



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz
2020. áprilisi szám

update 57

A zürichi repülőtér „Foxtrot” gurulóútjának betonozási munkái

2019 őszén a Foxtrot (TWY-F) jelű gurulóút meglévő betonburkolatát a műszaki előtér felületek környezetében, az „A” dokktól nyugatra egy teljes körű (1:1) pótlással új pályaburkolatra cserélték ki. E felújítási munka eredményeként legalább 40 évre szóló, beavatkozás mentes üzemi élettartamú pályaburkolat jött létre.

A zürichi repülőtér „Foxtrot” gurulóútjának betonozási munkái

Frick, RAINER, a betonburkolat építésvezetője, KIBAG Bauleistungen, Müllheim

A zürichi repülőtér a várostól északra található Kloten község területén van, de a repülőtér teljes térsége öt különböző községre terjed ki.

A repülőtér sok repülőtársaságnak csomópontként szolgál és egyben a Swiss, az Edelweiss Air és a Helvetic Airways svájci társaságoknak honállomása. A svájci repülési mentőszolgálatnak (Rega) is a zürichi repülőtér a székhelye.

A statikai körülményeket tekintve az építési terep az egész repülőtéri területen nem a legkedvezőbb, mert ez a térség a repülőtér 1946-os megépítése előtt (Kloten, Oberglatt és Rümlang térségében) mocsaras lág volt és tűzvédelmi lövészeti gyakorlótereknek használták. A talaj puha és agyagos állagú, építéshez nem kedvező. Ehhez járul még hozzá a magas talajvízszint, amelyet a műtárgyak tervezésekor mindig figyelembe kell venni.

A fentiek miatt a szükséges beavatkozások jelentős a többletköltséggel járnak, annak érdekében, hogy végül zökkenőmentes lehessen az építés.

A zürichi repülőtér adatai

Megnyitás	1948. június 14.
Fel- és leszálló pályák (jelek, adatok)	10/28 → 2500 m × 60 m 14/32 → 3300 m × 60 m 16/34 → 3700 m × 60 m
Terület	880 ha
Betonfelület	1 800 000 m²
Aszfaltfelület	700 000 m²
Utas szám	31,1 Mio. (2018)
Légi teherszállítás	493 222 t (2018)
Repülési esemény, db	278 458 (2018)

Kiindulási állapot/feladat kiírás

A „Foxtrot” gurulóút az „A” jelű dokktól nyugatra található, az „Inner és a November” jelű gurulóút között. A projekt körzetében lévő sok repedés, kagylósodás és süllyedés miatt a zürichi repülőtér (Flughafen Zürich AG) 2019. március 1-jén tervengedélyeztetési kérelmet nyújtott be a polgári légiköz-

lekedési hivatalhoz (Bundesamt für Zivilluftfahrt, BAZL) a „Foxtrot” gurulóútja felújítására. A felújítás a teljes (1:1) újjáépítésre vonatkozik: mind a hidraulikus kötésű, cement-stabilizációs burkolatalapra, mind a beton pályaburkolatra.

«Nyitott szívűműtét a zürichi repülőtéren»

A repülőtéri munkahely fontossága

A „Foxtrot” gurulóúton évente általában 65 000 „Code-C” repülőgép (pl. A320) gördül végig 70 tonna felszállási súllyal. Ehhez még napi kétszeri, 225 tonna súlyú „Code-E” jelű (pl. B777) gép jön hozzá.

Az építkezés miatt a felújítás idejében csak egyetlen gurulóút működhetett észak-déli irányban és ez is kétirányú forgalommal. A felszállópálya és a munkahely közelsége miatt alig maradt anyagtároló terület. Ezért azt is mondhatjuk, hogy a zürichi repülőtéren „nyitott szívűműtetre” került sor.

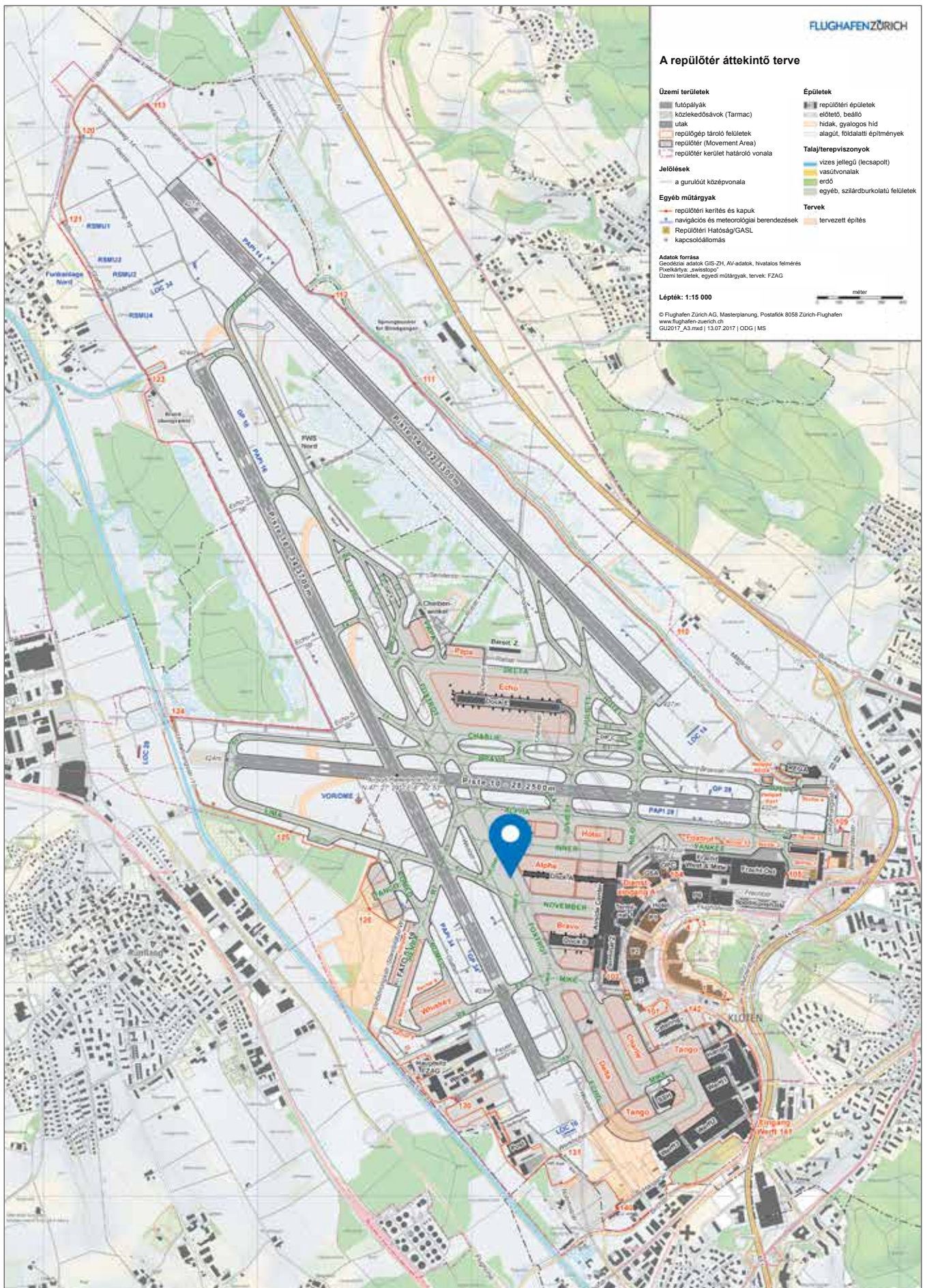
Építési peremfeltételek

A „Foxtrot” (TWY-F) gurulóút az építési munkák idejére a forgalomból kizárták. Eközben be kellett tartani a kérdéses gurulóútak középvonalától számított 40, ill. 51 m biztonsági távolságot. Minthogy ez a „November” jelű gurulóúttal párhuzamosan lehetetlen volt (lásd ehhez az építési terület lehatároló vonalát a repülésforgalmi állapot-terven, a 4. oldalon), a kérdéses burkolatalapot (HGT) és a beton pályalamezeket az éjszakai repülési szünetben kellett megépíteni.

Az egyéb építési munkákat, – kivéve a „szárnyakkal súrolt” (azaz a gép szárnyai által „átrepült” felületeket, – napközben végezhetők el. Külön figyelmet kellett fordítani a zürichi repülőtéri tűzvédelmi – tűzi mentőszolgálat – „A”-jelű alállomására, amely az „A” dokkban állomásozott 2 fős legénységgel és egy 40 tonnás tűzoltójárművel, ahol is legfeljebb 3 percnyi beavatkozási időtartamot (a repülőtéri eseménytől, balesettől számítva) be kellett tartani.

A repülőtér áttekintő terve

<p>Üzemi területek</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ futópályák ■ közlekedőosávkok (Tarmac) ■ utak ■ repülőgép tároló felületek ■ repülőtér (Movement Area) ■ repülőtér kerület határoló vonala <p>Jelölések</p> <ul style="list-style-type: none"> — a gurulóút középvonala <p>Egyéb műtárgyak</p> <ul style="list-style-type: none"> — repülőtéri kerítés és kapuk — navigációs és meteorológiai berendezések ■ Repülőtéri Hatóság/GASL ● kapcsolóállomás <p>Adatok forrása Geodéziai adatok GIS-ZH, AV-adatok, hivatalos felmérés Püschelky, „avistop“ Üzemi területek, egyéb műtárgyak, tervek: FZAG</p> <p>Lépték: 1:15 000</p>	<p>Épületek</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ repülőtéri épületek ■ előtérő, beálló ■ hidak, gyalogos hid ■ alagút, földalatti építmények <p>Talaj/terepviszonyok</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ vízcszeltegy (lecsapott) vasútvonalak ■ erdő ■ egyéb, szilárdburkolatú felületek <p>Tervek</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ tervezett építés
--	---



A repülőtér átnézeti térképe, benne a „Fox Trot” gurulóúti munkahely



Az 1.sz. rávezető pálya előkészítő munkái



Szigorúan szabályozott építési üzemidők

Az éjszakai munkák idő-ablaka általában kb. 23 óra 30 perctől (repülési üzem vége) másnap 5 óra 00 percig tartott (átadás: a repülési üzem kezdete).

Építési éjszakának általában vasárnap/hétfő és a péntek/szombat közti éjszakák számítottak. A péntekről szombatra virradó éjszaka a svájci repülésbiztonsági „Skyguide” társaság számára volt fenntartva, karbantartási munkákhoz.

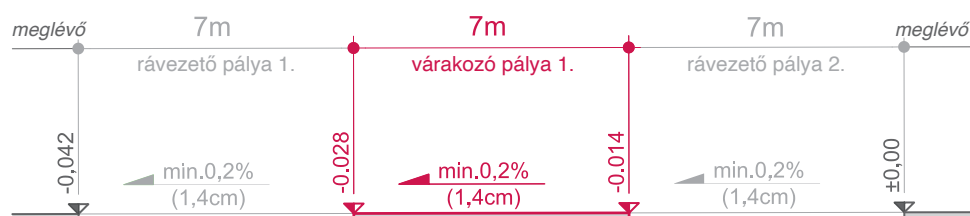
Azokat a berendezéseket, amelyek ütköztek volna az akadálymentességi követelményekkel, legkésőbb 30 perccel a repülési üzem megkezdése (5 óra 00 perc) előtt el kellett távolítani a „szárnyakkal súrolt” területekről.

A repülési üzemállapot terve az elterelt gurulóúttal

Helyzetérzékelő szenzor-hurok az 1. sz. rávezető pályán



A várakozó pálya és rávezető pálya keresztmetszete a lejtésvizonyokkal



A projekt műszaki, logisztikai és egyéb kihívásai

Szenzorgyűrűk (hurkok)

A projekt műveleti területének több helyén szenzor-hurkokat betonoztak be a pályába (lásd. 5. oldal felső kép), amelyek a gépek földi mozgásának ellenőrzésére szolgálnak a későbbiekben. Ezeknek a szenzor-hurkoknak vízszintes és magasságbeli helyzetét a repülőtéri szabályok pontosan előírják. Ezt a követelményt teljesítendő, a gépi betonozáskor igen nagy figyelmet fordítottak az üres csőrendszer pontos helyzetére és arra, hogy ne tudjon semerre sem eltolódni.

A legkisebb keresztirányú esések

Az előírt legkisebb keresztirányú tartásához a várakozó pályát mm pontosan kellett bebetonozni.

A közvetlenül mellette fekvő és később betonozandó, 7 m szélességű rávezető pályát a pályánkénti 0,2 % keresztirányú esés érdekében legfeljebb 1,4 cm magasságkülönbséggel kellett megépíteni (azaz: 2 mm/m pontossággal).

Betonszállítás és betongyártás

A lehető legjobb minőség elérése érdekében óriási fontosságú volt, hogy a beton ne csak állandó konzisztenciájú legyen, hanem megszakítás nélkül szállítsák. Ezt az egyformaságot csak akkor szavatolhatják, ha a betongyárnak nincsenek alvállalkozó beszállítói és a beton szállítási időtartama is

állandó. Ráadásul Zürich környékén reggel 6 óra 00 perctől kezdve nagy a közlekedési torlódás veszélye. Ilyen közlekedési viszonyok közepette, a repülési üzemet is tekintve, csak az éjszakai betonozás volt gazdaságos.

Három különböző telephelyű betongyár szállította a beépítendő betont, mégpedig éjjel. A munkahely eléréséhez szükséges különböző szállítási időtartamok és a fordulási idők betartása a lehető legnagyobb pontosságot követelte meg. Ezen kívül még bizonyos idővesztéseket is be kellett számítani amiatt, hogy a betonszállítmányoknak is át kellett menniük a repülőtér biztonsági ellenőrzésén.

Betongyártás/betonszállítás

szállítójármű	40 tonna összsúlyú vontatók
járműszám, db	10 vontató
rakomány, vontatónként	10 m ³
a szállítmányok mennyisége	32 db a várakozó pályákhoz (2019.08.30) 70 db a rávezető pályákhoz (2019.09.09)
betonbetöltési idő	10 perc
betongyárok száma	3 frissbeton üzem

A repülési üzemhez igazodó tervezés

Az éjszakai beépítés további oka az volt, hogy a projekt területének déli része az „átrepült tartományban” található. A feladat abban állt, hogy a beépítés megkezdését és sebességét úgy tervezzék meg, hogy a beépítés kezdetétől, azaz 23 óra 30 perctől (repülési üzem vége) az első várakozó pálya, majd átállás után a második várakozó pálya az átrepült tartományban másnap reggel 5 óra 00 percig elkészüljön.

Építési folyamat

1	gépészet elhelyezése, berendezkedés
2	betonválasztó bevágások (hézagolás)
3	a meglévő burkolat bontása
4	a meglévő alapréteg állapotának szakvéleményezése
5	a cementstabilizációs réteg bontása
6	a cementstabilizáció szilárdulása
7	a gurulóutak irányjelző világítórendszerének fektetése
8	a túl magas alaprétegek lemarása
9	betonpálya beépítés
10	a táglási hézagok kiképzése
11	magfúrások a gurulóutak világító rendszeréhez (7. oldal felső ábra)
12	a teljes felület tisztítása, jelölések

Éjszakai építési folyamat

várakozópálya 2019. augusztus 30. 2 óra 30 perctől 8 óra 30 percig

kézi beépítési szakasz 2019. szeptember 4.

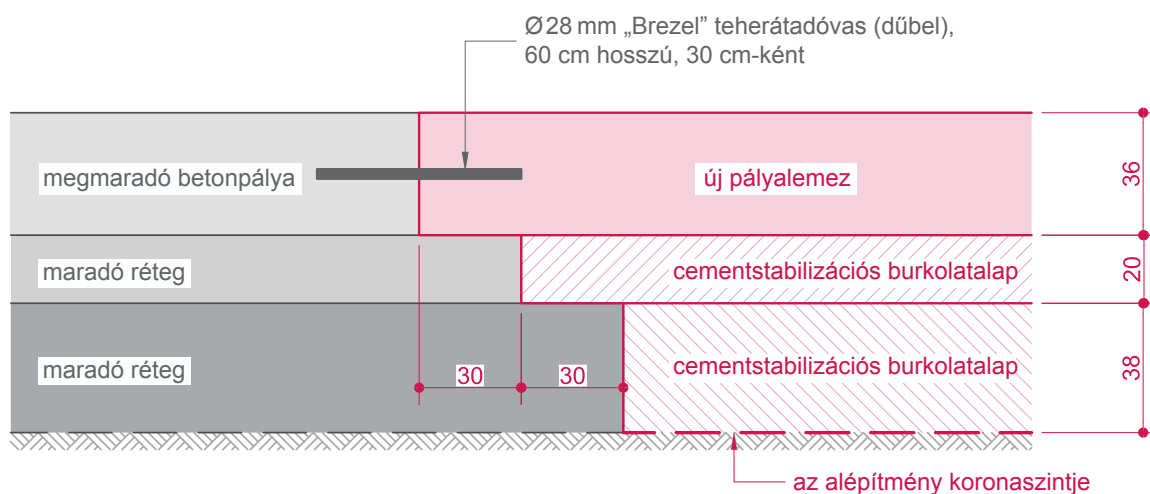
ravezető 1+2 pálya 2019. szeptember 9-10, 21 óra 30 perctől 5 óra 00 percig



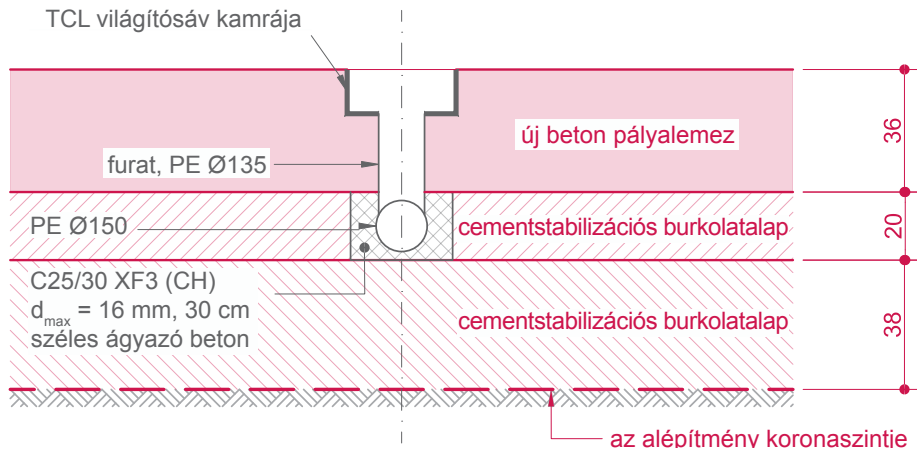
A meglévő pályalemez bontása

«A repülési üzem szabta meg az építési terveket»

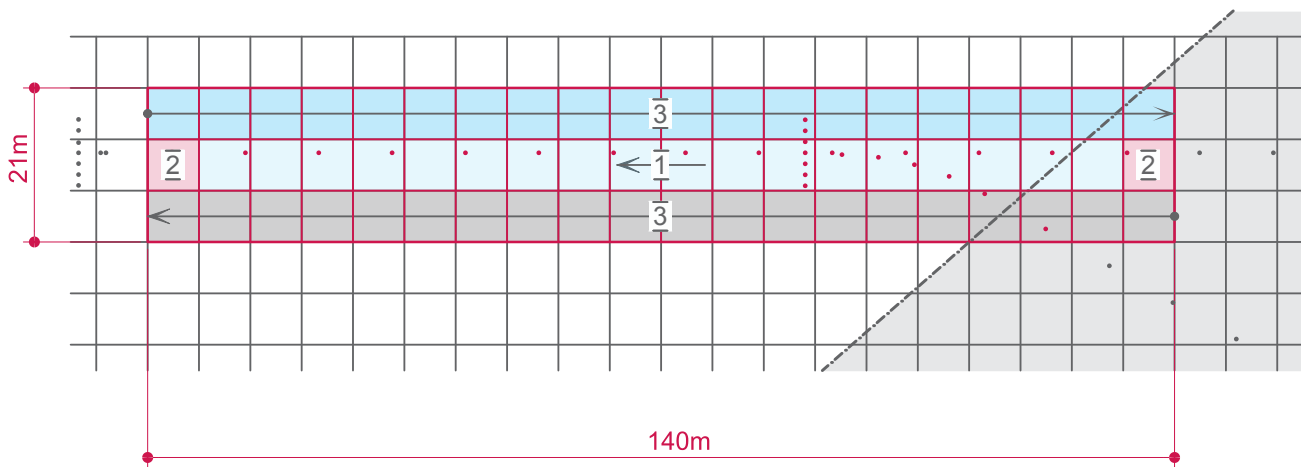
A meglévő és új rétegek keresztmetszete



A gurulópálya irányjelző világító rendszerének részletrajza



A beépítési ütemterv alapelve



- 1 1. sz. várakozó pálya: 317,5 m³
- 2 kézi betonozású 1+2 mezők: 35,5 m³
- 3 1. sz. rávezető pálya: 353,0 m³
- 3 2. sz. rávezető pálya: 353,0 m³
- a repülőgépszárnyakkal súrolt terület (vö. 4. oldal alsó ábra)
- gurulópályát kivilágítási helyek



A várakozó pálya beépítése (nappali műszak)

Különleges követelmények a betonra

A repülőtéri igen nagy követelmények, a műtárgyhoz előírt sajátos feltételek (minimális keresztelés) és a bedolgozó csapattól elvártak teljesítése érdekében a KIBAG Baustoffe AG különleges receptúráit alkalmaztuk.

Fontos még, hogy a konzisztenciának C0 és C1 közt kellett lennie és ezt csak előkísérletekkel lehetett beállítani. Csak így érhattük el, hogy a várakozó pálya betonburkolatának felső éle a 36 cm-es lemezvastagság ellenére egyetlen milliméternyit se süllyedjen (rogyjon) le.



Betontulajdonságok

Az SN EN 206 szerinti beton
(beleértve az összes szükséges adalékszert és az adalékanyagokat)

Beton C35/45

XF4, XC4, XD3 (CH)

$D_{max} = 32 \text{ mm}$

Cl 0.2 (kloridtartalom)

Kiegészítő követelmények a betonra

Hajlító-húzószilárdság 28 napos korban:
egyedi értékek $> 6,0 \text{ N/mm}^2$; átlagérték $> 6,8 \text{ N/mm}^2$

Konzisztencia osztály:

- gépi bedolgozás C1 ($\geq 1,26$)
- kézi bedolgozás C2 (1,15-1,25)

Fagy- és jégolvasztószer állóság: „nagy” (CH előírás)

Bármelyik betonfajta ellenálló az alábbi olvasztószerekkel szemben

AVIFORM L50 és AVIFORM S-solid felületi jégolvasztószer

NORDWAY®-KF felületi jégolvasztószer

Kilfrost ABC-S Plus, IV. típus

és Kilfrost DF Plusz, I. típus repülőgép jégtelenítőszer



A gurulót irányjelző
kivilágításának befogadó
árka



Az újonnan betonozott várakozópálya utókezelése (párazáró szer és azt követő paplanos letakarás)

Nagypontosságú beépítés

A minimális keresztelés betartása elsősorban a középső várakozó pálya építésekor volt szigorú pontossági követelmény. Ez a beépítés volt a döntő az egész műtárgy sikerét vagy fiaskóját illetően.

Ha a betonpálya felső pereme túl magasan áll, vagy az alsó pereme túl mélyen, akkor a víz nem tud lefolyni és nagy felületeken pangó víz marad. Ha szem előtt tartjuk, hogy 0,2 %-os keresztelést előírva a magasságkülönbség csupán 1,4 cm, akkor nyilvánvaló, hogy itt nem maradt mozgástér.

Ezekkel a szigorú követelményekkel csak úgy lehetett megbirkózni, hogy a beton 3D vezérlésű finiszerrel építették be. A geodéziai mérőcsoport folyamatosan ellenőrizte a beépített pálya magassági szintjét, hogy bármely eltérés esetén azonnal közbe lehessen lépni.



A beton síkfekvésének és állóképességének („zöldszilárdság”) ellenőrzése

Műszaki adatok

bontott beton	1750 m ³
cementstabilizációs alap bontása	2750 m ³
cementstabilizációs réteg beépítése	1740 m ³
beton pályaburkolat építése	1080 m ³

Fordította:

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

Az építésben résztvevők jegyzéke

Építető

Flughafen Zürich AG

Felelős műszaki vezető

KIBAG Bauleistungen AG, Zürich

Betonszállító

KIBAG Baustoffe AG, Zürich

Kivitelező, beton beépítője

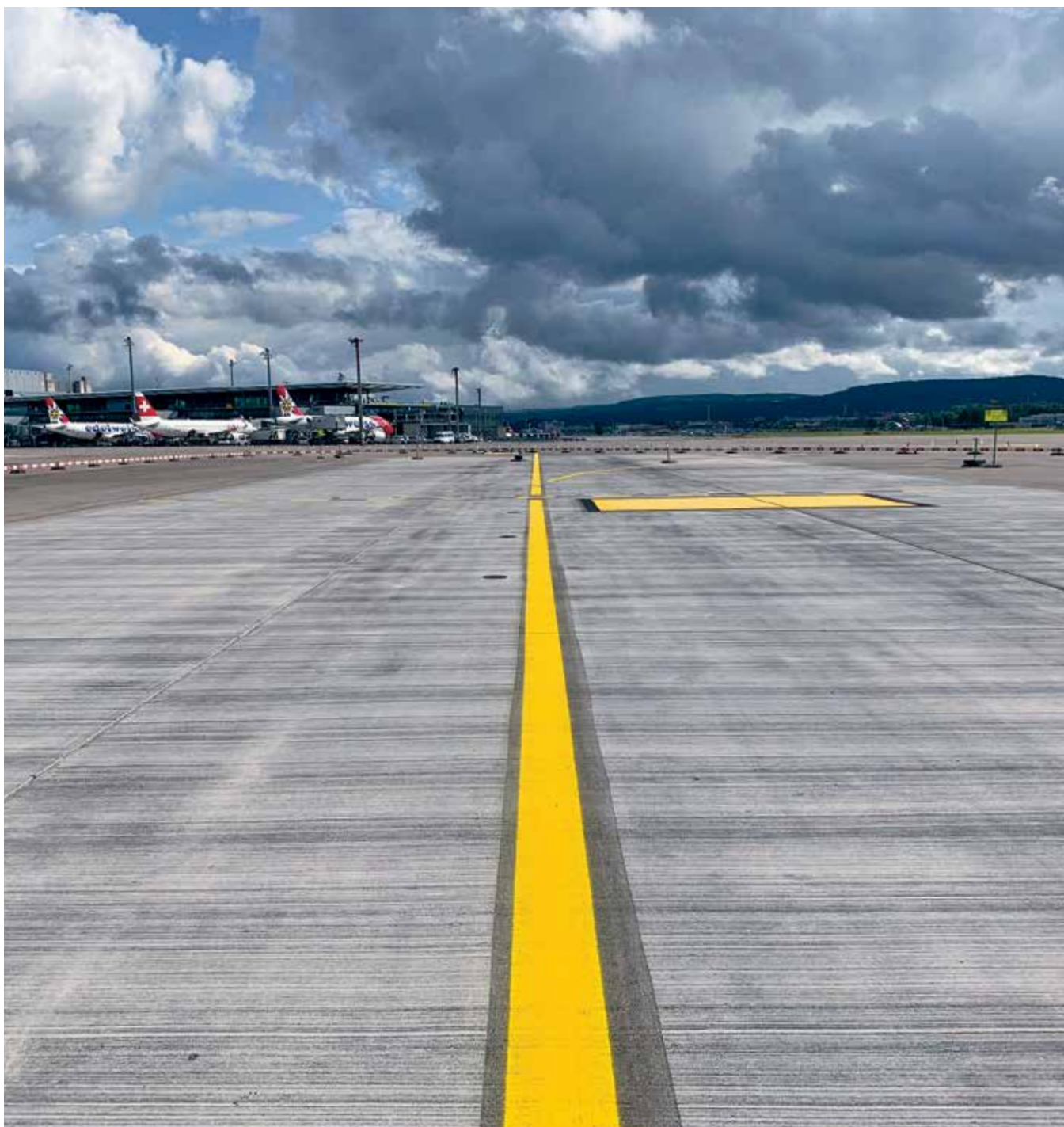
KIBAG Bauleistungen AG,
Müllheim-Wigoltingen

Vizsgáló laboratórium

KIBAG Management AG, Tuggen

Műszaki ellenőr

F. Preisig AG, Zürich



Irányjelzések a kész betonfelületeken

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.
tbgboglar@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

CeMBeton 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 57 című, 2020. áprilisi 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