

# SLAGSTAR® 42,5 N C<sub>3</sub>A-MENTES ÚJ SPECIÁLIS CEMENTFAJTA AZ AGRESSZÍV KÉMIAI KORRÓZIÓ ELLEN



Novák Dénes



Novák Edith

*Az új speciális cementtel készült betonnak különösen nagy ellenállása van szulfátos és savas támadással szemben. Ezáltal kiválóan alkalmas biogázberendezések, derítők, és mezőgazdasági építmények, mint pl. takarmánysilók stb. építésére. Környezetvédelmi szempontból is nagy előnyt jelent a felhasználása, mert az előállításánál nem lép fel széndioxid emisszió.*

**Kulcsszavak:** speciális cement, savellenállás, szulfátellenállás, kloridbehatolás, betontömörtség, pórusstruktúra, derítők, biogázberendezések, széndioxid emisszió

## 1. BEVEZETÉS

Az osztrák Wopfinger Baustoffindustrie - a vállalat a BAUMIT márkanéven ismert - cementgyárában több évtizedes kutatómunka során fejlesztették ki a C<sub>3</sub>A-mentes Slagstar® 42,5 N márkanevű speciális cementet. Az új típusú cement granulált kohósalak, szulfáthordozó és különböző kiegészítő anyagok hozzáadásával készül, és a kémiai összetétel kivételével minden szempontból megfelel az EN 197-1 sz. európai szabvány követelményeinek. A Slagstar speciális cement 2005-ben megkapta az „Európai műszaki engedélyt” (Europäisch Technische Zulassung, 2005), amely alapján éppen úgy, mint a normál cement az európai betonszabvány EN 206 szerinti beton előállításához felhasználható. A Slagstar® 42,5 N C<sub>3</sub>A-mentes cement már több mint 50 országban lett szabadalmaztatva. A Nemzetközi Cement Díj (Global Cement Award 2006 London) győztese a „Slagstar - Cement”, mostantól már a magyar cementpiacon is kapható.

Kiváló tartósságának és elsősorban kémiai ellenállóképességének, valamint előnyös ökológiai tulajdonságainak köszönhetően olyan piaci szegmenst sikerült Ausztriában lefedni, amelyet a cementgyártók eddig kevésbé tudtak kielégíteni. Ebből kifolyólag, rövid idő alatt sikeres bevezetést ért el a Slagstar® cement az osztrák piacon ahol eddig több, mint 110 különböző építménynél használták fel.

A granulált kohósalak latent hidraulikus tulajdonsága következtében a Slagstar® cement égetés nélkül - tehát szinte teljes CO<sub>2</sub> emisszió nélkül - valamint a normál cement előállításához szükséges energiaigény töredékének felhasználásával készül. Ezáltal nemcsak a tartósság szempontjából vannak olyan tulajdonságai, amelyekkel jelentősen lekörözi a hagyományos cementfajtákat, hanem a CO<sub>2</sub> kibocsátása és jelentős energia-megtakarítási potenciálja miatt is lényeges ökológiai előnyöket garantál.

A Slagstar® beton számos kedvező tulajdonságáról - mint pl. alacsony hőfejlődés, nagyfokú végtermék-

szilárdság, rendkívül alacsony hajlam kivirágzásra, az alkáli-kovasav-reakció elleni jelentős ellenállás, a cölöpbetonnra kiválóan alkalmas felhasználhatóság, ill. a nehézfémek megkötése és immobilizálása - már több cikkben (Gefährliche Abfälle gut gebunden, 2006; Novak D., Novak R. 2004; Novak D., Novak R. 2005; Novak R., Schneider W., Lang E. 2005,) is beszámoltunk.

E cikk kizárólagos célja a Slagstar® cementtel és normalcementtel készített próbatetek összehasonlítása a kémiai ellenállás tulajdonságai alapján, valamint a biogáz- és derítőberendezésekre, ill. mezőgazdasági építményekre jellemző kémiai agresszió bemutatása.

## 2. KÉMIAI KORRÓZIÓ ELLENI TULAJDONSÁGOK

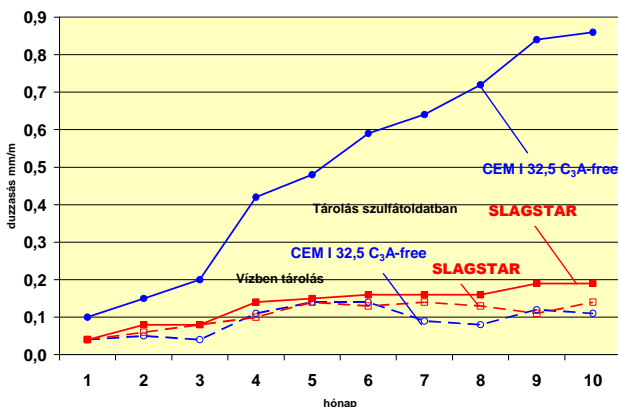
### 2.1. SZULFÁTELLENÁLLÁS

A Slagstar® szulfátellenálló képessége különböző eljárások szerint - mint pl. EN 196-X, Koch-Steinegger, ill. Wittekind - lett megvizsgálva. Az 1. ábrán Slagstar® próbatest és olyan hagyományos cementek próbatestjeinek összehasonlítása látható, amelyeket 5 éven át tároltak szulfátoldatban (16000 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l). A Slagstar® próbatesten semmilyen sérülés sem látható, miközben a többi próbatesten - pl. 45 %-os kohósalak-tartalommal rendelkező cementnél (CEM III/A), sőt még a szulfátálló cementnél is (CEM I 32,5 C<sub>3</sub>A-mentes) - jelentős repedések és roncsolódások vehetők észre.



1. ábra: Slagstar® és 3 másik cementfajta összehasonlítása 5 éves szulfátoldatos tárolás után (fentről lefelé: CEM II/A 15% kohósalak-tartalommal, CEM III/A 45% kohósalak-tartalommal, CEM I 32,5 C<sub>3</sub>A-mentes és Slagstar®)

Az EN 196-X (v/c=0,60) vizsgálati előírással végzett további kísérlet eredménye alapján a Slagstar® próbatest 10 hónappal később is csak 0,2 mm/m duzzadást mutatott, függetlenül attól, hogy vízben vagy szulfátoldatban tárolták. Ez az érték egyötöde a nagyfokú szulfátálló, C<sub>3</sub>A-mentes CEM I cementből készült próbatestek duzzadási értékének (2. ábra), amelyek az ettringit-képződés következtében egy év alatt 0,87 mm/m értékű duzzadást mutatnak.



2. ábra: 40 x 40 x 160 mm próbatestek duzzadása szulfátoldatban és vízben (EN 196-X, v/c =0,60)

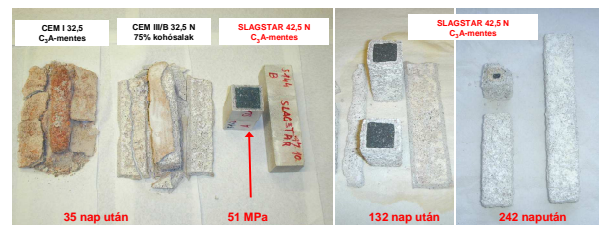
## 2.2. SAVELLENÁLLÁS

Számos vizsgálat bizonyítja, hogy a Slagstar® próbatest savval szemben lényegesen ellenállóbb a hagyományos cementfajtáknál. Az alábbi savellenállási vizsgálathoz CEM I 32,5 C<sub>3</sub>A-mentes szulfátellenálló cementtel, CEM III/B 32,5 N kohósalak cementtel és Slagstar® cementtel készített

próbatetek (40x40x160 mm v/c=0,38) a kizsaluzás után 28 napon át 20°C hőfokos vízben, majd ezt követően pH = 3,5-4 erősségű ecetsavoldatban lettek tárolva. A 28 nap utáni nyomószilárdság, ill. a 35, 132 és 242 napos ecetsavas tárolás által bekövetkezett roncsolódás eredménye az 1.táblázatban és a 3. ábrán látható.

Nyomószilárdság MPa-ban	CEM I 32,5 C <sub>3</sub> A-mentes	CEM III/B 32,5 N	Slagstar® 42,5 N C <sub>3</sub> A-mentes
Vízben tárolás 28 nap után	72,8	95,2	106,0
Ecetsavas tárolás 35 nap után	szétmállott	szétmállott	51,0
132 nap után	szétmállott	szétmállott	18,0
242 nap után	szétmállott	szétmállott	szétmállott

1.táblázat: Próbatetek nyomószilárdsága 28 nap vízben tárolás és 35, 132 ill. 242 napig tartó ecetsavban történő tárolás esetén



3. ábra: Próbatetek 35 nap után és Slagstar® vizsgálati minták 132 és 242 napos ecetsavas tárolás után

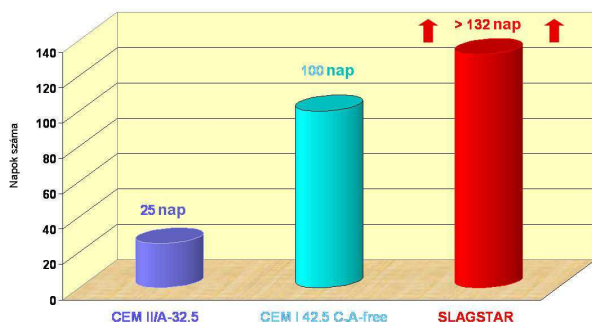
A CEM I 32,5 C<sub>3</sub>A-mentes és CEM III/B 32,5 N cementtel készített vizsgálati minták már 35 nap után szétestek. Ezzel szemben a Slagstar® próbatest még mindig 51 MPa nyomószilárdságot mutatott. A nagy tömörségnek köszönhetően még 242 nap után is látható volt a Slagstar® - próbatest belsejének egy része, amelyet nem támadott meg a savas közeg. Ez azt jelenti, hogy a Slagstar® próbatest hatszor-hétszer lassabban roncsolódik, mint a normál cementekkel készült próbatestek.

A hagyományos cementek és a Slagstar® kémiai összetételéből adódóan a kémiai ellenállóképességük közötti lényeges különbség elméleti magyarázattal is könnyen alátámasztható: a kémiai agresszivitás során ugyanis elsősorban a cement hidratációja alatt keletkezett kalcium-hidroxid (Ca(OH)<sub>2</sub>) feloldódik. Mint ismeretes, a szulfátellenálló cement (CEM I C<sub>3</sub>A-mentes) és a normál portland cement hidratációja során 24 % Ca(OH)<sub>2</sub> keletkezik. A CEM III/A és a CEM III/B cement esetén a kohósalak-tartalomnak köszönhetően ez a százalékos érték kevesebb, bár még így is 6 % és 12% között mozog. Ezzel szemben a Slagstar® cement hidratációja során keletkező Ca(OH)<sub>2</sub> legfeljebb 1%.

Az elméleti magyarázat és a vizsgálatok eredményei is bizonyítják, hogy agresszív kémiai hatásokkal szemben - mint ahogy ez a derítő- és biogáz-berendezéseknél fennáll - a Slagstar® alkalmazása lényegesen nagyobb ellenállást biztosít.

### 2.3. KLORIDBEHATOLÁS

A kloridbehatalást a potenciosztatikus módszerrel vizsgálták. A CEM II/A-L 32,5 cement esetén 25 nap után, a CEM I 42,5 C<sub>3</sub>A-mentes cementnél 100 nap után érték el a kloridionok az elektródot. Ezzel szemben a Slagstarnál még 132 nap után sem hatoltak be a kloridionok az elektródig (4.ábra).



4. ábra: Kloridbehatalás a potenciosztatikus vizsgálat alapján

A bemutatott kloridbehatalás enyhe mértékét, valamint a betonépítmény általános tartósságát döntően a felhasznált beton tömörsége határozza meg. A beton tömörsége lényegében a diffúziós állandóval függ össze. A következő táblázatban (2.táblázat) megadott cementfajták összehasonlításából kiderül, hogy a kohósalak-tartalom növekedésével a diffúziós állandó értéke jelentősen csökken.

Cementfajta	Diffúziós állandó %-ban
portland cement	100
cement 40% kohósalak-tartalommal	25
cement 60% kohósalak-tartalommal	5
cement 80% kohósalak-tartalommal	1

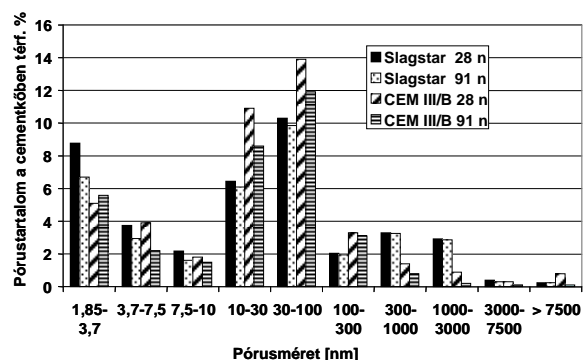
2.táblázat: Relatív klorid-diffúziós állandók a kohósalak-tartalom függvényében

### 2.4. PÓRUSSTRUKTÚRA

Általános tény, hogy a magasabb kohósalak-tartalommal rendelkező cementeknél - mint például a Slagstar® cement esetében is - a portlandcement-betonnal összehasonlítva, lényegesen tömörebb betonszerkezet jön létre. Ezt közvetlenül meg lehet vizsgálni a cementkő pórusstrukturájának a meghatározásával.

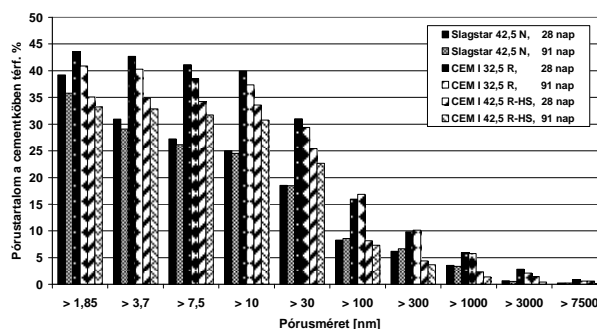
Az FEhS Építőanyag-kutató Intézet (Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken Institut für Baustoff-Forschung, Duisburg) összehasonlító vizsgálatot végzett Slagstar®, CEM III/B 32,5-NW/HS/NA, CEM I 32,5 R és CEM I 42,5 R-HS típusú cementekkel. A vizsgált próbatestek az EN 196-1 szabványnak megfelelően azonos körülmények között készültek. A vizsgálatot Carlo-Erba típusú higanyos poroziméterrel végezték el 28 és 91 napos próbatesteken. Az 5. ábra a Slagstar® és a CEM III/B 32,5-NW/HS/NA cementkő-tartalmára vonatkozó pórusméret-eloszlások összehasonlítását mutatja. Nem kétséges, hogy a kohósalakban gazdag betont nagyobb tömörség jellemzi, amellyel számos olyan tulajdonság is összefügg, mint a fokozott szulfátellenállás, a kémiai ellenállás és a már említett intenzív kloriddiffúzióval szembeni ellenállás. A

kapilláris porozitás mértéke a Slagstar® cementkőben a CEM III/B cement már amúgy is rendkívül alacsony értékénél még alacsonyabb.



5. ábra: Slagstar® és CEM III/B 32,5-NW/HS/NA cementkő póruseloszlásának összehasonlítása (v/c=0,5)

A 6. ábra két portland cement (CEM I 32,5 R és CEM I 42,5 R-HS) és egy Slagstar® összegzett pórusméret-eloszlását mutatja be, aminek alapján a Slagstar® 42,5 N kapilláris porozitása lényegesen alacsonyabb, mint a CEM I 32,5 R és a CEM I 32,5 R-HS értékei.



6. ábra: Slagstar®, CEM I 32,5 R és CEM I 42,5 R-HS cementkővek összegzett pórusméret-eloszlása (v/c=0,5)

### 3. ALKALMAZÁS

A Slagstar® alkalmazása a cikkben bemutatott tulajdonságai alapján elsősorban az alábbi betontechnológiai területeken ajánlatos:

- agresszív környezetben, pl. derítőberendezések, szennyvízcsatornák, biogázberendezések, mezőgazdasági épületek és berendezések, alapozások agresszív talajon, talaj- és felszíni vizekben, tengervízi berendezések
- kis hőfejlesztésű tömegbeton, pl. alapok, vízzáró építmények és olyan épületelemek, amelyeknél különösen fontos szempont a repedésmentesség, valamint magas cementtartalmú betonoknál, mint az öntömörödő és nagy teljesítőképességű beton
- alkáli reakcióra érzékeny kavicssal készült beton
- taumazit-képződés megelőzéséhez
- kivirágzásmentes beton

- tükörcsón

Az alábbiakban olyan alkalmazási területeket mutatunk be, amelyeket a Slagstar® nagyfokú kémiai ellenállása miatt létesítettek.

### 3.1. DERÍTŐBERENDEZÉSEK

Az ausztriai Középső Pinka-völgyi és Ciken-völgyi Szennyvízügyi Szövetség (Abwasserband Mittleres Pinka- und Zickental) 2001-2002. évben létesítette a Burgenland Tartomány Kormányzati Hivatalának központi felügyelete alatt az oberwarti derítőt két szétválasztó medencével, két élénkítő medencével és egy utótisztító medencével (7. ábra), amelynek építésére az elosztó épülettel, az elvezető aknával és a szennyvíz csigaszivattyújával együtt összesen 2500 m<sup>3</sup> betont használtak fel.



7. ábra: Oberwarti derítő – háttérben a Slagstar® betonból épült új részzel

Az eredeti tervben szereplő CEM III/A cement helyett az építető a Slagstar® speciális cementet választotta. Az elvárt műszaki előnyök mellett - alacsony hidratációhőfejlődés és nagyfokú kémiai ellenálló képesség - az alacsony CO<sub>2</sub> kibocsátású cement felhasználásával elérhető környezetvédelmi szempontok is döntő szerepet játszottak.

A 360 kg/m<sup>3</sup> (alap) és 390 kg/m<sup>3</sup> (falazat), 0,45 v/c tényezővel és 0,4% folyósító-adalékszerrel készült beton jól megmunkálható anyagnak bizonyult és csak enyhe ülepedési hajlandóságot mutatott, továbbá lehetővé tette az egyenletes elosztást. Légbuborékképző hozzáadására nem volt szükség, mivel a CEN/TC 51 N 772 szerint elvégzett fagyállósági vizsgálat (belső károsodás) alapján, valamint a pr ENV 12390-9 szerinti felületi roncsolódás alapján (ún. kockateszt 350 kg/m<sup>3</sup> kötőanyaggal) légbuborékok nélkül is megfelelt a fagyállóság követelményének.

Egy várhatóan rendkívül agresszív kémiai támadásnak kitett ipari derítőberendezés és öt további kommunális derítő építése során a fenti receptek szerint betonoztak az építető nagy megelégedettségére.

### 3.2. BIOGÁZ-BERENDEZÉSEK

A biogáz-berendezéseknél alkalmazott beton elsősorban az erjesztő gázterében van agresszív savhatásnak kitéve (2.2 fejezet). Az erjesztési

folyamat során keletkezett szerves és szervetlen savak kioldják a cementkő kalciumhidroxid tartalmát. A hagyományos cementbetonnal ellentétben a Slagstar® beton lényegesen ellenállóbb savval szemben, mivel a Slagstar® a savellenállásról szóló fejezetben foglaltaknak megfelelően csekély kalcium-hidroxid mennyiséget tartalmaz, és így többszörösen is ellenáll a savtámadásnak. Ausztriában 2008-ig már 14 biogáz-berendezés épült Slagstar®-al (8. ábra).



8. ábra: Biogázberendezés a burgenlandi Pöttelsdorfbán

Az erjesztési nyersanyag tárolására használt lapos silók (9. ábra) és a mezőgazdasági üzemekben használt takarmánysilók szintén erősen agresszív közeg hatásának vannak kitéve. Elsősorban a falazat felső részén, ahol a savveszély mellett fagyveszély is fennáll, nagyobb kötőanyagtartalmú és alacsony víz/cement tényezőjű Slagstar-beton beépítése ajánlott.



9. ábra: Lapos siló az alsó-ausztriai Markt Piestingben nagyszilárdságú betonból készült falazattal

Az erős agresszivitás miatt az alábbi (3. táblázat) receptúrákat javasoljuk biogáz-berendezések és lapos silók építésénél.

Építési elem	Cement-tartalom	v/c-érték
Alaplemez tárolókhoz és lapos silókhöz Tároló fala a gáztérig	370 kg/m <sup>3</sup>	< 0,45
Tároló fala és mennyezete a gáztérben Lapos siló falazata	420 kg/m <sup>3</sup>	< 0,40

3.táblázat. ábra: Slagstar<sup>®</sup> beton receptúrák biogáz-berendezések és lapos silók részére

A Slagstar<sup>®</sup> betonok esetén nagy kohósalak-tartalmuk miatt nem javasolt a légpórusképzők hozzáadása. A felület korai kiszáradásának megelőzése érdekében a Slagstar<sup>®</sup> beton lassabb megkötése miatt megfelelő párolgásvédelemet igényel. Ezt a nagy záródási együtthatóval rendelkező utókezelő anyagot vízszintes betonfelületeknél közvetlenül a beton felhordása után, függőleges betonfelületeknél pedig az épületrész kiszáradását követően kell felvinni.

#### 4. ÖKOLÓGIAI SZEMPONTOK

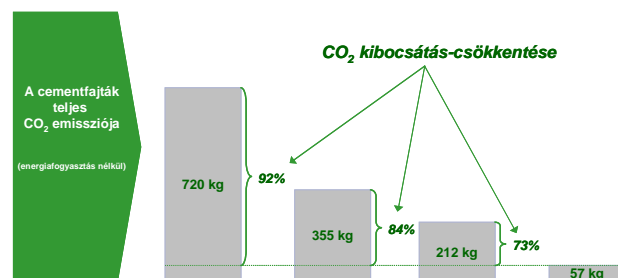
A Slagstar<sup>®</sup> olyan speciális cement, amelynek előállítása csak őrlési eljárást igényel. Az égetési folyamat kiiktatásával a CO<sub>2</sub> emisszió és az energiaszükséglet is jelentősen alacsonyabb mint az egyéb cementeknél.

A speciális Slagstar<sup>®</sup> cement 78-85% kohósalakból, gipszből és kiegészítő anyagokból áll. Összetétele és az ebből származó gyártási eljárás alapozza meg a Slagstar<sup>®</sup> óriási ökológiai előnyét, amely a hagyományos cementektől megkülönbözteti. Ennek köszönhetően az előállítás során teljesen kiiktatható a kalcinálás folyamata, mert az előállításához klinker helyett a vaskohászat mellékterméke a hidraulikus tulajdonságú kohósalak lesz felhasználva, ami által egy megfelelő őrleberendezés is elegendő a gyártásához. Ezáltal nemcsak a mészke kalcinálásából származó, nyersanyagtól függő CO<sub>2</sub> kibocsátás csökken, hanem az energiaköltségek is jelentősen csökkennek, mert a cementklinker égetésére nincs szükség. Egyedül a kohósalak szárítása, valamint az őrlési folyamat igényel energiát, ami egy minimális CO<sub>2</sub> emisszióval jár.

A 10. ábra a CEM I, CEM III/A, CEM III/B és Slagstar<sup>®</sup> cementfajták CO<sub>2</sub> emissziós értékeinek összehasonlítását mutatja. A klinker-tartalom függvényében a 90% klinker-tartalmú CEM I cement tonnánként 720 kg CO<sub>2</sub> emissziót okoz, a 40% klinker-tartalmú CEM III/A 355 kg, a 20% klinker-tartalmú CEM III/B pedig 212 kg, a Slagstar<sup>®</sup> ezzel szemben csupán 57 kg-ot bocsajt ki. Ezáltal a Slagstar előállításánál a CO<sub>2</sub> emisszió 73-92%-al alacsonyabb mint a hagyományos cementeknél.

CEMENT-fajta	CEM I	CEM III/A (50% kohósalak)	CEM III/B (75% kohósalak)	SLAGSTAR C <sub>3</sub> A-mentes
CEMENT KLINKER-TARTALMA %BAN	90%	40%	20%	0%

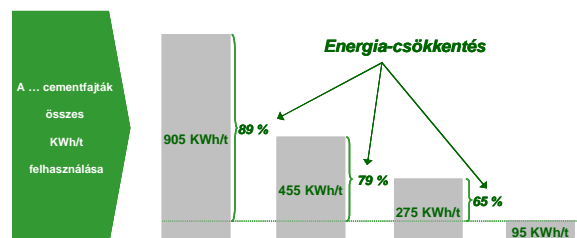
Átszámítási képlet: 1 tonna klinker = 0,8 t CO<sub>2</sub> emisszió, 1 t kohósalak = 0,07 t CO<sub>2</sub> emisszió a kohósalak szárításából



10. ábra: Egy tonna cement előállításánál keletkező CO<sub>2</sub> emisszió

Az egy tonna késztermékre eső energiafogyasztásra vonatkozóan is jelentős megtakarítási potenciált rejt magában a Slagstar<sup>®</sup> (11. ábra). A kalorikus és az elektromos energiafogyasztást összegezve, egy tonna CEM I cement 905 KWh, a 40% klinker-tartalmú CEM III/A cement 455 KWh, a CEM III/B 275 KWh és a Slagstar<sup>®</sup> 95 KWh energiát igényel. Mindez 65 – 89 %-os energia-megtakarítást jelent.

CEMENT-fajta	CEM I	CEM III/A (50% kohósalak)	CEM III/B (75% kohósalak)	SLAGSTAR C <sub>3</sub> A-mentes
KLINKER-TARTALOM %	90%	40%	20%	0%
kalorikus energia KWh/t	810	360	180	0
elektromos energia KWh/t	95	95	95	95
ÖSSZES KWh/t	905	455	275	95



\*Az egyszerűség kedvéért 95 KWh/t átlagos elektromos energiafogyasztással számoltunk. A cementkészítés elektromos energiaszükségletét a nyersanyag előkészítése, a klinkertermelés (fűtő, stb.) és a cementőrés adja. Ez átlagban legalább 95 KWh/t mennyiségű igényt jelent. A Slagstar cement gyártásának elektromos energiaszükséglete egyedül az őrlési folyamatból adódik. A szemcsézett kohósalak nehéz őrölhetősége miatt az energiaigény kerekén 95 KWh/t.

11. ábra: Energiafogyasztás összehasonlítása (KWh/t)

További lényeges előnye a Slagstar<sup>®</sup> betonnak a nagy tömörsége és erős kémiai ellenállásának következtében fennálló jelentősen hosszabb élettartama. Ennek következtében csökkennek a karbantartási költségek és meghosszabbodik az újraelőállítási ciklusoknak az időtartama.

Ökológiai előnyeinek köszönhetően a Slagstar<sup>®</sup> nemzetközi cementdíjat nyert a 2006 márciusában Londonban megrendezett európai cementkonferencián a CO<sub>2</sub>- emisszió csökkentéséért.

#### 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ausztriai Wopfinger Baustoffindustrie cég által kifejlesztett új speciális cement, a Slagstar<sup>®</sup> kémiai és ásványos összetételének köszönhetően különösen a kémiai ellenállóképesség szempontjából nagy előnnyel

rendelkezik a hagyományos cementekkel szemben.

Legelőnyösebb tulajdonsága közé tartozik a jelentős szulfát- és savellenállás, a rendkívül alacsony hidratációshőfejlődés és magas végszilárdság. Ezért a Slagstar® használata elsősorban olyan épületelemek esetén javasolt, amelyek erős szulfát- és savhatásnak vannak kitéve, továbbá olyan tömör vízzáró épületelem esetén ajánlott, ahol az alacsony hőfejlődés fontos szerepet játszik.

Az építésfelügyeleti engedélyezés és az Európai Műszaki Engedélyezés (ETA) kiadása óta a Slagstar® cement már számos épület felépítésénél, ill. épületelem kialakításánál lett alkalmazva Ausztriában.

Nagyobb építkezések közé tartoznak kommunális és ipari derítők, biogáz-berendezések, mezőgazdasági építmények és masszív alapzatok.

A Slagstar® beton valamennyi esetben kifogástalan bedolgozhatóságáról is tanúbizonyságot tett., hogy szétüledési és kivérzési hajlama kismértékű, nagy a végszilárdsága, nagy a tömörsége, valamint egyenletes és világos felületet képez.

Mindezen előnyökön túlmenően a Slagstar alkalmazásával jelentősen csökkenthető a cementipar CO<sub>2</sub> emissziója és energiafelhasználása, ami - figyelembe véve a mai klímaváltozást - környezetvédelmi szempontból nagyon fontos.

## 6. HIVATKOZÁSOK

CEN/TC 51 N 772:203: Testing the freeze-thaw resistance of concrete - internal structural damage  
Europäische Technische Zulassung ETA 05/0015 (2005)

Gefährliche Abfälle gut gebunden, Österreichische Bauwirtschaft 1-2 2006, pp. 26.

Novak D., Novak R. (2004) „ Practical Experience with a new type of supersulfated cement”, CEMENT INTERNATIONAL (2004) No. 6, pp. 116-125

Novak D., Novak R. (2005): „ „Superstar”- 10 arguments for the use of the new supersulfated cement, Slagstar®”. WORLD CEMENT (2005) june, pp. 45-51

Novak R., Schneider W. Lang, E. (2005)” Neue Erkenntnisse zum Spezialzement Slagstar® ZEMENT KALK GIPS (2005) No.12, pp. 70-78

pr ENV 12390-9: Testing Hardened Concrete – Part 9: Freeze-thaw resistance-scaling

**Titel: SLAGSTAR® 42,5 N WITHOUT C<sub>3</sub>A - A NEW SPECIAL CEMENT AGAINST AGGRESSIVE CHEMICAL ATTACK**

### Summary

The chemical composition of the new Slagstar super-sulphate cement developed by Wopfinger Baustoffindustrie offers enormous advantages over conventional cements, particularly in terms of chemical resistance.

The main advantages are its high resistance to sulphate and acid attack, very low hydration heat, high final strength. Slagstar is therefore the obvious choice, particularly for elements which are exposed to chemical attack from sulphates, acids as well as for solid elements where a low heat of hydration is of major importance.

Since receiving approval from the construction supervision authorities and the European Technical Approval (ETA), Slagstar has been used in Austria for many structures and components.

The larger structures include sewage treatment plants for domestic and industrial sewage, biogas plants, agricultural projects and massive foundation slabs.

Slagstar concrete shows good workability, no sedimentation and bleeding, high end compressive strength, high density and a smooth bright surface.

Finally, using Slagstar contributes significantly towards reducing CO<sub>2</sub> emissions and saving energy – a consideration not to be neglected, particularly with today's awareness of climate change.

**Novák Dénes** (1940) okl. vegyészmérnök felelős a Slagstar cement license nemzetközi eladásáért. Mérnöki diplomáját a Veszprémi Vegyipari Egyetemen szerezte. Az egyetemi évek után tevékenységét a cementiparban kezdte, amihez a mai napig is hű maradt. 1979 től 2002-ig vezette a "Wopfinger Baustoffindustrie" cementgyárát, és ez alatt az idő alatt kísérletezte ki feleségével az újfajta Slagstar cementet.

**Novák Edith** (1941) okl. vegyészmérnök. 1964 – ben végezte el a Veszprémi Vegyipari Egyetemet. Az ő tevékenysége is a cementiparban kezdődött. 1979-től a nyugdíjba meneteléig a „Wopfinger Baustoffindustrie” cementlaborját vezette, mialatt férjével együtt kikísérletezte az új Slagstar-cementet.