

## Betontörmelék és téglatörmelék újrahasznosítása beton-adalékanyagként

### TANULMÁNY

#### Bevezetés

A II. világháború előtt és közvetlenül azután épült régi ipari épületek egy része napjainkra korszerűtlenné vált, elvesztette funkcióját. Le kell azokat bontani, hogy új épületeknek adhassák át a helyüket. A keletkező bontási hulladék elszállítása és elhelyezése gondot okoz. Környezetvédelmi szempontból is célszerű a bontott építőanyagokat fajtánként elkülöníteni, és arra alkalmas hányadukat előkészítés után újrahasznosítani. Az újrahasznosítható bontott anyagok egyike a beton- és vasbetonszerkezetek törmeléke, amelyből a betonacél eltávolítása után, töréssel és osztályozással beton-adalékanyagot lehet előállítani. A bontás során, számos helyen téglatörmelék keletkezik, amiből leginkább könnyűbeton készíthető.

A bontott anyag előkészítése újrahasznosításra kezdetben talán legelőnyösebben mobil berendezéssel és ott valósítható meg, ahol a bontást és építést egyazon vállalkozó végzi, mert ebben az esetben az újrahasznosított beton a bontás helyén az új építménybe be is építhető. Később várható, hogy a piacon megjelennek gyártók, akik kifejezetten újrahasznosított betont forgalmaznak, és ilyen termékekkel kereskednek. Ennek feltétele, hogy az újrahasznosított betonból készülő termék nem csak a minőséget, hanem az eladási árat tekintve is versenyképes legyen a hagyományos termékek piacán.

A bontott anyagok beton-adalékanyagkénti alkalmazásának az MSZ EN 206-1:2002 európai beton szabvány azáltal enged teret, hogy az adalékanyag fogalmát a 3.1.24. fejezetben így határozza meg: "Betonhoz alkalmazható, szemcsés ásványi anyag. Az adalékanyagok lehetnek természetesek, mesterségesek vagy korábbi szerkezetekből újra hasznosított anyagok."

2001-2003. években az ÉPÜLETFENNTARTÁSI K+F Alapítvány megbízásából, illetve az OKTATÁSI MINISZTERIUM Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságának, majd a KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztályának támogatásával foglalkoztunk az építési törmelékek kisméretű (kézi), előregyártott betonelemek adalékanyagaként való hasznosításának feltételeivel. A kutatás-fejlesztési téma kidolgozásában közreműködött a KISS és TÁRSA Budafoki Építőipari és Szolgáltató Kft. és a CEMKUT Cementipari Kutató-Fejlesztő Kft. Betonlaboratóriuma.

Honlapunknak ezen az oldalán ennek a munkának az eredményeiről számolunk be, különös tekintettel a betontörmelékkel, és érintőlegesen a téglatörmelékkel szerzett tapasztalatokra.

Kutatási eredményeink beépültek a *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata által kiadott „Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával” című, [BV-MI 01:2005 \(H\) jelű Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelvbe](#).

### Kísérleti betontörmelék adalékanyagú betonelemek tervezése

A kísérleti gyártmánytervezéshez meg kellett határozni a betonelemek előállításához szükséges beton nyomószilárdsági osztályokat és a 28 napos próbakockák nyomószilárdságának megkövetelt átlagértékeit, amelyek számításaink szerint a következők:

1. táblázat:

Betonelem	Beton minőségi jel az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerint	Végig víz alatt tárolt, 150 mm méretű, 28 napos beton próbakockák megkövetelt átlagos nyomószilárdsága, ( $f_{cm,cube, 28}$ ), N/mm <sup>2</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kétrétegű, mosott felületű járdalap hátbetonja</li> <li>• Zsaluzóelem</li> <li>• Üreges főfal-falazóelem</li> </ul> Nyomószilárdság legalább 2,5 N/mm <sup>2</sup>	C12/15 - 16/S1	20,4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üreges pince-falazóelem</li> <li>• Üreges födém béléstest</li> </ul> Nyomószilárdság legalább 4,5 N/mm <sup>2</sup> Hajlító-törőerő legalább 5 kN	C16/20 - 8/S1	26,3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normál kivitelű járdalap</li> <li>• Normál kivitelű útszegélyelem</li> </ul> Hajlító-húzószilárdság legalább 2 N/mm <sup>2</sup>	C16/20 - 16/S1	26,3

<ul style="list-style-type: none"> <li>Egyrétegű, mosott felületű járdalap Hajlító-húzószilárdság legalább 2 N/mm<sup>2</sup></li> <li>Gyephézagos járdalap Hajlító-húzószilárdság legalább 2 N/mm<sup>2</sup></li> <li>Mederlap Hajlító-húzószilárdság legalább 2 N/mm<sup>2</sup></li> <li>“K” szegélykő</li> <li>Hálósvasalású surrantóelem</li> </ul>	C20/25 - 16/S1	31,6
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kétrétegű útburkolóelem hátbetonja</li> </ul>	C25/30 - 16/S1	36,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kétrétegű, mosott felületű járdalap kopórétege</li> </ul>	C25/30 - 24/S1	36,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fokozottan kopásálló és időálló útszegélyelem</li> </ul>	C30/37 - 24/S1	44,2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Egyrétegű útburkolóelem</li> <li>Kétrétegű útburkolóelem kopórétege</li> </ul>	C35/45 - 24/S1	52,6

#### Megjegyzés:

1. A próbakockák nyomószilárdságának megkövetelt átlagértékeit C12/15 nyomószilárdsági osztály esetén 2,75 N/mm<sup>2</sup> értékű, e fölött 3,00 N/mm<sup>2</sup> értékű szórással számítottuk.

2. A végig vízben tárolt (MSZ EN 206-1:2002) próbatestek 28 napos nyomószilárdsága 0,92-szorosa a vegyesen tárolt (MSZ 4719:1982) próbatestek nyomószilárdságának.

3. Megjegyzés: “S” a roskadási osztály betűjele az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány szerint. Az “S1” roskadási mérték (10-40 mm) az MSZ 4714-3:1986 szerinti földnedves konzisztenciánál kissé nedvesebb (alig KK) illetve a kissé képlékeny (KK) konzisztenciának felel meg. Az “S1” roskadási mérték nem más, mint a DIN 1045:1988 szerinti “steifer Beton” (merev beton) “KS” jelű konzisztenciája.

## A betontörmelék kőzetfizikai tulajdonságai

A bontásból származó törmelékek önszilárdsága közel sem akkora és nem is olyan egyenletes, mint a hazai homokok és kavicsok önszilárdsága, és olyan változatosságot mutat, mint amilyen változatos a zúzottkövek szilárdsága, vagy akár a kőanyagok szilárdsága, amelyek egy adott bányán belül is eltérhetnek egymástól. Ez az eltérés a kőzetfizikai tulajdonságokkal írható le.

Magyarországon a zúzottköveket anyagtani tulajdonságaik alapján kőzetfizikai csoportokba soroljuk (MSZ 18291:1978 illetve ÚT 2-3.601:1998). A következő táblázatban az elterjedten alkalmazott ÚT 2-3.601:1998 útügyi műszaki előírás követelményeit mutatjuk be, annak utólagos megjegyzésével, hogy a kőzetfizikai csoportok két betűvel („AA”, „BB”, „CC”, „DD”) való jelölése 2005. év végén megszűnt, és az ÚT 2-3.601:2005 útügyi műszaki előírás alapján az új jelölés 2006. január 1. óta egy betűvel („A”, „B”, „C”, „D”) történik.

2. táblázat:

Szem- nagyság	Kőzetfizikai tulajdonságok	Kőzetfizikai csoport			
		“AA”	“BB”	“CC”	“DD”
		Követelményértékek tömegszázalékban			
		-ig	felett -ig	felett -ig	felett -ig
3 - 80	Los Angeles aprózódás	20	20 - 25	25 - 35	35 - 45
12 - 55	Deval aprózódás, vizes eljárás				
	20-55 mm	8,5	8,5 - 11,2	11,2 - 15,9	15,9 - 30,3
	12-20 mm	5,7	5,7 - 7,7	7,7 - 11,0	11,0 - 23,7
3 - 12	Mikro-Deval aprózódás, vizes eljárás	15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
2 - 80	Szulfátos kristályosítási aprózódás, MgSO <sub>4</sub> oldatban	10	10 - 15	15 - 20	20 - 30

Az alábbi vizsgálati eredményeink szerint a betontörmelék minősége általában csak a “CC” - “DD” közetfizikai csoportot éri el:

3. táblázat:

Betontörmelék közetfizikai tulajdonságai	Vizsgálati eredmény	Betontörmelék minősítése zúzottkőként	
		MSZ 18291	ÚT 2-3.601
		szerint	
Testsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	1980 - 2270	Kis testsűrűségű anyag	
Halmazsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	1090 – 1370	Kis halmazsűrűségű anyag	
Hézagterfogat, térfogat%	36,9 – 51,4	Közepes hézagterfogatú anyag	
Mértékadó vízfelvétel, tömeg%			
0,05 órás vízfelvétel	0,9 – 5,6	Nagy vízfelvételű anyag	
1 órás vízfelvétel	4,6 – 19,1		
96 órás vízfelvétel	5,2 – 19,8		
0-4 mm törmelék 0,02 mm alatti finomszem tartalma, térfogat%	11,4	MSZ 18293 szerint “S”	“UZ”
Szemalak, lemezes szemek mennyisége, tömeg%			
4-8 mm törmelék	31,7	“NZ”	“UTZ”
8-16 mm törmelék	16,4	“KZ”	“UTZK”
16-24 mm törmelék	13,9	“KZ”	“UTZK”
4 mm alatti törmelék szemalakja, tölcéses kifolyási szám, s/dm <sup>3</sup>			
1-2 mm törmelék	13,93	Nincs követelmény	Nincs követelmény
2-4 mm törmelék	19,10	Nincs követelmény	Nincs követelmény
Los-Angeles aprózódás, tömeg%			
5-8 mm	33,0 - 35,9	“C” - “D”	“CC” - “DD”
8-12 mm	34,0 - 37,2	“C” - “D”	“CC” - “DD”
12-20 mm	34,5 - 40,2	“C” - “D”	“CC” - “DD”
20-35 mm szemnagyság esetén	33,6 - 34,1	“C”	“CC”

Deval aprózódás, 20-32 mm szemmagyság esetén, tömeg%			
száraz vizsgálat	11,1	“D”	Nincs követelmény
vizes vizsgálat	19,1	“D”	“DD”
Mikro-Deval aprózódás, száraz vizsgálat, tömeg%			
4-8 mm	7,8 - 19,0	Nincs követelmény	Nincs követelmény
8-16 mm szemmagyság esetén	17,0		
Mikro-Deval aprózódás, vizes vizsgálat, tömeg%			
4-8 mm	12,4 - 34,9	Nincs követelmény	“AA” - XX
8-16 mm szemmagyság esetén	19,6		“BB”
Szulfátos kristályosítási aprózódás 4-8 mm szemmagyság esetén, tömeg%			
Nátrium-szulfát oldatban	14,0	“B”	Nincs követelmény
Magnézium-szulfát oldatban	29,0	“C”	“DD”
Tervezhető mértékadó közetfizikai csoport		“D”	“DD”
Tervezhető mértékadó termékosztály		“NZ”*	“UTZK”**

Megjegyzés:

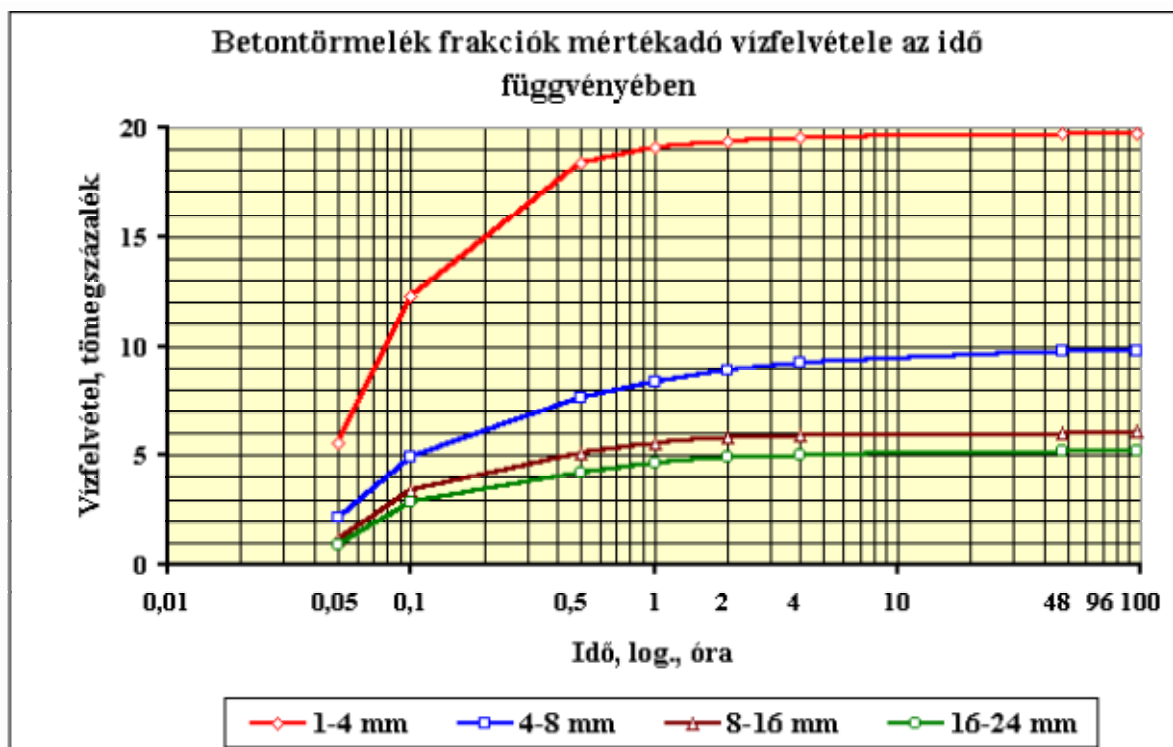
XX: Közetfizikai csoportba nem sorolható.

\* “NZ”: Nemes zúzottkő

\*\* “UTZK”: Egyedileg tervezett szemmegoszlású zúzottkavics, csak a mára (2006.) érvényét veszített ÚT 2-3.601:1998 útügyi műszaki előírásban.

A betontörmelék vízfelvétele is eltér a homokos kavicsétól, annál nagyobb:

1. ábra:



### A betontörmelék adalékanyagú beton tervezése

Az újrahasznosított beton összetételét tehát annak figyelembevételével kell megtervezni, hogy a betontörmelék önszilárdsága, szemalakja, felületi érdessége, vízfelvétele eltér a homokos kavics hasonló tulajdonságaitól és inkább a zúzottkő tulajdonságaihoz hasonlít.

Tapasztalatunk szerint a “DD” közetfizikai csoportú adalékanyaggal készített beton nyomószilárdsági osztálya egy fokozattal gyengébb, mint az “AA” közetfizikai csoportú adalékanyaggal készített betoné. Ezért kell az újrahasznosított betont a betontörmelék közetfizikai csoportja függvényében nagyobb nyomószilárdságúra tervezni, mint amennyi a kavicsbeton, illetve az azzal egyenértékűnek tekintett “AA” közetfizikai csoportú zúzottkő adalékanyaggal készített beton számított átlagos nyomószilárdsági követelménye.

Ez azt jelenti, hogy a betontörmelék adalékanyagú beton nyomószilárdságának tervezési értékét úgy lehet megkapni, hogy a beton nyomószilárdsági osztályából számított átlagos nyomószilárdságot a  $\zeta$  szorzóval meg kell szorozni:

$$f_{cm, \text{cube}, 28, \text{Recyclingbeton}} = \zeta * f_{cm, \text{cube}, 28}$$

A  $\zeta$  szorzó a beton-nyomószilárdsági osztály és a betontörmelék mértékadó közetfizikai csoportja függvényét képezi.

A  $\zeta$  szorzó függvényét az  $f_{ck,cube}$  küszöbérték függvényében a “D” illetve “DD” közetfizikai csoport esetére írtuk fel:

$$\zeta_{D, DD} = 1,7343 - 0,1477 \cdot \ln(f_{ck,cube})$$

Magyarázat: A  $\zeta$  regressziós függvény elfogadható közelítéssel az egymást követő nyomószilárdsági osztályok  $f_{ck,cube}$  minősítési értékei hányadosaira (például:  $45/37=1,22$   $37/30=1,23$ ;  $30/25=1,20$ ;  $25/20=1,25$ ;  $20/15=1,33$ ) illeszkedik, tehát “D” vagy “DD” közetfizikai csoportú zúzottkő adalékanyag esetén a ténylegesnél eggyel nagyobb nyomószilárdsági osztályra tervezünk.

A többi közetfizikai csoporthoz tartozó  $\zeta$  szorzó értékét az “A” illetve “AA” és a “D” illetve “DD” közetfizikai csoportok  $\zeta$  értékei közé való lineáris interpolálással határoztuk meg:

4. táblázat:

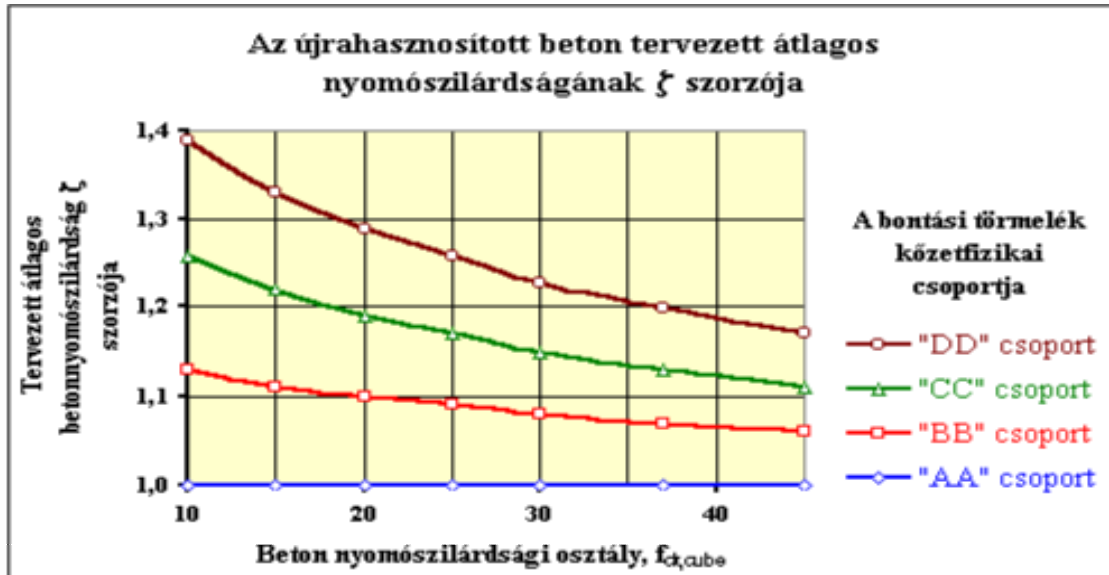
Beton nyomószilárdsági osztály az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerint  $f_{ck,cyl/cube}$	A $\zeta$ szorzó, ha a betontörmelék mértékadó közetfizikai csoportja			
	“A” ill. “AA”	“B” ill. “BB”	“C” ill. “CC”	“D” ill. “DD”
C12/15	1,00	1,11	1,22	1,33
C16/20	1,00	1,10	1,19	1,29
C20/25	1,00	1,09	1,17	1,26
C25/30	1,00	1,08	1,15	1,23
C30/37	1,00	1,07	1,13	1,20
C35/45	1,00	1,06	1,11	1,17

Például, ha a C16/20 nyomószilárdsági osztályú beton betontörmelék adalékanyaga “B” illetve “BB” közetfizikai csoportú, akkor ahhoz, hogy a beton próbatestek elérjék az  $f_{cm,cube} = R_{m150,nom} = 26,3 \text{ N/mm}^2$  nyomószilárdsági átlag értéket (lásd 1.



táblázat), a betont  $R_{m150,nom}' = \zeta \cdot R_{m150,nom} = 1,10 \cdot 26,3 = 28,9 \text{ N/mm}^2$  átlagos nyomószilárdságra kell tervezni.

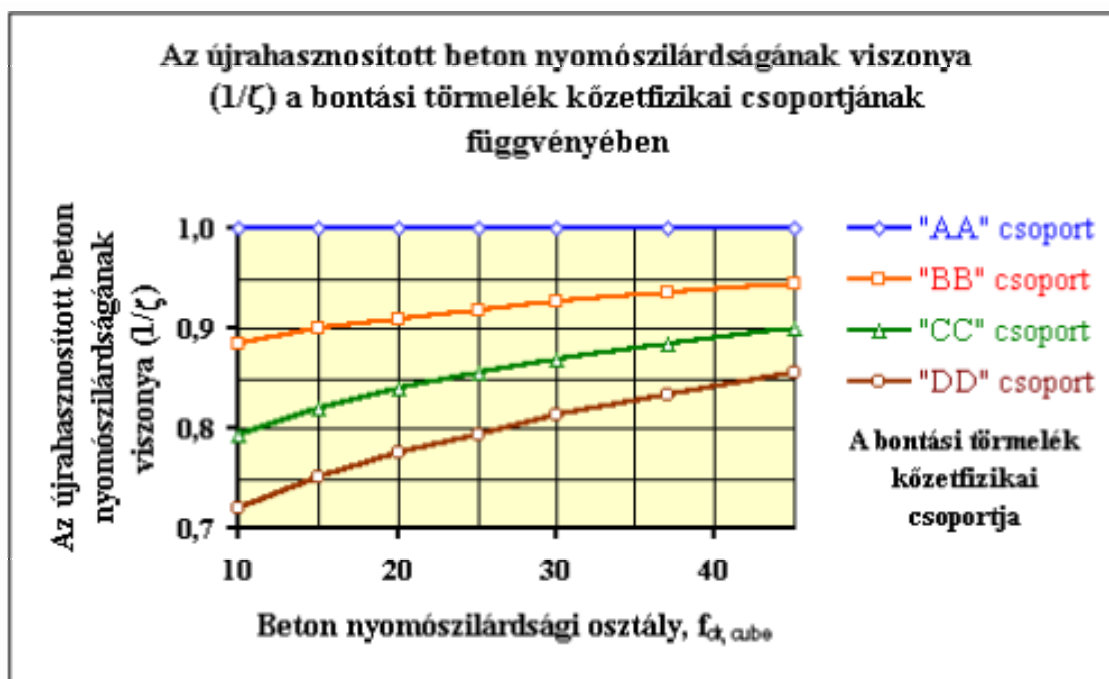
2. ábra:



Azt is mondhatjuk, hogy az újrahasznosított beton nyomószilárdsága a betontörmelék adalékanyag közetfizikai csoportjának függvénye, aminek mértékét az  $1/\zeta$  viszonyszám fejezi ki:

$$1/\zeta = \frac{f_{ck, Re\ cycling\ beton, ii - közetfizikai\ csoport}}{f_{ck, Re\ cycling\ beton, AA - közetfizikai\ csoport}}$$

3. ábra:



Az újrahasznosított beton összetételét a zúzottkőbeton tervezésére érvényes Bolomey-Palotás-féle képletek felhasználásával határozzuk meg. A betontörmelék adalékanyagú beton víz-cementtényezőjét ( $x$ ) a nyomószilárdság tervezési értékéből ( $f_{cm, cube, 28, Recyclingbeton}$ ) és a cementminőségből számítjuk ki a próbakocka méret-tényezőjének ( $\gamma = 0,94$ ) figyelembevételével. Majd a víz-cementtényező ( $x$ ), a konzisztencia, betontörmelék adalékanyag legnagyobb szemnagysága ( $d_{max}$ ) és szemeloszlásának finomsági modulusa ( $m$ ), valamint a környezeti feltételek függvényében meghatározzuk a cementtartalmat ( $c$ ):

$$x = f(f_{cm, cube, 28, Recyclingbeton}, CEM, \gamma)$$

$$c = f(x, konzisztencia, d_{max}, m, környezeti\ feltételek)$$

A vízadagolást, tekintettel a betontörmelék jelentős vízfelvételére, meg kell növelni a rövididejű (például 0,05 vagy 0,10 órás) vízfelszívás értékével. Ez a vízfelszívás akár 35-60 kg/betonköbméter értéket is kitehet, miáltal a vízadagolás az eredetinek 20-35 %-ával megnő.

A kisebb cementtartalmú újrahasznosított betonok esetén előfordulhat, hogy a beton finomrész hiányos. A hiányzó finom szemeket 0/1 mm szemnagyságú, gömbölyű szemalakú bányahomokkal kell pótolni, ami további vízkorrekciót vonhat maga után.

A betontörmelék vízfelszívása, szemalakja, érdekessége, az esetleges többlethomok adagolás megnehezítheti az újrahasznosított beton bedolgozását. Ilyenkor a bedolgozhatóság javítására célszerű folyósító adalékszerzt használni, és/vagy például a 4 mm alatti betontörmelék szemek mennyiségének felét, esetleg kétharmadát gömbölyű szemalakú bányahomokra cserélni.

Ezeknek a megfontolásoknak az alapján megterveztük az újrahasznosított betonból készülő kísérleti betonelemek betonösszetételét. Az újrahasznosított betonok konzisztenciáját, testsűrűségét, nyomószilárdságát laboratóriumi vizsgálatokkal ellenőriztük.

### **Betonelemek gyártása betontörmelék adalékanyagú betonnal**

A kísérleti, 100%-ban újrahasznosított betontörmelék adalékanyaggal készített betonelemeket egy egyébként szokványos kavicsbetonokkal dolgozó, ELBA EMM 10/15 típusú keverőgéppel, megfelelő sablonokkal, asztalvibrátorral és kézi vibropressel rendelkező, szabadtéri betontelegen kézi módszerrel gyártottuk le. A betonelemeket 3 napon keresztül gyenge vízszugárral utókezeltük.

A betonelemgyártás sikeres volt, a kísérleti termékek állékonysága, testsűrűsége, szilárdsága, tartóssága minden követelménynek megfelelt. A gyakorlat az elméleti betontervezési elképzelések helyességét igazolta.

Fel kell azonban a figyelmet hívni arra, hogy bár a kísérleti betonelem gyártás sikeres volt, a betonösszetétel javítására, a finomrész tartalom beállítására, a cementadagolás esetleges csökkentésének lehetőségére, a betonstruktúra termék-specifikus kialakítására a bedolgozhatóságot és az állékonyságot is tekintetbe véve, még további kísérleteket kell végezni.



[Ha ide kattint, akkor a kísérlet során készített fényképeket tekintheti meg.](#)



### **Tapasztalat téglatörmelék adalékanyagú betonnal**

A téglatörmelék tulajdonságai a betontörmelékétől több vonatkozásban is különböznek.

A téglatörmelék jelentős mennyiségű vakoló és falazó habarcsot tartalmaz, azaz vegyes összetételű, ami hozzájárul ahhoz, hogy a téglatörmelék testsűrűsége és halmazsűrűsége a betontörmelékénél kisebb, több finomszemet tartalmaz, szemalakja lemezesebb, vízfelvétele igen nagy, önszilárdsága csekély, és ezért közetfizikai csoportba nem sorolható:

5. táblázat:

Minőségi jellemző	Mért érték	Téglatörmelék minősítése	
		MSZ 18291	ÚT 2-3.601
		szerint	
<b>Téglatörmelék</b>			
Testsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	1950 - 2150	Kis testsűrűségű anyag	
Halmazsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	980 – 1250	Kis halmazsűrűségű anyag	
Hézagterfogat, térfogat%	38,3 – 54,1	Közepes hézagterfogatú anyag	
Mértékadó vízfelvétel, tömeg%			
0,05 órás vízfelvétel	3,1 – 6,4	Igen nagy vízfelvételező anyag	
1 órás vízfelvétel	17,0 – 23,4		
96 órás vízfelvétel	18,7 – 25,0		
0-4 mm törmelék 0,02 mm alatti finomszem tartalma, térfogat%	13,1	MSZ 18293 szerint "S"	"UZ"
Szemalak, lemezes szemek mennyisége, tömeg%			
4-8 mm törmelék	62,8	"Z"	"UZ"
8-16 mm törmelék	53,5	"NZ"	"UTZ"
16-24 mm törmelék	48,7	"NZ"	"UTZ"
4 mm alatti törmelék szemalakja, tölcéses kifolyási szám, s/dm <sup>3</sup>			
1-2 mm törmelék	17,06	Nincs követelmény	Nincs követelmény
2-4 mm törmelék	29,89	Nincs követelmény	Nincs követelmény
4-8 mm törmelék mikro-Deval aprózódása, tömeg%	száraz: 22,85 vizes: 67,40	Kőzetfizikai csoportba nem sorolható	
Hummel aprózódás, szétmorzsolódási tényező		Nincs követelmény, az ajánlott érték:	
5-8 mm törmelék	1,44	≤ 1,0	
16-32 mm törmelék	2,55	≤ 1,4	
20-32 mm törmelék Deval aprózódása, tömeg%	száraz: 19,42 vizes: 31,81	Kőzetfizikai csoportba nem sorolható	

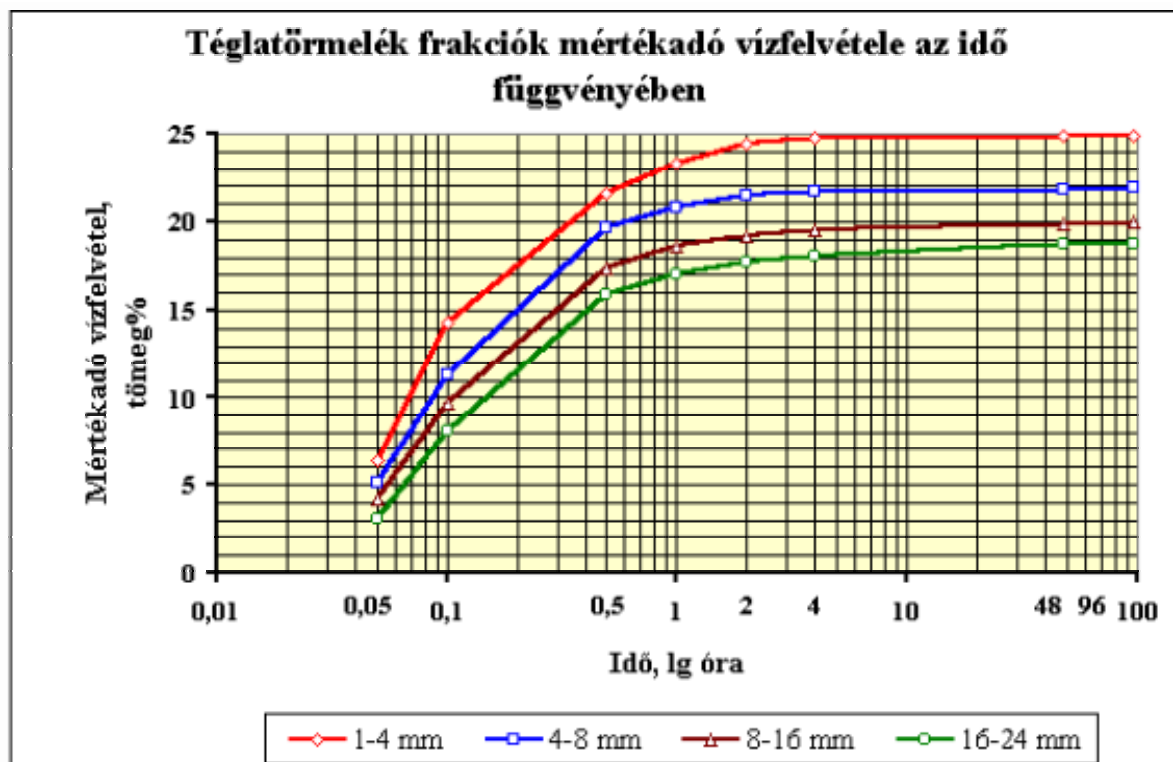
4-8 mm törmelék kristályosítási aprózódása, tömeg%			
Nátrium-szulfát-oldatban	19,63	“C”	Nincs követelmény
Magnézium-szulfát-oldatban	37,91	“D”	Kőzetfizikai csoportba nem sorolható
Tervezhető mértékadó kőzetfizikai csoport		Kőzetfizikai csoportba nem sorolható	Kőzetfizikai csoportba nem sorolható
Tervezhető mértékadó termékosztály		“Z”*	“UTZ”**

Megjegyzés:

\* “Z”: Zúzottkő

\*\* “UTZ”: Egyedileg tervezett szemmegoszlású zúzottkő, csak a mára (2006.) érvényét veszett ÚT 2-3.601:1998 útügyi műszaki előírásban.

4. ábra:



A téglatörmelék nem sorolható közt fizikai csoportba, ezért a téglatörmelék adalékanyagú könnyűbeton nyomószilárdságának tervezési értékét úgy lehet megkapni, hogy a könnyűbeton nyomószilárdsági osztályából számított átlagos nyomószilárdságot az  $\eta$  szorzóval meg kell szorozni:

$$f_{cm, \text{cube}, 28, \text{Recyclingbeton}} = \eta * f_{cm, \text{cube}, 28}$$

Az  $\eta$  szorzó javaslatunk szerint a könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának függvényét képezi:

6. táblázat:

Könnnyűbeton nyomószilárdsági osztály az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerint $f_{ck, \text{cyl/cube}}$	Az $\eta$ szorzó értéke
LC8/9	1,52
LC12/13	1,44
LC16/18	1,39

A téglatörmelék adalékanyaggal készített könnyűbetonból a következő könnyűbeton-elemeket lehet gyártani:

7. táblázat:

Könnnyűbeton-elem	Könnnyűbeton minőségi jel az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerint	Végig víz alatt tárolt, 150 mm méretű, 28 napos könnyűbeton próbakockák megkövetelt átlagos nyomószilárdsága, ( $f_{cm, \text{cube}, 28}$ ), N/mm <sup>2</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kézi, tömör falazóelem</li> </ul> Nyomószilárdság legalább 2 N/mm <sup>2</sup>	LC8/9 - 8/FN D 1,8 * LC8/9 - 24/FN D 2,0 **	13,5

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üreges főfal-falazóelem</li> <li>• Hőszigetelő falazóelem</li> <li>• Zsaluzóelem</li> </ul> <p>Nyomószilárdság legalább 2,5 N/mm<sup>2</sup></p>	LC12/13 - 8/FN D 2,0	18,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üreges pince-falazóelem</li> </ul> <p>Nyomószilárdság legalább 4,5 N/mm<sup>2</sup></p>	LC16/18 - 8/FN D 2,0	24,1
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üreges válaszfallap</li> </ul> <p>Hajlító-törőerő legalább 4,5 kN</p>	LC12/13 - 8/FN D 2,0	18,8
<p>Egyedi méretezés alapján:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagyobb falvastagságú könnyűbeton-elemek</li> <li>• Monolit könnyűbetonok</li> </ul>	<p>LC8/9 - 24/FN D 2,0</p> <p>LC12/13 - 24/FN D 2,0</p> <p>LC16/18 - 24/FN D 2,0</p>	<p>13,5</p> <p>18,8</p> <p>24,1</p>



### Megjegyzés:

1. A próbakockák nyomószilárdságának megkövetelt átlagértékeit C8/10 nyomószilárdsági osztály esetén 2,50 N/mm<sup>2</sup> értékű, C12/15 nyomószilárdsági osztály esetén 2,75 N/mm<sup>2</sup> értékű, C16/18 nyomószilárdsági osztály esetén 3,00 N/mm<sup>2</sup> értékű szórással számítottuk.

2. A végig vízben tárolt (MSZ EN 206-1:2002) próbatestek 28 napos nyomószilárdsága 0,92-szorosa a vegyesen tárolt (MSZ 4719:1982) próbatestek nyomószilárdságának.

\* D 1,8: A könnyűbeton testsűrűsége megszilárdult és kiszárított állapotban 1600 - 1800 kg/m<sup>3</sup>.

\*\* D 2,0: A könnyűbeton testsűrűsége megszilárdult és kiszárított állapotban 1800 - 2000 kg/m<sup>3</sup>.

	<b>Irodalom</b>	
---	-----------------	---

1. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DafStb-Richtlinie: Beton mit rezykliertem Zuschlag. Ausgabe August 1998. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin.

2. Sufang Lü: Schubtragverhalten von Stahlbetonbauteilen mit rezyklierten Zuschlägen. DafStb Heft 504. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin, 2000.
3. Meißner, Matthias: Biegetragverhalten von Stahlbetonbauteilen mit rezyklierten Zuschlägen. DafStb Heft 505. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin, 2000.
4. Müller, Christoph - Dora, Bernd: Verwertung von Brechsand aus Bauschutt. DafStb Heft 506. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin, 2000.
5. Zilch, Konrad - Roos, Frank: Betonkennwerte für die Bemessung und das Verbundverhalten von Beton mit rezykliertem Zuschlag. DafStb Heft 507. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin, 2000.
6. Wörner, Johann-Dietrich - Moerland, Pieter - Giebenhain, Sabine - Kloft, Harald - Leiblein, Klaus: Zulässige Toleranzen für die Abweichungen der mechanischen Kennwerte von Beton mit rezykliertem Zuschlag. DafStb Heft 508. Vertrieb durch Beuth Verlag GmbH Berlin, 2000.
7. Haase, Rosemarie: Anwendungsbereich der DIN 4226-100:2001 "Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel. Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen". Betonwerk + Fertigteil-Technik. Jg. 67. 2001. No. 12. p. 64-66.
8. Österreichischer Güteschutzverband Recycling-Baustoffe: Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen. Anwendungsbereich: Zementgebundene Massen. Stand Mai 1995. Wien.
9. Pankhardt Kinga: Az újrahaznosított adalékanyagú betonok. Beton szakmai havilap. I. rész: 2000. március. p. 3-7.; II. rész: 2000. április. p. 3-7.; III. rész: 2000. május. p. 3-5.

## AJÁNLÁS

### A.1. Alkalmazás

Az ajánlás a bontási betontörmelékek és téglatörmelékek - MSZ 4719:1982 és MSZ EN 206-1:2002 szerinti betonoknak megfelelő minőségben készített - vasalatlan előregyártott betonelemek adalékanyagkénti alkalmazásával foglalkozik.

### **A.2. Fogalmak**

**Mértékadó víztartalom** a bontási adalékanyag víztartalma a betonba való keverést közvetlenül megelőző pillanatban.

**Mértékadó vízfelvétel** a kiszáritott állapotú bontási adalékanyag vízfelvételének és mértékadó víztartalmának különbsége.



**Rövid idejű mértékadó vízfelvétel** a mértékadó vízfelvételnek az a része, amely a víznek a mértékadó víztartalmú adalékanyaghoz való hozzáadásától a beton bedolgozásáig tartó időre esik.

**Keverővíz** az alap keverővíz és a többlet keverővíz összege. Az **alap keverővíz** értékét a tervezett víz-cementtényező és a cementadagolás szorzata adja meg. A **többlet keverővíz** a bontási adalékanyag rövid idejű mértékadó vízfelvételének (nulla és 1 közé eső tömegarány) és a mértékadó víztartalmú adalékanyag tömegének szorzata.

**Mértékadó közetfizikai csoport** a bontott adalékanyag különböző tulajdonságok alapján meghatározott, MSZ 18291:1978 illetve ÚT 2-3.601:1998 szerinti közetfizikai csoportjai közül a leggyengébb.

### A.3. Betontervezés

A betontervezés módszere szabadon megválasztható, de eredményét laboratóriumi kísérlettel ellenőrizni kell. Célszerű a zúzottkövekre kidolgozott tervezési módszert alkalmazni.

Megjegyzés: Az építmények bontásból származó tört, osztályozott adalékanyag - főképpen a betontörmelék, - önszilárdságának változatossága, szemalakja, felületi érdessége, vízfelvétele folytán sokkal jobban hasonlít a zúzottkőhöz, mint a kavicsához, illetve homokos kavicsához. Minthogy kifejezetten az újrahasznosított adalékanyaggal készülő betonok tervezésére kidolgozott nemzeti vagy európai szabvány, vagy műszaki irányelv nincs, és erre vonatkozó módszer sem ismeretes, ezért a betontörmelék adalékanyagú betonok tervezését lényegében a Bolomey-Palotás-féle betontervezési képletek alkalmazásával, a zúzottkőbetonok tervezési módszere szerint ajánlott elvégezni. Újrahasznosított téglatörmelék esetén könnyűbeton tervezési módszerek is alkalmazhatók.

A betonelem típusok gyártásához szükséges beton (vagy könnyűbeton) összetételét úgy kell megtervezni, hogy a beton minősége és a 150 mm méretű, a kizsaluzástól a szilárdság vizsgálatig végig vízben tárolt próbakockán, 28 napos korban mért átlagos nyomószilárdsága ( $f_{cm,cube,28}$ ) a betonelem típustól függően a tanulmány 1. és 7. táblázata szerinti értékeket elérje.

Ha az adalékanyag olyan betontörmelék, amely nem az "A" (MSZ 18291:1978) illetve az "AA" (ÚT 2-3.601:1998) közetfizikai csoportba tartozik, akkor a betontörmelék közetfizikai csoportja szerint a betont nagyobb nyomószilárdságúra kell tervezni, mint amennyi a tanulmány 1. táblázat szerinti számított, átlagos nyomószilárdsági követelmény.

A betontörmelék adalékanyagú beton nyomószilárdságának tervezési értékét úgy kapjuk meg, hogy a beton nyomószilárdsági osztályából számított átlagos

nyomószilárdságot a betontörmelék mértékadó közetfizikai csoportja függvényét képező  $\zeta$  szorzóval (Tanulmány 4. táblázat) megszorozzuk.

A következő táblázatban ajánlást adunk a betontörmelék adalékanyagkénti alkalmazására:

A beton nyomószilárdsági osztálya víz alatti tárolás esetén az MSZ EN 206-1:2002 szerint $f_{ck,cyl/cube}$	Ajánlás a betontörmelék adalékanyagkénti alkalmazására az MSZ 18291:1978 és az ÚT 2-3.601:1998 szerinti mértékadó közetfizikai csoportja függvényében			
	“A” ill. “AA”	“B” ill. “BB”	“C” ill. “CC”	“D” ill. “DD”
C12/15	•	•	•	••
C16/20	•	•	•	••
C20/25	•	•	••	••
C25/30	•	•	••	••
C30/37	•	••	••	x
C35/45	•	••	••	x

Jelmagyarázat:

- Korlátozás nélkül alkalmazható.
- Alkalmazása akkor ajánlott, ha a bontott törmelék részaránya az adalékanyagban  $\leq 30$  tömeg%.
- x Alkalmazása nem ajánlott.

Az ajánlástól beton kísérleti eredmények alapján el lehet térni, ha a beton magasabb minőségi osztályúnak bizonyul, mint a tervezett minőségi osztály.

A téglatörmelék adalékanyagú könnyűbeton nyomószilárdságának tervezési értékét úgy kapjuk meg, hogy a beton nyomószilárdsági osztályából számított átlagos nyomószilárdságot az  $\eta$  szorzóval (Tanulmány 6. táblázat) megszorozzuk.

A bontott építési törmelék mértékadó rövid idejű (például 5 vagy 10 perces, a bedolgozásig szükséges idő figyelembevételével) vízfelvétele jelentősen

meghaladja a kavicsok és zúzottkövek vízfelvételét, amit a tervezés során a vízadagolás meghatározásánál figyelembe kell venni. A vízadagolás a víz-cementtényező és a cementtartalom szorzatából adódó érték (alap keverővíz =  $m_{\text{víz},1}$ ) és a mértékadó rövid idejű vízfelvételből számított érték (többlet keverővíz =  $m_{\text{víz},2}$ ) összege.

## **A.4. Alapanyagok tulajdonságai**

### **A.4.1. Cement**

A termékek gyártásához csak az MSZ EN 197-1:2000 harmonizált európai szabványnak megfelelő CEM I 42,5 jelű portlandcementet vagy CEM II/A 32,5 jelű összetett portlandcementet szabad használni.

### **A.4.2. Bontott adalékanyag**

Az adalékanyagul olyan bontási anyagot kell használni, amelyből az idegen anyagokat (például betonacélt) eltávolították. Az építőanyag-nemenként elkülönített bontási anyagot megfelelő szemnagyságúra kell törni, és frakciókra kell osztályozni.

A bontott építési törmelék fizikai, mechanikai és kémiai tulajdonságait meg kell vizsgálni, és adalékanyagként akkor alkalmazható, ha minősége megfelel a követelményeknek. Az A.6. fejezetben felsorolt vizsgálati módszerek és követelmények figyelembe veszik, hogy a bontott törmelék tulajdonságai elsősorban a zúzottkőéhez hasonlítanak.

Ha a bontott anyag minősége betonkészítés céljára nem megfelelő, akkor természetes adalékanyaggal szabad javítani, és a javított adalékanyag keverék tulajdonságait kell megvizsgálni. A vizsgálati jegyzőkönyvben, ha lehetséges, fel kell tüntetni a bontott anyag származását és bontás előtti minőségét, valamint az esetleges javító adalékanyag jellemzőit és a keverési arányt.

A bontott törmelék közetfizikai csoportba sorolását célszerű szerkezeti betonelem (például zsaluzóelem, pincefalazó elem, földémbéléstest, stb.) adalékanyag esetén az MSZ 18291:1978 szabvány szerint, forgalom hatásának kitett betonelem (például járdalap, útszegélyelem, stb.) adalékanyag esetén az ÚT 2-3.601:1998 (ÚT 2-3.601:2005) útügyi műszaki előírás szerint végezni.

A téglatörmeléket a könnyűbeton-adalékanyagok vizsgálati módszereinek eredményeivel is jellemezni kell.

Felhasználás előtt meg kell határozni az adalékanyag rövid idejű mértékadó vízfelvételét.

Az osztályozott, bontási adalékanyagot frakciónként és mérlegelve kell a betonkeverőgépbe juttatni.

#### **A.4.3. Természetes adalékanyag**

A bontott adalékanyag tulajdonságainak javítására lehet természetes adalékanyagot használni. A természetes adalékanyag homok, homokos kavics, kavics esetén feleljen meg az MSZ 18293:1979 szabványnak, zúzottkő esetén az MSZ 18291:1978 szabványnak vagy az ÚT 2-3.601:1998 útügyi műszaki előírásnak.

#### **A.4.4. Keverővíz**

A termékek készítéséhez olyan víz használható fel, amelynek minősége a betongyártáshoz általában használt víz minőségétől nem tér el. A víz minőségére vonatkozó követelményeket a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 3.3. fejezete tárgyalja.

A beton keverővizét két részből összetettként (alap és többlet keverővíz) kell kiszámítani. A beton-keverőgépbe adagolandó keverővíz az alap és a többlet keverővíz összege. A többlet keverővíz mennyiségét gyártási műszakonként és a műszakon belül a mértékadó víztartalom változása esetén kell meghatározni.

#### **A.4.5. Adalékszer**

Az adalékszer (például képlékenyítőszer, légbuborékképzőszer, stb.) akkor használható, ha annak minőségét az adalékszer forgalmazója tanúsítja és a termékhez használati utasítást mellékel. A beton adalékszerekre vonatkozó minőségi követelmények a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 3.4. fejezetében találhatók.

Az adalékszert erős felmelegedéstől, fagytól óvva kell tárolni.

### **A.5. Betonok és betontermékek tulajdonságai**

#### **A.5.1. Betonösszetétel**

A beton összetételét a termék jellemzőinek és az alapanyagok minőségének, különösen a bontott adalékanyag tulajdonságainak megfelelően, az A.3. fejezet szerint kell megtervezni.

A megtervezett betonösszetételt termelésbevétele előtt laboratóriumi vizsgálattal ellenőrizni, és szükség esetén módosítani kell. A gyártásra jóváhagyott betonösszetétel keverővizét az adalékanyag víztartalmi állapotának megfelelően műszakonként, a műszak kezdete előtt, és szükség esetén műszak közben is meg kell határozni.

### **A.5.2. Friss beton**

A friss beton konzisztenciáját az MSZ 4714-3:1986 (MSZ EN 12350-2:2000) szerint roskadás méréssel, az idő függvényében kell vizsgálni.

A konzisztencia mérést a beton megkeverésétől számított 5 perc múlva, és 45 perc múlva, illetve a beton bedolgozása előtt 10 perccel meg kell elvégezni. A beton jelében szereplő konzisztencia mérték a bedolgozáskori konzisztenciára vonatkozik.

A betont akkor szabad bedolgozni, ha a konzisztenciája megfelel a tervezett konzisztenciának, a kellő tömörítést lehetővé teszi, és a friss termék állékonyságát nem veszélyezteti. A meg nem felelő konzisztenciájú betonkeverék összetételét cement, adalékanyag, vagy víz hozzákeverésével javítani, új keverék készítéséhez felhasználni nem szabad, hanem újra kell keverni. Az új keveréket a konzisztencia mérésnél tapasztaltak alapján, ha a meg nem felelő betonkeverék képlékeny volt, akkor a vízadagolás csökkentésével, vagy ha száraz volt, akkor lehetőleg többlet víz hozzáadása nélkül, képlékenyítőszerrel kell beállítani. Képlékenyítőszer használata egyébként is ajánlott.

Az előregyártott betonelemek készítéséhez általában földnedves vagy kissé képlékeny konzisztenciájú betont kell készíteni.

A friss beton légpórustartalmának meghatározása hasznos lehet, légbuborékképző adalékszer használata esetén pedig szükséges.

### **A.5.3. Beton próbatest**

A megkevert friss betonból heti gyakorisággal, beton-összetételenként legalább három darab, nem egy keverésből vett, MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány szerinti  $\Phi 150 \times 150$  mm méretű próbahengert vagy 150 mm méretű próbakockát kell készíteni a beton minőségének vizsgálatára. A beton próbatestet 1 napos koráig sablonban, nedves környezetben kell tartani, majd 1 napos korban ki kell zsaluzni, és a szilárdság vizsgálat időpontjáig végig víz alatt kell tárolni.

Vizsgálendő a beton próbatest testsűrűsége friss állapotban és 28 napos korban, valamint a nyomószilárdság 28 napos korban, és ha szükséges 7 napos korban.

### **A.5.4. Friss betontermék**

A friss betonterméket készítésétől legalább három napos koráig vízpermetezéssel utókezelni kell.

### A.5.5. Megszilárdult betontermék

A megszilárdult betontermék minőségét a vonatkozó termékszabvány előírásai szerint 28 napos korban kell meghatározni. A vizsgálatoknak értelemszerűen ki kell terjednie a termék méretére, felületeinek, éleinek, sarkainak ép voltára, tömegére, szilárdságára, időjárásnak kitett termékek esetén a fagyállóságra, a forgalomnak kitett termékek esetén, ha szükséges a kopásállóságra és az olvasztósó-állóságra.

### A.6. Követelmények és vizsgálatok

Az anyagokkal szemben támasztott követelményeket, a követelmények vizsgálati módszerének szabvány számát, a vizsgálatok megkövetelt gyakoriságát a következő táblázatban tüntettük fel. A vizsgálatokat az anyagok illetve tulajdonságaik változása esetén a táblázatban feltüntetett gyakoriságtól függetlenül a változás észlelését követően el kell végezni.

Jel	Anyag és tulajdonság	Követelmény	Vizsgálat	Vizsgálat gyakorisága anyag fajtánként, legalább
<b>Cement</b>				
1.	Cement szabványos minőségét meghatározó tulajdonságok	MSZ EN 197-1 szerinti CEM I 42,5 pc vagy CEM II/A 32,5 összetett pc	MSZ EN 196-1 MSZ EN 196-3	Gyártónként három havonta
<b>Bontott adalékanyag</b>				
A vizsgálati anyag mintavételét az MSZ 18282-1 szabvány szerint kell végezni.				
2.	Egyneműség*	Idegen anyag* ≤ 0,5 m% Idegen anyag** ≤ 2,0 m%	Szemrevételezés	Műszakonként
3.	Testsűrűség	≥ 1800 kg/m <sup>3</sup>	MSZ 18284-2	Havonta, és betontervezés előtt
	Halmazsűrűség	≥ 900 kg/m <sup>3</sup>		

4.	Vízfelvétel	$\leq 25 \text{ m\%}$		MSZ 18284-3	Hetente, és betontervezés előtt
5.	Rövid idejű mértékadó vízfelvétel, 10 perc alatt	4 mm alatt	4 mm felett	MSZ 18284-3	Műszakonként
		$\leq 20 \text{ m\%}$	$\leq 15 \text{ m\%}$		
6.	0,02 mm alatti szemek mennyisége a 4 mm alatti frakcióban	$\leq 15 \text{ v\%}$		MSZ 18288-2 szerinti ülepítéssel	Műszakonként
7.	Szemmegoszlás	MSZ 18291 szerinti NZ osztály	ÚT 2-3.601 szerinti UNZ osztály	MSZ 18288-1 szerinti száraz szitálás	Műszakonként
	Adalékanyag keverék finomsági modulusának számítása a szemmegoszlás vizsgálat eredményéből	A finomsági modulus az MSZ 18293 szerinti szélső határgörbék finomsági modulusa közé kell, hogy essék.		Szemmegoszlás vizsgálat alapján, MSZ 18288-5 szerint, 0,063 mm-es kezdő szitanyílással	Az adalékanyag keverék összetételének vagy a frakciók szemmegoszlásának változása esetén
8.	Szemalak	MSZ 18291 szerinti NZ osztály	ÚT 2-3.601 szerinti UNZ osztály	MSZ 18288-3 szerint, 4 mm felett $v/s=0,5$ tengelyarányval, 4 mm alatt "B" jelű tölcserrel	Hetente
9.	Mikro-Deval aprózódás, betontöret esetén	ÚT 2-3.601 szerinti, legalább "DD" közetfizikai csoport		MSZ 18287-6	Három havonta, és betontervezés előtt

10.	Los Angeles aprózódás, betontöret esetén	MSZ 18291 szerinti, legalább "D" közetfiz. csoport	ÚT 2-3.601 szerinti, legalább "DD" közetfiz. csoport	MSZ 18287-1	Három havonta, és betontervezés előtt
11.	Deval aprózódás, betontöret esetén	MSZ 18291 szerinti, legalább "D" közetfiz. csoport	ÚT 2-3.601 szerinti, legalább "DD" közetfiz. csoport	MSZ 18287-2	Három havonta, és betontervezés előtt
12.	Szulfátos kristályosítási aprózódás, betontöret esetén	MSZ 18291 szerinti, legalább "D" közetfiz. csoport	ÚT 2-3.601 szerinti, legalább "DD" közetfiz. csoport	MSZ 18289-3 magnézium-szulfát-oldatban vizsgálva	Három havonta, és betontervezés előtt
13.	Hummel-féle szétmorzsolódási tényező, téglatöret esetén		$\leq 1,5$	MSZ 18287-3	Három havonta, és betontervezés előtt
14.	Oldható szulfát-tartalom SO <sub>4</sub> -ben kifejezve		$\leq 0,1$ m%	MSZ 18288-4	Szállítmányonként
15.	Oldható klorid-tartalom Cl-ban kifejezve		$\leq 0,02$ m%	MSZ 18288-4	Szállítmányonként
16.	Agyagrög-tartalom		$\leq 1$ m%	Szemrevételezés	Szállítmányonként



Természetes adalékanyag					
17.	Szabványos jellemzők ellenőrzése	Homok és kavics esetén MSZ 18291 szerinti, legalább P-TT minőségű, osztályozott termék	Zúzottkő esetén ÚT 2-3.601 szerinti, legalább DD-UNZ minőség	Az MSZ 18291 szabványban és az ÚT 2.3.601 műszaki előírásban megadott, termék minősítő vizsgálati módszerek	Szállítmányonként
Keverővíz					
18.	Eredet és állapot, hidrogénion-koncentráció, szulfát-, klorid-, szervesanyag-, lebegőanyag-tartalom	Általában csapvizet kell használni. A víz nem lehet gyógyvíz, ásványvíz, talajvíz, kellemetlen szagú, színezett, zavaros, habzó, pezsgő víz.	MÉASZ ME 04-19:1995 műszaki előírás 3.3. fejezete szerint	Szemrevételezés műszakonként, laboratóriumi vizsgálat a gyártótelep létesítésekor, és szükség esetén, ha a szemrevételezés indokolja	
Adalékszer					
19.	Állapot, szavatossági idő	Állapota meg kell, hogy egyezzen a termék-ismertetőben megadott külső jellemzőkkel. Szavatossági ideje érvényben kell, hogy legyen.	MÉASZ ME 04-19:1995 műszaki előírás 3.4. fejezete szerint	Szemrevételezés használatba vétel során, a minőséget illető gyanú esetén szakintézeti laboratóriumi vizsgálat szükséges.	
Friss beton					
20.	Roskadási mérték	≤ 20 mm	MSZ 4714-3	Minden betonösszetételre nézve, egyszer műszakonként	

Beton próbatest				
Beton-összetételenként hetente három darab MSZ EN 206-1:2002 szerinti próbatestet kell készíteni. A beton próbatesteknek külön keverésekből kell származniuk				
21.	Testsűrűség a friss beton bedolgozott állapotában, és a megszilárdult, vízzel telített betonon (nyomószilárdság vizsgálat előtt) mérve, tömör beton-struktúra esetén	<i>Betontörmelék adalékanyag esetén a friss beton testsűrűsége legalább 2050 kg/m<sup>3</sup>, a megszilárdult, vízzel telített betoné legalább 2200 kg/m<sup>3</sup></i>	MSZ 4714-2	Próbatestek készítése, illetve nyomószilárdság vizsgálata alkalmával
		<i>Téglatörmelék adalékanyag esetén a friss beton testsűrűsége legalább 1775 kg/m<sup>3</sup>, a megszilárdult, vízzel telített betoné legalább 1925 kg/m<sup>3</sup></i>		
22.	Nyomószilárdság	Az ajánlás A.3. fejezete szerint	MSZ 4715-4	Beton-összetételenként hetente, a beton 28 napos, és ha szükséges 7 napos korában
Megszilárdult beton- és könnyűbeton termék, például				
23.	Méretfelvétel, a felületek, élek, sarkok vizsgálata, tömegmérés	Vonatkozó termék-szabvány, illetve műszaki leírás szerint	Vonatkozó termékszabvány, illetve műszaki leírás szerint	Műszakonként és termék fajtánként
24.	Termék nyomószilárdsága, legalább, átlag (egyedi legkisebb)			
	Főfal-falazóelem Zsaluzóelem Pincefalazó elem	2,5 (2,0) N/mm <sup>2</sup> 3,0 (2,5) N/mm <sup>2</sup> 4,5 (3,5) N/mm <sup>2</sup>	MSZ 11405-3 MSZ 11405-6 MSZ 11405-4	10.000 db-onként
25.	Termék hajlító-törőereje, legalább, átlag (egyedi legkisebb)			
	Födémbéleléstest EB 60/19	5000 (3500) N	MSZ 10798-2	10.000 db-onként
	Válaszfal lap	4500 (4000) N	MSZ 11405-5	

26.	Termékből kifűrt vagy kivágott próbatest nyomószilárdsági osztálya			
	Útszegélyelem, normál	C16/20	MSZ 1999	10.000 db-onként
	“K”-szegélykő	C20/25	MSZ 1999	
	Surrantóelem	C20/25	-	
	Útszegélyelem, extra	C30/37	-	
	Útburkolóelem	C35/45	MSZ 4751	Két hetente
27.	Termék hajlító-húzószilárdsága, legalább			
	Járdalap I., II., III. oszt.	2,0 1,8 1,6 N/mm <sup>2</sup>	MSZ 4755-2, -4	10.000 db-onként
	Mederlap	2,0 N/mm <sup>2</sup>	-	
28.	Fagyállóság			
	Főfalazóelem	15 ciklus	MSZ 11405-3	10.000 db-onként
	Zsaluzóelem	15 ciklus	MSZ 11405-6	10.000 db-onként
	Pincefalazó elem	15 ciklus	MSZ 11405-4	10.000 db-onként
	Útszegélyelem, normál	25 ciklus	MSZ 1999	10.000 db-onként
	“K”-szegélykő	25 ciklus	MSZ 1999	10.000 db-onként
	Surrantóelem	50 ciklus	-	20.000 db-onként
	Útszegélyelem, extra	50 ciklus	-	20.000 db-onként
	Útburkolóelem	50 ciklus	MSZ 4751	Két hetente
	Járdalap	25 ciklus	MSZ 4755-2, -4	10.000 db-onként
	Mederlap	50 ciklus	-	20.000 db-onként
29.	Kopásállóság			
	Útszegélyelem, normál	k 12/18	MSZ 1999	10.000 db-onként
	“K”-szegélykő	k 12/18	MSZ 1999	10.000 db-onként
	Útburkolóelem	k 14/21	MSZ 4751	Külön igény esetén

	Útszegélyelem, extra	k 10/15	-	20.000 db-onként
--	-------------------------	---------	---	------------------

Megjegyzés: Az egyneműség szempontjából \* típusú idegen anyagok: gipsz, fa, növény, szigetelőanyag, papír, textil, gumi, műanyag, üveg, fém; \*\* típusú idegen anyagok: sejtbeton, könnyűbeton, aszfalt.

## **A.7. Minőségügyi feltételek**

### **A.7.1. Műszaki dokumentum**

A termékgyártás műszaki és minőségügyi feltételeit a termékszabvány illetve a műszaki irányelv [Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával. [Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelv. BV-MI 01:2005 \(H\). fib](#) (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata] tartalmazza.

### **A.7.2. Minőségügyi napló**

A minőséggel kapcsolatos eseményekről, az anyag és termék vizsgálatok eredményeiről naplót kell vezetni és a naplót meg kell őrizni. A naplóba a minőségért felelős vezető és az üzem vezetője tehet bejegyzést.

### **A.7.3. Megfelelőség tanúsítás**

Az épített környezet védelmében kiadott 1/1995. (II.24.) KTM rendelet, illetve az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól szóló, 2002. évi rendelet-tervezet szerint tanúsítani kell, hogy az építési tevékenység során beépített anyagok, épületszerkezeti elemek minősége az építési célnak megfelelnek.

“Forgalomba hozni vagy beépíteni csak megfelelőség igazolással rendelkező, építési célra alkalmas építési terméket lehet.”

### **A.7.4. Termék jelölése**

A bontott építési törmelék adalékanyaggal készített termék megkülönböztetése a természetes adalékanyagú termékektől a termelési naplóból visszakereshető számjelzéssel történhet. A betonelem termék szállítólevelén nem szükséges az egyébként szokásostól eltérő, az adalékanyagra utaló megnevezést alkalmazni, vagy megjegyzést feltüntetni. Ha az építési törmelékkel e műszaki előírás szerint készített betonból - mint transzportbetonból - más felhasználónál készül a betonelem, akkor a transzportbeton szállítólevelére rá kell vezetni, hogy az csak vasalatlan betonelemek készítésére alkalmas.

## Hivatkozott szabványok, műszaki előírások és műszaki irányelv

MSZ 1999:1983	Előregyártott beton útszegélyelemek
MSZ 4714-2:1986	A betonkeverék és a friss beton vizsgálata. A betonalkotók mennyiségének, a beton testsűrűségének és légpórustartalmának meghatározása
MSZ 4714-3:1986	A betonkeverék és a friss beton vizsgálata. A konzisztencia meghatározása
MSZ 4715-4:1987	A megszilárdult beton vizsgálata. Mechanikai tulajdonságok roncsolásos vizsgálata
MSZ 4719:1982	Betonok
MSZ 4751:1991	Beton útburkoló elemek
MSZ 4755-2:1991	Beton járdalapok. Normálkivitelű járdalapok
MSZ 4755-4:1991	Beton járdalapok. Gyephézagos járdalapok
MSZ 10798-2:1989	Üreges beton földémbéléstestek. EB jelű földémbéléstestek
MSZ 11405-3:1992	Leier-építőelemek. Főfalazó elemek
MSZ 11405-4:1992	Leier-építőelemek. Pincefalazó elemek
MSZ 11405-6:1992	Leier-építőelemek. Zsaluzóelemek
MSZ 18282-1:1987	Építési kőanyagok mintavétele és vizsgálati rendszere. Termékek mintavétele és minősítése
MSZ 18284-2:1979	Építési kőanyagok tömegösszetételi vizsgálatai. Sűrűségi jellemzők vizsgálatai
MSZ 18284-3:1979	Építési kőanyagok tömegösszetételi vizsgálatai. Víz tartalmi jellemzők vizsgálata
MSZ 18287-1:1990	Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Los Angeles-vizsgálat
MSZ 18287-2:1983	Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Deval-vizsgálat
MSZ 18287-3:1983	Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Hummel-vizsgálat
MSZ 18287-6:1984	Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Mikro-Deval-vizsgálat

MSZ 18288-1:1991	Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. A szemmegoszlás vizsgálata szitálással
MSZ 18288-2:1984	Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel
MSZ 18288-3:1978	Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemalak vizsgálata
MSZ 18288-4:1984	Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. A vegyi szennyeződés vizsgálata
MSZ 18288-5:1981	Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlásjellemzők számítása
MSZ 18291:1978	Zúzottkő
MSZ 18293:1979	Homok, homokos kavics és kavics
MSZ EN 196-1:1996	Cementvizsgálati módszerek. A szilárdság meghatározása
MSZ EN 196-3:1990	Cementvizsgálati módszerek. A kötési idő és a térfogatállandóság meghatározása
MSZ EN 197-1:2000	Cement. Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei
MSZ ENV 206:2000	Beton. Tulajdonságok, előállítás, bedolgozás és megfelelőségi követelmények
MSZ EN 206-1:2002	Beton. Feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
MSZ EN 12350-2:2000	A friss beton vizsgálata. Roskadásvizsgálat
MSZ EN 45014:1990	Gyártók megfelelőségi nyilatkozatának általános feltételei
MÉASZ ME-04.19:1995	Beton és vasbeton készítése. Műszaki előírás
ÚT 2-3.601:1998	Útépitési zúzott kőanyagok. Útügyi műszaki előírás
ÚT 2-3.601:2005	Útépitési zúzottkövek és zúzottkavicsok. Útügyi műszaki előírás
MSZ EN 206-1:2002	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
BV-MI 01:2005 (H)	Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával. Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelv. <i>fib</i> (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata

Vissza a

**Noteszlapok abc-ben**



**Noteszlapok tematikusan**



tartalomjegyzékhez