

Könnýűbetonok a padozati rétegrendekben.

A magasépítésben a könnýűbetonok talán legjelentősebb felhasználási területe a padozati rétegrendekben történő alkalmazás. Egyre gyakoribb az aljzatok alatti térkitöltő, teherelosztó funkciójú kiegyenlítő réteg (Ausgleichstrich, Niveauausgleich, Beschüttungstoffe in loser Form oder in gebundener Form), azaz a kitöltő esztrich tudatos, tervezett alkalmazása.

Kitöltő esztrichek

A kitöltő esztrichek fogalma a hazai gyakorlatban szinte kizárólag a földémfeltöltésekre korlátozódik. A nyugati országokban kitöltő esztrichként kezelik a közbenső földemek felületén futó csővezetékeket körbeölelő és a csővezetékek által okozott szintkülönbségeket kiegyenlítő anyagokat is. A kitöltő esztrichekre általában egy elválasztó fólia, majd pedig a burkolandó esztrichréteg kerül. Erre az általában 3-4 cm-nél nem vastagabb, kitöltő funkciójú rétegre azért van szükség, hogy elkerüljük a csővezetékekre kerülő, változó vastagságú burkolandó esztrichrétegben felhalmozódó feszültségeket.

A lépéshangszigetelő táblás anyagokat megfelelően sík felületre kell fektetni, ezért kitöltő esztrichhel történő felületkiegyenlítés szükséges a földemek nagyobb betonozási hibái, durva egyenetlenségei esetén is.

A földemekre kerülő állandó terhek csökkentése és a rezgéscsillapítás miatt gyakran alkalmaznak ilyen kitöltő célra különböző könnýűbetonokat, habbetonokat, könnýűesztricheket, de laza perlit, agyagkavics (pl. Liapor), vermikulit, habüveg stb. feltöltéseket is. Az ilyen, kötőanyag nélküli kitöltő anyagokra teherelosztó gipszrost vagy gipszkarton lapok, választófólia és a burkolandó esztrichréteg kerül. E szerkezeti felépítések kedvező hő- és hangszigetelő, valamint éghetőségi tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezek közé az ún. „trockenestrich” termékek közé sorolják a Németországban, a hulladék újságpapír újrahasznosításával készített égésgátolt, táblásított, hő- és hangszigetelő tulajdonságú, kitöltő funkciójú anyagot is.

A kötőanyag nélküli kitöltő anyagokat max. 5 cm vastagságig szabad alkalmazni az osztrák ÖNORM B 2232 esztrichszabvány szerint.

A kötőanyagot tartalmazó kitöltő esztrichek kategóriájában jelentek meg olyan, polisztirolhab tartalmú zsákos szárazhabarcsok (Knauf-UBO, BauMix-Ökocell Mix), amelyek a többi polisztirolhab-betonnál lényegesen kisebb vastagságban (akár 1 cm-ben is) felhordhatók, simítható kivitelűek és utókezelést nem igényelnek.

Könnýűesztrichek

A magas- és mélyépítésben, útépítésben, előregyártásban is széleskörűen alkalmazott könnýűbetonokat az osztrák esztrichszabvány és a német szakmai gyakorlat abban az esetben sorolja az esztrich kategóriába, ha azok statikai vagy épületfizikai szempontok miatt egy padlószerkezet valamely rétegébe kerülnek.

A hazai gyakorlatban is egyre jobban terjednek a kitöltő esztrich funkciót viszonylag nagy vastagságban (>5 cm) ellátó könnýűbetonok, ill. megjelentek már a kifejezetten burkolandó esztrich funkcióra kifejlesztett, viszonylag nagy szilárdságú, valamint a kis vastagságú térkitöltésre kifejlesztett kisebb szilárdságú

könnýűesztrichek is. A könnýűbetonokat és a könnýűesztricheket, elsősorban korlátozott teherbírású, nagy alakváltozást mutató vagy nagy feszítávolságú mozgásérzékeny födémek, fafödémek, boltívek, tálcás födémek felső síkjának kiegyenlítése, hőszigetelése, hang- és rezgéscsillapítása céljából alkalmazzák.

A kitöltő esztrich funkcióban három fő könnýűbeton anyagcsalád elterjedése figyelhető meg (polisztirolbetonok, merev adalékanyagú telítetlen könnýűbetonok és habbetonok).

Polisztirolbetonok („EPS-Leichtbeton”, „Styropor-Beton”)

A polisztirolbetonok adalékanyaga expandált polisztirol gyöngy vagy hulladék jellegű, expandált polisztirolhab csomagolóanyag őrleménye. A gyöngyök a hőkezeléses duzzasztási eljárás során nyerik el eredeti szemcseméretüknek a kb. 40-szeresét, azaz a 2-5 mm közötti jellemző átmérőt. A duzzasztott anyag halmazsűrűsége $\sim 12 \text{ kg/m}^3$, így pl. 10 m^3 habosított polisztirolgyöngy súlya $\sim 125 \text{ kg}$, melyből $\sim 8 \text{ m}^3$ beton készíthető.

A hulladék csomagolóanyag alapú őrlemények halmazsűrűsége hasonló, bár a felhasznált alapanyagtól függően esetenként elérheti a 25 kg/m^3 -t is. Az őrlési technológiát általában úgy állítják be, hogy a 2-8 mm szemcseméreték közötti folytonos szemmegoszlású őrlemény adódjon. A csomagolási hulladék újrahasznosításának nagy jelentőségű környezetbarát jellegén és az EU által a Magyarországra előírt polisztirolhabhulladék felhasználási kvóta teljesülésének kérdésén túl az ilyen anyagnak megvan az az előnye, hogy a többnyire Távolságtól származó csomagolódobozokból a hosszú felhasználási kör következményeként a kémiai jellegű hajtóanyagok már elpárologtak, míg a frissen expandált gyöngyök esetében ehhez néhány hónap, várakozási időt célszerű betartani.

A polisztirolbetonok egy vagy két ütemben készülhetnek

Az egy ütemben való készítésnél gravitációs vagy kényszerkeverőben előkészített, felületaktív anyagokkal, esetenként műanyagdiszperzióval kevert cementtejhez adagolják a műanyaghab pelyheket. A betongyárban vagy az építéshelyszínen így készre kevert anyagot dolgozzák be.

A két ütemben történő készítés során az első ütemben a felaprított habanyag pelyheket vagy gyöngyöket egy kényszerkeverőben vékony rétegű adalékszeres cementtejjel burkolják be (pl. Protolith-Ausztria, WIED-Ausztria, BauMix-Ökocell drázsír-Magyarország, stb.), vagy önmagában az adalékszer vizes oldatával felületkezelik (pl. Austrotherm AT-KA, Nuovo Pronto Isolbeton-Olaszország stb.), esetleg a felületaktív anyag vizes oldatában elkevert pigmenttel vonják be (pl. Socotec-Polys Beto-Franciaország, BST-Lightweight Concrete Aggregate-Ausztrália stb.).

Az így kapott és zsákolt könnýűbeton adalékanyagot azután a felhasználás helyszínén vagy a betongyárban – azaz a második ütemben – megfelelő mennyiségű vízzel és cementtel esetleg még homokkal is keverik, hogy a kívánt célnak megfelelő tulajdonságú könnýűbeton készüljön. Adalékszeres cementtejjel általában a polisztirolhab őrleményeket burkolják be, melyek halmazsűrűsége gyártótól függően $50\text{-}100 \text{ kg/m}^3$ közötti, míg az adalékszerek vizes, esetleg

pigmentált oldatával általában a gyöngyöket vonják be, melyek halmazsűrűsége így 25-30 kg/m³ körülire adódik. A nagyobb halmazsűrűségű anyagok előnye, hogy az építéshelyszíni adagolás során a szélre, huzatra nem érzékenyek, míg a könnyebb anyagok esetenként „beterítik” az építkezés környékét.

Az elérni kívánt funkciótól függően péphiányos vagy túltelített a könnyűbeton keverék

A hőszigetelő és kitöltő céllal készülő péphiányos polisztirolbetonoknál ($\gamma=160-400$ kg/m³) egyazon testsűrűséghez tartozó összetételek közül a kisebb cementtartalmúak rendelkeznek nagyobb szilárdsággal, ami arra utal, hogy a nagyobb tömörítésű polisztirolhabszemcsés adalékanyagvázzal kisebb cementtartalom mellett is nagyobb ellenállást mutat az összenyomódással szemben, mint a kevésbé tömörített, de nagyobb cementtartalmú összetétel. Ezek a vizsgálati eredmények tendenciájukban megegyeznek Dr. Ujhelyi János eredményeivel, melyeket a 200-600 kg/m³ testsűrűségű perlitbetonoknál (pl. MÉASZ ME 04.19:1995 14.4. ábra) tapasztalt.

Padlásfödémeken, nem járható lapostetőkön, családi házaknál és közintézményeknél alkalmazható a $\gamma = 200-300$ kg/m³-es péphiányos hőszigetelő polisztirolbeton, melyet akár pneumatikus esztrichszivattyúval, akár házi betonkeverővel el lehet készíteni.

Egy házilagosan is elkészíthető, 1 napos korban már lépésálló, péphiányos hőszigetelő polisztirolbeton 1 m³ bedolgozott mennyiségre vonatkozó összetétele:

polisztiroladalék (\varnothing 2-10 mm):	1150 ± 50 l
víz:	80 ± 5 l
felületaktív anyag:	65 ± 5 cm ^{3*}
CEM II 32.5 cement:	150 kg

*A felületaktív anyag adagolása max. 10 cm³ méréshatárú injekciós tűvel célszerű.

Fenti könnyűbeton friss testsűrűsége 240 kg/m³, légszáraz testsűrűsége 190 kg/m³, mért hővezetési tényezője $\lambda \leq 0.05$ W/mK, a 10% összenyomódáshoz tartozó nyomófeszültség $R_{10\%} = 0.14$ N/mm² (140 kN/m²). A könnyűbeton felületét a bedolgozást követő fél órán belül PE-fóliával vagy simító habarccsal takarni kell.

A francia Socotec cég 500, 900 és 1200 kg/m³ testsűrűségben, tehát esetenként péphiányos, esetenként pedig túltelített kivitelben javasolja a polisztirolbetonok készítését. A cement és a vízadagolásra a testsűrűségtől függetlenül 400 kg/m³-t, ill. 160 liter/m³-t javasolnak. A felületkezelt polisztirolhabszemcsék és a homok adagolásának változtatásával állítják be a kívánt testsűrűséget. A fenti testsűrűségekhez rendre 2.2; 2.7 ill. 4.0 N/mm² 28 napos nyomószilárdságot rendelnek, normál kötésű CEM II 32,5 jelű cementek alkalmazása esetén.

A gyors szilárdulási és burkolhatósági igények teljesítéséhez a Socotec cég a Weber & Broutin, valamint a Mapei céggel együttműködve gyorsan szilárduló 1000 kg/m³ testsűrűségű túltelített könnyűbetont fejlesztett ki, melyhez egyik esetben a Mapei cég gyorskötésű Mapecem esztrichcementjét és helyszíni homokadagolást, a másik esetben a Weber & Broutin cég készre kevert zsákos Niveplus szárazhabarcsát adagolták. Megállapították, hogy a friss könnyűbeton

20-30 percig bedolgozható, 2-4 óra múlva járható, a 24 órás korban mért nedvességtartalom 2-3%, a 2 napos nyomószilárdság $> 2.5 \text{ N/mm}^2$.

Az alkalmazástechnikai útmutatóban a francia Socotec cég az alábbiakra hívja fel a figyelmet:

- minimális készítési vastagság 5 cm, célszerű a középre elhelyezett vékony acélháló;
- úsztatott padló esetén min. 60 kg/m^2 felületi tömeg (6 cm vtg.) szükséges ahhoz, hogy egy 15 mm vastag ásványgyapot anyagú táblás szigeteléssel együtt biztonságosan teljesíthetők legyenek a lakásokra, irodákra előírt lépéshangszigetelési követelmények;
- készítés közben védeni kell a napsütéstől, huzattól, majd min. 5 napig takarni kell a felületre rásimulni tudó, kellően vékony, célszerűen 60 mikron vastag műanyagfóliával;
- a felület geometriai egyenletességétől függően kb. 5 mm vastag önterülő aljzatkiegyenlítő (Ultraplan + Primer G vagy Ardur K15 + Ardion 51) szükséges, ill. az irodai terheléseknél ugyanezen anyagokat 8-10 mm vastagságban hordják fel.

Családi házaknál és közintézményeknél eredményesen alkalmazható, szintén akár házilagosan is elkészíthető, a péptelítettség szempontjából túltelített, hőszigetelő és teherbíró, simítható kivitelű, hidegburkolatok esetén akár önterülő aljzatkiegyenlítő nélkül is burkolható polisztirolbeton 1 m^3 bedolgozott mennyiségre vonatkozó összetétele:

- polisztiroldaralék (\varnothing 2-10 mm): $480 \pm 20 \text{ l}$
- OH 0/4 homok ($w \approx 3\%$): $920 \pm 20 \text{ kg}$ $\gamma_{\text{friss}} = 1350 \text{ kg/m}^3$
- hozzáadott víz: $120 \pm 5 \text{ l}$ $\gamma_{28} = 1280 \text{ kg/m}^3$
- folyósítószer: $1,2-1,3 \text{ l}$ Nyomószilárdság $R_{28} = 7,0 \text{ N/mm}^2$
- felületaktív anyag: $0,2 \text{ l}$ Hajlító-húzószilárdság $R_{28} = 2,2 \text{ N/mm}^2$
- CEM II 32.5 cement: $290-300 \text{ kg}$

A könnýűbeton felületét legalább 1 hétig fóliatakarással célszerű védeni a kiszáradástól, a gyors zsugorodástól.

Merev adalékanyagú telítetlen könnýűbetonok

Telítettség szempontjából ugyan ebbe a kategóriába tartozna némely, korábban említett polisztirolbeton is, de a témakör könnyebb kezelhetősége miatt célszerűbbnek tartottam különválasztani a polisztirolhab szemcsékkel és a nagyobb szilárdságú adalékanyagokkal (pl. duzzasztott agyag- vagy pernyekavics, habűveg stb.) készíthető könnýűbetonokat.

A duzzasztott agyagkavicsot gyártó Liapor cég tervezési katalógusa, valamint a Stabiment Kft (jelenleg SIKA Kft) információs kiadványa a telítetlen könnýűbetonokra az amorf pórusszerkezetű könnýűbeton megnevezést alkalmazza.

A német műszaki szabályozás az ilyen könnýűbetonoknál elsősorban testsűrűségi osztályokat (DIN 4232 E), testsűrűségi osztályoknak megfelelő hővezetési tényezőket (DIN 4108) és nyomószilárdsági osztályokat (DIN 4232) jelöl meg.

A kitöltő funkciójú telítetlen könnýűbetonoknál legtöbbször elegendő az $1-1.5 \text{ N/mm}^2$ átlagos szilárdság, illetve nem szükséges a DIN 4232 szerinti LB 2 jelhez tartozó átlagosan 4.0 N/mm^2 nyomószilárdsági érték.

A Liapor katalógus szerint a duzzasztott agyagkavics golyócskákat elegendő lazán elteríteni és m^3 -enként 150-200 kg cementtel, ill. 300-350 kg cementtejjel leönteni, majd léccel eligazítani.

E megoldás előnye, hogy a száraz esztrichekhez és egyes polisztirolbetonokhoz hasonlóan házilagosan is kivitelezhető, sőt nem éghető anyagú.

Az így kapott kb. 600 kg/m^3 légszáraz testsűrűségű könnyűbetonnak a várható nyomószilárdsága kb. $1,5 \text{ N/mm}^2$. Az elkészített feltöltést legalább 2 napig óvni kell a gyors kiszáradástól, ill. a burkolathordozó cementesztrichet vagy az úsztatóréteget fogadó, sima felület eléréséhez cementhabarcs réteget kell a felületre felvinni.

Merev adalékanyagú telítetlen könnyűbetonok vizsgálati értékei

Paraméter	Jellemző	Mérték egység	Keverék sorszáma								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cement 42.5 R	típus	-	CEM II/B			CEM I			CEM II/B		
	adagolás	kg/m^3	240	260	180	180	240	180	200	220	240
Víz	adagolás	l/m^3	130	140	132	117	160	110	130	140	160
Liapor	fajta	-	F5	F5	F3						
	adagolás	kg/m^3	630	630	380	383	383	385	380	380	380
Liapor homok	fajta	-						0/2			
	adagolás	kg/m^3	-	-	-	-	-	62	-	-	-
Hab	adagolás	l/m^3	150	150	200	260	200	150	160	150	150
Testsűrűség	készítési	N/mm^2	1022	1023	723	641	818	729	754	790	750
	7 napos		970	996	694	644	813	725	744	774	740
	száraz		783	797	565	535	671	616	634	637	621
Víz/cement	hányados	-	0.54	0.54	0.73	0.65	0.67	0.61	0.65	0.64	0.67
Hab/cement	hányados	-	0.63	0.58	1.11	1.44	0.83	0.83	0.80	0.68	0.63
Nyomószilárdság	7 napos	N/mm^2	5.7	6.8	2.1	1.9	4.5	2.7	4.2	4.7	5.8
	28 napos		8.1	10.3	4.0	1.8	5.8	2.9	3.7	4.8	6.1

A Stabiment Kft vizsgálati eredményeiből kitűnik, hogy a telítetlen könnyűbetonba bekevert kis mennyiségű hab, illetve 15-20 térfogat % levegőtartalom esetén, a fentebb említett 600 kg/m^3 testsűrűséghez közeli értékek mellett a nyomószilárdság az $1,5 \text{ N/mm}^2$ -ről $3-10 \text{ N/mm}^2$ -re növelhető

A hab segítségével a bedolgozhatóság és a keverék homogenitása javul, a felületsimító habarcsréteg már kb. 5 mm vastagságban elegendő lehet. Ezek a könnyűbetonok az igen kedvező testsűrűségük és szilárdságuk ellenére a viszonylag magas árak miatt padozati réteggként Magyarországon még nem terjedtek el.

Habbetonok

A habbeton, egy cementpép, habképző adalékszer, esetleg adalékanyag (homok vagy könnyű adalékanyag) keverékéből készített habarcsszerű folyós anyag, mely a megszilárdulás után egyenletesen eloszlalt légbuborékokat tartalmaz.

A habbeton („Schaumbeton”, „Foam concrete”, „Lightweight cellular concrete”, „Controlled low strength material” stb.) elnevezés mellett terjedőben van a pórusos könnyűbeton („Porenleichtbeton”) terminológia is. A habbetonok műszaki szabályozására német és amerikai hivatkozásokat találtam (Schaumbeton DIN 4164, ACI 229 R94).

A habbeton alkotóinak különböző arányú keverésével, a habképző adalékszerek hatóanyagának, valamint a keverési mód megválasztásával állítható be a mindenkor alkalmazási esethez szükséges testsűrűség és szilárdság. A bevitt levegőtérfigat változtatásával 400-1800 kg/m³ száraz testsűrűség és 0.8-30.0 N/mm² nyomószilárdság érhető el.

A habbetonok készítésének két technológiája alakult ki:

- Az ún. *keverőeljárás* során a habképző adalékszert a beton keverése közben adagolják a keverékhez és ilyenkor a nagy sebességű nyíró igénybevétel hatására képződnek keverés közben a légbuborékok. A keverőeljárás során max. 40 térfogat % ($\gamma_{\text{frissbeton}} \approx 1400 \text{ kg/m}^3$) légbuboréktartalom eléréséről tesznek említést a korábbi Stabiment és az SKW-MBT Kft (jelenleg SIKA, ill. BASF Kft) igen részletes információs szakkiadványai. Ezzel a technológiával a BauMix Kft az előzőleg említett 1400-2000 kg/m³ helyett 250-1400 kg/m³ testsűrűségű polisztirolhabbetonokat állít elő.
- *Habeljárásnak* nevezik azt a módszert, amikor külön habképző berendezés segítségével készítik el a habot és adagolják az előre megkevert habarcshoz, ill. betonhoz. A habeljárás során alapvetően kétféle habképző berendezés használatos. A víz-, elektromos áram- és sűrített levegő csatlakozást igénylő habgenerátor berendezéssel általában 70-80 kg/m³ sűrűségű habot készítenek, a teljesítmény elérheti a 600 liter hab/perc értéket; az ún. habpistoly kézi készülék csak vízcsatlakozást igényel, az e technológiához alkalmasnak talált „szintetikus” habképzőkkel elérhető hab sűrűsége akár 50 kg/m³-re is lecsökkenthető, a teljesítmény viszont valamelyest kisebb (300-350 lit. hab/perc). E habeljárásos technológiákkal akár 80 térfogat % légbuboréktartalom ($\gamma_{\text{frissbeton}} \approx 400 \text{ kg/m}^3$) is megvalósítható. Az egyes információs kiadványokban közölt receptúrákat helyenként fenntartással kell fogadni; olyan esetekben, ahol a közölt $v/c < 0.4$, a cementpép a bekevert hab jelentős részét „elnyeli”, így ilyenkor 1 m³-nél is nagyobb mértékű habadagolás válhat szükségessé. Ezekben az esetekben valószínűleg utólag (tévesen) kerültek visszaszámításra a kiadványokban közölt összetételek. A hab adagolása előtt a habarc vagy beton alapkonzisztenciájára – úgy a Stabiment Kft, mint az SKW-MBT Kft információs kiadványai – területtel mérve 40-42 cm-t javasolnak. Sántha Béla (BauMix Kft) a $v/c=0,45 - 0,5$ értékű cementpépet, ill. cementhabarcot találta alkalmasnak a gyakorlati megvalósítások során.

A magasépítésben, a kitöltő esztrich kategóriájában a 600-1000 kg/m³ testsűrűségű, 1-4 N/mm² nyomószilárdságú habbetonok terjedtek el.

A habbetonoknak a magasépítés, azon belül is főleg a felújítás terén jelentkező előretörésében jelentős szerepük lehet

- a habkoncentrátumot és habképző berendezéseket forgalmazó cégek (pl. Sika-Stabiment Kft) mellett,
- a habbetonokat saját, többnyire szabadalmaztatott eljárásaik alapján gyártó cégeknek (pl. BauMix Kft-Magyarország, Cellex Inzc.-USA, Cellucon Ltd-Ausztrália), valamint
- a szokásos transzportbetonok mellett már habbetonokat is gyártó és szállító betongyáraknak is (pl. Readymix csoport-Németország).

Részletes vizsgálati eredmények, információs füzetek segítik a tervezőket, kivitelezőket a megfelelő habbeton kiválasztásában, (BauMix, Sika-Stabiment, Readymix).

A hajdani SKW Trostberg-Bauchemie (jelenleg BASF) kísérletei szerint

- az alacsony testsűrűségi tartományban (400 kg/m^3) 6% szilikapor adagolás a nyomószilárdságot akár háromszorosára, magasabb testsűrűségnél (1600 kg/m^3) pedig másfélszeresére növeli;
- a 15 cm-es élhosszúságú próbakockák négy napos fóliatakarásos utókezelése nyomán a 28 napos nyomószilárdság 15-20%-kal nagyobb, mint a takarás nélkül laborklímán tároltaké;
- amennyiben a habosítandó frissbeton alapkonzisztenciája melaminos folyósítószerrel és vízcsökkentéssel kerül beállításra, úgy az 1 napos szilárdságok a duplájára, a 28 naposak az 1,5 -szeresére növekedhetnek az azonos testsűrűségű referenciakeverékhez képest;
- a hidrofobizáló adalékszerrel készült 28 napos habbeton 1 napig tartó vízfelvétele megegyezik a hidrofobizáló adalékszer nélküli referencia habbeton 1 órás vízfelvételével, illetve rendre a 7 napig tartó vízfelvétel pedig a referenciakeverék 2 órás vízfelvételével.

Az egyes kiadványokban a különböző testsűrűségekhez javasolt összetételek esetenként komoly eltéréseket mutatnak. A német Readymix cégcsoport „Estritherm” nevű habbetonjára, a magyar BauMix Kft, az amerikai Cellex és az ausztrál Cellucon habbetonokra, valamint a Stabiment Kft habképző adalékszeireiből készült összetételekre közölt nyomószilárdság-testsűrűség, rugalmassági modulus-testsűrűség, hővezetési tényező-testsűrűség összefüggések jó egyezést, míg a zsugorodás-testsűrűség összefüggések igen nagy eltéréseket mutatnak.

Paraméter	Jellemző	Mértékegység	Könnyűbeton jele			
			800	1000	1200	1400
Testsűrűség	készítési	kg/m^3	898	1094	1296	1484
	száraz		800	1000	1200	1400
Nyomószilárdság	3 napos	N/mm^2	1.0	1.4	2.8	5.1
	7 napos		1.2	2.0	3.5	6.1
	28 napos		2.0	2.8	5.0	9.0
Hajlító szilárdság	3 napos	N/mm^2	0.2	0.4	1.0	1.6
	7 napos		0.3	0.8	1.2	2.0
	28 napos		0.5	1.0	1.5	2.3
Rug. modul	28 napos	N/mm^2	2.400	3.100	5.000	7.800
Zsugorodás	5 napos	mm/m	0.10	0.10	0.10	0.10
	10 napos		0.36	0.30	0.25	0.20
	50 napos		1.10	0.86	0.70	0.64
	100 napos		1.26	1.0	0.78	0.70
Diffúziós	szám	-	24	27	29	30
Hővezetési	tényező	W/mK	0.26	0.39	0.44	0.50

Az Estritherm könnýűbeton mérési eredményei.

Bár a habbetonok hő-, hang- és páravezető tulajdonságai, zsugorodása, a belőlük készített sík felületek alakhűsége valamelyest kedvezőtlenebb, mint az azonos testsűrűségű polisztirolbetonoké; nem éghető anyaguk és jó hőszigetelésük miatt kifejezetten jó tűzvédő képességűnek, valamint viszonylag alacsony áruk és gyors kivitelezhetőségük (akár 40 m³/ó) miatt a tervezők és kivitelezők egyik kedvelt anyagának számítanak.

Hivatkozások

- [1] Homaterm, Zellulose trocken – Estrich-System, Homann GmbH
- [2] Polisztirolbetonok termékismertetői és alkalmazástechnikai útmutatói (Alba Protelith, Baumix Ökocell drázsír, Austrotherm AT-KA, WIED – Ausztria, Nuovo Pronto Isolbeton – Olaszország, Socotéc-Polys-Beto – Franciaország, BST-Lightweight Concrete Aggregate – Ausztrália)
- [3] Liapor könnýűbetonok tervezési és alkalmazástechnikai katalógusa, 1999
- [4] Esztrichek alkalmazástechnológiai útmutatója -Stabiment Kft
- [5] Információs füzetek, Stabiment Kft CD lemez, 2001
- [6] Habbetonok alkalmazástechnológiája, SKW-MBT Kft, 1998
- [7] Baumix habbetonok és polisztirolhabbetonok, BauMix Kft termékismertető, 1999-től
- [8] Cellex és Cellucon márkanévű habbetonok termékismertetői
- [9] Kéziratok: Sántha Béla



Trapézlemez földém kitöltése