

## A BALATONI ÚT MÁV VÁGÁNYOK FELETTI KÖZÚTI FELÜLJÁRÓJÁNAK ÚJJÁÉPÍTÉSE

### THE REBUILDING OF THE FLY OVER ROAD BRIDGE ABOVE THE MÁV RAILWAY LINE ON THE BALATONI STREET AT BUDAPEST

*Az erőteljesen megnövekedett igénybevétel szükségessé tette a jelentős személy- és teherforgalmat lebonyolító „régi” Balatoni út XI. kerületi szakaszának felújítását. A Budaörsi úttól a 41-es villamos pályájának keresztezéséig tartó rész négy kisebb-nagyobb vasbeton hídjának átépítése a Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal Közlekedési Ügyosztály megbízásából a Hídépítő Zrt. feladata volt.*

*2005 őszére három híd elkészült, ezek műszaki átadás-átvételi eljárásai lezárultak. A negyedik, a MÁV vágányok feletti közúti híd szerződése – hosszas egyeztetések után – módosult. Ennek határideje 2006. május 20. lett, de a forgalomba helyezés május 12-én megtörtént.*

*A továbbiakban e viszonylag könnyű és kis híd – a résztvevőket nehéz és nagy feladatok elé állító – sikeres megvalósításáról adunk tömör, fényképes tájékoztatást.*

#### 1. ELŐZMÉNYEK

A régi, háromnyílású, monolit vasbeton híd a jelenlegi igényeknek a keskeny forgalmi sávok valamint a leromlott műszaki állapot miatt már nem felelt meg. Felújítása gazdaságtalan félmegoldást jelentett volna, ezért a főváros a régi híd elbontása és egy teljesen új, egynyílású, acélszerkezetű, merevítőgerendás ívhíd építése mellett döntött (lásd a címlapképet).

#### 2. TERVEZÉS

Az adott helyszíni körülmények egyedi megoldásokat igényeltek (1. kép). Emiatt a tervezési és az azt követő ellenőrzési, engedélyezési folyamatok jelentősen elhúzódtak. Végül többszöri módosítás után a kiviteli szinten kidolgozott tervekben 236 t összsúlyú acél hídszerkezet szerepelt. A megvalósult közúti felüljáró kialakítása szerkezeti szempontból több újdonság is tartalmaz.

A korábbi, 1936-ban épült, elégtelen geometriájú és teherbírású híd helyén létesült új közúti hídnak, a MÁV úrszelvényekre vonatkozó és távlati fejlesztési igényeink túl, a kapcsolódó Repülőtéri úti és Eger úti csomópontokhoz is igazodnia kellett, helyszínrajzi és magassági értelemben egyaránt. Mindez a tervezőt szélsőséges peremfeltételek korlátai közé szorította.

*The increasing of the traffic has required to renovate a part of the "old" Balatoni street. On this line there has been existed four concrete bridges. The company Hídépítő Zrt. has got the contract for the reconstruction of these.*

*Until autumn of the year 2005 three of them were finished. The handing over time limit of the fourth above the railway line – because of coming some problems in the main time – was prolonged until 20th May 2006, but it was opened on the 12th May.*

*This report will give a summary of the small, but for the realization very difficult, totally new steel arc bridge.*

A helyszínrajzi kötöttségek nagy ferdeségű (68°) és 38 m nyílású hídszerkezetet igényeltek, melynek alkalmasnak kellett lennie a távlati csomópont-átépítések során történő megemelésre is (2. kép).

Az előírt úrszelvény magassága és a meglévő utak szintjeihez történő alkalmazkodás szükségessége rendkívül csekély (68 cm-es) szerkezeti magasságú műtárgyat eredményezett. Emiatt kizárólag alsópályás kialakítás, a későbbi megemelhetőség igénye miatt pedig csak acélszerkezet jöhetett szóba.

A fenti kötöttségek figyelembevételével olyan ívhídat terveztek (3. kép), mely több műszaki paraméterében is egyedülálló a hazai hidak körében. Magyarországon ez az első ortotrop pályaszerkezettel együttműködő vasbeton pályalemez konstrukció.

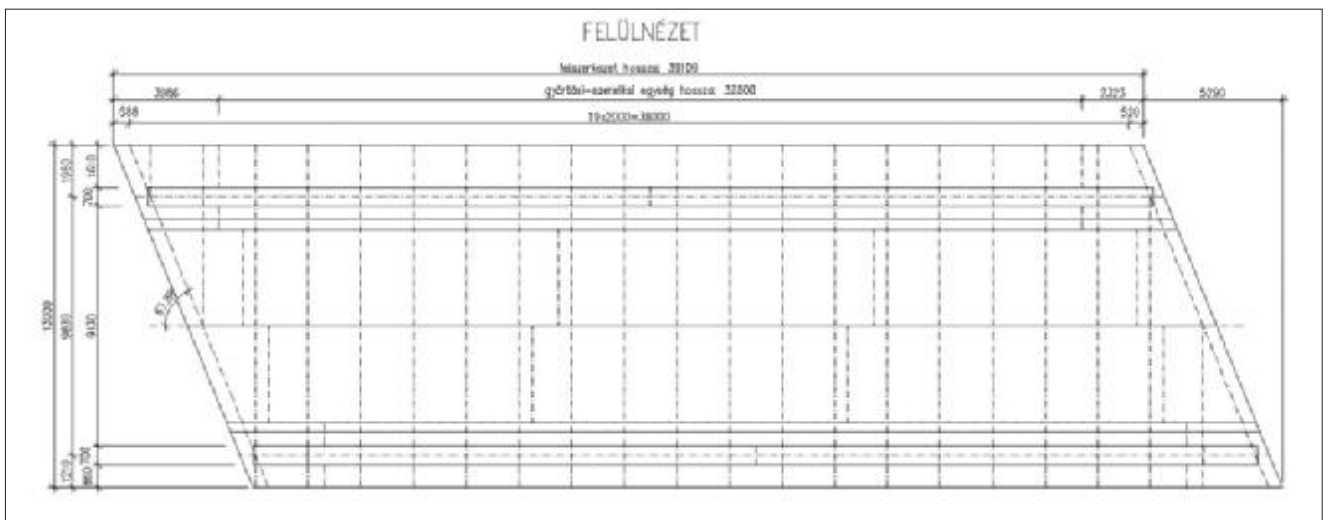
Az alsópályás ívhidaknál általában keresztkötés és szélrács kapcsolja össze az egymással párhuzamos íveket. Jelen esetben az ívek keresztkötés nélkül „szabadon állóak”. Ugyanis a ferdeség miatt a két ív egymástól jelentősen eltolódva helyezkedik el, továbbá a kis nyílásméret következtében az ívek csekély magassága nem teszi lehetővé a közúti úrszelvény feletti összekötést (4. kép).

A „nyomott” szerkezeti magasság „rányomta bélyegét” a keresztartók és a pályaszerkezet kialakítására is. A „hagyományos” 3,5–4,5 m közötti keresztartó-távolságú, 300 mm

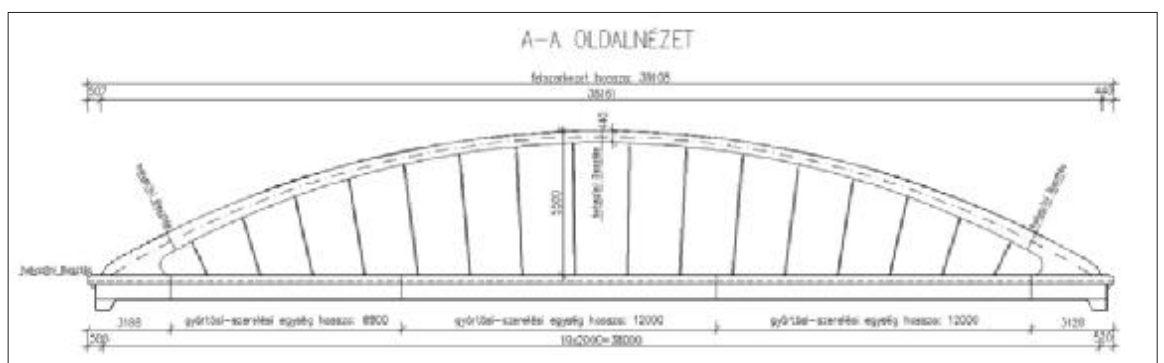




1. kép: A hídépítés helyszíne madártávlatból

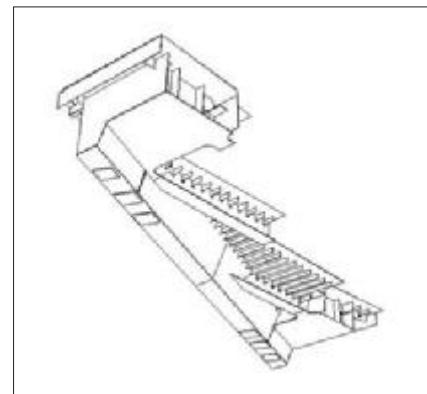
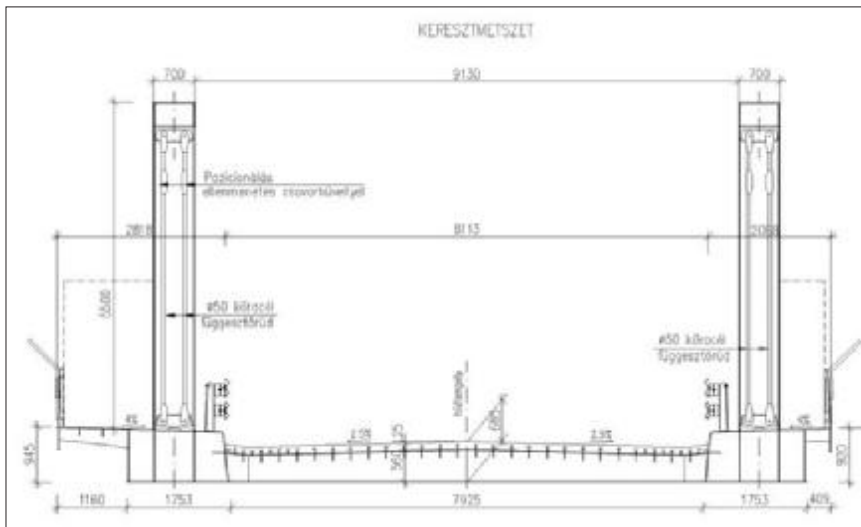


2. kép:  
A híd  
merevítő-  
tartójának  
felülnézeti  
terve



3. kép: A híd oldalnézeti terve





5. kép: A végkereszttartó térbeli terve

4. kép: A híd keresztmetszeti terve

magas trapézbordákkal merevített pályalemez választása esetén a hosszbordák több mint felét elvették volna a keresztartók gerincmagasságának. Ennek elkerülése érdekében a szokásos megoldás helyett igen sűrű, kétméterenkénti keresztartókkal és laposacél bordákkal merevített ortotrop pályalemez szerkezetet terveztek. Külső szakértő (MSC Kft.) javaslatára és a megbízó Főpolgármesteri Hivatal kérésére új kísérleti megoldás: ortotrop pályaszerkezettel együtt dolgozó vasbeton pályaburkolat készült, mely – a szokásos aszfalt helyett – egyben az átvezetett közút járófelülete is.

A megépült új kísérleti pályaszerkezeten nyert tapasztalatok alapján később esetleg lehetőség nyílik a már üzemelő acélhidak hasonló megoldással történő felújítására, illetőleg átépítésére.

A csekély (68 cm-es) szerkezeti magasság miatt, a kellő merevség biztosítása céljából, a merevítőtartó, az ívek és a végkeresztartó is zárt keresztmetszetűek. Ez jelentősen megnehezítette a kivitelezést. A zárt szelvények belső varratainak elkészíthetőségét modellezéssel vizsgálták. A legbonyolultabb a végkeresztartó volt, melynek ferde homlokemezei, a befutó térbeli keresztmetszet és a szükséges merevítések elhelyezése már a megvalósíthatatlanság határát súrolták. Ebből adódik, hogy a szerkezet tervezésénél annak 3D-s modellezése nem csak a számításánál, hanem gyártmányterveinek elkészítésénél is alapkövetelmény volt. 29 db térbeli ábrából álló összeépítési sorrendterv segítette a kivitelező munkáját (5. kép).

Az acélszerkezetek alapanyaga S235J0, a függesztőrudak és szerelvényeié S355J2G3 (az MSZ EN 10025:1998 szerint).

### 3. KIVITELEZÉS

#### 3.1. Alépitmények

Az alépitményi munkák 2005 novemberében elkészültek. A régi MÁV vágányok feletti négytámaszú monolit vasbeton hidat – a Hídépítő Zrt. alvállalkozójaként – a Betonplasztika Kft. elbontotta és a hídfőket újjáépítette, a közműveket az új hídnak megfelelően kiváltotta (6. kép).

#### 3.2. Acélszerkezet

Az acélszerkezet megépítését és korrózióvédelemét – a Hídépítő Zrt. megrendelésére – a MÁV Hídépítő Kft.



6. kép: Az újjáépített hídfők

végezte. A két acél ívtartót – alvállalkozásban – a dombóvári RUTIN Kft. gyártotta.

#### 3.2.1. Előkészítő munkák

A meglehetősen bonyolult szerkezet megvalósítása (gyártás, szállítás, helyszíni szerelés, korrózióvédelem) – az ÚT 2-3.404:2002 Útügyi Műszaki Előírás figyelembevételével kidolgozott – részletes Kivitelezési Utasítás szerint történt. Ehhez Ellenőrzési és Vizsgálati Terv tartozott. A megfelelőséget Minőségtanúsítási Dokumentációval igazolták. A munkálatokról Építési Naplót vezettek.

A híd minden kapcsolata hegesztett. Az alkalmazott eljárás túlnyomó részben fogyóelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (135, MAG), a pályalemezek gyári tompakötésinél fedett ívű hegesztés huzalelektrodával (121). A helyszíni tompakötések mindegyikénél – vízszintes és függőleges helyzetű varratoknál egyaránt, a cég gyakorlatában először – kerámia hegfürdő megtámasztást alkalmaztak (igen jó eredménnyel).

Az egyes kötéstípusokra előzetesen eljárásvizsgálatok (WPQR) készültek. A teherbíró varratok minőségére az MSZ EN ISO 5817:2004 szerinti „B” szintet kellett biztosítani. Ennek igazolása 100%-ban végrehajtott szemrevételezéses (VT) és ultrahangos (UT), valamint 10%-os radiográfiai (RT) roncsolásmentes, továbbá az Ellenőrzési Utasítás szerint meghatározott mennyiségben roncsolásos vizs-



gálattal történt (az EN ISO 15614-1:2004 szerint, mely az MSZ EN 288-3:1998 utódszabványa). Az előbbieket a LAFOREX Kft., az utóbbiakat az AGMI Rt. végezte.

A varratokat az MSZ EN 287-1:2004 szerint minősített hegesztők készítették, az MSZ EN 288-2:1998 szerinti hegesztési utasítás (WPS) alapján.

A vasbeton pályaburkolat ortotrop acél pályaszerkezettel való együttműködését 22 mm átmérőjű, 75 mm hosszú fejescsapokkal biztosították. Ezeket ún. ívhúzásos csaphegesztéssel rögzítették a pályalemezhez (speciális KÖCO berendezéssel).

### 3.2.2. Gyártás

A 2–4. képeken szemléltetett merevítőtartó gyártását a MÁV Hídépítő Kft. központi, budapesti telephelyén lévő csarnokában végezte. Ez a munka gyakorlatilag 6 db pályaszerkezeti (7–8. képek), 6 db főtartó (9. kép) és 2 db végkereszttartó (10–11. képek) egység elkészítéséből, továbbá üzemi próbaszereléséből (12–13. képek) állt.



7. kép: Egy ortotrop pályaszerkezeti egység a műhelyben (fordított helyzetben)

8. kép: A laposacél hosszborða kapcsolata a kereszt-tartóval és a pályalemezzel



9. kép: Egy főtartó egység (a külső gerincre állított helyzetben)



10. kép: A végkereszttartó összeállítás alatt



11. kép: A két végkereszttartó (fordított helyzetben)



12. kép: Az üzemben próbaszerelt merevítőtartó (a végkereszttartók nélkül)

13. kép: A főtartó és a pályaszerkezet csatlakozásának részlete (a fejescsapokkal)







14. kép: A szerelőtér a már betolásra előkészített híddal (a helyszűke jól érzékelhető)

### 3.2.3. Szállítás, szerelés

A szerelési egységeket az építés meglehetősen nehezen megközelíthető helyszínére közúton szállították.

A híd összeállítása és hegesztése a végleges tengelyben, a MÁV vágányok Érd felőli oldalán kialakított szerelőpadon történt. A rendkívüli kicsi szerelőtér csak két oldalról volt megközelíthető (14. kép). A szerelőpad szintkiegyenlítő aljzatbetonra helyezett 2x2x0,2 m méretű betonlapokon nyugvó 2x3 db kalodázott 500-as I tartóból, az ezeken lévő, 2–2 db 48,3 kg/fm méretű betolósínből, valamint a rajtuk keresztirányban fekvő, a hídszerkezetek közvetlen alátámasztására szolgáló, 2–2 db kalodázott 400-as I tartóból készült (15. kép).



15. kép: A szerelőpad, annak pesti oldali végén az első két hídgyésséggel (2006.01.18.)



16. kép: A végkeresztartó beemelése (2006.01.17.)



A hídgyégeket a MÁV vágányok felől Érd felé, meghatározott sorrendben, 120 tonnás autódaruval helyezték el (16. kép).

A szerelési munkálatok 2006. január második hetében kezdődtek, így az egész merevítőtartó egységeinek illesztése és hegesztése téliesítést igényelt. Ez gyakorlatilag a pályaszerkezetre épített 2 db sátorból és kétoldalt, valamint a végeken elhelyezett lezáró hőszigetelő függönyökből állt. Az így kialakított zárt terekben a pályalemez alatti térben működtetett 4 db hőlégfúvóval kb. 10 °C körüli hőmérsékleten sikerült tartani. (17–19. képek).



17. kép: A merevítőtartó egységei a helyükön vannak, épül a sátorváz (2006.01.31.)



18. kép: A pesti oldali sátor az oldalsó térelhatároló függönyökkel (2006.02.13.)



19. kép: A második sátor is kész, látható a végkereszttartó és az alatta lévő térelhatároló függöny (2006.02.20.)

A fentiek szerint már „műhelykörülmények” között lehetett dolgozni. A hegesztési varratok megfelelő minőségben történő kivitelezhetősége érdekében rendkívüli jelentősége van a varratélek/hézagok előírtos kialakításának. Ezt helyszíni összedolgozással biztosították az egész híd minden elemének, minden illesztésénél (20. kép). A pályaszerkezet esetében valamennyi tompavarratot kerámia fürdőbiztosítással, MAG eljárással készítették el. Ezek sorrendje: a keresztartók alsó övlemezei (21–23. képek), a



20. kép: A pályalemez pontos mérethez szabása autogén székátorral



21. kép: A pályalemez alulnézetben, a keresztirányú varrat gyöke és a hosszvarrat fürdő biztosításául szolgáló kerámia alátét a felszorító eszközökkel



22. kép: A 21. képen látható kötésrészlet felülről szemlélve



23. kép: A pályalemez hosszvarratának MAG eljárással készült alapsora

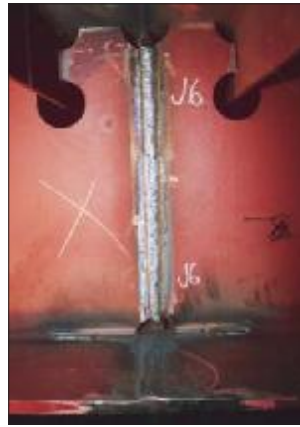




24. kép:  
A keresztartó gerinc  
kötésének hegesztéséhez  
felszerelt kerámia alátét



25. kép:  
A 24. képen látható illesztés  
a hegesztés felőli oldalról  
szemlélve



26. kép:  
Az elkészült gerincillesztés  
varratának fedősora



27. kép:  
Az elkészült gerincillesztés  
varratának gyöksora



28. kép: A laposacél hosszborða „ablakos” illesztőeleme  
hegesztéshez kerámiafürdő biztosítással előkészítve



29. kép: A hosszborða illesztő-  
varratának fedősora



30. kép: A hosszborða illesztő-  
varratának gyöksora



31. kép: A főtartó belső gerincének hegesztése  
(a külső gerinc „ablakos” illesztése felől szemlélve)

pályalemez kereszt-, majd hosszvarratai, ezután a kereszt-  
tartók gerincei (24–27. képek), legvégül a laposacél hossz-  
borðák „ablakos” toldólemezei (28–30. képek). A szekré-  
nyes főtartók illesztéseinél acél alátétlemezeket alkalmaz-  
tak (31. kép). Utolsónak maradt a külső gerinc ablaklemez-  
es toldása.

A merevítőtartó fent felsorolt kötése március közepére  
elkészültek. Ezt követően a sátrakat eltávolítva beemelték  
az ívcsonkokat, majd 2–2 darabban, középpütt – az illesz-  
tésenkül – alátámasztva, az ívtartókat. A még mindig zord  
időjárás miatt ezek kötéseit is köréjük húzott sátrak védel-  
me alatt kellett meghegeszteni (32–33. képek). Az ívalá-



32. kép: A beemelt ívek a csomknál és a középső illesztésnél  
felépített sátrakkal



33. kép: Az ívcsomk hegesztése a sátor védelme alatt





34. kép: Az ívcsonknál lévő első függesztőrúd-pár



35. kép: Az íveket a behúzás alatti igénybevételekre ideiglenesen beépített alátámasztó és kereszt-kötésrendszer (2006.03.31.)



36. kép: A híd konzolos alátámasztása és a behúzó kocsi az Érd felőli kis tengelytávolságú pályaszakaszon



37. kép: A betolópálya az alátámasztó oszlopszerkezetekkel

támasztó bakok eltávolítását követő művelet a függesztőrudak beszerelése (34. kép), majd ezek megadott rúderőkre történő beállítása. Ezt a METAL-Elektro Kft. mérései alapján végezték el. A behúzás közben fellépő igénybevételek felvételére az ívet két helyen alátámasztották és az alátámasztásokat felül andráskereszttel összekötötték (35. kép).

#### 3.2.4. Tengelyirányú betolás, a betolópálya elbontása, sarura engedés

Március második felében megépült a MÁV vágányok feletti betolópálya is. Ennek sajátossága, hogy az Érd felőli oldalon – helyhiány miatt – a pályatartók tengelytávolsága csak 6,10 m, míg a pesti szakaszé – a híd főtartóiéval egyezően – 9,83 m volt. A keskeny oldalon a híd szerkezet az alátámasztástól jobbra-balra konzolosan kinyúlik. Ezért a közbenső alátámasztásoknál I-400-as (4 db) és I-500-as (5 db) tartóköteget kellett beépíteni a betolás idejére (36. kép). A vasút feletti szakaszt 14 m szélességben nyitva kellett hagyni, itt a szerkezetet konzolosan tolták át. A betolópálya alátámasztására a vasúti sín párok mellé, mindkét oldalra, vasbeton síkalapokra, 6,3 m magas, 328 mm átmérőjű csövekből gyártott, 2–2 db acél oszlopot állítottak fel. Ezekre 3 db I-600-as tartókból készült kereszt-tartót helyeztek el. Az egész betolópálya és az azt alátámasztó rendszer oly módon került kialakításra, hogy egyrészt a hídmozgatás közben szükséges műveletek (tolás, emelés stb.) végrehajthatók, másrészt ezek után a szerkezetek a híd alól könnyen eltávolíthatók legyenek (37. kép).

A híd a hosszirányú mozgatáshoz három keresztmetszetben volt alátámasztva, és 6 db behúzó kocsin gördült. A hosszirányú behúzó tartókat a hídfőkben bordázott I tartókból kialakított máglya támasztotta alá. Ezt később, a híd süllyesztésénél is jól tudták alkalmazni.

A híd hosszirányú mozgatását a két sín pár tengelyében szinkronban üzemeltetett, 120 cm-es lökethosszú hidraulik-

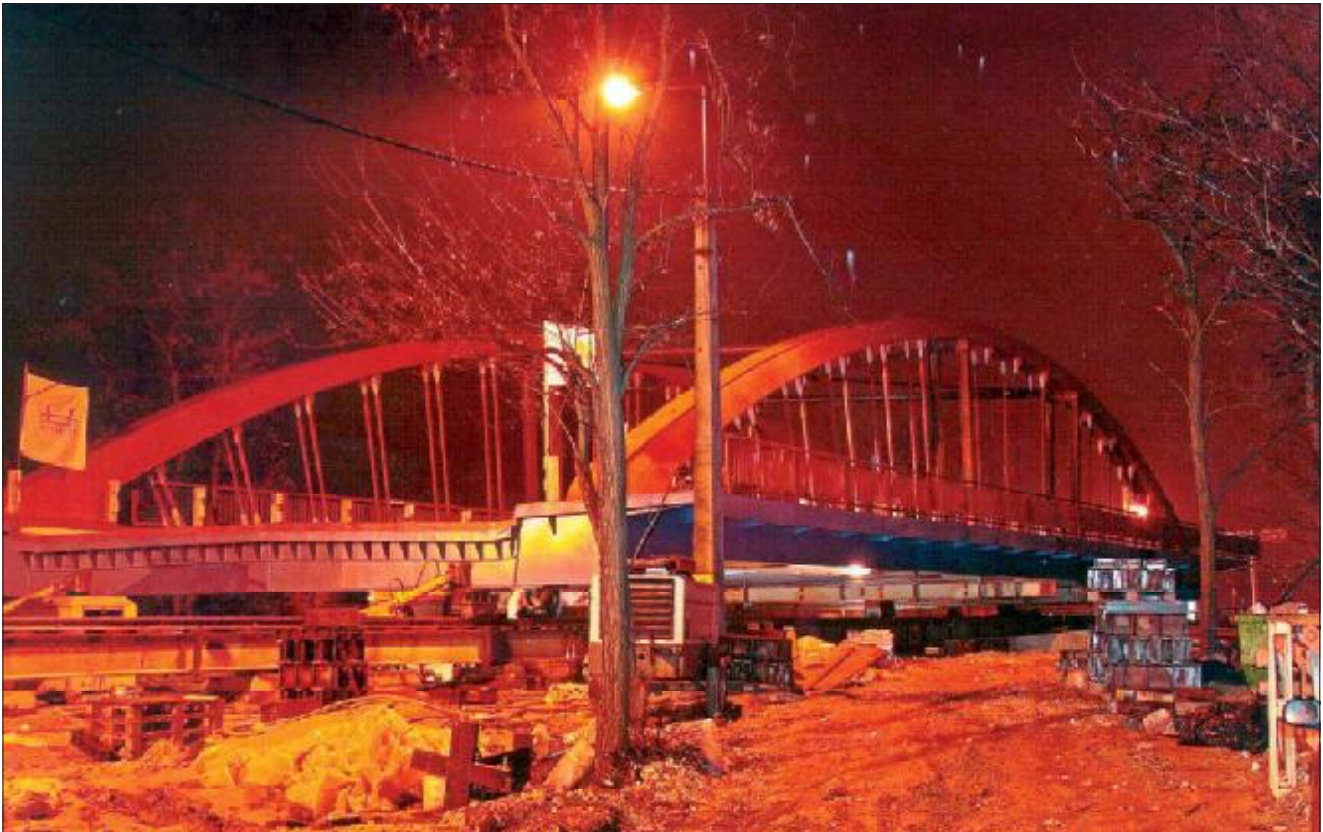




38. kép: A híd betolására szolgáló hidraulikus sajtók



39. kép: A betolópálya és a híd a mozgatási művelet ütemében



40. kép: Éjszakai betolás a MÁV sínek feletti szakaszon

kus tolóhengerekkel hajtották végre (38. kép). A közel 240 tonnás hídszerkezet szükséges emelési munkáit 4 db 100 tonnás hidraulikus emelővel végezték.

A hídszerkezet betolását az alábbi három ütemben – 36 óra alatt – hajtották végre:

- I. ütem: A híd betolása az Érd felőli oszloppár tengelyéig (39. kép), majd konzolos áttolás a Budapest felőli oldalon álló alátámasztás tengelyéig. Erre a műveletre 2006. április 5-én éjszaka – vágányzár alatt – került sor (40. kép).
- II. ütem: A híd megemlése, az Érd felőli első konzolos keresztartó és a behúzókoszik tehermentesítése, ezután a Budapest felőli oszloppár feletti végkeresztartó alá történő áthelyezése. A szerkezet hosszirányú betolásának folytatása a második konzolosan beépített keresztartó Érd felőli oszloppárra történő megérkezéséig.
- III. ütem: A híd megemlése, a második konzolos keresztartó tehermentesítése, eltávolítása, majd a hosszirányú betolás folytatása a Budapest felőli hídfőig (41. kép).

A híd betolásához szükséges szerkezetek terveit a Speciálterv Kft. készítette. Ők számították a betolás egyes fázisaiban létrejövő reakcióerőket is.

A szerkezet sarura eresztését megelőzően el kellett bontani a betolópályát és az alátámasztó oszlopokat. Ehhez eredetileg vasúti darut irányoztak elő, de a MÁV nem tudott vágányzárát biztosítani, így e munkálatokat elektromos csörlőkkel és autódarukkal hajtották végre (42. kép). A hidat – a végkeresztartóknál 2–2 máglyarendszert és 2–2 hidraulikus sajtót alkalmazva – fokozatosan engedték sarura. A süllyesztés mértéke 2,82 m volt (43. kép). A betolást követő műveletsor egy hetet vett igénybe.





41. kép: A híd betolása befejeződött, folyik a segédberendezések eltávolítása

### 3.2.5. Korrózióvédelem

A gyártás befejezése után a szerkezeteket szemcseszórásal fémtisztta (Sa 2<sup>1/2</sup> fokozat) állapotba hozták, majd alapmázolással látták el. A helyszínen a hegesztett illesztések környezetében az alapozást kipótolták, ill. a sérült helyeken kijavították. Ezt követően – még betolás előtt, a szerelőtérén – felvitték a végleges, GEHOLIT bevonatrendszert. Ennek össz száraz rétegvastagsága 240 μm volt, me-

lyet a pályaszint felett, 1,5 m magassáig 320 μm-re növelték. Az acél pályalemez felső felületét homokszórásos felülettisztítást követően (Sa 2<sup>1/2</sup> fokozat) két réteg STOPOX Z NP és STOPOX TEP MULTI-TOP bevonattal szigetelték.

### 3.2.6. A pályalemez betonozása

Amint azt a 2. Tervezés című fejezetben már említettük, az eredetileg tervezett, szokványos, aszfaltburkolattal ellá-



42. kép: A betolópályát alátámasztó állványok bontása



43. kép: A hídszerkezet süllyesztése 2x2 db máglya és 2x2 db 100 tonnás hidraulikus sajtó segítségével





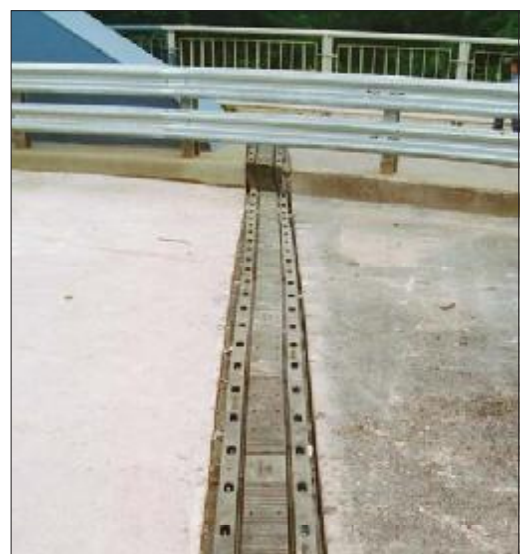
44. kép: A pályaburkolat vasalása (2006.04.18.)

tott ortotrop acél pályaszerkezet helyett, azzal együttdolgozó, 12,5 cm vastag vasbeton pályaburkolat készült. Ez a szokatlan megoldás azt a veszélyt hordja magában, hogy kötés közben a beton zsugorodik és benne repedések keletkezhetnek. A víz ezeken áthatol, a pályaszigetelésen összegyűlik, majd télen megfagyva, a beton tönkremenetelét okozhatja. Ennek elkerülése céljából a vasbeton lemezt erősített vasalással tervezték, MAPEI zsugorodást csökkentő adalékszereket alkalmaztak, illetve a kivitelező Betonplasztika Kft., olyan speciális bazaltbeton keveréket fejlesztett ki, melynek bizonyos változatait már korábban is sikerrel alkalmaztak.

A betonvasalás elhelyezésére (44. kép), majd a betonozásra a híd végleges helyén, április második felében került sor. E munkát hagyományos tűvibrátoros és vibrogerendás bedolgozással, gépi – tárcsás – simítással hajtották végre. A felület érdesítése acélgolyós szemcseszórással történt (45. kép). A dilatációk és vezetőpalánkok elhelyezése, a korlátok korrózióvédelmének befejezése (46. kép), a csatlakozó útszakaszok aszfaltburkolatát május elején készítették el (47. kép). A híd próbaterhelésére május 8-án került sor (48. kép). Ennek eredménye pozitív volt, így a hidat 2006. május 12-én forgalomba helyezték (49–50. képek).



45. kép: A vasbeton pályaburkolat érdesítés előtt (2006.05.03.)



46. kép: A dilatáció, az útkorlát a helyén, a járdakorlátot mázolják (2006.05.07.)





47. kép: A befejező munkálatok a Repülőtéri út felőli – kedvezőnek nem nevezhető – útcsatlakozási rendszerrel (2006.05.03.)



48. kép: Teherpróba (2006.05.08.)

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Úgy gondoljuk, hogy e viszonylag kis műtárgy, előzőekben részletesen bemutatott megvalósítása mind a tervezés, mind pedig a kivitelezés fázisában számos, megőrkítésre érdemes, bonyolult probléma megoldását követelte a résztvevőktől. A nehézségeket sikeresen leküzdötték, ha az újszerű megoldás kiállja az idő próbáját.

*Az 1., 14., 16., 40. képek Csécsei Pál; a 2–5., 11–12., 36., 38–39. képek Pál Gábor; a 42–43. képek Sélley Tivadar; a címlapkép és a többi dr. Domanovszky Sándor felvétele.*



49. kép: Átadás a pesti oldali hídvég felől szemlélve (2006.05.12.)



50. kép: A kész híd