



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz
2017. januári szám

update 47

Betonlemezes vasúti pálya a világ leghosszabb vasúti alagútjában, – a Gotthard bázisalagútban

A világ ez idő szerint leghosszabb vasúti alagútja szigorú és kivitelezhető követelményeket támasztott a betonlemezes vasúti pályával szemben – továbbá az 57 km hosszú alagút különleges logisztikai peremfeltételei a kivitelező számára nagy kihívást jelentettek a beépítési technológia, a minőségbiztosítás és a munkahelyi biztonság terén. Az illetékes svájci szállítók és alvállalkozók közötti megoldásközpontú üzletlátsági viszony és építő jellegű együttműködés révén az elérni kívánt célt: "Különleges minőségű vasúti pálya készítését" határidőre teljesítették.

Betonlemezes vasúti pálya a világ leghosszabb vasúti alagútjában, – a Gotthard bázisalagútban

A szerző személyéről

Detlef OBIERAY (egyetemi) okl. mérnök, EURAILING Grunder Ingenieure AG, Burgdorf BE (Bern). Előtte 2016. szeptember 30-ig az ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard projektvezetője.

Obieray úr a Gotthard-projekt előtt két évig Kínában dolgozott a „Know-how-Transfer”-nél a RailOne cég számára a Systems Rheda2000 rendszerű betonlemezes vasúti pályák építésén – előtte három évig Hollandiában, az Amszterdam és a belga határ (Hogesnelheidslijn [HSL Zuid]) közötti nagysebességű vasúti pálya építésénél. 2016. október 1. óta Obieray úr a Grunder Ingenieure AG üzletvezetőségének tagja, ott pedig a Menedzsment tanácsadás és a projektfejlesztés területéért felelős.



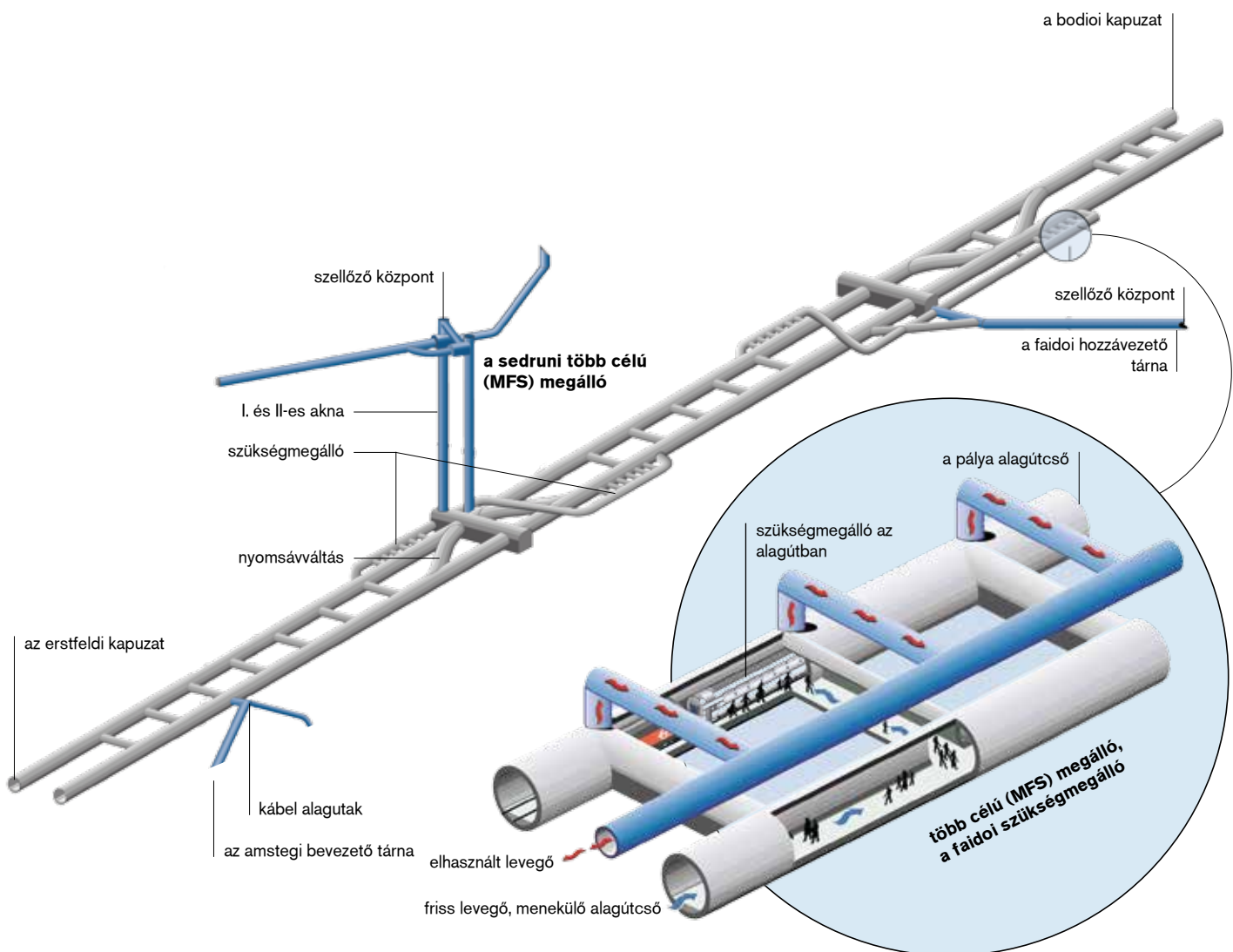
Detlef Obieray

1. Kiindulási helyzet

A Transtec Gotthard (TTG) céltársulást az Alptransit Gotthard AG (ATG), a NEAT-Achse Gotthard építetője bízta meg a Gotthard bázisalagútban (GBT) a vasúti technika tervezésével, beépítésével és üzembe helyezésével. Az alagútszelvény készítésétől eltérően az építető a vállalkozónak fővállalkozói feladatot szabott meg. A teljes szerződéses összeg 1,7 milliárd svájci frank (CHF) volt és az alábbiakat tartalmazta: az alagút vasúti pályatechnikájának teljes kiépítése, azaz a betonlemezes pálya, az 50 kHz-es áramellátás, a kábelrendszer, a 16,7 Hz-es vontatási áramellátás, a telekommunikációs vezetékes hálózat és a rádiókapcsolat, továbbá az ETCS (European Train Control Standard) 2. szintje szerinti biztosító berendezések elkészítése.

A Transtec Gotthard, azaz ALPIO, Alcatel-Lucent, Thales, Balfour Beatty Rail GmbH és HEITKAMP Construction Swiss GmbH cégekből álló konzorcium, mint projekt-társulás vezette, koordinálta és egyesítette a résztvevők heterogén szakmai illetékességét, mivel ezekre szükség volt az összefeladat (a teljes mű) megvalósításához. Az egyes részfeladatokat a kivitelezési szerződés alapján a belső viszonyoknak megfelelően alvállalkozói teljesítéseként valósították meg.

A Gotthard bázisalagút betonlemezes vasúti pályájának tervezéséért, megépítéséért és üzembe helyezéséért az ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard volt felelős: ez két cégből, nevezetesen a Balfour Beatty Rail GmbH-ből és a HEITKAMP Construction Swiss GmbH-ből állt és egy ún. „Back-to-Back” („egymást szorosan követő”) szerződés alapján voltak felelősek. A Grunder Ingenieure AG cég, mint a TTG által kijelölt alvállalkozó végezte és koordinálta az összes geodéziai munkát mind az alagútban, mind az újonnan építendő hozzávezető szakaszokon minden érintett műtárgy esetén, egyetlen felelősként („összfelelősséggel”).



1. ábra: A GBT alagútrendszer vázlata a szükség megállóhelyekkel és a szellőzéssel © AlpTransit Gotthard AG

A vasúti pálya létesítésére vonatkozó megbízás magában foglalta az alább felsoroltak tervezését, leszállítását, beépítését és üzembe helyezését:

- a 115 km betonlemez vasúti pálya a GBT Gotthard bázisalagútban a két 57-57 km-es alagútcsőben (1. ábra) és ezek kereszt-összekötése az MFS többcélú állomásokban (Multifunktionsstellen),
- 2 db „perspektivikus” 12000-es kitérő a GBT esetleges bővítése esetére az északi szakaszon Altdorf helyiség megkerülésére. Itt a keresztalj csoportokat a leágazó váltó számára rögtön betonlemez vasúti pálya kitérőként építették meg,
- 8 db 16000-es mozgókereszteléses kitérő a betonlemez pálya kitérőjeként mindkét MFS többcélú állomásban,
- 4 átmeneti pályaszerkezet a betonlemez pályából a zúzottkő ágyas pályába az alagutak kapuzatánál.

A betonlemez pályához az alagútban 131 000 m³ betont, 380 000 LVT magánaljat (LVT = Low Vibration Track, azaz csökkentett rezgésű pályához való Sonnevile rendszerű monoblokk, gumi papucsban) és 230 km sint használtak fel.

2. A betonlemez vasúti pályával szemben támasztott követelmények olyanok, mintha svájci óra lenne

2.1 Vágányszerkezet

A GBT Gotthard bázisalagút betonlemez vasúti pályájának követelménykatalógusa rendkívül szigorú volt és a német, illetve a svájci Lötschberg alagútprojektjeinek hasonló értékeit még lényegesen szigorították. A vágányépítésre vonatkozó tűrésértékek közelítőleg egy svájci óra szerkezetéhez hasonlíthatók:

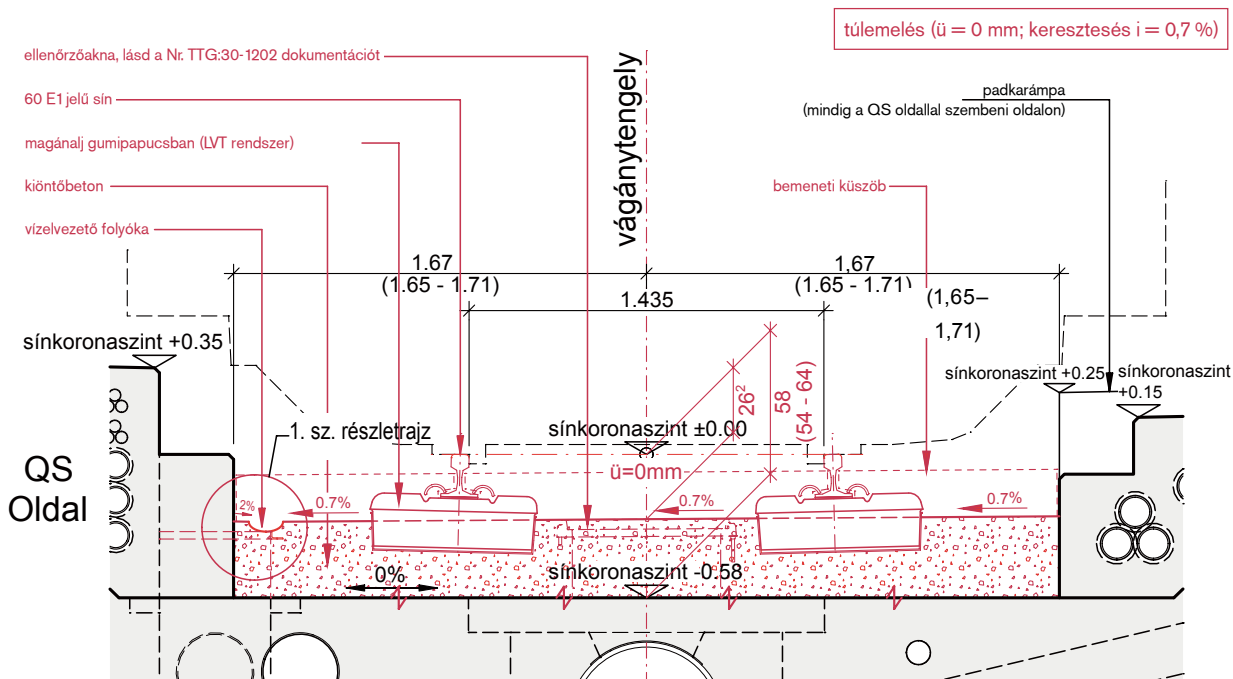
A vágányszerkezetre (5000 m-es átfedő vágányalap hossza; 0,5 m-es mérési pont távolságokkal):

- nyomtáv 1435 mm; tűrés $-0,5$ mm-től $+1,5$ mm-ig, $\leq 0,5$ mm szabványos középértékkel (SM $\leq 0,5$ mm)
- az abszolút fekvés és magasság megengedett eltérése a középértéktől $\pm 0,5$ mm, SM 1,0 mm
- a túlemelés megengedett középérték eltérése $\pm 0,3$ mm
- a síktorzulás $N_{\max} = 0,05$ % 1 m-es alaphosszra vonatkoztatva
- síndőlés az UIC60 E1 szerint 1:40, tűrése 1:35-től 1:45-ig, azaz $1,27^\circ$ -tól, $1,63^\circ$ -os eltérés
- belső pontosság: nyílmagasság 5 m-es húron a közepén mérve < 2 mm
- a vágány függőleges lehajlása a tervezett $CG = 80,6$ kN/m-es rugóállandó esetén $V_{\text{test}} \leq 1,5$ km/ó bevizsgálási sebességnél 1-1,5 mm.

A vonalnak – mint az európai vasúti tranzverzálisnak – jövőbeni üzeme számára a követelményei máris teljes mértékben az európai nagysebességű vasúti rendszerek szabványaihoz igazodnak (TSI-HGV = Technischer Standard Infrastruktur für Hochgeschwindigkeitsverkehr). A kiépítési sebességeket tehervonatok számára 120-160 km/ó-ban, személyvonatokra 200 km/ó-ban és nagysebességű HGV vonatokra 230-250 km/ó-ban rögzítették. A vonal UIC700V E4 szerinti osztályba sorolása már a jövőbeni 250 kN tengelysúlyt előre teljesíti. Irányonként napi 480 000 elegytonna (BRT) terheléssel számolnak (100 %-os kihasználtság esetén), ugyanakkor a betonlemez pályának >50 éves élettartamot kell szavatolnia.



2. ábra: A kész betonlemez vasúti pálya a Faido-Bodio West alagútszakaszon © TTG



3. ábra: A GBT betonlemez vasúti pálya szabvány keresztmetszelve © AlpTransit Gotthard AG

2.2 Kiöntőbeton

Hasonló szigorúság érvényesül a szakmára jellemző követelményeknél a betonépítésben. A kiöntőbetonnak az alábbi minimális követelményeket kell teljesítenie a vasúti lemezaljban:

- legkisebb szilárdság $\geq C 25/30$
- hajlítószilárdság $f_{cb, m} \geq 5,5 \text{ N/mm}^2$ (hazai (EC2) jelölés: $f_{c, fl, m}$)
- környezeti osztályok: XC3, XF3, XD3 (a vonatkozó svájci szabvány szerint)
- névleges szemmagyság $D_{max} = 16 \text{ mm}$
- klorid tartalmi osztály: Cl 0,20
- utókezelés az SN 505262 szerint
- irányított repedésképződéshez tartozó fűgabemetzés 4,20 m-ként
- cement és betonacél az SN 505 262, ill. 505 262/1 svájci szabvány szerint

Az említett C 25/30 betonosztály és az XC3/XD3 környezeti osztály esetére a betonreceptúrához az alábbi paraméterfeltételek adódnak:

- legnagyobb $v/c_{ekv} = 0,45$ (tűrés +0,02)
- legkisebb cementtartalom $c_{ekv} = 344 \text{ kg/m}^3$
- hatékony víztartalom 168 l/m^3 az adalékanyagra megállapított $13,2 \text{ l/m}^3$ vízfelszívás esetére

A kivitelezéskor a Gotthard bázislagút (GBT) különleges logisztikai feltételei döntő szerepet játszanak a betonlemez pályák építésében, a tisztán betontechnológia követelmények mellett. A kiöntő betonnak jól bedolgozatónak kell lennie (konzisztencia, ill. a terülés mértéke), hogy elérhessék a szerződésben büntethetően előírt kb. 200 fm/nap beépítési sebességet. Mindezt úgy, hogy figyelembe kell venni a magánalj papucskok alatti viszonylag nagy, 18 cm-es öntési vastagságot, ahol is nagyon fontos, hogy folyamatos, nagyteljesítményű beépítés során az adalékanyag szétosztályozódását elkerüljék. Itt különlegesen ügyelni kellett arra, hogy a szintetikus kaucsukból készített gumipapucssal (SBR) borított magánalj talpak alatt a beton aláöntése lehetőleg buborékmentesen történjék, hogy ezáltal jó támaszkodási felületet érthessenek el a magánaljak számára.

2.3 A betontechnológiai projekt

A betontechnológiával szemben támasztott követelmények komplex volta, a betonlemez vasúti pálya teljes rendszerének hosszú elvárt élettartama és az elérendő magas minőségi szintek alapján az ARGE Fhahrbahn egy különleges betontechnológiai projektet dolgozott ki. Ez a projekt a pályabeton teljes körű megvalósítását és további módosítását az egész műveleti idő alatt leképezte és végigkísérte, továbbá magában foglalta a projekt megvalósulásának minden fázisát: a betonreceptúra mérnöki tervezésétől az adalékanyagok és a cement kiválasztásán keresztül egészen a beton bedolgozásának számtalan kísérletsorozatáig a műveletre jellemző körülmények közt a hagerbachi kísérleti tárnában. Továbbiak: a beépítési folyamat szakvéleményezése és végigkísérése tekintettel a betonreceptúra továbbfejlesztésére és hozzáigazításra a különleges beépítési körülményekhez, mint pl. a többcélú állomások (MFS) kitérői. A projekt tartalmazta a folyamatos minőség felügyeletet és ellenőrzést, az időigényes, de szükséges tartóssági vizsgálatokat (pl. a szulfátállóságot a szivárgó [alagúti] vizekkel szemben (5. ábra), a húzó-, nyomó- és hajlítószilárdságok igazolását, stb.). Ezt a projektet az akkreditált „Betonlabor VSH Hagerbach” támogatta, de ugyanígy az adalékanyagot és kötőanyagot szállító HOLCIM (Schweiz) AG (4. ábra) és az adalékszereket szállító MAPEI Suisse AG kitűnően és újításközpontúan együttműködött.

Novumnak számít a betonlemez vasúti pályák építésénél az, hogy folyamatos műveletkísérő (monitorozó) betontechnológia projektet szerveztek meg és ezt egy független vizsgálólabor is végigkísérte: ez aláhúzza ennek a vágányépítési műveletnek különleges jelentőségét és magas minőségi követelményeit – mindennek célja az volt, hogy egy legalább 50-60 év élettartamú pályát építsenek meg.

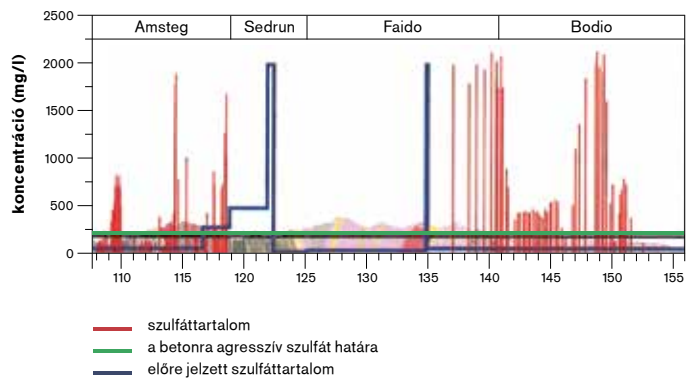


4. ábra: A HOLCIM cég Kavicsüzeme Hüntwangenben
© Holcim (Schweiz) AG



3. Logisztikai peremfeltételek

A betonlemez vasúti pálya építésekor különleges kihívást jelentettek a logisztikai peremfeltételek, mert ennél az építési műveletnél döntően ezek határozták meg az egész cselekmény mozgásterét. A vágányépítéshez mindig csak egy alagúttér állt rendelkezésre, amelyben a munka folyt és ugyanebben kellett lebonyolítani a teljes logisztikai (anyagbeszállítási/tárolási) műveleteket is. Az anyag és a személyzet szállításakor hosszú útszakaszokat kellett megtenni, az építési helyszínre való eljutás igen korlátozott volt és csak egy oldalról, egy kapuzat felől volt megoldható. Mindezért az összes vágányépítési munka csak fejpályaudvarszerűen volt kivitelezhető. A véglegesen megépített vágányszakasz volt egyúttal a logisztikai útvonala minden további építési és szállítási műveletnek. Párhuzamos munkahelyi útvonal nem állt rendelkezésre. A vasúti technika beépítési ütemtervének betarthatósága végett az egyéb vasúttechnikai eszközöket sorozatos építési üzemben egymás után sorba kapcsolni csak akkor lehetett, amikor a vágány már járható volt (a fenti műveletekhez). Az építési helyszín előlő végéhez való korlátlan hozzáférés ennél a vágányépítésnél tehát már nem volt lehetséges. Az anyagok, eszközök, pótalkatrészek szállítása az építési helyszín csúcsához és onnan vissza csak bizonyos, meghatározott napszakokban, pl. műszakváltáskor volt lehetséges.

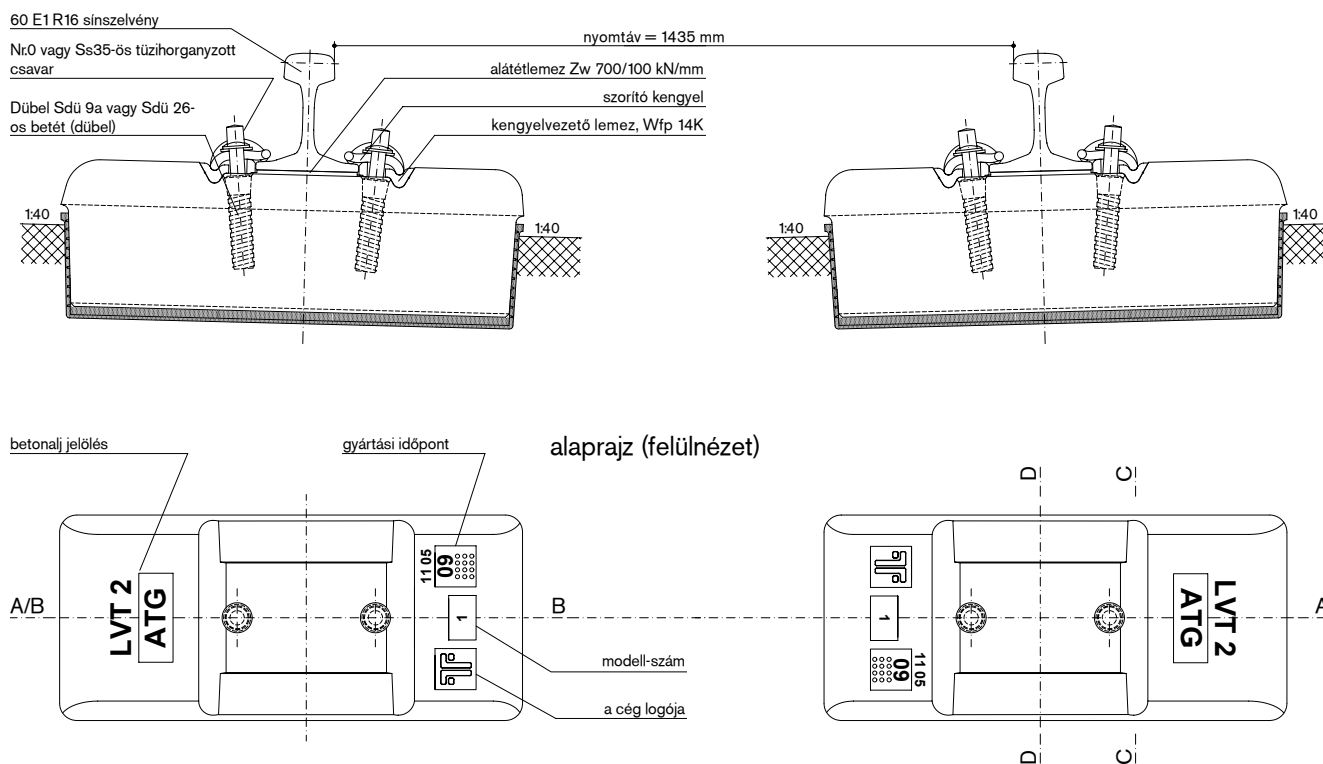


5. ábra: A szivárgó vizek szulfáttartalma © AlpTransit Gotthard AG

4. A betonlemez vasúti pálya építési folyamata

A GBT (Gotthard bázisalagút) vasúti pálya fentebb említett különleges logisztikai feltételeinek és a szigorú minőségi követelményeknek figyelembevételével – ideértve a munkahellyel összeférhető „kihagyásmentes visszakereshetőséget” minden egyes beépített elemre, bármely időpontra, bármely tetszés szerinti beépítési helyre – egy szabványosított, nagymértékben gépesített beépítési módszert fejlesztettek ki. Ez a beépítési mód folyamatában az ipari gyártáshoz hasonlít, mindig visszatérő műveletekkel, egyértelműen meghatározott anyagfelhasználással és meghatározott teljesítményi és személyzeti feltételekkel. E különleges feltételeket kielégítendő olyan gépeket fejlesztettek ki, amelyek az ipari robotok minőségi szintjéhez hasonlíthatók, ami a műveleti alkalmasságot és pontosságot illeti, hasonlóan az autógyártáshoz. Ily módon, mintegy gyáripari színvonalú gyártási folyamatot valósítottak meg.

A-A hosszmetset

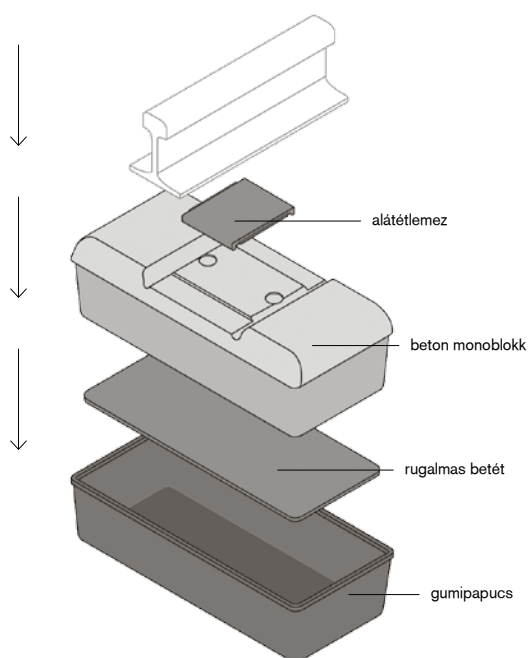


6. ábra: A Sonnevile-féle LVT magánalrendszer (LVT = Low Vibration Track = kis rezgésű pálya) © Vigier Rail AG

A betonlemez vasúti pálya megépítését 21 egymást követő műveleti lépésre bontották fel, a „Bottom-up-Prinzip” elv szerint tagolták és az alábbiak szerint (fordított sorrendben – a sínekkel kezdve) kiviteleztek:

- a 120 m hosszú sínpárok beszállítása, a sínek leolvastó tompa összehegesztése, segédvágány készítése
- az LVT magánaljak (6. ábra) beszállítása és lerakása. Előzőleg mm-pontossággal kijelölt lerakási helyre kellett beszállítani és elhelyezni a többi anyagot, továbbá a pályaépítéshez szükséges segédeszköz-tároló szekrényeket (pl. aknakeretek, fedelek, kosárvasalások, alátámasztó szerkezetek, repedésszabályozó betétek, stb.)
- a vágánymezők összeállítása, szerelése és alátámasztása
- a vágánymezők előzetes szabályozása
- az aknazsalutatok szerelése, ideértve a kereteket, az akna körüli vasalást, a repedésszabályozó betéteket, a vízvezető folyókák zsaluzatának szerelését, stb.
- a vágánymezők finomszabályozása
- a kiöntőbeton beépítése
- utókezelés
- befejező munkák (a szerelő-, rögzítő keresztaljak, az aknafedlapok, stb. beépítése)

Részletes munkaleírást adtak ki az összesen 21 rögzített munkaütem mindegyikéhez, amely egyértelmű utasítást írt le az elvégzendő műveletekre, az alkalmazandó anyagokra, segédeszközökre és gépekre, meghatározta a minőségi követelményeket, továbbá tartalmazta a munkavédelmi és biztonsági előírásokat. Világos teljesítményi előírásokat (normaidőket) adtak meg az egyes munkaütemek betartása érdekében, – ezeket úgy állapították meg, hogy bármely időpontban a beütemezett munkafolyamat megvalósulhasson. Az volt a cél, hogy egy 20 napos ciklusban 2160 m (18x120 m) betonlemez vasúti pálya készüljön el, a csupasz alagútszelvény fektetésétől kezdve, a vágány teljes megtisztításáig és járhatóvá tételéig.



5. A vágányépítés

Mind a hosszisínek, mind az LVT-magánaljak vasúti szállítással érkeztek az alagútba a kérdéses szállítótól éppen a szükséges időpontban („just in time”) pontosan a beépítési helyre, mindennemű anyagátrakodás nélkül. Az LVT magánaljak folyamatos utánszállítását az alagútban lévő beépítési helyig (a „csúcsig”) a vágányépítő Scheuchzer SA, Bussigny és az aljakat szállító Vigier Rail AG, Müntschemier közti együttműködésével kifejlesztett, újrafelhasználható különleges szállítórendszerrel oldották meg, amely a szállítási minőséget, a környezetvédelmet és a munkahelyi biztonságot is szolgálta.

Az előírt fekvési pontosságot elérendő a vágánymező szereléséhez egy háromtagú gépcsoportot (vágányépítő robotot) fejlesztettek ki, amely a síneket a segédvágányról leemelte és a nyomtávnak pontosan megfelelően megtartotta, majd a magánaljakat mechanikus módon felszerelte, végül a sín-betonmagánalját nagy pontossággal a megkövetelt 1:40-es dűlésbe állította és ott szilárdan megtartotta. Egy nagypontosságú alátámasztó rendszer szerelésével a beállított nyomtávot és síndőlést a már előbb rögzített állapotban megtartotta és így a vágánymező mm pontosságú helyzetét véglegesen rögzítette.

A vágánymező helyzetbe hozása után a betonlemez vasúti pálya egyéb szerkezeti elemeinek beépítése következett, úgymint az ellenőrző és vízvezető kúrtók, a felületi vízvezetés és a 4,2 m-enként elhelyezendő repedésszabályozó betétek a kiöntőbeton számára.

Az összes, a vágánnyal kapcsolatos előkészítő munka befejezése után következett a vágánymező finomszabályozása a tizedmilliméteres fektetési tűrés elérése végett lézervezérelt geodéziai eljárással (cél táblázzal, „Zieltafel”). Ezzel lett a vágánymező véglegesen előkészítve az alábetonozáshoz.



7



8



9



10

7. ábra: A sínek behúzása

8. ábra: A sínek igazítása összehegesztésük előtt

9. ábra: A sínek leolvasztó tompahegesztése

10. ábra: A vágányépítő gépsor

© AFTT



11. ábra: A betonozó vonat adalékanyagok kocsijai © AFTTG

6. A betonbeépítés

A betonbeépítés csúcseleme a betonozó vonat volt. A 15 vagonból álló, sínen járó betonkeverő üzem a kész 16 mm-es adalékkeveréket a napi, kb. 220 fm alagúti vágyány elkészítéséhez szállította. Ehhez jön 3 cementes vagon, egy vízszállító vagon az adalékszer (folyósító) adagolásához szükséges további űrtartalommal – a kiadott receptúra követésének megfelelően. A keverőgépet egy különleges pórekocsira szerelték, és ehhez egy saját műhelykocsi is tartozott – az esetleges karbantartási és javítási munkálatokhoz –, továbbá egy 16 kV-os transzformátor-kocsi, hogy ezáltal a vonat az alagút középvezetési hálózatához csatlakozhasson, valamint egy 650 kVA teljesítményű tartalék áramfejlesztő kocsi az áramkimaradások áthidalására, és egy betonhulladék kocsi, hogy a bármi okból be nem dolgozható betont az alagútból kiszállíthassák, és végül egy szivattyú kocsi, amelynek segítségével a betont egy ingajáratos szállító-elosztóra adagolták.



12. ábra: A betonozó vonat fejénél lévő szivattyús kocsi © TTG

Nagy előnyei voltak annak, hogy a betont magában az alagútban készítették el. Így a „just-in-time”, azaz „éppen jókor” elv szerint mindig csak annyi betont kevertek meg, amennyit éppen be tudtak dolgozni. A bedolgozás megszakadására szinte késedelem nélkül válaszolni, intézkedni lehetett. Ezen kívül: mindig friss beton állt készen, amelyet a természetes eltarthatósági idején belül be lehetett dolgozni. Nem volt tehát szükség az eltarthatóság szabályozására semmiféle külön eljárásra (késleltető, gyorsító) és az adalékszerek alkalmazását csak a legszükségesebbre, egy folyósítóra korlátozták. Ezzel a módszerrel a betonozó vonat mögötti már kész vágányszakasz a teljes betonozási munka folyamán szabad volt más műtárgyrészek, munkálatok számára. Mindössze a betonozók műszakváltásakor volt személyszállítás. A betonozó vonat maga a 2x8 órás műszak alatt az alagútban maradt a helyszínen és megszakítás nélkül, stafétaváltással dolgozott tovább.

Minthogy a betonozó vonat (12. ábra) a frissen betonozott lemezszakasz előírt kezdőszilárdságának elérése után (ez kb. 48 óra a betonozás után) járhatta be az elkészült vágányt, a betont a keverőegységtől (a keverő vontattól) valahogyan a beépítési helyig el kellett juttatni. A vágányfekvés stabilitása végett, – de a megkívánt beépítési teljesítmény miatt is – nem volt ésszerű, hogy

ehhez betonszivattyú vezetékét építsenek ki. Ezért egy különleges betonszállító járművet (13. ábra) alkottak meg, amely villamos-hidraulikus hajtású volt és gumikereken közlekedett (ingázott) az alagút kétoldali padkáin.

A beépítés helyén a gumikerekes betonszállítóról táplált betonelosztó állomásra került a kiöntőbeton, amelyhez egy munkapadozat is tartozott: ezen tartózkodtak a beépítő szakmunkások. A betonelosztó állomás tárolókapacitását úgy szabták meg, hogy a (gumikerekes) ingajáratnak még a legnagyobb, kb. 800 m-es „betonvonat - beépítési hely távolság” esetén is legyen elég ideje egy betonszállítási fordulóra.

A betonbedolgozó csapat felelt a kiöntő beton folyamatos, lehetőleg zárványmentes beépítéséért. A felszíni vizek elvezethetősége végett a betonlemez 0,7 %-os keresztvezéssel kellett kiképezni (lásd 3. ábrát). A magánjak közötti és a sínek alatti bedolgozásnak ez a méretpontossága, továbbá a beton utókezelése szakemberek kézi munkáját igényelte, ezt egy simítócsapat végezte el. (14/15. ábra)



13. ábra: A betonszállító ingázó jármű az alagútpadkákon jár © TTG



14



15

14/15. ábra: A beton beépítése – kézi erővel végzett munka az előírt pályalemez felület készítésekor, – itt az úgynevezett „arany” záró keresztalj beépítése 2014. október 31-én
© TTG



16. ábra: A betonozó vonat a vágánycsarnokban – anyagátrakó-hely és karbantartó-javitó műhely © TTG

7. Karbantartás és technika

Egy efféle komplex technológia a gépek és eszközök állandó karbantartását és gondozását igényli, – ez pedig a folyamatos termelés miatt csak az éjszakai műszakban lehetséges. Amíg az alagútban maradó vágányépítő robotot és a betonbeépítő gépeket tisztították, felügyelték és elvégezték annak karbantartását, addig a betonozó vonatot a késői műszak befejeztekor kihúzták az alagútból és a vágánycsarnokban a felszerelési állomáson való megtisztítása után újra feltöltötték.

A vágánycsarnokban a fentiekén kívül kb. 4 napi adag adalékanyag, cement és folyósítószer volt előtárolva, hogy bármilyen logisztikai üzemzavar esetére az anyagellátás biztonságos legyen.

8. Minőség-ellenőrzés

Mint már említettük, a folyamatos után-követhetőségen alapuló minőség-ellenőrzés elsőrendű fontosságú volt. Ez az üzemi szerződések kialakítása miatt volt szükséges. A generálvállalkozói (GU) szerződést az EN-Norm 50126 (CENELEG) V modellje alapján fogalmazták meg, amelyben a komplex vasútépítési projektek műveleti fázisait egy vezérelt RAMS folyamat írja le. Az elkészítendő munkadarabhoz (részműhöz) részletes működőképességi követelményeket adnak meg, amelyek teljesülését minden egyes munkaszakasz folyamatában és befejezésekor is igazolt eredményekkel kell bizonyítani (hitelesítés és megfelelés). Ez csak folyamatos gyártásellenőrzés révén lehetséges. Az ARGE Fahrbahn Projekttegyüttes ezért még az alagútépítési munkák megkezdése előtt, 2010-ben elhatározta, hogy a kialakított minőségfelügyeleti rendszert az ISO 9001:2008 szerint tanúsíttatja (19. ábra) és folyamatosan, egészen az építési munkák befejezéséig, 2014 végén újra tanúsíttatja.



17. ábra: Az SN EN 206-1:2000 szerinti „S-Zert-Zertifikat” átadása 2012. november 20-án © AFTTG



18. ábra: Beton próbatetek a betonlaborba való szállításuk előtt © AFTTG

A betonkészítésre nézve ez azt jelentette, hogy minden egyes 2,5 m³-es betonadagnak saját adagjegyzőkönyve volt és az (ingázó) betonbeszállító jármű 2x2,5 m³-es szállítmányához a betonozó vonathoz tartozó mobil vizsgálólabor a vizsgálat alapján (terület mértéke, testsűrűség és légtartalom) szállítólevelet állított ki. A beton beépítési helyén (a „csúcsnál”) a műszakvezető az időpont és dátum megjelölésével vette át a betont.

A napi betontermelésből 6 db próbahasábot vettek (18. ábra), egyrészt a korai szilárdság (24/48 óra), másrészt a későbbi (28 napos) nyomó- és hajlító-húzószilárdság megállapításához, továbbá a hosszú időtartamú klorid-, szulfát- és fagyállóság megállapításához, valamint a vízáteresztési próbához: ezeket a próbatesteket a VSH hagerbach-i vizsgálólaborba szállították.

Az adalékanyag frakciók szemmegoszlási görbéit és a cement minőségét ugyanígy folyamatosan vizsgálták és ellenőrző próbákat is tároltak a teljes építési időtartam alatt, – hasonlóan, mint az adalékanyag AAR reakciójának (szilikát-alkáli-reakció) ellenőrzésénél. A pályalemez betonjához a teljes építési idő alatt, 2010. októberétől 2014. októberéig ugyanarról a lelőhelyről, a HOLCIM cég hüntwangeri kavicsbányájából szereztek be az adalékanyagot és ezáltal elérték, hogy a beszerzési minőség a teljes építési idő alatt azonos volt.

A frissen beépített kiöntőbeton utókezeléséhez a felületre felhordott párazáró-szert és lapos sátorborítást alkalmaztak a túl gyors kiszáradás megakadályozására. A betonozás utáni 12. órától kezdve a felületet folyamatosan nedvesítették a vadrepedések elkerülése végett. A 4,2 méterenként beépített repesztő keretekkel a lemez keresztmetszetet szándékosan meggyengítették, hogy a beton megszilárdulása után a tervezett repedési képet kapják. Ezzel a módszerrel elérték, hogy a repedéstágaság többnyire $\leq 0,5$ mm-re korlátozódott.

A betonozó vonat betontermelésének minőségi adatai megfeleltek egy telepített betonüzem adatainak és ezért a betontermelést 2012. novemberétől az S-Cert-Standard SN EN 206-1:2000 szerint az építési termékek-re illetékes svájci tanúsító szervezettel tanúsították (17/19. ábra). Ezáltal az ARGE Fahrbahn Konzorcium a magas minőségi követelmények teljesítését és az ATG megbízók felé még egyszer és időtállóan igazolta.



DET NORSKE VER

MANAGEMENTSYSTEM

Zertifikat-Nr.: 67886-2009-AQ-GE

Hiermit wird bescheinigt, dass das Unt

ARGE Fahrbahn Transte

**Hansmatt 32
6370 Stans - Schweiz**

ein Managementsystem in Übereinstimmung m

ISO 9001:2008

eingeführt hat.

Dieses Zertifikat ist gültig für die folgenden Produkt- oder

**Planung, Bau und Unterhalt von Schotterlosem C
inklusive Weichen für Gemischt- und Hochgeschwin
Gotthard Basis Tunnel, sowie Planung, Bau und Un
inklusive Weichen der Zulaufstrecken Nord und
zum Gotthard Basis Tunn**

Datum der Erstzertifizierung:

03.03.2010

Das Zertifikat ist gültig bis:

02.03.2013

Das Audit wurde durchgeführt
unter der Leitung von

Philipp Zürcher
Leitender Auditor



Bei Verstoß gegen die im Zertifizierungsvertrag genannten Bedingungen verliert da
DNV Zertifizierung und Umweltgutachter GmbH, Schnieringhof 14, 45329 Essen, Tel: +49 201 7296

19. ábra: Az AFTTG ISO-tanúsítása 9001:2008

RITAS
ZERTIFIKAT

R-TGA

ernehmen

c Gotthard

it dem Standard

r Dienstleistungsbereiche:

Gleisbau (Feste Fahrbahn)
idigkeitseisenbahnverkehr im
terhalt von Schottergleisbau
I Süd von der Stammlinie
el.

Ort und Datum:

Essen, 03.03.2010

Akkreditiertes Zertifizierungsunternehmen:
DNV ZERTIFIZIERUNG UND UMWELTGÜTACHTER GMBH



Nikolaus Kim
Geschäftsführer

* Zertifiz... umgehend seine Gültigkeit.

100 Fax: +49 201 7296 333 - www.dnv.de/zertifizierung

Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Organisme suisse de certification pour produits de construction
Ente svizzero di certificazione per prodotti da costruzione
Swiss certification body for construction products



ZERTIFIKAT über die werkseigene
Produktionskontrolle

BE 316

Gemäss dem Bundesgesetz über Bauprodukte (Bauproduktegesetz, SR 933.0) vom 8. Oktober 1999 (Stand am 28. Dezember 2000) und der Verordnung über Bauprodukte (Bauprodukteverordnung, SR 933.01) vom 27. November 2000 (Stand am 07. November 2006), wird hiermit bestätigt, dass die ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard (AFTTG) eine Produktionskontrolle für die Betonproduktion aufgebaut hat, unterhält und zweckmässig anwendet, welche den Anforderungen der SN EN 206-1:2000 entspricht.

ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard (AFTTG)

Hansmatt 32, 6370 Stans

Dieses Zertifikat gilt für den Betonzug / Dosier- und Mischanlage
IP Rynächt

Die Gültigkeitsdauer des Zertifikats ist anlässlich der periodischen
Regelüberwachung zu bestätigen.

Dieses Zertifikat wurde erstmals am 20. November 2012 ausgestellt und
gilt bis 19. November 2017.

Wildegg, 20. November 2012



Daniele Raldi
Leiter der Zertifizierungsstelle



S SCHWEIZERISCHER ZERTIFIZIERUNGSDIENST
CE SERVICE SUISSE DE CERTIFICATION
S SERVIZIO SVIZZERO DI CERTIFICAZIONE
S SWISS CERTIFICATION SERVICE

SECSp 094

20. ábra: A betonozó vonattal való betonkészítés „S-Zert-Zertifikat” tanúsítása az AFTTG számára



21. ábra: 2014. október 31. – Dr. Renzo Simoni köszönetet mond az ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard társaságnak a GBT (Gotthard bázis-alagút) betonlemez vasúti pályájának határidőt teljesítő elkészítéséért © AlpTransit Gotthard AG

9. Végeredmény

A GBT (Gotthard bázis-alagút) számára egy kvázi ipari beépítési módszert fejlesztettek ki igen nagyfokú gépesítéssel és szabványosított munkautemekkel. Ezzel a folyamatnak olyan biztonságát érték el, hogy a betonlemez vasúti pályával szemben támasztott igen magas minőségi követelményeket korlátozás nélkül teljesíthették. A hatékony technika és a minősített kézi munka együttműködése révén a munkavédelmi biztonság magas fokát érték el, egyúttal a kivitelező munkások fizikai terhelését is a legkisebbre szorították le. A hatékonyság, a biztonság és a minőség járult hozzá ahhoz, hogy a „kritikus-út-művelet” révén a pályaépítést úgy meggyorsíthatták, hogy az egész GBT alagútprojekt az ATG, TTG és AFTTG együttműködésével az eredetileg tervezettnél egy évvel korábban készült el.

2014. október 31-én a GBT déli kapuzatánál betonozták be az utolsó „arany” zárókeresztaljat, 2015. szeptember 1-jén az ATG megindította az ellenőrző- és próbaüzemet a GBT teljes hosszán és 2016. május 31-én a TTG, egy évvel a tervezett előtt, az egész vasutat átadta az ATG-nek, ez pedig végül az SBB-nek, a svájci szövetségi vasútnak. Ez az eredmény az összes résztvevő beszállító és alvállalkozó életerős együttműködésének gyümölcse volt.

Fordította:

dr. Erdélyi Attila okleveles mérnök
tudományos tanácsadó (CEMKUT Kft.)
nyug. egyetemi docens (BME)

Rövidítésjegyzék

AFTTG	ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard
ATG	Alptransit Gotthard AG
GBT	Gotthard bázisalagút (Gotthard Basistunnel)
LVT	Low Vibration Track (magánalj rendszerű vágány- lem gumipapucsban)
TTG	Arbeitsgemeinschaft Transtec Gotthard (Transtec Gotthard vállalokozási társulás)

Ábraalírás-jegyzék

- 1 A GBT alagútrendszer vázlata a szükség megállóhelyekkel és a szellőzéssel © AlpTransit Gotthard AG
- 2 A kész betonlemez vasúti pálya a Faido-Bodio West alagútszakaszon © TTG
- 3 A GBT betonlemez vasúti pálya szabvány keresztmetszvénye © AlpTransit Gotthard AG
- 4 A HOLCIM cég Kavicsüzeme Hüntwangenben © Holcim (Schweiz) AG
- 5 A szivárgó vizek szulfáttartalma © AlpTransit Gotthard AG
- 6 A Sonnevile-féle LVT magánaljrendszer (LVT = Low Vibration Track = kis rezgésű pálya) © Vigier Rail AG
- 7 A sínek behúzása © AFTTG
- 8 A sínek igazítása összehegesztésük előtt © AFTTG
- 9 A sínek leolvasztó tompahegesztése © AFTTG
- 10 A vágányépítő gépsor © AFTTG
- 11 A betonozó vonat adalékanyagok kocsjai © ATG
- 12 A betonozó vonat fejénél lévő szivattyús kocsi © TTG
- 13 A betonszállító ingázó jármű az alagútpadkákön jár © TTG
- 14/15 A beton beépítése – kézi erővel végzett munka az előírt pályalemez felület készítésekor, – itt az úgynevezett „arany” záró keresztalj beépítése 2014. október 31-én © TTG
- 16 A betonozó vonat a vágánycsarnokban – anyagátrakó-hely és karbantartó-javító műhely © TTG
- 17 Az SN EN 206-1:2000 szerinti „S-Zert-Zertifikat” átadása 2012. november 20-án © AFTTG
- 18 Beton próbatestek a betonlaborba való szállításuk előtt © AFTTG
- 19 Az AFTTG ISO-tanúsítása 9001:2008
- 20 A betonozó vonattal való betonkészítés „S-Zert-Zertifikat” tanúsítása az AFTTG számára
- 21 2014. október 31. – Dr. Renzo Simoni köszönetet mond az ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard társaságnak a GBT (Gotthard bázis-alagút) betonlemez vasúti pályájának határidőt teljesítő elkészítéséért © AlpTransit Gotthard AG

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség tagjai

„AUTARK” Szolgáltató Kft.
www.autark.hu

Beton Technológia Centrum Kft.
www.btclabor.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

Mapei Kereskedelmi Kft.
www.mapei.hu

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

Mondi Bags Hungária Kft.
www.mondigroup.com

NORD-POINT Kft.
www.nord-point.hu/beton

PARTNER Betonelemgyártó
és Fémipari Szolgáltató Kft.
www.partnerpaks.hu

„PREMIER” Minőségvizsgáló
Technológiai Kft.
www.premierkft.hu

Readymix Hungária Kft.
www.beton-rendeles.hu

Readymix Zala Kft.
www.beton-rendeles.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.hu

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

TBG Otolec Transzportbeton Kft.
otolecz@t-online.hu

TPK BETON Kft.
tpkbeton@pr.hu

A Magyar Betonelemgyártó Szövetség tagjai

ASA Építőipari Kft.
www.asa.hu

betonEPAG Építőanyaggyártó Kft.
www.betonepag.hu

Beton-Star Kft.
www.betonstar.hu

dvb Dél-Magyarország
Vasbetonipari Kft.
dvb@dvb-szeged.hu

Első Beton Kft.
www.elsobeton.hu

FERROBETON Zrt.
www.ferrobeton.hu

K.V Építőipari Kereskedelmi
és Szolgáltató Kft.
www.kvkft.hu

Lábatlani Vasbetonipari Zrt.
www.railone.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

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

MC–Bauchemie Kft.
www.mc-bauchemie.hu

Peikko Magyarország Kft.
www.peikko.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.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-1191 Budapest, Üllői út 206. B.ép. I. lh. 216.
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 47 című, 2017. januári 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
erkath@beton.org, www.beton.org

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