



MAGYAR CEMENTIPARI SZÖVETSÉG



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz

# update 12/3

## A zürichi repülőtér pályáinak felújítása

A zürichi repülőutasok nem sokkal a felszállás után megcsodálhatják a megkapó alpesi panorámát, – de nemcsak ezt. A felújítási munkálatok is egyedülállóak. Folyamatos repülési üzem mellett és nagyrészt éjjel folyik ez a munka. Kimondottan a futópályák számára az éjszakai repülési szünetben gyorsbetont építenek be, amely már kora reggeli üzembe helyezést tesz lehetővé.

## A zürichi repülőtér pályáinak felújítása

A zürichi repülőutasok nem sokkal a felszállás után megcsodálhatják a megkapó alpesi panorámát, – de nemcsak ezt. A felújítási munkálatok is egyedülállók. Folyamatos repülési üzem mellett és nagyrészt éjjel folyik ez a munka. Kimondottan a futópályák számára az éjszakai repülési szünetben gyorsbetont építenek be, amely már kora reggeli üzembe helyezést tesz lehetővé.

### A zürichi repülőtér építésének története

A repülőforgalom egyre növekszik és a gépek állóhelye is egyre nagyobb felületet igényel. Ez fokozatosan megnehezíti azt, hogy részfelületeket időszaksan kiiktassanak a repülési üzemből a karbantartási és felújítási munkák számára. Ezért aztán az igen jó minőségű és alaktartó felszerkezet jelentősége nö-

vekszik: ezektől legalább 30 éves használati élettartamot várnak el, elviselhető építési költségek mellett.

Ez a két követelmény, az alaktartóság (a zürichi repülőtér egy valamikori mocsár területén fekszik) és a kis fenntartási költség már az első, 1946-1949 közötti kiépítési ütemben egy 80 cm-es felszerkezethez vezetett, ebből 30 cm a betonpálya, alatta mosott kavics teherhordó alsó réteg van. Ezeknek egy részét még ma is használják.

A 70-es évek kiépítési üteme figyelembe vette a viharosan növekvő repülőgép- és kerékterheket (pl. B747, Jumbo-Jet): változatlan felszerkezeti és pályalemez vastagság mellett a kavicsréteget cementstabilizációs alsó réteggel helyettesítették. Ez a teljes egészében kötöttanyagú felszerkezet, vasalatlan beton pályalemezzel már 35 éve a lehető legjobban vi-



selkedik, noha az előre jelzethetnél jobban növekedtek a terhek. Az alépítmény jó teherbírásának köszönhetően (többek közt az  $M_E$ -Wert  $> 15 \text{ MN/m}^2$ <sup>1</sup>, a valamikori helyi javítások következtében, ami vagy talajcsere, vagy talajstabilizáció volt), továbbá a cementkötésű alsó rétegnek eredményeként, a repülőtéri üzemi felületek felújítása sokkal egyszerűbben kivitelezhető: a teljes felszerkezet cseréje helyett a futópályákon és a műszaki előtereken csak a betonburkolatot kell felújítani (cserélni).

A 90-es években tovább fejlesztették a felépítményt: a felszerkezeti rétegek közti együttműködés javításával és kihasználásával, továbbá a betonlemez megkövetelt hajlítózilárdságának növelésével, költségtöbblet nélkül tovább lehetett növelni a felszerkezet teherbírását. A cementkötésű alapréteghez újrahasznosított tört betont alkalmaztak és ezzel a természetes kavicsvagyont megkímélték. A tovább növekvő kerék- és gépterhekre (pl. A380, B777) a zürichi repülőtéren a betonlemez vastagításával válaszoltak: 30 cm helyett 35 cm lett. A lemeztáblák méretét is csökkentették 6x6 m-re, amivel a kedvezőtlen hőmérsékleti és nedvességtartalom okozta lemezfeszültségeket mérsékeltek és a lemezhezagok mentén a tehereloszlást javították.

Ezt a jónak bizonyult felszerkezeti építési megoldást alkalmazták az ötödik kiépítési ütemben, 1999-2002 közt. Az akkori üzemi teher előírásoknak megfelelően – 650 tonna gépsúly (A380) és egy előírt teherátaladási szám – a cementstabilizációs alsó réteg vastagságát 15 cm-rel, 65 cm-re megnövelték. Ez jelentős mértékű felszerkezet-megerősítést eredményezett, kis többletköltség árán. A ritkább teherismétlődésnek kitett szakaszokon, pl. a gurulóutak szélén költségtakarékosabb, kisebb teherbírású felszerkezetet építettek.

A kedvező tapasztalatok alapján következetesen a fenti felszerkezeti megoldást alkalmazzák mind a felújítások, mind új építés esetén. Az üzemi terhelésnek és az altalajnak megfelelően a stabilizált alsó teherhordó réteg vastagságát az adott esethez lehet igazítani. A jó minőség érdekében, amikor csak lehet, olyan felújítási, vagy új építési felületszakaszokat alakítanak ki, hogy csúszózsarus felülettel való gépi bedolgozást alkalmazhassanak.



A meglévő betonburkolat feltörése



A cementstabilizációs alsó réteg bemarása

<sup>1</sup> Az  $M_E$  érték: egy talajnak a terhelés alatti süllyedéséhez egy  $M_E$ -lemezterhelési kísérlettel (az SN 670317 a svájci szabvány alapján) lehet meghatározni az összenyomódási modulust, ill. ennek  $M_E$  értékét.





Gépi betonbedolgozás csúszózsálas finiserrel

A pályabetonnal szemben támasztott igen magas követelmények (hajlító-húzószilárdság, tartósság, korai szilárdság, stb.), az éghajlati hatások, a mindig szoros határidő és a repülőtéri üzemmel kapcsolatos peremfeltételek mind együtt tapasztalt tervezőt, építésvezetést és vállalkozót igényelnek. Az építési helytől és a repülőtéri üzemtől függően a szokásos pályabetont gyorsan szilárduló (nagy kezdőszilárdságú) különleges betonnal kell helyettesíteni avégből, hogy a kicserélendő felület, az általában éjszakai felújítási munka után, már reggel a repülőgépek számára járható legyen. Ebben az esetben azonban – szemben a közönséges pályabetonnal – kisebb használati élettartammal kell számolni.

### **Előtérak és várakozó (álló) helyek felújítási munkái**

2002 óta évente 15 000 m<sup>2</sup> repülőtér üzemi felületet újítottak fel. A munkába veendő felületeket lehetőleg összefüggő, nagyobb területként alakítják ki. A zürichi repülőtér katasztere alapján először a leginkább hibás felületű szakaszokat keresik ki. A repedt lemezeket, de az éltöredezetteket és a lehámlott felületűeket is teljes egészében kicserélik.

A felújítási munkákat mindig tavasszal, március - áprilisban kezdik. A várakozó (álló) helyeken, vagy az előtér

gurulóútjain lévő javítandó felületeket a repülőgép-forgalom elől elzárják. A gépek ezeket a kb. 350x50 m-es építési felületeket gurulva megkerülik, így az építési munkát egy ütemben, hatékonyan lehet elvégezni. A beton feltörését hidraulikus bontókalapácsos és kotrógépek végzik. A visszanyert betont törőre viszik, frakciókra bontják és a repülőtér területén, mint másodadalékot a betonban vagy a cementstabilizációs alsó teherhordó rétegben hasznosítják.

A meglévő alsó réteget (ez többnyire cementstabilizációs réteg vagy cementkötésű kavicsréteg) szeizmikus reflexiós módszerrel átvizsgálják és helyileg mindenképpen kicserélik, ha a követelmények csak így teljesíthetők. Az ötödik kiépítési ütem (1999-2002) szerinti felszerkezet elérése végett a cementstabilizációs alsó réteget nagyteljesítményű marókkal feldurvítják. A pályabetont egy rétegben legalább 35 cm vastagságban gépi úton építik be. A lemezek vasalatlanok, de az erőátadó hézagoknál kiegészítő hézagvasalást kapnak. A további munkafelületekhez csatlakozó hézagokba egy ideiglenes, 10 mm vastag keményhab betét (AIREX) kerül, hogy a rákövetkező felújítási ütem tábláinál a bontás egyszerűbb legyen. Ez a hézag választja

el egyúttal a régi, nem együttműködő pályarendszert az új, együttműködő (alapréteg/beton) felszerkezettől. A beton pályalemez egy rétegű beépítéséhez 6 m munkaszélességű csúszózsálús finisert alkalmaznak. A napi teljesítmény 1 500 és 2 000 m<sup>2</sup> közti. A jégolvasztó szernek is ellenálló betonnal szembeni követelmények:

- legkisebb kockaszilárdság 28 napos korban 45 N/mm<sup>2</sup>
- legkisebb hajlító-húzószilárdság 28 napos korban 6 N/mm<sup>2</sup>

Az utókezelés két lépcsőben történik. Az első lépcsőben egy folyékony utókezelő szert (Curing compound) szórnak fel a korai zsugorodási repedések (vadrepedések) elkerülése végett. Kb. 6 órával később az egész felületet hőszigetelő paplannal takarják le és ezt 7 napig tartják rajta. A hézagkiképzésre kb. 3 hét múlva kerül sor. Egy felújítási ütem általában 3 hónapig tart. A zürichi repülőtér számára ez igen kedvező időtartam, mert így a nyári szabadságok nagy repülőforgalma előtt az összes repülőtéri üzemi felület újra használatba vehető.



Gépi betonbedolgozás csúszózsálús finiszerrel

## A futópályák felújítása

A zürichi repülőtéren három fel- és leszállópálya van: ezek háromszög alakban helyezkednek el. A különböző érkezési / indulási forgatókönyvek miatt a repülőüzemnek mindháromra szüksége van. A futópályák felújítására ezért csak éjszaka kerülhet sor. 20 éven át csak kisebb felületeket cseréltek ki gyorsan szilárduló betonnal. Kb. 10 éve kezdték meg az egészlemez felújítást. Ma már éjszakánként akár 6 db 6x6x0,37 m-es táblát is ki tudnak cserélni. Évenként, a nyári hónapokban kb. 1200 m<sup>3</sup> gyorsbetont építenek be, - ez kb. 100 db egyedi lemezeket felel meg. A gyorsbetonhoz legalább 21°C hőmérsékletű frissbeton kell, hogy 150 perc alatt a 20 N/mm<sup>2</sup> szilárdságot elérje. Ezt a munkát tehát csak a nyári hónapokban lehet végezni. 24 óra múlva az ilyen beton kb. 55 N/mm<sup>2</sup> nyomószilárdságú lesz, hajlító-húzószilárdsága pedig 5,5 N/mm<sup>2</sup>. A lemezcserét a futópálya középső, a gépekkel legjobban terhelt sávjában hajtják végre.



Éjszakai üzemszünet alatti burkolatfeltörés



A gyorsbeton lemez számára elhelyezett hálósasalás



A gyorsbeton beépítése (2,5 órás korai szilárdság: 20 N/mm<sup>2</sup>)

## Kivitelezés

- a futópálya lezárása 23 óra 30 perckor
- kettős mélyrágás éjfélig
- a beton feltörése bontókalapácsos gépekkel
- a cementstabilizációs alsóréteg megtisztítása
- alsó-hálóvasalás berakása (8 kg/m<sup>2</sup>)
- a hézagvasalás (dübelek) számára lyukfúrás a megmaradó betonba és a d=32 mm, h=600 mm-es vasak beragasztása
- a felső hálóvasalás (8 kg/m<sup>2</sup>) elhelyezése
- a gyorsbeton beépítése
- seprűs rovátkolás és az utókezelő szer felszórása
- 60 percre rá letakarás hőszigetelő paplanokkal
- takarítás és szilárdságvizsgálat
- a futópálya átadása a forgalomnak 5 óra 30 perckor

Az éjszakánként 80 m<sup>3</sup> gyorsbeton készítéséhez és beépítéséhez hatalmas géppark (állószköz érték 2,5 millió CHF, azaz 2 millió Euró) és egy 20 fős csapat szükséges, amelyik különlegesen ki van képezve a gyorsbeton készítésére és beépítésére.

## Belső szervezés, logisztika

A betont egy repülőtér közeli keverőtelepen készítik. A beton a keverővíz hozzáadása után 60 percig marad bedolgozható. A frissbeton adagok megkeverésének kezdetét ezért a munkahelyen zajló folyamatok állásának megfelelően pontosan kell megrendelni. Az építésvezető felelős a rendelésért. További (a bedolgozás utáni) 90 perc múlva a beton szilárdságának legalább 20 N/mm<sup>2</sup>-nek kell lennie. Ha ezt nem sikerül elérni, akkor a vészforgatókönyv lép életbe. (Az újonnan beépített betont fel kell törni és egy feketeburkolatú „ideiglenes tömésként” szolgáló lemezpótlást kell beépíteni.)

A fenti módszerrel a zürichi repülőtéren a leszállópályák élettartamát kb. 15 évvel meg tudják hosszabbítani. Az eddigi tapasztalatok alapján ez a módszer kitűnően bevált. Nagyjából 50 éves üzemi időtartam után a leszállópályákat teljes egészükben fel kell újítani. A zürichi repülőtér az adott körülmények közt (a repülési üzem érdekei mindenekfelett valók!) egy feketeburkolatos megoldás mellett döntött. Az észak-déli leszállópályát ezért 2008-ban 23 m szélességben aszfaltburkolattal helyettesítették. A „fekete-rendszer”



A zürichi repülőtér légifelvételelől

mellett azért döntöttek, mert kb. 3 500 m<sup>2</sup> (gyorsbeton új pályalemez helyett feketeburkolattal 80 000 m<sup>2</sup> cserélhető ki építési idényenként.

## Véggövetkeztetések

A zürichi repülőtéren már sok éve alkalmazott felújítási módszerek kitűnően beváltak. Ezek lehetővé teszik a meglévő repülésüzemi felületek legjobb, leg gazdaságosabb kihasználását. Az előtér ütemekre bontott felújítási terve egy „vezértervhez” igazodik, amely lehetővé teszi a zürichi repülőtéren a repülési üzemnek a lehető legkisebb korlátozásokkal való fenntartását. Az építményeket így a következő 50 évre folyamatosan felújított állapotban lehet tartani. A futópályákon alkalmazott gyorsbetonos felújítási módszerrel a nagyberuházásokat évekkel későbbre lehetett kitolni, ami az építetők számára többletrugalmaságot biztosít a beruházások tervezéséhez.



## A Magyar Cementipari Szövetség tagjai

Duna-Dráva Cement Kft.  
Beremendi Gyára  
H-7827 Beremend  
H-7827 Beremend, Pf.: 20  
Tel: +36 72 574 500  
Fax: +36 72 574 661  
E-mail: info@duna-drava.hu  
www.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 27 511 765  
E-mail: info@duna-drava.hu  
www.duna-drava.hu

Duna-Dráva Cement Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
H-2601 Vác, Pf.: 198  
Tel: +36 27 511 600  
Fax: +36 27 511 770  
E-mail: info@duna-drava.hu  
www.duna-drava.hu

LAFARGE Cement Magyarország Kft.  
H-7953 Királyegyháza, 041/29  
H-7940 Szentlőrinc, Pf.: 54  
Tel: +36 73 500 922  
Fax: +36 73 500 958  
E-mail: cementhungary@lafarge.com  
www.lafarge.hu

Beton Technológia Centrum Kft.  
H-1107 Budapest, Basa u. 22.  
Tel: +36 27 511 638; +36 1 434 5660  
Fax: +36 27 510 766; +36 1 434 5665  
E-mail: btclabor@btclabor.hu  
www.btclabor.hu

CEMKUT Cementipari Kutató-fejlesztő Kft.  
H-1034 Budapest, Bécsi út 122-124.  
H-1300 Budapest, Pf.: 230  
Tel: +36 1 388 3793  
Fax: +36 1 368 2005  
E-mail: cemkut@mcsz.hu  
www.cemkut.hu

Dunai Kavicsüzemek Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
Tel: +36 27 511 706  
Fax: +36 1 434 5611  
E-mail: dunaikavics@dunaikavics.hu  
www.dunaikavics.hu

Faber-Kavics Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
Tel: +36 30 952 1656  
Fax: +36 1 434 5611  
E-mail: faberkavicskft@gmail.com  
www.dunaikavics.hu

Mondi Bags Hungária Kft.  
H-4400 Nyíregyháza, Tünde u. 2.  
Tel: +36 42 599 240  
Fax: +36 42 599 012  
E-mail: office.nyiregyhaza@mondigroup.com  
www.mondigroup.com

Nikecell Kft.  
H-8184 Balatonfűzfő, 1485/4 hrsz.  
H-8184 Fűzfőgyártelep, Pf.: 60  
Tel: +36 88 596 200  
Fax: +36 88 451 704  
E-mail: nikecell@nikecell.hu  
www.nikecell.hu

TBG Hungária – Beton Kft.  
H-2600 Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
Tel: +36 27 511 706  
Fax: +36 1 434 5611  
E-mail: tbgbeton@tbgbeton.hu  
www.tbgbeton.hu

---

Magyar Cementipari Szövetség  
H-1034 Budapest, Bécsi út 120.  
H-1300 Budapest, Pf.: 230  
E-mail: mcsz@mcsz.hu  
www.mcsz.hu

---

### 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

**vdz.**

VDZ, Verein Deutscher Zementwerke e.V.  
Tannenstraße 2, D-40476 Düsseldorf  
Telefon +49 (0)211 45 78-1, Telefax +49 (0)211 45 78-296  
info@vdz-online.de, www.vdz-online.de

**beton**

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

szövetségek UPDATE 2012/3 sz. kiadványának fordításával, a fenti eredeti kiadók engedélyével.