

Üveghab adalékos beton épületszerkezeti alkalmazása

TDK 2018

Bodnár Benedek, Kasza Mária Ilona

Konzulens: Dr. Dobszay Gergely PhD, Heincz Dániel és Dr. Bakonyi Dániel PhD, Épületszerkezettani
Tanszék

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk kifejezni legnagyobb elismerésünket és hálánkat mindazoknak, akik elősegítették és lehetővé tették TDK dolgozatunk létrejöttét.

Először is Dr. Dobszay Gergely PhD és Heincz Dániel témavezetőinknek köszönjük meg munkájukat, akik témaajánlásukkal, tudásukkal, tapasztalataikkal segítettek munkánkat, és közös gondolkodással a kezdetektől motiváltak, mely előre vitte kutatásunk eredményességét.

Dr. Bakonyi Dánielnek szeretnénk megköszönni a segítségét és iránymutatását, mely nagy mértékben hozzájárult szimulációs kísérletünk létrejöttéhez.

Továbbá szeretnénk megköszönni a gyártó cégek képviselőinek, akik válaszoltak megkereséseinkre és a tőlük kapott anyagokon keresztül több információhoz juthattunk, mely kiegészítette kutatási anyagunkat.

Köszönjük Juhász Károly Péternek a szilárdságtannal és anyagismerettel kapcsolatos konzultációt és Pálóczi Tibornak a szimulációs modell elkészítéséhez adott tanácsait.

Bodnár Benedek, Kasza Mária Ilona

Budapest, 2018. október 25.

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	5
1.1	MOTIVÁCIÓ	5
1.2	KIINDULÓ KÉRDÉSEK	5
1.3	HIPOTÉZISEK	6
2	ANYAG BEMUTATÁSA ÉS A SZERKEZET	7
2.1	LÁTSZÓ BETON	7
2.2	KÖNNYŰBETONOK	7
2.3	ÜVEGHAB	8
2.4	SZERKEZET	8
3	KUTATÁSOK ÉS MEGÉPÜLT PÉLDÁK	9
3.1	TUDOMÁNYOS KÖRNYEZET	9
3.1.1	<i>Szilárdság</i>	9
3.1.2	<i>Alkálifém-szilikát reakció</i>	12
3.1.3	<i>Alakváltozás</i>	13
3.1.4	<i>Épületfizikai kutatások</i>	14
3.2	GYÁRTÓK ÉS FEJLESZTŐK BEMUTATÁSA	14
3.2.1	<i>Misapor</i>	14
3.2.1.1	A cég	14
3.2.1.2	MISAPOR	15
3.2.1.3	Hőszigetelő beton	16
3.2.1.4	Megépült példák	18
3.2.2	<i>TECHNOlith</i>	20
3.2.2.1	A cég	20
3.2.2.2	TECHNOpor	20
3.2.2.3	TECHNOlith Dämmbeton	21
3.2.2.4	Megépült példák	22
3.2.3	<i>Energocell</i>	23
3.2.3.1	A cég	23
3.2.3.2	Energocell®	24
3.2.4	<i>Konklúzió</i>	24
4	KÍSÉRLETEK	25
4.1	HÓ TECHNIKAI TULAJDONSÁGOK SZIMULÁCIÓS KÍSÉRLETE	25
4.1.1	<i>Kísérlet menete</i>	25
4.1.2	<i>Kísérlet eredményei</i>	25
4.2	KAPILLÁRIS VÍZFELSZÍVÓDÁSI KÍSÉRLET	30
4.2.1	<i>Előkészítés</i>	30
4.2.1.1	Próbatest: üveghab kocka	30
4.2.1.2	Kísérleti eszközök	30
4.2.2	<i>Kísérlet menet</i>	30
4.2.3	<i>Konklúzió</i>	31
4.2.4	<i>Kiegészítő kísérlet</i>	31
5	ÖSSZEZÉS	33
5.1	AZ ELŐZETES KÉRDÉSEK ÉS A HIPOTÉZISEK ÚJRAÉRTÉKELÉSE	33
5.2	LEGFONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAINK, EREDMÉNYEINK	33
6	TOVÁBBI LEHETSÉGES KUTATÁSI IRÁNYOK	34
7	BIBLIOGRÁFIA	35
7.1	KAPCSOLÓDÓ Tudományos Közlemények:	35

7.2	SZABVÁNYOK (A TELJESSÉG IGÉNYE NÉLKÜL):	35
7.3	GYÁRTÓK ÉS SZERVEZETEK ADATAI:	35
7.4	ÁBRÁK HIVATKOZÁSAI:	35
8	FÜGGELÉKEK	36
1. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	TECHNOPOR TECHNIKAI ADATLAPJA [9]	36
2. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	TECHNOLITH DÄMMBETON TELJESÍTMÉNY NYILATKOZATA [9]	36
3. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	TECHNOLITH DÄMMBETON MŰSZAKI ENGEDÉLYE [9]	36
4. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	ENERGOCELL TELJESÍTMÉNY NYILATKOZATA [10]	36
5. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	ENERGOCELL NEMZETI MŰSZAKI ÉRTÉKELÉS [10]	36
6. SZÁMÚ FÜGGELÉK:	ENERGOCELL ÉMI-TÜV SÜD KFT. TANÚSÍTVÁNY [10]	36

1 BEVEZETÉS

1.1 Motiváció

Napjainkban a látszóbeton meghatározó szerepet tölt be a kortárs építészetben. Ha körbe nézünk kis hazánkban és a világban, észrevehetjük, hogy a drága családi házaknak és villáknak már nem a túlburjánzó épületelemek, ornamentikák az ismérvek. A nagyobb költségvetésű beruházásoknál, szinte mindig találkozhatunk igényes homogén, minimalista felületekkel, melyek egyik kedvelt anyaga a látszóbeton; ez a minőség egy új ismérve.

Manapság ennek az építészeti szándéknak megvalósítása gyakran akadályba ütközik a megnövekedett energetikai követelmények miatt. Ezt az akadályt leggyakrabban maghőszigeteléses látszóbeton szerkezettel igyekeznek feloldani, amely nem csak hogy elveszíti a nyersbeton szerkezet őszinteségét, hanem járulékos szerkezeti problémákat is felvet (pl.: külső-belső héj közötti hőmozgás-különbség). Jogosan merül föl tehát az a kérdés, hogy megfelelő hőszigetelő beton alapanyaggal lehetséges-e egyesíteni a homogén szerkezet egyszerűségét a látszóbeton építészeti hatásaival. Abban az esetben, ha magával a szerkezettel szeretnénk megoldani a hőszigetelést, akkor az a fal szélességének a növelésével jár, aminek gazdasági hátrányai jelentkeznek a minél nagyobb nettó alapterület elérésének szempontjából. Ugyanakkor egy többrétegű maghőszigeteléses szendvicsszerkezetű fal vastagsága már összemérhető egy homogén hőszigetelő fal várható méretével. Mindezek alapján, ha igazi látszóbetont szeretnénk, akkor jogosan fordul a figyelmünk új tervezési szempontok és új technológiák alkalmazása felé.

Dolgozatunkban megvizsgáljuk az üveghab adalékos látszóbeton szerkezetek lehetőségeit. Azt az ideális megoldást keressük, mellyel az összes követelményt kielégítjük, s közben egy őszinte homogén látszóbeton felületű falszerkezetet tervezünk. A nyugati országokban is megjelent már ez az igény és homogén látszóbeton házak épültek üveghab adalékanyaggal, ez azonban még nem érte el hazánkat.

Kutatásunkban körüljárjuk, hogy van-e létjogosultsága az üveghab adalékos homogén beton szerkezetnek, mind energetikai, mind épületszerkezettani szempontból, valamint lehet-e az üveghab granulátum megoldás a homogén látszóbeton házak tervezésére.

1.2 Kiinduló kérdések

Kiindulásként igyekeztünk minél több kérdést megfogalmazni a számunkra új anyagról és annak tulajdonságairól.

1. Létre lehet-e hozni ebből olyan szerkezetet, ami helyettesítheti a különböző tulajdonságú anyagokkal rendelkező, réteges szerkezeteket?
2. Mennyire tekinthető homogénnek, hogyan viselkedik az egyébként különböző részekből álló inhomogén fal?
3. Milyen határok között változtatható, az üveghab aránya és szemeloszlása technológiai szempontból?
4. Habüveg térfogataránya milyen irányba és milyen mértékig befolyásolja a szerkezet nyomószilárdságát és hőszigetelő képességét?
5. Az azonos térfogatarányú üveghab adalék esetén a granulátum szemeloszlása milyen mértékig képes megváltoztatni az anyag szilárdsági és hőtechnikai tulajdonságait?
6. Vannak-e az üveghab adaléknak egyéb hatásai a szerkezet tulajdonságaira?

7. Létezik-e egy olyan kompromisszumos keverési arány, amelyben a fal tartószerkezetileg, hő technikailag megfelelő és reálisan megvalósítható is egyszerre?
8. Megfogalmazhatók-e ajánlások az optimális üveghab adalékos keverékre, technológiára?
9. Minden esetben szükséges-e vasalással erősíteni a szerkezetet?
10. Milyen hatással van a vasalás a hőtechnikai tulajdonságokra?
11. A vasbeton falszerkezethez hasonlóan vagy eltérő módon kell vasalni? Szükséges-e nyomott vasalás?
12. Biztosítja-e a kavicsbetonnal azonos értékű betonacél korrózióvédelmét a habüveg beton?
13. Szükséges-e változtatni a beton összetételén az üveghab granulátum miatt? Szükség van-e más adalékanyagokra?

1.3 Hipotézisek

Az általunk felállított hipotézisekben a kiinduló kérdéseinkre igyekeztünk feltevésekkel, eddigi tudásunk alapján válaszolni. Tekintve, hogy a dolgozat ezen szakaszában még nem rendelkezünk a kutatásokból kinyert és a gyártók gyakorlati tapasztalataiból szerzett információkkal, ismereteinkre támaszkodva próbáltuk megfogalmazni a sejtéseinket.

1. Igen, megfelelő szerkezeti vastagsággal és optimális habüveg adalék részarányal létrehozható a mai követelményeknek megfelelő, homogén, külső térelhatároló falszerkezet.
2. Az alapanyag inhomogenitása ellenére az ebből készült falszerkezet tartószerkezeti és épületfizikai szempontból homogén szerkezetként fog viselkedni.
3. Úgy gondoljuk, hogy az üveghab aránya széles határok között változtatható, melynek köszönhetően a szilárdsági és hőtechnikai paraméterek között mindig megtalálható egy adott optimum.
4. Úgy sejtjük, hogy a habüveg térfogataránya közel lineáris módon hat a szerkezet hőszigetelő képességére, de a nyomószilárdságot csak kisebb mértékben rontja.
5. Úgy gondoljuk, hogy a habüveg granulátum szemeloszlása nem lesz jelentős hatással a hőtechnikai és szilárdsági tulajdonságokra.
6. Erre a kérdésre csak a részletes szakirodalmi kutatás után tudunk válaszolni.
7. Igen, reményeink szerint, ha megfelelő arányban, több méretű granulátumból keverünk a cementpéphez, akkor a granulátumok úgy tudnak eloszlani a betonban, hogy a nagyobb szemcsék közt a kisebb szemcsék kitöltik a helyet és így a teljes keresztmetszeten szinte azonos tulajdonságokkal rendelkező szerkezetet kapunk. Ha a szerkezetben mindenhol vannak üveghab törmelékek, akkor a hőszigetelő képessége jó lesz az anyagnak. Ha a szerkezet elég vastag, akkor állékonyság szempontjából is jó kell legyen. Ezesetben nagy a szerkezet hőtároló képessége is, így pozitívan hat a hőtechnikai szempontokra is. Tehát úgy gondoljuk, hogy található optimális keverési arány az egyes szerkezeti feladatokra.
8. Ez a kutatásunk egyik fő célja.
9. Azt gondoljuk, hogy a tisztán nyomott szerkezetek és kellő falvastagság esetén készíthetők vasalatlan falszerkezetek, kivéve, ha a kutatás alapján olyan zsugorodási problémák merülnek fel, melyek miatt a vasalás feltétlenül szükséges. Természetesen a hajlított szerkezetek (egyenes áthidalók, földékek) esetén a húzott övet csak vasalással lehet biztosítani.
10. A vasalat rontani fogja a hőtechnikai tulajdonságát az anyagnak, ám lehet, hogy elenyésző, ahhoz képest, hogy az üveghab mennyit javít ezen.
11. Szerintünk ugyan úgy kell vasalni, mint az ismert vasbeton falakat, és a nyomott vasalás a falszerkezet vastagságának és a helyi koncentrált terheknek a függvénye.
12. Szerintünk biztosítja, de a szakirodalmi kutatás ettől eltérő eredményt adhat.

13. Alapvetően azt gondoljuk, hogy egy finomabb cementpép jobban illik hozzá, hogy az összedolgozást segítse, a habüveggranulátum közötti térfogatot jobban kitöltse.

2 ANYAG BEMUTATÁSA ÉS A SZERKEZET

2.1 Látszóbeton

Napjainkban egyre gyakrabban találkozhatunk látszó betonfelületekkel. Felmerül a kérdés, hogy mi is a látszóbeton? Hiszen, ha egy szerkezet betonból készül, de még nincs rajta burkolat, akkor az is látszik. Ha egy épület építése félbemarad és látszik a betonszerkezet, az is látszó beton?

Hivatalosan olyan burkolatlan betonfelületeket, amelyek magas minőségben, végleges felületképzéssel készülnek nevezzük látszóbetonnak. Általánosan a különféle technológiával betonból készült tárgyakat vagy épületszerkezetek különféle utómunkálatokkal tehetjük esztétikussá. Az építési technológiák fejlődése megteremtette a magas felületi minőségű, burkolatlan felületek létrehozását. Az új betontechnológiákkal légbuborékkizárt, tükörfényes, színes, csillámos, mosott, erodált és sok más igénynek megfelelő betonfelületeket tudunk készíteni. Ráadásul a látszóbeton termékek erős, időtálló burkolati anyagok, így szinte bárhol alkalmazhatóak.

Tekintettel arra, hogy a látszóbeton definíciója, alapanyagai, kivitelezés technológiája széles körben vizsgált és publikált témakör, mely nem csak tudományok közleményekben, hanem gyártói oldalakon hozzáférhető, ezért a dolgozatunkban ezzel nem kívánunk részletesebben foglalkozni. [6][7]

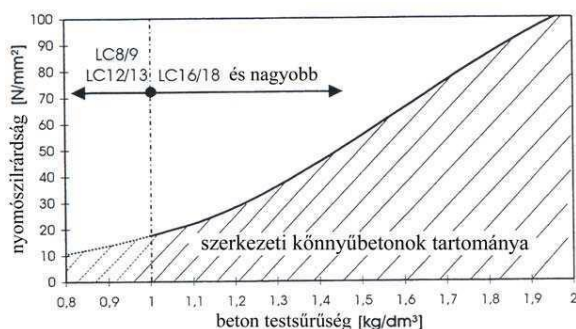


1. ábra Látszóbeton [12]

2.2 Könnyűbetonok

A könnyűbeton „2000 kg/m³-nél kisebb testsűrűségű beton a pórusképzés módszerétől függetlenül”, írja Nemes Rita [1] az értekezésében.

Az adalékanyagos könnyűbeton a „könnyűbeton egy típusa, amelynél az adalékanyag részben vagy teljes egészében nagy porozitású, a kvarckavicsnál ill. zúzottkőnél könnyebb adalékanyaggal készül, telített vagy túltelített cementkővázsal. A szakirodalom gyakran *könnyű adalékanyagos*



2. ábra A könnyűbeton szilárdságának változása a testsűrűség függvényében [Faust, 2000a] [1]

betonként is említi, illetve egyes szabványok (pl. EN 206-1) csak ezt tekintik könnyűbetonnak.” Illetve a szerkezeti (könnyű)beton az ”MSZ 4798-1 szerinti szilárdsági csoportokba besorolható nem nagyszilárdságú (<C 55/67 ill. LC 55/60) beton ill. könnyűbeton” – olvashatjuk Nemes R. kutatásaiban [1]

Kutatásaiban nem csak a könnyűbetonokkal általában, hanem kifejezetten az üveghab adalékos betonokkal is foglalkozik. Ennek eredményeit a következő fejezetben fogjuk alkalmazni.

2.3 Üveghab

A granulált üvegpors és adalékok (gázfejlesztő anyagok) kiégetésével keletkező cellás szerkezetű nagy porozitású szemcsék, gyártási eljárástól függően zárt vagy nyitott felülettel. A szakirodalom *duzzasztott üveg* vagy *üveg habkavics* néven is említi. [1]

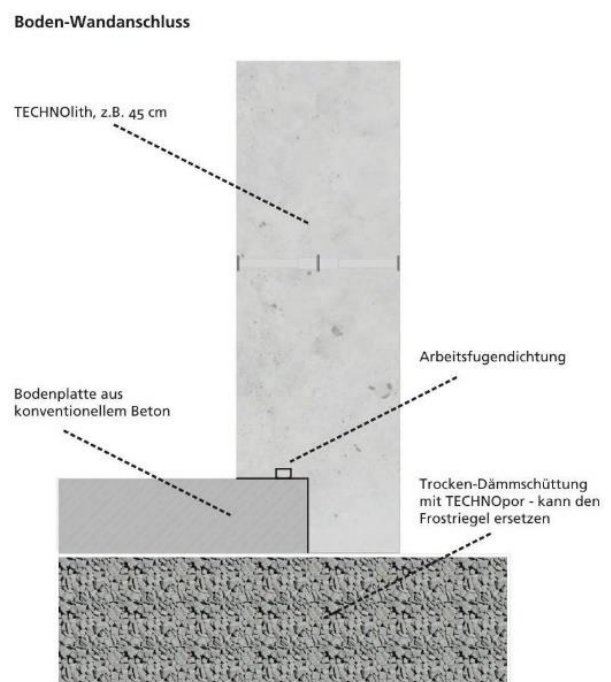
Legfontosabb tulajdonságai: szervesen anyag, időtálló anyag, amelyet hulladékból állítanak elő. Szilárdsági tulajdonságai széles körben vizsgáltak. [1][2]



3. ábra TECHNOPor glass-schaum termék [20]

2.4 Szerkezet

A habüveg granulátum adalékanyagos beton szerkezeteket a hagyományos monolit betonszerkezetekhez hasonlóan készítik, zsaluzat között, majd ha a beton eléri a megfelelő nyomószilárdságot, a zsaluzatot eltávolítják.



4. ábra Példa TECHNOlith beton falazat készítésére csőáttöréssel [13]

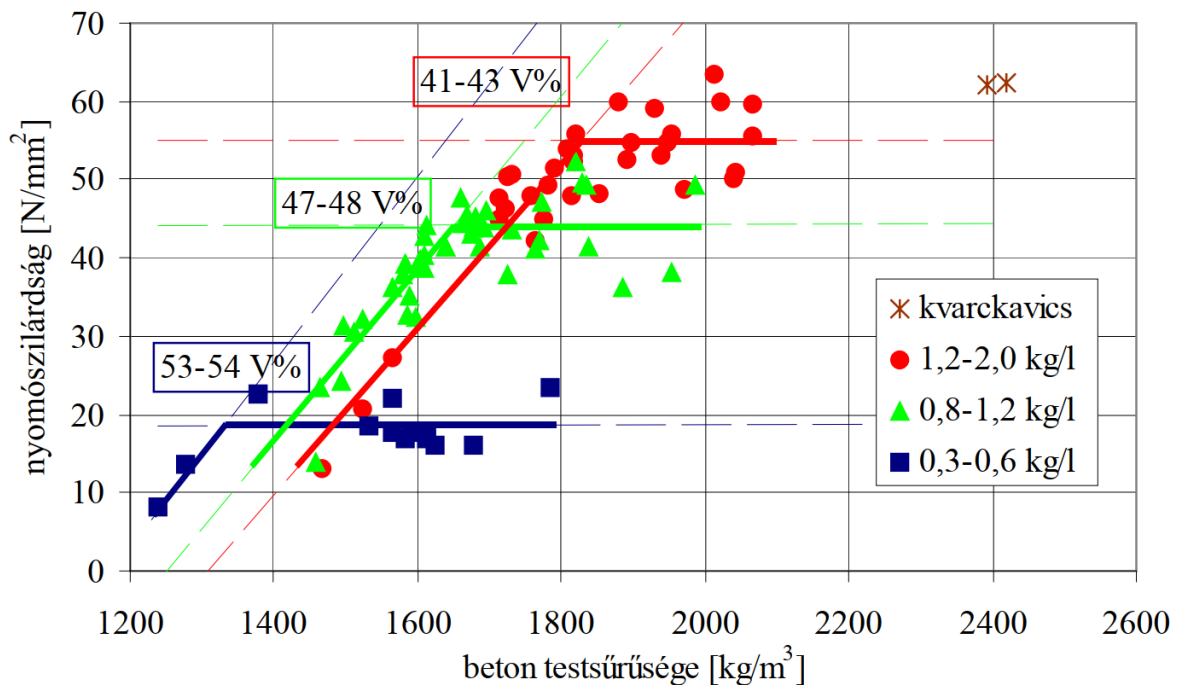
3 KUTATÁSOK ÉS MEGÉPÜLT PÉLDÁK

3.1 Tudományos környezet

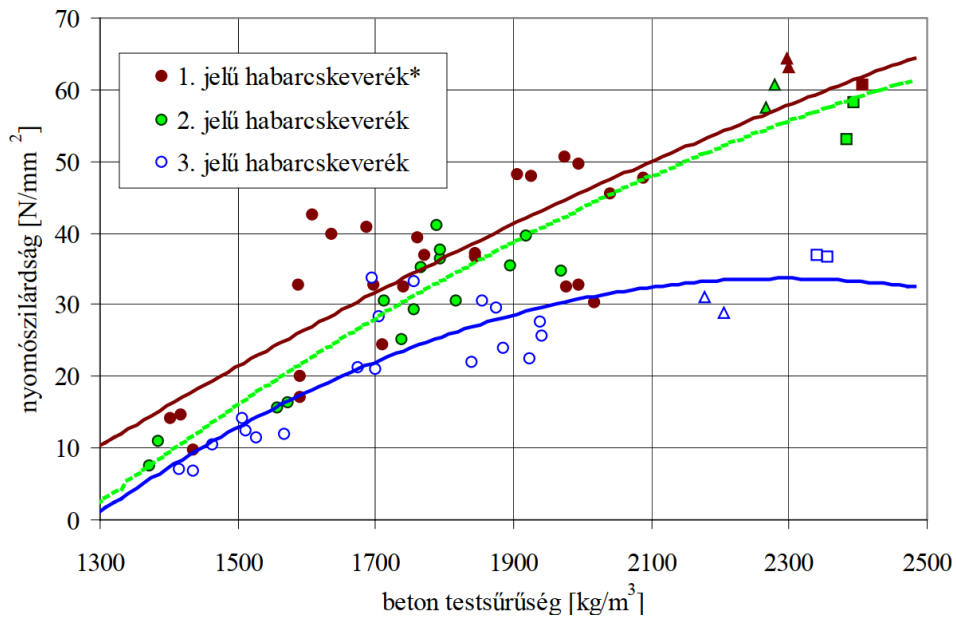
A habüveg granulátummal készített könnyűbeton már nagyjából 20 éve a piacon van, azonban a kutatások száma még nem jelentős. A könnyűbetonok témakörében már több kutatás is született, ám ezek mellett mindenképp szükség van az üveghab adalékos betonok külön vizsgálatára, mert bizonyos területeken eltérően viselkedhetnek. Az elérhető kutatások változó jelleggel alkalmaznak kis frakciójú adalékanyagot a homok részbeni helyettesítésére, így az eredmények az egyes vizsgálatoknál kissé eltérőek lehetnek. Dolgozatunkban a szilárdsági, alakváltozási és vegyi szempontok szerint csoportosítottuk a kutatások eredményeit. A betonnal kapcsolatosan felmerülő hátrányokra igyekeztünk megoldási javaslatokat is leírni.

3.1.1 Szilárdság

A hagyományos betonoktól eltérően a könnyűbetonok szilárdságát a cementkő határozza meg, míg az adalékanyag korlátozza azt. A habüveg adalékanyag nemcsak a testsűrűséget csökkenti, hanem a szerkezet nyomószilárdságát is. Kutatás [1] alapján kiderül, hogy ha a habüveg adalékanyag mennyiségét csökkentjük a szerkezetben - nagyobb szilárdsági érték elérése céljából -, az csak egy bizonyos értékig jár szilárdságnövekedéssel. Az adalék testsűrűségétől függően egy adott V%-nál a nyomószilárdság beáll egy konstans értékre, mely szilárdsági szempontból az adalék mennyiség optimumának tekinthető. Ez az optimum a habüveg granulátum testsűrűségével fordítottan arányos. Egy kellően nagy testsűrűségű habüveg adalékkal akár a kavicsbeton szilárdsága is elérhető, ám ilyenkor az optimális térfogatszázalék már csak 40 körül mozog.

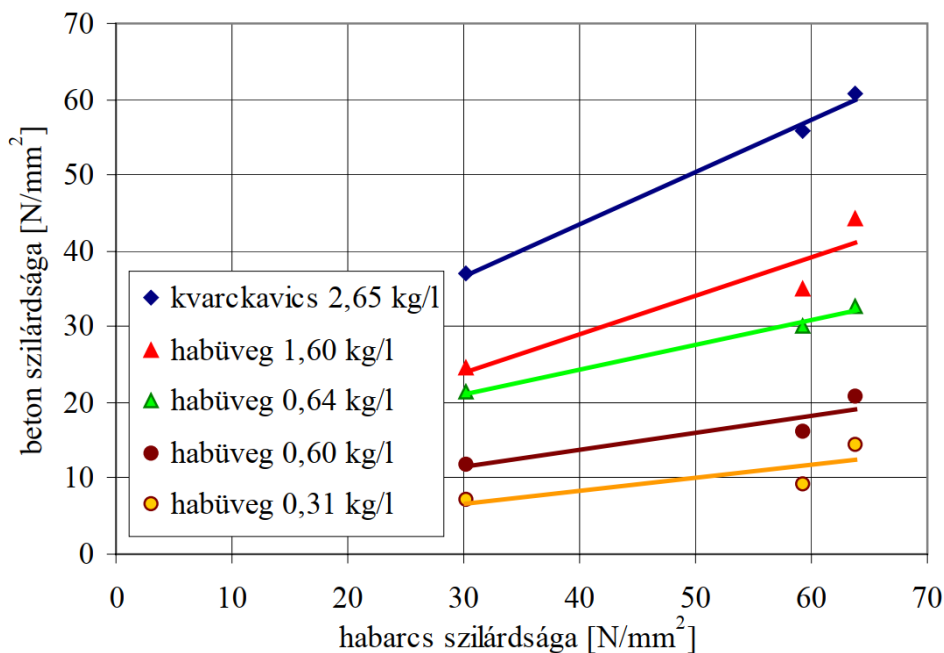


5. ábra A nyomószilárdság és a beton testsűrűség összefüggése különböző könnyű és kvarckavics adalékanyagok esetén Nemes Rita tanulmányából [1]



6. ábra A nyomószilárdság és a beton testsűrűség összefüggése különböző habarcsösszetételek esetén (\bullet közönséges beton, Δ etanol habarcs, \circ könnyűbeton) Nemes Rita tanulmányából [1]

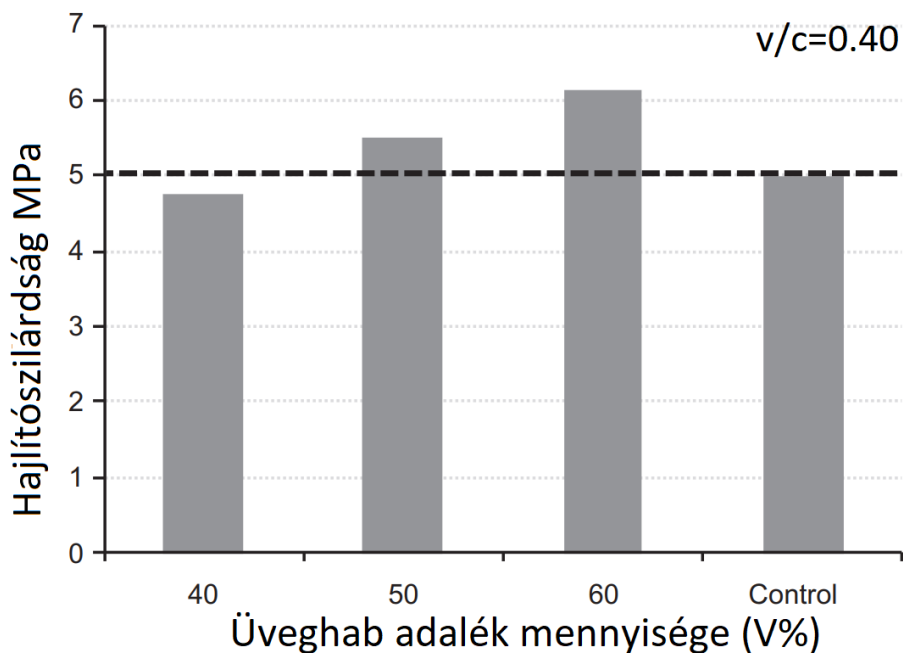
A habarcs minősége tehát jelentős mértékben befolyásolja a szerkezet nyomószilárdságát. A cementtartalom növelésével a szilárdság lineárisan nő. Kutatás [1] kimutatta, hogy ha a könnyűbeton szilárdsága egyenesen arányos mértékben növekedik a habarcsszilárdság növelésével. Ha tehát a habarcs nyomószilárdságát kétszeresére növeljük, a szerkezet nyomószilárdsága is megduplázódik azonos térfogat-százalékú adalékanyag mellett. Mindezek mellett azonban figyelniünk kell a beton víz-cement tényezőjére bedolgozhatósági kérdések miatt, főként, ha nyílt pórusú adalékkal dolgozunk. A megnövelt vízmennyiség negatív hatással van a nyomószilárdságra. Ezen ellentétes hatásokról látszik, hogy a kellő nyomószilárdság elérése egy optimumkeresés melyben a habarcs és az adalék minősége, illetve mennyisége a változók.



7. ábra A beton szilárdsága a habarcs szilárdságának függvényében különböző testsűrűségű habüveg adalékanyagos és kvarckavics-betonok esetén (47V%) Nemes Rita tanulmányából [1]

A szilárdulás folyamatában eltérés látható a hagyományos és a habüveg adalékos betonok között. Az porózus granulátum miatt a kezdeti szilárdság nagyobb, mint a hagyományos betonokban. Ez tovább növelhető, ha a homokot részben kis frakciójú üveggel helyettesítjük. Ez esetben az üveggel található szilikát- és alumínium-oxid reakcióba lép a cement kalcium-hidroxidjával, ami gyorsabb szilárdulást idéz elő. Hosszútávon azonban hagyományos homokkal hasonló eredmény érhető el.

A hajlítószilárdság tekintetében az üveggel granulátum kis mértékben befolyásoló tényező, azonban a porozitás és az adalék és cementkő közti erő kicsit mégis megnöveli a beton hajlítószilárdságát, valamint kedvező hatással van a repedések kialakulására is.

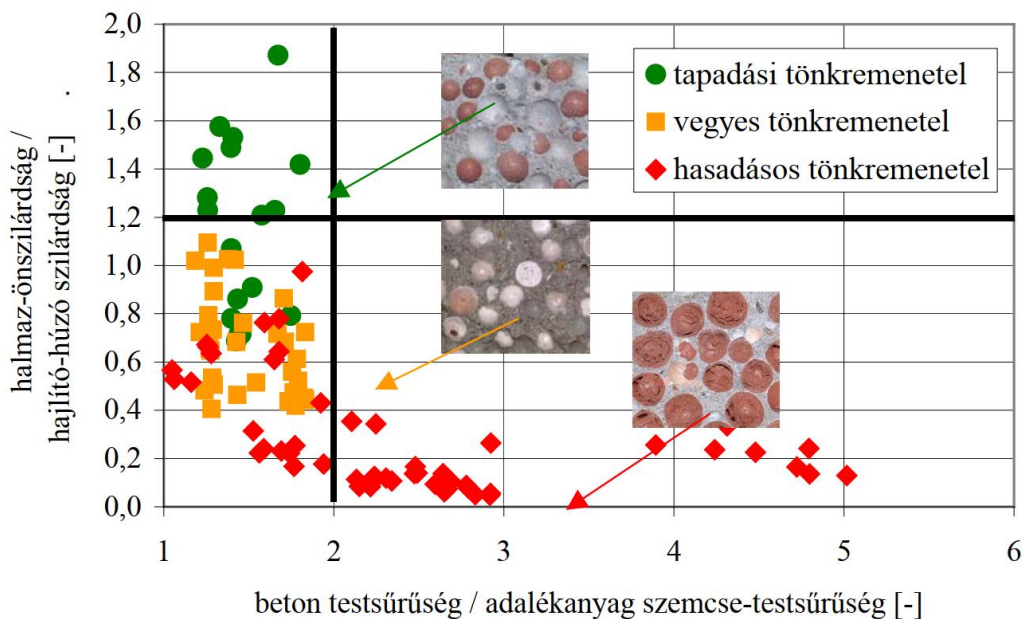


8. ábra 28 napos hajlítószilárdság és adalék mennyiségének összefüggése [2]

Az üveggel adalékos betonban kialakuló törési kép három dologtól függ: az adalékanyag szemcse hasító szilárdságától, a habarcs szilárdságától, valamint a szemcse és a cementkő összetartó erejétől. 3 törési kép alakulhat ki: a szemcsék elhasadnak kis szilárdságú adalék alkalmazása esetében; a szemcsék egészen kifordulnak, a szerkezet a habarcs szilárdsága miatt megy tönkre; vegyes tönkremenetel esetében a habarcs és az adalék szilárdsága hasonló. Nyitott pórusú szemcsék esetében mindig az első töréskép alakul ki, mert az adalék és a cementkő között rendkívül jó az összetartó erő.



9. ábra Törésképek: 1. elhasadt szemcsék, 2. vegyes, 3. kifordult szemcsék [1]



10. ábra A töréskép összefüggése a testsűrűségek és szilárdságok arányával habüveg adalékanyagok esetén [1]

A kutatások jelenlegi állása szerint megállapítható, az üveghab adalékos könnyűbeton nyomószilárdságának van egy felső határértéke, amihez rendelhető egy minimális adalékanyag mennyiség, így csak bizonyos mértékig érdemes csökkenteni az adalékanyag mennyiséget.

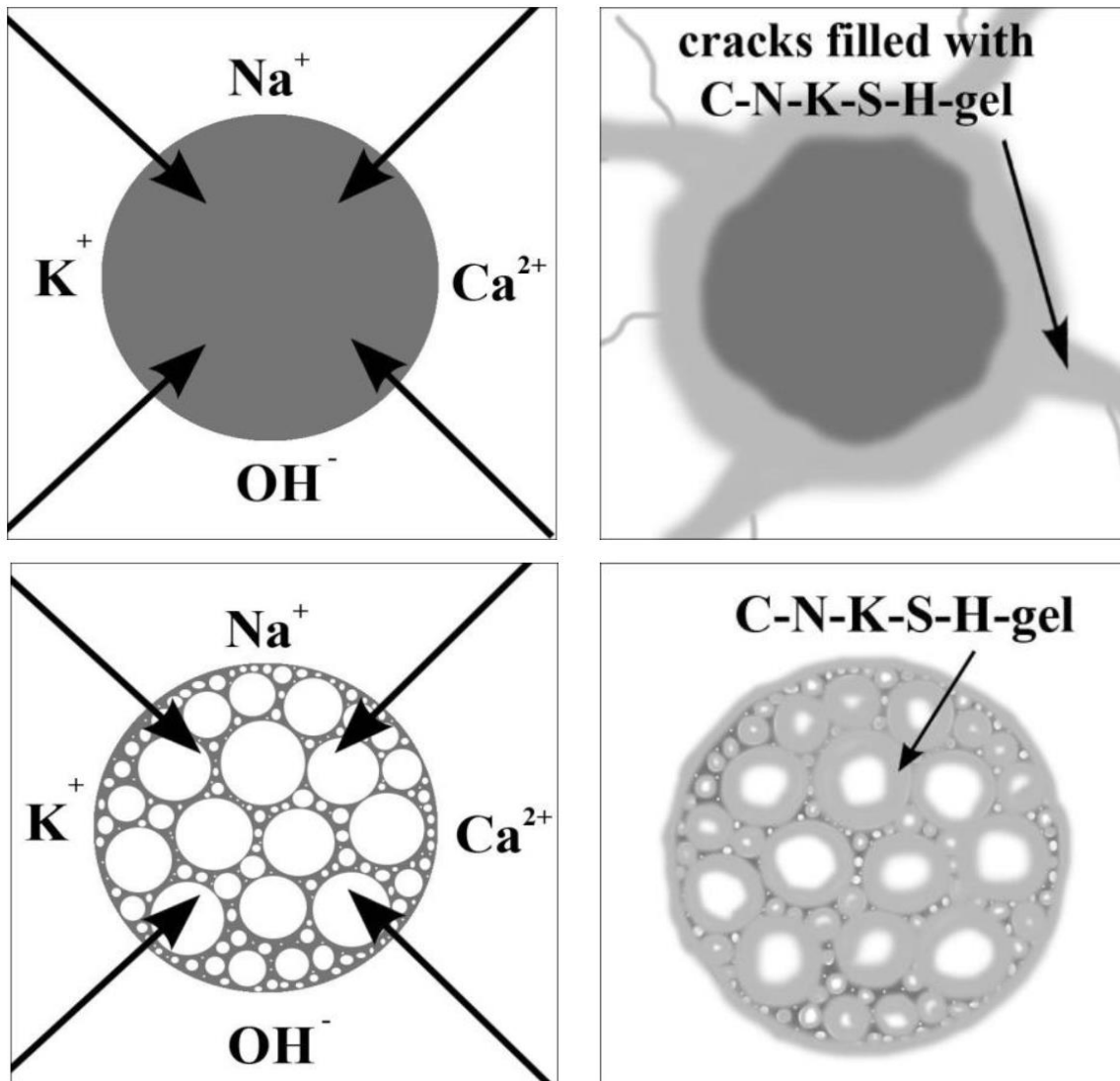
A szilárdság növelése érdekében a habarcs (cementpép) szilárdságával javítható.

Habüveg adalékos beton alkalmazása a kezdeti- és hajlítószilárdság szempontjából kedvezőbb, mint a hagyományos beton.

3.1.2 Alkálifém-szilikát reakció

Az üveghab adalékanyag használata esetén a legtöbb kérdést és a legszélesebb kutatási spektrumot az alkálifém-szilikát reakció adja. Ez a reakció az adalékban található szilikát vegyület és a cement alkálifém-hidroxidja között jön létre, s eredményeképp gélszerű, vízfelvétele alkalmas alkálifém-szilikátoldat jön létre. E folyamat roncsolhatja az adalékot, valamint betonban térfogatnövekedést okoz és a megnövekedett belső erők miatt repedést is előidézhethet. A kutatások [1][2][3] azt mutatják, hogy az adalék porozitása miatt, kellő megelőző intézkedések mellett a hatás a megfelelőség határán belül tartható. Bár az adalék részben roncsolódik a folyamat alatt, ami szilárdságcsökkenéshez vezethet, a térfogatnövekedés nem jelentős, mert a keletkező gél a pórusos szemcsében el tud oszlani, így repedések kevésbé keletkeznek. Bár a gél jelenléte nagyobb testsűrűséget eredményez, jelentős hatással nincs a hővezetésre. A reakció hagyományos homok használata esetén is előfordul, sőt akár kritikusabb is lehet, mivel a homokszemcsében a gél nem tud eloszlani, így az anyagban nagyobb belső erők keletkeznek. A reakció lefolyását homokkal, illetve pórusos adalékkal az alábbi ábra mutatja.

Összegezve a kutatások eredményeit, megállapítható, hogy ez a jelenség nem akadályozza meg a habüveg adalékanyag betonszerkezetek alkalmazását.

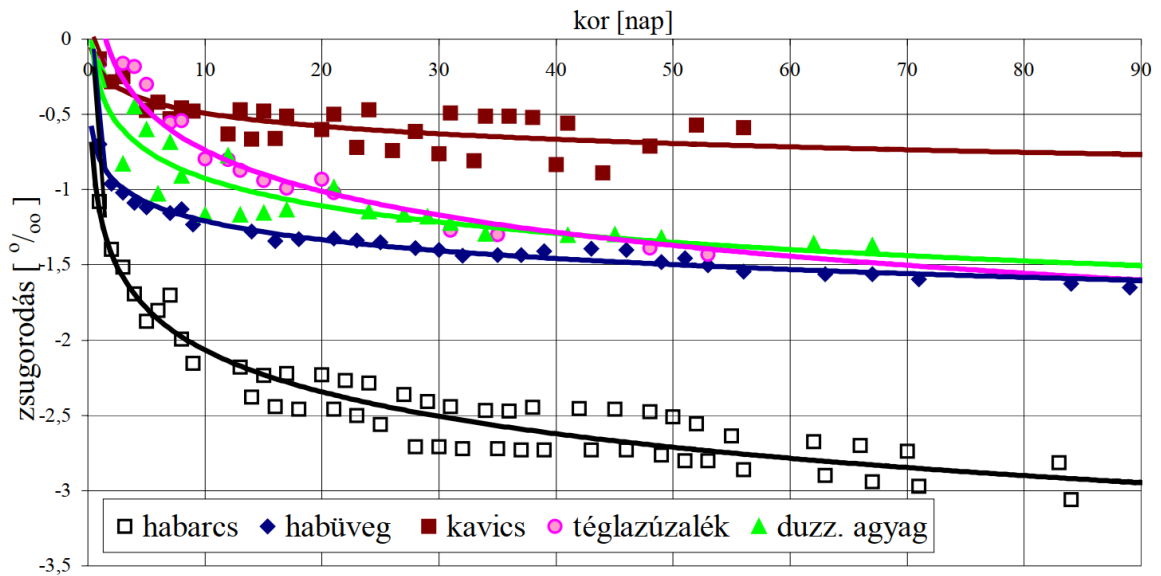


11. ábra Alkálifém-szilikát reakció pórusos adalék és hagyományos homok esetében [3]

Az alkálifém-szilikát reakció megelőzésének két módja van: alacsony alkálifém-tartalmú cement használata vagy adalékszerek keverése a betonba. Vizsgálatok után [3] a mikroszilikát adalékszer bizonyult az egyik leghatékonyabb megoldásnak, mely nemcsak a szilikát gél keletkezését mérsékelte, de a zsugorodásból származó repedésekre is jó hatással volt.

3.1.3 Alakváltozás

A megnövekedett vízigény miatt az üveghab granulátumos beton nagyobb mértékben hajlamos zsugorodásra, mint a hagyományos. Nyitott pórusú adalék esetében akár a közönsége beton zsugorodásának kétszeresét is elérheti. A zsugorodás mértéke nemcsak a víz, hanem a víz és a cement egyszerre történő növelésével is nő. Ebből tehát az következik, hogy minél nagyobb térfogat-százalékban van jelen az üveghab adalék a betonban, a zsugorodás annál kedvezőbb lesz. A keverés során az pórusos anyag a cementpép víztartalmának egy részét elszívja és azt a szilárdulás során folyamatosan adja le, emiatt a kezdeti zsugorodás kisebb lehet, mint más könnyű adalékanyagoknál. A zsugorodás és a megnövekedett vízigény a fentebb leírt megelőző tevékenységekkel javíthatók.



12. ábra Különböző adalékanyagok hatása a könnyűbeton zsugorodásra [1]

3.1.4 Épületfizikai kutatások

Megállapítható, hogy ezen területen a kutatás lényegesen kevesebb eredményt közöl. Pontosán ezért választottuk dolgozatunk további részének célterületévé.

3.2 Gyártók és fejlesztők bemutatása

Egyelőre igen kevés cég foglalkozik ezzel a technológiával. Európán belül találtunk két potenciális céget, akik már az épület egészére alkalmazzák a habüveg adalékos betont. Ezek a MISAPOR és a TECHNOLith. Magyarországon egyedül az Energocell gyárt granulált üveghabot, de egyelőre csak kiegészítő épületszerkezetekre (feltöltések, talajban lévő szerkezetek hőszigetelése) alkalmazzák.

3.2.1 Misapor

3.2.1.1 A cég

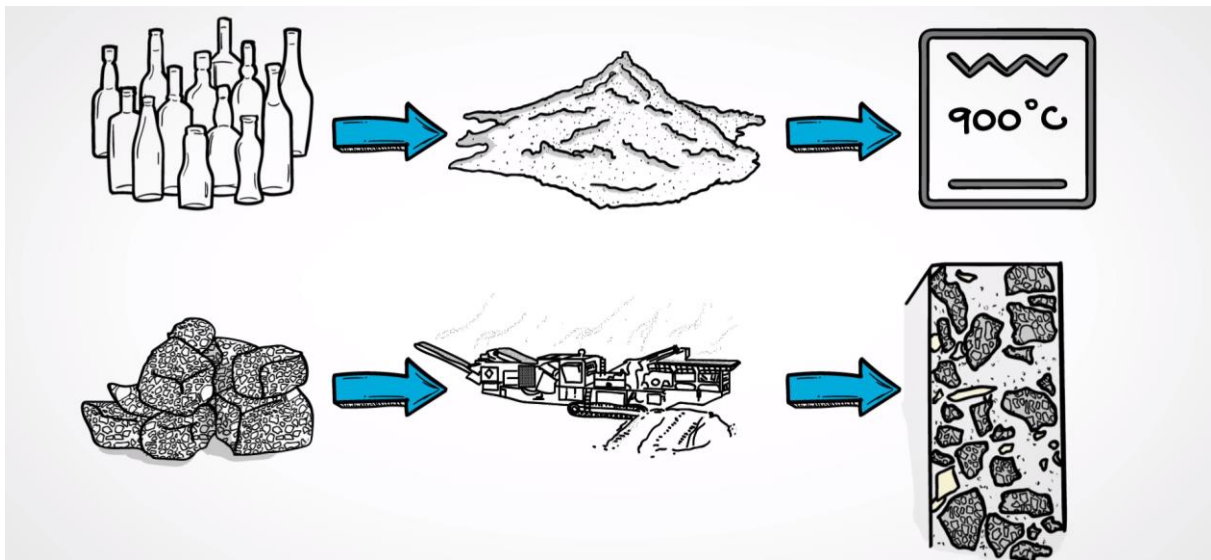
Svájci cég, melyet 1982 decemberében alapítottak. Székhelye Albula/Alvra városában van. Elsősorban habüveg termékeket fejlesztenek, gyártanak és forgalmazznak. Két városban történik a gyártás, elsőként Suravaban, majd bővültek és Dagmersellenben is nyitottak üzemet. Ezeken kívül különböző ügyfélszolgálati irodákat működtetnek Svájcban, Németországban és rövid ideje Franciaországban is. A tapasztalt értékesítési személyzet a helyszínen van és támogatja a vásárlót a konzultációtól egészen a telepítésig. Az ökológia és a fenntarthatóság fontos a cég számára. Környezetbarátok és a természetvédelem is fontos szerepet játszik a cég működésében.



13. ábra Misapor gyár [12]

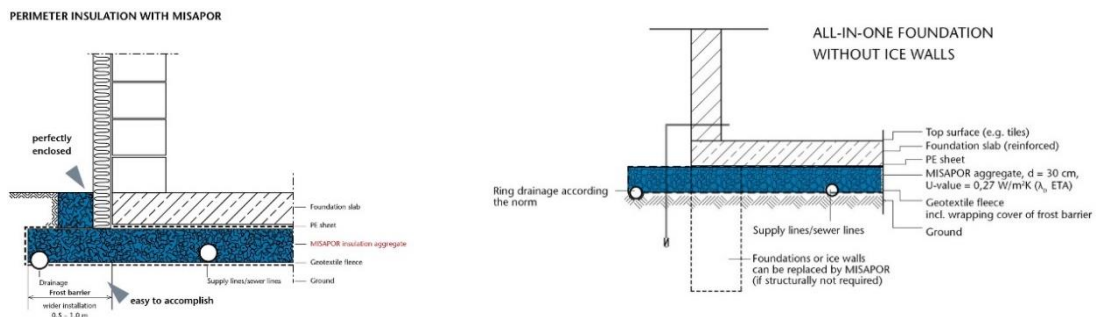
3.2.1.2 MISAPOR

A MISAPOR egy tisztán ásványi termék, 98%-ban újrahasznosított üvegből. Az újrahasznosításra váró üveget előkészítik és összezúzzák, ásványi aktivátorokkal keverik össze, majd egy átlagosan 900 °C-os szállítószalagos kemencén megy át az anyag. Az átfutási idő körülbelül 30 perc. Ezután ahogy kijön a sütési fázisból, a hűtési szakaszban a habüveg torta töredezni kezd, így éri el az ismert szerkezeti állapotot, mely alkalmas adalékanyagként. Kemény héja van és puha magja. Habár úgy néz ki, mint egy kő, igazából egy ásvány. Számos értékes tulajdonsággal rendelkezik: szigetelő, fagyálló, teherhordó és nagyon könnyű.



14. ábra MISAPOR gyártása [12]

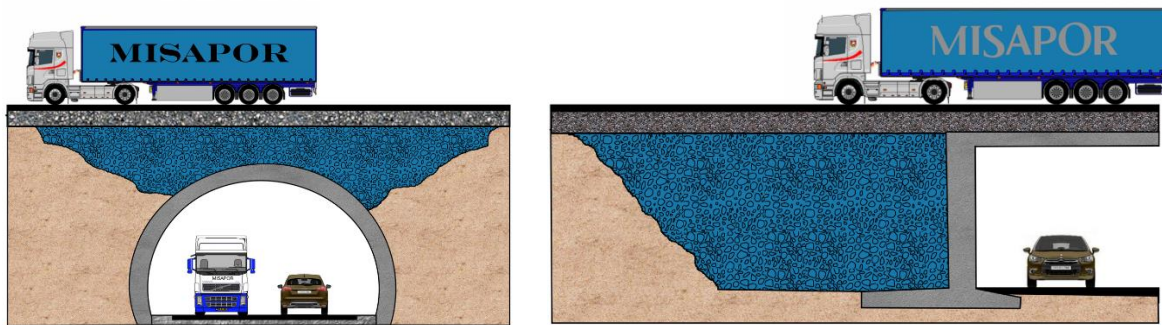
Négy alkalmazási módja van. Az egyik módja, hogy az épületek alá egy tömörített MISAPOR réteget fektetnek le, mely hőszigetel, csökkenti a hőhidasságot, magas terhelhetőséget biztosít a nagy nyomószilárdság miatt, fagyállósági problémákat megszünteti és egyszerű, gyors telepítése miatt, az építkezés idejét is csökkenti.



15. ábra MISAPOR jó nyomószilárdsággal rendelkező hőszigetelő aljzat [15]

Második mód a kertekben, tereprendezésben és sportpályákon való alkalmazása, melynek előnye, hogy könnyű és stabil, nem szívja fel a vizet, ellenben könnyen elvezeti azt és egyszerű a telepítése.

Harmadik módja az infrastruktúrában, az útépitésben és a speciális épületek esetében jelenik meg, például feltöltésekhez és védőfalak kialakításához.



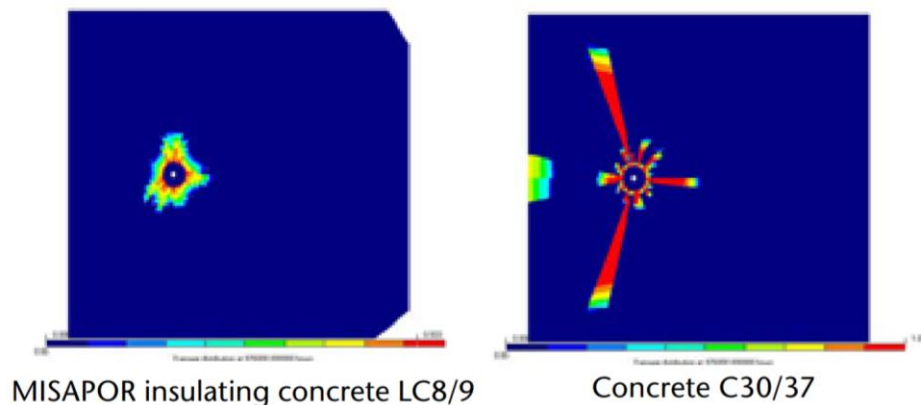
16. ábra MISAPOR feltöltés [16]

Negyedik, az általunk is vizsgált alkalmazás, amikor hőszigetelő betont készítenek granulált üveghab adalékanyag segítségével.

3.2.1.3 Hőszigetelő beton

MISAPOR beton egy hőszigetelő beton, melyet már 17 éve, 2001 óta alkalmaznak. A MISAPOR, amit mint adalékanyag kevernek bele, biztosítja a szigetelő funkciót. Kiegészítő szigetelés nem szükséges azokon a területeken, ahol közepes szintű a hőszigetelési igény. Ezzel a szerkezettel lehetőség nyílik helyszíni monolit építésre, ideális megoldás, ha egy anyagból szeretnék falazatot készíteni. Biztosítja a széleskörű felületképzést, így megfelelhet akár a legmagasabb esztétikai igényeknek is. A fal 50 cm vastagságtól alkalmazható. Őszinte teherhordó szerkezet, kis hőhidassággal, mely ennek ellenére kellemes belső klímát biztosít. Állékonysági vizsgálatok alapján kiderült, hogy a hagyományos betonnal szemben, ahol a felületen is megjelennek idővel a hőtágulásból adódó repedések, a MISAPOR beton deformációi csak a betonacél merevítő rudak közvetlen közelébe összpontosulnak, ugyanis a beton speciális szerkezete elég helyet biztosít az erők mozgásának. [9]

FEM damage image with 40 cm reinforcement overlapping



17. ábra FEM szimuláció összehasonlítás károsodás szempontjából [17]

Adatok:

- nyomó szilárdsági osztály: LC8/9 vagy LC12/13
- térfogatsűrűség: 950-1250 kg/m³
- hőátbocsátási tényező: 0.27
- MISAPOR az EN 13055-1 szerint lett hitelesítve könnyű adalékanyagként
- a MISAPOR beton az EN 206 és más szabványok szerint lett hitelesítve

MISAPOR insulating concrete - meets the MINERGIE-ECO® requirements		
Strength class	LC8/9	LC12/13
EN 206:2013	XC4 XF1 XD1	XC4 XF1 XD1
SN EN 206/NE:2013	XC2(CH), F3, D _{max} 32, D1/1.2	XC2(CH), F3, D _{max} 32, D1.2/1.4
Modulus of elasticity	$E_{cm} = 9'000 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 8'900 \text{ N/mm}^2$
Tensile bending strength	$f_{ctm} = 1.6 \text{ N/mm}^2$	$f_{ctm} = 1.73 \text{ N/mm}^2$
Shrinkage	$\epsilon_{cs,28} = -0.44\%$ $\epsilon_{cs,56} = -0.52\%$	$\epsilon_{cs,28} = -0.32\%$ $\epsilon_{cs,56} = -0.48\%$
Creep	$\epsilon_{cs,364} = -0.70\%$	$\epsilon_{cs,91} = -0.62\%$
	Creep stress 3N/mm ²	Creep stress 4N/mm ²
Modulus of creep	$\epsilon_{c,el} = -0.55\%$ $\epsilon_{cc,364} = -0.48\%$	$\epsilon_{c,el} = -0.47\%$ $\epsilon_{cc,91} = -0.45\%$
Thermal conductivity	$\lambda = 0.27 \text{ W/(m·K)}$	$\lambda = 0.32 \text{ W/(m·K)}$
Thermal expansion coefficient	$\alpha_{th} = 12.1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$\alpha_{th} = 12.1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Water vapour permeability		
Diffusion current density	$g = 538.5 \text{ mg/(h·m}^2)$	
Vapour permeability coefficient	$W = 0.3835 \text{ mg/(h·m}^2\text{·Pa)}$	
Diffusion resistance total	$Z = 2.607 \text{ h·m}^2\text{·Pa/mg}$	
Permeability coefficient	$\delta = 0.0031 \text{ mg/(m·h·Pa)}$	
Diffusion resistance value	$\mu = 22.6$	
Diff. equiv. air layer	$s_d = 1.83 \text{ m}$	
Additional requirements		
Fibers	Addition of approx. 1 kg/m ³ polyolefin fibers (approx. 20 mm long and 30 µm thick, E-Modulus: ca. 2'000 N/mm ²)	
Cement types	CEM I (plus fly ash) or CEM II/A-LL or CEM III/B	
Additives	Plasticiser, air-entrainer and stabiliser, if needed	
AAR Performance Test	≤ 0.025% after 20 weeks fulfilled for CEM II/A-LL and CEM III/B	
	≤ 0.03% after 52 weeks fulfilled for CEM I plus fly ash	
Water conductivity	$q_w < 10.0 \text{ g/(m}^2\text{·h)}$ (waterproof in the sense of SIA 262/1)	
Freeze-thaw and de-icing salt res.	$\Delta m_{28} = 200 \text{ g/m}^2$ (high resistance)	
Light weight aggregate	Light weight aggregate 100 % MISAPOR foam glass gravel (SÜGB certified)	
	Productoin according to recommendation of MISAPOR Beton AG	

18. ábra MISAPOR MINERGIE-ECO előírásainak megfelelő műszaki adatai [17]

A MISAPOR a teljesen homogén, külső határoló szerkezetek alkalmazásával - a honlap tanulsága szerint - az elért nagyszerű eredmények ellenére felhagyott. Ennek nem csak az az oka, hogy a Svájci energetikai előírások a legmagasabbak között említhetők, hanem a MINERGIE-ECO szabványnak való megfelelési szándék is.

A MINERGIE-ECO egy új minősítés, mely új és felújított alacsony energiafogyasztású épületek számára, amely az ökológiai és társadalmi elvárásokra vonatkozik. A MINERGIE kombinálható, MINERGIE-P-vel és MINERGIE-A-val, melyek olyan szabványok, amelyek nagyobb hangsúlyt fektetnek az épület energiafogyasztására.

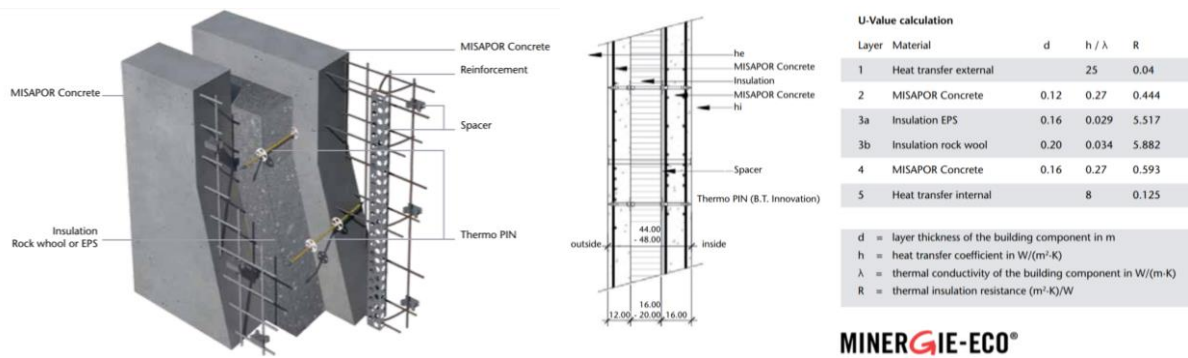
Egészségügyi követelmények:

- nagy százaléku napfény használata villamos energia helyett
- hang- és rezgésszigetelés
- a beltéri levegő minősége (az építőanyagok szennyezőanyag-kibocsátásának minimálisra csökkentése, az ionizáló (radon-gáz) és a nem ionizáló sugárzás korlátozása)

Ökológiai követelmények:

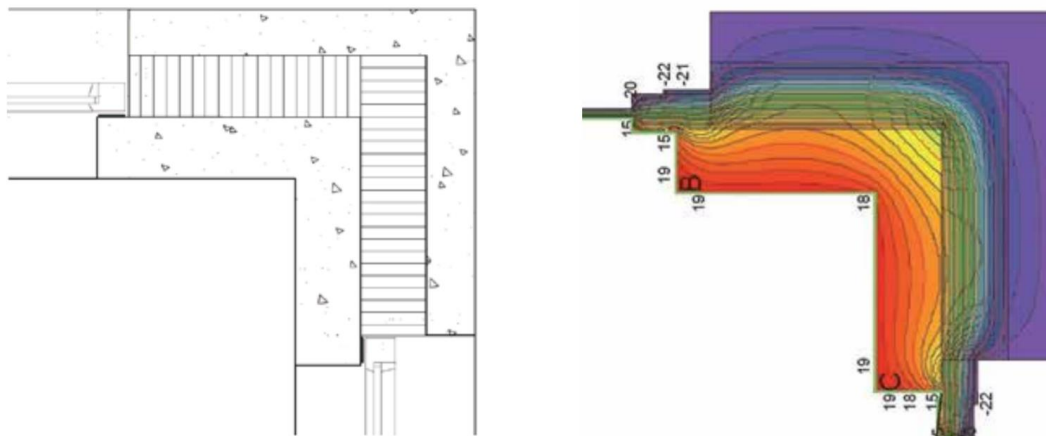
- könnyen hozzáférhető nyersanyagok
- újrahasznosított építőanyagok nagy arányban történő alkalmazása
- alacsony környezeti hatású építőanyagok
- környezetbarát lebomló építőanyagok
- hosszú élettartam, rugalmasság, szétszerelhetőség[8]

A cég kifejlesztett egy szerkezetet (KDS – MISAPOR beton maghőszigetelt rendszer), amely a MINERGIE-ECO szabványnak is megfelel, így a svájci szigorú szabályozás miatt, már csak ezt a szerkezetet alkalmazzák. Ez esetben két vasalt MISAPOR beton közé hőszigetelő réteget helyeznek el, így egyfajta szendvicsszerkezetként építik be a terméket. Ennek az U értéke 0.15 W/m²*K és 44 cm vastagságú.



19. ábra $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ -nek megfelelő KDS rendszer [17]

Typical MISAPOR insulating concrete KDS window section



20. ábra Hővezetési szimuláció ablaknál [17]

3.2.1.4 Megépült példák

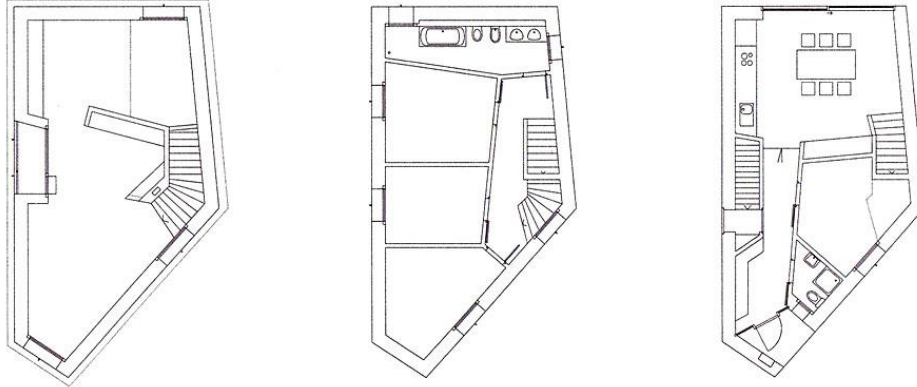
a. Meuli Ház

Tervezők	Bearth + Deplazes Architekten – Valentin Bearth, Andrea Deplazes, Daniel Ladner
Társtervezők	Conzett, Bronzini, Gartmann
Cím	Svájc, Fläsch, Bofelweg 25
Építés	1997-2001
Épület	egyedülálló családi ház
Szerkezet	monolit vasbeton szerkezet (MISAPOR beton)

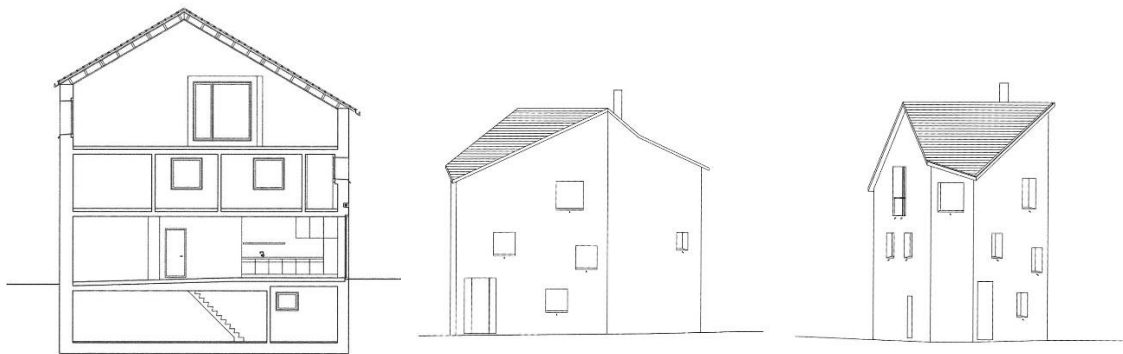


21. ábra Képek a megépült Meuli házról [17]

Az első MISAPOR betonnal készült homogén szerkezetű épület. Külső falaira egy vékony szürkés-fehér vakolatot vittek fel az érdekesség, valamint a zsaluzat által hagyott nyomok megőrzésére, melyet a szigetelés minőségű szerkezeti beton miatt tudtak megvalósítani. Az épület három szintes. Az 50 cm vastag, egyhéjú, monolit külső falakon belső síkjára helyezték el az ablakokat. Fényűző és esztétikus a megjelenése.



22. ábra Meuli ház alaprajzai [18]



23. ábra Meuli ház metszete és homlokzatai [18]

b. Werkhof Scheidegg

Tervezők	Winzer & Partner AG
Cím	Svájc, Zurich, Winterthur
Építés	2013
Épület	középület
Szerkezet	monolit vasbeton szerkezet (MISAPOR beton)

Ez a funkcionális és ökológikus építési projekt magába foglal egy irodai szekciót és közösségi teret. Szigetelés minőségű szerkezeti MISAPOR betonból épült a komplexum. Ennek köszönhetően a garázs is megfelelően védett a fagy és más hatások ellen.



24. ábra Képek a megépült Werkhof Scheidegg épületről [19]

3.2.2 TECHNolith

3.2.2.1 A cég

Németországban már 15 éve alkalmazzák adalékanyagként az üveghab granulátumot. 2012-ben elkezdte működését a TECHNOpor Handels GmbH, mely szintén üveghabot gyárt és a MISAPORhoz hasonlóan több célra is alkalmazza azt. A cégszékhelye Ausztriában van. Különlegességük, hogy olyan üveget használnak fel, amelyet már nem lehet újrahasznosítani más célra, hanem a szeméttelre kerülne. Továbbá a gyártás során hidro-villamos energiát használnak, így nullaszéndioxid kibocsátású a folyamat.

3.2.2.2 TECHNOpor

A cég az üveghab granulátumot TECHNOpor néven forgalmazza, melynek gyártási folyamata megegyezik a MISAPORéval (15. oldal).



Alapanyag:
már nem
újrahasznosítható
üvegek.



Üvegpó
melegítése
a sütőben.



Üveg
szétválogatása
a nem-üvegtől.



A termék
tárolása
kültéren.



Üveg
porrázúzása.



Zsákokban
szállítják.

25. ábra Üveghab gyártása TECHNolith-nél [20]

- öregedésnek ellenálló, alaktartó
- ellenállóképesség vegyi hatások ellen, rovarok és rágcsálók ellen
- fagyálló

- jó hőszigetelő képességét a nagy mennyiségű beszorult levegőnek köszönheti.
- A1-es tűzvédelmi osztályba sorolható (lágyulási pontja 700 °C)
- könnyű: 170 kg/m³ (a kavics 10x nehezebb)
- jó vízvezető képességű
- nagy nyomószilárdsága van: 50 t/m²
- kioldódási vizsgálatok kimutatták, hogy nem gyakorol káros hatást a környezetre

VFA- Nummer	Bezeichnung	Zustand	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- differenz [K]	Wärmeleit- fähigkeit $\lambda_{10,dry}$ [W/mK]	Wärmeleit- fähigkeit $\lambda_{20,dry}$ [W/mK]	Wärmeleit- fähigkeit $\lambda_{30,dry}$ [W/mK]
2010- 0156.01	Technopor KDB 30/50	trocken	10,0	9,2	0,225	0,226	0,228
			20,0	9,3			
			30,0	9,6			

27. ábra Hővezetés vizsgálat eredménye

3.2.2.3 TECHNolith Dämmbeton

TECHNOPor adalékos könnyűbeton, mely körül belül 800-1000 kg/m³ száraz, ömlesztett sűrűségű, javított hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik. Az optimális kompozíciónak megfelelő könnyű aggregátumokat teljesen lezárja a cementmátrix. A nagy nyomószilárdság mellett a hőszigetelő beton, a lehető legalacsonyabb lambda-értéket és zárt szerkezetet is magába foglal. Lehetővé teszi a monolitikus, gyors és egyszerű építést. Hőszigetelő, jó hangszigetelő, fagyálló, kevés hőhidassággal rendelkező és szabvány szerint vízálló szerkezetet képez. Különböző zsaluzási módszerekkel és zsalukkal különféle, érdekes felületeket hozhatunk létre. Az anyag színezhető különféle adalékanyagokkal. Alkalmas családi házak és többszintes épületek építésére egyaránt, illetve pince fal is építhető belőle.



28. ábra TECHNOLitch könnyűbeton [23]

A betonba adalékanyagot kevernek, a „Sika” cég és a „Lightcret type 2” termékét használják. Az adalékszer megfelel az EN 934-2 „Adalékanyagok betonhoz, habarcsokhoz és vakolatokhoz, 2. osztály” már a CE-jelölési kötelezettség hatálya alá tartozik.

Az ÖNORM EN 197-1 szerint minősített cement a termeléssel megbízott kész üzemből kerül az agyagba. Az EK-megfelelőségi nyilatkozat és a CE-jelölés ezt igazolja.

A szigetelő beton kialakításához konkrét paramétereket teszteltek. Nyomó- és hajlító szilárdságot, vízbehatolási mélységet és hővezetést száraz, illetve kondicionált körülmények közt. MA39 vizsgálati jelentésben látható az eredmény.

Tűzvédelem szempontjából A1-es minősítést kapott az Eurobrand alapján.

3.2.2.4 Megépült példák

a. EFH projekt

Tervezők	MBA/S Matthias Bauer Associates
Mérnöki iroda	RFR Ingenieure GmbH
Társtervezők	A.Wölm Bau GmbH
Beton gyár	TBR Frischbeton Stuttgart GmbH & Co. KG
Cím	Stuttgart
Építés	2012
Épület	egyedülálló családi ház
Szerkezet	monolit vasbeton szerkezet (TECHNOLitch Dämmbeton)

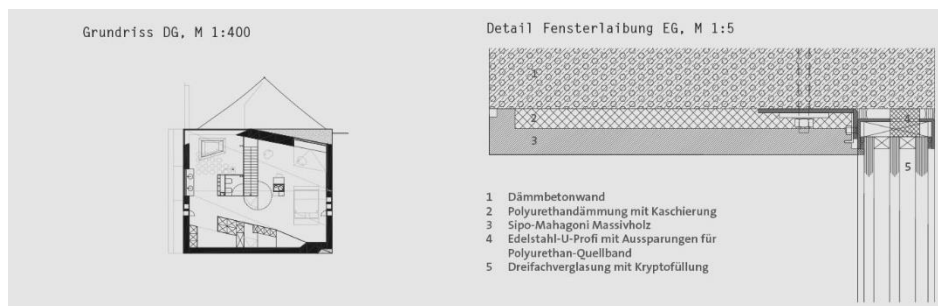


29. ábra EFH Stuttgart Projekt [22]

„Az MBA/S otthonának lényege a különleges atmosféra és helyszín, egy monolit kőház a domboldalon a stuttgarti házak felett, egybefüggő fallal és tetővel, mely egyesíti a biztonság és a nyitottság érzetét. A környezet és a formából adódóan, olyan, mint egy pontosan kivájt kőzetkristály a lejtőn” – nyilatkozott Matthias Bauer 2012-ben.



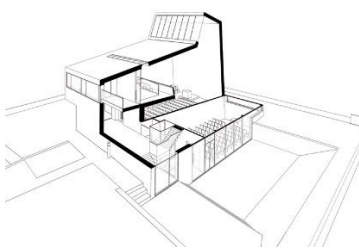
30. ábra EFG Projekt alaprajzai [22]



31. ábra EFG Projekt metszete és részletrajza [22]

b. Neuapolitische Kirche

Tervezők	Veit-Aschenbrenner Architekten ZT GmbH
Cím	Bécs, Penzing
Építés	2016
Épület	templom
Szerkezet	monolit vasbeton szerkezet (TECHNOlitch Dämmbeton)



32. ábra Neuapostolische Kirche

A templomot szimbolikus szerepet tölt be a városképben. A monolit és homogén építési módszer technikai lehetősége mellett, az építészek meggyőződhetnek arról, hogy az újszerű anyag megengedi a kreatív megoldásokat.

3.2.3 Energocell

3.2.3.1 A cég

2014-ben a Daniella Ipari Park Kft. a hulladéküveg feldolgozását és habüveg gyártását tűzte ki célként. Első lépésben létrehoztak egy kutató-fejlesztő központot Debrecenben, ahol 2014-ben elkezdték kifejleszteni az üveghulladék értéknövelő újrahasznosítását, úgy, hogy a káros környezet terhelő anyagból, hasznos, hőszigetelő üveghabot állítanak elő.

Kifejlesztették az Energocell üveghab granulátumot, melyet gyártani kezdtek, ám a kutató-fejlesztő laboratóriumi munkák nem záródtak le, hanem új, innovatív elképzeléseket kidolgozásával folytatják.

Azon kívül, hogy hulladék újrahasznosítást végez a cég, a folyamat során is minimális energiafelhasználással készül el a termék. Az Energocell® üveghab granulátum előállításához szükséges energiamentesség nagyon alacsony (primer energia), alig 140 kWh/m.

3.2.3.2 Energocell®

„Az Energocell® üveghab granulátumát a termék tanúsítás folyamán a legszigorúbb európai szabályozásoknak megfelelően minősítik és tesztelik. Hőszigetelő üveghab gyártása és értékesítése építőipari célokra érvényességi területre vonatkozóan minőségirányítási és környezetközpontú irányítási rendszert vezetünk be és alkalmazunk. Az audit során bizonyítást nyert, hogy a rendszer megfelel az MSZ EN ISO 9001:2015 és az MSZ EN ISO 14001:2015 szabványok követelményeinek. – olvashatjuk a cég honlapján.

Előállítása ugyan úgy történik, mint az előzőekben említett cégeknél. Üveglisztet készítenek a hulladékból, kísérleteik alapján megépített alagútmedencében üveghabbá sűtik. A folyamat elektromos kemencében zajlik, ipari vízszennyezés, égetési emisszió, zaj- és portelhelés nélkül.

Felhasználási területek:

- könnyűszerkezetes falazat és földem kitöltése
- fűthető gépkocsifejhajtó
- épületek aljzatszigetelése
- sport- és jégpályák
- hűtőházak
- medencék
- ipari padlók aljzatszigetelése
- zajvédő falak, gabionok
- zöldtető
- út- és vasútépítés
- közművek hőszigetelése



33. ábra Energocell beépítése családi ház lemezalapja alá Vecsésen [25]

3.2.4 Konklúzió

Az építészeti igények arra vezetnek, hogy egy szerkezet minél egyszerűbb legyen, hiszen ha sok különféle anyagot kell használni, az azt a következményt vonja maga után, hogy több szakágot kell bevonni, nagyobb a hibalehetőség, több idő és költség a megépítése. Ezért az építészek szívesebben alkalmaznak egyszerű, akár monolit szerkezeteket. A habüveg adalékos beton pontosan e miatt szem előtt tartandó.

Legkorábban Svájcban kezdtek el gondolkodni azon, hogy az üveghulladék újrahasznosításával épületszerkezeti elemet hozzanak létre. Miután a fejlesztésük eredményessége példákön keresztül is beigazolódott Németországban és Ausztriában is elkezdtek az üveghab granulátum gyártását és forgalmazását. Magát a terméket ugyanúgy, ugyanazzal a technológiai folyamattal gyártják, gyakorlatban egyre szélesebb körben alkalmazzák. Magyarországon még csak pár éve kezdtek el gyártani és fejleszteni, de ha a termék közismertebb lesz, esély van rá, hogy itt is általánosan használt alapanyag legyen, hiszen a technológia és az erőforrások adottak.

4 KÍSÉRLETEK

4.1 Hő technikai tulajdonságok szimulációs kísérlete

A kutatások és a gyártók által nyújtott információk nem terjedtek ki kellőképpen a hőtechnikai jellemzőkre, illetve azok megalapozására, dolgozatunkban kiemelten fontosnak tartottuk, hogy kísérletekkel megpróbáljuk felmérni az anyag létjogosultságát hőtechnikai szempontból.

4.1.1 Kísérlet menete

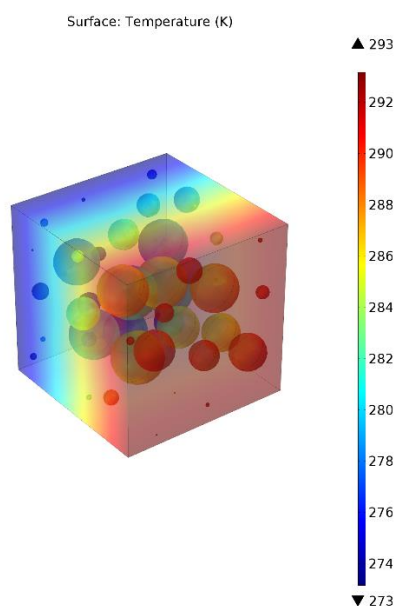
A szimulációs kísérletekhez építész modellező programot és fizikai szimulációsprogramot alkalmaztunk. A modell megalkotása során a legfontosabb szempont az volt, hogy a habüveg adalék térfogatszázalékos mennyiségét változtatni tudjuk, valamint, hogy különbséget tudjunk tenni, az egyes frakciók adagolt mennyiségében, tehát a szemeloszlásában. Így több modellt is alkottunk, többféle szabályszerűséggel, s ezek hatását vizsgáltuk a szimulációkban. A modellezés alatt 3 frakcióba osztályoztuk az szemcséket: 0-4 mm, 4-16 mm, 16-32 mm. A programok együttműködése csak részben valósult meg, így dolgozatunkban 4 sikeres mérés eredményét mutatjuk be.

A szimulációkat 10x10x10 cm-es testekkel végeztük, melyeket parametrikus modellezéssel állítottunk elő, Rhinoceros-Grasshopper szoftverrel. A 4 sikeres kísérlet mindegyikén megmértük a felületi hőáramsűrűséget, melyből a $\lambda(\text{eff})=q \cdot d/\Delta T$ egyenlettel hővezetési tényezőt számítottunk.

4.1.2 Kísérlet eredményei

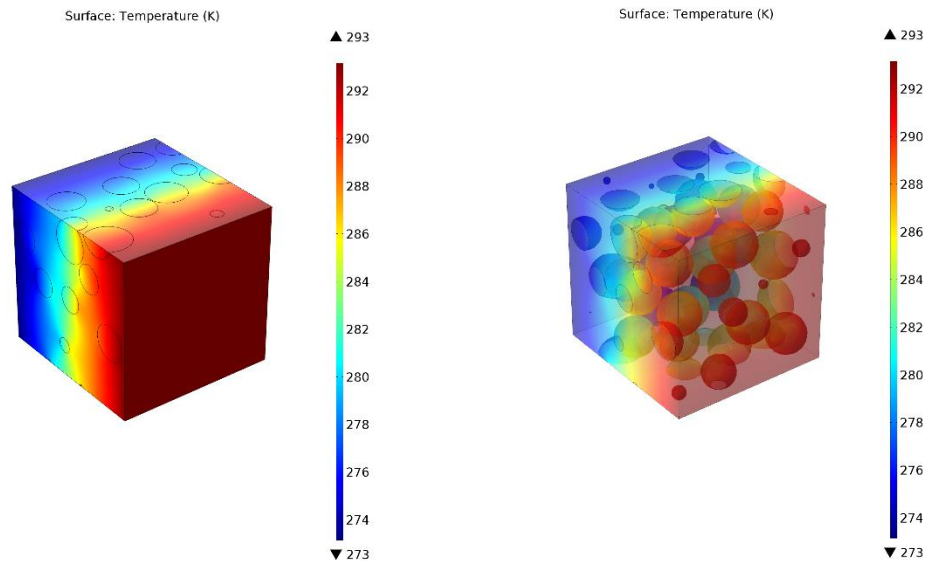
A szimulációs vizsgálatokon keresztül effektív hőátbocsátási tényezőt számítottunk, valamint ábrákon hőáramsűrűséget és izotermákat vizsgáltunk.

Az első kísérletben olyan modellt alkottunk, melyben az adalékszempcsék teljes terjedelmükkel a geometrián belül voltak. Az alkalmazott modellezési szabályok azonban azt eredményezték, hogy a geometria felületei felé haladva a szemcsék mérete egyre kisebb lett és egyre nagyobbá vált a cementkő aránya. A kísérlet megmutatta, hogy e szimulációs folyamattal pontos eredményekre juthatunk, ám legnagyobb tanulsága az volt, hogy ennek elérése érdekében egy, az igazi szerkezethez jobban hasonlító modellre van szükség. Így a továbbiakban inkább egy nagyobb térfogatból (20x20x10 cm-es hasáb) kivágott 10x10x10 cm-es kockát használtunk.

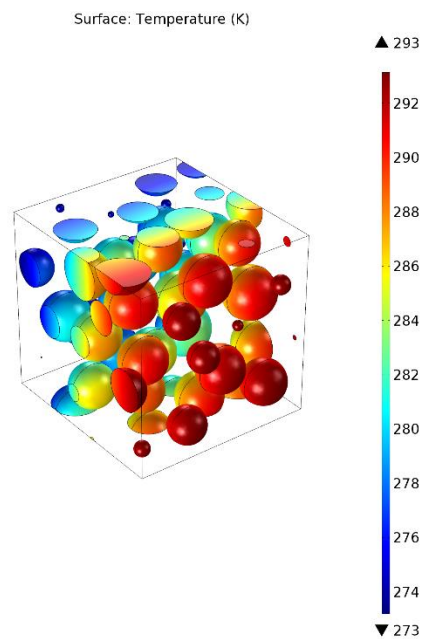


34. ábra Első szimuláció - 101 modell hőmérsékleteloszlás

Az alábbi ábrák a testen belüli hőmérsékleteloszlást mutatják be axonometrikus képekkel, izoterma síkokkal, középponton felvett metszeteken pedig izotermákkal és hőáramsűrűségekkel.

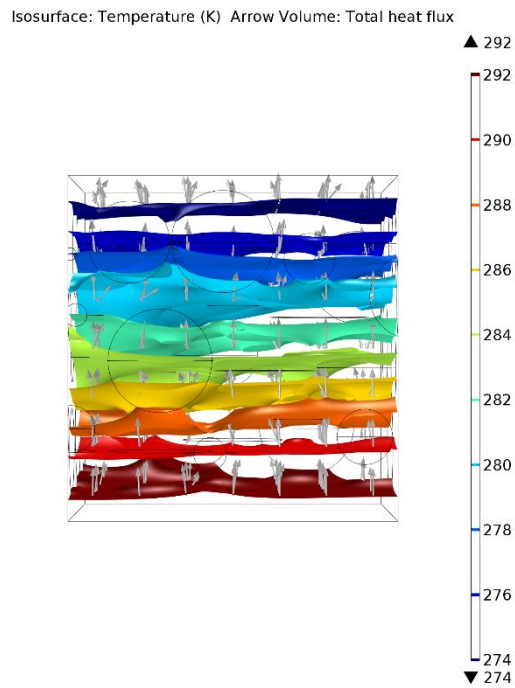


35. ábra 102 modell hőmérsékleteloszlás

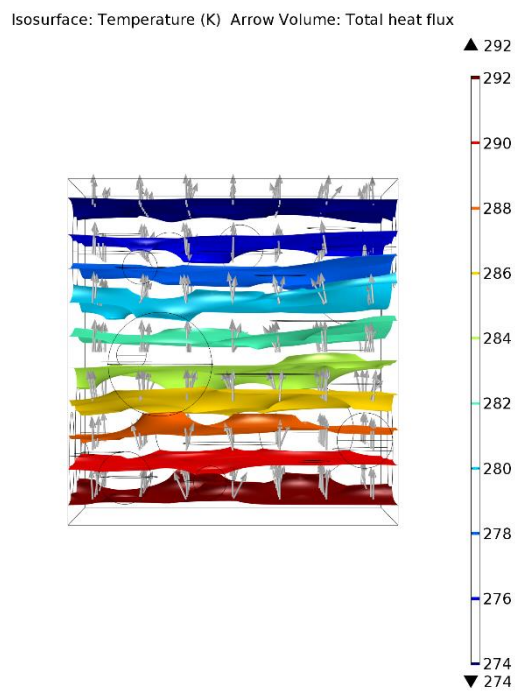


36. ábra 102 modell üveghab golyók hőmérsékleteloszlása

Az axonometrikus ábrákon látható, hogy testben, hogy oszlik el a hőmérséklet. A homogén anyagtól jól megfigyelhetően eltérő eredményeket kaptunk.

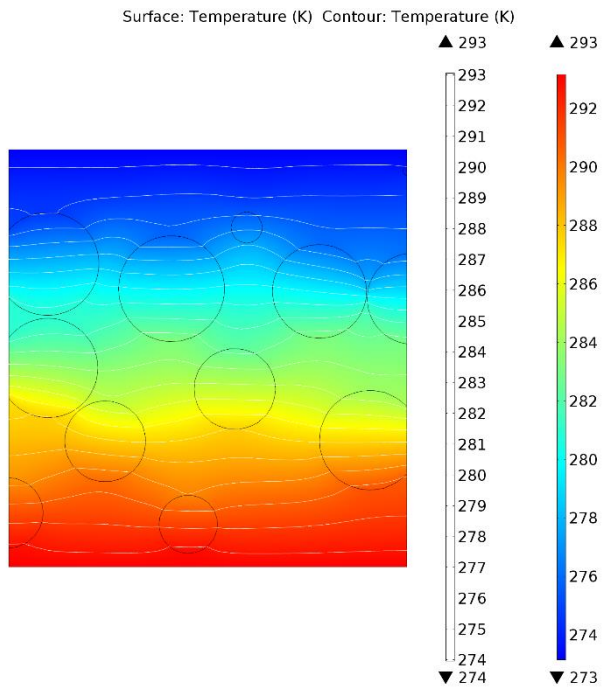


37. ábra 202 modell azonos hőmérsékletű felületek és gradiensek

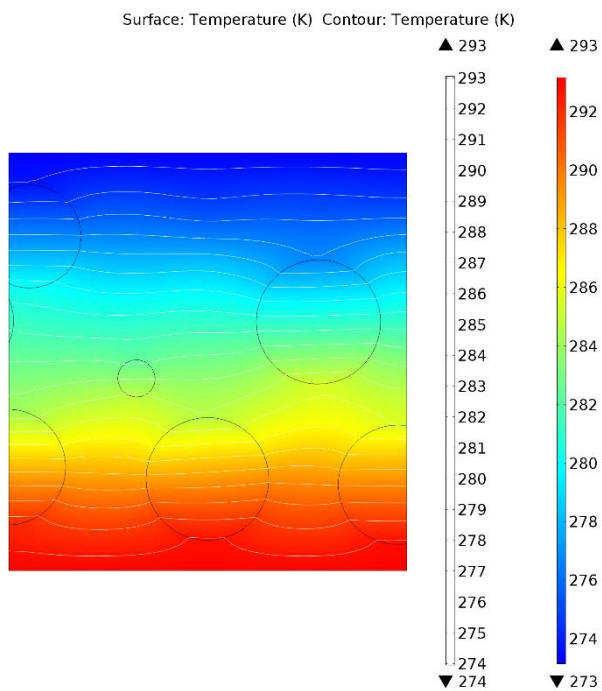


38. ábra 221 modell azonos hőmérsékletű felületek és gradiensek

A gradiensek, amelyek egy homogén anyag esetében párhuzamosan haladnak, az anyag inhomogenitása és az adalék miatt kitérnek, valamint az azonos hőmérsékletű felületek is a szemcsék környezetében kilépnek síkjukból. Ebből arra következtethetünk, hogy az üveghab pozitívan hat a hővezetésre.

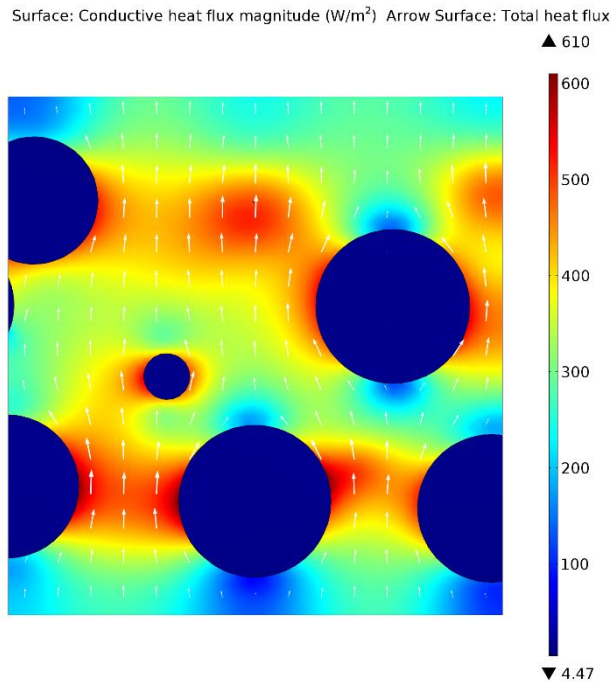


39. ábra 102 modell izotermák



40. ábra 202 modell izotermák

Az izotermák görbesége az egyes modelleknél mind különböző. A görbeség mértéke a két ábrán is láthatóan nem csak a szemcse mennyiségétől és elhelyezkedésétől függ, hanem annak méretétől is.



41. ábra 202 modell hőáramsűrűség

Az ábrákból jól kivehető, hogy az elvártaknak megfelelően a hó terjedését az adalék korlátozza, az izotermák görbesége azt is bizonyítja, hogy a nem csak a szemcsék mennyisége, hanem azok mérete is fontos szerepet tölt be az eredmény szempontjából. A hőáramsűrűség vizsgálata megmutatta, hogy az adalékok hatása szempontjából csak 3D-s szimuláció ad értékelhető eredményt. A metszősík közelében levő szemcsék ugyanis ugyanolyan mértékben befolyásolják a hőáramsűrűséget, mint a metszetben kettévágott darabok.

Modell száma	V%	Szemcsék aránya % (1.frakció/2.frakció/3.frakció)	q [W/m ²]	λ eff [W/mK]	
101	15,87	0/56/44	306,35014	1,608338235	1. frakció 0-4 mm
102	26,9	0/67/33	267,551	1,40464275	2. frakció 4-16 mm
202	30,01	61/39/0	228,4407	1,199313675	3. frakció 16-32 mm
221	20,96	32/68/0	275,4655	1,446193875	

42. ábra Vizsgálatok kiértékelése és effektív hővezetési tényező

Az adalék hatását a hővezetési tényezőre a szám adatok is igazolták. A kapott lambda értékek 15-30 térfogatszázalék között 1,19 és 1,7 között alakultak. Jellemzően a térfogatszázalék növekedésével csökkent a λ érték, de jól láthatóan nem ez az egyetlen befolyásoló faktor. A 102-es és 221-es modelleknél megfigyelhető, hogy bár a térfogatszázalékok eltérnek, a λ értéke mégis közel azonos lett. Az adatok azt mutatják, hogy a szerkezet hőtechnikai tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a szemeloszlás is, a nagyobb frakció mennyiségének növelése kedvezően hat. Ennek egyértelmű igazolásához és esetleges határértékek vagy arányosság kimutatásához azonban további szimulációs vizsgálatokra és valós kísérletre is szükség lenne, melyeket nem volt módunk végrehajtani.

Üveghab adalékos beton esetében tehát csak 3D-s szimuláció hoz valóshoz közeli értékeket. Ezek pedig azt mutatják, hogy a szerkezet hővezetési tényezőire a térfogatszázalék mellett a szemeloszlás is komoly hatással van.

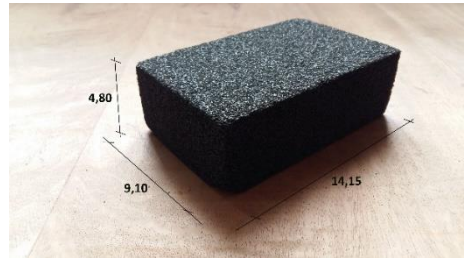
4.2 Kapilláris vízfelszívódási kísérlet

Az MSZ EN 771-3:2011 és MSZ EN 772-11:2011 szabványban leírtak szerint végeztük el a kísérletet. Viszont kalibrált műszerek használatára nem volt módunk, ezért a kapott eredmények csak tájékoztató jellegűnek tekinthetők.

4.2.1 Előkészítés

4.2.1.1 Próbatetest: üveghab kocka

méretei:	4,80 cm x 9,10 cm x 14,15 cm
súlya:	$m = 73 \text{ g}$
térfogata:	$V = 618,072 \text{ cm}^3$
vízzel érintkező oldal felszíne:	$A = 57,58 \text{ cm}^2$
termék:	FOAMGLAS® ONE



4.2.1.2 Kísérleti eszközök

- gramm pontosságú mérleg
- derékszögű vonalzó
- víz
- műanyag edény
- stopper óra

4.2.2 Kísérlet menet



44. ábra Próbatetest adatainak mérése



43. ábra Próbatetest behelyezése 5 mm mélyen vízbe



45. ábra Próbatetest előkészítése



46. ábra Próbatetest 10 perc után kivétele és mérése

4.2.3 Konklúzió

A 10 perces bemerítés után a próbatest 3 grammal lett súlyosabb. Az eredményt tekintve, az anyagnak csekély a vízfelvétele, sőt arra következtethetünk, hogy csak a felszínen van vízfelszívódás, tehát a felületen lévő üregebe megy bele a víz, ami megnöveli a test tömegét.



47. ábra Próbatest a vizsgálat után

Ennek az elméletnek igazolása érdekében kettétörtük a próbatestet, hogy megnézzük a belső keresztmetszeten megjelent-e a víz. Azt tapasztaltuk, hogy csak a felszínnel közvetlenül érintkező felületek voltak nedvesek.



48. ábra Elmélet igazolása

4.2.4 Kiegészítő kísérlet

A kísérlet befejeztével a próbatestet apró darabokra törtük. Olyan frakciójú granulátumokat hoztunk létre, mint amilyenek a gyártók forgalmazznak és a betonhoz adalékanyagként alkalmasak.



49. ábra Szemcseméreték

A granulátum tömege 40 g volt. 1 liter vízbe tettük és leterheltük, hogy teljes felületén érje a víz.



50. ábra Granulátum vízfelvétel vizsgálata

A vízből való kivétel után rögtön lemértük, így 86 gramm volt a súlya, ami több mint a granulátum eredeti súlyának kétszerese. Ezután egy textilre helyeztük a granulátumot és 10 perc száráság után megint lemértük, így már csak 63 grammot nyomott.

Az 1 órás áztatás után is kettétörtünk egy granulátumot, melynek szintén csak a felületén volt nedves az anyag, a belső szerkezete száraz volt.

Egyszerű kísérleteinkkel arra jutottunk, hogy a vizsgált anyag csak a felületén vesz fel vizet, szerkezete zártnak, kapillárisoktól mentesnek tekinthető.

5 ÖSSZEGRZÉS

5.1 Az előzetes kérdések és a hipotézisek újraértékelése

Igazoltnak tekinthetjük a következőket: 3., 6., 7., 13.

Az idő rövidsége miatt, kutatásunkkal nem tudtuk megválaszolni a következőket: 1., 2., 8., 10., 11., 12.

Vizsgálataink cáfolták vagy legalábbis megkérdőjelezték a következőket: 4., 5., 9.,

5.2 Legfontosabb megállapításaink, eredményeink

Kutatásokból és az alkalmazott példákból kiderül, hogy lehetséges az anyag épületszerkezeti alkalmazása. A hagyományos vasbetonszerkezet alkalmazásához képest vannak eltérések, de viszonylag egyszerűen kezelhető az anyag.

Tervezésénél és alkalmazásánál különös figyelmet kell fordítani az adalék kezdeti vízfelvételének ellensúlyozására. További fontos szempont, hogy milyen mértékbe cserélhető ki a homok és a kavics a különböző szemcseméretű üveghab granulátummal. Tekintve, hogy a cementkő tölti be a fő teherhordó szerepet, oda kell figyelni a habarcs összetételére is.

Az üveghab adalékos könnyűbeton nyomószilárdságának van egy felső határértéke, amihez rendelhető, egy minimális adalékanyag mennyiség. Ez alapján csak bizonyos mértékig érdemes csökkenteni az adalékanyag mennyiségét, a nagyobb szilárdság érdekében.

A szerkezet hőtechnikai tulajdonságait nem csak az adalék mennyisége, hanem annak szemeloszlása is befolyásolja.

A szimulációval igazolt 15-30 térfogatszázalékú modellek λ értékei 1,19 és 1,7 között mozognak változó szemeloszlás esetén.

Igazolódtott, hogy:

- az üveghab aránya széles határok között változtatható, melynek köszönhetően a szilárdsági és hőtechnikai paraméterek között mindig megtalálható egy adott optimum.
- az anyag szilárdsági és hőtechnikai tulajdonságai mellett az üveghab adalék egyéb jellemzőkre is hatással van, például figyelembe kell venni az alkálifém-szilikát reakciót, illetve a bedolgozhatóságot

Arra a következtetésre jutottunk, hogy az üveghab adalékos könnyűbetonnak van létjogosultsága hazánkban. Egyik szempont az, hogy maga az adalék, azaz az üveghab granulátum egy környezettudatos anyag, hiszen hulladékból, minimális energiafelhasználással készül, illetve helyettesítheti a kavicsot és a homokot. Másfelől olyan épületszerkezeti feladatoknál, ahol van energetikai igény, könnyűbetonként gazdasági szempontból is jó választás lehet. A magas hőszigetelési igényeknek megfelelő, vastag szerkezetek méretei csökkenthetők, ha a vasbeton helyett habüveg granulátumos vasbeton alkalmazunk. Mindezek mellett további kutatásokra és fejlesztésre van szükség ahhoz, hogy a folyamatosan növekvő igényekkel és követelményekkel lépést tudjon tartani az anyag.

Végül de nem utolsó sorban szép, izgalmas és különféle látszóbeton felületeket lehet létrehozni az anyaggal, ami építészetileg nagyon kedvező.

6 TOVÁBBI LEHETSÉGES KUTATÁSI IRÁNYOK

A jövőben érdekes lenne kísérleteket végezni, más és más szemeloszlású habüveg granulátumos betonnal. Cégek állításait igazolni szilárdsági vizsgálatokkal, hőtechnikai vizsgálatokkal és a granulátum betonból való vízelzívás vizsgálatával.

Összehasonlító vizsgálatokat és kísérleteket lehetne végezni a golyó és az amorf üveghab granulátum között.

Átfogó vizsgálattal megnézni, hogy az egyes frakciók arányának, illetve az adalékanyag betonban való térfogatszázalékának változtatása, milyen hatással van az anyag hő- és páratechnikai tulajdonságaira.

Szimulációkkal vizsgálni az egyes épületszerkezeti csomópontokat hőhidasság szempontjából.

Vizsgálattal igazolni az optimális habüveg beton keverék összetételét, mely minden követelményt kellőképp kielégít.

A dolgozat írása és az anyag kutatása közben arra a következtetésre jutottunk, hogy szinte az összes pozitív tulajdonságát az üveghabban lévő gázbuborékok kölcsönzik a szerkezetnek, így lehetséges, hogy az igazi cél az lenne, hogy üregeket tudjunk képezni a betonban, ezzel javítva a hőszigetelő képességét. Ebből következik, hogy lehetséges, hogy ennél is van jobb megoldás. Ha sikerülne elérni, hogy maga az anyag, azaz a beton képes legyen önmagában tartalmazni, más rácsszerkezetű anyag hozzáadása nélkül a gázbuborékokat, akkor valószínűleg sokkal jobb tulajdonságokkal rendelkezhet és homogénebb lesz a szerkezet. Ezért felmerült bennünk, hogy vajon szükséges-e az üveg hab, illetve van-e annyi pozitív tulajdonsága, hogy megérje vele foglalkozni és fejleszteni, vagy inkább a monolit pórusbeton kutatásával és fejlesztésével kellene foglalkozni, ahol magában a betonban képződnek a légbuborékok, így kikönnyítve azt és hőszigetelést biztosítva neki? Vajon lehet-e vasalni az ilyen szerkezetet, hogy nagyobb teherbírást érhessünk el vele?

7 BIBLIOGRÁFIA

7.1 Kapcsolódó tudományos közlemények:

- [1] *Nemes Rita – PhD értekezés – Habüveg adalékos könnyűbetonok*
- [2] *Mukesh Limbachiya, Mohammed Seddik Meddah, Soumela Fotiadou - Performance of granulated foam glass concrete - School of Civil Engineering & Construction, Kingston University London, KT1 2EE Surrey, UK*
- [3] *M Popov, L Zakrevskaya, V Vaganov, S Hempel and V Mechtcherine - Performance of Lightweight Concrete based on Granulated Foamglass - Vladimir State University, Department of Construction Production, Vladimir, Russia; Vladimir State University, Department of Physics and Applied Mathematics, Vladimir, Russia ; Institute of Construction Materials, TU Dresden, Dresden, Germany*

7.2 Szabványok (a teljesség igénye nélkül):

- [4] **MSZ EN 771-3:2011** Falazóelemek követelményei. 3. rész: Adalékanyagias beton falazóelemek (tömör és pórusos adalékanyagokkal)
ICS: 91.100.30 Beton és betontermékek
- [5] **MSZ EN 772-11:2011** Falazóelemek vizsgálati módszerei. 11. rész: Adalékanyagias beton, pórusbeton, műkő és természetes kő falazóelemek kapillárishatáson alapuló vízfelvételének, valamint az égetett agyag falazóelemek vízfelvétele kezdeti értékének meghatározása
ICS: 91.100.15 Ásványi anyagok és termékek; 91.100.30 Beton és betontermékek

7.3 Gyártók és szervezetek adatai:

- [6] <http://vpi.hu/hu/>
- [7] <https://www.beton-design.hu/>
- [8] <http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/minergie-eco>
- [9] <https://www.misapor.ch/en/>
- [10] <http://www.technopor.com/>
- [11] <https://www.energocell.hu/>

7.4 Ábrák hivatkozásai:

- [12] <https://ezermester.hu/cikk-7606/Latszobeton>
- [13] <http://www.technopor.com/produkt-daemmbeton/planung/konstruktionsdetails>
- [14] <https://www.misapor.ch/en/company/>
- [15] <https://www.misapor.ch/en/applications/thermal-insulation/>
- [16] <https://www.misapor.ch/en/applications/infrastructure-and-road-construction-special-build/>
- [17] <https://www.misapor.ch/media/download/762eb24e/655b/47d0/82db/12589dc02c12/en-762eb24e-655b-47d0-82db-12589dc02c12.pdf>
- [18] <https://www.archiweb.cz/en/b/dum-meuli>
- [19] <https://www.misapor.ch/en/references/werkhof-scheidegg-winterthur-2/>
- [20] <http://www.technopor.com/>
- [21] <http://www.technopor.com/service/downloads-all/finish/39-zulassungen-und-zertifikate/178-technopor-technolith-waermeleitfaehigkeit>
- [22] <http://www.technopor.com/produkt-daemmbeton/referenzen-daemmbeton/referenzprojekte/itemlist/tag/in%20Bau>
- [23] <http://www.technopor.com/produkt-daemmbeton/daemmbeton/oekologie>
- [24] <http://www.technopor.com/produkt-daemmbeton/daemmbeton/downloads/finish/8-technolith-daemmbeton/111-projektbericht-daemmbeton-stuttgart-deutsche-bauzeitung-05-2014>
- [25] <https://www.energocell.hu/referenciak/>

8 FÜGGELÉKEK

1. számú függelék: Technopor technikai adatlapja [10]
2. számú függelék: Technolith Dämmbeton teljesítmény nyilatkozata [10]
3. számú függelék: Technolith Dämmbeton műszaki engedélye [10]
4. számú függelék: Energocell teljesítmény nyilatkozata [11]
5. számú függelék: Energocell nemzeti műszaki értékelés [11]
6. számú függelék: Energocell ÉMI-TÜV SÜD Kft. tanúsítvány [11]



GLASS - A SOLID FOUNDATION

Technical data

TECHNOpor GLASS FOAM-GRANULAT SPECIFICATIONS

Properties	Unit	Standard	Special specifications - manufactured on request		
		PERIMETER 50	FILL 100	PRESSURE 50	Highways ¹⁾
Grain size, uncompacted	mm	30/50	30/100	30/50	typ. 30/50
Loose weight	kg/m ³	~ 170	~ 130	~ 220	~ 150 bis ~ 250
Water absorption (grain)	vol. %	≤ 7	≤ 7	≤ 7	≤ 7
Equilibrium moisture content	M %	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01 ²⁾	-
Lambda, grain	W/mK	0,045 ²⁾	0,050 ²⁾	0,055 ²⁾	-
Lambda, dry repose ≤ 25 cm	W/mK	0,085	0,08	0,09 ²⁾	-
Lambda, dry repose > 25 cm	W/mK	0,075	0,07	0,08 ²⁾	-
Effective heat capacity	J/m ³ K	~ 144500	~ 110500	~ 187000 ²⁾	-
Specific effective heat capacity	J/kgK	~ 850	~ 850	~ 850 ²⁾	-
Minimum installation depth, uncompacted	cm	15	15	15	15
Compacting factor, type	Factor	1,1 bis 1,3:1	1,0 bis 1,4:1	1,1 bis 1,3:1	1,2 bis 1,3:1
Voids content, compacted repose	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Repose angle	°	~ 45	~ 45	~ 45	~ 45
Softening point (grain)	° C	ca. 700	ca. 700	ca. 700	ca. 700
Fire behaviour (grain)	Category	A1	A1	A1	A1
Smoke and drop formation		N/A	N/A	N/A	N/A
Frost resistance (repose)		yes	yes	yes	yes
Modulus of deformation, subsoil with low load bearing capacity, E _{v2}	MN/m ²	~ 45 ³⁾	-	~ 50 ³⁾	~ 50
Modulus of deformation, subsoil with good load bearing capacity, E _{v2}	MN/m ²	~ 80 bis ~ 120 ³⁾	-	~ 120 bis ~ 500 ³⁾	~ 120 bis ~ 500
Grain pressure resistance	N/mm ²	~ 6 ⁵⁾	~ 2 ⁵⁾	~ 10 ⁵⁾	~ 3 bis ~ 12 ⁵⁾
Compression strength repose	N/mm ²	0,50 ⁴⁾	-	-	-
Inert building material		yes	yes	yes	yes
Capillary breaking, repose		yes	yes	yes	yes
Recyclability	%	100	100	100	100
u-value 0.5 W/ m ² K solid measure	cm	16	15	17 ²⁾	-
u-value 0.4 W/m ² K solid measure	cm	20,5	19	22 ²⁾	-
u-value 0.3 W/m ² K solid measure	cm	24,5	23	26 ²⁾	-
u-value 0.2 W/m ² K solid measure	cm	36,5	34	39 ²⁾	-
u-value 0.1 W/m ² K solid measure	cm	74	69	79 ²⁾	-
Delivery types:					
Big Bag 1,5 m ³ / 3 m ³	m ³	yes	yes	yes	no/yes
Tarpaulin, app. 8 m ³	m ³	yes	yes	yes	yes
Lorry, bulk	m ³	yes	yes	yes	yes

1) Technical data subject to application and specification.

2) Currently not determined by way of measurement techniques, data for the rough calculation of the thermal transmittance values.

3) Load capacity ratings of the plate load bearing test (E_{v1}, E_{v2}, E_{v3}) in accordance with DIN 18 134 /Austrian Standard B4417

4) Measuring process according to EN 826 – not suitable for glass foam repose.

An investigation of alternative standardized measuring procedures is currently taking place

5) Non-standardized measuring procedure, fluctuations of +/- 50% possible.

DIBt/general building authority approval has been issued: Z-23.34-1526 Measured Bem.: $\sigma_{zul} = 270kPA, 1^{\wedge}$ Calculation value = 0,14 W/mK

CE - Technopor Perimeter 50 – certification number: DIN EN 13055-2:2004-07

Note: The information contained herein is based on our knowledge at the time of publication.

In individual cases, responsibility for the completeness and correctness cannot be assumed.

Changes resulting from further technical developments reserved. Errors and typing errors excepted.

Last updated in August 2009.

manufactured
according to
ISO 9001
and 14001



GLASS - A SOLID FOUNDATION

Technical data

TECHNOpor GLASS FOAM-GRANULAT SPECIFICATIONS

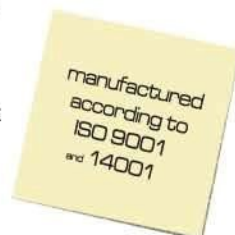
Properties	Unit	Standard	Special specifications - manufactured on request		
		PERIMETER 50	FILL 100	PRESSURE 50	Highways ¹⁾
Grain size, uncompacted	mm	30/50	30/100	30/50	typ. 30/50
Loose weight	kg/m ³	~ 170	~ 130	~ 220	~ 150 bis ~ 250
Water absorption (grain)	vol. %	≤ 7	≤ 7	≤ 7	≤ 7
Equilibrium moisture content	M %	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01 ²⁾	-
Lambda, grain	W/mK	0,045 ²⁾	0,050 ²⁾	0,055 ²⁾	-
Lambda, dry repose ≤ 25 cm	W/mK	0,085	0,08	0,09 ²⁾	-
Lambda, dry repose > 25 cm	W/mK	0,075	0,07	0,08 ²⁾	-
Effective heat capacity	J/m ³ K	~ 144500	~ 110500	~ 187000 ²⁾	-
Specific effective heat capacity	J/kgK	~ 850	~ 850	~ 850 ²⁾	-
Minimum installation depth, uncompacted	cm	15	15	15	15
Compacting factor, type	Factor	1,1 bis 1,3:1	1,0 bis 1,4:1	1,1 bis 1,3:1	1,2 bis 1,3:1
Voids content, compacted repose	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Repose angle	°	~ 45	~ 45	~ 45	~ 45
Softening point (grain)	° C	ca. 700	ca. 700	ca. 700	ca. 700
Fire behaviour (grain)	Category	A1	A1	A1	A1
Smoke and drop formation		N/A	N/A	N/A	N/A
Frost resistance (repose)		yes	yes	yes	yes
Modulus of deformation, subsoil with low load bearing capacity, E _{v2}	MN/m ²	~ 45 ³⁾	-	~ 50 ³⁾	~ 50
Modulus of deformation, subsoil with good load bearing capacity, E _{v2}	MN/m ²	~ 80 bis ~ 120 ³⁾	-	~ 120 bis ~ 500 ³⁾	~ 120 bis ~ 500
Grain pressure resistance	N/mm ²	~ 6 ⁵⁾	~ 2 ⁵⁾	~ 10 ⁵⁾	~ 3 bis ~ 12 ⁵⁾
Compression strength repose	N/mm ²	0,50 ⁴⁾	-	-	-
Inert building material		yes	yes	yes	yes
Capillary breaking, repose		yes	yes	yes	yes
Recyclability	%	100	100	100	100
u-value 0.5 W/ m ² K solid measure	cm	16	15	17 ²⁾	-
u-value 0.4 W/m ² K solid measure	cm	20,5	19	22 ²⁾	-
u-value 0.3 W/m ² K solid measure	cm	24,5	23	26 ²⁾	-
u-value 0.2 W/m ² K solid measure	cm	36,5	34	39 ²⁾	-
u-value 0.1 W/m ² K solid measure	cm	74	69	79 ²⁾	-
Delivery types:					
Big Bag 1,5 m ³ / 3 m ³	m ³	yes	yes	yes	no/yes
Tarpaulin, app. 8 m ³	m ³	yes	yes	yes	yes
Lorry, bulk	m ³	yes	yes	yes	yes

- 1) Technical data subject to application and specification.
- 2) Currently not determined by way of measurement techniques, data for the rough calculation of the thermal transmittance values.
- 3) Load capacity ratings of the plate load bearing test (E_{v1}, E_{v2}, E_{v3}) in accordance with DIN 18 134 /Austrian Standard B4417
- 4) Measuring process according to EN 826 – not suitable for glass foam repose.
An investigation of alternative standardized measuring procedures is currently taking place
- 5) Non-standardized measuring procedure, fluctuations of +/- 50% possible.

DIBt/general building authority approval has been issued: Z-23.34-1526 Measured Bem.: $\sigma_{zul} = 270kPa$, t^{Δ} Calculation value = 0,14 W/mK

CE - Technopor Perimeter 50 – certification number: DIN EN 13055-2:2004-07

Note: The information contained herein is based on our knowledge at the time of publication.
In individual cases, responsibility for the completeness and correctness cannot be assumed.
Changes resulting from further technical developments reserved. Errors and typing errors excepted.
Last updated in August 2009.



Leistungserklärung



2008
02/2015

GSG
Glasaufbereitung
u. Service GmbH
Major-von-Minckwitz-Allee 16, D-01558 Großenhain



Kennnummer der notifizierten Stelle
MFPA Weimar 0992

Leichte Gesteinskörnungen
für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
EN 13055-1:2002-08, DIN EN 13055-1 Ber1:2004-12

Produktname

Technopor KDB 30/50

Eigenschaften	Prüfverfahren	Deklarierte Werte	
		Grenzen	typischer Wert
Kornrohichte	EN 1097-6 AnhangC	270 - 320 kg/m ³	300 kg/m ³
Kornfestigkeit	EN 13055-1 AnhangA EN 826	>560kPa	800 kPa
Kornform		unregelmäßig kantig	
Prozentualer Anteil gebrochener Körner	EN 933-5	alle Körner sind unregelmäßig natürlich zerbrochen	
Korngruppe	EN 933-1	16/63 D _{max} = 63mm	
Korngrößenverteilung	EN 933-1	Maschenweite	Siebdurchgang
	trocken sieben	63 mm	100
		45 mm	90 -100
		32 mm	20 - 40
		16 mm	2 - 10
		0,125 mm	0,5 - 2
Feinanteil	EN 933-1		100 % 96 % 32 % 8 % 1%
Wasseraufnahme W₂₄	EN 1097-6 AnhangC	≤ 30 %	20 %
Frost-Tauwechsel	EN 13055-1 AnhangC	< 1 Masse-%	
Raumbeständigkeit	EN 13055-1 AnhangB	beständig	< 0,5 %
Chloride	EN ISO 10304-1 EN 1744-1	< 0,01 %	
Säurelösl. Sulfat	EN ISO 10304-1 EN 1744-1	< 0,01 %	
Schwefel	EN ISO 10304-1 EN 1744-1	< 0,01 %	
Reinheit	EN1744-1	keine organischen Verunreinigungen	

Über die Prüfpflicht hinausgehende Herstellerangaben

Schüttdichte	EN 1097-3	180 - 220 kg/m ³	190 kg/m ³
Korndruckfestigkeit Einzelkorn		2 - 6 N/mm ²	4 N/mm ²
Wassergehalt	EN 1097-5	bei Regen 5 – 10 % trocken 0,25%	5%
Brandverhalten	DIN 4102-A1	nicht brennbar Klasse A 1	

Letzte Änderung: 01.05.2015

GSG Glasaufbereitung und Service GmbH arbeitet mit Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001:2008 und bezieht ausschließlich Strom aus Wasserkraft, zertifiziert unter der Nr. EAA-DE 2012000004



Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15 (Energie, Wohnbau, Technik)
Burggasse 13, A-8010 Graz

GZ.: ABT15-30.21-32/2012-6

Graz, am 25.06.2013

DVR 0087122



Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jansche

Telefon DW ++43 (0)316/877-4933

Telefax ++43 (0)316/877-4689

E-mail: baucert@steiermark.at

Telex 311838 Irggra

**ÖSTERREICHISCHE
TECHNISCHE
ZULASSUNG**

BESCHEID

Auf Grund des Antrages vom 5. April 2012 wird gemäß § 45 des Stmk. Baugesetzes, LGBl. Nr. 59/1995, in der Fassung LGBl. Nr. 78/2012 in Verbindung mit der Steiermärkischen Bautechnikverordnung 2012, LGBl. Nr. 120/2012 für das nachstehend beschriebene Bauprodukt die Österreichische Technische Zulassung erteilt.

Zulassungsgegenstand: **„TECHNOlith - Dämmbeton“**,

Antragsteller: Fa. Technopor GmbH
Magnesitstraße 1
3500 Krems

ÖTZ-Zulassungsnummer: **ÖTZ-2013/009/6**

Geltungsdauer: **25. Juni 2016**

Mit dem Teil „A“ dieser Zulassung wird festgestellt, dass die vom Sachverständigenbeirat für Fragen der österreichischen technischen Zulassung, eingerichtet beim Österreichischen Institut für Bautechnik in Wien, festgelegten Brauchbarkeitsbestimmungen erfüllt sind.

Der Teil „B“ dieser Zulassung enthält die für das Bundesland Steiermark maßgebenden Verwendungsbestimmungen.

Diese Bescheinigung umfasst 12 Textseiten.

Seite 1 von 12



Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Abteilung 15 (Energie, Wohnbau, Technik)

Burggasse 13, A-8010 Graz

Allgemeine Bestimmungen

Der Zulassungsinhaber hat jedem, der den Zulassungsgegenstand erzeugt, betreibt, einbaut oder benutzt, einen Abdruck (Kopie) der Zulassungsbescheinigung auszufolgen.

Eine Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Zulassungsbescheinigung darf nur im Ganzen und nicht auszugsweise erfolgen.

Inhaltsübersicht

Deckblatt	Seite 1
Allgemeine Bestimmungen	Seite 2
Teil A	Seite 3
Nachweis der Brauchbarkeit unter Zugrundelegung der allgemein anerkannten Regeln der Technik	
1 Technische Beschreibung	Seite 3
2 Leistungseigenschaften	Seite 3
3 Lieferung, Einbau, Instandhaltung	Seite 5
4 Betonherstellung	Seite 5
5 Produktbestimmungen / Prüfbestimmungen	Seite 7
Teil B	Seite 8
Verwendungsbestimmungen nach den Vorschriften des Stmk. Baugesetzes, LGBL. Nr. 59/1995, i.d.F. LGBL. Nr. 78/2012 in Verbindung mit der Steiermärkischen Bautechnikverordnung 2012 LGBL. Nr. 120/2012.	
Kosten	Seite 9
Hinweis	Seite 10

TEIL A

(Nachweis der Brauchbarkeit unter Zugrundelegung der allgemein anerkannten Regeln der Technik)

Zulassungsgegenstand: „TECHNOLith - Dämmbeton“

1 Technische Beschreibung

1.1 Allgemeines

Technolith Dämmbeton ist ein aus Glasschaum-Granulat hergestellter Leichtbeton mit einer Trockenrohdichte von ca. 800 - 1000 kg/m³ mit verbesserter Wärmedämmeigenschaften.

Die Ausgangsstoffe werden in einem Mischer gemischt und in Formen (Schalungen) eingebracht.

1.2 Anwendungsbereich

TECHNOLith - Dämmbeton ist für den Einsatz im Bereich Einfamilienhäuser bis hin zu mehrgeschossigen Objektbau in tragender Funktion vorgesehen.

1.3 Produktbeschreibung

„TECHNOLith - Dämmbeton	
- Hersteller des Ausgangsmaterials:	Technopor Dämmbeton GmbH Magnesitstraße 1 3500 Krems
- Herstellerwerk:	Technopor Dämmbeton GmbH Magnesitstraße 1 3500 Krems
- Kennzeichnung:	Produktname; Wärmeleitfähigkeit, ÖTZ-Zulassungsnummer
Brandverhalten:	
- Eurobrandverhalten:	A1
- Verarbeitungshinweise:	siehe Hersteller

2 Leistungseigenschaften des TECHNOLith - Dämmbetons:

2.1 Rohstoffe

2.1.1 Glasschaumgranulat

Das für die Beton-Herstellung verwendete Glasschaumgranulat „Technopor KDB 30/50“ ist eine aus Glasschaum hergestellte und gemäß EN 13055-1 „Leichte Gesteinskörnung, Teil 1“ geprüfte Gesteinskörnung mit einer vorgegeben Sieblinie von 30 mm – 50 mm.

Die EG Konformitätserklärung und die CE-Kennzeichnung für „Technopor KDB 30/50“ liegt vor.

2.1.2 Zusatzmittel

Als Zusatzmittel wird das Produkt „Lighteret Typ 2“ der Fa. „SIKA“ verwendet.

Das Zusatzmittel ist gemäß EN 934-2 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel, Teil 2“ unterliegt bereits der CE-Kennzeichnungsverpflichtung.

2.1.3 Zement

Als Zement wird der im jeweiligen, mit der Herstellung beauftragten Transportbetonwerk verwendeter Zement gem. ÖNORM EN 197-1 verwendet. Ein Nachweis darüber wird über die EG-Konformitätserklärung des Herstellers sowie der CE-Kennzeichnung geführt.

2.2 Betoneigenschaften

Im Zuge der Entwicklung des Dämmbeton wurden einige Betonkennwerte geprüft.

Es wurden an Versuchsbeton die Druck- und Biegezugfestigkeit, die Wassereindringtiefe sowie die Wärmeleitfähigkeit trocken und konditioniert ermittelt (siehe Prüfberichte MA39 im Anhang). Auf Grund der Brandeigenschaften der Ausgangsstoffe, die alle Brandklasse A1 aufweisen, kann auch der Dämmbeton als Brandklasse A1 eingestuft werden. Da in den Rohstoffen keine gefährlichen Stoffe vorliegen, ist auch im Beton nicht mit dem Vorhandensein von gefährlichen Stoffen zu rechnen.

Die Daten entsprechen dem letzten Wissensstand und vorliegenden Meßergebnissen und sind Erfahrungswerte zu Dämmbeton mit Glasschaum-Granulat Zuschlag.

Beton nach Eigenschaften EN 206-1:2000/A1:2004		Abschnitt in EN 206-1: 2000 / A1:2004	Werte	Anforderungen
Allgemeine Anforderungen:	Norm:			
Expositionsklassen	EN 206-1	4.1	XC4, XF1/XF3, XF2/XF4, XD1, XD2	
Max. w/z _{eq}	EN 206-1	NA 3.1.47	0,5	
Mindestzementgehalt	EN 206-1	NA 5.3.2 bzw. ÖN B 4710-1, 5.3.2 Tab. NAD 10	300 kg/m ³	
Wassereindringtiefe	EN 12390-8	12390-8 bzw. ONR 23303 Pkt. 9.8.	22 mm	
Konsistenzklasse (Verdichtungsmass)	EN 12350-4	4.2	C3	
Grösstkornklasse D	EN 12620	4.2.2	D _{max} , 65	
Würfeldruck- festigkeit	EN 12390-8	12390-8 bzw. ONR 23303 Pkt. 9.2.	10,9 N/mm ²	(Mittelwert)
Chloridgehaltsklasse	EN 206-1	5.2.7	CL 0,10	
Gesteinskörnung (leichte Gesteinskörnung)	EN 13055-1	5.2.3	100% Glasschaum	zertifiziert
Zusatzmittel	EN 934-2	5.2.6	FM + LP	zertifiziert
Rohdichteklasse (für Leichtbetone)	EN 12350-6	4.3.2	D 0,8/1,0	

Besondere Eigenschaften:				
Wärmeleitfähigkeit	EN 12667 / EN 12664		$\lambda_{(10, \text{dry})} 0,225$ $\text{W}/(\text{m}^*\text{K})$ $\lambda_{(20, \text{dry})} 0,226$ $\text{W}/(\text{m}^*\text{K})$ $\lambda_{(30, \text{dry})} 0,228$ $\text{W}/(\text{m}^*\text{K})$	
Schalldämmmass (bewertetes Bauschalldämmmass)			R'_w 53-54 dB	
Schwinden			$\epsilon_{cs} 28 - 0.44 \text{ ‰}$ $\epsilon_{cs} ,56 0.52 \text{ ‰}$	
Kriechen		elastische Längenänderung Längenänderung infolge Kriechen Kriechzahl	$\epsilon_{c,el} -0.55 \text{ ‰}$ $\epsilon_{cc,56} -0.22 \text{ ‰}$ $\phi_{(56,28)} 0.4$	
Elastizitätsmodul			$E_{cm} 7.900 \text{ N}/\text{mm}^2$	
Biegezugfestigkeiten	ON EN 12390-5	Anhang A	$F_{ct} 2.9 \text{ N}/\text{mm}^2$	
Alkali- Reaktion Performance Test	ON B 3100		0,23 ‰	1 ‰

3 Lieferung, Einbau, Instandhaltung

Für die Lieferung des Betons sind keine zusätzlichen Anforderungen gegenüber Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 und/oder ÖNORM B 4710-2 vorgesehen.

Auf Grund der Eigenschaften der Gesteinskörnung (Glasschaum) wird in Abweichung vom Eurocode EN 1992-1-1 (25mm) eine Betonüberdeckung von 40mm empfohlen.

Ebenfalls auf Grund der Eigenschaften des Glasschaums bezüglich Längenänderung wird eine etwas elastischere Bewehrung empfohlen, d.h. die Stärke der Bewehrungsstäbe soll 14 mm nicht übersteigen.

Bezüglich Dichtheit im Bereich der Fugenbänder ist die übliche Sorgfalt anzuwenden und es können alle gängigen Produkte verwendet werden.

Darüber hinaus sind keine abweichenden Empfehlungen gegenüber den in Kap. 14. der ÖNORMen B 4710-1 und B 4710-2 vorgesehenen Regeln für den Einbau, Nachbehandlung etc. notwendig.

Da die gleichen mechanischen Prüfungen und Kennwerte wie bei Beton gem. ÖNORM B 4710-1 verwendet werden, ist auch eine Berechnung der Bemessung und Konstruktion gemäß EN 1992-1-1 gewährleistet.

4 Betonherstellung

Die Herstellung basiert auf einer von der Fa. Technopor Dämmbeton GmbH vorgegebenen, patentierten Rezeptur und ist bei der Zulassungsstelle hinterlegt.

Das mit der Herstellung beauftragte Transportbetonwerk erhält durch die Fa. Technopor Dämmbeton GmbH eine Richtrezeptur mit vorgegebener Menge an Glasschaumgranulat, Zusatzmittel, Zement, Zugabewasser sowie der Mischzeit (min. 60 Sekunden).

Das Glasschaumgranulat wird von der Fa. Technopor Dämmbeton GmbH, in Abhängigkeit von der herzustellenden Betonkubatur, in Big-Bags oder Silo-LKW in der vorgegebenen Zusammensetzung angeliefert.

Das Zusatzmittel wird ebenfalls gebrauchsfertig in neutraler Verpackung von der Fa. Technopor Dämmbeton GmbH an das TBW geliefert.

Zement und Zugabewasser werden vom Transportbetonwerk beigestellt.

5 Produktbestimmungen / Prüfbestimmungen (Herstellung, Kennzeichnung und Überwachung)

5.1 Herstellung

Die Herstellung muss nach den Zusammensetzungen und dem Herstellungsverfahren erfolgen, die den Zulassungsversuchen zugrunde liegen.

5.2 Prüfbestimmungen

Die unter Punkt 2 Anforderungen sowie Eigenschaften ermittelten Werte sind mit den jeweiligen angeführten Prüfbestimmungen nachzuweisen.

5.3 Kennzeichnung

Die Begleitdokumente des Bauproduktes (Transportbeton) müssen die Aufschrift „**TECHNOlith – Dämmbeton**“ tragen sowie nachstehende Angaben

- Kein Beton entsprechend der ÖNORM B 4710-1, -2
- Anwendungsbereich
- Rohdichte
- Wärmeleitfähigkeit trocken
- Name des Herstellers und Standort der Produktionsstätte
- Erzeugerdatum (auch verschlüsselt)
- Österreichische technische Zulassungsnummer

5.4 Güteüberwachung

5.4.1 Eigenüberwachung

Der Prüfumfang der Eigenüberwachung ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen über die werkseigene Produktionskontrolle sind mindestens 7 Jahre aufzubewahren.

Die Eigenüberwachung hat entsprechend den relevanten Teilen der ÖN B 4710-1, -2 (Ausgabe 10/2007) zu erfolgen.

5.4.2 Fremdüberwachung

5.4.2.1 Vorbemerkung

Die Fremdüberwachung besteht aus der Überprüfung der Eigenüberwachung gemäß 5.4.1 und der Prüfung der Anforderungen gemäß untenstehender Tabelle, wobei alle unterschiedlichen Produktarten repräsentativ zu erfassen sind.

Die Fremdüberwachung ist auf der Basis eines Überwachungsvertrages durchzuführen. Die Fremdüberwachung hat durch eine akkreditierte Prüf- oder Überwachungsstelle zu erfolgen. Die Prüfzeugnisse der Fremdüberwachung sind zur Einsichtnahme der Zulassungsstelle auf Anforderung zu übergeben. In den Überwachungsverträgen ist festzuhalten, dass der Zulassungsstelle, durch die Prüf- oder Überwachungsstelle unverzüglich berichtet wird, wenn die Eigenüberwachung nicht oder nicht ausreichend durchgeführt wurde, bei den Prüfungen der

Fremdüberwachung Mängel festgestellt werden oder der Überwachungsvertrag durch einen oder beide Partner gekündigt wird.

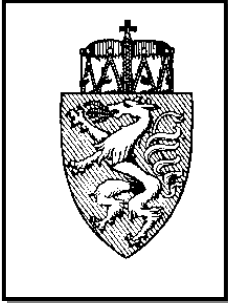
5.4.2.2 Der Prüfumfang der Fremdüberwachung ist entsprechend den relevanten Teilen der ÖN B 4710-1, -2 (Ausgabe 07/2007) durchzuführen. Zusätzlich sind nachstehende Prüfungen durchzuführen.

Eigenschaft	Fremdüberwachung
Rohdichte:	2 x jährlich
Wärmeleitfähigkeit:	1 x jährlich
Wassereindringtiefe	2 x jährlich
Druckfestigkeit	2 x jährlich
Biegezugfestigkeit	2 x jährlich

Der „TECHNOLith – Dämmbeton“ ist der im Teil A festgelegten Bestimmungen als Beton mit haufwerksporigem Gefüge (Beton ohne Feinbestandteile) für den Hochbau mit tragender Funktion verwendbar.

TEIL B

(Verwendungsbestimmungen nach den Vorschriften des Stmk. Baugesetzes, LGBL. Nr. 59/1995)



Auf Grund der vorgelegten Unterlagen wird die Verwendungsfähigkeit des im Teil „A“ beschriebenen Zulassungsgegenstandes gemäß § 45 Abs. 5 des Stmk. Baugesetzes LGBL.Nr.: 59/1995 idF LGBL. Nr.: 78/2012 in Verbindung mit der Stmk. Bautechnikverordnung LGBL. Nr.: 120/2012 bescheinigt.

Voraussetzung hierfür ist die Einhaltung der im Teil „A“ ausgeführten Prüfbestimmungen sowie nachfolgender Bedingungen:

1 Tragwerk

- 1.1** Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um die Einwirkungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, aufzunehmen und in den Boden abzutragen.
- 1.2** Für die Neuerrichtung von Tragwerken oder Tragwerksteilen ist dies jedenfalls erfüllt, wenn der Stand der Technik eingehalten wird. Die Zuverlässigkeit der Tragwerke hat den Anforderungen gemäß ÖNORM EN 1990 zu genügen.

2 Schallschutz

Die Anforderungen an den Schallschutz - ÖNORM B 8115, Teil 2 - sind einzuhalten.

3 Wärmeschutz

- 3.1** Die OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe 2007, ist für die Erstellung des Energieausweises heranzuziehen.
- 3.2** Der Punkt 5 - Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile (U-Werte) - der OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2007 ist auch für Zubauten anzuwenden.
- 3.3** Die jeweils erforderlichen Kennwerte sind gegebenenfalls durch Zusatzdämmungen zu erreichen und durch bauphysikalische Berechnungen Nachzuweisen.
- 3.4** Der Punkt 3 - Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle – der OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2007 braucht in der Steiermark nicht nachgewiesen werden.

KOSTEN

1. Für die Erteilung der gegenständlichen Zulassung sind gemäß § 47 Abs. 1 des Stmk. Baugesetzes LGBL. Nr. 59/1995 i.d.g.F. in Verbindung mit der Verordnung vom 19. Dezember 2005, LGBL. Nr. 7/2006 nachstehende Verwaltungsabgabe zu entrichten:
 - a) Verwaltungsabgabe für die Bescheinigung der Brauchbarkeit eines Bauproduktes und dessen Verwendungsfähigkeit gemäß den bautechnischen Vorschriften (erster und zweiter Teil der Österreichischen technischen Zulassung) gemäß § 2 Abs. 1 der zitierten Verordnung € 1.800,00
 - b) Verwaltungsabgabe für die Zulassung auf Grundlage von Einzelstellungnahme des Österreichischen Instituts für Bautechnik gemäß § 3 Abs. 1 der zitierten Verordnung € 780,00
2. Stempelgebühr gemäß Gebührengesetz 1957, BGBl. Nr. 267/1957 i.d.g.F.
 - a) Eingabe gemäß § 14, Tarifpost 6 € 14,30
 - b) Beilage gemäß § 14, Tarifpost 5 € 21,80
3. Der Betrag von € 2.616,10 ist mittels beiliegenden Zahlscheins binnen zwei Wochen nach Zustellung der Bescheinigung einzuzahlen.

Rechtsmittelbelehrung

Gegen diesen Bescheid ist ein ordentliches Rechtsmittel nicht zulässig.

Es besteht jedoch die Möglichkeit, innerhalb von 6 Wochen ab Zustellung des Bescheides Beschwerde vor dem Verwaltungsgerichtshof oder vor dem Verfassungsgerichtshof zu erheben. Die Beschwerde muss von einem Rechtsanwalt unterschrieben sein.

Für die Steiermärkische Landesregierung

Der Leiter der Zulassungsstelle

(Ing. Dipl.-Ing. Robert Jansche, MPA)

HINWEIS

(Stand 11/2012)

Die Zulassungsbescheinigung entbindet nicht vom Erfordernis einer Bewilligung oder Genehmigung im baubehördlichen, gewerbebehördlichen, wasserrechtlichen oder in anderen Verfahren vor Verwaltungsbehörden.

Auszug aus dem Stmk. Baugesetz 1995 idgF

Allgemeine bautechnische Bestimmungen

§43 Allgemeine Anforderungen

- (1) Bauwerke und alle ihre Teile müssen so geplant und ausgeführt sein, dass sie unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich sind und die in Folge angeführten bautechnischen Anforderungen erfüllen. Diese Anforderungen müssen entsprechend dem Stand der Technik bei vorhersehbaren Einwirkungen und bei normaler Instandhaltung über einen wirtschaftlich angemessenen Zeitraum erfüllt werden. Dabei sind Unterschiede hinsichtlich der Lage, der Größe und der Verwendung der Bauwerke zu berücksichtigen.
- (2) Bautechnische Anforderungen an Bauwerke sind:
 1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit,
 2. Brandschutz,
 3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz,
 4. Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit,
 5. Schallschutz sowie
 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz.
- (3) Bauteile müssen aus entsprechend widerstandsfähigen Baustoffen hergestellt oder gegen schädigende Einwirkungen geschützt sein, wenn sie solchen Einwirkungen ausgesetzt sind. Schädigende Einwirkungen sind zB Umweltschadstoffe, Witterungseinflüsse, Erschütterungen oder korrosive Einwirkungen.
- (4) Zusätzlich zu den bautechnischen Anforderungen muss das Bauwerk derart geplant und ausgeführt werden, dass es in seiner gestalterischen Bedeutung dem Straßen-, Orts- und Landschaftsbild gerecht wird. Hierbei ist auf Denkmäler und hervorragende Naturgebilde Rücksicht zu nehmen.

§80 Allgemeine Anforderungen

- (1) Bauwerke und all ihre Teile müssen so geplant und ausgeführt sein, dass die bei der Verwendung benötigte Energiemenge nach dem Stand der Technik begrenzt wird. Auszugehen ist von der bestimmungsgemäßen Verwendung des Bauwerks; die damit verbundenen

Bedürfnisse (insbesondere Heizung, Warmwasserbereitung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) sind zu berücksichtigen.

- (2) Bei der Beurteilung, ob die Energiemenge gemäß Abs.1 nach dem Stand der Technik begrenzt wird, ist insbesondere Bedacht zu nehmen auf
 1. Art und Verwendungszweck des Bauwerks,
 2. Gewährleistung eines dem Verwendungszweck entsprechenden Raumklimas; insbesondere sind ungünstige Auswirkungen, wie unzureichende Belüftung oder sommerliche Überwärmung, zu vermeiden,
 3. die Verhältnismäßigkeit von Aufwand und Nutzen hinsichtlich der Energieeinsparung.
- (3) Nach Maßgabe der Bestimmungen des §81 ist ein Energieausweis zu erstellen.
- (4) Zur Erfüllung der Erfordernisse der Abs.1 bis 3 kann die Landesregierung in der Verordnung gemäß §82 insbesondere Anforderungen an den Heizwärme- und Kühlbedarf, an die thermische Qualität der Gebäudehülle, an den Endenergiebedarf, an wärmeübertragende Bauteile, an Teile des energietechnischen Systems und an den Energieausweis festsetzen.
- (5) Bei der Errichtung neuer Bauwerke (Neubauten) mit einer Gesamtnutzfläche von mehr als 1.000 m² müssen alternative Systeme eingesetzt werden, sofern dies technisch, ökologisch und wirtschaftlich zweckmäßig ist. Alternative Systeme sind insbesondere
 1. dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von erneuerbaren Energieträgern,
 2. Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen,
 3. Fern-/Blockheizung oder Fern-/Blockkühlung und
 4. Wärmepumpen.
- (6) Unabhängig von der Regelung gemäß Abs.5 hat bei der Errichtung neuer Wohnbauten die Warmwasserbereitung unter Verwendung thermischer Solaranlagen oder direkt aus anderen erneuerbaren Energieträgern, sofern deren Einsatz jeweils nicht wirtschaftlich unzweckmäßig ist, oder über eine Fernwärmeversorgung aus erneuerbaren Energieträgern oder hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung, wenn diese ganzjährig verfügbar ist, zu erfolgen. Der Verwendung thermischer Solaranlagen dürfen in Schutzgebieten nach dem Ortsbildgesetz 1977 und dem Grazer Altstadterhaltungsgesetz 2008 Gründe des Straßen-, Orts- und Landschaftsbildes im Sinne des §43 Abs.4 nicht entgegenstehen.

§81 Energieausweis

- (1) Ein Energieausweis nach Maßgabe der Verordnung gemäß §82 ist zu erstellen:
 1. bei Neubauten von Gebäuden,
 2. bei umfassenden Sanierungen von Gebäuden,
 3. bei Abweichungen von genehmigten Bauplänen (§35 Abs.6) in den Fällen der Z1 und 2, wenn diese Auswirkungen auf den erstellten Energieausweis haben, und
 4. bei Gebäuden für öffentliche Zwecke, zB Behörden und Ämtern, sowie Gebäuden, in denen für eine große Anzahl von Menschen Dienstleistungen erbracht werden und die deshalb von diesen Menschen häufig aufgesucht werden. Dies gilt nur für Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von über 1.000 m².

Soweit für sonstige bestehende Gebäude ein Energieausweis zu erstellen ist, gelten die Bestimmungen dieses Gesetzes und der Verordnung gemäß §82 sinngemäß.

- (2) In den Gebäuden nach Abs.1 Z4 ist der Energieausweis an einer für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle anzubringen.
- (3) Die Gültigkeitsdauer des Energieausweises ist auf zehn Jahre beschränkt.
- (4) Der Energieausweis besteht aus:
 1. einer ersten Seite mit einer Effizienzskala, wobei von der Darstellung der Effizienzskala nach Maßgabe der Richtlinie abgewichen werden kann,
 2. einer zweiten Seite mit detaillierten Ergebnisdaten und
 3. einem Anhang mit Angaben zu den verwendeten technischen Regelwerken und Hilfsmitteln (zB Software) und Angaben zur Ermittlung der Eingabedaten (geometrische, bauphysikalische und haustechnische Eingangsdaten).
- (5) Die Inhalte des Energieausweises beziehen sich in Abhängigkeit vom Verwendungszweck des Gebäudes (Gebäudekategorie) auf Regelungen betreffend:
 1. Heizwärmebedarf des Gebäudes und den Vergleich zu Referenzwerten,
 2. Heiztechnik-Energiebedarf des Gebäudes,
 3. Kühlbedarf des Gebäudes,
 4. Energiebedarf (Verluste) der haustechnischen Anlagen, getrennt für Heizung, Kühlung, mechanische Belüftung sowie Beleuchtung des Gebäudes,
 5. Endenergiebedarf des Gebäudes,
 6. U-Werte der Bauteile,
 7. Empfehlung von Maßnahmen - ausgenommen bei Neubau -, deren Implementierung den Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert und technisch und wirtschaftlich zweckmäßig ist.
- (6) Der Energieausweis ist von einem nach den für die Berufsausübung maßgeblichen Vorschriften Berechtigten oder einer akkreditierten Prüfstelle auszustellen. Unter den nach den für die Berufsausübung maßgeblichen Vorschriften Berechtigten sind jedenfalls ZiviltechnikerInnen einschlägiger Befugnis sowie Technische Büros - Ingenieurbüros einschlägiger Fachrichtungen und Gewerbetreibende einschlägiger Fachrichtungen zur Planung, Errichtung oder Änderung von baulichen Anlagen (zB Baumeister, Zimmermeister) oder von Heizungsanlagen, jeweils im Rahmen ihrer Gewerbeberechtigung, zu verstehen.
- (7) Die Aussteller von Energieausweisen haben die Energieausweise gemäß den Bestimmungen des Bundesgesetzes über das Gebäude- und Wohnungsregister (GWR-Gesetz), BGBl. I Nr.9/2004, in der Fassung BGBl. I Nr.125/2009, in der Energieausweisdatenbank zu registrieren.

Die gültigen OIB-Richtlinien findet man unter www.technik.steiermark.at



Szám: TNY/003/2017		TELJESÍTMÉNYNYILATKOZAT			
A305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet 4. cikkelye, 99/91/EK bizottsági határozat és a 275/2013 kormányrendelete alapján					
1.	A termék megnevezése	ENERGOCELL GR gyári készítésű üveghab granulátum			
2.	Típuszám	150-175			
3.	Rendeltetése	hőszigetelő, ágyazó és kitöltő réteg			
4.	Gyártó neve	Daniella Ipari Park Kft 4031 Debrecen Köntösgát sor 1.-3.			
5.	Tanúsítási rendszer a 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet V. melléklet szerint:	3.rendszer ÉMI ÉPÍTÉSÜGYI MINŐSÉGELLENŐRZŐ INNOVÁCIÓS NONPROFIT KFT A-44/2017			
6.	Testsűrűség [Mg/m ³]	ρ_a 0,31	ρ_{rd} 0,29	ρ_{ssd} 0,34	MSZ EN 1097-6:2013
	Hővezetési tényező	$\lambda \leq 0,086$ W/mK			MSZ EN 1934:2000
	Teherbírás [MPa]*	$E_2 \geq 53$ N/mm ²			e-UT 09.02.35 (ÜT 2-2.124:2005)
	Ágyazási együttható*	$C = 0,070$ N/mm ³			MSZ 2509-3:1989
	Vízfelvétel [%] (tömegszázalék)	$\leq 10,0\%$ (m/m)			MSZ EN 1097-6:2013
	Vízfelvétel [%] (térfogatszázalék)	$\leq 3,5\%$ (v/v)			számított gyári adat
	Fagyállóság	F ₁			ETAG 004 5.1.4.1.1 (3) pont
	Tűzvédelmi osztály	A1			MSZ EN 13501-1:2007+A1:2010
	Magnézium-szulfátos időállóság	MS ₁₈			MSZ EN 1367-2:2010
	Kőanyaghalmoz típusa, szemmegoszlás, finomszem tartalom	Nyújtott, G _{A85} , f ₃			MSZ EN 933-1:2012
	Lemezességi szám vizsgálat	Fl ₂₀			MSZ EN 933-3:2012
	Los Angeles aprózódással szembeni ellenállás	LA ₆₀			MSZ EN 1097-2:2010
	Mikro Deval kopásállóság	M _{DE75}			MSZ EN 1097-1:2012
	Alkotóanyagok osztályozása	Rg ₁₀₀			MSZ EN 933-11:2009
	Vízoldható szulfát tartalom [%]	SS _{0,2}			MSZ EN 1744-1:2009+A1:2013
Savoldható szulfát tartalom [%]	AS _{0,2}			MSZ EN 1744-1:2009+A1:2013	
Összes kéntartalom [%]	S ₁			MSZ EN 1744-1:2009+A1:2013	
<ul style="list-style-type: none"> Az A-44/ 2017 számú NMÉ 1.2. pontjában meghatározott termék teljesítménye megfelel a nyilatkozat szerinti teljesítménynek. E teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a teljesítménynyilatkozatban meghatározott gyártó (vagy meghatalmazott képviselő) a felelős. 					

* Ez az érték a fogadófelület teherbírásától és a tömörítés mértékétől függ.

Debrecen, 2017. szeptember 21.

Kőszegi Dániel
ügyvezető igazgató





ÉMI ÉPÍTÉSÜGYI MINŐSÉGELLENŐRZŐ INNOVÁCIÓS NONPROFIT
KORLÁTOLT FELELŐSÉGŰ TÁRSASÁG

H-2000 Szentendre, Dózsa György út 26. Levélcím: H-2001 Szentendre, Pf: 180.
Telefon: +36 (1) 372-6100 Fax: +36 (1) 386-8794
E-mail: info@emi.hu Honlap: http://www.emi.hu

ÉMI NON-PROFIT LIMITED LIABILITY COMPANY FOR QUALITY CONTROL AND INNOVATION IN BUILDING
ÉMI SOCIÉTÉ À BUT NON LUCRATIF POUR LE CONTRÔLE DE QUALITÉ ET L'INNOVATION DU BÂTIMENT, RESPONSABILITÉ LIMITÉE
ÉMI NON-PROFIT GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSKONTROLLE UND INNOVATION IM BAUWESEN MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

A-44/2017

NMÉ
NEMZETI MŰSZAKI ÉRTÉKELÉS

- A termék megnevezése:** „Üveghab granulátum 150-175” és „Üveghab granulátum 175-200” megnevezésű üveghab granulátumok
- A termék tervezett felhasználási területe:** Épületekben talajon fekvő padlók aljzatbetonja alatti ágyazati réteg, kavics-, vagy betontörmelék ágyazat kiváltására, hőszigetelő réteg szerepének ellátására
- Termékkör:** Építőipari hőszigetelő anyagok
- A termék gyártója:** Daniella Ipari Park Szolgáltató Kft.
4031 Debrecen, Köntösgát sor 1-3.
- NMÉ érvényesség kezdete*:** 2017.06.22



Budavári Zoltán
Budavári Zoltán
műszaki értékelő iroda
vezető

A Nemzeti Műszaki Értékelés 8 oldalt tartalmaz beleértve 0 db számozott mellékletet.

* Az NMÉ érvényessége feltételhez kötött. Az NMÉ érvényessége az ÉMI Nonprofit Kft. honlapján (www.emi.hu) ellenőrizendő.

Jelen dokumentum az A-44/2017 számú, 2017.06.22. érvényességi kezdettel kiadott NMÉ elírás miatt javított változata. Jelen dokumentum nem érinti az A-44/2017 számú, 2017.06.22. érvényességi kezdettel kiadott NMÉ érvényességét és hatályát. Az 1.sz. javított változat kiadási dátuma: 2017.12.15.



ÉMI-TÜV

TANÚSÍTVÁNY

Az **ÉMI-TÜV SÜD Kft.**

H – 2000 Szentendre, Dózsa György út 26.

tanúsítja, hogy a



Daniella Ipari Park Szolgáltató Kft.

H – 4031 Debrecen, Köntösgát sor 1-3.

**Hőszigetelő üveghab gyártása és értékesítése
építőipari célokra**

érvényességi területre vonatkozóan minőségirányítási és környezetközpontú irányítási rendszert vezetett be és alkalmaz.

Az audit során (jelentésszám: 9925948) bizonyítást nyert,
hogy a rendszer megfelel az

**MSZ EN ISO 9001: 2015
MSZ EN ISO 14001: 2015**

szabványok követelményeinek.

A tanúsítvány **2017.07.07-től 2020.07.06-ig** érvényes.

Nyilvántartási szám: **MS 1724-027 / MS 1724/K-027**




ÉMI-TÜV SÜD Kft.
Szentendre, 2017-07-07

