúti forgalomban történik, ezért is kiemelten fontos számára, hogy ne csak munkavállalóikat, hanem szállítmányozó partnereiket is képezzék. „A rendezvénysorozat záró napján a Magyar Autóklub munkatársainak bevonásával a defenzív vezetésmélelet és EcoDrive előadások után minden, az aznap a gyárba érkező sofőr is kipróbálhatta az alkoholos befolyásoltság

következményeit a részegszemüveg használatával. Emellett átélhette a biztonsági öv szimulátor segítségével egy esetleges baleset körülményeit, illetve gyakorolhatta a biztonságos vezetéshez elengedhetetlen holtterfigyelést is” – tette hozzá Kocsis Mátyás Logisztikai vezető. (LAFARGE)





1117 Budapest, Gábor Dénes u. 2. (INFOPARK D. épület)
+36 1 358 5325

www.frissbeton.hu

TRANSPORTBETON ÜZEMEINK:

1097 Budapest, Illatos út 8.	+36 30 687 2291	balazs.szlovicsak@strabag.hu
1141 Budapest, Öv u. 23-25	+36 30 982 6973	attila.kiss@strabag.hu
1146 Budapest, Istvánmezei út 3-5.	+36 30 245 7499	zoltan.rideg@strabag.com
5600 Békéscsaba, Ipari út 4.	+36 30 228 7952	andras.zsiros@strabag.com
3704 Berente, Esze Tamás u. 25.	+36 30 219 0198	istvan.tamas@strabag.com
4110 Berettyóújfalu, Külterület 0764/22 hrsz.	+36 30 339 7156	imre.soos@strabag.com
4031 Debrecen, Balmazújvárosi út 8/a.	+36 30 278 4755	peter.majoros@strabag.com
2120 Dunakeszi, M2	+36 30 349 7615	jozsef.mezei@strabag.com
4900 Fehérgyarmat, Mezei u. 1.	+36 30 883 1006	csaba.kinacs@strabag.com
2360 Gyál, Bem József u. 25.	+36 30 993 0913	laszlo.bottlik@strabag.com
9171 Győrújfalu, Keverőtelep hrsz. 0447	+36 30 964 4810	takacs.peter@strabag.com
7400 Kaposvár, Raktár u. 13.	+36 30 279 1722	robert.kovacs@strabag.com
6000 Kecskemét, Mindszenti krt. 71.	+36 30 687 2452	tamas.dervar@strabag.com
4600 Kisvárda, Árpád út 135. (4546 Anarcs, 049/1)	+36 30 883 1006	csaba.kinacs@strabag.com
5440 Kunszentmárton, Bajcsy-Zsilinszky u. 32.	+36 30 349 7615	jozsef.mezei@strabag.com
5400 Mezőtúr, Összekötő út 30.	+36 30 339 7156	imre.soos@strabag.com
3527 Miskolc, Sajószigeti út 2.	+36 30 219 0198	istvan.tamas@strabag.com
4400 Nyíregyháza, Tünde u. 1.	+36 30 991 9450	tibor.kenesei@strabag.com
7032 Paks, Atomerőmű É-i Beruh. terület	+36 30 687 2452	tamas.dervar@strabag.com
8500 Pápa, Kopja u. 10.	+36 30 964 4810	takacs.peter@strabag.com
7628 Pécs, Eperfás út 6.	+36 30 937 4570	balazs.czirkos@strabag.com
3104 Salgótarján, Budapesti út 74.	+36 30 205 8778	janos.szladek@strabag.com
9400 Sopron, Lófuttató utca 16.	+36 30 933 5845	nemeth.tamas@strabag.com
6728 Szeged, Fonógyári út 16.	+36 30 349 5098	janos.sipos@strabag.com
8000 Székesfehérvár, Farkasvermi út 8.	+36 30 993 0913	laszlo.bottlik@strabag.com
5000 Szolnok, Nagysándor József út 35/a.	+36 30 968 7723	zoltan.hadabas@strabag.com
9700 Szombathely, Tátika u. 2.	+36 30 933 5845	nemeth.tamas@strabag.com
2890 Tata, Szomódi út 6.	+36 30 200 6626	zsolt.deli@strabag.com
8200 Veszprém, Tüzér u. 69.	+36 30 200 6626	zsolt.deli@strabag.com

Zéró hulladék, maximális hatékonyság – így lesz fenntartható a hazai építőipar

Egyre több erőforrást termelünk ki és használunk fel, és egyre több hulladékot képezünk globálisan az építőiparban. Annak bemutatása, hogy ez hosszú távon miért is fenntarthatatlan egy véges erőforrásokkal és térrel rendelkező bolygón, talán már nem szükséges.

A z összetett kihívások jobb megértéséhez és a hatékony változtatáshoz vezető út azonban még hosszú. A témával kapcsolatos hazai párbeszéd elindításában meghatározó szerepe volt a Construma 2018 kiállítás keretein belül megrendezett Erőforrás-hatékonyság a hazai építőiparban konferenciának.

ITTHON IS VAN MÁR JÓ PÉLDA A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁGRA

A mai gazdasági folyamatokra még mindig a linearitás jellemző: az erőforrásokat kitermeljük, felhasználjuk, majd ezeket az anyagokat utána eldobjuk, és örökre elveszítjük őket. A körforgásos gazdaságban az anyagcsere-folyamatok azonban egy zárt rendszerben mennek végbe, a hulladék szinte teljes mértékben újrahasznosul. A jó gyakorlat terjed, a hazai építőiparban is számos példát találunk a körforgásos gazdaság átvételére, ezekkel ismerkedhettek meg a konferencia résztvevői.

ÉPÍTÉSI-BONTÁSI HULLADÉK KEZELÉSÉNEK PROTOKOLLJA AZ EU ELVÁRÁSAI ALAPJÁN

Nemcsak a piaci szereplők oldaláról fogalmazódott meg azonban a szándék a szemléletváltásra, az Európai Unió, illetve a hazai szabályozás is foglalkozik a kérdéskörrel.



Az EU különösen fontosnak tartja a hulladékhierarchia alapelveinek betartását, amelyek magukban foglalják például a megelőzést, a hulladék szakszerű újrafeldolgozását, az újrahasználat előkészítését stb.

Az unió építési és bontási hulladékról szóló jegyzőkönyvét (EU Construction and Demolition Waste Protocol, 2016) Asztalos István, a Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség elnökségi tagjának bemutatásában ismerhették meg a konferencia résztvevői. A kiadvány nem kötelező érvényű iránymutatásokat tartalmaz az ipar számára, ugyanakkor része az építőipar 2020-ig terjedő stratégiájának és a körkörös gazdasági csomagnak is. Célja az újrahasznosított anyagok minősége iránti bizalom erősítése.

Ha az iparági szereplők követik a kiadványban szereplő iránymutatásokat és beépítik a körforgásos gazdaság elveit a mindennapokba, fenntarthatóvá tehetik az építési folyamatokat, gazdasági előnyökhöz juttathatják saját magukat és jelentősen javíthatják az életminőséget (pl. a „sitthegek” megszüntetésével).

A jegyzőkönyv bárki számára elérhető az Európai Bizottság honlapján. A konferencia szervezői, a Geonardo Kft. és a Herman Ottó Intézet mellett szívesen látják az érdeklődőket további rendezvényeiken, ahol tovább folyik majd a párbeszéd arról, hogyan lehet az erőforrás-hatékonyságot elősegíteni a hazai építőiparban.

A pécsi magasház bontásából származó hulladékok kezelése, utóhasznosítása

JAKAB RÓBERT PROJEKTVEZETŐ, STRABAG AG MAGYARORSZÁG

A két évvel ezelőtt elbontott pécsi magasházból 22 549 tonna betontörmelék keletkezett, amely jól hasznosítható feltöltéshez, útépitéshez, akár betonkészítéshez is. Ez a példa is jól mutatja, hogy a jól megtervezett bontási folyamat miként szolgálja az elbontott anyagok újrafelhasználását.

A Baranya Megyei Kormányhivatal Pécsi Járási Hivatala 2013. október 22-én kiadott határozata alapján a pécsi magasházat életveszélyesnek nyilvánította és elrendelte a lakóépület kényszerbontását. Ez alapján Pécs Megyei Jogú Város Önkormányzata a bontási munkák elvégzésére közbeszerzési pályázatot írt ki, amelyet a STRABAG MML Kft. és a Landbau Kft. által alkotott konzorcium nyert el. A kiírás rendelkezett a bontási hulladék gyűjtéséről, szállításáról, kezeléséről és a bontott beton terméké minőségéről is.



Az előkészítő munkák befejeztével a tényleges szerkezetek bontása 2016. március 25-én kezdődött. A bontási hulladékok szelektív gyűjtése már a helyszínen, a bontás megkezdése után megkezdődött. Első lépésben az előregyártott szerkezetek és monolit vasbeton szerkezetek szétválasztásakor, valamint a panelek, födemelemek, pillérek roncsba bontásakor is keletkezett vashulladék — ezeket a helyszínen, a bontási területen külön konténerekben gyűjtöttük. A betontörmelék leadása a célszerűen kialakított liftnakon keresztül történt. A toronydaru segítségével a nagyobb elemeket leadtuk. A felső két szint bontása alatt elég tapasztalatot gyűjtöttünk a további szintek bontásának felgyorsításához. A 25. és a 24. szint bontása két hónapot vett igénybe. Ez a két szint jelentősen eltért a lakószintek kialakításától. A 25. szint gépházakból, teraszokból, a 24. szint egyedileg kialakított „művész” lakásokból állt. A tető

rétegrendek elbontása és elszállítása után kerülhetett sor az újrahaznosítható szerkezetek bontására. A tapasztalat azt mutatta, hogy a munka nehezen végezhető a szerkezet helyszíni roncsba bontásával, ezért változtattunk a technológián és minden előregyártott elemet toronydaruval leemelhető, megköthető méretűre alakítottunk. A toronydaru teherbírása a 35 m-es gémvégén 5 tonna, a torony tővénel 12 tonna volt. A legnagyobb leadható elem tehát maximum 12 tonna lehetett. Így egy szint bontása lecsökkent 7 naptári napra. A megfelelő rutin kialakulása után a 7. szint bontásához már csak 4 napra volt szükség.

A leadott elemeket a helyszínen, a toronydaru közelében pulverizáló gépekkel roncsba bontottuk és szállítható méretűre törtük. A vas armatúrákat szétválasztottuk és szelektív gyűjtés után a területről azonnal elszállítottuk. Naponta 5-8 teherautónyi betontörmelék és hetente 12-20 tonna vashulladék ment ki a helyszínről. Az acélhulladék szállítását arra alkalmas konténerekkel, pótkocsis teherautókkal, a beton elszállítását pedig letakart nyerges, platós teherautókkal végeztük. Mivel a magasház a belvárosban állt, ezért a közlekedési felügyelettől útvonalengedélyt kellett kérnünk. A szállítás csak a meghatározott útvonalon történhetett. A kijelölt lerakóhely Pécs határáról nem

messze, a 6-os út mellett volt. Az elszállított törmelékot darálógépekkel az előírt méretűre törtük. Az itt keletkezett kisebb mennyiségű vashulladékot zárt konténerekben szállítottuk egy másik befogadó telephelyre. A vashulladékot közvetlenül értékesítették.



A betontörmelék az útügyi műszaki előírás szerinti minősítése után megkapta a terméké minősítést. Az értékesítható betontörmelék tárolása jelenleg is a kijelölt lerakóhelyen történik. A 22 549 tonna törmelék jól hasznosítható feltöltéshez, útépitéshez, akár betonkészítéshez is.

A pécsi magasház bontása a hatóságok szigorú, folyamatos ellenőrzése mellett zajlott. Egyetlen munkahelyi baleset sem történt. A bontási munkákat 2016. december 2-án befejeztük és a területet visszaadtuk a városnak.



Ipari Szimbiózis, avagy a Hulladék Második Esélye

HAMVAS BORBÁLA, TANKA ESZTER, IFKA IPARFEJLESZTÉSI KHN. NONPROFIT KFT.

A XX. század második felétől számítva soha nem látott mértéket öltött a fogyasztásunk, és ezzel párhuzamosan soha nem termeltünk még ennyi hulladékot. A természetben nem képződik felesleg és hulladék: minden folyamat mellékterméke, hulladéka egy másik folyamat inputja lesz, így alkotva egy nagy zárt körforgást. Ez a fajta körforgás a terméktervezési-gyártási-kivitelezési tevékenységek során már csak elvétve lelhető fel, nagyrészt a „kitermel-gyárt-eldob” elv érvényesül.

A természetben tökéletesen működő, de az iparban ritkán látható körforgást hivatalos elősegíteni a TRIS (Transition Regions Industrial Symbiosis) projekt, mely 2016 áprilisában indult el 5 európai ország részvételével. Magyarországot az Iparfejlesztési Közhasznú Nonprofit Kft. (IFKA) és a Herman Ottó Intézet (HOI) képviseli ebben az Interreg Europe projektben. Az öt éves projekt célja a körforgásos gazdaság előmozdítása, az erőforrás-hatékonyság és a kis- és középvállalkozások versenyképességének növelése, mely a gyakorlatban úgynevezett ipari szimbiózisokon keresztül érhető el.

A projektben elvégzett közös munka egyik alappillére a jó gyakorlatok gyűjtése és terjesztése. Ha ezzel a szakmai kifejezéssel, mint „ipari szimbiózis” kutatnánk jó példák után, nem lennénk túl eredményesek, hiszen – még ha a gyakorlatban meg is valósul néhány helyen – ez a szóhasználat egyelőre nem terjedt el. Jelentése a következő: „Az egyik termelési folyamat hulladéka, feleslege a másik termelési folyamat inputjaként hasznosul.”

A TRIS projekt első 2 évében elvégzett feladatok alapján megállapítható, hogy szinte mindenhol lehetséges a hulladék másodlagos nyersanyagként való használata, a sikeres alkalmazás nem korlátozható le egy iparágra sem. Természetesen vannak szektorok, ahol ez nehezebben valósul meg, például az élelmiszeripar, de vannak olyanok is, ahol több környezettudatos szinergia is fellelhető. Ilyen például az építőipar.

Az idáig összegyűjtött – hazai, illetve külföldi – jó gyakorlatok közül néhányat meg is osztunk jelen cikkben az olvasóval. Fontos azonban, hogy a kutatást még folytatjuk a TRIS, illetve egyéb szakmai projektjeinken keresztül.

LAFARGE CEMENT MAGYARORSZÁG KFT.

Nincs még egy éve, hogy a próbaüzem elindult, de már több ezer tonnányi szennyezett mészkőport használtak fel a LAFARGE által üzemeltetett Királyegyházi Cementgyárban. Egy magyarországi autóiipari festőüzemben évente ~2500 tonna szennyezett mészkőpor képződik, amelyet tiszta állapotában szűrőanyagként használnak az üzemben. A szennyezett mészkőpor újrahasonosítása ez idáig nem volt megoldott, így lerakásra került. Erre ajánlott megoldást a Saubermacher-Magyarország Kft. A LAFARGE Cement Magyarország Kft. hulladékhasznosítással foglalkozó Geocycle üzletága és a Saubermacher-Magyarország Kft. közös beruházási projektjének köszönhetően kiépült a Királyegyházi Üzem területén egy olyan technológiai sor, amely során a szennyezett mészkőpor másodnyersanyagként használható fel a cementgyártás egyik alapanyagaként. A tárgyalások és a lakkozóüzemben keletkező szennyezett mészkőpor melléktermékké minősítése után sikerrel jött létre a körkörös gazdaságot erősítő együttműködés egyik pillére.



WYW BLOCK ZRT.

A WYW BLOCK Zrt. energiatakarékos épületszerkezetekhez könnyűbeton válaszfalak, CEMEXA téglák, tetőszerkezetek, valamint acélprofilok gyártásával foglalkozó magyar vállalkozás. A gyártás mellett kutatás-fejlesztési tevékenységet is folytat, hogy minél több környezetbarát és energiatakarékos megoldást találjanak és terjesszenek el az építőiparban. E tudatos cégvezetésnek köszönhetően a WYW BLOCK Zrt. már sikeresen kifejlesztette azt a technológiát, amellyel újrahasznosított hulladékból (műanyag, EPS) jó minőségű, értékesíthető építési termékek gyárthatók.

A begyűjtött EPS csomagoló- és szigetelőanyagok darálást és szortírozást követően kiváló alapanyaggá válnak. A polisztirol betontermékek lakóépületek, ipari és kereskedelmi létesítmények építésére, valamint utólagos szigetelési munkálatokra is felhasználhatók.

A végfelhasználóknál megmaradt és felesleges termékek pedig az építkezés, szigetelés befejezése után visszaszállításra kerülnek a WYW BLOCK Zrt.-hez, megelőzve, hogy valamely hulladéklerakóban végezzék.

CLEAN-WAY

Az építési-bontási hulladékok nagy része újrahasználatos, azonban információ és a kölcsönös bizalom hiányában ezen értékes másodlagos nyersanyagok felhasználási aránya még mindig elég alacsony. Ezt ismerte fel a hulladékgazdálkodással foglalkozó hazai Clean-Way Kft., és ki is talált egy megoldást, mellyel növelhető ez az arány. Egy térképes alkalmazást fejlesztettek ki, amely segítségével meg lehet osztani helyszíni és minőségi adatokat a keletkező vagy éppen egy építkezéshez szükséges másodlagos nyersanyagokról. Ezek után már könnyen megtalálják egymást a beregisztráló cégek és el is indulhat a nyersanyagmentés,



illette hulladécsökkenés. Ennek az alkalmazásnak a segítségével már több mint 440 000 tonna hulladék hasznosult.

„ZÖLD CSÖVEK” ÉS BIOGÁZ SVÉDORSZÁGBÓL

Svédországról lassan köztudott, hogy tudatos és fenntartható életmódot igyekeznek kialakítani az egész országban, néhány régió pedig kiemelkedően fontosnak tartja a környezetbarát működést. Ezért is tudott létrejönni a Green Pipe nevű cég Kronoberg régióban, amely 100%-ban használt műanyagból készíti csővezetékeket és védőcsöveket, főleg víz alatti vagy föld alatti használatra. A másodlagos nyersanyag nagy részét használt lökhárító teszi ki, amely jó minőségű műanyagból készül és nagy mennyiségben elérhető a régióban, de az egész országban is. Egy svéd felmérés szerint a 100%-ban újrahasznosított műanyagból gyártott termékek környezeti hatása 80%-kal csökkent az elsődleges nyersanyagból (műanyagból) előállított termékekhez képest.

A másik svéd jó példa több farmer által létrehozott és működtetett biogázüzemről, az Alvesta Biogas AB-ről szól. A trágyát

és egyéb szerves hulladékot (pl. vágóhídi hulladék) mint nyersanyagot felhasználó biogázüzemek gazdálkodói gázt termelnek a gázüzemű buszok számára, és a fermentáció után visszamaradt anyagot műtrágyaként használják.

A 11 gazdaság 15 km-es távolságra helyezkedik el a biogázüzemtől. Főleg hústermelésre szánt szarvasmarhákat tartanak, de teheneket, sertéseket és bárányokat is. A gazdálkodók szállítják a trágyát, és ugyanolyan mennyiségű és nagyon jó minőségű szervesanyag-utánpótlást kapnak cserébe a fermentáció után.

Ezek a példák mutatják, hogy az ipar területén milyen sokféle ipari szimbiózis jelenhet meg, ha nem lineáris, hanem körforgásos gazdaságban gondolkodunk. Ezeknek a megoldásoknak köszönhetően kevesebb hulladék kerül lerakóba, kevesebb elsődleges nyersanyagra van szükség, az új technológiák kidolgozásának és megteremtésének pedig munkahelyteremtő hatása is van. Így tapasztalhatjuk meg a körforgásos gazdaság környezeti, gazdasági és szociális előnyeit.



Amikor a környezetvédelem motiválja a fejlődést

Környezetvédelmi modernizáció a Váci Cementgyárban

Hogyan valósítható meg egy gyártói high-tech beruházás, úgy, hogy ez idő alatt a vevők is elégedettek maradjanak? Speciális technológia, pontosan tervezett folyamatok és fokozott figyelem. Ezek szükségesek egy termelési rendszer hatékony átalakításához. Szilágyi Zsolttal, a projekt felelősével beszélgettünk.

A Váci Cementgyár környezetvédelmi modernizációja során a különböző munkafolyamatok speciális technológiát igényeltek. Hogyan hatottak mindezek a kivitelezési munkára? Könnyítették vagy éppen megnehezítették azt?

A tervezéstől kezdődően az alapozáson át a nagy gépelemek beemeléséig folyamatosan különleges technológiákat, berendezéseket alkalmaztunk. A kalcinátor és tartószerkezetének statikai és technológiai tervezése egyaránt kihívás volt. Mégpedig oly módon, hogy a beépítendő új technológia többsúlyából adódó terhelést el tudjuk osztani a meglévő, és az újonnan épülő szerkezet között. Mindezt úgy, hogy az épülő új acélszerkezet a jelenlegi felépítménybe illő struktúrájú, gazdaságosan kivitelezhető és impozáns megoldás legyen. Továbbá a cölöpalapozás során 1200 mm átmérőjű és 15 méter hosszú cölöpöket fúrtunk le, amely ritka megoldásnak számít. A beruházás alatt a helyszínre telepített speciális daruval a legnagyobb beemelt súly 140 tonna volt, amelyet 67 méter magasba kellett emelni. Ez a néhány példa is tükrözi, hogy a modern technológiák összehangolt használatával nagymértékben lehet optimalizálni az építési folyamatokat.



Fördös Attila, Vác Város polgármestere és Szarkándi János, a Duna-Dráva Cement Kft. elnök-vezérigazgatója felavatják a modernizált cementgyárat

Az ütemterv folyamatosan tartható volt, vagy akadtak csúszások, késedelmek? Korrigálhatóak voltak az esetleges nem várt események?

Akadtak nehéz pillanatok, amikor eltértünk az időtervtől. Egy-egy acélszerkezet nem megfelelő időben, a tervezettnél később történő legyártása késleltette a kivitelezés egyes folyamatait. Ilyenkor az eljárás átszervezésével, a munkaerő átcsoportosításával értük el az előrehaladást. Egy másik, nehezen kezelhető helyzet egy januári eset volt,

amikor is a bontási munkálatok lassan indultak, mert a kivitelező cég nem volt felkészülve arra, hogy a munkát végző dolgozók ortodox vallásúak, akik a karácsonyt január elején tartják. A nehézségek, az esetleges csúszások ellenére a tervezett időpontra minden elem a helyére került, így egy 1 hónapos tesztüzemet indítottunk. A sikeres próbaüzemet követően május 18-án ünnepélyes keretek között hivatalosan is felavattuk a modernizáción átesett technológiát. A nyílt nappal egybekötött ünnepségen

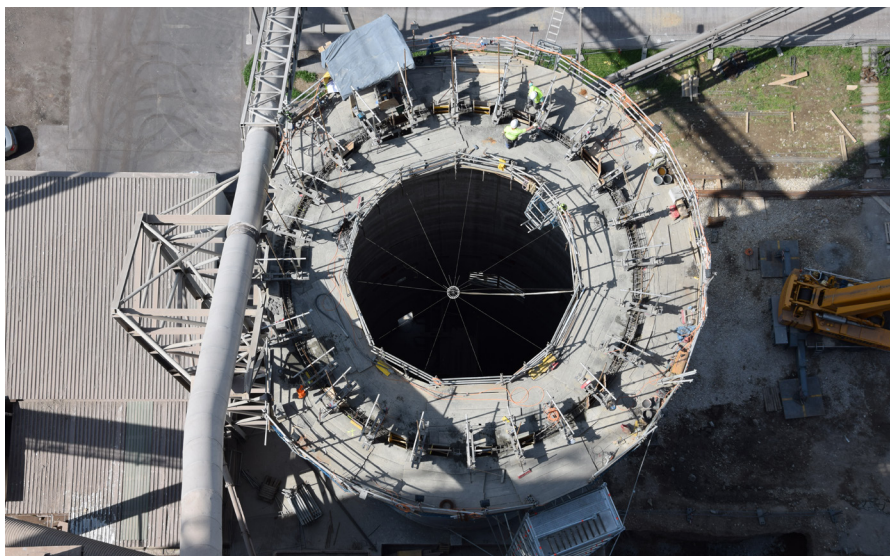
többek között a környékbeli érdeklődő szervezetek, a váci városvezetés, médiumok és országszerte elismert szakmai oktatási intézmények is képviseltették magukat.

Milyen technológiai előnyt jelent a beruházás? Megváltoztatja ez a termelékenységet? Ha igen, milyen módon?

A környezetvédelmi beruházás során kicseréltük a kemencevonal portalanfűtését végző elektrofiltert egy új, zsákos porszűrőre, amely a manapság elérhető legjobb technológiai megoldást biztosítja. A zsákos szűrő – a működési elvűből adódóan – minden esetben a szűrőzsákokon keresztül vezeti a füstgázt és leválasztja a port, míg az elektrofilter feszültségkiesés vagy egyéb technológiai probléma esetén porolhatott. Ilyen az új megoldással nem fordul elő, ezáltal még tovább minimalizálódik a jelenleg is alacsony szintű porkibocsátásunk. A technológiát Beremendi Gyárunkban már 2009 óta használjuk, az ott szerzett tapasztalatainkon alapul a mostani modernizáció.

Milyen egyéb előnyöket várnak a modernizációtól?

Vállalati filozófiánk alappillére a fenntarthatóság és a környezettudatosság, elsősorban tehát a modernizáció is ezt a célt szolgálja. A bypass rendszer kiépítésével csökkenteni kívánjuk a fosszilis energiahordozók felhasználását. Helyette a kemence fűtéséhez használt alternatív, környezetkímélő tüzelőanyagok arányát növeljük. Az csak ráadás, hogy a Váci Gyár klinkertermelő kapacitása is változni fog, a megújított technológiával 2400 tonna/nap klinker előállítására lesz alkalmas, amely tovább növelhető 2700 tonna/nap termelésig. Emellett a létrejött technológia eredményeként mérsékelni szándékozunk a ciklondugulások és az üzemzavarok számát. Összességében



elmondható, hogy környezettudatos, a XXI. században elérhető legjobb műszaki megoldást valósítottuk meg.

Említette, hogy a zsákos filternek köszönhetően csökkenni fog a porkibocsátás. Az előnyök azonnal jelentkeznek majd, vagy van egy átmeneti időszak, amíg fokozatosan csökken ez az érték?

Az előnyök azonnal jelentkeztek. A kemence újraindulását követően az eddiginél is alacsonyabb porkibocsátással számoltunk, hiszen a fő cél a már korábban is alacsony kibocsátási értékek további csökkentése volt.

Egy technológiai modernizáció a termelésre is hatással van. Szükség volt a projekt során gyárleállásra?

A műszaki és biztonsági szempontokat figyelembe véve szükséges volt a váci termelés leállítása. A 2018. január és március közötti állás egy hónappal hosszabb volt, mint egy átlagos, ugyanabban az időszakban történő éves téli nagyjavítás.

Hogyan pótolták az ebből adódó termeléskiesést?

A projekt ütemezésénél elengedhetetlen szempont volt, hogy a vevői igényeket folyamatosan, megfelelő színvonalon szolgáljuk ki, ezért a beruházás 2 éves időtartama alatt folyamatosan harmonizáltuk a termelést a várható értékesítéssel. A megnövekedett állásidő miatt emelt készletekkel dolgoztunk, és a Beremendi Cementgyárból is szállítottunk át klinkert.

www.duna-drava.hu/modernizacio

A Duna-Dráva Cement Kft. mindennapi működése során kiemelt figyelmet fordít a környezettudatos működésre. Anyavállalata, a HeidelbergCement Group 2030-as fenntarthatósági törekvései határozzák meg stratégiájának legfontosabb irányait; mint például az ökológiai lábnyom csökkentése vagy a körkörös gazdaság ösztönzése. A 2016 és 2018 közötti időszak egyik legfontosabb eseménye az a 7 milliárd forintos beruházás volt, amelynek köszönhetően a korábbinál is korszerűbb körülmények között folytathatják majd gyártási tevékenységüket, szem előtt tartva mindenekelőtt a környezet megővését.

Május 18-án ünnepélyes átadó keretében avatták fel a modernizált cementgyárat. A gyárlátogatással egybekötött eseményen a résztvevők megismerhették a környezetvédelmi beruházás hátterét, folyamatát és eredményét.



DUNA-DRÁVA CEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group

Intelligens beton – korszerű betontechnológiai eszköz a betonszilárdság vizsgálatára

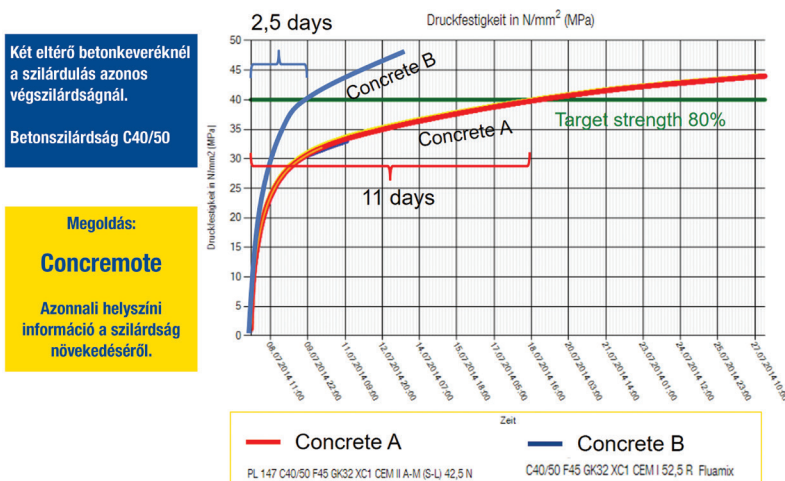
KITTKA PÉTER OKL. SZERKEZETÉPÍTŐ MÉRNÖK, TANÁCSADÓ, MAGYAR DOKA ZSALUTECHNIKA KFT.

A kivitelezés során fontos szempont a beépített betonok aktuális szilárdságának ismerete, de nem egyszerű a meghatározása. A Concremate alkalmazása a modellezés, a közelítések helyett az előre meghatározott pontokon szolgáltat megbízható, mért adatokat a beton szilárdságának kialakulási folyamatáról, értékeiről, a beton érettségéről.

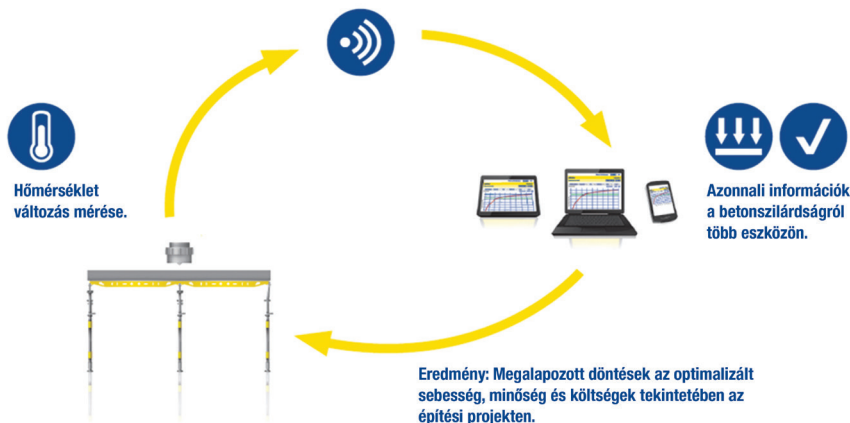
AZ ÉPÍTÉS ÚJRADEFINIÁLÁSA

A szerkezetépítés összetett folyamatot számos bizonytalanság nehezíti, a szilárdság megállapításának módszereit tekintve több tényezőt kell figyelembe venni, de ezek mind közelítések voltak eddig. A kizsaluzási időpontok meghatározásakor szükség van a felelős műszaki vezető szakmai rutinjára, elemzőképességére, felelősségvállalására. A legbiztosabb információkat a próbakockák törési eredményeinek felhasználásával lehet nyerni, de ezek is eltérnek a szerkezeti elemek értékeitől, mert másképp alakulnak a jellemzők tömegben, a valós utókezelési megoldások során, a helyszíni hőmérsékleti, időjárás viszonyok között, mint akár a helyszínen tartott próbakockák esetén is. A Schmidt kalapácsos vizsgálatok is bizonytalanságokkal járnak, amit figyelembe kell venni a szerkezeti betonok szilárdsági értékelése során. A korszerű betontechnikai eszköz azonnali információt ad a szilárdság fejlődéséről. Nemcsak a pillanatnyi értéket, hanem annak előzményeit is rögzíti, táblázatos vagy diagramos formában.

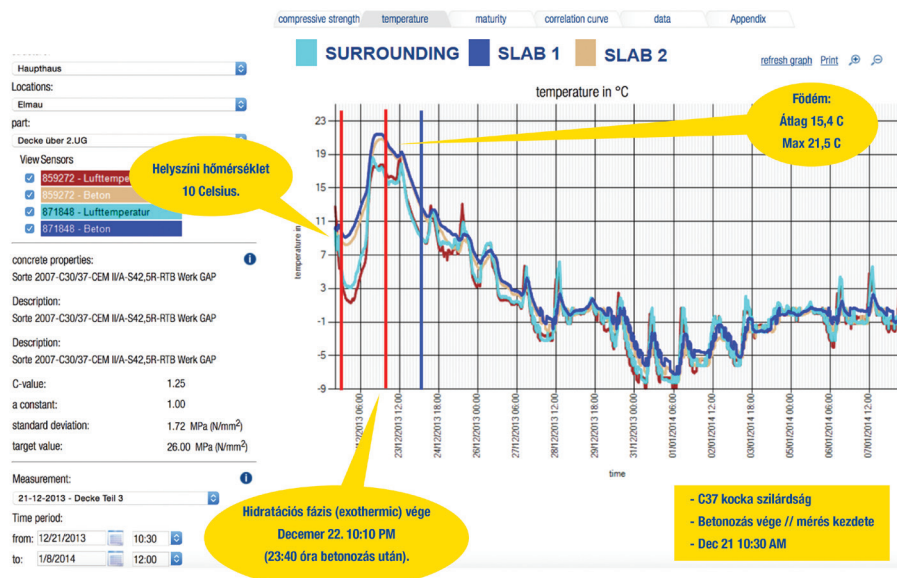
Az alkalmazás folyamata egy konzultációval indul. Az első kérdés, hogy melyik szerkezeti elem kerül vizsgálatra, és hogy ez a kivitelezési ütemtervben a kritikus úton lesz-e. Ilyen esetben a folyamat rövidítéséhez komoly érdekek fűződnek, melyeknek egyik lényeges pontja a kizsaluzási időpont. Ennek meghatározása, előrébb hozása számos



Két beton ugyanolyan szilárdsággal, de nagyon eltérő szilárdságnövekedéssel látható a diagramon. A szilárdsági célérték elérési idejének különbsége 8,5 nap. Ha a szerkezetépítés kritikus úton van, akkor fontos lehet a korábban elért célérték a korábbi kizsaluzás lehetősége miatt.



A beton hőmérsékletét óránként méri az eszközök, majd továbbítják a számítógéppontba. A teljes folyamat követhetővé válik a környezet hatásaival együtt, mert az adatsorok része a környezeti hőmérséklet rögzítése is.



A beton hőmérsékletét óránként méri az eszközök, majd továbbítják a számítógéppontba. A teljes folyamat követhetővé válik a környezet hatásaival együtt, mert az adatsorok része a környezeti hőmérséklet rögzítése is.

tényező által befolyásolt. A konzultáció során fontos megállapítani, hogy milyen „célszilárdság” esetén kerülhet sor erre.

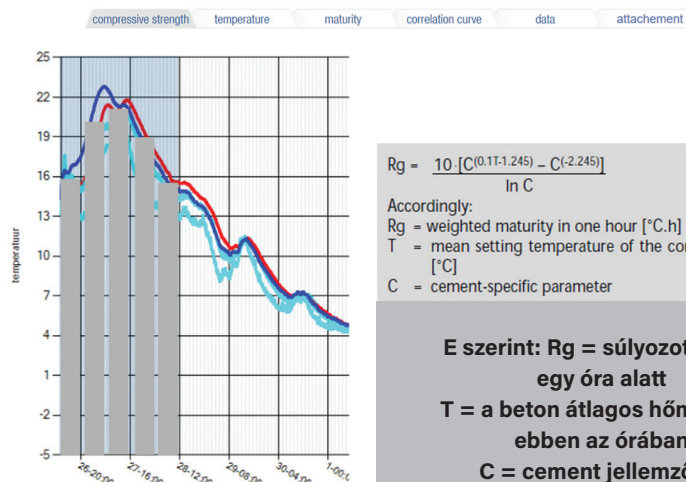
Áttekintésre került a tervezett beton fajtája, az alkalmazott cement típusa, fajtája, és ezek figyelembe vételével tesz javaslatot a technológus a cementfajta változtatására úgy, hogy a betonjellemzők megmaradjanak, csak a kizsuzáshoz szükséges szilárdsági célértéket lehessen rövidíteni. Ezzel együtt meg kell határozni a mérési pontok számát, pozícióját, mint ahogy a vizsgálatot végző laboratóriumot is.

A beton hőmérsékletének mérése alapján meghatározható az érettség (De Vree), amiből a szilárdság számítható. A bonyolult számítást a cement állandójának figyelembevételével számítógépes rendszer végzi, az eredményt akár SMS-ben is megküldi, de az adatok kérhetők tabletre, számítógépre vagy okostelefonra is. Ennek a célnak megfelelő technológiát dolgoztunk ki. Helyszínen mért adatokkal számolunk: mérjük a beton hőmérsékletét, ebből megállapításra kerül a beton érettségének változása, majd pedig kiszámítjuk szilárdságának változását. Hazánkban nem gyakorlat a beton érettségének vizsgálata, de például Németországban erre vonatkozó szabványok is vannak. A rendszer üzenetet küld a célérték elérésekor a felelős műszaki vezetőnek, aki ennek ismeretében utasítást adhat a kizsuzásra.

A rendszer használata nagyon egyszerű, csak kétfajta érzékelő, webalapú szoftver és kalibrációs doboz kell a kockákhoz vagy hengerekhez.

Minden mérésre kerülő szerkezeti elem betonkeverékét előzetesen kalibrálni kell, tehát próbakocka-sorozatot kell készíteni a felhasználást megelőzően. A próbakockák elkészülte után azokat a rendszerhez tartozó kalibrációs dobozban 2 órán belül a vizsgálólaborba kell szállítani. A további vizsgálatokat a labor végzi, különböző időben törlik őket, hogy az érettség és a szilárdsági értékek közötti összefüggések megalapozottak legyenek.

Az előkészítés folyamán tisztázandó a vizsgált szerkezeti elem(ek) a teljes építési folyamatbeli pozíciója – ugyanis mást ajánlunk akkor, ha azok a kritikus útra esnek, és mást, ha nem kerülnek a kritikus útra, tehát tartalékidők is lesznek. Ez utóbbi esetben nem szükséges a gyorsaság, ilyenkor a gazdaságosságra való törekvés más lépéseket enged meg. A beépítési helyszínen a beton hőmérsékletének mérése történik előre meghatározott pontokon.



Az ehhez szükséges eszközöket a kivitelezés során kell elhelyezni és beüzemelni, ugyanis internetes kapcsolat szükséges a betonhőmérséklet folyamatos méréséhez.

A betonszilárdság-vizsgálati eljárás nem kötődik zsaluzathoz, minden struktúrában használható. Bárhol, ahol olyan szilárdságra van szükség, mint például a kizsuzásnál, az előfeszítésnél, esetleg ahol magas vagy alacsony hőmérséklet okoz problémát.

A falszerkezetekhez be kell betonozni az előzetesen meghatározott pontokba a hőmérő elemeket, ezek elvesző elemekké válnak. Ha csak a felületi hőmérséklet mérése szükséges, úgy a zsaluhéjra kívülről felszerelhető az érzékelő.

Ez az eljárás folyamatosan és közvetlenül az építéshelyen végzi a méréseket. Az eredmények mindig rendelkezésre állnak. A próbakocka-vizsgálatokkal összehasonlítva feleannyi a szükséges időráfordítás, költségösszehasonlításban pedig a felmerülő költségek 63 százaléka. A rendszer 11 évig archiválja a mért eredményeket.

A kritikus helyekre telepített érzékelővel a valós szerkezeten méri a hőmérsékleti profilt – a környezeti hőmérséklet és a szerkezeti beton saját kötéshőjének összegzett értékeit. A Concremote által alkalmazott eljárás elvi alapjai a Beton folyóirat korábbi számaiban megtalálhatók (XVIII. évf. 12., XIX. évf 1-2-3. számokban) Dr. Kausay Tibor: Fialat beton szilárdulási folyamatának modelljei címmel.

A hőmérsékletmérés eredményeinek felhasználásával a súlyozott érettséget határozza meg a rendszer, és a kalibrálási eredmények figyelembe vételével számítja ki a szilárdsági értékeket.

A vasbeton szerkezetek koncepcionális tervezéséről tartott előadást Budapesten a *fib* elnöke

PROF. BALÁZS L. GYÖRGY, TANSZÉKVEZETŐ EGYETEMI TANÁR, BME ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MAGASÉPÍTÉS TANSZÉK, A *FIB* TISZTELETBELI ELNÖKE

Abban a megtiszteltetésben részesültünk, hogy a *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) elnöke, prof. Hugo Corres a közelmúltban Budapestre látogatott. Elnök urat évtizedek óta sok szakmai és baráti kapcsolat köti Magyarországhoz. A látogatás céljai között szerepelt egy előadás megtartása is, amin a kidolgozás alatt álló *fib* Model Code 2020 előkészületére hívta föl a figyelmet, azon belül pedig részletesen beszámolt a koncepcionális tervezés fontosságáról és kodifikálási lehetőségeiről is. Az előadás fő szervezője a *fib* Magyar Tagozata volt. Társzervezőkként csatlakozott: a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék, a Hidak és Szerkezetek Tanszék, a Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, valamint a Magyar Mérnöki Kamara is. Ennek megfelelően széles körű érdeklődés övezte Hugo Corres elnök úr előadását.

A *FIB* MODEL CODE 2020 ELŐKÉSZÜLETEI

Prof. Hugo Corres beszámolt a *fib* azon törekvéséről, hogy a vasbeton szerkezetek tervezésének alapjául szolgáló Model Code-okat a jövőben tíz évenként fogja megjelentetni. Igazodva a legutóbbi változathoz, a következő Model Code a 2020-as dátummal várható. A *fib* Model Code 2020 elsődleges célja a Model Code 2010 javaslatainak továbbfejlesztése, és a meglévő szerkezetekre (existing structures) vonatkozó rész jelentős bővítése.



KONCEPCIONÁLIS TERVEZÉS

A *fib* Model Code 2010 [1] világviszonylatban az első szabvány, amelyik tartalmaz egy alfejezetet (7.1 fejezet) a Koncepcionális tervezésről – a Tervezés részletes fejezetén belül. Prof. Hugo Corres a témakörhöz fűzött bevezetőjében büszkén említette meg, hogy a madridi egyetemen ő az „utódja” Eduardo Torrojának, aki kiemelt hangsúlyt helyezett munkássága során a koncepcionális tervezésre. Az előadó hangsúlyozta, hogy a tervezés és a megvalósítási folyamatban az egyik legfontosabb lépés a koncepcionális tervezés. Olyan fontos döntések születnek a szerkezeti formára és az anyagválasztásra vonatkozóan, amelyek a szerkezet építésére és használatára vonatkozóan egyaránt meghatározóak.

Ha a koncepcionális tervezés rosszul sikerült, akkor annak hibáit, ill. hiányosságait később nagyon nehéz – esetleg egyáltalán nem lehet – kiküszöbölni. A jó koncepcionális tervezéshez azonban jó ötletek és jó koncepciók szükségesek. Meggyőződése, hogy az építőmérnöki képzés során sokkal nagyobb hangsúlyt kellene helyezni minden egyetem képzésében a koncepcionális tervezésre. Egyes egyetemi tananyagokban ez a fontos téma sajnos egyáltalán nem szerepel.

Az előadás során részletes példákon keresztül ismerhettük meg a koncepcionális tervezésben rejlő választási, ill. döntési lehetőségeket.

Példák szerepeltek Robert Maillart (1872-1940), Eduardo Torroja (1899-1961), Eugène Freyssinet (1879-1962), Pier Luigi Nervi (1891-1979), Olav Olsen (1913-1998) és Hugo Corres saját munkásságából a koncepcionális tervezésre vonatkozóan.

Prof. Hugo Corres előadásának anyaga megtekinthető a *fib* Magyar Tagozat honlapján: http://fib.bme.hu/korabbi_rendezvenyek.html. A *fib* Bulletin 51 Tankönyv [2] 2. fejezetében olvashatjuk előadónk írásban megjelent gondolatait a koncepcionális tervezésről.

Összefoglalójában ismét felhívta a figyelmet arra a gondolatára, hogy a koncepcionális tervezés a tervezés és megvalósítás folyamatának egyik legfontosabb lépése, és annak megfelelően is kell rá tekinteni.

HIVATKOZÁSOK

[1] *fib Model Code 2010 „fib Model Code for Concrete Structures 2010”, Wiley 2013, ISBN 978-3-433-03061-5*

[2] *fib Bulletin 51: „Structural Concrete - Textbook on behaviour, design and performance”, Vol 1, Lausanne, ISBN 978-2-88394-091-8*

Megbízható nagytáblás fugamentes ipari padló Mapecrete Systemmel

MIKLÓS CSABA MAPECRETE SYSTEM MANAGER, MAPEI

Az építőiparban tapasztalható növekedéshez jelentősen hozzájárultak az újonnan felépült üzemek, raktárak, csarnokok.

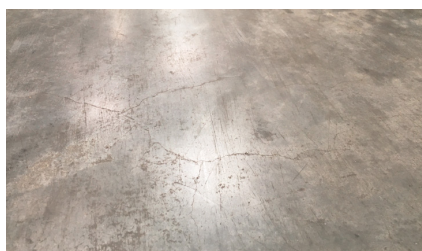
Az elmúlt 15 évben mindannyian nyomon követhettük a hatalmas ipari fejlődést. Gondoljunk csak a számítástechnikára, a telefonokra vagy akár az építőipar egyes ágazataira. A kétezres évektől elérhető nagy teljesítményű adalékszerek teljesen új perspektívát adtak a betongyártásnak, lehetővé téve, hogy a tervezők által megálmodott formák, szerkezetek létrejöhessenek. A csarnoképítés hosszú évekre vezethető vissza, mégis megfigyelhető egy hatalmas változás a megrendelők igényeiben. Sokkal jobban szeretnék, ha a felület egy nagy betonlemez lenne, és nem kellene 5-6 méterenként elvágni azt. Ez a tendencia érthető, hiszen sok előnye van, ha kevesebb a fuga. Az esztétikum mellett a legfontosabb tény, hogy a betonlemezek a táblaszéleken a leggyengébbek és a legsérülékenyebbek. Ennek megfelelően a karbantartás, a javítási munkák 90%-a ezekre a területekre összpontosul.

Partnereink ugyan eltérő mértékben, de egyre nagyobb százalékban készítik úgynevezett fugamentes, nagytáblás padlókat. Természetesen a korábbi 30 m²-es táblaméretnek megvolt az oka. Az az ötlet, hogy „most nem vágjuk be”, még kevés, mert a beton zsugorodásából származó feszültség a táblaméret növekedésével együtt növekszik, míg a beton hajlító-, húzószilárdsága nem. Tehát a táblaméret növelésének következtében egyszer csak bekövetkezik az az állapot, amikor a beton terhelés nélkül is elreped. A pontos maximális táblaméretet nem lehet általánosságban meghatározni, mert sok körülmény befolyásolja. A padló készítésének végeredményét alapvetően szabályozza (a teljesség igénye nélkül): a betonösszetétel, az adalékanyag szemeloszlása és tulajdonságai, a felhasznált cement tulajdonságai és mennyisége, a betonépítés helyén alkalmazott víz-cement arány, az építéshelyi és bedolgozási körülmé-

nyek és az utókezelés. Egyszóval nagy a bizonytalanság még egy megfontolt, rutinos padlókészítő számára is.

Korábbi cikkemben már írtam a Mapei új beruházásában megvalósult raktárcsarnok építéséről. A tíz hónappal ezelőtt elkészült 10 db 700 m²-es iparipadló-lemez működik, használjuk azokat. Közelmúltbeli bejárásunk során megállapítottuk, hogy a Mapecrete SRA 25 zsugorodáscsökkentő adalékszerrel és a Mapeifibre ST42 makrószálakkal készült táblák felületén nincs zsugorrepedés, és a kéregerősítő használata esetén gyakori pókhálós repedések sem jelentek meg.

A 30 kg acélszál adagolásával készült táblák esetében azonban mind a zsugorrepedések, mind pedig a kéregerősítő hajszálrepedései sajnos jól megfigyelhetők.



Az ipari padló készítésénél, kihasználva a saját beruházás nyújtotta előnyöket, ipari körülmények között hasonlítottuk össze két mapeies zsugorodáscsökkentett rendszer és a gyakran alkalmazott, nagy mennyiségű acélszállal készült beton ipari padlók működését. Laborban szépen mérhető eredményeinket szerettem volna gyakorlati tapasztalat során is igazolni.

Sajnos 2017 júliusa brutális meleget hozott, ami jelentősen növeli a padló készítés kockázatát. Ilyenkor a beton sebes konzisztenciavesztése, a gyors kiszáradás, a felületkeményítő „késői

besimítása”, illetve az elégtelen utókezelés már egyedül is felületi repedéseket idézhet elő. A tábla jelentős mérete szintén nagy kockázatot rejt. A kivitelező igyekezett minden tőle telhetőt megtenni, de a 36 °C feletti betonhőmérséklet meghozta a hatását. A kivitelező referenciáitól és az acélszál gyártójának ajánlatától eltérően a mi esetünkben az acélszálak nem voltak képesek megakadályozni a repedések kialakulását. Tágasságuk jelenleg még nem éri el a szabvány által leírt 0,3 mm-es „elfogadható” határértéket. Ezzel szemben az egyforma körülmények között készült, azonos (700 m²) méretű két betonlemezben a Mapecrete SRA25 zsugorodáscsökkentő adalékszer képes volt feszültségmentesíteni a betont. Az adalékszer kisebb dóziszú, 1,25%-os adagolása esetén sem jelentek meg a betonrepedések.



2005-ben készült a Budapesti Műszaki Egyetem vizsgálata, amely szerint a rendszer használatával a legkülönbözőbb betonok esetében a zsugorodás jelentősen redukálható. Az európai piacon 2004 óta számtalan esetben alkalmazott Mapecrete System segítségével nagy biztonsággal készíthetők el a fugamentes ipari padlók. A feladattól függően lehetőség van a 4-500 m²-től akár 3 500 m²-ig terjedő, egybefüggő betonfelület megvalósítására is.

Kollégáimmal folyamatosan dolgozunk a jövő betonjaiért. Részletes információkért vagy akár egy személyes konzultáció érdekében keresheti a Mapei Betonos Csapatát.



Hídépítési gyakorlat 40 méter feletti előregyártott, előfeszített vasbeton hídgerendák alkalmazásával

DUBRÓVSZKY GÁBOR MŰSZAKI VEZÉRIGAZGATÓ-HELYETTES, FERROBETON ZRT.

A magyarországi hídépítési feladatok végrehajtása kapcsán a 2000-es évek elején – az addig alkalmazott max. 34,8 m hosszú (34 m szabadnyílás) üze mi előregyártott vasbeton hídgerendákhoz képest – felmerült az igény esetleg 36-38 m-es tartók alkalmazására.

Ezek az igények megfogalmazódtak:

- egyrészt egyes csomóponti hidak esetén (akár alacsony hajlásszögű keresztezések),
- másrészt autópálya-építések kapcsán felmerült az autópályák egy nyílásban történő áthidalása (2x2 forgalmi sáv + 2 leállósáv + elválasztó sáv). E megoldás esetleges gazdasági előnyei mellett a közlekedésbiztonsági előnyei (középső támasz elhagyása, vezetés közben az előre látás akadálytalansága) sem elhanyagolhatók.

A Ferrobeton Zrt. – amely a magyarországi út- és autópálya-építésekhez kapcsolódó hídépítési feladatok kapcsán a 90-es évek közepe óta a 2000-es évek közepéig jelentős szereplőként több száz hídhoz gyártotta és szállította az előregyártott vasbeton hídgerendákat – 2003-2005 között kifejlesztette az előzőek szerint megnövelt fesztávolságú hídgerendát. A fejlesztési feladatok végrehajtásába bevonta:

- egyrészt a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékét, e közreműködés keretében:
 - o előkísérleteket hajtott végre nagy szilárdságú beton alkalmazására (C90/105) feszített vasbeton hídgerenda esetén. Az előkísérletek eredm-



600 kN teherbírású önjáró, gumikerekes emelőgép, elemmel

nyeként a magyar hídépítési előírások kiegészítéseként kiadták a Műszaki Szállítási Feltételeket a nagy szilárdságú betonok alkalmazására a közútépítési területén;

- o az egyetemi tanszék szakértője végezte a megtervezett gyártmány független statikai ellenőrzését.

- másrészt az Uvaterv Zrt. szakembereit, akik a technológiai megvalósítás lehetőségeinek meghatározására vonatkozóan az új tartó típus gyártmánytervezését – a Ferrobeton Zrt. szakembereivel szorosan együttműködve – végezték.

A Ferrobeton Zrt. 2005-ben egy új gyártócsarnok építésével kibővítette a feszített elemgyártó üzemét, ahol a megvalósult gyártástechnológia lehetővé tette az FI-150/44,80 típusú előregyártott, előfeszített vasbeton hídgerendatípus gyártását (1,5 m tartómagasság, 44,8 m tartóhossz, 565 kN önsúly, 9430 kN feszítőerő, betonminőség C60/75). A gyártási körülmények mellett a cég teljeskörűen biztosította az egyéb logisztikai feltételeket is. Többek között az ilyen nagy méretű tartók alkalmazása érdekében is megőrizte, és a mai napig is fenntartja a dunaújvárosi gyár közvetlen vasúti iparvágány kapcsolatát. Emellett megfelelő kapa-



Völgyhíd építése az M6-os autópályán

citású tárolóteret alakítottak ki, majd a későbbiekben az 1. számú képen látható önjáró, gumikerekes, nagy teherbírású emelőgépet is beszerezték, mely a tárolás mellett alkalmas a hídgerendák vagonba rakodásának végrehajtására is. A Ferrobeton Zrt. a fejlesztés indításától azt a gyakorlatot követte, hogy minden új feladat előtt szakmai egyeztetéseket tartott annak érdekében, hogy milyen feltételek mellett lehet egy adott projekthez az ilyen nagy méretű hídgerendákat kiszállítani. A téma fontosságára jellemző példa, hogy a legelső műtárgy, amelyik 2007-ben az M7-es autópályára felüljáró hídja volt a 7-es számú főút

felett (Z15-ös híd, melyben a két pályába $2 \times 12 = 24$ db FI-150/42,80-as hídgerenda került beépítésre), hiába volt kb. 5 km-re a zalaszentgróti vasútállomástól, a gerendákkal megrakott trélerek méretére való tekintettel a hídhoz a hídgerendákat vasúton szállították Dunaújvárosból Marcaliba, majd onnan közúton fuvarozták a beépítés helyére.

Az első sikeres alkalmazást követően jelentős projektek valósultak meg a tárgyi tartótípus alkalmazásával:

- kiemelten fontos volt az M6-os autópályára Dunaújváros – Szekszárd szakasza, 4 db új völgyhídja Dunaújváros – Paks térségében (kb. 26 000 m tartó beépítése mellett, melyből kb. 470 db tartó hossza kb. 44 m).

- a továbbiakban:

- o 10 db autópályára aluljáró valósult meg az M3-as autópályára Vásárosnamény térségi szakaszán a 41,6-43,6 m nyílástartományban (lásd 3-as számú fénykép)

M6	Műtárgy megnevezése	Tartótípus	Tartó darabszám	m
		H763	FI-150/44,8	27 db
		FI-150 /32,8	38 db	1246,40
		FI-150 /20,8	38 db	790,40
	H774	FI-150 /44,2	108 db	4773,60
		FI-150 /30,8	38 db	1170,40
	H1019	FI-150 /44,2	104 db	4596,80
		FI-150 / 30,8	36 db	1108,80
	H1040	FI-150 / 44,2	168 db	7425,60
		FI-150 / 43,8	56 db	2452,80
		FI-150 / 30,8	40 db	1232,00
Mindösszesen:				26006,40

Jelentős műtárgyak épültek még az M43-as, M25-ös autópályákon, valamint az M8-as autópályára Várpalotát elkerülő szakaszán. A jelenlegi időszak kiemelten fontos projektfeladata az M44-es autópályára hídépítési munkáinak lebonyolítása. Amellett, hogy ezeket a tartókat nyolc híd esetében elsősorban egynyílású autópályára aluljáró, felüljáró műtárgyakban alkalmazzuk, kiemelten fontos feladat az újonnan épülő Körös-híd ártéri szakaszaiba beépítendő 176 db FI-150/42,80-as hídgerendájának gyártása és szállítása (8 nyílás, nyílásonként 2×11 db = 22 db tartó).

Az előzők szerint jelentős mennyiségű, a már megvalósult és a folyamatban lévő projektekben kb. 50 000 m, döntően nagy méretű (átlag 40 méteres hosszúságú) hídgerenda gyártása, szállítása és beemelése került megvalósításra, kifejezetten jó tapasztalatok mellett. A nagy méretek ellenére a tartók felhajlás és kardosság szempontjából alapvetően egységesegek. Amellett, hogy egy-egy esetben csak bonyolultabban lehetett megoldani a logisztikai kérdéseket, a tervezett műtárgyak esetében a különböző projekteken minden esetben át tudtuk hidalni ezeket a problémákat.

A Ferrobeton Zrt. továbbra is kiemelt projekteként kezeli a hídépítési feladatokat, amit mi sem bizonyít jobban, mint hogy a különböző típusú hídgerenda-családok vonatkozásában – kb. 10-44 m nyílástartományban – évi 200 000 m-t meghaladó gyártókapacitásokkal rendelkezik 4 magyarországi gyártóüzemében.

Azt, hogy az FI-150-es tartókat megvalósító fejlesztési projekt szakmai megítélése pozitívan értékelhető, az is alátámasztja, hogy:

- a gyártmánytervezésért az Uvater Zrt. (közreműködők: Ferrobeton Zrt., a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke) Tierny Clark-díjat kapott;

- a kifejlesztett szerkezeti rendszerre – a jelentős volumenben történt tényleges megvalósulást is figyelembe véve – a Ferrobeton Zrt. megkapta (közreműködők: BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke, Uvater Zrt.) a magyar ipar számára kiírt Innovációs Nagydíj Pályázaton a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának 2010. évi Innovációs Díját.



M6-os autópályára Baracsánál épült völgyhídja (H763-as híd)



FERROBETON

Nagy melegben sem akadály a betonozás

PAPP JÓZSEF - ÉRTÉKESÍTÉSI MUNKATÁRS, DDC BETON ÜZLETÁG

Az időjárás viszontagságai, legyen szó -10 °C-ról vagy éppen a nyári hőségről, mindenkor meghatározzák a betontechnológiát. Az építkezések a melegebb hónapokban sem állhatnak meg, ilyenkor figyelembe kell venni azokat a tényezőket is, amelyek sajátosan erre az időszakra jellemzőek.

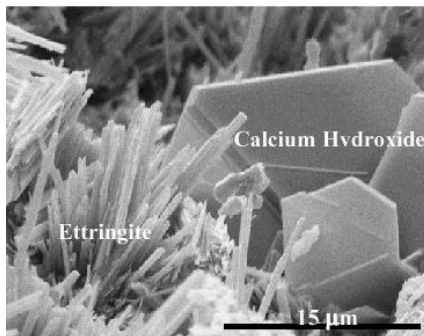
A friss, meleg betont érő hátrányos hatások mind a frissbeton felhasználhatóságát, mind a megszilárdult beton tulajdonságait befolyásolhatják, amelyek a következők:

- fokozott vízigény a változatlan konzisztencia mellett,
- megnövekedett merevség, azaz konzisztenciaromlás,
- gyorsabb dermedés,
- növekvő repedésképződés a korai és száradási zsugorodás következtében,
- fokozott nehézség az ellenőrzött légbuborék-tartalom bevitelnél,
- a felület nem megfelelő kinézet,
- alacsonyabb végszilárdságok.

Meleg időben a fentiekben felsoroltakat kiválthatja a növekvő hőmérséklet, az alacsony relatív páratartalom és a szélsőségek együttes vagy külön-külön fellépő hatása, amelyek a megszilárdult beton minőségét hátrányosan befolyásolják. A „forró, nyári hónapok” megfogalmazás félrevezető lehet, mert a fent említett nemkívánatos hatások tavasszal és ősszel is egyaránt, valamint minden évszak száraz időszakában felléphetnek. Ideális feltételek a betonozáshoz akkor állnak fenn, amikor a hőmérséklet 20 és 22 °C között, míg a relatív páratartalom 50% körül van, a szélsőségek pedig alacsony. Nyáron a beton összetevőinek hőmérséklete is magasabb, hiszen felforrósodik a kavics és a betonacél, valamint a zsaluzat is, így az elkészített szerkezet hőmérséklete is magasabb. Mindezek hatására a betonkeverék bedolgozása nehezzé válik, mivel az túl gyorsan kezd el kötni és felgyorsul a szilárdulása is.

Mi a magyarázat a beton belsejében zajló eseményekre?

A beton szilárdulása hidratációs folyamat eredménye, miközben jelentős hőmennyiség szabadul fel. A cement a betonba adagolt vízzel érintkezve egy bonyolult kémiai folyamaton megy keresztül, amelynek hatására a cement-szemcsék felületéről kristályos tűskék nőnek ki. A kristályos szemcsék egymást elérve összekapcsolódnak, így a beton annál szilárdabb lesz, minél több ilyen tűske jön létre. A termodinamikában a reakciósebesség nagymértékben függ a hőmérséklettől. Ez a cement hidratációjára és a beton szilárdulására is igaz.

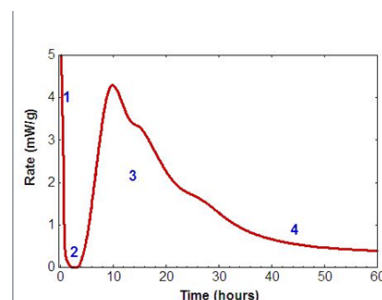


Minél magasabb a betonozás hőmérséklete, annál gyorsabban játszódnak le a szilárdulási reakciók. Ennek a gyorsaságnak az energiája viszont nem fordul a cementkő rendezettségének növelésére (kristályos tűskék egymáshoz kapcsolódására), azaz a beton szilárdságának növelésére. A gyorsan vagy nagy sebességgel kialakuló cementkő rendkívül sok hibát, feszültséget tartalmaz, ami egyértelműen a szilárdság csökkenéséhez vezet. A cementkő rendelkezik egy energiatartalommal, amely a készítése során kerül bele. Ez részben

a szilárdulási folyamat sebességére és részben a szilárdság nagyságának az elérésére fordítódik. Értelemszerűen, ha nagy hőmérsékleten és nagy sebességgel játszódik le a szilárdulás folyamata, azzal csak mérsékelt szilárdságot tudunk elérni (akár egy-két szilárdsági osztállyal is csökkenhet), míg lassabb szilárdulási sebesség mellett nagyobb energiahányad fordítódik a nagyobb szilárdság kialakulására.

Mely feltételeknek kell teljesülnie a meleg időben történő betonozáskor?

A +15 °C-nál alacsonyabb és +25 °C-nál magasabb hőmérséklet esetén plusz intézkedéseket kell tenni. Fontos ilyenkor megakadályozni a gyors hőmérsékletváltozást. Meleg időben, +30 °C-on a beton szilárdsága 5-10 N/mm² csökken, mert hidratáció következtében a belső hőmérséklet növekszik, felmegy akár 80 °C-ra is. Ilyen esetekben a kiszáradástól óvni kell a betont. A cementkő, a kavics, a betonacél és a víz jelentős mértékű hőmérsékleti feszültséget okoz, mert eltérő hőtágulási együtthatójú anyagok. A friss beton hőmérséklete készítésekor ne legyen melegebb 27°C-nál!



Hidratációs hőfejlődés mértéke az idő függvényében, normál 20 °C hőmérsékleten.



Ezenkívül a szerkezet felülete gyorsan kiszárad, végső szilárdsága és tartóssága csökken, a szerkezeti részek pedig fokozottan hajlamosak lesznek a zsugorodásra és a repedésképződésre. Növekvő hőmérsékletnél, csökkenő relatív páratartalomnál és fokozódó szélsebességnél, illetve ezen körülmények kombinációjánál olyan intézkedéseket kell tenni, hogy a betont érő káros hatásokat alacsony szinten tudjuk tartani.

A korai zsugorodás következtében létrejövő repedések jelentik a leggyakoribb repedési fajtát a nagy felületű épületszerkezetek (födém, térbeton, fal) esetén. A megfelelő víz- és cementtényező betartásával a száradási/zsugorodási repedések megelőzhetők, illetve csökkenthetők. Minél alacsonyabb a víz/cementtényező, annál kisebb a repedések hajlam és jobbakk lesznek a betonszilárdsági értékek. Ezek majdnem egyenes repedések, a betonlemez szinte teljes mélységébe be tudnak hatolni és átmenő repedésként jelennek meg. A háló (hatszög) alakú száradási repedések csak felületileg alakulnak ki. Ha a felület kipárolgása felülmúlja a kivérzés miatt felfelé emelkedő víz utánpótlását, akkor ezek a repedések nagy valószínűséggel létre fognak jönni. Az alacsony páratartalom és a szél sebessége felgyorsítja a párolgást.



5 km/h szélesség-növekedés a felére csökkenti a kiszáradási időt.

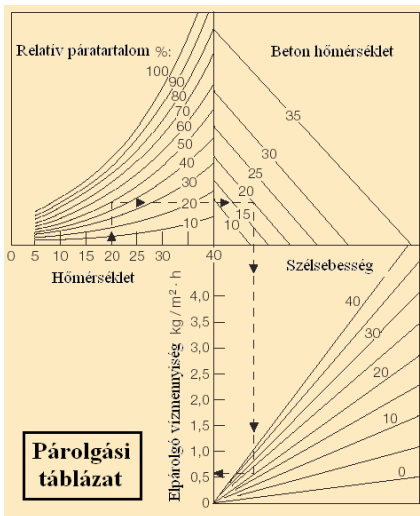
Milyen jelentőséggel bír az utókezelés?

Nem megfelelő utókezelés vagy annak hiánya 20-30%-kal rosszabb szilárdsági eredményeket okozhat!

Az utókezelés célja a frissbeton kiszáradásának megakadályozása, és ezzel a hidratáció biztosítása, valamint a száradásból származó korai zsugorodás megelőzése az első 36 óras időszakban. A frissbetonból kipárolgó víz már nem juttatható vissza a betonba. A kapillárisok kipárolgás következtében a fiatal betonszerkezetben. A betonnak kicsi a húzószilárdsága, éppen ezért a fellépő húzófeszültségek a korai beton repedéséhez vezetnek.

Egy rövid példán keresztül összefoglaljuk az utókezelés jelentőségét. A szomszédom járdáját is én dolgoztam be, és a felesége lelkiismeretesen mindennap háromszor locsolta. A sajátomat fóliával letakartam, majd egy hét után kimentem és meglocsoltam, valamint a szomszédomét is. Megdöbbenve láttam, hogy a szomszéd járdájának felületén hatszögletű száradási repedések keletkeztek, mert a víz azonnal lefolyt róla és csak pár milliméter tudott átnedvesedni. Ezzel szemben az én járdámban bennmaradt a víz, hiszen a fólia takarása miatt nem tudott elpárologni.

Ha a kivitelező tisztában van a lehetséges problémákkal és megteszi a szükséges intézkedéseket, akkor a nehéz körülmények között is egész éven át képes jó minőségű betonszerkezetet készíteni.



Vízmennyiség	180 l/m ³	180 l/m ³
Hőmérséklet	20 °C	20 °C
Páratartalom	50 %	50 %
Betonthőmérséklet	20 °C	25 °C
Szélsebesség	20 km/h	25 km/h
Párolgási mérték	0,6 l/(m ² ·h)	1,2 l/(m ² ·h)
Kiszáradási idő	3 h	1,5 h

Betonozás meleg időben

(nyári betonozás)

CSORBA GÁBOR OKL. ÉPÍTŐMÉRNÖK, BETONTECHNOLÓGUS SZAKMÉRNÖK, IGAZSÁGÜGYI SZAKÉRTŐ, AZ ESZTRICH ÉS IPARI PADLÓ EGYESÜLET ELNÖKE, BETONMIX ÉPÍTŐMÉRNÖKI ÉS KERESKEDELMELI KFT.

Közeledik a nyár, a szabadságolási szezon, de az építőipar továbbra is kimagaslóan nagy teljesítményt nyújt, tehát nyáron, a kánikulában is fognak betonozni. A betongyárak és az építőipari kapacitás kihasználtsága folyamatosan csúcson van, ami már önmagában is kockázati tényező a jó minőség tekintetében. Ehhez jön még hozzá hamarosan a nyári meleg, az időnként extrém csúcshőmérsékletekkel.

A meleg időben történő betonozás nyilvánvalóan többletkockázattal jár, de ha betartjuk a technológiai szabályokat, akkor jó eséllyel készíthetünk ilyen körülmények között is megfelelő minőségű beton-, vasbeton, feszített beton építményeket, műtárgyakat.

Maga a betonszabvány (MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés) valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon és a MÉASZ ME-04.19:1995; 19. fejezet (Műszaki Előírás; Beton és vasbeton készítése) részletesen megfogalmazza a meleg időben történő betonozás műszaki követelményrendszerét. Ezen előírások alapján a jó minőség biztosítása érdekében az alábbi pontokban foglaltakat be kell tartani:

1. 35 °C felett nem szabad betonozni, ha folyamatosan, több mint 4 órán át e felett van a hőmérséklet.

2. Az adalékanyagokat, ha lehet, árnyékos helyen tároljuk, vagy óvatosan hűtsük permetezéssel úgy, hogy lényegesen ne változzon meg az adalékanyag víztartalma!

3. Kis kezdőszilárdságú cementet használjunk (ne 42,5-est és ne R-est)!

4. A betonkeverő üzem, ha tudja, akkor hűtse a cementet. A cement hőmérséklete nem lehet magasabb 50 °C-nál.

5. A késő délutáni, esti órákban és éjjel betonozzunk!

6. Amennyire lehet, csökkentsük a kiszállítási időt a betongyárból a beépítés helyéig!

7. A beton eltarthatóságára, konzisztenciájára különösen ügyelni kell, hogy belül maradjunk a tervezett kategóriában a beépítés helyén is, de ezt folyósítószerrel érjük el, ne pedig többletvíz hozzáadásával! A beton eltarthatósága a keverés megkezdésétől számítva (a víz hozzáadásától) az az időtartam, amely alatt a frissbeton-keverék konzisztenciája a tervezett osztályon belül marad.

8. A beépítés helyén legyen mindig folyósítószer, hogy korrigálhassuk a konzisztenciát!

9. Tilos a betont felvizezni.

10. Közvetlen napsugárzás, nagyobb erősségű szél ne érje a friss betonfelületet!

11. Ha lehet, ipari padló esetében

kerüljük kötészélesztőszer használatát, amennyiben folyósító- vagy képlékenyítőszert, netán egyéb adalékszert is alkalmazunk, mert az adalékszerek egymásra hatása többletkockázattal jár. De ha a betongyár vagy a betontechnológus ezt kifejezetten javasolja, akkor lehet használni próbakeverés után.

12. Ha a frissbeton nedvszívó felülettel érintkezik (zsaluzat, fogadóaljzat), akkor azt elő kell nedvesíteni!

13. A bedolgozást gyorsan, ütemesen kell végezni (több vibrátort, tömörítőeszközt használjunk), a mixereknek egyenletesen kell érkezniük (hogy a várakozási idő ne legyen 10 percnél több). Ne alakuljanak ki ún. spontán munkahézagok és ne legyen szétosztályozódás!

14. A beton utókezelésének különös jelentősége van a nyári betonozáskor, ennek az irányelveit külön is részletezem.

Az utókezelés legfőbb technológiai szabályai:

1. Az utókezelés legfőbb célja, hogy a cement hidratációjához szükséges víz a kötési időszakban és a szilárdulás folyamán mindenhol jelen legyen elegendő mennyiségben a betonkeresztmetszetben (vagyis ne száradjon ki idő előtt a beton). A hidratációhoz szükséges vízmennyiség kb. másfél-kétszeresével dolgozzuk be a betont, ezért



utókezelés nélkül a betonfelület gyorsan, ellenőrizetlenül kiszáradna, amely a felület tönkremeneteléhez vezetne és az egész betonszerkezet megfelelőségét veszélyeztetné.

2. Az utókezelés tehát alapvetően szükséges ahhoz, hogy a betonból kihozzuk a legtöbbet, ami egyébként már potenciálisan benne van, ha jól tervezett, jó betontechnológiával összeállított és jól kivitelezett szerkezetet építettünk. Az utókezelés anyagai azonban nem csodaszerek, az elrontott, pl. túlvizezett, rosszul összeállított receptúrájú betont nem lehet megmenteni az utókezeléssel, a károkat enyhíteni viszont igen.

3. Az utókezelést gyorsan el kell kezdeni és a felületet folyamatosan nedvesen kell tartani. Ilyenkor nem elég csak a párazárót ráfűjni a felületre, hanem fóliát kell tenni rá és a fólia alá vizet folytatni (ez természetesen a vízszintes felületekre vonatkozik).



Forrás: DDC

4. Legalább 14 napon át tartson az utókezelés!

5. A kültéri betonlemez esetére nézve fontosnak tartom kiemelni, hogy a beton felületére peremezhető párazáró szerek (amit a vonatkozó Útügyi Műszaki Előírás is előír) ugyan megakadályozzák a betonlemezben lévő víz korai kipárolgását, de semmilyen hővédelmet nem nyújtanak a beton számára. A párazáró folyadék (akár disperziós, akár pl. akrilát bázisú, akár egyéb) a beton felső pórusait tömi el néhány tizedmilliméter mélyen, de mivel teljesen a felülethez tapad, a környezeti hőmérséklettel szemben nem szigetel. Amennyiben bazaltbetonnal dolgozunk, számíthatunk az ún. belső utókezelési hatásra, mert a kavicsadalékhoz képest magas a bazalt adalékanyag-szemcséinek vízfelvétele, így a belső víztartalom jótékony hatással van a száradási-zsugorodási szakaszban.

6. Erős napsugárzás és hőség mellett nem elég csak a párazáró filmreteg, sokkal jobb eredményt érhetünk el, ha a párazáró folyadék rápermetezése

helyett vízzel felloccsoljuk, elárasztjuk, majd geotextíliával (ennek hiányában fóliával) leterítjük a betonfelületet, majd a geotextíliát nedvesen tartjuk, vagy naponta többször is vizet eresztünk a fólia alá. A geotextília, a fólia alatti légérés, pláne, ha nedves a felület, megfelelő hőszigetelést is jelent, persze, ha ott marad a felületen és nem fújja el a szél. Előnye ennek a megoldásnak az is, hogy mind a geotextília, mind a fólia többször felhasználható.

7. Figyeljünk arra, hogy a víz hőmérséklete nem lehet a beton felületéhez viszonyítva 10 °C-nál hidegebb, különben a hősokk felületi repedéseket okoz!

8. Az utókezelés szakirodalmában igen terjedelmes (pl. MÉÁSZ ME-04.19:1995 – 5.9.1.), javasolom átolvasásra ezeket a műszaki előírásokat. Az utókezelés elhagyhatatlan a betonszerkezeteknél, a művelet szakszerű elvégzése pedig feltehető a koronát a művünkre.

ATILLÁS

Betongyárak, építőipari gépek, kavicsbánya-ipari berendezések telepítése és áttelepítése, karbantartása, javítása, felújítása, teljes körű rekonstrukciója.

Betongyárak, beton- és vasbeton termékgyártó gépek és technológiák, kiszolgáló berendezések, betonacél megmunkáló gépek, kompresszorok, alkatrészek, részegységek, kopóelemek forgalmazása.



DORNER BETONGYÁRI VEZÉRLÉSEK ÉS DISZPÉCSER RENDSZEREK

ATILLÁS Bt.

telephely: 2440 Százhalombatta, Benta Major Ipari Park • postacím: 2030 Érd, Keselyű u. 32. • telefon: (30) 451-4670
fax: (23) 350-191 • e-mail: iroda@atillas.hu • web: www.atillas.hu • www.atillas-kompresszor.hu

2018-BAN ÚJ HELYEN A BETON FESZTIVÁL!

Újra megrendezzük a szakma legváltozatosabb betonipari eseményét!

Az elmúlt években hatalmas érdeklődés mellett zajlott betonnépszerűsítő konferencia idén is izgalmas programokkal várja a szakmabelieket, a diákokat és az építészet iránt érdeklődőket:

- előadások a transzportbeton- és betonelemgyártásról,
- betekintés a betonépítészet és -művészet témaköreibe,
- a legújabb innovációs megoldások megismerése,
- a szakmát leginkább foglalkoztató kérdések megvitatása,
- a legújabb trendek és felhasználási lehetőségek bemutatása,
- kiállítások és workshopok a beton hagyományos és kreatív alkalmazásáról.

További részletek a folyamatosan frissülő
beton.hu/betonfesztival oldalon.

