



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz
2019. augusztusi szám

update 55

Jó eredménnyel megépített hengerelt beton útszakasz – tartós megoldás körzeti (regionális) közlekedési felületekhez

2019 márciusában Dél-Ausztriában jó eredménnyel építettek meg egy próbaszakaszt hengerelt betonból és a beépítési technológiához fontos tapasztalatokra tettek szert. A tartós viselkedésre mértékadó ismereteket szerzett és értékelt ki az EcoRoads Kutatási Egyesülés.

Hengerelt beton – tartós megoldás körzeti (regionális) közlekedési felületekhez

Martin Peyerl, Smart Minerals GmbH, Johannes Horvath, Lafarge Zementwerke GmbH,
Ronald Schwab, Ascendum Baumaschinen Österreich GmbH, Sebastian Spaun, Vereinigung
der Österreichischen Zementindustrie

Az osztrák EcoRoads Kutatási Egyesülésnek (Forschungsvereins, tartós betonutak) egyik célja, hogy lefedje a korszerű közlekedési utak iránti egyre növekvő követelményeket új és tartós alapelgondolások révén. Ennek érdekében céljuk, hogy a nyersanyag- és pénzügyi források lehető legnagyobb mértékű megkímélésével kedvező tulajdonságú és hosszú élettartamú közlekedési utakat építhessenek. A növekvő közúti forgalom, – különösen a nehézjármű forgalom – állandó növekedése és a gazdasági helyzet nagy jelentősége rendkívüli igényeket támaszt közlekedési útjaink teljesítőképességével szemben. Az intelligens mozgékony (mobilitás) társadalmunk és gazdasági életünk alapja és egyúttal a piacok működésének is alapfeltétele. A jövő útjainak olyan központi követelményeknek kell egyre jobban megfelelniük, mint a folyamatos

Az osztrák országos közúti hálózat állapotának elemzéséből kiderül, hogy ennek majdnem egynegyedét a jövőben alaposan fel kell újítani.^[2] Hogy a felújítási útelzárások a lehető legrövidebbek legyenek, az EcoRoads Kutatási Egyesülés keretében az építőanyag- és építőipar olyan gyors és gazdaságos betonút építési módozatokat keres, amelyek az elsőrendű úthálózaton kívüli területeken alkalmazhatók.^[3]

**«Az egyszerű hengerelt betonos
építési móddal lehetséges
a helyi és környékbeli nyers-
anyagokkal tartós közlekedési
felületeket készíteni.»**

használhatóság (a torlódások csökkentése), a közlekedési biztonság és az üzemanyag megtakarítás, továbbá részvétel a környezet- és éghajlatvédelemben. Az európai (EU) „Zöld könyv” szerint, csak Ausztriában öt-hat milliárd euróra becsülük a forgalmi torlódások okozta költségeket (95% az idővesztés, 4% a többletenergia felhasználás és 1% a környezetkárosítási költség miatt).^[1]

A betonburkolatok már bebizonyították többlet-értékűségüket az elsőrendű úthálózaton és a nagyterhelésű közlekedési felületeken, ezért az EcoRoads Kutatási Egyesülés kutató- és ipari együttműködők bevonásával az egész úthálózatra fejleszt ki hatékony, új betonpálya építési módszereket.



Volvo lánctalpas finiser kettős vibrogerendával



Lánctalpas finiser beépítés közben – háttérben a hengeres utótömörítés



Földnedves betonkeverék a laboratóriumban



Csúszózsalsus finiser építés közben egy autópályán:
szembeforgalmú országutakon való pályaépítéshez az ilyen finiserek általában túl szélesek.

Különböző igények, – különböző építési módok

A betonpályákat általában földnedves (merekv) konzisztenciájú betonból finiserekkel építik be. Különleges esetekben adódik a lehetőség, hogy kisebb felületeket folyós útbetonnal, vagy – helyreállításkor – White Topping (vékonybeton szőnyegezési) módszerrel készítsenek el.

A betonfiniseres eljárással általában két menetben, először az alsó betonréteget, azután – „frisset frissre” – a felső betonréteget építik be. Ez az építési mód az elsőrendű úthálózatok burkolat építéséhez már évtizedek óta jól bevált. Ezt a módszert a nagy nehézármű forgalmi arány esetében, illetve ott alkalmazzák, ahol a hosszú élettartam, vagy a különleges zajcsökkentés a hangsúlyozott igény. Az útpálya betonok építési módját és a szükséges beton tulajdonságokat Ausztriában az RVS 08.17.02 műszaki irányelv szabályozza.^[4] Eme eljárás előnyei a jó tapadó képesség, az egész élettartamon belüli kedvező zajcsökkentés – ha a mosottbeton felületképzést alkalmazzák –, továbbá az igen jó alak-tartóság (merekvség). Folyékony útbetomból zsaluzattal határolt kisebb felületeket készítenek, vibrogerendával, vagy vibrohengerrel lesimítva. Meglévő aszfaltpályák karbantartásához – főleg igen nagy forgalmi terhelés esetén – már sok White Topping burkolatot készítettek. Az EcoRoads Kutatási Egyesülés napjainkban dolgozza ki ezen építési mód irányelveinek alapjait.

A fordító megjegyzése: a német WT (white topping) irányelv már készen van: MWT R2 Merkblatt, 2013, FGSV

Az említett betonút építési módok már igazolták létjogosultságukat az elsőrendű úthálózaton és elsősorban városi környezetben kisebb felületek betonozásakor is, de nem célszerűek az alacsonyabb rendű úthálózat nagyobb felületeinek pályaépítésekor.

A szokásos betonpálya építésének egy alternatív módja a hengerelt beton alkalmazása. Ebben az esetben egy különleges, földnedves, igen kis víztartalmú beton receptúrát alkalmaznak és egy ehhez könnyen átalakítható aszfaltfiniserrel építik be a keveréket, amelyet azután – hasonlóan az aszfalt beépítéséhez – hengerrel tömörítenek. Ez az építési mód már több országban, pl. Észak-Amerikában vagy Spanyolországban jól bevált, mint ipari területek kedvező költségű megerősítési eljárása. A további kutatások célja az volt, hogy ezt az építési módot az alacsonyrendű úthálózat betonútjaihoz minél inkább hozzáigazítsák, hogy ezáltal a helyi alapanyagok, helyi építőgép technika és helyi műszaki munkaerő alkalmazásával tartós betonutakat készíthessenek.

A hengerelt betonépítés technológiája

A hengerelt beton készítéséhez általában ugyanazok a beton alapanyagok kerülhetnek szóba, mint a szokásos útbetonokhoz: zúzott-, vagy természetes kő adalékanyag, cement és esetleg adalékszer. A lehető legnagyobb tömörítési fokot elérendő lényeges, hogy az alkotók kiválasztása és összeállítása ugyanúgy történjék, mint a cementstabilizációs teherhordó rétegé.



Betonbeépítés láncalpas Volvo-finiserrel.
A betonszélesség a gép szélességével azonos.



A beton utótömörítése simapalástú hengerrel.
Az előtérben látható bordát az utótömörítéskor még elsimítják.



A hengerelt beton beépítése és tömörítése különböző helyzetekben

További feltétel a beton zöld állékonyága. Ezen azt értjük, hogy a friss („zöld”) beton olyan állékony, hogy a csúszózszaluzat tovább haladása után sem változtatja meg geometriai alakját. A hengerelt betonnak a finiser elhaladása után állékonynak kell lennie, hogy a következő ütemben a nehéz hengerrel tömöríthető legyen anélkül, hogy a henger a finiserezett betonba említésre méltóan besüllyedjen. E tulajdonság elérhető, ha a hengerelt beton receptúráját nagyon kicsi víztartalommal, azaz emiatt kicsi v/k (k = kötőanyag) tényezővel tervezik meg.

A megfelelő hengerelt beton összetételt alkalmas előkísérletekkel, ill. alkalmassági vizsgálattal kell megállapítani. Az effajta közlekedési felületekre vonatkozó tényleges előírások Ausztriában jelenleg még nincsenek. Tájékoztató pontként szolgál az RVS 08.17.01,^[5] vagy a német „Merkblatt” (irányelv): Hengerelt beton teherhordó és teherhordó fedőrétegeinek építése közlekedési felületek számára.^[6]

Gépi technológia

A jelenleg működő betonfinisereket alapjában véve az elsőrendű úthálózat számára tervezték. Ennek jellemzői a hosszabb útszakaszon állandó és nagy beépítési szélesség, a nagy beépítési teljesítmény és hernyótalpas közlekedés a finiserezett sáv mellett. Ez az ismert beépítési mód az alacsonyrendű úthálózaton gyakran nem célravezető, mert az utak szélessége gyakran változik és további hely az oldalmenti hernyótalpas közlekedéshez általában hiányzik. Ezen túlmenően itt a munkahelyi közlekedéshez vagy a kereszteződésekhez, a házak bejáratához szükséges korai járhatóság is nélkülözhetetlen.

A hengerelt beton beépítéshez szükséges, említett rugalmasság teljesítéséhez olyan finisert választottak, amely a szokásos betonpálya finiserektől alapvetően különbözik.



A hengerelt beton beépítése kanyarokban és emelkedő szakaszokon is lehetséges

A Volvo eszközök közül kiválasztott gépösszeállítás olyan hernyótalpas, a gyártási sávban haladó aszfaltfiniser, amelynek a beton keverék szállítására alkalmas tartálya is van. Ezzel az eszközzel beton is, aszfalt is beépíthető. Földnedves konzisztenciájú betont építenek be. Ezzel elérhető, hogy a finiserrel beépített beton megfelelő állékonyságú és már nem folyik. A beton beépítési sebessége valamivel az aszfalté alatt van, 1-2 m/perc, – a burkolat vastagságától és szélességétől, – továbbá az anyag fajtájától függően.

«Ezzel a finiserrel betont és aszfaltot is be lehet építeni.»

A Volvo cégnek a leginkább alkalmazott egyszeres tömörítő gerendájú változatán kívül olyan nagyteljesítményű tömörítő-gerendás változata is van, amely vastagabb aszfalt,

vagy betonrétegek beépítésére is jól bevált. Ilyen kettős tömörítő-gerendás Volvóval olyan mértékű tömörítettség érhető el, hogy egy kettős (tandem) hengerrel való utólagos tömörítés csak esetenként szükséges, vagy a jövőben talán már egyáltalán nem is. Éppen a vastag, 15 és 30 cm közti burkolatvastagság esetén a gyakorlatban nagyon jól beváltak a kettős-tömörítő gerendás gépek. A Volvo ezt a különleges technológiát Vario-gerendás és kézi gerendás változatban is felkínálja. Az anyagtól és a környezeti hatásoktól függően a kettős-gerendás tömörítéssel kb. 100% tömörítettség érhető el, ami a hengeres kiegészítő járatok mellőzésének alapfeltétele.

A földnedves betonnak köszönhetően a tömörítő gerendák használatuk utáni tisztítása mindössze egy nagynyomású vizes lemosást jelent.

A betonfiniseres beépítés után következik a felület lehengetése egy 8-12 tonnás, simapalástú úthengerrel. Ezzel az utótömörítéssel a nagyon merev konzisztencia ellenére egységes, zárt és sík betonfelület érhető el.



A beépítést folyamatos frissbeton vizsgálatokkal, továbbá a tömörítettség ellenőrzésével végezték egyrészt roncsolásmentes testsűrűség méréssel, Troxler-szondával, valamint ejtősúlyos, könnyű behajlás mérővel



Nehézármű forgalom a hengerelt beton útszakaszon

Próbaszakasz Stájerországban

Az új építési mód kipróbálása és tapasztalatok gyűjtése végett az EcoRoads projekten belül 2019 márciusában egy kőbányához vezető üzemi úton hengerelt beton próbaszakaszt építettek. Ezt az útszakaszt azért választották ki, mert itt a gyakorlatban is előforduló beépítési változatok, mint ívek, emelkedők, különböző beépítési szélességek jól kipróbálhatók voltak, továbbá ezen az útszakaszon egy újrahasznosító (törő) üzemhez igen erős volt a nehézármű forgalom is.

A próbaszakasz megvalósításának első lépcsője a beton receptúra kikísérletezése volt a Smart Minerals GmbH-ban, Bécsben. A próbaszakasz eléggé távol esett a központi vonzaskörzetektől, ezért a lehetséges betonszállítók köre szűk volt ugyan, de mégis volt egy szomszédos szállító, aki a hengerelt betont – minél inkább helyi alapanyagokból – el tudta készíteni.

Az előkísérletek során a laboratóriumban különféle betonösszetételeket ellenőriztek. Proctor próbatestek készültek a legkedvezőbb víztartalom megállapításához, továbbá mások a kitűzött szilárdsági tulajdonságok igazolásához. A beton nagyon merev konzisztenciája miatt a bedolgozás csak különleges, átalakított tömörítő eszközzel volt lehetséges.

A laborvizsgálatokból szerzett ismeretek alapján megvalósítási receptúrákat választottak ki és ezeket a próbapálya különböző szakaszain használták fel. A próbapálya kb. 500 m hosszú, a legnagyobb emelkedés 7%-os és egyes részzszakaszokon több, egymás melletti finiser menettel építették meg a pályát.

Az alábbi táblázatban a receptúra változatok, továbbá a 28 napos magmintákon mért nyomószilárdság látható.

Betonösszetétel (m³-re)

| | |
|------------------------|------------|
| CEM II/B-S 42,5 N (DZ) | 280–330 kg |
| RK* 0/4 | 880–940 kg |
| RK* 4/8 | 360–390 kg |
| RK* 8/16 | 580–630 kg |
| Összes víztartalom | 120–125 kg |
| v/c tényező | 0,38–0,43 |

* RK = Rundkorn, természetesen gömbölyödött adalékanyag (nem zúzott)

Nyomószilárdság

Magmintákon, 28 nap 40–55 N/mm²

A Dél-Stájerországban egy Volvo P8820 C ABG lánctalpas finiser használtak a próbaszakaszon. A finiser üzemi súlya 21,4 tonna és egy Volvo-D8 200 kW-os (kb. 150 LE, lóerő) teljesítményű motor hajtja – elméletileg 1100 tonna/óra beépítési ütemmel. A gép legnagyobb beépítési szélessége 13 m. Az itteni 2,5-5 m közti szélességeket ez a gép játszva teljesítette – kiegészítve a VDT-V 78-as kettős tömörítő hengerrel – az itteni kb. 20 cm vastag betonburkolat esetén.

«A stájerországi mostani próbaszakasz megépítése vonzó és tartós alternatívát jelent a szokásos aszfaltút építéssel szemben.»

Kiegészítő építményrészekhez a nagyobb beépítési szélességek is problémamentesek. Haladási sebességnek 1,8 m/perc-et választottak, hogy a vibro (tömörítő) gerenda tömörítési teljesítményét legjobban igazíthassák a követelményekhez. A VDT-V78 kettős tömörítő gerenda 1600/perc fordulatszámát éppen a maximum alattira állították be. Ez a beállítás lehetővé tette a nagyon nagy tömörítési teljesítményt, és egyúttal a vibrogerenda nyugodt és egyenletes úszási képességét is.

A betont végül egy 12 tonna súlyú simapalástú hengerrel utótömörítették. A próbaszakasz építéskor mind a betonösszetételt, mind a tömörítés és a felületi megmunkálás módját változtatták (simítás, seprűs rovátkolás), hogy a beton beépítését és ebből adódóan a beton tulajdonságokat minél több szemszögből szemlélhessék. A betonbeépítés széleskörű végigkísérése, továbbá a friss és a megszilárdult beton célzott tulajdonságainak megállapítása lehetővé teszi, hogy a beépítés, az egyes betontulajdonságok és az ezekből eredő tartóssági jellemzők közti összefüggéseket rendszerbe foglalva levezethessék. További közlemények az EcoRoads keretén belül várhatók.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] ÖAMTC: Staukostenrechner
- [2] Litzka, J.; Weninger-Vycudil, A.: Baulicher Erhaltungsbedarf für die Landesstraßen Österreichs. Studie für die österreichischen Landesstraßenverwaltungen, Perchtoldsdorf 2011 (unveröffentlicht)
- [3] Peyerl, M.; Eberhardsteiner, L.; Bayraktarova, K.; Gschösser, F. Instandsetzungsbauweisen in Beton für das Landesstraßennetz; GSV-Jahrbuch, Wien 2018
- [4] RVS 08.17.02: Technische Vertragsbedingungen, Betondecken, Deckenherstellung, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien 2011
- [5] RVS 08.17.01: Technische Vertragsbedingungen, Betondecken, mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr, Wien 2009
- [6] Merkblatt für den Bau von Tragschichten und Tragdeckschichten mit Walzbeton für Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2000



Egy kész részzszakasz

A kész betonfelület hengerlés után seprűrovátkolás nélkül ...



... és rovátkolva

Az EcoRoads Kutatási Egyesülés

Az EcoRoads Kutatási Egyesülés célja, hogy a betonpályák és a betonanyagú ipari területek építésének regionális és azon túli közös érdekeit – különösen a kutatás és fejlesztés révén – támogassa. 2016-ban alapították és tagjai révén egyesíti a cement- és transzportbeton ipar, továbbá az építési kivitelezők nagyszámú vállalatát és üzemét. A kutatási tevékenysége során szerzett tudományos ismereteit a tagok, az építés gazdaság és az oktatási intézmények rendelkezésére bocsátja.



Összefoglalás

A próbaszakasz megvalósítása bebizonyította, hogy az ipari- vagy tároló felületekhez való jól ismert alkalmazásokon kívül vonalas közlekedési létesítményeket is lehet ésszerűen, jó áron és egyszerűen hengerelt betonból megépíteni. Ezek a felületek nagy zöld állékonyságuknál (szilárdságuknál) fogva röviddel készítésük után már járhatók. A finiserek nagy választéka lehetővé teszi, hogy változó szélességű pályákat építhessenek. Ezen kívül kisebb felületek kézi beépítése is lehetséges. Az adott stájerországi próbaszakasz megvalósítása vonzó és tartós alternatívát kínál a szokásos aszfalt megoldással szemben. A nagy teljesítményű Volvo finiser vontató együttes alkalmazása egy kettős tömörítő (vibro) gendás gépi technológiával eszményi választásnak bizonyult az RCC, azaz hengerelt beton (Roller Compacted Concrete), másként a PCC (Paver Compacted Concrete, azaz finiserrel tömörített beton) beépítéséhez.

Fordította:

Dr. Erdélyi Attila okleveles mérnök
nyug. műegyetemi docens (BME)
tudományos tanácsadó (CEMKUT Kft.)

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség tagjai

AUTARK Szolgáltató Kft.
www.autark.hu

Bács Beton Kft.
tpkbeton@pr.hu

Beton Technológia Centrum Kft.
www.btclabor.hu

Bramac Kft.
www.bramac.hu

B&Z-BETON Kft.
www.bzbeton.com

Calmit Hungária Kft.
www.calmit.hu

Carmeuse Hungária Kft.
www.carmeuse.hu

CEMKUT Cementipari
Kutató-fejlesztő Kft.
www.cemkut.hu

CRH Magyarország Kft.
www.crhhungary.com

Danubiusbeton Dunántúl Kft.
www.beton-rendeles.hu

Danubiusbeton-Szolnok Kft.
www.cemex.hu

Duna-Dráva Cement Kft.
www.duna-drava.hu

Első Beton Kft.
www.elsobeton.hu

LAFARGE Cement
Magyarország Kft.
www.lafarge.hu

Mahler és Partner
Betonelemgyártó Kft.
www.partnerpaks.hu

Mapei Kereskedelmi Kft.
www.mapei.hu

MC – Bauchemie Kft.
www.mc-bauchemie.hu

Mondi Bags Hungária Kft.
www.mondigroup.com

Nord-Point Építőanyag Kft.
www.nord-point.hu/beton

Otolec Transzportbeton Kft.
otolec@t-online.hu

Readymix Zala Kft.
www.beton-rendeles.hu

Readymix-Lesence Kft.
www.readymixlesence.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.hu

TBG Balatonboglár
Transzportbeton Kft.
tbgbogl@t-online.hu

A Magyar Betonelemgyártó Szövetség tagjai

ASA Építőipari Kft.
www.asa.hu

betonEPAG Kft.
www.betonepag.hu

BETON-STAR Kft.
www.betonstar.hu

dvb Délmagyarországi
Vasbetonipari Kft.
www.dvb-szeged.hu

Első Beton Kft.
www.elsobeton.hu

Ferrobeton Zrt.
www.ferrobeton.hu

K.V Építőipari Kft.
www.kvkft.hu

Lábatlani Vasbetonipari Zrt.
www.railone.hu

MABA Hungaria Kft.
www.maba.hu

SW Umweltechnik
Magyarország Kft.
www.sw-umwelttechnik.hu

Avers Fiber Kft.
www.avers.hu

CARBOFERR Kereskedőház Zrt.
www.carboferr.hu

CRH Magyarország Kft.
www.crhhungary.com

D&D Drótáru Zrt.
www.drotaru.hu

Loschán Kft.
www.loschan.hu

Magyar Acél és Ásványi Anyag
Kereskedelmi Zrt.
www.maaak.hu

MC–Bauchemie Kft.
www.mc-bauchemie.hu

MEVA Zsalurendszerek Zrt.
www.meva.hu

Peikko Magyarország Kft.
www.peikko.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.hu

STEEL-TRANSZ Kft.
www.steeltransz.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: cembeton@mcsz.hu
www.cembeton.hu



Magyar Betonelemgyártó Szövetség
H-1034 Budapest, Bécsi út 122-124. H-1300 Budapest, Pf: 322
E-mail: info@mabesz.hu
www.mabesz.hu

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség és a Magyar Betonelemgyártó Szövetség kiadványa.

Készült a lenti szövetségek update 55 című, 2019. augusztusi kiadványának fordításával, az eredeti kiadók engedélyével.

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
erkrath@beton.org, www.beton.org



Verein Betonmarketing Österreich
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grillstraße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at