



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz  
2015. szeptemberi szám

# update 43

## Határozott érvek a súrlódáscsökkenés és a zaj ellen: az első svájci mosottbeton körforgalom

Egy altdorfi (Svájc) belvárosi kereszteződés közlekedési / áteresztési kapacitásának növelésére – megfelelően a település közlekedési igényeinek – az Uri Kanton mélyépítési hatósága jól tapadó és egyúttal csökkentett zajkibocsátású burkolati megoldást keresett. Mindkét célt kielégítette a választott mosottbeton építési mód.

# Határozott érvek a súrlódáscsökkenés és a zaj ellen: az első svájci mosottbeton körforgalom (Kétrétegű építési mód)

Müller, Gert okl. mérnök FH, Müller Engineering GmbH, Wäldi/TG

Uri Kanton először 2014-ben kockáztatta meg, hogy kétrétegű betonból körforgalmat építsen mosottbeton felülettel. A nagymértékű tehergépjármű forgalmat tartalmazó közlekedési terhelés – a zajterhelésre érzékeny belvárosi környezetben – új utak keresését igényelte. Tartósan jó súrlódású és egyúttal kis zajkibocsátású megoldásra volt szükség. A választott mosottbeton építési módnak a tapadás(súrlódás)romlást, különösen az itteni kis külső átmérőjű körforgalom esetén, csökkentenie kell.

A mosottbeton felület még 10 év után is alig veszít valamit jó tapadóképességéből.

Németországban és Ausztriában sokéves kedvező tapasztalatok vannak a kétrétegű, kikévelt felületű mosottbeton építési módra, ezért Uriban is ezt választották az új körforgalom számára. A mosottbeton építési móddal szemben nagyok voltak az elvárások: teljesülniük kellett egyrészt a tartósan jó tapadóképességhez, másrészt a kis zajkibocsátáshoz tartozó követelményeknek. A gyakorlatban különféle tapasztalatok voltak arra, hogy a mosottbeton felülettel szakszerű kivitelezés esetén minkét cél elérhető.

## Osztrák tapasztalatok

Ausztriában már 1990-től bevezették a mosottbeton építési módot a jó tapadóképesség és jó zajcsökkentés miatt. Ma szabványos építési mód ez, és autópályák, városi utak építéséhez bevált. A mosottbeton felület ( $d_{\max}=8$  mm) 10 éves forgalom után sem veszít észrevehetően tapadóképességéből.

## Kiindulási helyzet

Az altdorfi Gotthardstrasse, mint belső főútvonal, viseli a teljes átmenő gépkocsi forgalmat. Az Uri Kanton építési igazgatóságának mélyépítési szakosztálya, ügyi alosztálya elhatározta, hogy átépíti a Gotthardstrasse / Obere Fabrikstrasse kereszteződést, hogy a település belső és átmenő közlekedési igényeinek – a forgalomtechnikai átteresztőképesség növelésével – megfeleljen. Az Obere Fabrikstrasse – Hellgasse úthálózat ezzel felértékelődött, mert a schützenmattei parkolóház be- és kihajtási, továbbá az ipari övezet forgalmát is ki kellett szolgálnia. 2008-ban egy előtanulmányt rendeltek meg. Ebből egy kisátméről,  $Da = 28$  m-es körforgalom bizonyult a legjobb változatnak. Figyelembe véve a jövőbeni forgalmiteher-növekedést is, benne a nehézármű forgalomét, hamar világossá vált, hogy az anyag kiválasztásakor csak a betonpálya felelhet meg a követelményeknek.

Uri Kanton más körforgalmánál már megkísérelték, hogy a felületi (aszfalt) szövetszerkezetet kemény adalékanyagok beszórásával jobban tapadóvá és kevésbé zajossá tegyék, de ezek a kísérletezések nem jártak az elvárt eredménnyel.

Mérlegelve az összes kockázatot, a kétrétegű, mosottbeton felületű betonpálya mellett döntöttek. Ezt a betonanyagú körforgalmat szokás szerint kézi erővel készítik el. Svájcban még kevés a tapasztalat eme építési mód alkalmazására, ez különösen igaz az építési vállalkozókra, akik ugyan betonpályák építésére szakosodtak, de kevés a tapasztalatuk mosottbeton felületek készítésére. Két próbaépítés során a vállalkozóval együttműködve megkísérelték, hogy a minőségi követelményeket biztonságosan elérjék, az új technológiát megismerjék és az egész felületképzési folyamatot optimalizálják.

## Rétegrendszer és építési mód

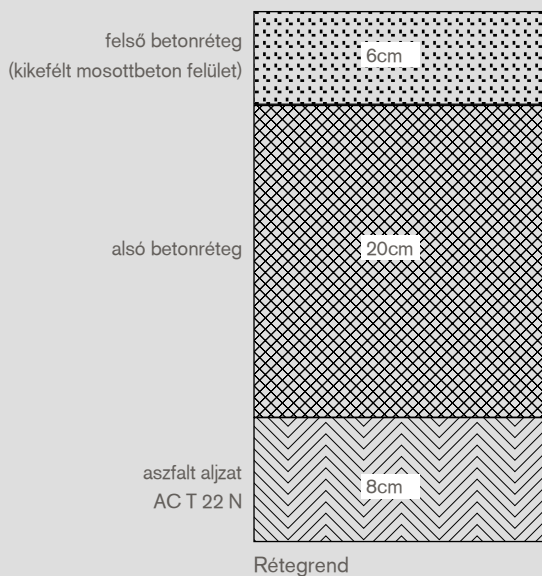
A mosottbetonos pályaépítés általában kétrétegű beépítést jelent: „frisset frissre”. A kész nedves betonfelületet egy késleltetőből és párazáróból álló kombinált felületkezelő szerrel szórják be és annak földnedves állapotában kikélik. A megfelelő textúramélység a kikéféli időponttól függően érhető el, 3-24 óra múlva. Ez a környezeti hőmérséklettől függ. Ezt előkísérletekkel lehet megállapítani. A megcélzott textúramélység kb. 0,8-1,1 mm.

Az ilyen építési mód esetén először az alsó réteget építik be és tömörítik,  $d_{\max} = 32$  mm-es betonból. Második lépésként a még friss alsó rétegre kiemelt minőségű, 0-8 mm-es zúzalékbeton felső réteget építenek be. A két réteg egymásba keveredését el kell kerülni. A felület kikéfélése a habarcsréteg eltávolítását is jelenti és az így kiszabaduló adalék szemcsék révén a fagy- és sózásállóság is javul.

A mosottbeton építési mód jó alternatíva a jelenlegi, felületén mintázott betonpályákra, továbbá a szokásos aszfaltpályákhoz képest, és meggyőző lehetőség, mű-

szakilag és gazdaságilag egyaránt. Lényege szerint egy műszakilag igényes felületképzésről van szó. A mosottbeton kivitelezési minőség sikere érdekében az alábbi tényezők nagy jelentőségűek:

- a szemösszetétel, ill. a szemeloszlás a felületen megjelenő adalék szem-csúcsok száma szempontjából
- a zúzott adalékanyag csiszológási (polírozógási) ellenállása  $PSV > 53$  legyen
- a zúzott szemcsék részaránya, szemalakja és a zúzott felületek aránya. Ez a beton 100%-ban zúzott anyagból készül és a zúzott felület aránya  $C_{100/0}$  és  $C_{90/1}$  esetén jó tapasztalattal járt. A homokfrakció ugyanabból a forrásból származik, mint a bevizsgált 8 mm-es zúzottkő.
- a betonépítés és a felület kikéfélése közötti időjárás és hőmérséklet
- a felületi habarcsréteg minősége és vastagsága
- a felületi késleltető szer fajtája, a kikéfélési időpontja és a kikéfélési előtti, valamint az utáni utókezelés módja



Mosottbeton felület, GK 0-8 mm

## 1. Próbaszakasz

Egy 3x15 m-es próbaszakaszt készítettek elő és 2013. november 28-án kezdődhetett az első próbaépítés. A november végi időjárás miatt ezt a kísérletet fedett és fűtött csarnokban végezték el. A kb. 10°C hőmérsékletre vonatkozó tapasztalatok gyűltek így össze.

A próbaépítés célja:

- megismerkedés a kétrétegű beépítéssel (munkafolyamatok)
- a mosottbeton felületi kiképzése
- a betonreceptura finomítása
- az alsó és felső betonréteg közti tapadószilárdság megállapítása

### A felületképzési munkák értékelése

Összességében azt vizsgálták, hogy milyen kiképzési módszerrel érhető el biztonságosan a megkívánt mosottbeton felület.

1. Késleltetőszert nélküli utókezelés
2. Késleltetőszert alkalmazása és nagynyomású vízszugárral való kimosás
3. Késleltetőszert alkalmazása és forgókefével felületdurvítás
4. Késleltetőszert alkalmazása és felületdurvítás söprűkefével

Az átvételi feltételeket legjobban az a kísérleti felület közelítette meg, amelyeket késleltetőszerttel és söprűkefével készítettek.

### A felületi durvaság megállapítása

Mind a 13 kísérleti részfelületen 3-3 homokfoltos mérést (homokmélység) végeztek. A (8)-as és (13)-as jelű felületeken a homokmélység 1,1 mm (8), ill. 0,9 mm (13) volt, ami a várakozásnak megfelelt.

1. táblázat: Homokmélység mérési eredmények a (8) és (13) részfelületeken

Homokmélység mérés	(8)-as felület (mm)	(13)-as felület (mm)	Követelmény (mm)
1. vizsgálat	1,1	0,9	
2. vizsgálat	1,4	0,9	
3. vizsgálat	1,4	1,1	
Középérték	1,3	0,97	0,8 – 1,1

Középtértek képzése érdekében még 2-2 további homokfolton mérték a homokmélységet és így jellegzetes átlagot kaptak.

### **A felületképző nélküli kísérleti felületek értékelése**

Ezt a két felületet nem kezelték késleltetőszerszerrel. 19 órányi várakozás után kikéfélték és nagynyomású vízszugárral is kezelték. A felületi struktúra elégtelen volt, mert a homokmélység csak 0,4-0,6 mm köztire adódott. Tehát: a késleltetőszerszer nélküli eljárás célszerűtlen.

### **Megállapítások**

Megállapítható, hogy a késleltetőszerszerrel kezelt (13)-as felület – ha söprűkefével durvítják – elégíti ki a legjobban az előírt homokmélységet. A (13)-as felületet 2013. november 29-én 9<sup>30</sup>-kor kefélték ki, tehát kb. 18 órával a beton beépítése (2013. november 28. 15<sup>30</sup>) után. A kikéféléskori hőmérséklet kb. 10°C volt.

- A késleltetőszerszer és a söprűkefével való durvítás együttesen adja a legjobb eredményt, de ezt mindig az ottani hőmérsékletre kell igazítani. A legkedvezőbb megoldás fő tényezője a kikéfélést végző jármű megválasztása.
- A forgókefés eljárás is egy lehetőség a szükséges homokmélység eléréséhez. Ebben az esetben is kísérlettel kell megállapítani a legkedvezőbb feldurvítási időpontot, a környezeti hőmérséklet függvényében.
- A nagynyomású vízszugaras eljárás esetén, a vizsgált időtartamok után túl sok habarcsanyag hordódott le és a homokmélység 1,2 és 1,4 mm közé esett, tehát a megcélzott 0,8-1,1 mm fölé. Valóságos beépítési körülmé-



A felület kikéfélése



Különböző felületképzésű kísérleti szakaszok

nyek között, lényegesen nagyobb felületek esetén és nagyobb léghőmérsékletű tavaszi és nyári időszakban ez a módszer túl sok időt vesz igénybe.

A felület késleltetése és söprűkefével való kikéfézése, mint munkamódszer hozta a legjobb eredményeket.

Összegzés: a nehézség az, hogy egyenletes durvaságot (homokmélységet) és egységes felületi struktúrát kell elérni az adott eljárással. Előnyben részesül a „kikéfézés (durvítás) söprűvel” nevű eljárás, már csak az ésszerű munkafolyamat alapján is.

### Útmutatás a hullámosság és a beépítés kérdéséhez

A hullámosságra vonatkozó követelményekre az SN 640 520, ill. az SN 640 521 svájci szabvány vonatkozik. A mosottbetonon mind kereszt-, mind hosszirányban alkalmas eszközökkel kell a hullámosságot igazolni. A felületet vibrogerendával kell lehúzni és kézzel simítani, továbbá utóvíbrálni. Az előkísérleteknél a konzisztencia a C3/C2 tartományban volt és nagyon jól lehetett bedolgozni, tömöríteni. Minél lágyabb a beton, annál nehezebb lesz egyrészt a betont a megfelelő eséssel kiképezni, másrészt a felületet az előírt hullámosságúra bedolgozni. Az előkísérletek során a kivitelező az alsó és a felső betonréteg beépítését elfogadhatóan végezte.

### Tapadószilárdság a fúrt magminták alapján

Az alsó és a felső betonréteg közti tapadást 6 db magmintán ellenőrizték. A követelményt 2,0 N/mm<sup>2</sup>-ben szabták meg.



Az 1. próbaszakasz Ø 50 mm-es magmintái

2. táblázat: Tapadószilárdság (DAfStb-Richtlinie-SIB, Teil 3, Anhang C, 2001 / SOP 3066)

Próbatest jele, helyzete	Ø (mm)	A mért vizsgálati erő (kN)	Húzószilárdság (MPa) (N/mm <sup>2</sup> )	Tönkrementel módja
BK 1.1	50	3,8	1,9	A/B
BK 1.2	50	3,9	2,0	A
BK 1.3	50	3,7	1,9	B
BK 1.4	50	4,0	2,0	B
BK 1.5	50	4,7	2,4	A
BK 1.6	50	3,9	2,0	A
Középérték			2,04	

A tönkrementel módjának jelei:

- A kohézió kimerülés (szakadás) a felső betonrétegben
- B kohézió kimerülés (szakadás) az alsó betonrétegben
- A/B kohézió kimerülés (szakadás) az alsó és a felső betonréteg csatlakozásánál

## 2. Próbaszakasz

A kivitelezés menetének biztonságáról való meggyőzéshez egy 2. próbaszakaszt építettek 2014. május 26-án. A cél egy körforgalmi szegmensnek valódi körülmények közti megépítése volt. A tényleges építés előtt főleg a kifezési időpontnak a nyári hőmérséklettől való függését, továbbá a betonreceptura finomítását kellett figyelembe venni.

### Megállapítások

Ha a hőmérséklet a legkedvezőbb, vagy kissé 20 °C fölé, akkor a szállítmánynak kb. 30 perces késése fogadható el az alsó és a felső betonréteg beépítése között anélkül, hogy a tapadás minősége romlana. Ezt igazolták a tapadási húzókísérletek is.



A 2. próbaszakasz építése

## Kivitelezés

Az építési munkákat több szakaszra bontották, az elsőt 2014. jún. 5-én indították. Itt már az összes minőségi követelménynek teljesülnie kellett, amelyek a próbaépítések eredményéből következtek.



1. A 20 cm vastag alsó betonréteg beépítése



2. A friss (alsó) betonréteg feldurvítása



4. Lehúzás és a hullámosság ellenőrzése



5. A kombinált felületkezelő szer (késleltető és párazáró) felpermetezése



7. A betonfelület kikéféltése és a párazáró szer ismételt felszórása



8. A homokmélység (felületi durvaság) ellenőrzése





3. A 6 cm vastag felső betonréteg beépítése

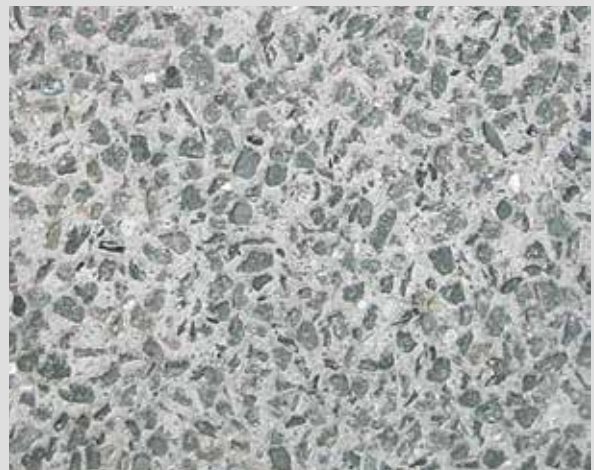


6. A beton takarása és védelme (juta) vászonnal és/vagy paplannal

### Mosottbeton felületek:



Közvetlenül a kikéfézés után



Letisztítás után

## Átvételi vizsgálati értékek

### Homokméltség

A körforgalmú betonpálya teljes felületén, összesen 12 helyen, egyenként 3-3 homokfolttal mértek. Az átlagos homokméltség 0,93 mm volt, az egyedi eredmények 0,9-1,0 mm közé estek. Ez a mosottbeton nagyon egyenletes felületi textúráltságát igazolja. A 0,8-1,1 mm-es követelmény nagy biztonsággal teljesült.

### Súrlódási ellenállás

2014. szeptember 1-jén, kb. 2 hónappal a betonpálya elkészülte után mérték meg a súrlódási tulajdonságokat.

Az SRT (Skid Resistance Tester) ingával 15 sorozatban, egyenként 5-5 mérés volt. A felület mikrotextúrája dönti el a súrlódási értéket, ez megfelelt, mert az előírt SRT tartományban voltak az értékek.

## Zajkibocsátási vizsgálatok

Zajméréseket végeztek a zajhelyzet leírására és ellenőrzésére az átépítés előtti és utáni állapotra Uri Kanton mélyépítési osztályának megbízásából a Gotthardstrasse, Gründligasse és az Obere Fabrikstrasse zajnak leginkább kitett fekvésű ingatlanjain. A mérésekkel be akarták mutatni, hogy az új mosottbeton felületű körforgalom lényegesen megváltoztatta a zajszintet. A zajhelyzet szempontjából csak a Gotthardstrasse forgalma a mértékadó.

3. táblázat: Mértékadó zajforrások

Az út neve	DTV jármű/nap	Nt	Nn	Nt2	Nn2
Gotthardstrasse	18'966	1'096	178	10,0	5,0

A következő 4. sz. táblázatban a mértékadó értékelési jelszint (Lr) adatai szerepelnek az átépítés előtti és utáni állapotban. Ehhez a 3. táblázat értékeire kellett átszámítani (normalizálni) a keresztezés átépítése előtti és utáni mérési eredményeket.

### Eredményértékelés

A mosottbeton felületű körforgalom megvalósításával a zajterhelés mindkét kritikus ingatlan-együttesen 2-4 dBA-val csökkent. Ennek oka a kissé módosított közlekedésvezetés a körforgalomban és a betonpálya kedvező akusztikai tulajdonságai, majdnem egy évnyi forgalom után.

A lakók is „halknak” ítélték meg az új burkolatot és ez is bizonyítja a mosottbeton felület kiváló zajkibocsátási tulajdonságait.

4. táblázat: Mértékadó értékelési jelszintek

Mérő hely száma	Helyszín	Homlokzat	Lr jelszint (dBA) körforgalom nélkül		Lr jelszint (dBA) körforgalommal		Változás (dBA)	
			nappal	éjjel	nappal	éjjel	nappal	éjjel
1	Gründligasse 1	ÉK	70	60	66	57	-4	-3
2	Gründligasse 1	ÉNy	66	56	64	54	-2	-2
3	Gotthardstrasse 46	DK	67	57	64	55	-3	-2
4	Gotthardstrasse 46	ÉK	70	60	67	58	-3	-2



Mosottbeton felület egy évi forgalmi üzem után

#### **Szakirodalom:**

- [1] Neubau Kreisel Poli Altdorf, Lärmuntersuchung, Grolimund + Partner AG, Bern vom 29. Mai 2015
- [2] Prüfbericht «Bestimmung der Griffigkeit mit dem SRT-Pendel nach SN 640 512-4b, TFB AG, Wildegg vom 22. September 2014
- [3] Bericht 8380, «Abnahmemessung der Längs- und Querebenheit und der Griffigkeit», K2 Gotthardstrasse, Kreisel Poli, SACR, Seewen SZ vom März 2013
- [4] Bericht B2-064, «Überprüfung der Oberflächenbeschaffenheit (Rautiefe)», Altdorf, Kreisel Poli, Vorversuch Waschbetonbauweise, Gert Müller, BTS Bauexpert AG, Schlieren vom 5. Dezember 2013
- [5] SN 640 461, Betondecken für Verkehrsflächen, Konzept, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten, Ausgabe 2014-12
- [6] RVS 08.17.02 (13.07.2011) Betondecken, Deckenherstellung
- [7] BETONSTRASSEN Das Handbuch, Leitfaden für die Praxis, Zement + Beton Handels- und Werbegesellschaft, Wien, Ausgabe August 2012
- [8] Technischer Bericht Kreisel Poli (Bauprojekt) vom 22. September 2009, Ingenieurbüro A. Kälin AG, Altdorf

## A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség tagjai

„AUTARK” Szolgáltató Kft.  
H-6600 Szentes, Ipartelepi út 59. ; Pf. 150  
E-mail: autark@autark.hu  
www.autark.hu

Beton Technológia Centrum Kft.  
H-1107 Budapest, Basa u. 22.  
E-mail: btclabor@btclabor.hu  
www.btclabor.hu

B&Z-BETON Kft.  
H-7570 Barcs, Bimbó u. 8.  
E-mail: baulizen@t-online.hu  
www.bzbeton.com

Calmit Hungária Kft.  
H-1103 Budapest, Noszlopy u. 2.  
H-2541 Lábatlan, Rákóczi út 60. ; Pf. 19  
E-mail: office@calmit.hu  
www.calmit.hu

Carmeuse Hungária Kft.  
H-7827 Beremend, 064/1 hrsz. ; Pf. 40  
Tel: +36 72 574 930  
www.carmeuse.hu

CEMEX Hungária Kft.  
H-1095 Budapest, Hajóállomás u. 1.  
www.cemex.hu

CEMKUT Cementipari Kutató-fejlesztő Kft.  
H-1034 Budapest, Bécsi út 122-124.  
H-1300 Budapest, Pf. 230  
E-mail: cemkut@cemkut.hu  
www.cemkut.hu

CRH Magyarország Kft.  
H-1138 Budapest, Madarász Viktor u. 47-49.  
H-1397 Budapest, Pf. 532  
www.crhhungary.com

Duna-Dráva Cement Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
H-2601 Vác, Pf. 198  
E-mail: info@duna-drava.hu  
www.duna-drava.hu

Első Beton Kft.  
H-6728 Szeged, Dorozsmai út 5-7.  
E-mail: elsobeton@elsobeton.hu  
www.elsobeton.hu

LAFARGE Cement Magyarország Kft.  
H-7953 Királyegyháza, 041/29 hrsz.  
H-7940 Szentlőrinc, Pf. 54  
E-mail: cementhungary@lafarge.com  
www.lafarge.hu

Mapei Kereskedelmi Kft.  
H-2040 Budaörs, Sport u. 2. ; Pf. 6  
E-mail: mapei@mapei.hu  
www.mapei.hu

MC – Bauchemie Kft.  
H-1117 Budapest, Hengermalom u. 47/A  
E-mail: info@mc-bauchemie.hu  
www.mc-bauchemie.hu

Mondi Bags Hungária Kft.  
H-4400 Nyíregyháza, Tünde u. 2.  
E-mail: office.nyiregyhaza@mondigroup.com  
www.mondigroup.com

„Németh” Betontermékeket Gyártó és Forg. Kft.  
H-2344 Dömsöd, Vasút u. 54.  
E-mail: alsonemedi@freemail.com

NORD-POINT Kft.  
H-4200 Hajdúszoboszló, Kossuth u. 71.  
www.nord-point.hu/beton

PARTNER Betonelemgy. és Fémip. Szolg. Kft.  
H-7030 Paks, Vasút u. 2.  
H-7031 Paks, Pf. 21  
E-mail: info@partnerpaks.hu  
www.partnerpaks.hu

„PREMIER” Minőségvizsgáló Technológiai Kft.  
H-2360 Gyál, Fundy u. 1.  
E-mail: premierkft@premierkft.hu  
www.premierkft.hu

Sika Hungária Kft.  
H-1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 6.  
E-mail: info@hu.sika.com  
www.sika.com

TBG Balatonboglár Transzportbeton Kft.  
H-8630 Balatonboglár, Kórház u. 272/10 hrsz.  
E-mail: tbgboglar@t-online.hu

TBG Otolec Transzportbeton Kft.  
H-7400 Kaposvár, Dombóvári u. 9.  
E-mail: otolec@t-online.hu

TPK BETON Kft.  
H-6100 Kiskunfélegyháza, Dózsa Gy. u. 7.  
E-mail: tpkbeton@pr.hu

---

## CeM Beton az építés alapja

Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség  
H-1034 Budapest, Bécsi út 120.  
H-1300 Budapest, Pf.: 230  
E-mail: mcsz@mcsz.hu  
www.mcsz.hu ; www.cembeton.hu

---

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség kiadványa. Készült a lenti szövetségek update 43 című, 2015. szeptemberi kiadványának fordításával, az eredeti kiadók engedélyével.

Fordította: dr. Erdélyi Attila okleveles mérnök, tudományos tanácsadó, nyug. egyetemi docens.

**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

InformationsZentrum Beton GmbH  
Steinhof 39, D-40699 Erkrath  
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320  
erkath@beton.org, www.beton.org

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