



MAGYAR CEMENTIPARI SZÖVETSÉG

Aktuálisan a betonutakról

# update 11/1

## A beton újrahasznosítása az útéépítésben

A betonútépítésnek az elsőrangú úthálózaton belül már régi hagyománya van Ausztriában, de ugyanígy Németországban és Svájcban is. Az első betonpályát Ausztriában 1904-ben építették (Amstetten, Alsó-Ausztria, [1]) és ezután számos ilyen megoldás következett; ma már az osztrák nagyforgalmú autópályák és autótutak 40%-át betonpályalemez borítja.

## A beton újrahasznosítása az útéépítésben A műszaki színvonal állása Ausztriában

A betonútéépítést igen gyakran választják megoldásként anyagának előnyös tulajdonságai miatt. Ezeket az előnyöket igen sok belföldi és külföldi kutatási/kísérleti munka igazolta. A csökkenő üzemanyagfogyasztás, a mosottbeton pályafelületének jó tapadása révén elért növekvő biztonság és az egyéb anyagokhoz képest világos pályafelszín döntő tényezőnek bizonyul az úthasználók számára.

Az útfenntartók számára a betonpályák hosszú élettartama lényeges szempont, mert a fenntartási és felújítási költségek lényegesen csökkenthetők. Eddig még nem szenteltek elég figyelmet a minden résztvevőt érintő ama haszonnak, amely a forgalomkorlátozás, közlekedési dugók, a forgalomelterelés csökkenése révén keletkezik a felújítási munkák közti megnövekedett időszakok miatt. A továbbiakban egyre fontosabbá válik a környezetkímélés. A beton – a mosottbeton felület csekély zajkibocsátása, továbbá a helyi alapanyagok fokozott felhasználása és a szállítási távolságok csökkenése révén – előnyös versenyhelyzetben van.

### A környezet megkímélése

A környezetbarátságosság lényeges eleme a tartósság. Minthogy legalább 30-40 évenként a kimondottan hosszú élettartamú betonpályákat is fel kell újítani, nélkülözhetetlen annak tudatos végiggondolása, hogy a betonpályákba beépített anyagokat hogyan lehet újra felhasználni és tovább hasznosítani.

Ausztriában már idejekorán kiértelmezték az idevágó elgondolásokat és (először 1989-ben) ezeket a gyakorlatban is megvalósították. Az ott és akkor szerzett tapasztalatokat az útéépítési újrahasznosítás műszaki megoldásaiban egyre tovább finomították és ma már lehetséges az útpályákból tört anyag 100%-os újrahasznosítása. Ezáltal a régi betonpálya építőanyag-lelőhelyként szerepel, és így megkímélhetők a természetes nyersanyagforrások, csökkennek a depóniák területei és a távoli nyersanyagkészletektől való szállítási feladat is: mindez a környezetvédelmet is nagymértékben szolgálja. Ilyen módon az osztrák A1 autópálya



1. ábra: Betonpálya töretének átmeneti tárolója



2. ábra: Az újrahasznosítandó szemcsehalmazok rostálása és mosása



teljes felújításánál a régi betonlemez újrahasznosításával a továbbiakban részletezett kivitelezési eljárással (ez 5,7 millió m<sup>2</sup> új betonlemezhez való újraalkalmazást jelentett) 1,7 millió km szállítási teljesítményt takarítottak meg [2]. Ezzel – a számítások szerint 1445 tonna széndioxid-kibocsátást is megtakarítottak, és végül az új betonpálya költsége 1,85 €/m<sup>2</sup>-rel csökkent.

Az újrahasznosítási gazdálkodás céljából azt kell kitűzni, hogy nagyértékű legyen a beépített anyagok újrahasznosítása és így a másodnyersanyag források ne értékelődjenek le (ún. „downcycling” ne legyen). Ez az útépités esetében azt jelenti, hogy a visszanyert anyagot a pálya felszerkezetében, lehetőleg a felső betonrétegben kell használni. Értékben lefelé haladva az aljzatbetonban, ill. a teherhordó kavicsagyban való alkalmazás következik, majd a fagyvédő rétegben, a kötőanyag vagy anélküli alaprétegekben végül a padkákban vagy zajvédő háttöltésekben való újrahasznosítás marad [3]. Mindenképpen el kell kerülni, hogy az utakból visszanyerhető anyag felhasználatlanul csak depóniába kerüljön: ez a nyersanyagkímélő gazdálkodás alapszabálya.

### Technológia

A tört visszanyert anyagnak legértékesebb módon (a betonpálya felső rétegében) való újraalkalmazása a pályabeton felszínével szemben manapság támasztott igen nagy követelmények miatt (pl. zajcsökkentés, érdesség, kopásállóság, világos szín, síkfekvés) a technika mai állásánál nem javasolható.

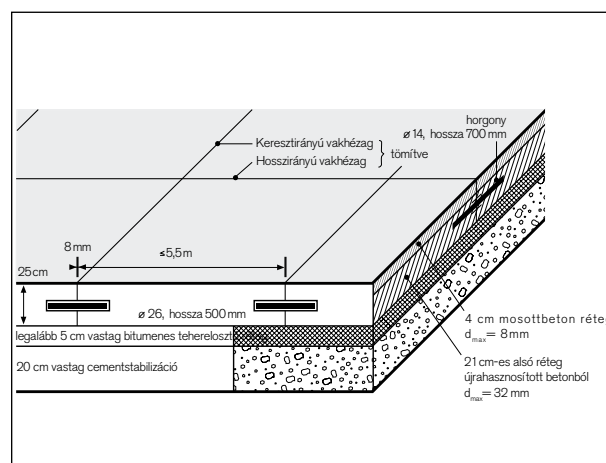


3. ábra: Mobil adalékanyag osztályozó/előszítő mű és átmeneti tározója

Tartósságot biztosító építési módszer kifejlesztése szempontjából hallatlanul fontos az egymással versengő szempontok (nyersanyagforrások megkímélése, közeli kinyerési lehetőség...) közti optimalizáció. A továbbiakban ezért az Ausztriában szokásos és sikeresen alkalmazott eljárást mutatjuk be, amelyben az újrahasznosítási arány és a másodanyag felhasználásának értéktartalma a legnagyobb.

A beton újrahasznosítási folyamatának elején az ó-beton minőségének pontos feltárása áll. A legkedvezőbb esetben pontos adatok vannak az akkor felhasznált nyersanyagokról, az alkalmazott recepturákról, sőt az alkalmassági vizsgálatok eredményéről is. Az ilyen dokumentáció – sajnos – a kérdéses betonút kora miatt általában már nincs meg. Ilyen esetben ajánlatos a régi beton viselkedését tisztázó vizsgálatok végzése. Általában abból indulhatnak ki, hogy a szemrevételezéssel egyenletesen jó minőségűnek ítélt 40 évesnél nem idősebb beton újra hasznosítható.

A lemezfeltörési munka általában ejtőszúlyal való szétrepesztéssel kezdődik. Az igen nagy darabokat fúrócsúccsal továbbtörök és a teljes visszanyert töretet egy lehetőleg közeli mobil törő-, előkészítő üzem átmeneti tárolójába szállítják (1. ábra). Itt további aprítás következik kalapácsoló törőgépekkel. A finom részeket eltávolítandó az anyagot szétrostálják, mossák és végül a további felhasználásnak megfelelő frakciókra választják szét (pl. 0/4, 4/16, 16/32 mm) és így tárolják (2. és 3. ábra). A javítási munkák során a betonlemezre felhordott aszfaltnak a másodadalekanyag 20%-át meg nem haladó tömegarány esetén nincs számottevő



4. ábra: A kétrétegű pályalemez szerkezeti felépítése újrahasznosított betonból (VÖZ grafika)

5. ábra: Az alsó betonrétegbe kerülő másodadalékanyagok

Kritérium (tulajdonság) fajta	Követelmények
Előírt szemcsecsoportok	$D_{max}$ 22 vagy 32 mm, 3 frakcióból, ezek közül egy 4 mm alatti, a többiek legalább 4 mm alsó határméretű szemcsecsoportok legyenek
Szemcsék testsűrűsége	A megadott érték $\pm 30 \text{ kg/m}^3$
Szemcsemegoszlás, $D > 4 \text{ mm}$	$G_c$ 90/15 vagy $G_c$ 85/20
Szemcsemegoszlás, $D \leq 4 \text{ mm}$	Gf85, osztályok az ÖNORM EN 12620 2. táblázat szerint (= MSZ EN 12620)
Szemalak	$Sl_{40}$
Kagylóhéjtartalom	$SC_{10}$
Finomrésztartalom, durva finomrész	$f_{1,5}$
Finomrésztartalom, finom finomrész	$f_{10}$
Fagyállóság, $D > 4 \text{ mm}$	$F_1$
Fagyállóság, $D \leq 4 \text{ mm}$	$F_1$ , az ÖNR 23303, 11.2 pont szerint
Savoldható szulfát	$AS_{0,8}$
Alkáli-kovavasav – reakcióképesség (ASR)	2-es igénybevételi osztály az ÖNORM B 3100 szerint
Szemmegoszlás $D=22 \text{ mm}$ , $D=32 \text{ mm}$	Szemcsemegoszlási tartomány AC22, ill. AC32

<sup>1</sup> A visszanyert adalékanyagok csak 4 mm-nél nagyobb szemcséi használhatók. Ehhez az is kell, hogy:

- az öbeton fagy- és sózásálló legyen
- a bitumenes részek az ÖNORM EN 933-11 szerint meghatározva, < 20% legyen
- az adalék-kovavasav-reakcióképességet (ÖNORM B3100, 2-es igénybevételi osztály) kellő időben ellenőrizték a 4 mm fölötti adalékfrakciókban
- az adalékanyag szétrostitott és portalanított (mosott), továbbá hézagkiöntő anyagoktól és vasalás daraboktól mentes legyen úgy, hogy a fenti táblázat követelményeinek megfeleljen.

hatása az újrahasznosított majdani beton tulajdonságaira. [4]. Ettől függetlenül törekedni kell a „fajtatizta” újrahasználatra.

Az újrahasznosított betonanyag értékertartó felhasználásának alapja az új pályalemez kétrétegű kialakítása. Az alépitmény ilyenkor egy teherelosztó aszfaltrétegből és alatta cementstabilizációs vagy kötőanyag nélküli teherhordó közethalmaz-rétegből áll. A kétrétegű felszerkezet ezeken fekszik: az alsó réteg újrahasznosított másodbeton (a visszanyert betontöretből), a felső réteg egy viszonylag vékony réteg, amely a legkiválóbb (nem visszanyert) anyagokból készül zajcsökkentő mosottbeton technológiával (4. ábra).

Az alsó réteghez az újrahasznosítható frakciók közül csak a 4 mm fölöttieket használják. Az alsó rétegbe kerülő másodadalékanyagon az osztrák RVS 08.17.02 előírás vonatkozik (5. ábra). A 4 mm-nél finomabb frakciók nagy vizigényük miatt nem alkalmasak minden szempontból megfelelő beton készítéséhez, ezért ebben a mérettartományban természetes kőzetek szemcsehalmazai alkalmazandók. A 4 mm alatti visszanyert szemcsék a cementstabilizáció alatti, gyakran már nem fagyálló fagyvédő rétegbe jól használhatók.

A növekvő forgalom miatt felújításkor pályaszélesítésre is sor kerül és így általában a régi pályabetonból visszanyert összes adalékanyag a leggazdaságosabban használható fel az új betonpályához.

Az újrahasznosított (másod)betont – miként a szokásos betonútépítési gyakorlat is alkalmazza – csúszószalus finiserekkel építik be (6. ábra). Az alsó újrahasznosított betonréteget a teherelosztó aszfaltrétegre építik, s ebbe vibrálják bele a teherátadó hézagvasalást és a horgonyokat. Ezután rögtön „frisset frissre” egy másik finiser beépíti a felső réteget. A pálya felületét a jól bevált mosottbeton technológiával készítik el, ezáltal jó zajelnyelési, vízelvezetési és tapadási/érdességi tulajdonságok érhetők el.

A betonútépítésben esetenként előfordulhat az alkáli-kovavasav-reakció, AKR (alkáli-szilikát-reakció, ASR) okozta károsodás, mint pl. Németországban is voltak ilyen esetek. Egy esetleges ASR veszélyét már előzetesen tisztázni kell, és a kockázatok maradékát megfelelő intézkedésekkel kicsire lehet leszorítani [6,7]. Biztonsági eljárásaként ajánlható a régi (újrafelhasználható) betonpályából kifúrt magminták vizsgálata további óvintézkedések a megfelelő betonösszetétel,



6. ábra: A beton (felső réteg) beépítése csúszózsálas finiszerrel

a jó méretezés, a felszerkezet alatti vízvezetés tökéletesítése, stb., amint ezt minden útépitésnél nemcsak figyelembe venni, hanem továbbfejleszteni is kell.

### Kitekintés a jövőbe

Végezetül említsük meg, hogy az útépitési újrahasznosítás építési módot az Európai Unió is igen erősen ajánlja. Erre példa a támogatott DIRECT\_MAT projekt (Dismantling and REcycling Techniques for road MATerials), amelyben a technika mai állása szerinti útépitési újrahasznosítási adatok hozzáférhetőek, azzal a céllal, hogy a meglévő tudásanyagot szétterítsék és a kutatási igényeket bemutathassák [8]. Ezekből rögtön megállapítható, hogy az Ausztriában már jól bevált műszaki megoldást más országokban (pl. Észak- és Kelet-Európában) még alig alkalmazzák és eszerint a jövőben a környezetvédelemben és a nyersanyag források megkímélésében még igen nagy lehetőségek vannak, egyelőre kihasználatlanul.

### Irodalomjegyzék

- [1] Wrana, R.: 80 Jahre Betonstrassenbau in Österreich, Verein der österreichischen Zementfabrikanten, Wien 1986
- [2] Krenn, H.: Recyclingfähigkeit von Beton – der Schritt zur Nachhaltigkeit, Zement und Beton, Sonderheft, Internationale Fachtagung 2005 «Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht», S. 36–38
- [3] Weingart, W.; Wieland, M.: Abschlussbericht «Hochwertiges Recycling von Beton auf Geotextil» FE 08.186/2005/LRB, Forschungsprogramm Strassenwesen, Hochschule Anhalt (FH), Dessau
- [4] Sommer, H.: Wiederverwendung von Altbeton für neue Betonfahrbahndecken, Strassenforschung Heft 403, Wien 1992
- [5] RVS 08.17.02, Ausgabe 1. März 2007
- [6] Krispel, St.; Nischer, P.: Recyclingzuschläge – Beurteilung auf eine Alkali-Kieselsäure-Reaktivitätsgefährdung; Strassenforschung Heft 580, Wien 2008
- [7] Ehrlich, N.; Hersel, O.: Straßenbau heute – Betondecken, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, 6. Auflage, 2010, S. 258–263
- [8] <http://direct-mat.fehrl.org>

## Magyarországi cementgyártók

Duna-Dráva Cement Kft.  
Beremendi Gyára  
H-7827 Beremend  
H-7827 Beremend, Pf: 20  
Tel: + 36 72 574 500  
Fax: + 36 72 574 660  
E-mail: ddc-beremend@duna-drava.hu

Duna-Dráva Cement Kft.  
Váci Gyára  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
H-2601 Vác, Pf: 198  
Tel: + 36 27 511 600  
Fax: + 36 27 511 760  
E-mail: ddc-vac@duna-drava.hu

Duna-Dráva Cement Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
H-2601 Vác, Pf: 198  
Tel: + 36 27 511 601  
Fax: + 36 27 511 770  
E-mail: ddc-vac@duna-drava.hu

Holcim Hungária Zrt.  
Lábatlani Cementgyár  
H-2541 Lábatlan, Rákóczi út 60.  
H-2541 Lábatlan, Pf: 17  
Tel: + 36 33 542 600  
Fax: + 36 33 464 004

Holcim Hungária Zrt.  
Hejőcsabai Cementgyár  
H-3508 Miskolc, Fogarasi u. 6.  
H-3501 Miskolc, Pf:21  
Tel: + 36 46 561 600  
Fax: + 36 46 561 601

Holcim Hungária Zrt.  
Igazgatóság  
H-1037 Budapest, Montevideo u. 2/C.  
H-1396 Budapest, Pf: 458  
Tel: + 36 1 398 60 00  
Fax: + 36 1 398 60 13

E-mail: info-hun@holcim.com  
www.holcim.hu  
www.holcim.com

### A Magyar Cementipari Szövetség kiadványa. Készült a

**BETONSUISSE**

BETONSUISSE Marketing AG  
Marktgasse 53, CH-3011 Bern  
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70  
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch

**bdz.**  
Deutsche Zementindustrie

BDZ, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.  
Kochstraße 6–7, D-10969 Berlin  
Telefon +49 (0)30 2800 2-100, Fax +49 (0)30 2800 2-250  
BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de

**beton**

Gruppe Betonmarketing Österreich  
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton Handels-  
und Werbeges.b.H., Reiserstraße 53, A-1030 Wien  
Tel. +43 (0) 1 714 66 85-0, www.zement.at

szövetségek UPDATE 2011/1 sz. kiadványának fordításával, a fenti eredeti kiadók engedélyével.