



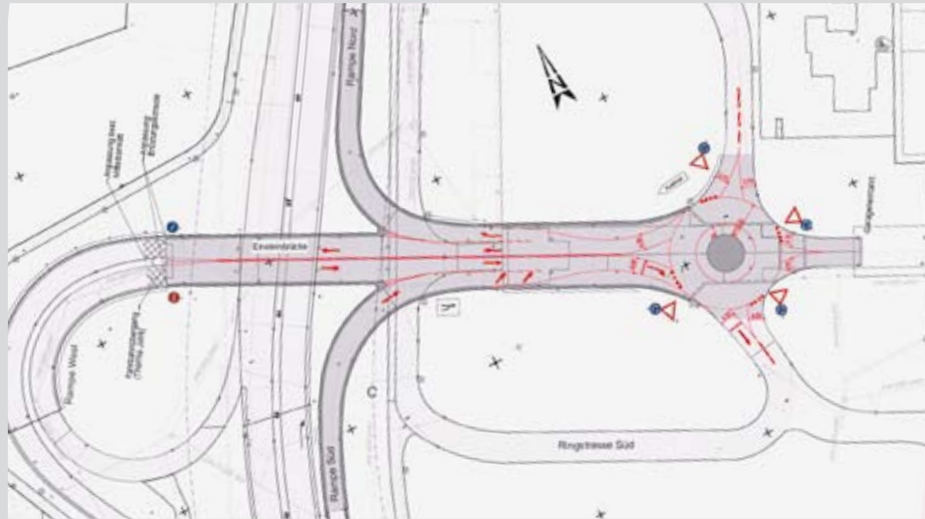
MAGYAR CEMENTIPARI SZÖVETSÉG

Aktuálisan a betonutakról update 2007/3

# update

## **Az Einstein-híd felújítása Zürichben**

A korábbi időszakhoz képest manapság már csak ritkán találhatunk Svájcban betonburkolatú hidakat. Kivételt jelent a Zürichben felújított Einstein-híd, melynek felülete összesen 3800 m<sup>2</sup>.



Az Einstein-híd új forgalmi koncepciójának helyszínrajza

## Az Einstein-híd felújítása Zürichben

### Bevezetés

Az Einstein-híd burkolatát nagyon igénybe veszi az áruszállító és építési forgalom. Tovább növelik ezt az igénybevételt a forgalom által használt területek hosszúsága és ívei. A különböző pályaszerkezeti rendszerek összevetése a koncepció kialakításának fázisában azt mutatta, hogy a betonburkolat tud legjobban és leghosszabb ideig megfelelni a követelményeknek.

Az 1972-ben épített Einstein-híd az ETH Zürich, Hönggerberg megközelítését szolgálja. A magánforgalom felül a hidat használja még az áruszállítás és az utóbbi években igen intenzíven az építési forgalom is. A feszített beton szerkezet egy 170 m hosszú és 13,5–17,5 m széles felhajtó hídból és két, egyenként 65 m hosszú és 6 m széles rámpából áll, amelyek a főiskolát kötik össze az Emil Klöti utcával.

A híd és a rámpák felülvizsgálata a következő károsodásokat és hiányosságokat mutatta:

- ← Tömítetlen dilatációs szerkezetek, ezáltal jelentős betonleválások és korrodáló saruk a hídfőknél.
- ← Beton szegélyek lepattogzásokkal és korrodáló vasalással, valamint sérült kiöntések a szegélyek korlátjain.
- ← Károsodott és lesóványodott nyomvályús aszfaltburkolat vadrepedésekkel, valamint hossz- és keresztirányú repedésekkel.
- ← Károsodott és részben növényekkel benőtt hézagok a középső és szélső szegélyeken.
- ← Részben működésképtelen vízvezetés, a víznyelők elszennyeződése és a burkolat deformálódása miatt.
- ← A felhajtó hidak és a rámpák alsó felületének jó állapota.

Az ETH Zürich a Hönggerberg területén tervezi a „Science City” egyetemváros megvalósítását, ami a forgalom növekedését és ezt megelőzően mindenképpen az intenzív építési forgalom kialakulását fogja okozni. A „Science City” megvalósításához új közlekedési koncepció került kialakításra, melyben az Einstein-híd központi szerepet játszik. Ebben az összefüggésben merült fel a híd felújításának szükségessége.

A renoválással kapcsolatban központi követelményeket állítottak fel a következő fenntartási időszakra (25 év) vonatkozóan:

1. A szerkezet védelme az olvasztó sókkal szemben.
2. Új, az áruszállító és az építési nehézjármű forgalommal szemben az alakváltozásoknak ellenálló burkolat kialakítása.
3. A szegélykárosodások tartós megszüntetése.

Az új burkolat igénybevétele a nagyszámú nehézjármű forgalomból adódó terhelés, a jelentős rámpa emelkedés, valamint a szűk ívek miatt rendkívül nagy lesz. Emellett a közlekedési felületet a be- és kihajtások, a torkolatok és az új körforgalom térségében az indulási és fékezési erők is igénybe fogják venni. Az új burkolatnak emiatt magas követelményeknek kell megfelelni. Ezért az előtervezés fázisában a hagyományos aszfaltburkolatot hasonlították össze a betonburkolattal.

## Aszfalt- vagy beton burkolat?

A szerkezettel és annak pályaszerkezetével szemben a következő követelményeket támasztották:

- ← Kielégítő teherbírás részben az autóbusz és az építési forgalomból származó, nehézármű okozta igénybevétellel szemben.
- ← Beavatkozás nélküli használat az elkövetkezendő, legalább 25 évben.
- ← Betontáblák védelme a kloridtartalmú vizekkel szemben.
- ← Kielégítő érdesség és felületi egyenletesség.
- ← Ne lépjenek fel meg nem engedhető burkolati deformációk.
- ← Legyen gazdaságos az építés során és alacsony karbantartási igény a használat során.

A minőség összehasonlítása, valamint a kedvezőbb építési és fenntartási költségek jelentős előnyöket mutattak a betonburkolat javára, így a beruházó a projektvezető javaslatára a betonburkolat mellett döntött.

## A betonburkolat kivitelezése

A hidakon történő betonburkolat létesítésére különböző lehetőségek kínálkoznak. A kivitelezés történhet úgy, hogy a burkolat a szerkezettel együtt dolgozik vagy úgy, hogy nem dolgozik együtt. Az Einstein-híd esetében a szerkezettel együtt dolgozó betonburkolat koncepcióját választották, amely az [1]-ben részletesen le van írva. Itt említjük meg azokat talajminőséget meghatározó tényezőket is, amelyeket a tervezés és a kivitelezés során figyelernbe kell venni. A betonburkolatok önmagukban tömörek és ezért nem igényelnek külön további szigetelést. A következőkben részletesebben bemutatjuk a betonburkolat kivitelezését.

Ahogy az lenni szokott a kulcsproblémát itt is az jelentette, hogy összehangolják a technológiai kívánatos ütemeket azokkal a forgalomkorlátozásokkal, amelyeket a forgalom lehetővé tesz. A kiváló minőség érdekében a beruházóval, valamint a rendőrséggel folytatott egyeztetések alapján az Einstein-hídat a rövid, legfontosabb építési ütemek alatt teljesen le lehetett zárni.

### Aszfalt burkolat PBD-szigeteléssel (összvastagság 110 mm)

#### Előnyök

- ← elterjedt rendszer hosszútávú tapasztalatokkal
- ← nagyon jó szigetelés
- ← általában nincs repedésképződés
- ← a felület jó tapadóképesége
- ← könnyű a csatlakozás meglévő aszfaltburkolatokhoz

#### Hátrányok

- ← többletterhelésként jelentkezik
- ← nagy terhelések esetén deformálódásra hajlamos, különösen forró nyári napokon
- ← sík felületre van szükség a PBD-szigetelés alatt
- ← bonyolult hézagkialakítás a széleken
- ← hibákra érzékeny szakszerűtlen kivitelezés esetén
- ← időjárástól függő kivitelezés (október végéig lehetséges)
- ← hosszabb kivitelezési idő
- ← a szigetelés víztelenítése szükséges
- ← rövidebb használati időtartam (különösen a kopóréteg, a hézagok és a szigetelés esetében)
- ← drágább, mint a betonburkolat

### Pályalemezzel együttdolgozó betonburkolat (összvastagság 120 mm)

#### Előnyök

- ← a teherbírás biztonsága nő a pályalemezzel történő együttdolgozás következtében
- ← alacsonyabb követelmény a fogadó réteg felületével szemben (csak érdesítés HDW-vel)
- ← páraáteresztő
- ← deformálódásnak ellenálló (nincsenek nyomvályúk)
- ← szigetelés a viszonylag folyamatos szemcseszerkezet révén
- ← kevés munkafázis és ezáltal gyors kivitelezés a forgalom rövidebb akadályoztatásával
- ← három nap után járható
- ← a kivitelezés csak kismértékben időjárásfüggő
- ← monolit kapcsolat a külső szegéllyel
- ← hosszú használati időtartam (50 év)
- ← egyszerű hézag-kiképzés a széleken
- ← nincs szükség polimerbitumenből készült rugalmas hézagkiöntésre
- ← kedvezőbb költségek

#### Hátrányok

- ← repedésképződés veszélye
- ← a vízzárás a repedések tartományában megszűnik
- ← utókezelés szükséges
- ← nem lehetnek rázkódások a frissbeton szilárdulási ideje alatt
- ← aszfaltburkolathoz történő csatlakozás hézag kialakítását igényli

A betonburkolat döntő részét (kb. 3000 m<sup>2</sup>) 2006. október közepe és december vége között hat szakaszban építették be. Mivel a szerkezettel együtt dolgozó betonburkolatok gyorsabb előrehaladást tesznek lehetővé, a hidat két és fél hónapos lezárást követően ismét át lehetett adni a forgalomnak.

A meglévő burkolat maróval történő eltávolítását követően a pályalemez és a szegély betonfelületeit nagy nyomású vízszugár segítségével (HDW) érdesítették. A táblaszélek leválásának megakadályozására szabályos távolságokra horgonyvasakat ragasztottak be. A megmaradó betonfelületet a burkolat beépítését megelőzően 24 óráig nedvesen tartották. Ezt követően a betonburkolatot több ütemben (maximum 570 m<sup>2</sup>) építették be, és seprűvel érdesítették. A betonminőség C 30/37, a kitéti osztály XD3, a legnagyobb szemcseméret 16 mm volt. Utókezeléskor párazáró anyagot (curing) permeteztek ki, majd letakarták. A betonburkolat hézagainak kialakítására később került sor.

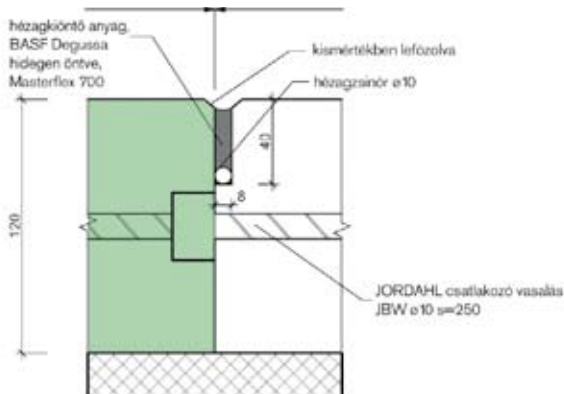
A kivitelezés folyamán rendszeres friss- és szilárdbeton vizsgálatokkal gondoskodtak az előírt és a minősítő értékek betartásáról (a beton nyomó- és hajlító-húzó szilárdsága).

A hézagokat 40 mm mélyen és 8 mm szélesen vágták meg, melynek során a hézag széleket kismértékben lefőzolták. A hézagokat hideg hézagzáró anyaggal töltötték ki. Az egyes burkolat szakaszokat összekötő vasakkal kapcsolták össze.

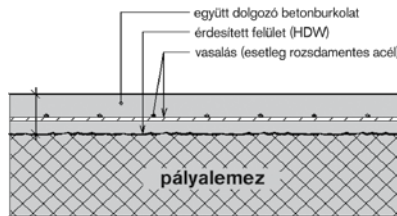
### Új előtétbeton a szegélyeknél

A sérült szegélyt a belső oldalon előtétbetonnal látták el, a külső oldalon pedig lokálisan javították. Az új szegély körbeveszi a régi szegélyeket, és a túlnyúlás következtében védi a külső felületet az időjárás hatásaitól. Ettől azt remélik, hogy a jövőben jelentősen csökkenni fog az újonnan keletkező lepattogzások száma.

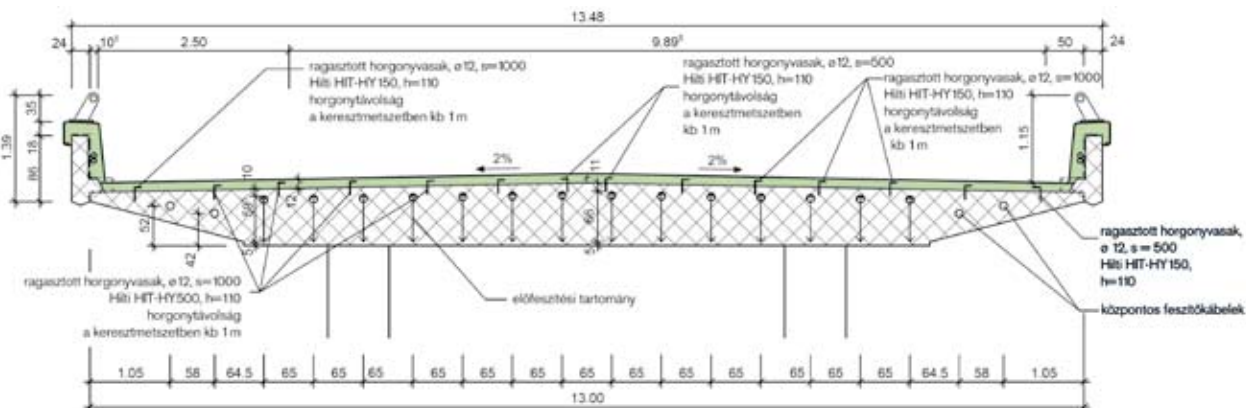
A régi és az új beton közötti optimális együttműködés elérésére a meglévő felületet nagy nyomású vízszugárral érdesítették. Az előtétbeton nem csupán védelmet nyújt, hanem elegendő helyet biztosít a csövek számára is, ami lehetővé teszi az áram- és forgalomirányító kábelek utólagos behúzását. A betonburkolat és a szegély összekapcsolása krómáccal vasalás segítségével történt.



Hézagrészletek



Burkolat szerkezet



Híd keresztmetszet



## Költségek

Az Einstein-híd felújításának összköltsége kb. 2,5 millió svájci frankot tett ki. Ebből a meglévő burkolat eltávolítására és az új betonburkolat elkészítésére eső rész kb. 1,05 millió Fr (szerelvényezéssel együtt). Ebből eredően a betonburkolat négyzetméter ára kb. 280 Fr.

## Végkövetkeztetések

A betonutak megítélése Svájcban még mindig negatív. Ennek oka elsősorban az első és második generációs betonutakhoz kapcsolódó, közismert meghibásodásokban keresendő, amelyeket az elmúlt évszázad 60-as és 70-es éveiben építettek. Ezt a megítélést sajnos még nem tudják az olyan jó példák ellensúlyozni, mint például az N 13-as út St. Gallen kantonban az Oberried-Haag szakasz. Ugyanis a használók a jó betonutakat nem tekintik másnak, mint amelyek jó aszfalt burkolattal rendelkeznek.

Ezt a negatív képet rontja a betonburkolat hidakon történő alkalmazása is. Egyáltalán nem ismert, hogy

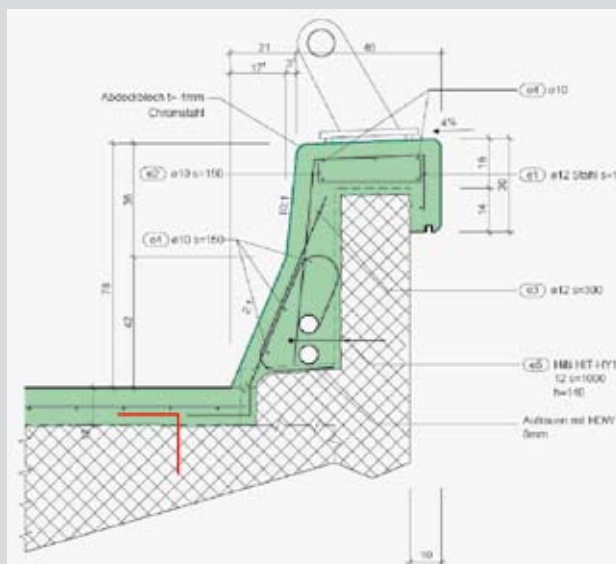
a svájci országos úthálózat közötti hidjai 1960 és 1980 között jelentős számban betonburkolattal készültek. Az EMPA (Szövetségi Anyagvizsgáló Intézet) egyik 1996-ban készült kutatási jelentése [2] arra a következtetésre jutott, hogy a vizsgált betonburkolatok több mint fele jó vagy nagyon jó hosszú távú viselkedést mutatott. Ez egyezik a külföldön szerzett tapasztalatokkal is, különösen Németországban [3] és Ausztriában [4, 5], ahol hidakon épült betonburkolatok ma is széleskörűen alkalmazott építési technológiát jelentenek.

A hosszú távú kedvező tapasztalatok azt mutatják, hogy a nagy terhelésnek kitett betonburkolat, a minőséget meghatározó feltételek betartása esetén (együttműködés, frissbeton hőmérséklet, receptúra, vasalás, utókezelés) tartós megoldás, és a nagy forgalmi terhelésnek kitett hidakon, mint például az Einstein-híd, ideális és gazdaságos építési megoldást jelent.

A kloridbehatolással és a vasalás korróziójával kapcsolatban gyakran emlegetett fenntartásokkal kapcsolatban utalni szeretnénk Y. Schiegg [6] és P. Schiessl/M. Raupach [7] kutatási munkáira. Amennyiben ezen szakdolgozatok ajánlásait betartják, akkor



Burkolat építése



Az új szegély keresztmetszete



A kész szegély képe

a betonszerkezet jól és tartósan megvédhető a korróziótól egy együttdolgozó betonburkolattal.

Nem hagyhatjuk említés nélkül azt a járulékos hatást, amit a teherbírás növekedése jelent. A pályalemezrel történő együttdolgozás révén a betonburkolat az Einstein-híd tartószerkezetének teherbírását összességében 8–15 százalékkal növelte (hajlító szilárdság).

Irodalomjegyzék

- [1] Bianchi, C.: Betonbeläge auf Brücken, Tagungsband der Fachtagung Betonstrassen, S. 38–47, Sept. 2004.
- [2] Fritz, H. W., Zollikofer, J. W.: Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, Bundesamt für Strassenbau Bern, Nr. 371, 1996.
- [3] Eisenmann, J., Leykauf, G.: Betonfahrbahnen, S. 278–285, 2. Auflage, 2003.
- [4] Lindlbauer, W., Zehetner, K.: Hochleistungsbeton für direkt befahrbare Brückentragwerke, Zement + Beton 43, Heft 1, 1998.
- [5] Lindlbauer, W., et al.: Hochleistungsbeton für direkt befahrbare Brückentragwerke – Anwendung bei der Badhaus-Brücke in Tulln, Der Bauingenieur 73, 1998.
- [6] Schiegg, Y.: Einflüsse von Rissen in Betontragwerken auf deren Dauerhaftigkeit, TFB-Kurs Nr. 47471/42, 2000.
- [7] Schiessl, F., Raupach, M.: Laboruntersuchungen und Berechnungen zum Einfluss der Rissbreite des Betons auf die chloridinduzierte Korrosion von Stahl und Beton, Der Bauingenieur 69, 1994.



Felújított szegély az északi rámpán



Az Einstein-híd új betonburkolata az előtétbeton szegéllyel



## 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 Rt.  
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 Rt.  
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 Rt.  
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.  
Tannenstrasse 2, D-40476 Düsseldorf  
Telefon +49 (0)211 43 69 260, Fax +49 (0)211 43 69 26750  
BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de

**VÖZ**  
VEREINIGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN  
ZEMENTINDUSTRIE

VÖZ, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie  
Reisnerstrasse 53, A-1030 Wien  
Telefon +43 (0)1714 66 810, Fax +43 (0)1714 66 8166  
office@voezfi.at, www.zement.at

szövetségek UPDATE 2007/3 sz. kiadványának fordításával, a fenti eredeti kiadók engedélyével.