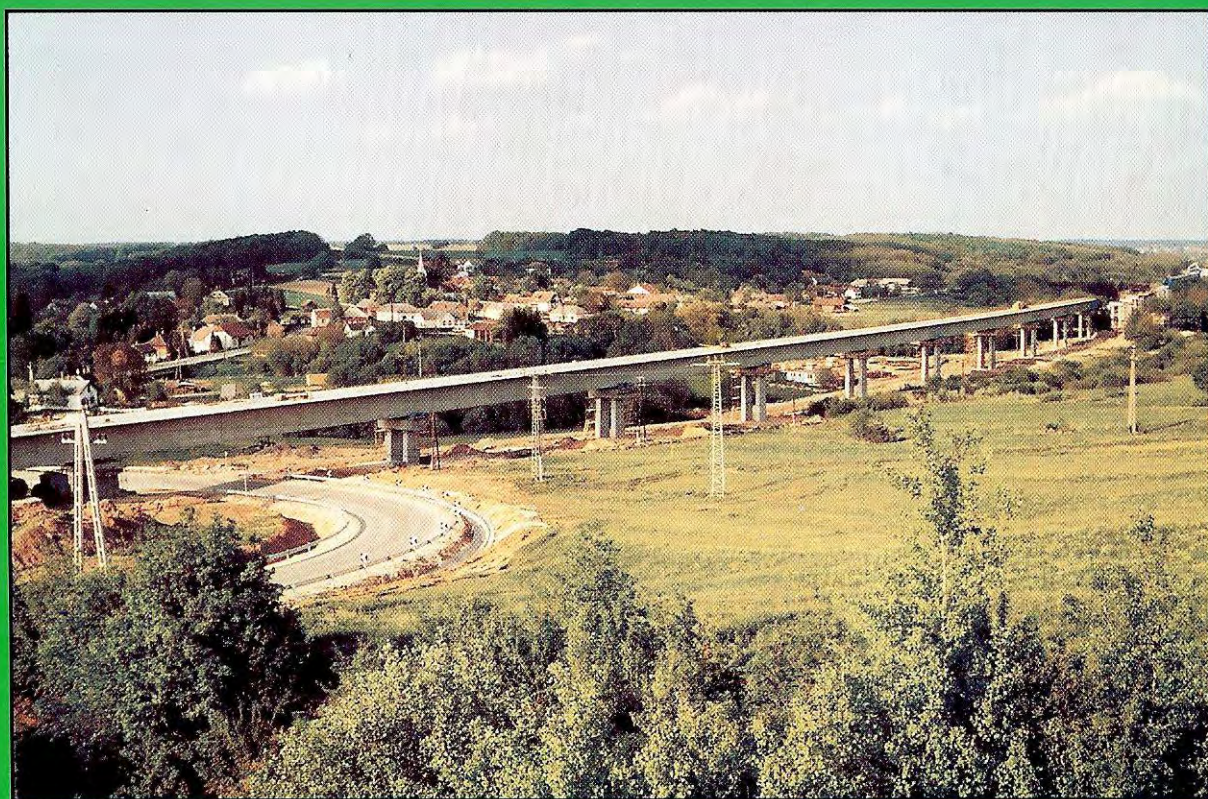


SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK RT. PÁLYA-, HÍD-, MAGASÉPÍTMÉNYI SZAKMAI FOLYÓIRATA

VI. Vasúti hidász találkozó Szombathely

Köszöntő • A hídszolgálat elmúlt három éve • Nagysebességű vasútvonalak hídjai • Vasúti hidak Japánban • Vasúti hidak esztétikája • A vasúti pálya átvezetése hidakon • A lisszaboni Tejo híd • Szobi völgyhíd átépítése • Bajai Duna-híd • Gaja-patak híd • Magyar-Szlovén vasútvonal völgyhídjai • Az előző konferencia ajánlásai



Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídja

2000



1. különszám

VASÚTI HIDAK

alapítvány

1996

Alapítványunkat a Csongrád Megyei Bíróság Pk 60.001(1996/3)670. számon, 1996 februárjában vette nyilvántartásba.

Alapítványunk célja:

- A vasúti hidak múltjának, történetének felkutatása, ápolása, kiadványokban való megjelentetése.
- A vasúti hídtörténeti kutatások támogatása, tárgyi emlékek felkutatása, összegyűjtése, rendszerezése, felújítása, ápolása, megőrzése, kiállításokon való bemutatása.
- Hidász szakemberek oktatásának, továbbképzésének szervezése, anyagi és szakmai támogatása, pályakezdő szakemberek segítése.
- Hidász szakmai tudományos értekezések, konferenciák, előadások szervezése, lebonyolítása.
- Hidász szakmai tudományos munkák, szakirodalmi cikkek összegyűjtése, rendszerezése.
- Hidász témájú pályázatok kiírása, díjazása.
- Hidak közlekedésbiztonsági továbbfejlesztésében való közreműködés tanulmányok készítésével, pályázatok kiírásával.

Alapítóink a MÁV Rt. Vezérigazgatósága, a MÁV Épületkarbantartó Kft., a MÁV Hídépítő Kft., a Hídépítő Rt., a Szfinx Bt., csatlakozóink az Antikorr Kft., a Betonplasztika Kft., a Frikober Kft., a Hercules Bt., a Hídterv Bt., az Isobau Kft., a Metrober Kft., az MSC Setaroute Kft., Dr. Nemeskéri-Kiss Géza, a Techno-Wato Kft., az Utiber Kft., a Vas-Út Gmk.

Eddigi munkánk legfontosabb eredményei:

- vasúti hidak és műtárgyak témájában évenkénti diplomatervezési pályázatok lebonyolítása a Budapesti Műszaki Egyetem hallgatói körében,
- szakmai cikkpályázat a 70 évnél korosabb vasúti hidak tárgyában,
- III. Vasúti Hidász találkozó lebonyolítása és az előadások anyagának színes kiadása,
- Korszerű Vasúttechnika c. szakkönyv kiadásának támogatása,

- fotópályázat lebonyolítása vasúti hidak témakörében,
- fiatal szakemberek külföldi konferenciára való utazásának támogatása,
- Vasbetonszerkezetek c. szakmai folyóirat kiadásának támogatása,
- Tervezői nívódíj alapítása,
- Kivitelezői nívódíj alapítása.

A Kuratórium tagjai anyagi elismerés és tiszteletdíj nélkül, a hidász szakma iránti elkötelezettséggel, nagy lelkesedéssel végzik munkájukat.

A Kuratórium tagjai a következők:

Evers Antal, Központi Közlekedési Felügyelet,
Hámori Ottó, MÁV Hídépítő Kft.,
Dr. Iványi Miklós, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Rege Béla, Közlekedési Főfelügyelet,
Dr. Sándor Csaba ügyvéd,
Vörös József, MÁV Rt. Pálya, Híd- és Magasépítmenyi Szakigazgatóság,
Zsigmondi András, Hídépítő Rt.,
A Kuratórium titkára *Füle Attila*, MÁV Rt.
Hódmezővásárhelyi PGF.

Alapítványunk székhelye Szeged, egyik alapítóink a MÁV Épületkarbantartó Kft., Lángi Alajos igazgató úr vezetésével itt biztosították működésünkhöz a helyi feltételeket, amelyért ezúton is köszönetet mondunk.

Végül szeretném megköszönni Alapítóinknak, egyes rendezvényeink támogatóinak eddigi anyagi segítségét, továbbá valamennyi érintett kollégának szakmai és erkölcsi támogatását, amellyel munkánkat segítették.

Budapest, 2000. április 17.

REGE BÉLA
a Kuratórium elnöke

Tartalomjegyzék

- 1 **Pál József: Köszöntő**
A hídszolgálat elért eredményeit méltatva a jövő lehetőségeit vázolta fel köszöntőjében Pál József pályavasúti vezérigazgató helyettes. 5
- 2 **Vörös József: A vasúti hídszolgálat elmúlt három éve és a jövő feladatai**
A szerző ismertette az előző évek, a folyamatban levő és az előkészítés alatt álló hídépítéseket. Tájékoztatást adott a műszaki fejlesztés, a szabályzatok korszerűsítése, valamint a nemzetközi szervezetek kutató munkáiról. 6
- 3 **Dr. habil. Farkas György, Péczely Attila: Nagysebességű vasutak utófesztített vasbeton hídjai**
Nyugat-Európában számtalan fesztített vasúti vasbetonhíd épült nagysebességű vasutak számára. Az előadás a közelmúltban elkészült TGV Mediterranée vasútvonal hídjai közül mutat be néhány jellegzetes példát. 12
- 4 **Dr. Medved Gábor: Vasúti hidak Japánban**
A cikk a földrajzi és történelmi sajátosságból kiindulva mutatja be a japán vasúti hídépítés fejlődését. Röviden ismerteti a Szeto hidakat, ezen belül a világ első, vasúti forgalmat is lebonyolító óriás függő- és ferdekábeles hídjait. Végül bemutatja a világon épült nagyhidak tükrében a japán hídépítés helyzetét. 19
- 5 **Dr. Kollár Lajos: Vasúti hidak esztétikája**
A vetített képes előadás tartalmi összefoglalója a cikk, amely elemzi a mérnöki esztétika sajátosságait, jellemző alapelveit, és kitér az esztétika és a gazdaságosság összefüggéseire. 25
- 6 **Rege Béla: Vasúti pálya átvezetése hidakon**
A szerző a vasúti pályával szemben támasztott követelményeket a vasúti hidakon vizsgálja. Ismerteti az utóbbi időben született műszaki megoldásokat is. 26
- 7 **Dr. Domanovszky Sándor: A lisszaboni Tejo közúti kábelhíd helye a kábelhidak sorában, megerősítése és átalakítása a vasúti forgalom számára**
Az előadás tömören áttekinti a kábelépítés 200 éves történelmét. Részletesen ismerteti a lisszaboni Tejo híd egyedülálló megoldásokat és teljesítményeket követelő átalakítási munkáit, aminek végeredménye a közúti pálya szélesítése mellett kétvágányú vasúti pálya beépítése. 33
- 8 **Bella Tamás, Mohay Kálmán, Tápai Antal, Hámori Ottó: Szobi öt nyílású vasaltbeton boltozatú híd átépítése**
Az előadás részletesen ismerteti a híd átépítésének előzményeit a tervezés folyamatát az előregyártási munkákat, valamint a kivitelezés részleteit. 38

- 9 **Pozsonyi Iván, Orosz Károly: A bajai Duna-híd vasúti pályaszerkezetének korszerűsítése**
A cikk bemutatja a bajai Duna-híd átépítésének 2. ütemét, a vasúti pálya átépítését.
Ezen belül ismerteti a beruházás előzményeit, a tervezés főbb részleteit és a kivitelezés körülményeit. 51
- 10 **Gyurity Mátyás, Gál András, Sélley Tivadar: Vasúti acélhidak tervezése, gyártása és szerelése, a Székesfehérvár-Komárom vasútvonal Gaja-patak híd átépítése.**
Az előadás során ismertetést kapunk az utóbbi években Magyarországon újszerű kialakítással tervezett vasúti hidakról, ezen belül megismerhetjük a Gaja-patak híd tervezésének, gyártásának és kivitelezésének részleteit. 57
- 11 **Zsigmondi András, Wellner Péter, Mihalek Tamás, Barta János, Becze János, Fodor József, Kolozsi Gyula: Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhidjai**
Az előadók ismertetik a völgyhidak építését a felkészülésről a tervezésen át a kivitelezés érdekes részletein keresztül. 65
- 12 **Dr. Halász József: Az előző konferencia ajánlásainak értékelése** 94

Címlapon és a hátlapon a Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjainak építése látható.

Sínek Világa

Vasúti pálya, híd- és magasépítmenyi szakmai folyóirat

Kiadja: a MÁV Rt. Pálya, Híd és Magasépítmenyi Szakigazgatósága
1062 Budapest VI., Andrássy út 73-75.

Postacím: 1940 Budapest

Telefon: 3425-931. Üzemi: 35-19 Telefax: 4324-042

Főszerkesztő: Pál József Felelős szerkesztő: Ambrus Zoltán

A szerkesztőbizottság tagjai:

Árva Kálmán, Bátyi Ferenc, Beluzsár János, Boa Árpád, Csek Károly, Farkas László, Farkas Tibor, Halmay Árpád,
id. Dr. Horváth Ferenc, Dr. Horvát Ferenc, Keller Pál,

Dr. Kerkápoly Endre, Kincelli Antal, Kovács Sebestény Béla, Kummer István, Dr. Megyeri Jenő, Merkly István, Molnár Gábor,
Dr. Ritoók Pál, Sárkány László, Sülle Ferenc, Szamos Alfonz, Tasi Gábor, Tóth András, Varga Zoltán, Dr. Vaszary Pál, Víg Imre,

Vörös József, Weinberger Károly, Dr. Zsákai Tibor

Nyomtatás a MÁV Rt. Vezérigazgatóság nyomdájában

Felelős vezető: Szabó László Munkaszám: 999.510

Megjelenik évente négy alkalommal. Egy példány ára: 100,-Ft.

Évi előfizetési díj: 400,-Ft.

Előfizetés és hirdetésfelvétel közvetlenül vagy postautalványon, illetve átutalással a MÁV Rt. Pályagazdálkodási Központ 10200 971-21522330-00000000 számlaszámon.

Levél cím: 1011 Budapest, I. Hunyadi J. u. 12-14.

Telefon: 20-11-418 Telefax: 20-10-082

Árusításban megvásárolható a MÁV Nostalgia Kft. boltjaiban

1056 Budapest, Belgrád rkp. 26.

Engedély száma: III/ÜHB/305/1987.

HU ISSN 0139-3618

Inhaltverzeichnis

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | <p>József Pál: Begrüssung Herr Generaldirektor Stv. Der Infrastruktur hat in seinen Begrüssungsworten die erreichten Ergebnisse mit Würdigung und die Zukunftsmöglichkeiten des Brückendienstes dargestellt.</p> | 5 |
| 2 | <p>József Vörös: Die drei vergangene Jahre in Eisenbahnbrückendienst und die Aufgaben in Zukunft Der Autor hat in seinen Vortrag die Brückenbauten besprochen, die in den vergangenen Jahren gebaut wurden, im Gange sind und unten Vorbereitung sind. Er hat über die technische Entwicklung, die Modernisierung der Vorschriften sowie die Forschungsarbeit in den internationalen Organisationen informiert.</p> | 6 |
| 3 | <p>Dr. György Farkas, Attila Péczely: Vorspannungbrücken mit nachtraglichen Verbund auf der Linien für Hochgeschwindigkeit Unzählige Eisenbahn-Spannbetonbrücken wurden in Westeuropa auf der Linien für Hochgeschwindigkeit gebaut. Der Vortrag hat einige charakteristische Beispiele aus der jüngsten fertiggemachten Brücken auf der Linien TGV Mediterranée vorgestellt.</p> | 12 |
| 4 | <p>Dr. Gábor Medved: Eisenbahnbrücken in Japan Ausgehend von der geographischen und historischen Eigenheit hat der Artikel die Entwicklung des Eisenbahnbrückenbaues in Japan vorgestellt. Er bespricht die Szeto Brücken kurz die ersten riesigen Hänge- und Schiefekabelbrücken in der Welt für auch die Eisenbahnverkehr. Zum Schluss stellt er die Stellung des Japanischen Brückenbaues durch die gebauten Grossbrücken in der Welt vor.</p> | 19 |
| 5 | <p>Dr. Lajos Kollár: Die Ästhetik der Eisenbahnbrücke Der Artikel fasst den Inhalt der Lichtbildervortrag zusammen und analysiert die Eigenart der Ingenieurästhetik, den charakteristische Grundsatz und kommt auf den Zusammenhang der Ästhetik und der Wirtschaftlichkeit.</p> | 25 |
| 6 | <p>Béla Rege: Das Durchführen der Fahrbahn auf der Brücken Der Vortrag bespricht die Forderungen der Fahrbahn auf der Eisenbahnbrücken. Die in letzter Zeit geborene technische Lösungen werden vorgestellt.</p> | 26 |
| 7 | <p>Dr. Sándor Domanovszky: Die Rolle der Lissaboner Tejo Strassenkabelbrücken unter der Kabelbrücken, Verstärken und Umbilden der Brücke für den Eisenbahnverkehr Der Vortrag blickt die 200 jährige Historie des Kabelbrückebaues kurz über. Die Umbildungsarbeit mit der einzigartigen Lösungen und Leistungen wird ausführlich bekanntgegeben. Das Endergebnis der Umbildungsarbeit neben die Verbreiterung der Strassenfahrbahn ist das zwei-gleisige Fahrbahnbaues.</p> | 33 |
| 8 | <p>Tamás Bella, Kálmán Mohay, Antal Tápai, Ottó Hámori: Der Umbau der bewehrten Betongewölbebrücke mit 5 Feld bei Szob Der Vortrag bespricht das Vorhergehende des Brückenbaues, der Verlauf der Projektierung, die Vorfertigungsarbeit ausführlich sowie die Einzelheiten der Ausführung.</p> | 38 |

- 9 **Ivan Pozsonyi, Károly Orosz: Die Modernisierung der Fahrbahn auf der Bajaner Eisenbahn – Donaubrücke**
Der Artikel stellt die zweite Phase des Bajaner Donaubrückenbaues, den Umbau der Fahrbahn vor.
In diesem Rahmen werden das Vorhergehende der Investition, die wichtigeren Details der Projektierung und der Umstand der Ausführung bekanntgegeben. 51
- 10 **Mátyás Gyurity, András Gál, Tivadar Sélley: Die Projektierung, die Herstellung und die Montage der Eisenbahn-Stahlbrücken. Der Umbau der Brücke über den Gaja-Bach auf der Linie Székesfehérvár-Komárom**
Durch den Vortrag bekommen wir eine Bekanntgabe über die projektierte Eisenbahnbrücken mit der neuartigen Gestaltung in der letzten Jahren in Ungarn
Diesmal können wir die Einzelheiten der Projektierung, der Herstellung und der Ausführung der Brücke über den Gaja-Bach bekanntgeben. 57
- 11 **András Zsigmondi, Péter Wellner, Tamás Mihalek, János Barta, János Bence, József Fodor, Gyula Kolozsi: Die Talbrücken auf der Verbindungseisenbahnlinie zwischen Ungarn und Slowenien**
Die Autoren besprechen die Detail des Talbrückebaues von der Vorbereitung durch die Projektierung bis der Vorstellung der interessanten Einzelheiten der Ausführung. 65
- 12 **Dr. József Halász: Die Auswertung der Empfehlungen der vorigen Konferenz** 94

Sínek Világa Welt der Schienen

Fachzeitschrift des Fachdienstes für Strecken, Brücken und Hochbauten
der Ungarischen Staatseisenbahnen AG

Verleger: Technische Direktion für Strecken, Brücken und Hochbauten der MÁV - AG

Telefon: (36-1)3425-931

Telex: (61-22)4342 MÁV VIGH Telefax: (31-1)342-5189

Postanschrift: 1940 Budapest

Bankkonto: MÁV Rt. Pályagazdálkodási Központ
10200971-21522330

Chefredakteur: Pál József

Verantw. Redakteur: Ambrus Zoltán

Redaktionskomitee:

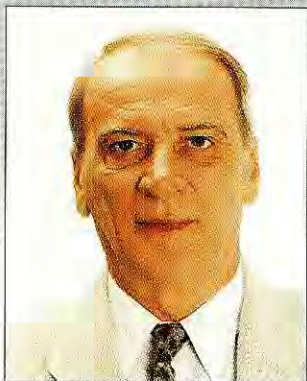
Árva Kálmán, Bátyi Ferenc, Beluzsár János, Boa Árpád, Csek Károly, Farkas László, Farkas Tibor, Halmay Árpád,
id. Dr. Horváth Ferenc, Dr. Horvát Ferenc, Keller Pál, Dr. Kerkápoly Endre, Kincelli Antal, Kovács Sebestény Béla, Kummer István,
Dr. Megyeri Jenő, Merkly István, Molnár Gábor, Dr. Ritoók Pál, Sárkány László, Sülle Ferenc, Szamos Alfonz,

Tasi Gábor, Tóth András, Varga Zoltán,

Dr. Vaszary Pál, Vig Imre, Vörös József, Weinberger Károly, Dr. Zsákai Tibor

Annahme von Inseraten beim Verleger.

HU ISSN 0139-3618



PÁL JÓZSEF
pályavasúti
vezérigazgató-helyettes

Köszöntő

Mindannyiunk számára nagy öröm, hogy negyedik alkalommal ülnek össze a vasúti hidakkal kapcsolatban munkálkodó szakemberek, egyetemek, főiskolák, tervező intézetek képviselői és a MÁV Pálya-Híd és Magasépítészeti Szakigazgatóságán dolgozó munkatársak.

Külön öröömre szolgál, hogy a mostani konferencia olyan időpontban kerül megrendezésre, amikor több éves szívós munka eredménye gyümölcssé érett. Büszkék lehetünk arra, hogy az előző évben jelentős összegeket fordítottunk hídberuházásra, akut problémákat sikerült megoldani, példaként említem a Gaja patak-híd és a Szobi völgyhíd átépítését. Közutas kollégáinkkal együttműködve igen nagy lépést tettünk a mindkét közlekedési ág számára kedvezőtlen közös közúti-vasúti hídpályák felszámolásában, pl. Baja, Dunaföldvár, Tiszaug. Közutas kollégáinkkal és helyi önkormányzatokkal együttműködve számtalan balesetveszélyes szintbeli átjárást váltottunk ki, alul- és felüljárókkal. Ennek szép példái a hegyeshalmi vonalon megépült közúti felüljárók és az épülő Győr Ipartelep gyalogos aluljáró.

Az előző konferencián 1997-ben még csak előkészítés alatt álló magyar-szlovén kapcsolat völgyhídjainak építése ma már valósággá vált és büszkék lehetünk, hogy a legkorszerűbb világszínvonalú technológiával órára pontos ütemezéssel épül a magyar vasút legnagyobb völgyhídja. Ezzel a mérnöki alkotással olyan dimenziókba jutott a vasúti hídépítés, hogy ma már nem rózsaszín utópia az a kitekintés, amit a konferencia elkövetkező előadásai nyújtanak. Tisztában vagyunk azal, hogy Magyarország földrajzi adottságai alapján nem épülnek tömegesen olyan hidak, mint Japánban, vagy a tengeröblöket átívelő kábelhidak, de szükséges a kitekintés a szakma tisztelete, becsülete, saját helyzetünk meghatározása céljából.

A hídszolgálat területén bekövetkezett diagnosztikai és műszaki fejlesztések, a hídgazdálkodás számítógépes programja egyértelműen igazolja helyünket Európában.

A sikerek mellett azonban szólni kell a gondokról is. A jelenleg rendelkezésre álló pénzügyi keretek nem teszik lehetővé a teljes vonalhálózaton a műszaki állapot alapján szükséges karbantartási munkák elvégzését. Egyes területeken ezért további állapotromlással is kell számolni. A tulajdonossal közösen keressük azokat a megoldásokat, pénzeszközök bevonásának lehetőségét, ami a hálózat egy részén, de a forgalom által leginkább igénybevett részén az állapotok javulását eredményezi. Tisztában kell lenni azonban azzal, hogy ez nem csupán a pénz kérdése. A takarékos építési és karbantartási technológiák alkalmazása, az optimális beavatkozási időpont meghatározása, a statikai felülvizsgálatoknál alkalmazott számítások és a felügyeleti tevékenység fejlesztése mind olyan technikai lehetőségeket biztosít, ami az anyagi forrásokon túl a kutatók, tervezők és az üzemeltetés területén dolgozó hidász kollégák leleményességét, szellemi tőkéjét is figyelembe véve a feladatok sikeres megoldását kell, hogy eredményezze.

Ebben a hitben köszöntöm Önöket, és Önökön keresztül mindazokat, akik e területen tevékenykednek.

Kívánom, hogy a konferencia sikeres tanácskozásán túl az elkövetkező három napon elhangzó előadásokból és vitákból is erőt merítve a nagyon szép szakmai múlt és jelen folytatásaként megalapozzuk azt a jövőt, amire az utánunk jövő nemzedék is büszke lehet.

Ennek reményében kívánok eredményes és a jövőnket megalapozó sikeres tanácskozást.

Pál József
Pályavasúti vezérigazgató-helyettes



VÖRÖS JÓZSEF
MÁV Rt. PHMSz
Hídgazdálkodási Divízió vezetője

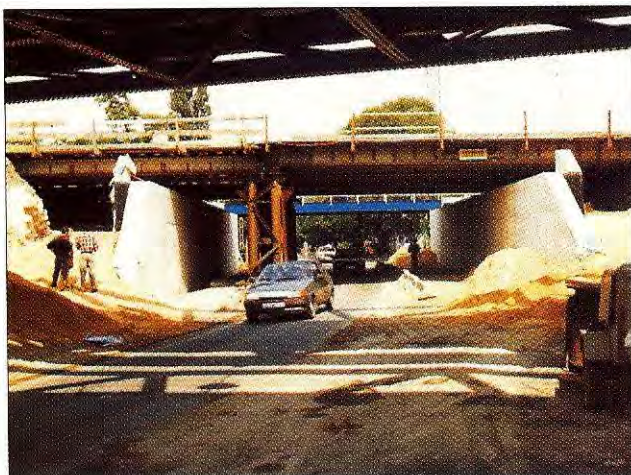
A vasúti hídszolgálat elmúlt három éve és a jövő feladatai

Korábbi hagyományainknak megfelelően a negyedik vasúti hídsz találkozó alkalmából röviden ismertetem az előző (miskolci) konferenciánk óta eltelt három év hídszolgálat szempontjából legfontosabb eseményeit, elért eredményeinket és számot adok a jövővel kapcsolatos célkitűzéseinkről.

Kiemelkedő hidépítések az előző években

Az előző három év hídberuházási munkái közül nagyobb munkáink voltak 1998-ban a Budapest Liget tér peronhíd átépítése, a budapesti Fertő úti hidak (1–2. ábra) átépítése és fővárosi beruházásban a Hungária körüti aluljáró (3. ábra) megépítése.

1998–99 évben végzett legnagyobb munkáinkat is csupán egy-egy kép felvillantásával szeretném bemutatni, mivel igyekeztünk a konferencia előadásait úgy kiválasztani, hogy valamennyi jelentős munkáról részletes ismertetést adjunk. Így megemlítem a bajai Duna-híd átépítését (4. ábra) és a Székesfehérvár–Komárom vasútvonal Gaja patak híd (5. ábra) átépítését.



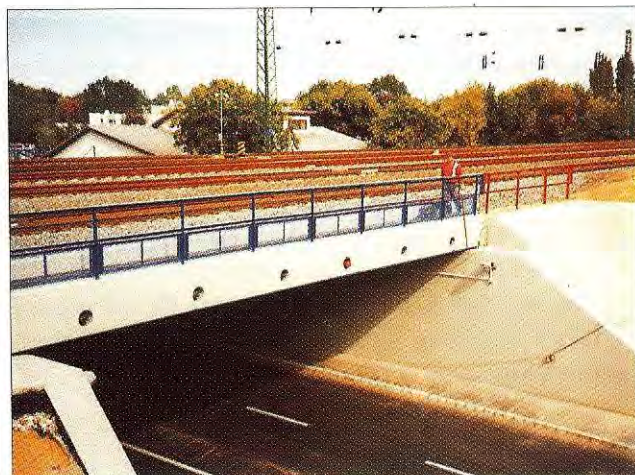
1. ábra. Budapest Fertő úti hidak falazatainak építése

A Dombó és Rigóc patak hídjainak átépítését követően a bajai Pesti út aluljárójának és az aligai vasúti felüljáró átépítése azért érdemel külön figyelmet, mert ezeknél a hidaknál EDILON rendszerű pályaatvezetést alkalmaztunk.

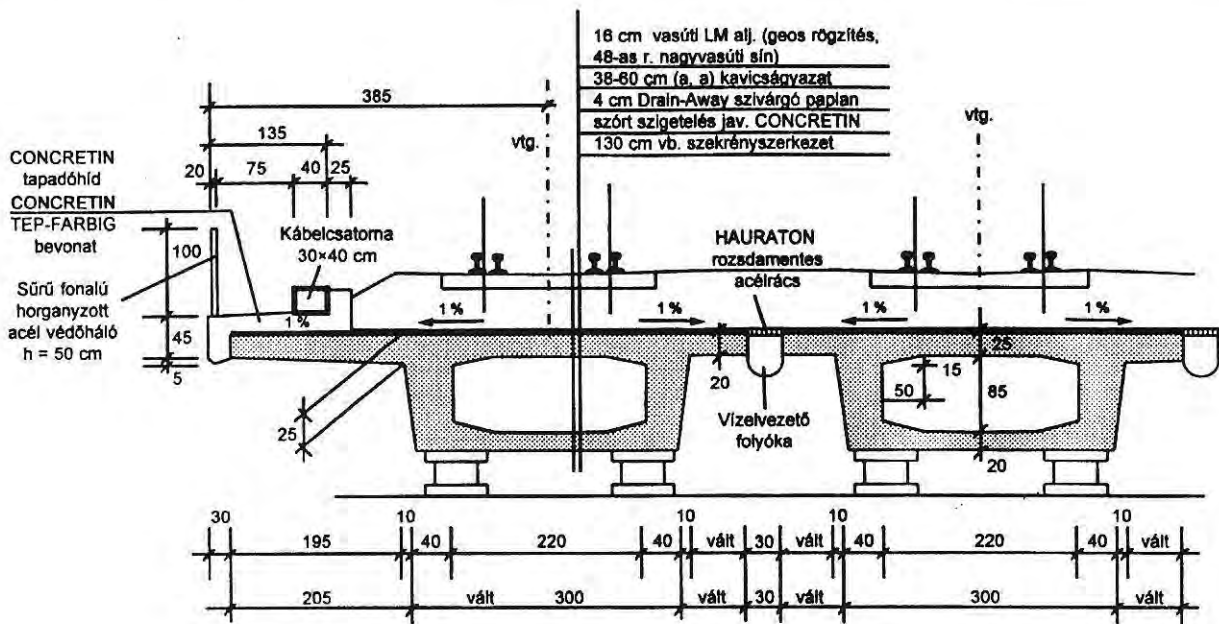
Folyamatban levő hidépítések

Legjelentősebb beruházási munkáink a magyar–szlovén vasúti kapcsolat völgyhídjai (6–7. ábra), és ugyan-ezen a vonalon épülő további 54 db műtárgy konferenciánk második napját csak ezek ismertetésére szánjuk.

Az átépítés alatt álló simontornyai és szekszárdi Sióhidak méretezése – felhasználva a Gaja patak hídnál szerzett tervezési tapasztalatokat –, térbeli szerkezetként történt. A hidak átépítésénél alkalmazott EDILON rendszerű sínlekötés jelentős költségmegtakarítást eredményez, mivel a kis szerkezeti magasságnak köszönhetően jelentősen csökkenthető a csatlakozó pálya hosszszelvény korrekciója. A hidak átépítésével sebesség és tengelysúly korlátozások szűnnek meg az érintett vona-



2. ábra. Az elkészült Fertő úti híd



3. ábra. Budapest Hungária körüli aluljáró keresztmetszete

lakon és a simontornyai hídnál végleg búcsút mondunk az eredetileg az Északi Duna-hídnál beépített 104 éves szerkezetnek.

Előkészítés alatt álló hidépítések

Ez évben tervezzük beindítani a kunszentmártoni Hármaskörös-híd átépítését, ahol a korábban átépített ártéri nyílásokhoz csatlakozva két új áthidaló szerkezettel váltjuk ki a jelenleg háromnyílású mederhidat. Ezzel a beruházással megszüntethető a vonalon levő tengelysúly korlátozás és kiváltjuk a mederelfajulás miatt veszélyeztetett aléptményt.

Régóta átépítésre vár az érdi háromcsuklós ívhíd. Megfelelő pálya vonalvezetés kiválasztásával megkezdhető az új híd tervezése.

Az ötös korridor előkészítéseként tervezés alatt van

a zalaegerszegi deltavágány hídja. A híd tervezésénél a geometriai kötöttségek miatt több új szerkezeti megoldás kerül bevezetésre.

Nagyfolyami hídjaink közül elkészült a déli összekötő híd engedélyezési terve, és az északi Duna-híd fővárossal egyeztetett megvalósíthatósági tanulmánya (8-9. ábra).

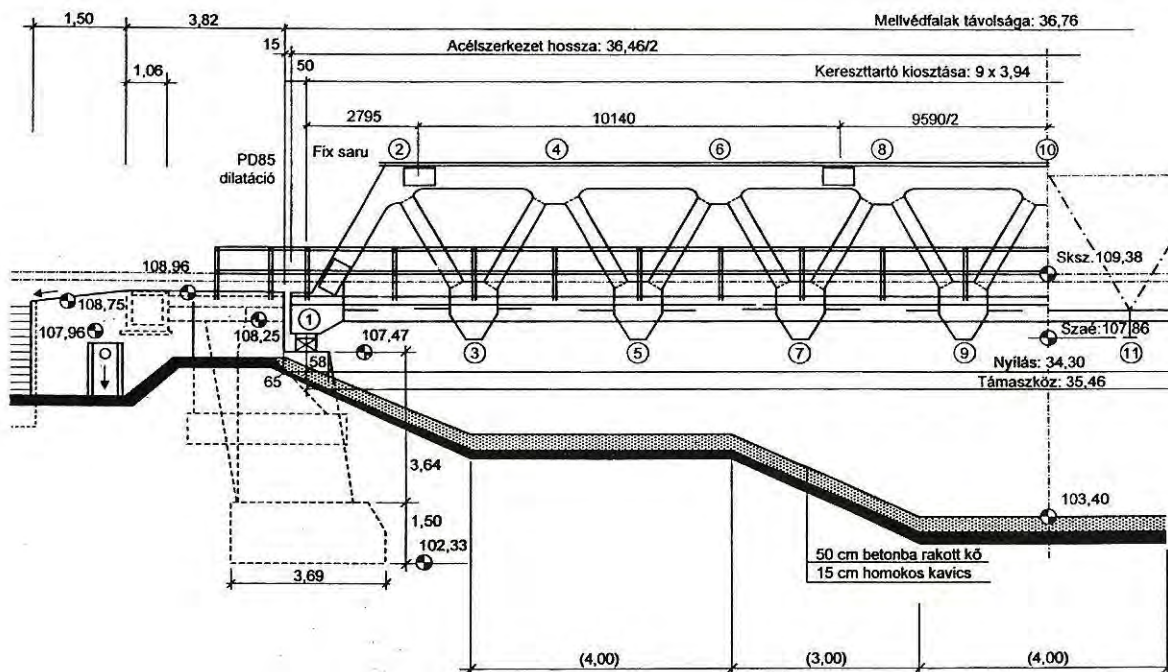
Közúti beruházásban épül az új tiszauői Tisza-híd és a dunaföldvári Duna-híd átépítése. E munkák elkészültével csupán a kiskörei Tisza-hídnál marad meg a gazdaságtalanul üzemeltethető közös vasúti-közúti pálya.

Rehabilitációs munkák

Vonal rehabilitációhoz kapcsolódóan átépült a szobi völgyhíd (erről külön előadásban számolunk be), és a szobi vasútvonalon több műtárgy.



4. ábra. Baja Duna-híd konzol megerősítését követő próbaterhelés



5. ábra. Székesfehérvár–Komárom vasútvonal Gaja patak-híd oldalnézete

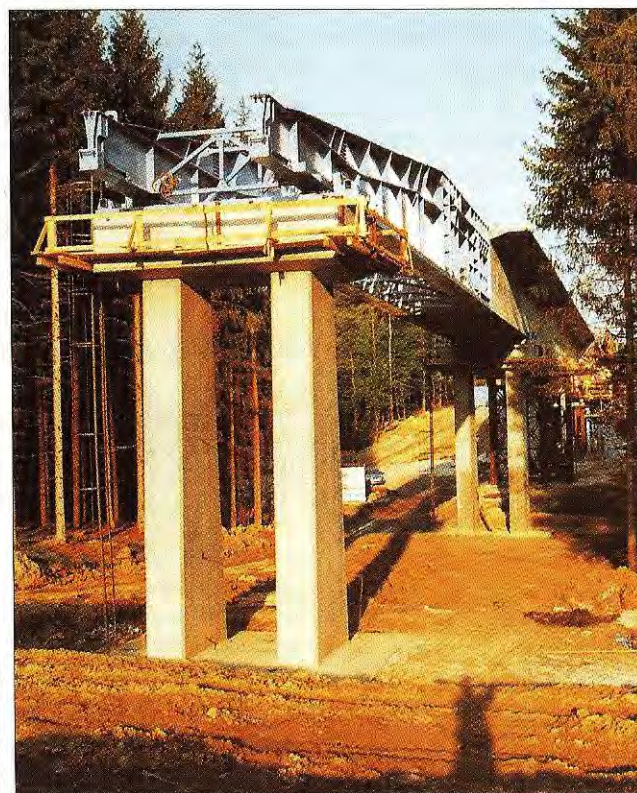
Karbantartási munkáinknál nem következtek be látványos eredmények, mivel az alacsony karbantartási kereteken belül a hídkarbantartás aránya évről évre csökken. A további vonal rehabilitáció során számtalan műtárgy átépítését, megerősítését tervezzük, melynek előkészítése folyamatos munkával történik.

Műszaki fejlesztés

Legjelentősebb fejlesztésünk az EDILON rendszerű pályaatvezetés a hidakon. Ez a megoldás vasbeton és acélhidakon is bevezetésre került. Előnye a kis szerkezeti magasságon túl a folyópályához illeszkedő rugalmas ágyazás, zajhatás csökkentése és minimális karbantartási igény (13–14. ábra).

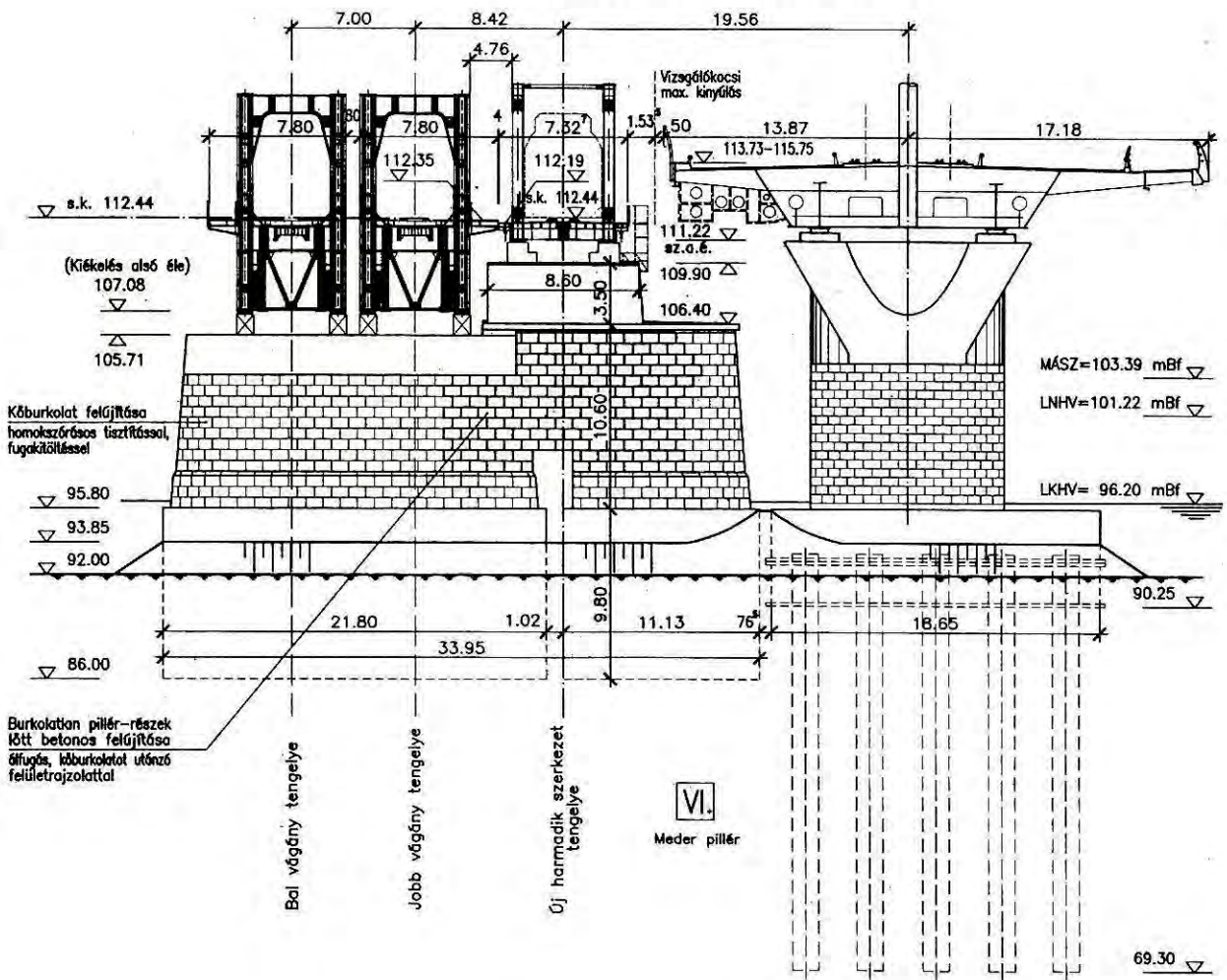


6. ábra. Magyar–szlovén vasútvonalon épülő völgyhíd a közbenső monolit részszel



7. ábra. Magyar–szlovén vasútvonalon épülő völgyhíd szerkezetének betöltése

KERESZTMETSZET
(A középső -VI.- mederpillérnél)

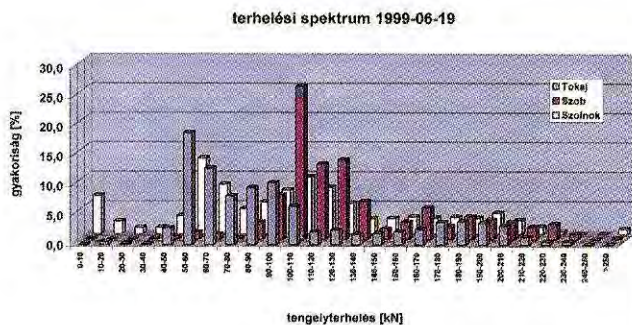


8. ábra. Déli összekötő vasúti híd harmadik vágányú szerkezete

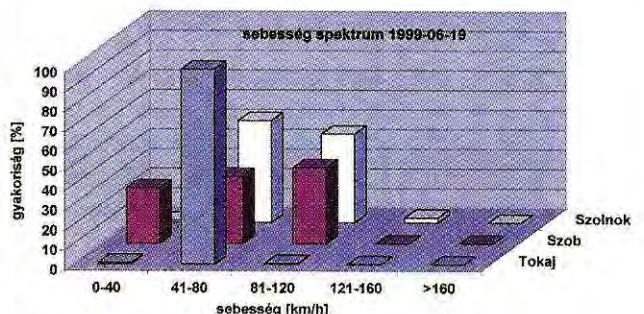
kedő szerelvények jellege (személy, teher, ROLA, gépmenet vagy rendkívüli küldemény stb.), az áthaladt terhek jellemző szélső értékei, a vonatok hossza, a hidak fáradásvizsgálatához elengedhetetlen terhelési spektrum (10-11. ábra).

A hídgazdálkodási rendszer továbbfejlesztésével megteremtettük annak a lehetőségét, hogy a hídvizsgá-

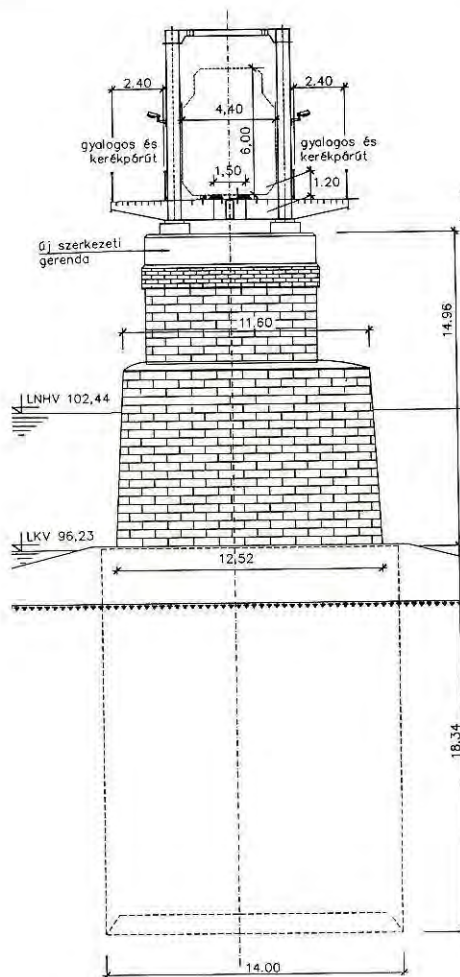
latok megállapításai kézi számítógép segítségével digitális adathordozón kerüljenek rögzítésre. A kidolgozott minősítési rendszer a méretváltozásokból egzakt adatokat szolgáltat. A mért és rögzített adatokat hibahatárokhoz rendelt intézkedésekhez (tengelysúly vagy sebességkorlátozás, kijavítási időpont stb.) kapcsolja. A rendszer segítségével objektív képet kapunk a teljes vonal-



10. ábra. Tengelysúly mérő által regisztrált terhelési spektrumok



11. ábra. Tengelysúly mérő által regisztrált sebesség spektrumok



9. ábra. Az Északi Duna-híd keresztmetszete

hálózat valamennyi hídjáról tetszőleges lekérdezési szempontok alapján. A fejlesztés alatt álló költségvetési program segítségével a költségtervezés automatizálható, illetve a szükséges korlátozások objektív módon meghatározhatók.

Az épülő 1400 m hosszú völgyhíd építési technológiáját, szerkezeti rendszerét tekintve is új, a magyar vasúti hídepítésben eddig még nem alkalmazott megoldás. Az új szerkezet lehetővé, illetve szükségessé tette egy sor műszaki fejlesztés végrehajtását.

Ilyen például a 200 mm nyitású sín dilatációs készülék (12. ábra) és a feszített vasbetonszerkezet lassú alakváltozását és zsugorodását követő állítható ágyazat-megtámasztó.

Mivel a feszített szekrénytartós vasbeton keresztmetszetre vonatkozó hőtágulási tapasztalataink nincsenek, így mérni fogjuk adott keresztmetszeten belül a hőmérsékleteloszlást és az ehhez tartozó dilatációs mozgást. A támaszreakciók mérésére mérőcellával egybeépített hídsarukat alkalmazunk.

Fejlesztéssel kapcsolatos terveink között szerepel a hídtartozékok egységesítésével kapcsolatos segédlet kidolgozása.

Szabályozási tevékenység

A vasúti hídszabályzat korszerűsítésében a tervezett ütemnél jóval lassabban jutottunk előre, csupán az 1976. évi vasúti hídszabályzat IX. fejezetének korszerűsítése történt meg. Az elmaradás egyrészt idő és pénzhiánnyal, másrészt szabályozás más területén (közúti hídszabályzat, EUROCOD, UIC döntvények) tapasztalható – napjainkban is változó – állapotokkal magyarázható.

Elkészült viszont a D5 jelű pálya felülegeleti utasítás hídfelülegeletre vonatkozó részének átdolgozása.

1998-ban elkészült az új H4 utasítás, ami a meglévő vasúti acélhidak statikai felülvizsgálatára vonatkozik. Az utasítástervezet alapján próbaszámításokat végeztünk. Jelenleg az utasítás hatósági jóváhagyás alatt áll.

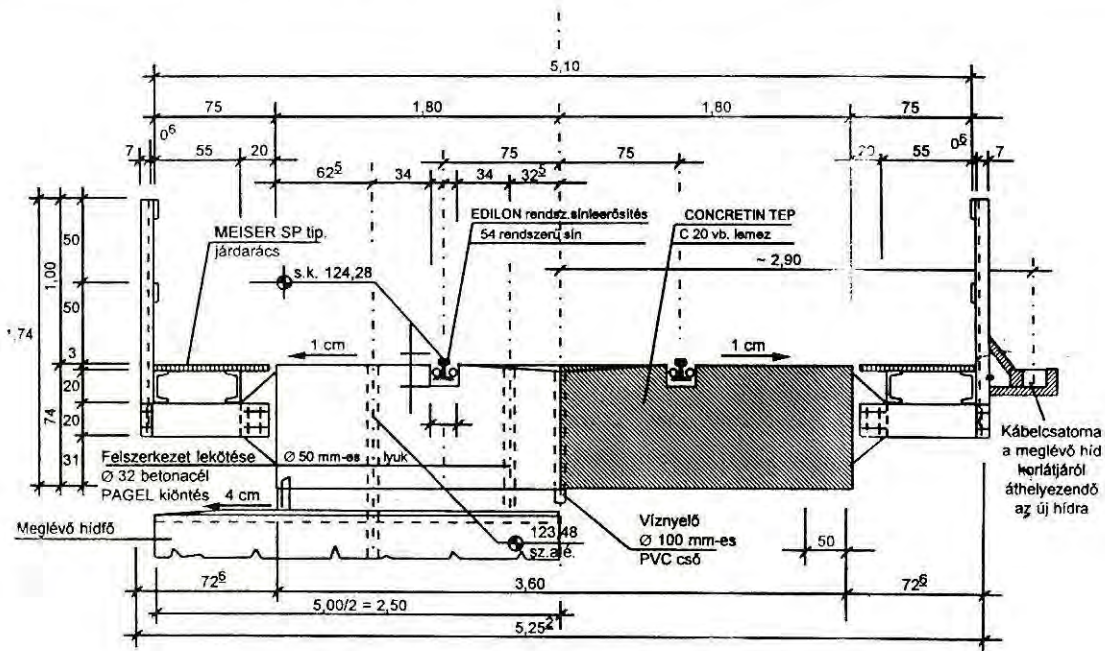
A rehabilitációs munkák egységes szellemében történő előkészítésének elősegítése érdekében született meg a 39/1999 sz. rendelkezés, ami a hídmunkákra vonatkozó részletes előírásokat is tartalmaz.

Rendkívüli események közül legtöbb gondot a híd-ütkezések okozzák, egy ilyen ütközéses baleset következtében kellett 1999-be átépíteni a balatonaligai vasúti felüljárót.

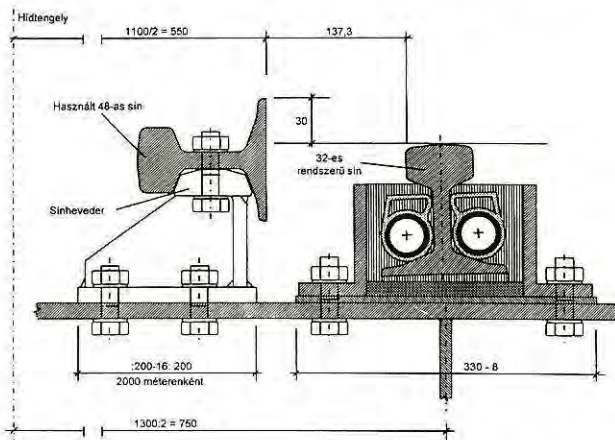
A rendkívüli események jelentésével kapcsolatban rendelkezést adtunk ki. Az év folyamán tervezzük az úgynevezett alsó átvezetések újraszabályozását, és a hidak műszaki terveinek digitális úton történő archiválásához a tervszállítással kapcsolatos rendelkezés kiadását.



12. ábra. 200 mm nyitású síndilatációs készülék



13. ábra. Rugalmasan beágyazott sínleerősítés betonhidon



14. ábra. Rugalmasan beágyazott sínleerősítés acélhidon

Nemzetközi szervezetekben a vasúti hidakkal kapcsolatban folyó munkák

A bőséges és gazdag választékból azokat említem meg amelyek a bennünket is leginkább foglalkoztató kérdésekre adnak feleletet.

Az UIC híd albizottság 773 számon tette közzé a „Tartóbetétes vasúti hidak méretezésének ajánlata” című segédletét. A több nyelven megjelent anyag táblázatokkal, számítási segédletekkel és CD melléklettel segíti a tervezők munkáját.

Várhatóan 2000-ben kerül lezárásra a 772-2 számú döntvény, amelynek témája a vasút feletti terek beépítése 120 km/h sebességhatáráig. Az anyagot lezárását követően átadják az EUROCOD részére beépítés céljából. Mivel a vasút feletti terek beépítése már nálunk is valós igény, így fokozott figyelemmel kísérjük a döntvény megjelenését.

D 216 számon laboratóriumi kísérletek folynak a vasúti vasbetonhidak fáradásvizsgálatára vonatkozóan. Ennek kapcsán lemezszerű gerendák, illetve gerendával merevített lemezek fárasztó vizsgálatait végzik.

Számunkra is lényeges kérdésben kíván javaslatot tenni a hídalbizottság az EUROCOD számára, mivel módosítani szeretnék a fékezőerő maximális értékét. A ma használatos korszerű fékberendezések lehetővé teszik az egyenletes erőátadást, így a jelenlegi előírások szerinti 6000 KN érték a bizottság véleménye szerint nem indokolt.

Oktatás és szakirodalom terén végzett munkánk

Az elmúlt években többnapos továbbképzést tartottunk a hídszakértők, hidász szakaszmérnökök számára. 1999-ben tesztlapok kitöltésével, vizsgálással zártuk le a továbbképzést. A képzések leggyakoribb témái a szabályzati előírások, rendeletek és hatósági ügyek és a korszerű építési fenntartási technológiák.

Szakirodalmi tevékenységünkben kiemelendő az előző konferenciánkról színesben megjelentetett „Sínvilága” különszám és ugyanebben a szaklapban megjelent mintegy húsz híd témájú szakkikk. Mint a konferencia kiadványaiból is látható, rendszeresen jelennek meg vasúti hidakkal foglalkozó cikkek a „Vasbetonépítés” című szakmai folyóiratban és más kiadványokban.

E rövid összefoglalásban igyekeztem ismertetni az elmúlt három év eredményeit és a megoldandó feladatokat annak reményében, hogy a háromnapos konferenciánk során további gondolatok születnek munkánk segítségével.



DR. HABIL. FARKAS GYÖRGY
egyetemi docens
BME Vasbetonszerkezetek
Tanszéke
tanszékvezető



PÉCZELY ATTILA
egyetemi tanársegéd
BME Vasbetonszerkezetek
Tanszéke

Nagysebességű vasutak utófeszített vasbeton hídjai

Bevezetés

A 300 km/óra vagy annál is nagyobb sebességgel közlekedő vasutak hálózatának kiépítése az 1970-es években kezdődött elsősorban Franciorszámban, Németországban és Japánban. Az ilyen sebességre tervezett vasúti pályák létesítésénél a speciális vonalvezetési igények miatt a hagyományos pályákhoz képest gyakrabban válik szükségessé több száz méter hosszúságú viaduktok építése. Az építési anyagok és technológiák fejlődése azt eredményezte, hogy az utóbbi években ezeknek a hidaknak a jelentős része utófeszített vasbeton felszerkezettel épült. Ezt elsősorban a konzolos és szakaszos előretolós építési módszerek tökéletesítése, a nagyobb szilárdságú betonok alkalmazása és a külső feszítési technológiák fejlődése tette lehetővé. Ezek alkalmazásával elérhetővé vált az építési idő jelentős mértékű csökkentése, megbízható, könnyen karbantartható, tartós, gazdaságos és ezáltal versenyképes szerkezetek létrehozása.

A vasúti hidaknál a dinamikus igénybevételek és a zajcsökkentés szempontjából is nagy jelentősége van a szerkezet tömegének. Feszített vasbetonból megfelelő merevségű és zajelnyelés szempontjából is kedvező felszerkezet alakítható ki, melynek építése a modern technológiák alkalmazásával az alépitmény építésétől térben és időben is függetleníthető, jól ütemezhető és az időjárási viszonyoktól függetlenül is végezhető.

Az általában vegyes, külső és belső feszítési eljárás alkalmazásával elérhető, hogy a feszítőbetétek jelentős része az építmény élettartama alatt könnyen ellenőrizhető legyen. Szükség esetén mód van a feszítőkábelek cseréjére, illetve pótlására, tartalék kábelüregek létesítésével a feszítőerő kiegészítésére.

Magyarországon a magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjainál jelenleg folyik az első utófeszített technológiával készülő vasbeton felszerkezet építése [Vörös 1997; Vörös 1998; Vörös 1999; Keresztfalvi, Darvas

1997]. Ennek előzményeként Nyugat-Európában már számos hasonló műtárgy készült. Közülük a legjelentősebbek francia nagy sebességű vasútvonal (TGV) hídjai voltak. A következőkben a nemrégiben elkészült TGV Méditerranée vasútvonal hídjai közül mutatunk be néhány jellegzetes példát.

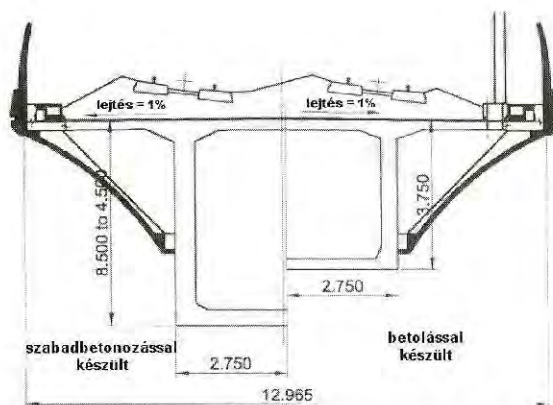
Viaduc de Ventabren

A műtárgy ismertetése

A TGV Méditerranée vasútvonal, mely 2000-tól Valence-t köti össze Marseille-jel, több jelentős műtárggyal büszkélkedhet. Ezek közül a leghosszabb az 1730 m hosszú viaduc de Ventabren, mely a vallée d'Eguilles-t íveli át Aix en Provence-tól keletre.

A vasúti híd három részre tagolódik 1156 m + 234 m + 340 m hosszban. Az első szakasz egyik közbenső nyílása a többitől függetlenül, kéttámaszú tartóként feloldott hídfőkre támaszkodik.

Az általános nyílásköz 31 m és 45 m között változik, kivéve az A8 autópálya fölött átívelő 67 m + 100 m + 67 m nyílásközű szakaszt.

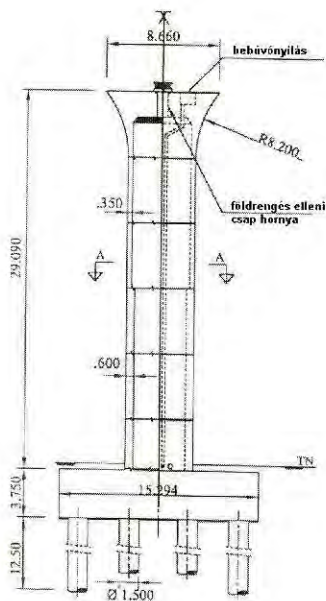


1. ábra. A pályatartó keresztmetszete

A pálya keresztmetszete 3,75 m állandó magasságú szekrénytartó (1. ábra), kivéve a legnagyobb nyílású részen, ahol a szekrénytartó magassága 8,50 m (támasz felett) és 4,50 m (mezőközében) között változik. Az építési állapotokra tapadóbetétes feszítőkábeleket, míg a végleges állapotra szabadkábeles feszítést alkalmaztak.

A szekrénytartót kétoldalt íves héjelemekkel egészítették ki, ami kizárólag a keresztmetszet keresztirányú hajlító merevségét hivatott növelni. A héjelemek emellett az előregyártott zajvédő fal hordására is képesek.

A kétvágányú vasúti híd, melyen a TGV mintegy 300 km/h sebességgel halad át, 36 db 13,50 m ÷ 29,30 m hosszú pillérre támaszkodik, melyek síkalapozással készültek, kivéve a középső szakasz és a fix saruk alatti pilléreket, melyek cölöpalapozással készültek. A pillérek üreges, 2,5 m sugarú körbe írható hatszög keresztmetszetűek, melyek a pillérfej közelében 9 ÷ 10 m átmérőjűre szélesednek (2. ábra).



2. ábra. Középső alátámasztás

A pilléreket földrengésből adódó rendkívüli terhek felvételére is méretezték (max. 32 000 kN vízszintes erő a fix saruk helyén). A pályatartó és az alátámasztás földrengésbiztos kapcsolatát a pillérfejbe horgonyzott és a támasz feletti zömbe kialakított horonyba illő acélcsp segítségével oldották meg.

A pályatartó építése

Az északi oldal nyílásai a hídfő mögött előregyártott zömök szakaszos előretolásával készültek 1172 m összhosszon. A függetlenített nyílásköz pályatartóját a betolás idejére ideiglenesen rögzítették a szomszédos nyílások zömeihez. A déli oldalon 358 m készült betolással (3. ábra).



3. ábra. Pályatartó építése betolással

A középső, legnagyobb nyílásközökkel készülő szakasz szabadbetonozással épült, melyet az átívelendő autópálya tengelyével párhuzamosan betonoztak, majd a teljes konzolhossz elérése után 30°-os forgatással juttatták végleges helyére. A pályatartót az egyszerűbb építés kedvéért vízszintesen építették, a terv szerinti hosszirányú lejtést csak a beforgatás után véglegesítették. Beforgatás után a konzolok közé betonozott zárözömmel tették folytonossá a pályatartót, majd a függetlenített nyílás rögzítését feloldották. Bár a világrekordot megközelítő 1172 m hosszú, 330 000 kN tömegű betolási szakasz sem tekinthető szokványosnak a hírdépítésben, a műtárgy különlegességét mégis a beforgatott, majd megbillentett tartórész tervezése és kivitelezése adja (4. ábra).

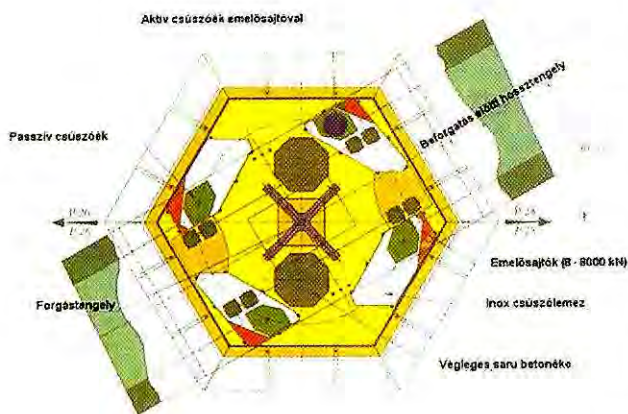


4. ábra. Szabadbetonozással épült pályatartók beforgatása

Az autópálya jelentős forgalmára való tekintettel az SNCF már a pályázat kiírásával egyidőben kikötötte a közút feletti szakasz beforgatással történő építését. A közúti hidaknál nem ritkán alkalmazott megoldás mégis merésznek tűnt a pályatartó méretéből és közel 40 000 kN súlyából adódóan.

A beforgatáshoz és a billentéshez alkalmazott különleges berendezések

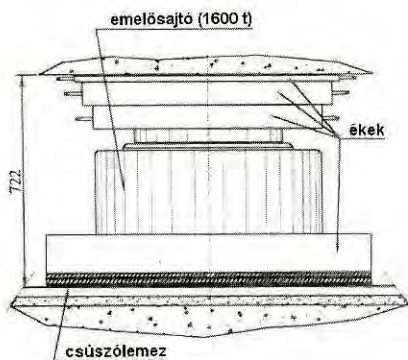
A pillér felső síkján körben elhelyezett 4 db csúszósín acéllemeze szerelt, csiszolt inox lemezekből állt, melyeket milliméternél is kisebb hibatűréssel szinteztek be (5. ábra). A *forgócsap* a pillérfejhez rögzített, hegesztett acélkeretre helyezett acélcső volt, melyet a forgatás közben fellépő másodlagos vízszintes erők felvételére is méreteztek. Beforgatás közben a pillérezőm a csúszósínen mozgó, sokszög alakú, neoprén saruval és teflon bevonatú acéllemezzel ellátott *csúszóékekre* támaszkodik.



5. ábra. Pillérfej kialakítása beforgatáshoz

A négyes megtámasztás határozatlansági foka miatt az eltérő támasz-süllyedésekből származó igénybevételek kiegyensúlyozására az egyik passzív éket *aktívra* cserélték egy külön erre a célra készített 16000 kN kapacitású *emelőszíj* beiktatásával (6. ábra). A pályatartó billentéséhez és sarucseréjéhez 4 pár, egyenként 8000 kN kapacitású, 50 mm lökethosszú emelőszíjt alkalmaztak.

A beforgatáshoz a konzolvégekre szerelt *passzív*, és a szomszédos pillérfejekon elhelyezett *aktív lehorgonyzó blokkokon* átvezetett *behúzókábeleket* használtak.



6. ábra. Aktív csúszóékek

Az aktív lehorgonyzásokat úgy alakították ki, hogy azok a forgatás során képesek legyenek követni a behúzókábel irányának folyamatos változását. A behúzókábel két, összesen 390 kN teherbírású T15S pászmából állt, melyet két monopázmás sajtóba fogtak be. A mozgatandó tömeg nagyságához képest a beforgatáshoz szükséges húzóerő csekélynek tűnik, amit a csúszósín és a csúszóékek közötti kis súrlódás tett lehetővé. A billentéshez a sajtókon kívül egy neoprén támasztó sarut, egy betonéket és egy készlet acéléket használtak.

Az emelési, forgatási és billentési fázisokban a legfontosabb paramétereket nyomásmérő és elmozdulás mérő cellák segítségével folyamatosan egy hordozható számítógépre rögzítették.

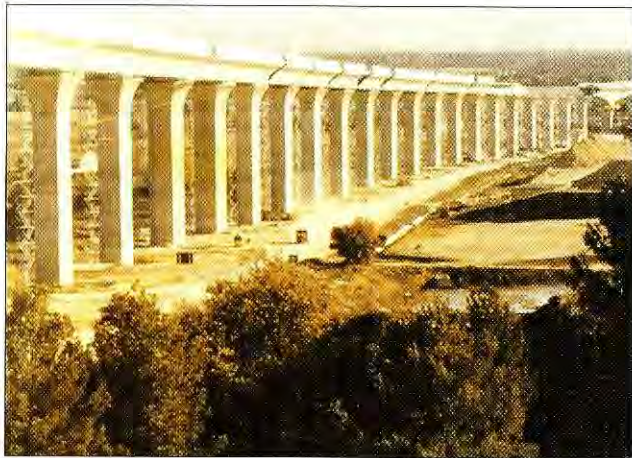
A beforgatás

A szabadbetonozás végeztével el kellett távolítani a betonozó kocnikat és minden felesleges terhet; a konzolvégre felszerelni a passzív lehorgonyzó szerkezetet és elhelyezni a két nyílásban eltérő mértékben változó tartómagasság miatt szükséges ellensúlyokat. Ily módon a pályatartó egyensúlyát csak az építési pontatlanságból eredő hatások illetve a szélteher befolyásolták és a szabadbetonozás idejére a pályatartó lekötésére alkalmazott feszítőkábelek eltávolítása biztonságos módon végrehajtható lett. A lekötés megszűnte után a 4 db emelőszíj segítségével megmérték a pályatartó súlyát és kiszámították a súlypont helyét, ami igen jó egyezést mutatott a számítottal és csak igen csekély, 250 kN-os utólagos kiegyensúlyozást tett szükségessé. Ezután az ideiglenes támaszokat a csúszóékekkel váltották fel.

A beforgatás éjjel történt az autópálya részleges lezárása mellett. Maga a forgatás mindössze két órát vett igénybe, melynek során a monopázmás sajtók 23 egymás utáni, 1000 mm lökethosszú megfeszítésével a pályatartó 1 m-re közelítette meg végleges helyzetét. A végleges beállítás másfél órát tartott.

A mérési adatokból kitűnt, hogy a beforgatás megindításakor a tapadási súrlódási tényező 5,5% körül volt, ezt követően a csúszási súrlódási tényező 3,4% értékre csökkent. A végleges szintezés a konzolvégen mindössze 5 mm eltérést mutatott az elméleti értéktől, ami a megadott tűréshatár hatodát sem érte el.

A beforgatást követően egy héttel került sor a pályatartó megbillentésére a mintegy 2,41%-os hosszirányú lejtés megadásához. A billentéshez a hidraulikusan összekapcsolt, passzív, 2 pár hátsó és a szintén összekapcsolt egy-egy pár aktív, elülső emelőszíjt használtak. Ily módon a billentés tengelye a hátsó sajtók tengelyvonalán ment át. A billentési művelet 4 órán át tartott, melynek végeztével a tartót ideiglenes ékekkel támasztották alá, a végleges saruk csak a két féltartó közötti zárózóm elkészülte és a végleges feszítőkábelek megfeszítése után kerültek helyükre (7. ábra).



7. ábra. Viaduc de Ventabren

Egy műtárgy beforgatása kényes művelet, amely igen gondos előkészítést és nagyon pontos kivitelezést kíván, ugyanakkor elegáns és gazdaságos alternatívát jelenthet az építési idő és költség szempontjából, amennyiben az áthidalandó akadály feletti építés nehézséget okoz.

Viaducs d'Avignon

A Rhône és mellékfolyója, a Durance felett átívelő, párhuzamos vonalvezetésű két vasúti híd az új TGV Méditerranée nagysebességű vasútvonal része.

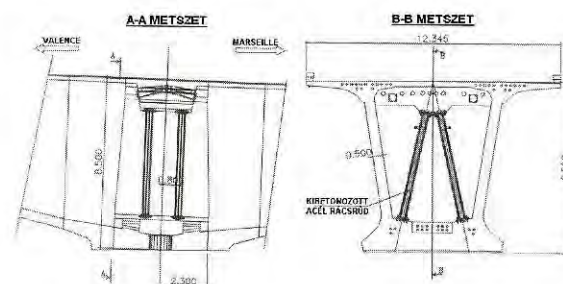
A hosszúsínes rendszer mellett alkalmazható dilatációs hossz kb. 400 m, vagyis a közbenső pillérek elhelyezett dilatációs szerkezetek távolsága 800 m lehet. Emellett a dilatációs szerkezet hatékony kihasználása érdekében minimálisra kell csökkenteni a pillérfejek egyéb hatásból származó eltolódását. A nagy sebesség melletti biztonsági és kényelmi követelmények korlátozzák a vasúti pálya megengedett függőleges gyorsulását.

A változatos domborzatú terepen átívelő műtárgy tájba illesztése, esztétikai kialakítása kiemelt szerepet kapott a tervezés folyamán. Az építészeti szempontok és a statikai megfontolások után a híd legfontosabb jellemzői az alábbiak:

- 100 m hosszú támaszközök a Rhône felett, 50 m hosszú támaszközök a feljáró szakaszon;
- kónikus keresztmetszetű, magas pillérek, melyek parabolikus átmenettel csatlakoznak a pályatartóhoz;
- lapos parabolaív mentén változó magasságú feszített szekrénytartó;
- gondosan kidolgozott építészeti részletek: enyhe kiszögellés a pillérszomszók illesztéseinél; lekerekített, kiszélesedő alsó lemez;
- 52 MPa karakterisztikus szilárdságú, fehér cementtel készített beton;

- hidanként egy közbenső csukló a fix támasz melletti nyílásban;
- hidanként két-két fix támasz mindegyik dilatációs szakaszon;
- előregyártott, szabadkábeles utófeszített vasbeton zömök.

A 12,30 m széles pályalemezű szekrénytartó magassága 8,50 m (támasz felett) és 5 m (mezőközepen) között változik parabolikusan 28 m hosszon, a tartómagasság a nyílás középső részén állandó (8. ábra).



8. ábra. A szekrénytartó keresztmetszete

A vízfolyás felett a pályatartó szabadszereléssel készül, melynél a konzolos állapotban megfeszített kábelek utólag kiinjektált, tapadóbetétes, 19T15S feszítőkábelek, míg végleges állapotra alkalmazott feszítés vegyesen belső, illetve külső, szabadkábeles feszítés.

A feljárók pályatartója 4 m állandó magasságú, előregyártott zömökből készített kéttámaszú tartók sorozatából áll.

A lekerekített, üreges keresztmetszetű, 8 m ÷ 50 m magasságú pillérek méretezése során a hidraulikus terhek mellett az ütközést és a földrengést is számításba vették, akárcsak a nagyon szigorú, az 50 m magas pillér tetőpontjának eltolódására vonatkozó max. 30 mm-es korlátozást. Hosszirányban a fix, a pályatartóhoz mereven kapcsolt pillérek veszik fel a földrengésből származó igénybevételeket, míg keresztirányban a pályatartó és a pillérfej közötti csap közvetíti a mozgásokat.

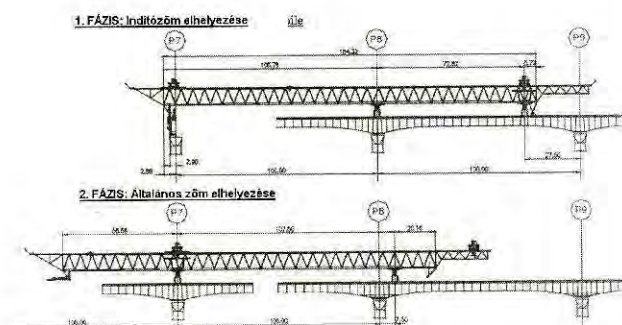
A Rhône völgyében nem elhanyagolhatók a pályatartóra ható aerodinamikai erők sem. A helyszínen mért szélsősebesség adatok tanúsága szerint a 10 percen átlagolt szélsősebesség 35 m/s, míg a széllekek eléri az 55 m/s sebességet is. Az építési állapotban ezért a pilléreket feszítőkábelekkel kellett lekötöni az alaptestekhez.

A vasúti vonatteher hatására a fix pillérenél a pályatartóval való merev befogás miatt használati állapotban is jelentős, 150 MNm nyomaték ingadozás lép fel. Emiatt a pillért C52 nagyszilárdságú betonból kellett készíteni, 28 db 19T15S kábellel megfeszíteni és további 4 db kábellel pályatartót hozzá lekötöni.

A kis szeizmikus teher miatt elegendő volt 60 MN teherbírású fazéksarukat alkalmazni, kiegészítve 9 db Ø 220 mm acélcsappal.

A pillér feletti zömök szintén előregyártva készültek, de tömör beton keresztartó helyett a szekrénytartó 4 db egyenként \varnothing 355 mm, 30 mm lemezvastagságú, kibetonozott acélcsőből álló, kettős háromszög rácozással merevített.

A híd építése 225 m hosszú, acél mozgóállványról történt (9. ábra). Egy általános zöm elhelyezésekor a mozgóállvány elöl az építendő konzoltartó pillér feletti



9. ábra. Építési fázisok

indítózömére támaszkodik, míg hátul a már elkészült nyílás pillére mögött 7,50 m-re van. Indítózöm elhelyezésekor a mozgóállvány 50 m-t előre tolják, az elöl lévő segéd támasz a következő pillér tetejéhez rögzített. A mozgóállvány lábai ekkor az épülő konzoltartó indítózömére, illetve a már elkészült nyílás támaszától 27,50 m-re vannak. A mezőközépi zárózöm elkészülte után megfeszítésre kerülő kábelek számát ezen állapot alapján kell meghatározni. A zömöket két mozgódaru segítségével juttatták a beépítés helyére. A szállókések dinamikus hatását a mozgóállványra és a konzoltartóra kicsinyített modellen, szélcsatornában végzett kísérlettel vizsgálták. Az ideiglenes támaszok igénybevételeinek korlátozása érdekében minden nyílásban az utolsó három pár zöm elhelyezésének idejét úgy időzítették, hogy a szélsősebesség 170 km/h-t ne lépje túl.

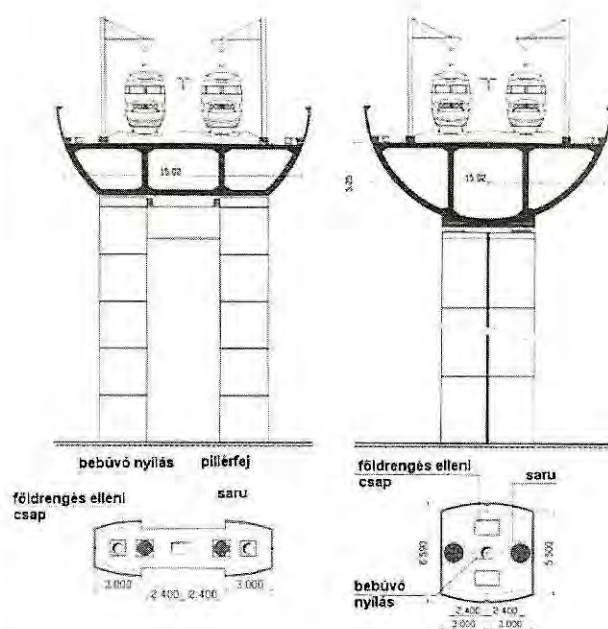
Viaduc de la Vernègues

A viaduc de Vernègues a Cazan-völgy felett vezeti át a TGV Méditerranée nagysebességű vasútvonalat. A műtárgy teljes hossza 1210 m, amit a dilatáció egy 846 m és egy 364 m hosszú szakaszra oszt. A pályatartó 25 db $12\text{ m} \div 35\text{ m}$ között változó magasságú pilléren nyugszik, melyek távolsága 15 m és 80 m között változik.

Építészeti kialakítás

A helyes formai arányok megtartása érdekében szükség volt a tartómagasság, a pillérek magasságának és alakjának és a nyílások hosszának összehangolására.

Ebből adódóan a tartó középső szakaszán állandó szélességű pillérek a hídfők felé haladva megkettőződnek, miközben szélességük folyamatosan csökken (10. ábra).



10. ábra. Pillérek kialakítása

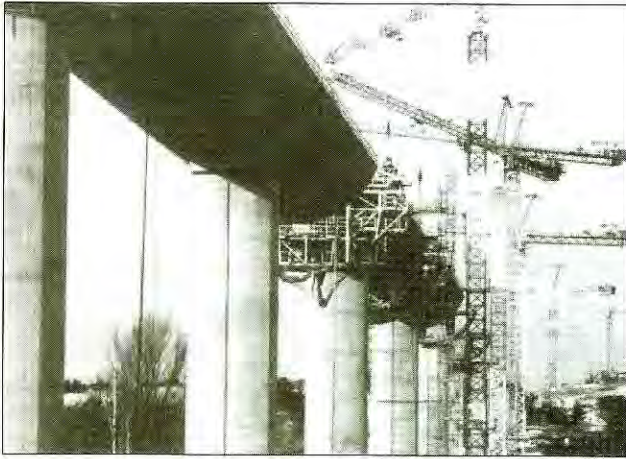
Az üreges keresztmetszet a híd hossz tengelyével párhuzamosan sík, míg keresztirányban ívelt felületű, melynek görbülete a kettőzött pillér szakaszon is változatlan. A keresztmetszet egy különleges, körív alakú, háromcellás szekrénytartó, melyet vízszintes alsó és felső sík határol. A keresztmetszet magassága a híd középső részén 5,25 m, ami 1,50 m-re csökken a hídfők felé haladva.

A műtárgy építése

A sicalapozású pillérek kúszózsaluval készültek 4,50 m magas zömökkel. A szekrényes hosszartó építése két különböző technológiát igényelt. A középső szakasz hosszabb nyílásközeinél a tartó szabadbetonozással készült, hetente 4 db 3,00 m hosszú zömmelel (11. ábra). A szélső szakaszok a hídfő mögött betonozott, szakaszos előretolásal helyükre juttatott zömökből készültek. A 15 m hosszú zsaluzat feladata volt, hogy garantálja a tartómagasság és az ívelt kontúr pontos változását.

A betolás közben a súrlódás csökkentése érdekében a pályatartó a gyártópadon zsírozott acéllemezen, míg a pilléreknél teflonnal bevont neoprén sarukon csúszik. A betolást a hídfőkre erősített sajtók segítségével végezték.

Végül a szabadbetonozással és betolással készült szakaszokat egy rövid, teljes aláállványozással épített monolit zárózömmel kötötték össze. A végleges saruk elhelyezésekor a hosszirányban fix támaszok a dilatációs szakaszok közepére kerültek. A szeizmikus teher-



11. ábra. A viaduc de Vernègues építés közben

ből adódó keresztirányú elmozdulást a pillérfej és a szekrénytartó közötti, végleges állapotban elhelyezett acélcsap akadályozza meg.

Szeizmikus méretezés

Hosszirányban

A műtárgy közepesen veszélyes földrengés zónában fekszik, nem messze a Vernègues községet 1909-ben elpusztító földrengés epicentrumától.

A fix saruk, a legmagasabb, egyben a leghajlékonyabb pillérekre kerültek, így a dinamikus tényező $q = 3$ az északi oldalon, illetve $q = 2,82$ a délin. Egy sor különleges szerkesztési szabályt kellett alkalmazni ahhoz, hogy a pilléreken a számítás feltételezéseinek megfelelően valóban kialakulhasson képlékeny csukló.

- A pillérek keresztirányú vasalását sűríteni kellett, hogy megakadályozza a nyomott betétek kihajlását és fenntartsa a keresztirányú nyomást a betonban. A kritikus szakaszokon a függőleges acélbetétek folytonosságát toldó szerkezettel biztosították. Ez utóbbiak a betétek duktilitására gyakorolt hatását kísérletekkel igazolták.
- A fix saruknál a pillérek síkalapozását olyan mikrocsölöpökkel egészítették ki, melyek csak húzást képesek felvenni, ezáltal meggátolják a pillér billenését, biztosítva a képlékeny csukló kialakulását.

A pályatartó hosszirányú elmozdulásait az északi oldalon a pillérfej és a szekrénytartó alsó lemezének hornyába illesztett acélcsap gátolja. Az egy csapra jutó teher 7400 kN volt. A déli oldalon ez az erő 16500 kN, ezért a szekrénytartót 6 db 27T15 vízszintes feszítőkábelrel és egy feszítettbeton csappal csatlakoztatták a pillérhez. A hídfőknél egy-egy 2500 kN, ill. 3000 kN teherbírású rezgéscsillapítót is beszereltek a biztonság növelése érdekében, melyek mintegy 45%-kal csökkentik a fix sarukra jutó vízszintes terheket és korlátozzák a

pillérek képlékeny csuklóinak túlzott alakváltozását, ami meggyorsíthatja a helyreállítási munkákat egy esetleges földrengést követően.

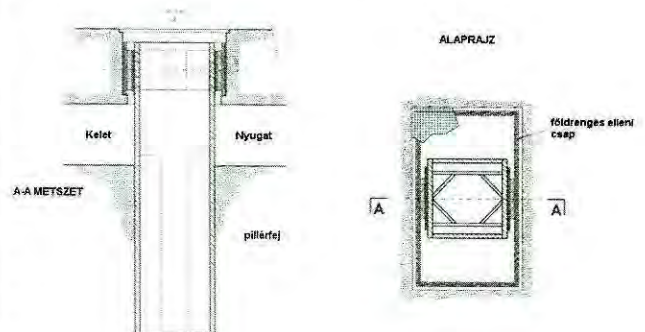
Keresztirányban

Az alacsonyabb, kettőzött pillérek sokkal merevebbek, mint a magas, szimpla pillérek. Az alátámasztás merevségén túl a tartó tömege és merevsége is változik a híd mentén, mégpedig az előbbivel ellentétesen. A merevség/tömeg arány tehát jelentős mértékben módosul támaszról támaszra, ami a sajátfrekvenciák értékében is megmutatkozik. Emiatt keresztirányban nem lehetett felvenni egységes dinamikus tényezőt, a számítást modálanalízissel kellett elvégezni a rugalmas földrengés spektrum alapján. A földrengésből adódó igénybevételek csökkentésére a betont berepedt keresztmetszeti jellemzőkkel vették figyelembe az alábbi módon, feltételezve az acélbetétek képlékenyedését.

Első lépésben a teljes hídra vonatkozó modálanalízissel megállapították a szeizmikus gerjesztésből a repedésmentesnek tekintett pillérekre jutó maximális igénybevételeket. Ezután berepedt keresztmetszetet feltételezve kiszámították a pillérek alakváltozását. Az e számítás alapján kiadódó merevségekkel megismételve az első számítást, két iterációt követően a globális modálanalízisből és az egyedi pillérek számításából kapott igénybevételek és alakváltozások jó egyezést mutattak. Az így számított igénybevételek mintegy 35%-kal kisebbek, mint a rugalmas számításból adódóak.

Az alacsonyabb és merevebb pilléreknél nem gátolták a keresztirányú mozgásokat, az acélcsapok elhelyezése a keskeny, 1,50 m széles alsó lemezben amúgy is gondot okozott volna. A mintegy 12000 kN nagyságú keresztirányú erők felvétele saruval nem volt megoldható. A támasz ezért téglalap alakú, 1,2 m × 1,2 m keresztmetszetű, 3,5 m magas acéllemezekből hegesztett ütközőből áll (12. ábra).

Az ütköző és a szekrénytartó alsó lemeze között függőlegesen elhelyezett neoprén saruk biztosítják a keresztirányú erőátadódást. Ugyanitt a szekrénytartót vas-

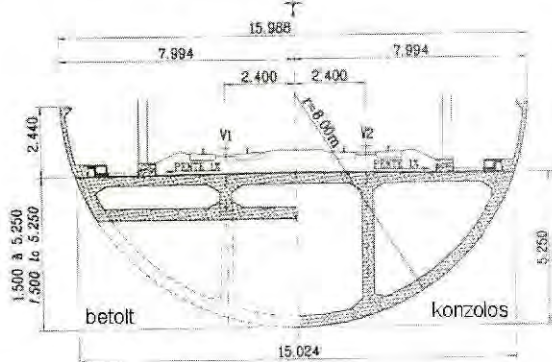


12. ábra. A pillérfej és a pályatartó keresztirányú kapcsolata

beton keresztartó merevíti. A hosszirányú mozgások szabad létrejöttét az alsó lemezben hosszirányban kialakított, inox acéllemezzel borított horony biztosítja, amin a neoprén saruk szabadon elmozdulhatnak.

A szekrénytartó

Az alacsony tartómagasságú szakaszokon a keresztmetszet egy háromcellás, négygerincű szekrénytartó méretezésére vezethető vissza (13. ábra). Esztétikai okokból az íves oldalfelület nem előregyártott, így részt vesz a teherbírásban. A saruk mindig a közbenső gerincek alá kerülnek, a vasúti vonatteher is jórészt ezekre a gerincekre jut, ebből adódóan a pillérek közelében a szélső gerincekre csekély terhelés jut.



13. ábra. A betölt, ill. szabadon szerelt pályatartó keresztmetszete

A támasztól távolodva azonban a kereszteloszlás változik. Ezt figyelembe véve – 3D végeelemes számítást követően – a szélső gerincek vastagsága 27 cm-re adódott. A számításból az is kitűnt, hogy a szélső gerincekben a legnagyobb feszültség a támaszköz negyedeiben lép fel, és nagysága jelentős mértékben függ a támasz feletti szélső cella alsó és felső lemezének merevségétől.

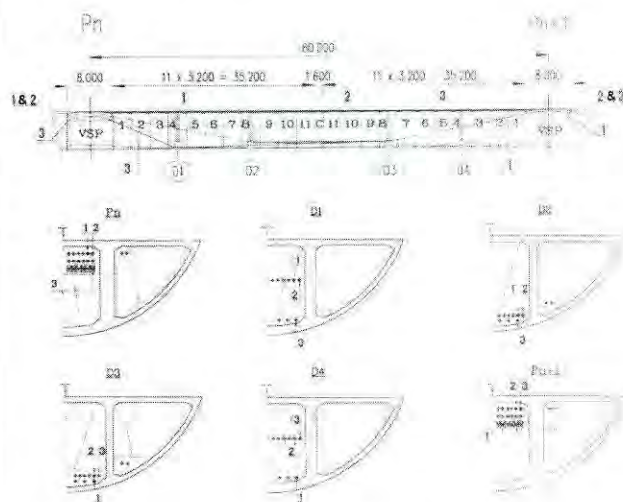
A pályatartó kábelezése

A szokatlan forma és a nagy feszítőerő igény a pályatartó különleges kábelezését tette szükségessé. A szabadbetonozással készült, 80 m-es nyílásokban a következő feszítést alkalmazták (14. ábra):

- 2-18 db 12T15S egyenesen vezetett kábel,
- 2-3 db 12T15S kábel mezőben,
- 2-9 db 27T15S törtvonalban vezetett szabadkábel,
- 2-2 27T15S kiegészítő kábel.

A lehorgonyzások számának csökkentése érdekében a kábelezés három nyíláson keresztül folytonos. A közbenső gerincek közötti kis távolság és a keresztartón átmenő átjáró helyigénye miatt a kábeleket két sorban vezették. Az iránytörésből származó jelentős igénybevétel miatt nyílásonként 4 db eltérítő diafragma volt szükséges.

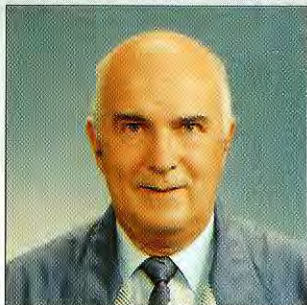
A szabadkábelek vonalvezetése nemcsak a függőleges síkban, hanem a vízszintesben is tört alakú, amit a diafragmákban elhelyezett acél vezetősöveknél is figyelembe kellett venni.



14. ábra. A tartó kábelezése

Hivatkozások

1. Keresztfalvi L., Darvas E.: A magyar–szlovén vasútvonal hidjai ankétról készült beszámoló, Közlekedéstudományi Szemle, XLVII. évf. 5. sz., 1997, pp. 177–192
2. Vörös J.: 160 km/h sebesség engedélyezésének feltételei vasúti hidaknál (hazai és külföldi előírások összehasonlítása), tanulmány, 1997
3. Vörös J.: Az új szlovén kapcsolat völgyhídjai, Sínek Világa, XLI. évf. 160. sz., pp. 26–39
4. Vörös J.: A magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai 1. A beruházás előkészítése, Vasbetonépítés I. évf. 4. sz., pp. 95–100
5. D. Gibert, C. Bousquet, L. Boutillon, D. Primault: Viaduc de Ventabren, La Technique Française du Béton, XIII. Congrès de la FIP, Amsterdam, 1998, pp. 373–382
6. C. Bousquet, J.-M. Cussac, A. Fauvelle, B. Radiguet: Viaducs d'Avignon, La Technique Française du Béton, XIII. Congrès de la FIP, Amsterdam, 1998, pp. 395–404
7. C. Bousquet, J.-P. Jung, F. Valotaire: Viaduc de la Vernègues, La Technique Française du Béton, XIII. Congrès de la FIP, Amsterdam, 1998, pp. 405–416



DR. MEDVED GÁBOR
okl. mérnök, szakmérnök
ny. egyetemi tanár
Kumamoto Egyetem, Japán

Vasúti hidak Japánban

Bevezetés

Japán területe (372 000 km²), mintegy négyszerese Magyarországnak, azonban ennek több mint háromnegyede semmire nem használható vad hegyvidék. Így azután egy kb. magyarországnyi területre koncentrálódik a 126 milliós lakosság. Nem csoda, hogy az első benyomás Japánról a zsúfoltság. Az utak keskenyek, kanyargósak, a telkek zsebkendőnyiek, a házak egymáshoz szorulnak, s a rizsföld is a ház falától félméternyire kezdődik. A nagyobb síkságokra települtek a mai nagyvárosok (Tokio, Oszaka, Nagoja stb.), de ezek peremvárosai már a hegyoldalakra kezdenek felkúszni. A helyhiány általánosan jellemző és befolyásoló tényező a közlekedésépítésben is.

Egy másfajta hatás gyökere a történelmi sajátosságokban található meg, Japán a Tokugawa Sógunátus korában, a XVII. sz. elejétől a XIX. sz. közepéig, csaknem 250 éven keresztül a külvilágtól elzárt ország volt. Senki nem jöhetett be, és senki nem mehetett ki. Az egyetlen érintkezési pont a külvilággal a Nagaszaki kikötőjében egy mesterséges szigeten létesített holland kereskedelmi állomás volt, de ők sem tehették lábukat a szárazföldre. Az elszigeteltségnek az amerikai Perry tengernagy flottája vetett véget 1854-ben. A korszerű fegyverzetű „fekete hajók” demonstrációja rádöbbenette a japán katonai kormányzatot (a sógunátust), hogy teljesen elmaradott és védtelen. Ezt megerősítette néhány – vereséggel végződött – kisebb csetepaté nyugati flottillákkal. Végül 1867-ben a sógun (fővezér) visszaadta a végrehajtó hatalmat a császárnak, s ezzel a Meidzsi Restaurációnak nevezett lépéssel kezdetét vette Japán modernizációja.

A fejlődés kezdetei

A Meidzsi Restauráció kezdetén Japán gazdaságilag teljesen fejletlen és egyensúlytalan volt. A hagyomá-

nyos kézműipar ugyan esztétikailag magas színvonalú és kifinomult termékeket állított elő, de a nehézipar és a gyáripár szinte teljesen hiányzott. Ugyanakkor apró műhelyekben kiváló minőségű kardokat, puskákat, ágyúkat állítottak elő. Hiányoztak a műszaki és természettudományos területen működő tudósok, mérnökök és a jól képzett munkásosztály is.

A fejlődés központi irányítással az élet minden területén megindult. Megalapították a hét császári egyetemet, s a mai Tokio, Kioto, Oszaka egyetemek ezek utódai. Főiskolákat is alapítottak, s például a mai Kumamoto Egyetem a hajdani 5. sz. főiskolát tekinti elődjének.

Még a Meidzsi Restauráció évtizedében megépült az első vasútvonal Tokio egyik kerülete és Jokohama között, s az elsőt sok más követte. A terepviszonyokra való tekintettel keskeny nyomtávot (1 m) választottak, s a mai Japán Vasutak (JR) is ezt használja.

Az ipari fejlődés nyugateurópai (főleg angol és német), valamint amerikai mintát követett. Ennek nyomai itt-ott ma is láthatók. A Nagaszakiban ma is álló rácsos közúti híd – melyet Taisó császár uralkodásának 11. évében (1922.) építettek – csomópontjai csavaros rögzítésű csapos kapcsolatúak (1. és 2. kép). Azonos megol-



1. kép



2. kép

dás látható a Dai-icsi Kumagawa Kjórijó (Kuma folyó 1. sz. híd) elnevezésű, ma is forgalomban lévő vasúti hídon (3. kép) Kumamoto prefektúrában. Rácsos tartók csapos csomóponti kapcsolata főleg amerikai gyakorlat volt mintegy 100 évvel ezelőtt.

A 4. képen egy ugyancsak ma is üzemelő vasúti híd látható a japán fősziget – Honsú – északi oldalán az ún. Szan-in parton vezető vasútvonalon, Kaszumi közelében. A völgyhíd magas vasszerkezetű pillérei akár Angliában vagy Franciaországban is lehetnének.



3. kép

A japáni vasúthálózat kiépítésekor a nehéz hegyi terepen kanyargó pályán rengeteg műtárgyat kellett építeni. A hidak jellemző szerkezete a gerinclemezes főtartó volt nyíltpályás elrendezéssel. Nagyobb támaszköz esetén természetesen rácsos főtartót alkalmaztak. Folyótorkolatok dagályos környezetében – ha a tengeri hajók felhajóztak a folyó egy szakaszán – mozgatható hidat kellett építeni. Jellemző példájuk az Okawa-i emelhető híd Szaga prefektúrában, amely a harmincas években épült. A vasútvonalon ma már nincs forgalom, de a híd műszaki emlékként jó állapotban megőrizve nyitva áll a nagyközönség számára (5. kép).

Japán viszonylag hamar megközelítette, illetőleg beérte a világ iparilag fejlett államait. Vezető szerepet



4. kép

nem játszott ugyan egyetlen iparágban sem, de mindent elő tudott állítani, amit mások gyártottak. A második világháborús vereség azonban teljesen lerombolta és visszavezette az országot.

Japánnak mintegy 15 évre volt szüksége, hogy magához térjen a háborús pusztulásból, hogy ott is bekövetkezzen a gazdasági csoda. Kialakultak a ma is jellemző vezető gazdasági ágazatok, benne a közúti és vasúti járműgyártás és a közlekedésépítés. Az ambiciózus tervek megvalósulását elősegítette az 1964-es tokiói olimpiai játékok és az 1970-es oszakai világhiálítás megrendezése.

A monolitikusan nagy, nehezen mozduló és folyamatosan veszteséges Japán Államvasutak (JNR) szervezetét a hetvenes években a privatizáció során kisebb regionális vállalatokra osztották (pl. JR Kiúsú, JR Nyugat Japán stb.). Ezek a helyközi összeköttetésen túlmenően továbbra is jelentős szerepet vállaltak a nagyvárosi körzetek helyi érdekű tömegközlekedésében, valamint magában a városi tömegközlekedésben (japán sajátosság). A helyi érdekű és a városi közlekedésben külön erre a célra alapított magán vasúttársaságok is részt vesznek.



5. kép

A hetvenes évektől kezdve a környezeti ártalmak – enne a zajterhelés – csökkentése fokozott hangsúlyt kapott a japán közéletben. Ennek eredményeként a jóval kisebb zajkibocsátású ágyazat átvezetéses szerkezetek kerültek előtérbe a vasúti hídépítések során. Ezen túlmenően mind a régi, mind pedig az új hidakon zajvédő falakat szereltek.

Fokozott hangsúlyt kapott az esztétika is. Jellemző példa, hogy rácsos tartó esetén oszlopos rácsoszás helyett inkább szimmetrikus rácsoszást alkalmaznak, mert ennek szebb, nyugodtabb a vonalozása. A gerinclemezeken kívül lehetőleg nem alkalmaznak sem vízszintes, sem függőleges merevítést. Az NF csavaros kapcsolattal szemben előnyösebbnek tartják a hegesztett illesztést. Szép hidak tervezése ma már alapvető igény, melynek kielégítését kiadványokba foglalt irányelvekkel, példákkal is elősegítik.

1964-ben nyílt meg a Sinkanszen (Új Fővonal) elnevezésű nagysebességű szuperexpressz vasútvonal Tokió és Oszaka között, amely az idegenforgalmilag jelentős ősi fővárost, Kioto-t és a harmadik nagyvárost Nagoja-t is érintette. A Hikari (Fénysugár) elnevezésű vonatok (6. kép) mintegy három óra alatt tették meg az 550 km-es távolságot két közbenső megállással, helyenként 200 km/h feletti sebességgel robogva. Ez a vasútvonal már európai normál nyomtávval épült, s hosszának jelentős részén magas vezetéssben hídszerkezeten halad. Töltés számára ugyanis nem lenne hely. A hídszerkezet közönséges sűrű alátámasztású monolit vasbeton keretszerkezet, mintegy 5 m-es támaszközökkel.

A Sinkanszen világelsőseget jelentett Japán számára. Azóta a vonalat mind délnyugati, mind észak-

keleti irányban meghosszabbították és új típusú szerelvényt is üzembe állítottak. A Nozomi (Vágy) nevű vonatok helyenként megközelítik a 300 km/h sebességet (7. kép).

A Sinkanszen pályáját eddig még nem helyezték függőhídra. 1973-ban ugyan megépült a Kanmon függőhíd 712 m középső nyílással Honsú és a második legfontosabb fősziget Kjusú között Simonoszeki városában, de amikor a Sinkanszen-t meghosszabbították Fukuokáig, inkább egy 18 km-es tenger alatti alagutat építettek.

Tizenöt évvel később viszont megtették az előkészületeket, hogy a Sinkanszen pályája függőhídra kerüljön. 1988-ban elkészült az első, hídszerkezeteken haladó közúti és vasúti összeköttetés Honsú és a legkisebb fősziget Sikoku között a Kodzsima–Szakaide nyomvonalon.



6. kép



7. kép

A 12300 m hosszú hídszerkezet (8. kép) három függőhídból (1100 m, 990 m és 940 m középnylásokkal), két ferdekábeles hídból (420 m-es középnylásokkal, 9. kép), három rácsos gerendahídból (legnagyobb középnylás 245 m) áll a szakmailag jelentéktelenebb viaduktokon kívül. Az emeletes pályaszerkezet felső szintjén halad az autópálya, az alsó szinten pedig a vasút (10. kép). A vasúti pályát jelenleg két 1000 mm nyomtávú vágány alkotja, melyeken a Japánban szokásos normál vasúti forgalom zajlik.

Hely van viszont a szuperexpressz két vágánya számára is, melyet a jövőben szándékoznak kiépíteni.



8. kép

A hidak megépítését megelőzően intenzív kutatómunka folyt, amely a nagy függő- és ferdekábeles hidak vasúti forgalomra történő alkalmasságát volt hivatott tisztázni. Itt a legnagyobb gondot a függőhidak vasúti terhelés alatti nagy alakváltozása (nagy lehajlása és a támaszok közelében a nagy koncentrált szögforgása) okozta. A támaszok közelében speciális, átmenetet biztosító szerkezeteket is kifejlesztettek a koncentrált szögforgás csökkentésére. Minden esetre a jelenlegi vasúti sebesség a hidakon mérsékelt, s tájfun idején mind a közúti, mind a vasúti forgalom szünetel. Ezzel együtt az 1100 m támaszközü Minami Biszan Szeto és a 990 m támaszközü Kita Biszan Szeto hidak a világ legnagyobb függőhídjai, melyeken vasúti forgalom zajlik (11, 12. kép). Az egyaránt 420 m támaszközü Hicu-isidzsima és Iwakurodzsima ferdekábeles hidak (9. kép) pedig a világ legnagyobb nyílású vasúti ferdekábeles hídjai.

Az alkalmazott gyártási és építési technológiákat tekintve 30–35 évvel ezelőtt a magyar és a japán hídépítő ipar – főleg az acél hídépítés tekintetében – még összemérhető volt, a megépített hídszerkezetek nem mutattak kiáltó különbséget. Azóta viszont a japánok szinte állva hagytak minket (mint sportnyelven mondják), de megelőzték a világ többi régióját is.

A 70-es vagy 80-as szilárdsági osztályú mikro ötvöztetésű acélokból nagy falvastagsággal, hegesztett kivételben készített szerkezetek az elmúlt 25 évben már nem számítanak ritkaságnak. Az előrajzolás teljesen eltűnt az acélszerkezetek gyártási folyamatából. Helyette az egykori rajzpadlásokra telepített számítógépek vezérlik az alattuk lévő vágó- és fűrőgépeket. Megjelentek már az ennél is fejlettebb automatizált gyártósorok is (CAM), ahol a számítógéppel vezérelt robotok a teljes gerendagyártási folyamatot elvégzik. (A szerzőt ugyan beengedték több ilyen üzembe, de a fényképezést, videózást már nem engedélyezték.)

Az 1970-es években a betonhíd építők elkészítettek néhány világrekord támaszközü hídszerkezeteket (pl. Hamana-híd, 240 m tmk., 1978., konzolos szabadon betonozással épült), de azóta kísérletet sem tettek ennek túlszámolására. Úgy tűnik, hogy a zord természeti viszonyok (földrengés, tájfun, szökőár) mellett ennél nagyobb betongerendák építése már nem célszerű.

A közelmúltban még két nyomvonalon összekötötték Honsút és Sikokut. 1998-ban készült el az Akasi Kaikjó-híd a hasonló nevű tengerszoros felett Kóbe város közelében. A függőhíd tervezett támaszköze 1990 m volt, ezt azonban 80 cm-rel megnövelte az 1995-ös nagy kóbei földrengés, mivel az aktív törésvonal pontosan a híd középnylásában húzódik. A földrengés idején a tartókábeleket már felszerelték (13. kép), ami segítette a mintegy 300 m magas pilonok állékonyosságát illetően, de valószínűleg e hatás nélkül sem tör-



9. kép

tént volna katasztrófa, hiszen automatikus lengéscsillapítókkal szerelték fel a pilonokat éppen hasonló esetre számítva. Az Akasi Kaikjó-híd és a tőle délre fekvő, 876 m támaszközű Ónaruto függőhíd Sikoku keleti csücskét köti össze Honsúval. Az eredeti tervek szerint a hidakra az alsó szinten a Sinkanszen pályáját is megépítették volna, azonban a tervet menet közben megváltoztatták, s ma a két híd csak közúti forgalmat szolgál. Nem érdektelen megemlíteni, hogy a kábel korrózió veszélyének csökkentésére az Akasi Kaikjó-híd tartókábelének belsejébe száraz levegőt nyomnak, s ezáltal a kábel belsejében a nedvességtartalmat a normális alá csökkentik. Ugyancsak mesterségesen lecsökkentik a levegő nedvességtartalmát mindkét híd horganykamrájában.

A harmadik összeköttetést nyugaton létesítették, s ezt eredetileg is csak autópálya kapcsolatként tervezték.



10. kép

A kapcsolat legfontosabb eleme a négy hatalmas Kurusima függőhíd – 1-től 4-ig számozva – és három óriási ferdekábeles híd. Közülük az Ikucsi híd nemcsak 490 m-es középnyílásával, de nemes vonalozású szépségével is nevezetes. A Tatara-híd (14. kép) viszont nemcsak szép, de a 890 m-es támaszközével egyértelműen a jelenlegi világrekorder. A merevítő tartó mindkét híd középnyílásában acélszerkezetű, míg a viszonylag rövid szélső nyílásokban feszített betonból készült. A két rész közötti kapcsolat különleges kialakítású, mivel a nyomatéki teherbíráson túlmenően a hatalmas normálerő átadását is meg kellett oldani.

A kábelekhez a külföldön kifejlesztett magas kifáradási határú kábelfejek adaptálásán túlmenően új típusú (injektálás nélküli) kábelstruktúrákat, továbbá kábelvibráció elleni megoldásokat fejlesztettek ki.

Nem ünneprontás, de megemlítendő, hogy a japán kollégák szakmai véleménye szerint a három észak-déli irányú kapcsolat Honsú és Sikoku között túlzóan sok, és egyértelműen politikai kompromisszumot tükröz forgalmi szükségesség helyett. Ezt a közelmúlt forgalmi adatai is megerősítik.

Összefoglalás helyett: a japán hídépítési rekordok

A világ 30 legnagyobb támaszközű függőhídja közül 11 (tehát minden harmadik) Japánban épült. A világrekorder jelenleg az Akasi Kaikjó-híd, ami azonban meglehetősen konzervatív kialakítású, és a rácsos merevítő tartójával inkább az amerikai függőhíd építési irányzatot követi.



11. kép

Hasonló arányt képvisel a világ 20 legnagyobb ferdekábeles hídja között a 6 Japánban épült. A rekorder a Tataru-híd, ez viszont a legmodernebb ferdekábeles hídépítési irányzat reprezentánsa.

A feszített beton gerendahidak között az egykor világrekorder Hamana-híd ma tizenkettedik. A vasbeton ívhidak között sincs ma előkelőbb helyen japán híd. A 20 legnagyobb acél gerendahíd között ismét 6 japánt

találhatunk, a legnagyobb közülük 6–8. a rangsorban. Az acél rácsos hidak világranglistáján viszont az Oszakai kikötői híd a harmadik.

A jelenleg pangó japán gazdaság fellendítésére a kormány a közelmúltban újabb jelentős közmunkákat tartalmazó programba kezdett. Várható, hogy ebből a japán hídépítő ipar is részesül majd, és ismét hallatni fog magáról a világ előtt.



12. kép



DR. KOLLÁR LAJOS
BME Professzor emeritus

Vasúti hidak esztétikája

A mérnöki esztétika sokáig méltatlanul elhanyagolt területe volt a szakmának. Pedig a mérnöki létesítmények – már csak méreteiknél fogva is – meghatározóan formálják a környezetet, a tájat. Érdemes tehát foglalkozni a mérnöki esztétikával, néhány elvben összefoglalni főbb szempontjait, és alkalmazni ezeket a vasúti hidak kialakítására.

A mérnöki esztétika az általános esztétika része. Abban különbözik az esztétika többi ágától, hogy a mérnöki létesítményekben dominál a tartószerkezet, így kialakításukat nagymértékben megkötik az erőtani szempontok. A mérnöki szerkezetek esztétikus megjelenését magával a tartószerkezettel kell megadnunk. Mindezek alapján a következő alapelvekkel jellemezhetjük a mérnöki alkotások esztétikáját:

- rendezettség,
- arányosság, ritmus,
- megformáltság,
- karakteresség,
- a forma, mint az erőjáték kifejezője,
- könnyedséget vagy stabilitást sugalló megjelenés,
- fantázia,
- illeszkedés a környezethez.

Mindezeket az elveket vetített képekkel illusztrálom az előadásomban.

Ki kell még térnünk az esztétika és a gazdaságosság kapcsolatára. Mérnöki körökben ugyanis eléggé elterjedt az a nézet, hogy a mérnöki szerkezetek kialakításá-

ban legfontosabb szempont a gazdaságosság, aminek mindent alá kell rendelni, és az esztétikailag igényes kialakítás mindig többletköltséget okoz. A valóság ennél összetettebb. Nagyon sok esetben nem okoz többletköltséget az esztétikus kialakítás, sőt néha még megtakarítást is jelent (pl. akkor ha a szerkezet formája kifejezi, ill. jól követi a statikai működést). Ha néha mégis többletköltség merül fel, ez általában nem jelentős, és az exponáltabb helyre kerülő mérnöki létesítmény beruházója, ill. építtetője be is szokta látni, hogy megéri némi költség-többletet, ha szép építményhez jut. Klasszikus példa erre a budapesti Szabadság-híd, amelynek középső, befüggesztett része valóban többre került, mintha a nyomatékábrának megfelelően alakították volna ki, de ha összehasonlítjuk a nyomatékábrának megfelelő befüggesztett résszel kialakított egyéb hidakkal (Quebec, Csernavoda), magunk is meggyőződhetünk róla, hogy a szebb forma megérte a többletköltséget.

Irodalom

- Leonhardt, F.: Brücken – Ästhetik und Gestaltung. Bridges – Aesthetics and Design. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1982.
- Kollár L.–Vámosy F.: Mérnöki alkotások esztétikája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1996.



REGE BÉLA
Közlekedési Főfelügyelet
főmérnök

Vasúti pálya átvezetése a hidakon

Bevezetés

A vasúti pálya hídon való átvezetésének jó műszaki megoldása azóta foglalkoztatja a szakembereket, amióta a vasúti pályát feltalálták. A kérdés azért összetett, mert a vasúti pályával szemben támasztott követelményeket különleges körülmények között, a vasúti hídon kell biztosítani. Az I. Vasúti Hidász találkozón ezzel a kérdéssel kissé más szempontok szerint már foglalkoztam [3]. Az 1993 óta eltelt idő alatt új műszaki megoldások születtek, ezeket szeretném röviden bemutatni.

A vasúti pálya hidakon való kialakításának alapelvei

Jelen cikkben csak a hézag nélküli vasúti pálya hidakon való alkalmazását szeretném bemutatni. A hagyományos, illesztéses felépítményt csak a nagyon régi híd-szerkezeteken találjuk meg, ahol a hidakhoz csatlakozó pálya is ilyen szerkezetű, és a híd hossza és jellege miatt (pl. provizórium) túl költséges lett volna a hézag nélküli pálya kiépítése.

A hézag nélküli vasúti pályával kapcsolatos követelmények annak a hídon való átvezetése esetén változatlanul fennállnak. A vágány folytonossága biztosítja azt, hogy a járművek dinamikus erői azokon a tűréseken belül legyenek, amelyeket a sebességek és a terhelések határoznak meg. Ez a folytonosság akkor biztosítható a legegyszerűbb módon, ha a hídon és a csatlakozó töltésen ugyanolyan fajtájú aljat vagy felépítményt alkalmazunk.

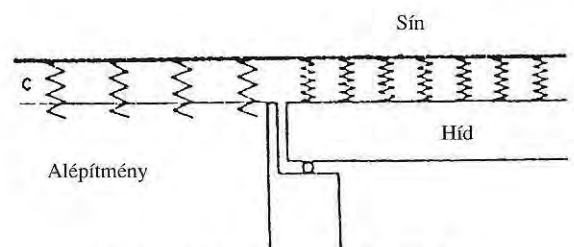
Az utóbbi években felerősödött a szakértők közötti vita, hogy hídon és a folyópályában az ágyazatos vagy az ágyazat nélküli felépítményt kell-e alkalmazni? E kérdésben a vélemények eltérők. Egyes szakértők szerint az ágyazat nélküli felépítmény magas beruházási költségei a fenntartás során megtérülnek és az ilyen típusú

felépítmény kiválóan alkalmas a nagysebességű pályák (200 km/h feletti sebesség) céljaira [10].

Más szakértő szerint az ágyazatos felépítményt 200 km/h sebességig kell alkalmazni az alacsony beruházási költségek, az egyszerű felújítás és zajvédelmi szempontokból előnyös tulajdonságai miatt [9]. Van olyan vélemény is, hogy a legjobb eredmény az ágyazatos és ágyazat nélküli felépítmény kombinációjával érhető el [8].

A híddal áthidalható akadály (folyó, út, vasút) helyzete és a helyi körülmények és az érintett szakhatóságok előírásai gyakorlatilag meghatározzák, hogy az ágyazatot a hídon átvezetni nem lehet, mivel a híd szerkezeti magasságának növelése műszaki vagy gazdasági okok miatt nem lehetséges. Ebben az esetben a hídhoz csatlakozó pályaszakaszon a rugalmassági tényező változása átmenetes legyen. E kérdés tárgyalására még visszatérünk.

A vasúti vágány helyzete a műtárgyhoz (híd, alagút) történő csatlakozásnál üzemi szempontból „zavart okoz”. A vágány alátámasztásának merevsége hirtelen megváltozik. E merevség jellemzője az ágyazási modulus, amelynek értéke a földműnél 0,05–0,15 N/m³ nagyságrendű [6]. Hídon vagy alagútban ez az érték



Az ágyazási modulus a hídon C_{hid} kb. 4c

$p_{hid} = 1,40 p$

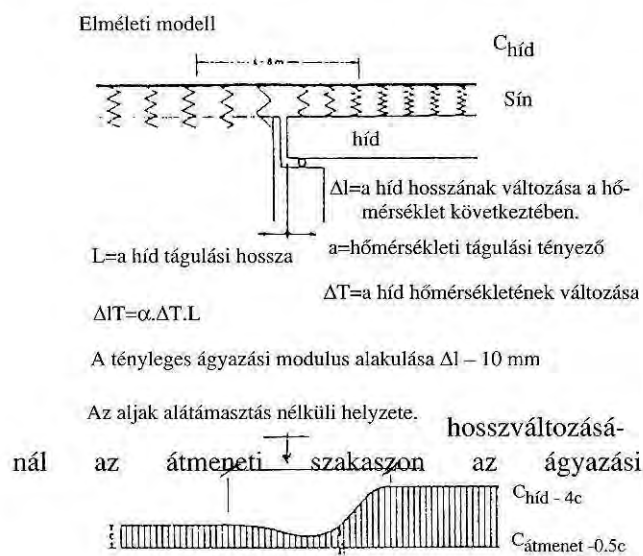
1. ábra. A vágánykeret rugalmas ágyazásának megváltozása a műtárgyhoz való csatlakozásnál.

0,3 N/mm³ értékre nő, amely a sínek teherelosztó hatását csökkenti. Ennek következménye az, hogy az alj alsó síkján az ágyazat nyomása megnő. A hídhöz való pályacsatlakozás szakaszán az ágyazási modulus értéke négyszeres lesz, az ágyazatnyomás mintegy 40%-kal emelkedik (1. ábra). Ebből következik az, hogy a rugalmassági modulus ugrásszerű változása az ágyazat és a merev vágány között csökkenti az ágyazat teherelosztását. Ez az ágyazat és az alatta lévő rétegek megnövelt igénybevételét okozza. A következmény a vágány helyzetének rosszabbodása lesz, amely a futásjóságra és az utazási kényelemre hat ki.

A vizsgálatok azt mutatták ki, hogy az ágyazat és a hídpálya között egy rugalmas szőnyeg elhelyezésével 0,03–0,05 N/mm³ értékű ágyazási modulus érhető el. A rugalmas szőnyeg alkalmazásának további előnye a zajhatás csökkentése, ez különösen a 250–1000 Hz tartományban mutatkozik meg.

A hidakon alkalmazott ágyazatnélküli felépítménynél a megfelelően kiválasztott betétlemezzel az alakváltozási viszonyok a csatlakozó pályára előírt értékekre korlátozhatók. A nehézségek az átmenet szakaszain jelentkeznek, ahol az átmenet fokozatosan az ágyazati profilra történik, és az üzemi teher a rugalmas alátámasztásra adódik át. Az átmenetet a sín merevségének megfelelően fokozatosan kell kialakítani. Az ilyen szakaszra való ráhaladásnál a tengelyteher dinamikus növekedéseit az utazási kényelem szempontjából is meg kell oldani.

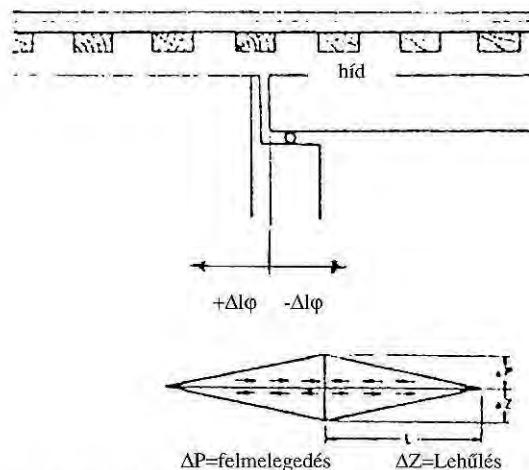
A hosszirányú mozgások okozta ágyazat-átrendeződések egy ún. zérus értékű süllyedésre (alátámasztás nélkül az alj és ágyazat között) hat ki, ez a vágány helyzetének romlásával függ össze. Egy kísérleti szakasz azt igazolta [6], hogy a híd hirtelen bekövetkező ±10 mm



2. ábra. A híd hőmérséklet okozta hosszváltozásának hatása a vágánykeret felfekvésére az átmeneti szakaszon.

modulus a felére csökken a földműre levezetett értékhez viszonyítva, és a hídon az ágyazat és a híd lemeze közötti rugalmas szőnyeg hiánya esetén a földműre levezetett érték négyszeresére emelkedik (2. ábra). Az ábrán látható, hogy egy 4–6 m hosszú hídhöz csatlakozó szakaszon a süllyedések emelkednek, majd erőteljesen csökkennek. A 4. ábrán bemutatott érték átlagos nagyságrendű, a tényleges értékek a vágány állapotától, a sebességtől és a járműtől függően ezektől 10–30%-kal eltérhetnek.

Külön figyelmet érdemel a híd hosszának változása következtében fellépő esetleges nyomó igénybevétel a sínekben. A 3. ábrán látható, hogy a híd hosszának növekedésénél a hídlemez és a vágánykeret közötti súrlódásos kapcsolat következtében kiegészítő nyomóerő, lehülésénél megfelelő húzóerő alakul ki. Ismerve az alj hosszirányú ellenállását az ágyazatban és a súrlódási erő lineáris növekedését elfogadva, a kiegészítő hosszirányú erő a 3. ábrán egyszerű módon számítható. Egy 100 m tágulási hosszal rendelkező hídnál a kiegészítő nyomó, illetve húzóerő 350 kN. Ez az erő mintegy fele a nyáron erős felmelegedésnél vagy télen erős lehülésnél az UIC 60 típusú sínben keletkező 775 kN erőnek.



$L =$ a híd tágulási hossza
 $p =$ a fél alj hosszirányú ellenállási tényezője az ágyazatban (egy sínszállra vonatkoztatva)
 $\Delta P = \Delta Z = 1/2 \cdot p \cdot L$

3. ábra. Egy híd hosszváltozásának hatása a sínben keletkező hosszirányú erőre.

Annak az alapelvnek elfogadásával, hogy a sínben a kiegészítő hosszirányú erő 50%-kal csökken a 3. ábrán meghatározott számítási értékhez viszonyítva egy 120 m tágulási hosszal rendelkező hídnál a kiegészítő nyomó, illetve húzóerő mintegy 200 N nagyságrendű, amely 25%-a egy UIC 60 sínben nyáron keletkező legnagyobb nyomóerőnek, illetve télen a legnagyobb húzóerőnek. A tapasztalatok szerint 100–120 m szabad tágulási hossz mellett lassú felmelegedés, illetve lehülés esetén

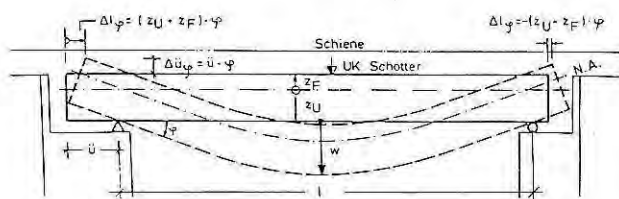
a vágány kivetődésének elkerülésére a kiegészítő erőket nem kell figyelembe venni. Nagysebességű pályák esetén a vágánykeret stabilitása érdekében külön intézkedéseket kell tenni (pl. a vágány külső oldalán magasított borda kialakítása).

Nyílt pályás hidak esetén a sínleerősítések kialakításának hatását figyelembe kell venni. Ha a sínleerősítés áthúzás elleni ellenállása korlátozott (sintörés miatt hézag keletkezik alacsony hőmérsékletknél), akkor 50–60 m-ként dilatációs illesztést kell alkalmazni.

A forgalmi terhelés hatására keletkező hídvégelfordulásnak a vágány süllyedéseire komoly hatása van. Ha ez az elfordulás jelentős mértékű vízszintes irányú elmozdulással jár, akkor az ágyazat fellazulhat (4. ábra). Ez az ágyazat-fellazulás jelentéktelen értékre csökkenthető, ha a forgalmi terhelés hatására bekövetkező lehajlás (f) és a fesztávolság (L) arányánál a Vasúti Hídszabályzatban lévő 1/1000 érték helyett 1/2700 arányt választjuk. A 4. ábrán bemutatott keresztmetszetenél 45 m fesztávolság mellett a fixsarú feletti elmozdulás 5,3 mm, a mozgó sarú feletti elmozdulás – 0,8 mm értékű lesz [6]. Műgumi saruk alkalmazása esetén a függőleges alakváltozások egy része kiegyenlíthető.

A számítások szerint az ICE vonatteher hatására a mozgás 1,2 mm, a tehervonatok terhelésére a mozgás 2,0 mm lesz, amelyek a támaszok felett az ágyazat fellazulásához vezethetnek. A már korábban említett rugalmas szőnyegnek az ágyazat alsó síkja és a hídlemez közötti alkalmazásával az előírt rugalmasság elérhető és egyúttal zajcsökkentő hatása is van [6].

Ha hosszú hidakat kéttámaszú szerkezetek sorozatából építünk meg, akkor a hosszirányú hőmérsékleti erők és a fékező erők átadása a közbenső pillérekre történik meg [2]. Ez esetben a pillérekre ható hosszirányú erők



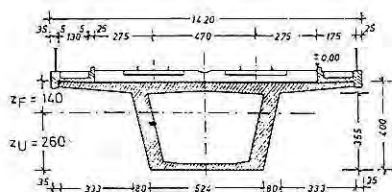
$$\varphi = 3,2 \cdot \left(\frac{w}{l}\right)$$

$$\left(\frac{w}{l}\right) = \left(\frac{1}{2700}\right)$$

$$z_U = 2600 \text{ mm}$$

$$z_F = 1400 \text{ mm}$$

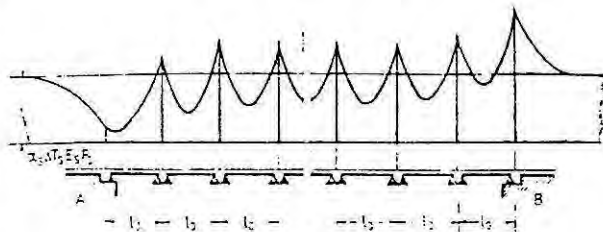
$$h_0 = 500 \text{ mm}$$



4. ábra. A híd végének elmozdulása felsőpályás feszített vasbeton hídnál.

(Szekrényes szerkezet, magassága 4 m, fesztávolsága 45 m)

jelentős nagysága miatt karcsú pillérek nem alakíthatók ki (5. ábra). Kéttámaszú tartó mozgó saruja felett alkalmazott síndilatációs készülék esetén a híd mozgó saruja felett a hőmérsékleti sínfeszültségek mindig kisebbek, mint a nyíltvonali szakaszon (6. ábra), ha a Coulomb-féle súrlódásból származó hosszirányú ellenállási erő kialakul, és a sínek hőmérsékletváltozása ΔT_s , illetve a híd hőmérsékletváltozása ΔT_b előjel szempontjából azonos lesz [2].



5. ábra. Hosszirányú erők kialakulása a sínekben kéttámaszú tartók sorozatából álló hídnál síndilatációs szerkezetek alkalmazása nélkül

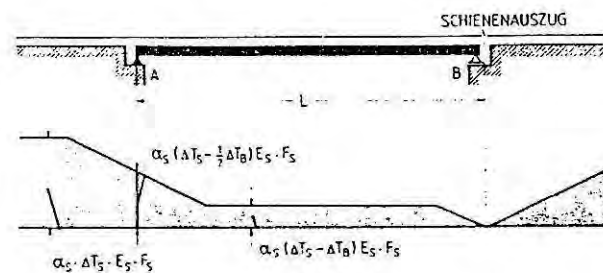
Jelenleg a hidakon dilatációs készülék nélkül átvezetett, összehegesztett sínek hosszát az egyes vasútak 60–100 m híd-fesztávolság között korlátozzák. Külföldi vizsgálatok azt mutatják, hogy a tartószerkezeten átmenő, összehegesztett sínek bármely híd fesztávolság mellett alkalmazhatók, ha a sintörést egyeztetett műszaki eljárás mellett kiküszöbölik [1]. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- A vágány szerkezetét a legmagasabb hőmérséklet mellett is a kivetődéssel szemben meg kell védeni.

- A sínekben a járműteher és a hőmérséklet okozta legnagyobb feszültség nem lépheti túl az acél anyagára megengedett feszültséget.

- Alacsony hőmérséklet mellett bekövetkező sintörésnél keletkező sínhézag egy megállapított határt nem léphet túl. Ezt 50 mm értékben célszerű korlátozni.

A fenti esetben a sínleerősítés hosszirányú erőkkel szembeni ellenállásának nagy értékűnek kell lennie. Ezenkívül a sínek állapotát gyakrabban kell ellenőrizni,



6. ábra. Hosszirányú erők kialakulása a sínekben hosszú kéttámaszú tartón síndilatációs készülék alkalmazásánál

az esetleges repedések megjelenése esetén a sántörés megelőzésére a szükséges intézkedéseket haladéktalanul meg kell tenni.

Meg kell jegyezni, hogy az ilyen elemzés csak a vágány állapotával foglalkozik. Bizonyos körülmények mellett, amikor a sínek mintegy 500 kN hosszirányú erőt kapnak, és ezeknek a sínleerősítésen keresztül a hídra való átadása problémát okozhat. A saruk vízszintes irányú igénybevételeinél lényegesen nagyobb erővel kell számolni. 400 m-nél hosszabb hidaknál a híd és a vágány eltérő dilatációjából származó többlet-igénybevételeket is figyelembe kell venni.

A sándilatációs készülékek elhagyása területén a magyar vasutaknak is vannak eredményei [3]. Az 1993 decemberben forgalombahelyezett 3 nyílású 117,44 m összhosszúságú sárvári Rába-hídon különleges felépítmény alkalmazásával a sándilatációs készülékek elhagyhatók voltak. Ennek elvi megoldása az, hogy a hídfás, hézag nélküli felépítmény és a híd acélszerkezete egymástól függetlenül dilatál. A fékező erők átadása a fix sarura külön elemek segítségével történik meg.

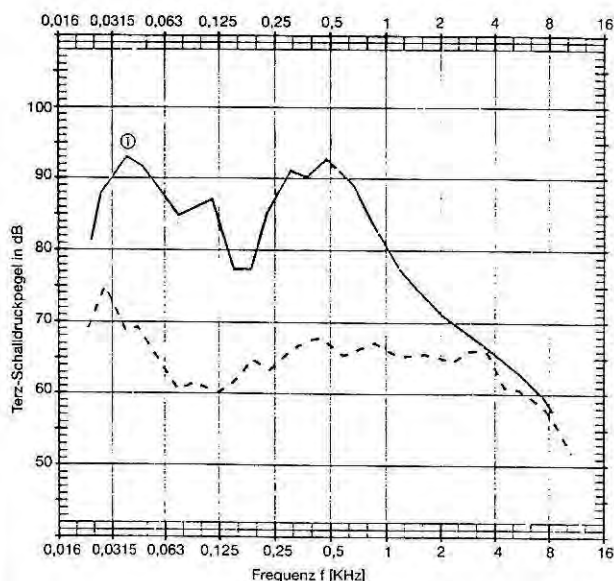
A vasúti pálya hidakon való átvezetésénél fontos szempont a zajvédelem. Általánosan elfogadott alapelv, hogy a hídon a zaj nem lehet nagyobb, mint a nyílt pályán. A nyílt pályás acélhíd a legzajosabb híd típus. Ennek a problémának megoldására a következő lehetőségek vannak [7].

- a teljes vasúti pályaszerkezet ágyazatba helyezése,
- az aljak ágyazatba helyezése,
- szendvics szerkezet kialakítása,
- rezgés-elyelő megoldások alkalmazása,
- rugalmas sínleerősítés alkalmazása.

Egy nyílt pályás acélhídon végzett zajmérés példáját a 7. ábrán láthatjuk [7]. Amint az ábrán látható, az ilyen hídról visszaverődő zajszint 15 dB(A)-ig terjed. A zajszint csökkentésére leggyakrabban a rugalmas sínleerősítéseket alkalmazzák. Zajvédelmi szempontból is kedvező rugalmas sínleerősítés példáit vázlatosan a 8. és 9. ábra mutatja be. Az ezekkel végzett zajszint mérési eredmények a 10. ábrán láthatók [7]. Ezek a sínleerősítések a zaj terjedését megakadályozzák, különösen hatékonyak a mélyebb, nagyobb terhelésű rezgésszámnál. A bemutatott rugalmas sínleerősítések 300 km/h sebességig alkalmazhatók.

A megoldás módjai, példái

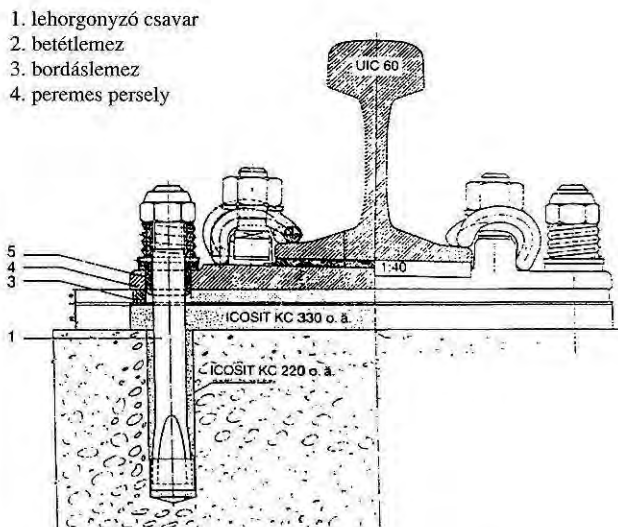
Az utóbbi időben épült vasúti hidak közül külön figyelmet érdemel a Hannover–Berlin új, 250 km/h sebességű vasútvonalon a Hämertennél létesített Elba-híd. Ennél a meder felett 66,90+105,77+67,90 m=240,57 m hosszú, folytatólagos, ágyazatátvezetéses, oszlop nélküli rácsos acélhíd, az ártéren változó fesztávolságú (34–45 m),



— Zajszint a hídtól 25 m oldaltávolságban mérve
 --- Zajszint nyíltvonalon 25 m oldaltávolságban mérve
 1. (Kerék)sín rezgésszáma és aljrezgésszám (40 Hz 85 km/h mellett) és a főtartó önrezgésszáma.

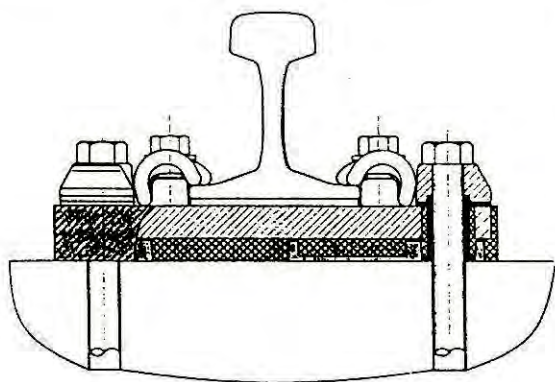
7. ábra. Zajmérés egy kéttámaszú, nyílt pályás acélhídon BR 141 típusú villamos mozdony 85 km/h sebessége mellett.

szerkezeti magassága 3,40 m, folytatólagos, ágyazatátvezetéses feszített vasbeton hidak készültek el. A híd teljes hossza 811,76 m. A két fajta híd keresztmetszetét a 11. és 12. ábrák mutatják be [5]. A kétvágányú hídon a vágány-tengelytávolság 4,70 m. Az ágyazatátvezetés alkalmazása figyelemre méltó, mivel a nagy



A bordáslemez [4] és a tömítőmassza közé egy rugalmas betétlemez kerül beépítésre. A beépítés betonlemezt mutat be, de alkalmazható faaljra, acéllemezre és provizorium keresztartórára is.

8. ábra. Loarg 314. sínleerősítés szerkezeti vázlata



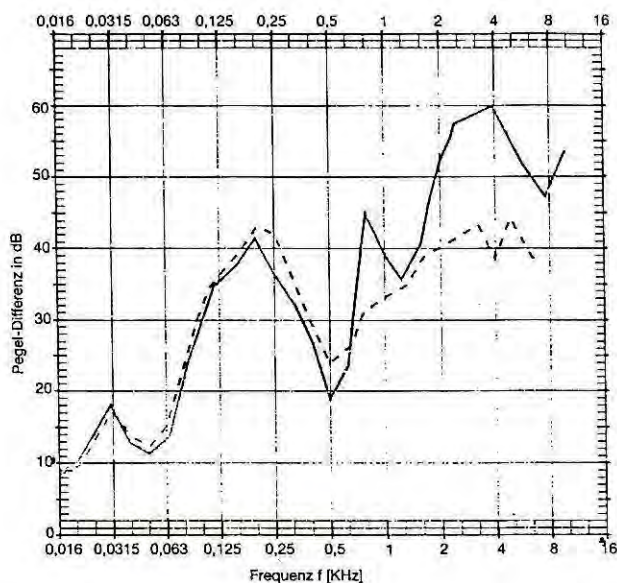
A sín rugalmas alátámasztása a bordáslemezre vulkanizált mügmű gyűrűkkel alakul ki, amellyel a bordáslemez az alaphoz függőlegesen és vízszintesen rugalmasan kapcsolódik.

9. ábra. WBG sínleerősítés szerkezeti vázlata

hosszúságú hídon így elkerülhetők azok a problémák, amelyek a vágány és a hídszerkezet eltérő dilatációjából lépnének fel. A feszített beton áthidaló szerkezetnél az ágyazat oldalirányú megtámasztását előregyártott vasbeton gerendával oldották meg.

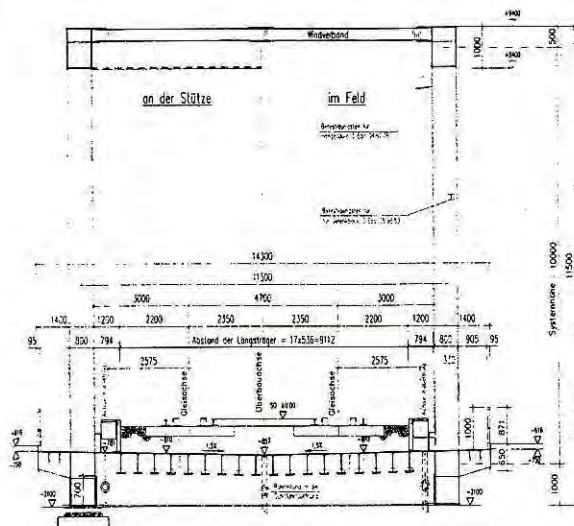
Az áthidalószerkezeteken alkalmazott terelősín fajtájára és leerősítésének módjára a szakirodalom ad tájékoztatást [4], mivel jelen cikk korlátai miatt ennek ismertetésére nincs lehetőségem.

A híd és folyópálya csatlakozási helyén az átmeneti szakasz kialakítására a magyar vasutaknál eddig nem sikerült olyan megoldást találni, amelyek teljes mértékben eleget tettek volna a műszaki követelményeknek.



Zajvédelem a sín és az alj között. Összehasonlítás a WBG bordáslemez ágyazás és a Loarg 336 sínleerősítés között 20 kN sínfejre átadott statikus terhelésnél.

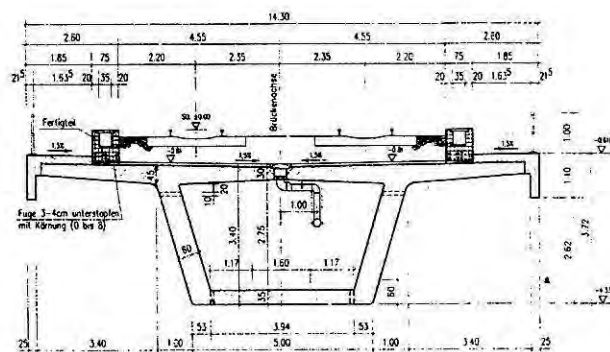
10. ábra. Kísérleti mérés.



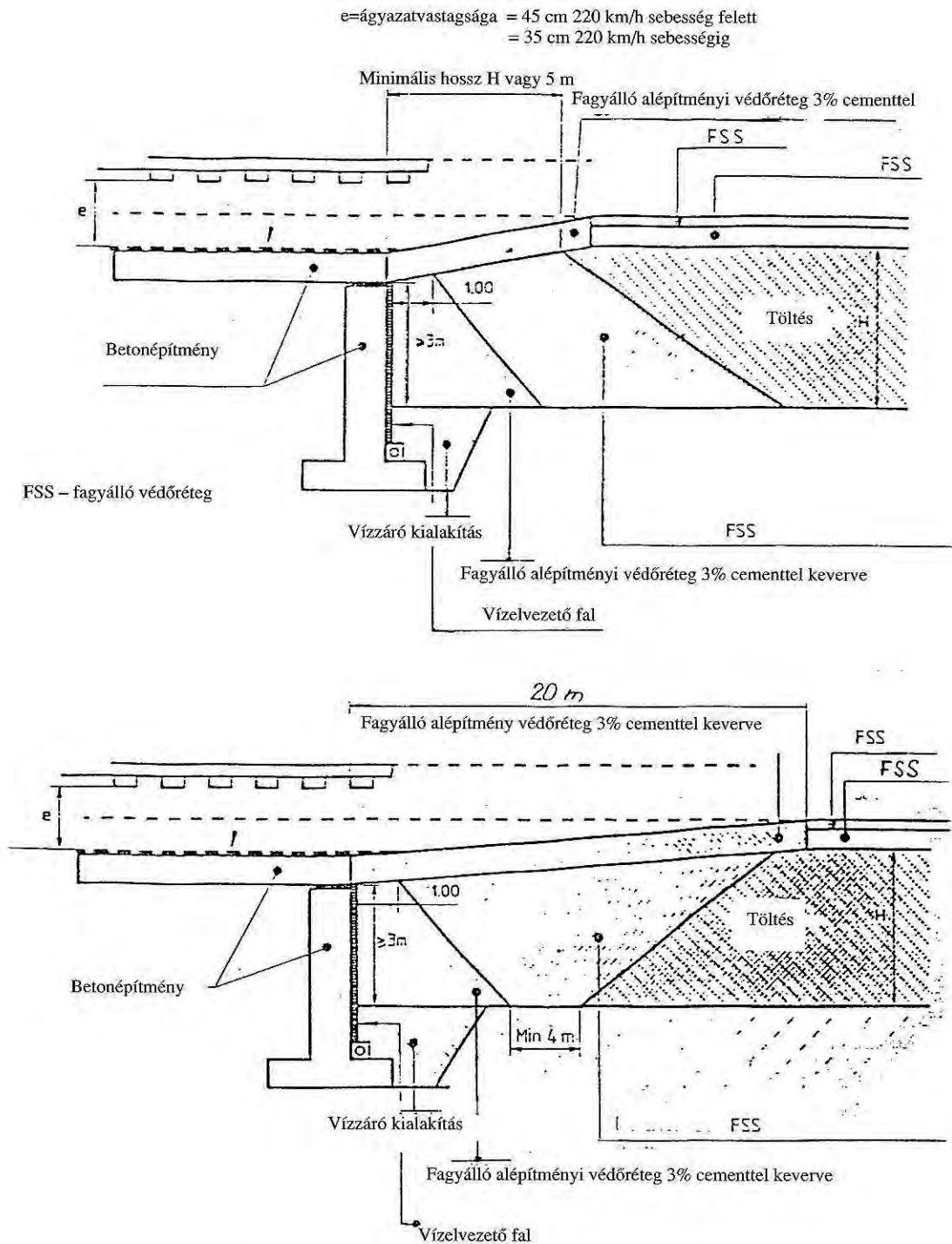
11. ábra. Acélszerkezetű híd keresztmetszete. Baloldali ábra a támasz feletti, jobboldali ábra a mező közepén lévő keresztmetszet

A 13. ábrán ennek a csatlakozásnak kialakítására 2 megoldást mutatok be. A 13. ábrán látható javaslatok alkalmasak nyílt pályás hidaknál való alkalmazásra is, nagy előnyük, hogy a csatlakozás átmenetes és semmilyen különleges anyagot nem igényelnek.

Végül szeretném bemutatni a nyílt pályás acélhidakon a vasbetonalj leerősítését hídfa helyett, amely találmány szabadalmi oltalom alatt áll. A vasbetonalj elterjedése keresztaljként az egységes vasúti pályaszerkezet és a hosszú élettartam miatt kívánatos [12]. A megoldás szerint a vasbetonalj rugalmas felfekvése a hossztartó felső övén rögzített aljlapucsban lévő neopren saru betéttel biztosított (14–15. ábra). Ez a típusú nyílt pályás szerkezetet először 1997 augusztus hóban kísérletként alkalmazta a MÁV Rt., az azóta eltelt üzemeltetési idő alatt üzemi rendellenességet nem állapítottak meg.



12. ábra. Feszített vasbeton áthidaló szerkezet.



13. ábra. Ágyazátvezetéses vasúti és folyópálya csatlakozása

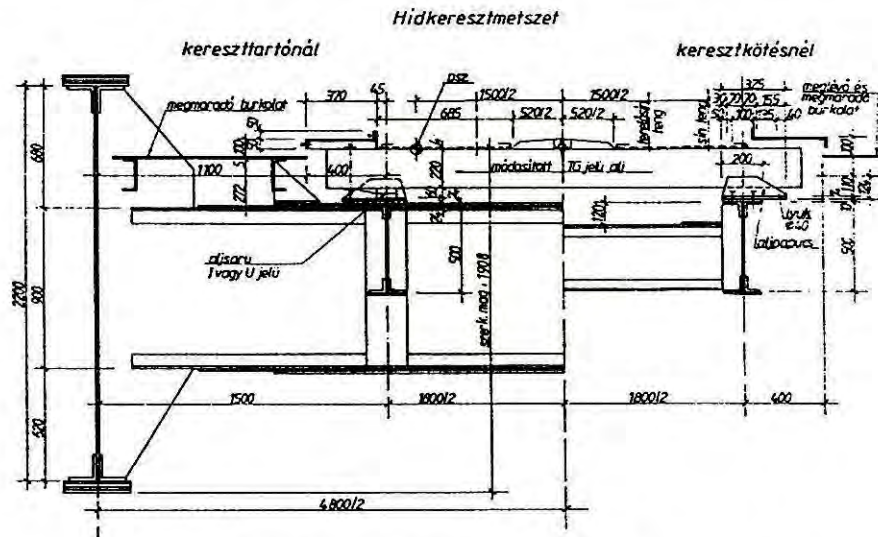
Következtetések

A vasúti pálya hídon való átvezetésének ismertetett anyagából hazai körülményekre az alábbi következtetések vonhatók le:

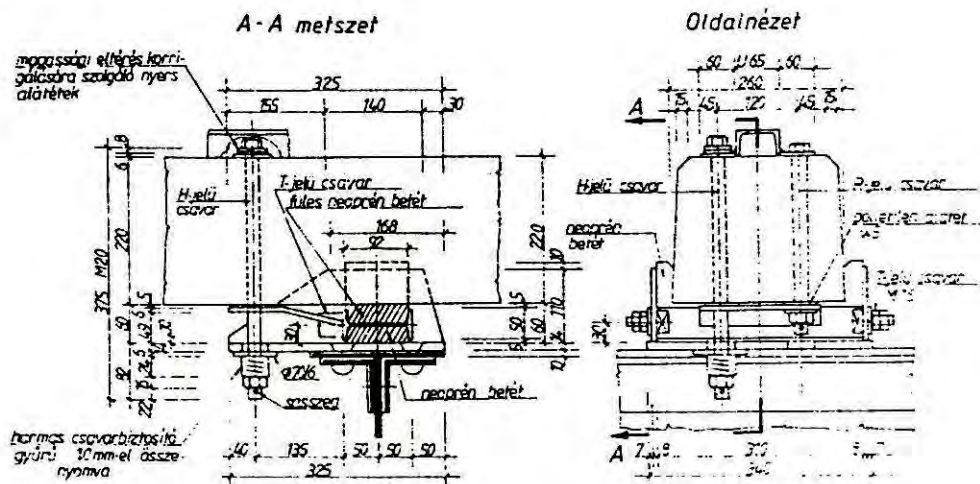
- 400 m-nél hosszabb vasúti híd esetében a vasúti pályát zúzottkőágyazatba célszerű fektetni,
- az ágyazat nélküli nyílt pályás vagy rugalmas, folyamatos alátámasztású vasúti pályát kényszerítő,

külső körülmények között ajánlott alkalmazni, pl. alacsony szerkezeti magasság stb.,

- hídfacserénél a vasbetonalj beépítését célszerű szorgalmazni, ahol ezt az alkalmazási körülmények lehetővé teszik,
- 400 m-nél rövidebb, új hidak a zúzottkőágyazatos felépítmény beépítése 250 km/h engedélyzési sebességig üzemeltetési szempontból ajánlható.



14. ábra. Nyíltpályás acélhídon vasbetonalj leeresztésének vázlatos rajza



15. ábra. Vasbetonalj leeresztésének részletrajza

Szakirodalom

- [1] P. O. Thomas: Einsatz durchgehend geschweifter Schienen auf Brücken. Schienen der Welt 1980. 10. sz. 632–635. old.
- [2] K. Gerlich, U. Pahnke: Wechselwirkung Brücke – Gleis bei Abtragung von Langkräften ETR. 1981... 3. sz. 225–229. old.
- [3] Rege B.: A vasúti pálya és a híd kapcsolata. Sínek Világa 1994. 1–2. sz., 54–60. old.
- [4] Rege B.: Terelő sín vasúti járművek és műtárgyak védelmére. Közlekedéstudományi Szemle 1974, 2. sz., 75–84. old.
- [5] L. Christoph, R. Seidel: Die Elbebrücke bei Hämerten. ETR 1993. 11. sz., 715–721. old.
- [6] J. Eisenmann, R. Rump: Ein Schotteroberbau für hohe Geschwindigkeiten. ETR 1997. 3. sz., 99–108. old.
- [7] R. Nowack: Elastische Schienenbefestigungssysteme als schallmindernde Massnahme bei Stahlbrücken ohne Schotterbett. ETR 1998. 4. sz., 215–222. old.
- [8] Hajime Wakui, Nobuyuki Matsumoto: Die schottergelagerte Leiterschwellen und Perspektiven. ETR 1999. 5. sz., 275–284. old.
- [9] G. Leykauf: Schotteroberbau und Feste Fahrbahn im Vergleich. ETR 1999. 5. sz., 265–273. old.
- [10] G. Arnhold, R. Epstein: Qualitätssicherung beim Bau Fester Fahrbahnen. ETR. 1999. 10. sz., 650–660. old.
- [11] J. Eisenmann, G. Leykauf: Störung der Gleislage bei Übergang zu Kunstbauwerken. ETR 1977. 10. sz., 673–683. old.
- [12] Evers A., Rege B.: Hídfa helyett vasbetonalj alkalmazása nyíltpályás acélhidakon. Sínek Világa 1998. 1. sz., 42–44. old.



DR. DOMANOVSKY SÁNDOR
Ganz Acélszerkezet Rt.
Minőségügyi és Hegesztési
igazgató

A lisszaboni Tejo közúti kábelhíd helye a kábelhidak sorában, megerősítése és átalakítása a vasúti forgalom számára

Rövid összefoglaló

A tanulmány tömören áttekinti a kábelhíd építés elmúlt 200 éves korszakát, felsorolja annak legjelentősebb hídjait. Majd ebbe a történelmi műszaki keretbe helyezve bemutatja a hídépítés területét tekintve minden idők legérdekesebb egyedülálló megoldásokat, teljesítményeket követelő átalakítási munkálatait: a lisszaboni Tejo-híd erősítésének, közúti pályaszélesítésének és két nyomtávú vasúti pálya beépítésének főbb műveleteit, adatait.

Bevezetés

A hídépítés sok ezer éves múltra visszatekintő – az építészeti alkotások között mindenkor kiemelkedő helyet elfoglaló – mérnöki tevékenység. A kezdetekben fából, kőből épült gerenda-, majd boltozott ívhidak sorában a mai függőhidak előhírművei, az őserdei, liánokból font átkelő-hálók. A napjainkban egyre nagyobb szerepet játszó, a földbe horgonyzott és pilonokkal alátámasztott kábelekre vagy láncokra függesztett pályaszerkezetű függőhidak kétszáz éves múltra tekintenek vissza.

A következőkben e híd típus fejlődésének történetét röviden áttekintjük, főként azzal a céllal, hogy tanulmányunk tulajdonképpen, a címben jelzett témáját megfelelő keretbe helyezve, kellő módon rávilágíthassunk arra, hogy miért tartjuk a Lisszabonban 1996–98 között végrehajtott munkát napjaink egyik legérdekesebb és ezért a hazai szakmai körökben ismertetésre méltó hídépítési bravúrjának.

A függőhidak építésének fejlődése

Az amerikai J. Finley 1800-ban 21 m nyílású lánchidat épített. Rendszerét, a láncokra függesztett merevítő tartós hidat 1808-ban szabadalmaztatta. Ezt a megoldást

az angol T. Telford fejlesztette tovább. Leghíresebb, átépítésekkel máig is üzemelő, világrekorder hídja az 1826-ban elkészült, 176 m középnyílású Menai-lánchíd.

A lánchidak sorában nevezetes az angol W. Clark tervei szerint 1849-ben forgalomba helyezett Pestbudai Lánchíd, melynek 202,6 m-es középnyílása saját kategóriájában világrekordot jelentett. Méltó utódja a Czekelius A. vezette csoport tervei szerint 1903-ban felavatott budapesti Erzsébet lánchíd 290 m-es fesztávával. Ezt csak az 1926-ban Brazíliában átadott, 339 m-es középnyílású Hercilio Luz lánchíd szárnyalta túl.

A franciák már 1822-ben lánccal helyett kábelt alkalmaztak függesztő tartóként. Az első nagy fesztávú híres kábelhidat J. Chaley építette. A Svájcban, 1834-ben befejezett kábelhíd, 273 m-es középnyílásával világrekorder volt 1849-ig, amikor C. Ellets 308 m nyílású Ohio feletti Wheeling-hídja elkészült.

A kábel nagyobb szilárdsággal (1100–1800 MPa) gyártható, mint a lánccal (500 MPa), így a lánchidak építése hamarosan befejeződött (a mi Erzsébet hidunk is csak azért készült lánccal, hogy teljesen hazai alkotás lehessen). J. Roebling 1855-ben a Niagara felett emeletes közúti-vasúti (!) kábelhidat adott át 250 m fesztávval. Ő tervezte minden idők egyik leghíresebb kábelhídját is: a fia által 1883-ban befejezett New York-i Brooklyn-híd, 486 m fesztávával világrekorderré vált.

A bűvös 1000 m-es határt 1931-ben 1067 m főnyílással a New-York-i George Washington híd lépte át. (A rácsos merevítő tartó alsó szintjének 1962-ben 2x3 közúti sávra, a felső szint 2x4 sávra történt bővítése után, 14 sávra, 1991-ben 1 millió autó haladt át rajta.)

A világ máig is legnevezetesebb és feltehetően szépségét tekintve soha túl nem szárnyalható hídja az 1937-re elkészült San Francisco-i Golden Gate. 1280 m középső nyílásával 1964-ig világrekordot tartott. Ebben az évben avatták a New-York-i Verrazano-Narrows hidat,

melynek fesztáva 1298 m. A világsőseget tőle az angliai Humber-híd vette át, 1410 m középnyílással, 1981-ben. Ezt a rekordot az 1998-ban forgalomba helyezett Japán Akashi-Kaikyo döntötte meg, 1991 m-rel! (Meggjegyezzük, hogy a nagy vetélkedésben, a dániai Great Belt híd, 1624 m fesztávval, csupán két és fél hónappal maradt le, így, bár nagyon tervezték, soha sem volt világrekorder.)

Az előzőekben röviden áttekintettük a kábelhidak legnevezetesebb fesztáv rekordereinek sorát. Ezt néhány fontos tényezővel ki kell egészíteni.

A Tacoma híd (USA, 853 m fesztáv) 1940-ben, négy hónappal az átadást követően, 70 km/ó-ás szellőkések hatására leszakadt. A lengése miatt Galloping Gertie-nek nevezett híd csupán 11,9 m széles, tömörgerincű, függőleges merevítő tartója pedig csak 2,4 m magas volt. A pályaszerkezet ezekkel a méretekkel nem is tölthette be a merevítő tartó szerepet! A klasszikus esetből minden függőhíd építő utód okult.

Az amerikaiak és a japánok mindmáig rácsos merevítő tartókat alkalmaznak. Ezt a megoldást először az angolok váltották fel a korszerűbb, könnyebb, szekrénytartós rendszerrel, melyben a külső főtartók ferdek (ill. törtvonalúak), így a szellőkésekre kedvezőbben viselkednek. Az így kialakított, 988 m fesztávú Severn híd 1966-ban készült el (a merevség növelése céljából ferde függesztő kábelekkel) és megeremtetten az új iskolát. (Ezt a rendszert alkalmazták többek között a fentebb említett, 6,8 km hosszú Great Belt hídnál is.)

A stabilitási gondok miatt a függőhidak túlnyomó többsége közúti forgalomra készült. Először a japánok helyeztek üzembe nagy fesztávú (940 m, 990 m, 1100 m) vegyes forgalmú hidakat a Honshu-Shikoku hármas út-híd rendszer középső tagjának (Kojima Sakaide) hídjáiként. Napjainkban, 1997 óta a világrekordot e téren Hong Kong-i Tsing-Ma híd tartja, 1377 m-rel (pilonja 200 m magas, vasbetonból készült).

A fentiek következtében a vasúti forgalomra is átalakított lisszaboni Tejo-híd a világ legjelentősebb függőhídjai közé lépett.

Talán nem érdektelen néhány szót szólni a függőhidak pilonjairól is. 1937-98 között 227 m-rel a Golden Gate a listavezető. A Great Belt vasbeton pilonja 254 m, míg az Akashi Kaikyó acél pilonja 283 m magas. A nagy fesztávú hidaknál Amerikában és Japánban az acél, Európában, az utóbbi időben, többnyire a vasbeton pilon került alkalmazásra.

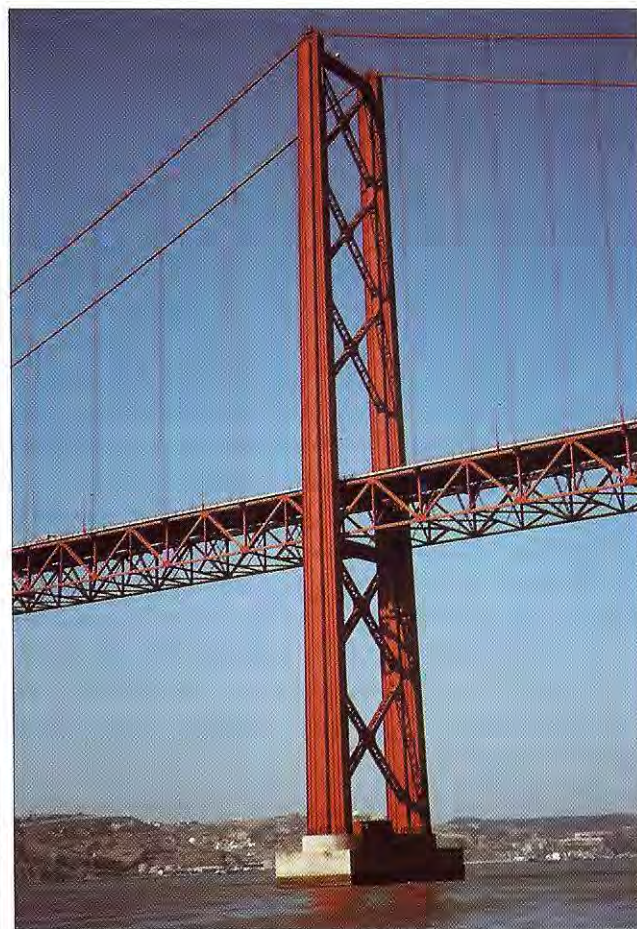
A lisszaboni Tejo-híd első kiépítése (1962–66)

A portugálok régi vágya teljesült, amikor 1966-ban felavatták a Tejo folyó torkolatánál, Lisszabonban épült, 1013 m középnyílású (Európa rekorder), 2278 m

hosszú, csak a végeken lehorgonyzott, folytatólagos, rácsos merevítő tartójú kábelhíd (világrekorder), 190 m magas acél pilonokkal (1. kép). A rendkívül karcsú és viszonylagosan könnyű acélszerkezet az amerikai Steinman mérnökiroda tervei szerint készült. Az egymástól 21,0 m-re álló rácsos főtartók 10,7 m magasak, alsó övük 70 m-re van a vízszinttől. Az öt hossztartóra ültetett közúti pálya 2×2 sávú (2. kép), a belsőt speciális amerikai acélrácsok alkotják (a szélszívás csökkentése céljából).

A híd tervezésekor már az I. ütemben figyelembe vették a megrendelő ama igényeit, hogy egyrészt a már akkor előirányzott II. ütemben a közúti pálya 2×3 sávúra legyen növelhető, továbbá a főtartó belsejébe két vasúti pálya legyen beépíthető, másrészt azonban a költségeket a lehető legalacsonyabb szinten tartsák. Ez utóbbi miatt csak a pilonokat méretezték a II. ütem terheire, a kábeleket (Ø 586 mm) nem. Az eredeti tervek szerint a II. ütemben ferde kábelek kerültek volna beépítésre.

A portugál kormány 1992-ben határozta el magát a fenti kapacitásbővítő munkálatok végrehajtására. A tenderkiírással ismét az amerikai Steinman irodát bízták meg. Az 1995-ben kiadott pályázatot (melyen öt



1. kép. A lisszaboni Tejo-híd egyik pilonja és merevítő tartójának része az eredeti kiépítésben (I. ütem)

csoport vett részt) az év végén a német DSD Dillinger Stahlbau GmbH vezetésével létrejött konzorcium nyerte meg.

A következőkben a bővítés módjáról és munkálatairól, rendkívül tömören leírt ismertetőnk a DSD Hídépítési részlegének vezetője, Dipl. Ing. A. Emge és projekt vezetője, Dr. Ing. Saizhong uraknak a Stahlbau 1998/12 számában közzétett cikke, továbbá Emge úr gyárunkban tartott előadására épül. A fényképek jelen cikk szerzőjének felvételei.

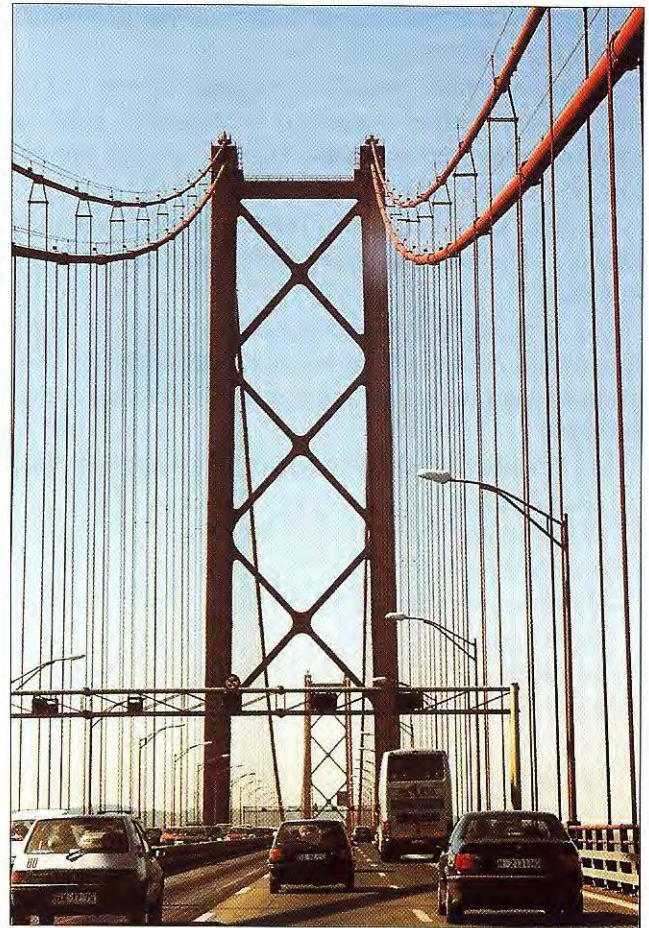
A Tejo-híd bővítése (1996–98)

A II. építési ütem megvalósítását rendkívül alapos és körültekintő tanulmányok alapján hajtották végre. A munkálatokat alapvetően az határozta meg, hogy a bővítést a nappali forgalom korlátozása nélkül kellett végrehajtani.

Az erősítés módjául statisztikai és kivitel technikai megfontolások alapján nem az eredetileg elhatározott ferdekábeles rendszer beépítését (mivel ez igen nagy többletterhet jelentett volna a merevítő tartóra), hanem egy második, az első feletti pótkábel pár (Ø 350 mm)



2. kép. A híd pilonjai és 2x2 sávos közúti pályája az eredeti kiépítésben (I. ütem)

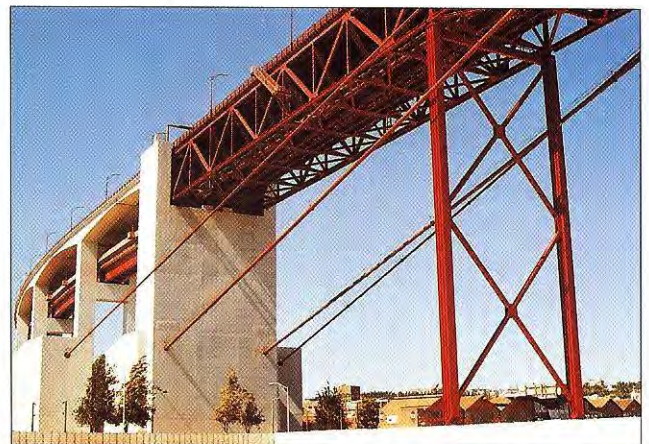


3. kép. A híd átalakítás után, 2x2 kábellel és 2x3 sávos közúti pályával (a széleken a speciális amerikai ráccsal)

alkalmazását határozták el (3. kép). Ezeket pedig excentrikusan, az eredetiek mellett újonnan kiépített tömbökbe horgonyozták (4. kép).

A merevítő tartó (övek, rácsok) megerősítése NF-csavaros kapcsolatokkal rögzített (a helyszínen felfűrt) lemezek beépítésével történt.

A vasúti pálya a régi keresztkötések eltávolítása és ideiglenesek beépítése után új keresztkötések és az azo-



4. kép. A régi és a II. ütemben beépített kábelek lehorgonyozása (újonnan épített tömbökben)

kon nyugvó (összerácsozott) hossztartó párok beépítésével került kialakításra (5. kép).

A közúti pálya szélesítése kétoldalt egy-egy (1000 mm magas) további hossztartó beépítésével, majd az azokon nyugvó keresztartók (I 300) 2×2500 mm-rel történő meghosszabbításával történt.

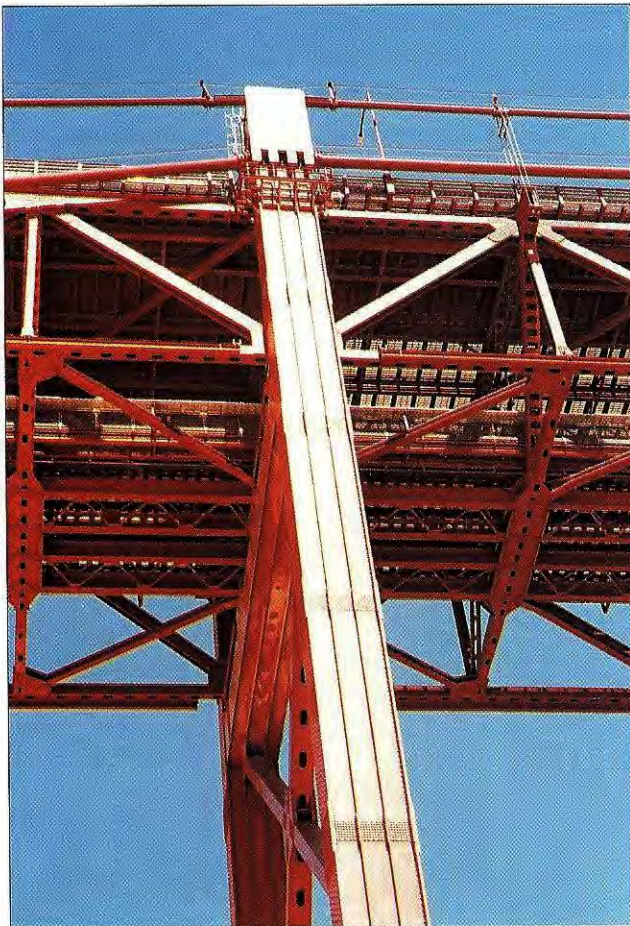
A pilon fejeket és a parti belső pillérkereteket az új kábelek alátámasztására meg kellett hosszabbítani (5., 6. képek).

Az új vasúti pálya ortotrópszerű kialakítású, így a főtartókkal és a felső szélráccsal, csavaroszilárd csőszerkezetként dolgozva, fokozza a pályaszerkezet mevérségét.

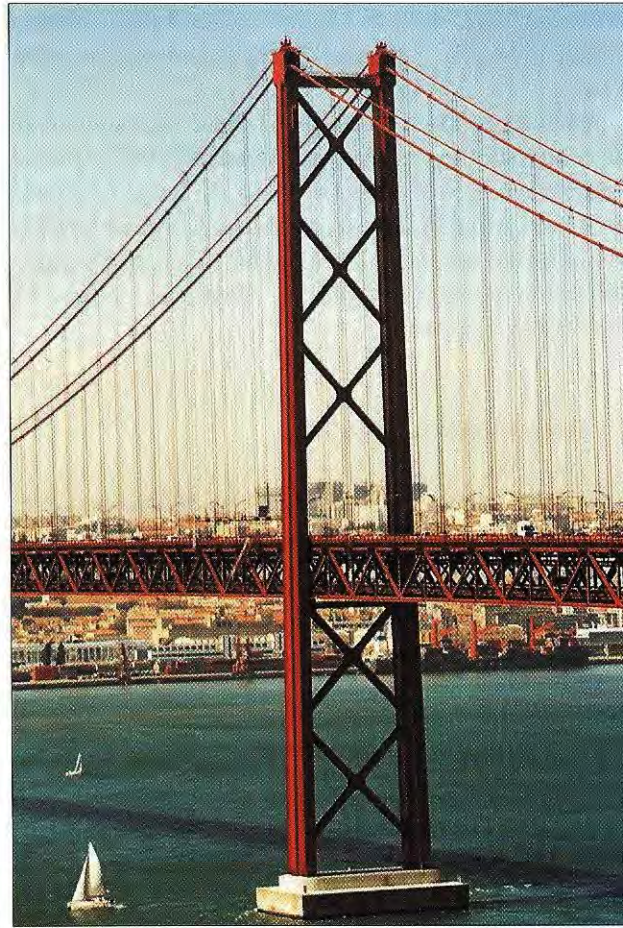
Az erősítés a következő anyagok beépítését igényelte:

| | |
|-----------------------|--------|
| Híderősítés | 548 t |
| Pályaerősítés | 2700 t |
| Speciális pálya rács | 2100 t |
| Vasúti pályaszerkezet | 7800 t |
| Pilon magasztás | 865 t |
| Új kábel | 3063 t |
| Kötőcsavarok | 800 t |

Összesen: 17876 t



5. kép. A belső ingaoszlopos keret az új kábel alátámasztására épített kiegészítő oszlopfejjel. A képen alulnézetben látható a vasúti pálya az új keresztartó hosszartó szélrács rendszerrel



6. kép. A híd déli átalakított pilonja a második kábel párral és a megerősített pályaszerkezettel

| | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Új lehorgonyzó tömbök betontömege | 81 000 m ³ |
| Új lehorgonyzáshoz acélszerkezet | 2326 t |
| Vasúti sín | 9100 m |
| Vasúti aljak | 7600 db |

Az építés sorrendjét, ill. módját az határozta meg, hogy – a statikai számítások szerint – a régi szerkezet elbírná a beépített új szerkezet súlyát. Ez azonban a főtartó nyílásközépen bekövetkező kb. 4 m-es (!) lehajlítást idézi elő. Az eredeti alakot csak az új kábelrel lehet visszaállítani. Ezután következhet a beépített hosszartó keresztartó kapcsolatok egyik felének végleges kialakítása.

A fenti egyedülállóan bonyolult szerelés – rendkívül nagy mennyiségű – megfontolások, számítások, organizáció, logisztikai alkalmazásával – az alábbi fő ütemek szerint történt:

- az új lehorgonyzó tömbök építése,
- a pilon fejek és a belső parti keretek oszlopfejének megtoldása,
- a rácsos főtartó megerősítése (hídközéptől a hídfő felé, 4-4 helyről kiindulva),
- a pályaszerkezet kiszélesítése (a pilonoktól a hídfők felé, 2-2 helyről kiindulva),



7. kép. A keleti oldali vasbeton feljáró híd egy része az újonnan beépített öszvérszerkezetű vasúti pályával

- a két új kábel és a függesztő kötelek és bekötéseik szerelése (helyszíni fonásos módszerrel),
- a vasúti pályaszerkezet beépítése (a hídközéptől a hídfők felé haladva, 3-3 helyről kiindulva),
- a parti, kb. 1 km hosszú íves híd megépítése,
- a sínek és elektromos vezetékek elhelyezése.

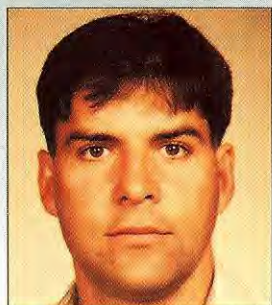
Az acélszerkezetek mozgatásához egy 2 km hosszú darupályát építettek a merevítő tartó belsejébe, melyen két daru szállította kifelé a kiszerelt, ill. befelé a beszerelendő alkatrészeket (melyeket a németországi üzem-

ben gyártottak és szereltek elő). A Tejo északi partján, a város felett, kb. 1 km hosszú, mintegy 70 m magas vasbeton parti feljáró híd van. Ennek egymástól 76 m távolságra lévő alátámasztó pillérei között az I. ütemben már beépített keresztartókon fokozatos betolással juttatták helyére az öszvérszerkezetű vasúti pályát (7. kép).

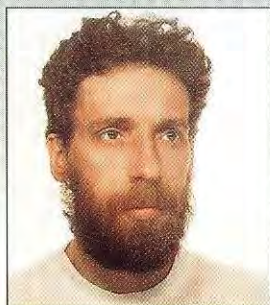
A nemcsak színe, hanem megjelenése alapján is lisszaboni Golden Gate-nak nevezett, impozáns hidat, átalakítás utáni állapotában, a 8. kép szemlélteti.



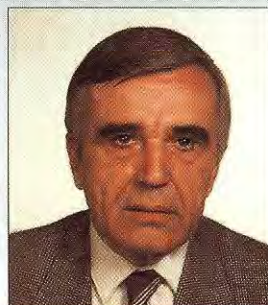
8. kép. A lisszaboni Tejo-híd átépítés után látképe (1999-ben)



BELLA TAMÁS
hídépítési főépítészvezető
Magyar Aszfalt Kft.



MOHAY KÁLMÁN
vezető tervező
MSc Magyar Scetauroute Kft.



TÁPAI ANTAL
műszaki igazgató
BVM Épelem Kft.



HÁMORI OTTÓ
termelési osztályvezető
MÁV Hídépítő Kft.

Szobi ötnyílású vasaltbeton boltozatú híd átépítése

1. Előzmények

A Vác–Szob vasútvonal Duna partján haladó magastöltését szakítja meg a község keleti végén, az 1846+50 szelvényben létesült vasúti híd. Az eredetileg egyvágányúra tervezett, Szobi patakot átívelő hidat az idők folyamán 5,40 m falszélességről 8,60 m falszélességre és kétvágányúra építették át. Nyílásbeosztása – középső nyílás esetében 9,52 m, illetve a két-két szélső nyílás esetén 5,70-5,70 m-es – utal a múlt század közepén használatos mértékrendre, mivel az említett méretek 5 ölnek, illetve 3 ölnek felelnek meg. A híd 1932-ben történt átépítése során is megtartotta nyílásméreteit, boltozatait vasalt betonból úgy építették újra, hogy a boltívek válla és záradéka minden nyílásban egy magasságba esik, nyílásmagasság: 2,85 m.

A boltívek közeit terméskő falazattal töltötték ki. A védőbetonra került szigetelés szárazon rakott termés-

kő feltöltést kapott, melyre került a vasúti pálya zúzott-kő ágyazata. A szerkezetbe bejutó víz a betonvápán, kő-agyag csövön, illetve a homlokfalban elhelyezett vízköpőkön keresztül távozott a szerkezetből. A szegélyen kívül mindkét oldalon pallóborítású járdát alakítottak ki (1. és 2. ábra). A vágánytengely távolság kezdetben 3,60 m volt, majd ezt húzták szét az 1975-ös vonalkorszerűsítés folyamán 4,10 m-re.

A folytatólagosan végzett hídvizsgálatok során megállapították, hogy a boltozatban végigmenő repedések keletkeztek a vágánytengelyre merőlegesen (3., 4. ábra).

Ezek alapján felmerült annak gyanúja is, hogy az aljak szélei túlságosan közel kerülhettek a homlokfalakhoz.

1996. március 6-i szemle javasolta a híd teljes körű vizsgálatát, az anyag magában foglalja a jobb és a bal, valamint mindkét vágány egyidejű statikus és dinamikus próbaterhelését.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

1998. április 8-án mérések megállapítják, hogy a mért repedéstágasságok a megengedett érték több, mint kétszeresét is elérték. Ezen vizsgálat javaslatot tesz a boltozat valamely féle kiváltására, addig tengelysúly (19 t) és sebességkorlátozásra (20 km/h), valamint fokozott műszaki felügyeletre.

Ezen szakvélemény alapján a MÁV Rt. Pálya-, Híd- és Magasépítési Szakigazgatóság Hídgazdálkodási divíziója intézkedést kér a hídon áthaladó tengelyterhek, valamint a sebesség tekintetében.

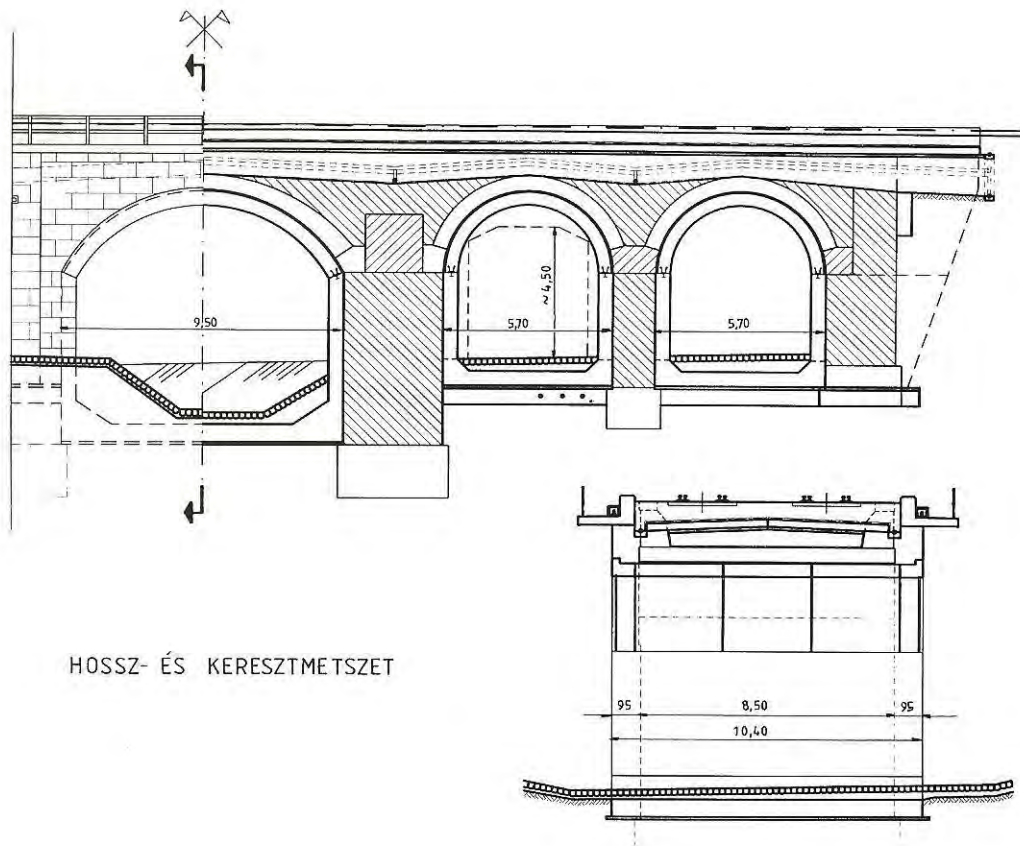


4. ábra

2. Tervezés

Ilyen előzmények után kapta az MSc Magyar Scetauroute Kft. a megbízást a híd átépítésének megtervezésére. A tervező Solymossy Imre volt, a statikai számításokat Szalma István és Hódi Szabolcs készítette.

A feladat hármas volt: a híd megerősítése, kiszélesítése és a szigetelés, vízvezetés korrekt megoldása. A tervezés szempontjából még meghatározó volt az a körülmény, hogy a kivitelezést viszonylag rövid – legfel-



5. ábra

jebb néhány hetes – vágányzárakkal kellett megoldani, és ez is legfeljebb az egyik vágányon lehetett. Így a legkézenfekvőbb megoldás eleve ki volt zárva. Ez ugyanis az lett volna, hogy ha a boltíveket a teherhordás alól mentesítjük egy – a pillérekre támaszkodó – vb lemezzel, mellyel egyúttal a szigetelés és a vízvezetés problémája is megoldható.

Úgy kellett tehát a felújítást megtervezni, hogy a munkálatok zöme a vasúti forgalom két vágányon történő fenntartása mellett elvégezhető legyen. Így alulról történő megerősítést kellett tervezni, a boltívek kibélelésével, szélesítési igény miatt a régi ágyazattartó falak helyett új homlokfalat terveztünk, és a vízvezetést a falakon belül, egy vízvezető vb. lemez beépítésével, leszigetelésével és kétoldali vízgyűjtő csatornák építésével oldottuk meg (5. ábra). A külső megjelenést illetően kíváncsi voltam, hogy a híd jellege megmaradjon, bár nincs műemlékké nyilvánítva.

Tervezési kötöttséget jelentett még, hogy a helyi önkormányzat ragaszkodott hozzá, hogy a kis szélső nyílások közúti forgalom számára használhatóak legyenek, illetve maradjanak, Szobon ugyanis ez az egyetlen olyan közúti-vasúti keresztezés, ahol magasabb jármű (pl.: tűzoltóautó) át tud haladni, ezért ennek a csomópontnak távlati fejlesztését is tervezik. Az út szempontjából legkritikusabb helyen lévő töltéslezáró támfalat e szempont miatt terveztük ívesre.

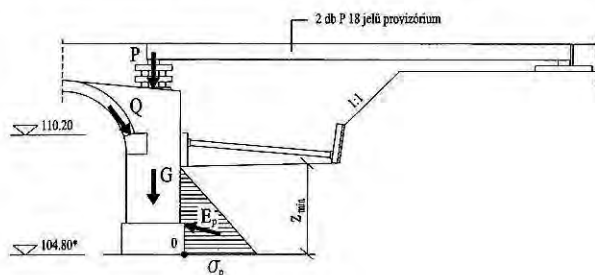
A keresztezett Szobi-patak vízügyi szempontból nem jelentett gondot, hiszen a műtárgy – mint a neve is mutatja – völgyhíd, nyílásméreteit nem a vízfolyás határozta meg.

A megerősítés statikai rendszere a következőképpen épül fel: miután a lőtt betonos erősítést a vasúti forgalom okozta mozgások miatt elvetettük, a boltozatok megerősítésére előregyártott dongaelemeket terveztünk, az elem és a boltozat közötti hézagot injektálással kitöltve. A dongaelemeket alsó U-keretekre támasztottuk, melyeket betüskéztünk a pillérfalba.

Itt áttérek az alapozási kérdésekre.

Az eredeti egyvágányú szerkezet síkalapozással épült, a kétvágányúra szélesítéskor az alépítmények meghosszabbítását facölöpökre helyezték. A hídon alapozási hibára utaló jelet nem találtunk, a beépítendő új szerkezetek azonban jelentős önsúlytöbbletet eredményeztek, amit nyilvánvalóan nem akartunk mindenféle ellentételezés nélkül a meglévő alapokra hárítani. Ezért választottuk ezt a kézenfekvő megoldást, hogy a boltívek megerősítésének külön lemezalapokat is építettünk, természetesen összetüskézve a meglévő alépítményekkel.

Az új homlokfalakat szintén betüskéztük a régi falba, a dongákkal és az U-keretekkel összevasaltuk. Ily módon elértük valamennyi szerkezet tökéletes együttmozgását süllyedéskülönbségek nélkül, tehát a híd tu-



6. ábra

lajdonképpen teljes alapterületén le van alapozva. Ezzel együtt biztos, hogy a régi alapozások kapnak némi többletterhet, terhelésük azonban csak addig tud növekedni, amíg a nagyterületű lemezlapok alatt is ki nem alakul számottevő talajfeszültség. Ezt a csekély többletterhelést ezek az alapozások már csak amiatt is könnyen viselik, mert a mellettük levő földtömeget a lemezalapokkal leterheltük, ami teherbírásukat jelentősen megnöveli.

Az alapozások tervezése során külön meg kellett tervezni, hogy a hídfők állékonyságát hogyan lehet megőrizni építési állapotban (6. ábra), ugyanis a töltéslezáró támfalak alapozása miatt itt a háttöltést is majdnem teljesen ki kellett bontani (a vasúti pályát természetesen provizóriumra helyeztük ezalatt), így pedig a boltozat vállnyomása miatt a hídfő kiberult volna. Kiszámítottuk tehát, hogy milyen mélységig lehet kiszedni a háttöltést a hídfő veszélyeztetése nélkül, majd előírtuk e szint fölött a falazat kidúcolását. A dúcolatot – általunk megadott mértékadó erőre – a MÁV Hídépítő Kft. tervezte. A másik irányból a hídfő alaptestjét elcsúszás ellen hozzá kellett támasztani az első pillérhez, mert a szomszédos U-kerettel az alapozási síkjáig lementünk. Ezt két – a terepszint alatt, még a teljes földkiemelés előtt betonozott – gerendával oldottuk meg.

Az alsó munkák befejeztével következett – előbb a bal, majd a jobb vágányon, vágányzár alatt – a vízvezető rendszer újjáépítése, az ágyazat alatti kőrakaton egy kifelé lejtő, és utóbb leszigetelt monolit vízvezető lemez készítésével és kétoldalt kővel kitöltött szivárgók építésével. Az ezek által összegyűjtött víz – ahogy eredetileg is volt – a homlokfalon keresztül vízköpőkön távozik.

Végül néhány szót a boltozatok statikai számításáról:

Háromféle vizsgálatot végeztünk. Először a régi vasalt beton boltozatok (a vasalásuk $\varnothing 12/25$) igénybevételeit számítottuk az állandó és hasznos terhekből, a megrepedt záradékból képlekeny csuklót feltételezve háromcsuklós ívként.

Másodszor a tervezett vasbeton dongákat vizsgáltuk csak saját súlyukra és hasznos terhekre kétcsuklós ívként, végül a két szerkezetet együtt kontaktfeladatként néztük meg (egymásnak csak nyomóerőt adhatnak át,



7. ábra

húzóerőre elválnak), oly módon, hogy állandó teherre csak a régi boltozat dolgozik, hasznos teherre pedig a kettő együtt (7. ábra).

A mértékadó közepső nyílásban az eredmények azt mutatták, hogy – ha a képlékeny csukló elfogadható lenne – a meglévő boltozat megfelelne a hasznos terhekre is, ez igazolja annak a döntésnek a helyességét, hogy a hídon a károsodások észlelésekor nem állították le a forgalmat, csak sebességkorlátozást vezettek be. A megerősítés pedig olyan mértékben csökkenti az igénybevételt, hogy a legnagyobb nyomatékok helyén sem keletkezik a beton húzó határfeszültségét meghaladó húzás. A tervezett vasbeton dongák kétféle számításának eredményei között nincs nagyon nagy különbség, vasalásukat $5\text{Ø}16+5\text{Ø}20/\text{m}$ a repedéstágasságvizsgálat határozta meg.

3. Tenderezés, helyszíni előkészítési és aléptményi munkák

A MÁV Rt. az utóbbi időben nagy hangsúlyt helyez a legjelentősebb szállító útvonalainak felújítására. A Hegyeshalom–Budapest pálya rekonstrukcióját több vonali átépítés követi, közöttük is nagy fontossággal bír a Budapest Nyugati pályaudvar–Szob vasútvonal Rákospalota–Újpest–Szob szakaszának átépítése, amelyet a beruházó 1999. július 26–2000. szeptember 30. között kíván megvalósítani. Ezen elképzelés tartalmazza a Szobi völgyhíd átépítését is, amit a Kiemelt Projektiroda elkülönülten pályáztatott meg. E célból előminősítési pályázatot ír ki 1999. március 17-vel,

majd ezt követően az előminősített pályázók 1999. június 7-vel vásárolhatják meg a tenderanyagot.

Az ajánlatkérő 1999. június 29-én helyszíni bejárást biztosít a tenderezőknek, amelyet követően 1999. július 19-i határidővel bontották az ajánlatokat.

A tenderkiírás tárgyát képezik azok a vágányzári időpontok, mely kereténél szolgálnak a megerősítés megvalósításának.

Elhelyezik a P18-as provizóriumokat a két pálya mindkét végén a szükséges felsővezeteki átalakításokkal (1999. 7. 26.–8. 5.). Majd 2000. 3. 16.–4. 14. között a bal, valamint 2000. 4. 17.–5. 26. között a jobb pálya felépítménye épül meg terv szerinti kialakításban. Így visszaállítják a műtárgy eredeti műszaki paramétereit.

A tenderkiírás feltételei, valamint az ajánlatok tartalmának figyelembevételével kiválasztják a nyertes vállalkozót, majd szerződéskötést követően kezdődött el a munka.

A megbízó a szerződéshez csatolt műszaki ütemtervben rögzítette, hogy a vonalszakaszon megvalósuló pályarehabilitációs tender keretében a nyertes vállalkozónak folyamatos koordinációs kötelezettsége szükséges a területen tevékenykedő más vállalkozókkal.

A híd megerősítését megelőző helyszíni előkészítési feladatok

Azért, hogy az alsó munkálatok a vasúti forgalom zavarása nélkül folyhassanak, beépítették a már említett, vágányonkénti egy-egy P18-as provizóriumot (8. ábra).

Mivel ezen szakaszon a vasúti pálya átmeneti ívben van, a provizórium pedig csak egyenes vágányba építhető, pályakorrekció vált szükségessé.

Így a provizóriumok beépítését csak tervek alapján, vágányszabályozási munkák előzték meg (túlemelés megszüntetése, új vízszintes vonalvezetés kialakítása).

További előkészítő munka volt a második és negyedik nyílásban elhelyezkedő gázvezeték lesüllyesztése és védelembe helyezése (9. ábra).



8. ábra

Ezen munkákat követően kezdődtek meg a szükséges bontási munkák, melyek keretében kiszabadították a szélső nyílásokat és hídfőket. Megépítették a szélső nyílásban az 50×50 cm keresztmetszetű vasatlan kitámasztó gerendákat, amelyek a hídfők állékonyságát voltak hivatottak biztosítani az „U” keretek alsó lemezének elkészülte előtt.

„U” keretek, szögtámfalak építése

A homlokfal vasalt betonjának, valamint a pillér kőburkolatának bontását követően kezdődtek meg a földkiemelési munkák.

A kritikusnak nevezhető középső nyílás esetén a munkálatokat a környezetben lévő vízfolyások jelentősen hátráltatták.

- A Duna magas vízállása miatt gátépítés vált szükségessé.
- A Szobi-patakon lezúduló kisebb-nagyobb víztömegek keresztülszaladtak a munkatérre.
- A munkatér kiemelése során források jelentek meg a híd északi oldalán. A térszínre jutó vizek először a környéken található ásott kutak vízszintjét jelentősen csökkentették, majd az alaplemez betonozását követően megemelték. Minden részletre kiterjedő tervezői konzultációt követően ezen vizek elvezetéséről nem történt további intézkedés.

Az alaplemez építésével párhuzamosan megvalósult a belső- és homlokfalak tüskézése, amely a régi és új szerkezeti részek közötti kapcsolattartást kívánta szol-

gálni. Az „U” keretek tetejébe bebetonozták azon sízszalakat, amelyek a vb ívek betolását segítették (10. ábra).

A hídfők mögötti földtömeg megbontását követően megtámasztották a földmű felől a nagyon rossz minőségű falazatot. Ezt követték szögtámfal építési munkák, amelyek arra is szolgáltak, hogy szélső nyílások átjárhatóvá váljanak, természetesen a mögöttes töltés földanyagának megtámasztása mellett.

Itt megjegyezni kívánom, hogy a híd északnyugati sarkán ívesen alakították ki a szögtámfalat, amely a vasúti hídépitésben jelenleg még szokatlan. Ezen esetben a híd alatt későbbiekben átvezetendő út helyszínrajzi geometriája tette szükségessé az íves kialakítást.

A híd homlokfelületeinek kialakítása a tervektől eltérően a már elkészített, 70 cm vb homlokfal utólagos $50 \times 25 \times 10$ cm-es süttői mészkőlapokkal történő burkolására módosult. A vasbeton köpenyfal és az ahhoz kapcsolódó faragott kő falburkolat építési ütemének különválasztása lehetőséget adott az építési technológiák közti eltérő időigények áthidalására, a szükséges kömennyiség időben történő legyártására, valamint a járdakonzol alátámasztó állványának még nem burkolt felületre történő letámasztására (11. ábra).

4. Előregyártott donga elemek gyártása

A Magyar Aszfalt Kft-től és a MÁV-HÍDÉPÍTŐ Kft-től 1999. júniusában megkeresés érkezett a BVM



9. ábra



10. ábra

ÉPELEM Kft.-hez a szobi völgyhíd megerősítéséhez szükséges 15 előregyártott vb dongaelem legyártására.

Az elemeket két különböző méterben tervezték, és különböző vasalási kialakításúak, a beépítési helyzetüknek megfelelően.

A-jelű elem

12. ábra $L=2,95$ m
tömege: 36 t

C-jelű elem

13. ábra $L=2,95$ m
tömege: 26 t

A BVM ÉPELEM Kft. korábban már számos, egyedi, nagyméretű előregyártott vb elem gyártásában vett részt, de a termék méretét, tömegét tekintve ez a gyártás különleges feladatnak ígérkezett.

A legfontosabb kérdés a gyártási hely és a gyártás módjának meghatározása volt, és mivel az elemek gyártmánytervei a beépítési helyzetnek megfelelő gyártásra készültek el, kézenfekvőnek tűnt a beépítési helyzetnek megfelelő gyártás is.

Ebben az esetben az alábbiakat kellett volna megoldani:

- Megfelelően merev „nehézállvány”, amelyen méretpontos elemet lehet gyártani.
- Pontos ellenzsalu, amit a betonozás ideje alatt kell felrakni és méreten tartani.
- Homlokoldalon a vasalást át kellett volna vezetni a zsalun.

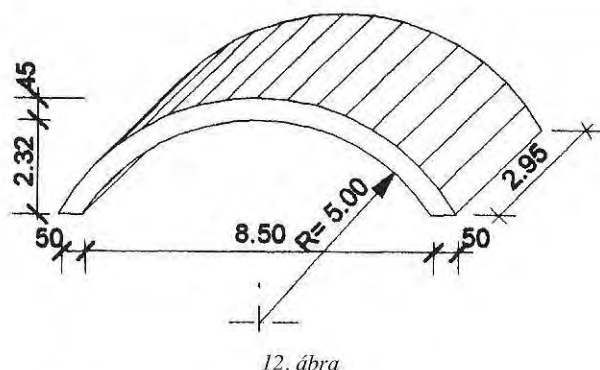
A méretpontosságot azért kell hangsúlyozni, mert a megbízónk elmondta, hogy csak néhány cm távolság van a meglévő szerkezet és a donga elem között.

Alapos megfontolás után döntés született az „élére állított” gyártás mellett, vállalva az elemek forgatásával jelentkező nehézségeket.

A forgatás és a gyártás lényegesen egyszerűbb lett volna, ha az elemek hossza 3,0 m-ről esetlegesen 1,5 m-re csökken. A méretváltoztatási igényünk nem teljesült, mert félő volt, hogy a rövidebb elemek a betolás során befeszülnek.

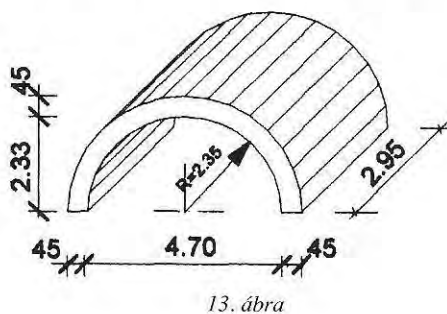


11. ábra



12. ábra

Ezek után eldőlt az is, hogy az elemek csarnokban, fedett helyen nem gyárthatók, mert falbontás nélkül nem mozgathatók, illetve a vasúti vágányokhoz való szállításuk csak speciális járművel, igen drágán oldható meg.



13. ábra

Így a zsalukat az iparvágányok mellé telepítettük. Az „alváz” nagyméretű és pontosságú sík acél tálca volt, melyre a kisebbik elemnél függőleges tengelyű zsalu „hengert” építettünk fel, aminek az volt az előnye,



14. ábra



15. ábra

hogy két elemet gyártottunk egyszerre, másrészt a kör geometriailag jól kezelhető (14. ábra).

A zsaluk kialakításában a PERI Kft. nyújtott eszközökben és ötletekben segítséget, de a kivitelezést saját erőből végeztük (15. ábra).

Az elemek vasvázának kialakítása és a betonozás, ha nem is volt egyszerű, de a szokásosnál nagyobb odafigyelésen kívül nem okozott gondot.

A C25 betonminőség mellett a kizsaluzás ebben a gyártási helyzetben 60% szilárdsági állapotban, sérülésmentesen megtörtént, és tárolásuk is a gyártási helyzetnek megfelelő volt (16. ábra).

Hosszú ideig nem volt eldöntve, hogy a vasúti rakszelvényből kilógó elemeket gyártási vagy beépítési helyzetüknek megfelelően szállítják le, és végül döntés született, hogy az elemeket el kell fordítani.

Az elemek fordítását és vagonba rakását a TECHNOTERV végezte 2 db 120 t teherbírású autódaruval. Maga a fordítási művelet megfelelő segédeszközöket és daruzásban igen nagy gyakorlatot igényelt (17., 18. ábra).

Az elemek átvételénél és kiszállítás után a beépítésnél semmilyen gond nem merült fel, a szerkezet a tervezetnek megfelelően működött a betolás során.



16. ábra

5. Előregyártott vasbeton dongaelemek beépítése, hídfelszerkezet átépítése

Az ötnyílású hídszerkezet vasaltbeton boltozatainak tervszerinti megerősítése nyílásonként, a monolit „U” keretelemekre támaszkodó előregyártott vasbeton dongaelemek beépítésével valósult meg, a régi és az új boltív közötti hézag kiinjektálásával. Nyílásonként a három darabból álló, egyenként 2,95 m hosszú, előregyártott vasbeton dongaelemek tervszerinti beépítése a szelvényezés szerinti jobb oldalon megépített betoló állványokról, betolással történt.

A betoló állványok szerkezeti leírása

A betoló állványok külön helyszíni alapozást nem igényeltek. Az alátámasztásokat 20 cm vastag homokoskavicsterítésre elhelyezett, $2,5 \times 2,5 \times 25$ cm vastag vasbeton lemezekre rögzítették talpfaszőnyeg terítésen. A talp és fejlemez három acélszöszlopos alátámasztások előregyártva készültek, hegesztett kivitelben. A hídfalazat melletti betolópálya alátámasztási $\varnothing 324-8$ mm-es, míg a szélső alátámasztások $\varnothing 200-6$ mm-es falvastagságú acélszöszből készültek. A betolópálya főtartói, a monolit vasbeton „U” keret felső síkjának folytatásaként épültek meg. A vasbeton dongaelemeket az oszlopokra lekötött I 400-as iker tartó tetején egymástól 180 mm tengelytávolságra rögzített 48-as vasúti sínpár koronaszintjén tolták be (19. ábra). A betolási fázisoknak megfelelő maximális nagyságú, a tolási síkon ébredő vízszintes erők felvételére az ikerfőtartókat a monolit „U” vasbeton keretelemek belső síkjához dűbeles bekötéssel ki kell kötni.

Vasbeton dongaelemek betolási technológiája

A vasbeton dongaelemeket, a gyártó telephelyéről Szob vasútállomásig vasúti fuvarozással, átrakásukat követően közúton szállították ki a munkahelyre (20. ábra).



17. ábra



18. ábra

A nyílások beépítési sorrendjét a munkaterületen párhuzamosan készülő egyéb hídfelújítási munkák zavartalan további végzése határozta meg. Ennek megfelelően a betoló állványok építése és a vasbeton dongaelemek betolása a V-IV-I-II és III. számú nyílási sorrendeknek megfelelően készült el (21. ábra).

A dongaelemeket a betolópálya főtartóin elhelyezett 2 db közös vezérlésű hidraulikus nyomósajtóval tölték be. A toló állványra 120 tonnás közúti daruval emelték a vasbeton dongaelemeket, egyesével (22. ábra).

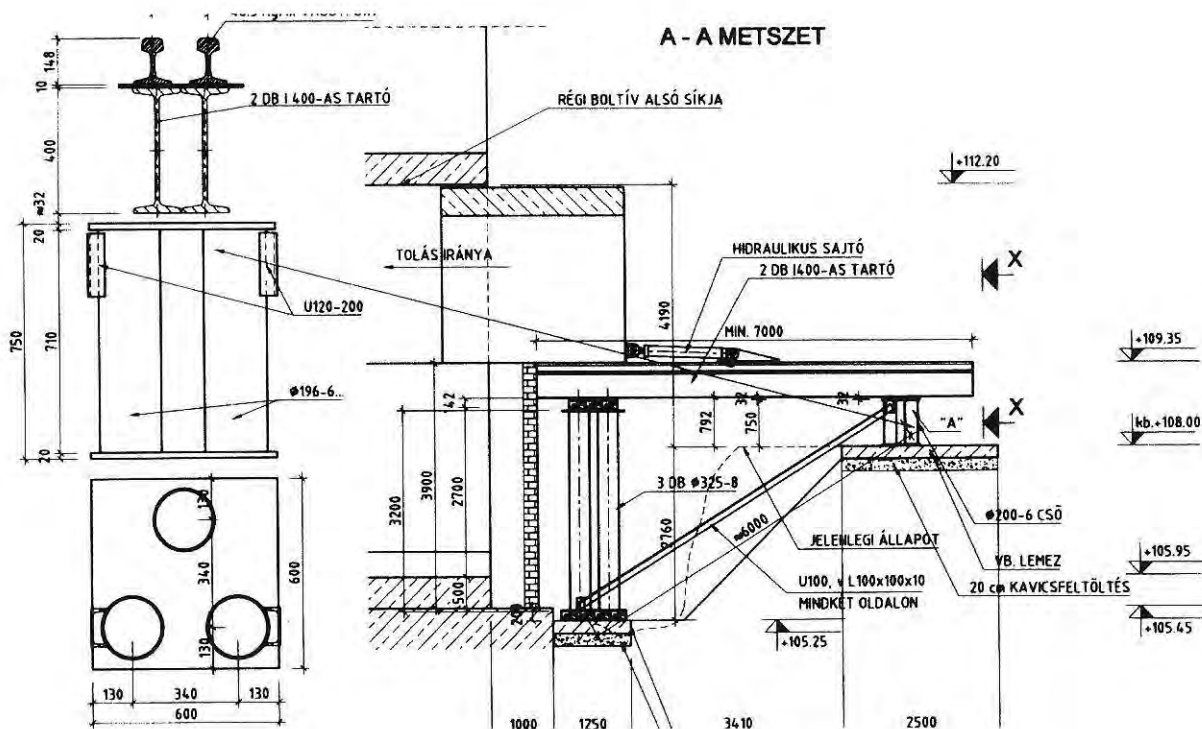
Az előregyártott vasbeton dongaelemek homlokfelületére a helyszínen felszerelt csapos kialakítású nyomólapok biztosították a hidraulikus sajtók megbízható kapcsolatát (23. ábra).

A hidraulikus sajtók rögzítése a nyomólapokhoz kapcsolását követően, az alaprajzilag pontosan beállított vasbeton dongaelem betolása a nyomóhengerek maximális löketének megfelelő 1200 mm-es tolási szakaszokban történt (24. ábra).

Nyílásonként az első (bal vágány alatti szélső) vasbeton dongaelemet a régi boltozat alá kb. 1,5 m mélységig lehetett betolni.

A közbelső dongaelem beemelése után, a nyomólapok átszerelését követően a dongaelem betolásával rá kellett csatlakozni a már betolt első elemre. A homlokfelületeken érintkező dongaelemek alaprajzi, felfekvési és hézagértékeinek ellenőrzése után, a dongaelemek betolását párban, az előzőekben ismertetett tolási határig lehetett elvégezni. A nyílásonkénti utolsó (jobb vágány alatti szélső), azaz a harmadik elem rácsatlakozását követően három, de már egy nyílás teljes szerkezeti egységét képező vb dongaboltozati elemek tervezett alaprajzi betolása készült el utolsó fázisként.

A nyílásonkénti betolásokat követően a dongaelemek csatlakozásainál esetenként előforduló minimális mértékű, az oldalsíkban mutatkozó lépcsőket kézi hidraulikus mozgatókkal szüntettük meg. A középső 9,5 m nyílásban az előregyártott dongaelemek alá – mivel azok alsó csatlakozási síkja ferde kialakítású – ki egyenlítő ékes csúszóbetéteket kellett elhelyezni a betolás alatti iránytartás biztosításának érdekében (25. ábra).



19. ábra



20. ábra



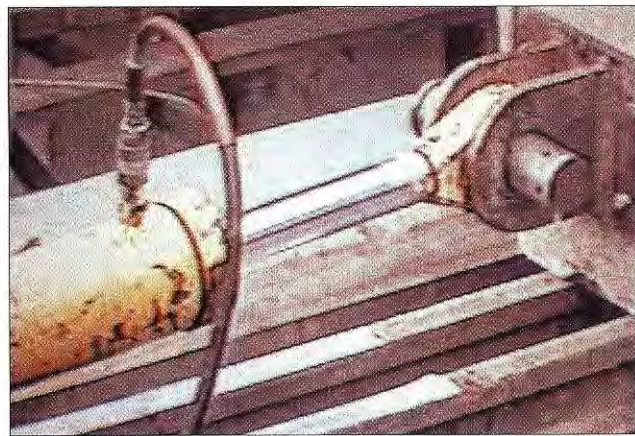
21. ábra

Injektálási munkák

A 45 cm vastagságú vasbeton dongaelemek fölött 5–8 cm nagyságú szerkezetek közötti hézag kiinjektálását megelőzően az elemek csatlakozási, valamint a végelemek homlokhézagainak lezárását kellett elvégezni. A régi boltozat és az új vasbeton dongaelemek közötti hézagot az előregyártás folyamán az elemekben elhelyezett 21,3 mm belső átmérőjű csöveken keresztül



22. ábra



23. ábra

injektálták. Az injektálás Hi 100-as minőségű cementhabarccsal készült az alsó csatlakozó vállaktól egyenesen felfelé haladva feltöltéssel, majd a dongaelemek tetején 7–8 bar nyomással készült a záró injektálás.

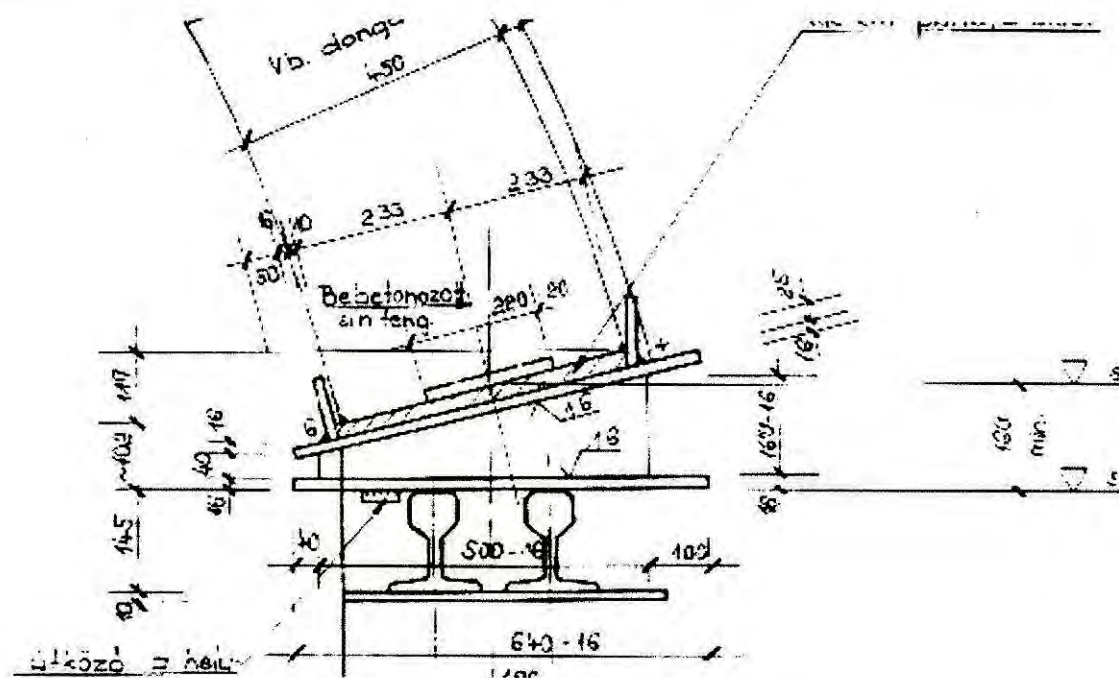
Vágányzár alatt végezhető felszerkezeti munkák, átalakítások

A hídszerkezeten lévő kétvágányú vasúti pálya alatti hídfelszerkezet átépítési munkáit a Nagymaros–Szob állomások közötti vasúti felépítmény átépítésének ütemezése szerint kellett végezni. A szelvényezés szerinti bal, illetve jobb vágányok egyenkénti hosszabb idejű kizárása mellett biztosítani kellett a megnövekedett forgalmú egyvágányos vasúti közlekedés üzembiztos állapotát. A munkák ütemezése és az építési technológiák megtervezése a rendelkezésre álló vágányzári idők pontos betartására készültek.

A kiadott vágányzári időszakokban, a vasúti pályatest alatti kőrakatok és hídszegélyek bontását, a vízvezető vasbetonlemezek és folyókák építését, szigetelését, új vasbeton gyalogjáró konzolok és korlátok építését kellett megvalósítani vágányonként. A felpályás vágányzár a hídszerkezeten és a hídfők felett beépített P18-40 jelű



24. ábra



25. ábra

vasúti provizóriumokon lévő vasúti felépítmény elbontásával és a provizóriumok kiemelésével kezdődhetett meg.

Forgalmi vágány kavicságy-megtámasztásának kialakítása

A zúzottkő ágyazat és az alatta lévő kőakat tervezett visszabontását a pályaszint alatt -93 , -111 cm mélyen lévő bontási síkon kellett elvégezni. Ehhez a forgalmi vágány pályatestének biztonságos megtámasztását és kibiztosítását kellett megvalósítani a hídszerkezet 46 m-es hosszán. Az ágyazatmegtámasztó megtervezésénél és kivitelezésénél több szempontot kell figyelembe venni a további munkafázisok kivitelezhetőségének érdekében, melyek az alábbiak:

- feleljen meg a forgalmi vágányon való vasúti közlekedés biztonságának,
- a munka alatt lévő elzárt vágányon a zúzottkő ágyazat és kőakat bontása során a bontási mélyítést, a megtámasztás is tudja követni, kibiztosítani,
- a nagygépes és kézi bontási munkákat, valamint a szerkezetépítési munkákat ne akadályozza (pl. kitámasztásokkal),
- geometriai elhelyezése biztosítsa a vízvezető lemez pályatengelyen túli kismértékű továbbépítési lehetőségét az átszigetelési kapcsolatok kialakíthatósága érdekében.

Fenti szempontok figyelembevételével megépített, kihorgonyozott „I” tartós kavicságy megtámasztó rendszer épült. A pályatengelyhez képest forgalmi vágány felől első fázisban 42 cm-re elhelyezett I 500-as tartókat

a régi szegélyek átfúrását követően Diwidag rudas kihorgonyzással biztosítottuk a forgalmi vágány felől. A bontási munkák során az ágyazattámasztó I 500-as tartók belső síkjára 2 m-enként $L 100 \times 100 \times 10$ -es szögacélt hegesztettek. Az I tartók alsó síkja alá lenyúló szögacélok biztosították a bontási mélyítéssel párhuzamosan készülő I tartó alatti többsoros fűzött pallós megtámasztást (26. ábra).

A félpályás vágányzár fordulását követően a kavicságy-megtámasztásokat a II. fázisnak megfelelően át kell építeni (27. ábra).

Bontási munkák, vízvezető vasbetonlemez készítése a hídszerkezeten

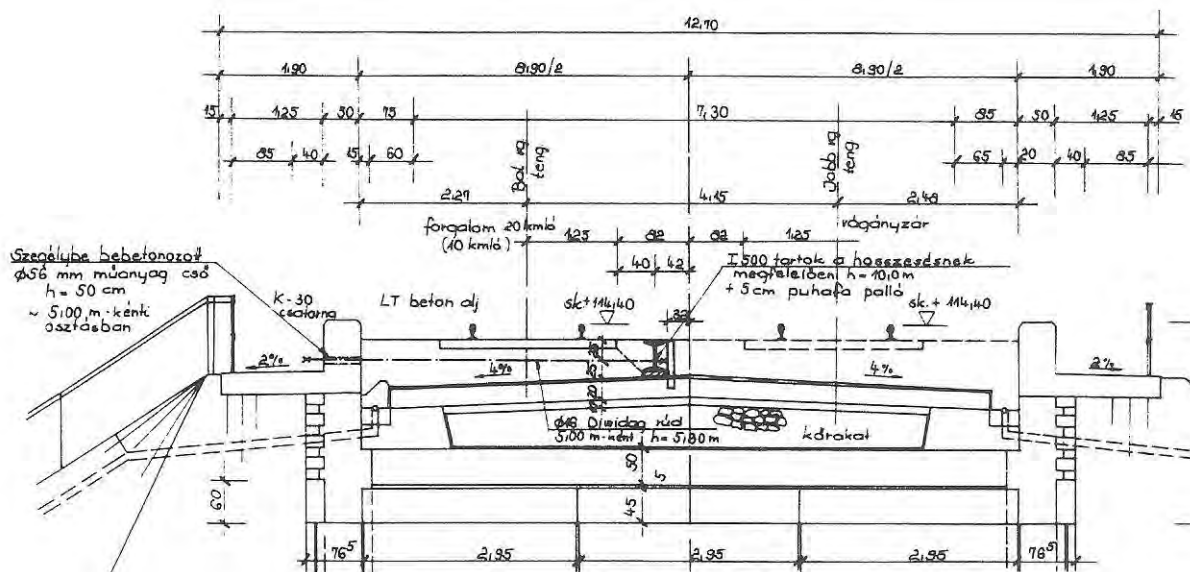
A zúzottkő és kőakat bontását a pályaszint alatt -93 m -111 cm mélységig kellett végezni, a tervezett esésviszonyoknak megfelelően. A régi hídszegélyt a vízvezető vasbeton lemez szerelőbetonjának tervezett alsó síkjáig kellett elbontani (27. ábra).

A vízvezető vasbetonlemez szerelőbetonja félpályás szélességben 10 cm vastagságban C 4-16/Kk min. betonból készült a tervezett szinten, de a kőakatból kikerülő nagyméretű kövek miatt a szerelőbetont helyenként a szükséges mértékben meg kellett vastagítani.

Terv szerint a hídtengelytől mindkét oldalra 4%-kal kifelé lejtő 20 cm vastag vízvezető vasbetonlemez hídtengelyben osztott kivitelben, $2 \times 4,05$ m szélességgel C 20-16/Kk minőségben készült. A vízvezető vasbetonlemez hossza 52,00 m, mely terv szerint a hídfőknél az új párhuzamos szárnyfalak külső síkjáig tart.

Keresztmetszet M=1:50

II. ÜTEM



26. ábra

Mivel a vágányzár alatt megépített magas háttöltések várható süllyedései érzékeny kihatással lehetnek (szigetelés megrepedése, vb lemez törése) a konzolosan túlnyúló falazatok mögötti háttöltésre támaszkodó víz-elvezető lemez részre, tervezői felülvizsgálatot, illetve módosítást kértünk. Tervezői módosítás alapján a hídfőknél a provizórium alátámasztások helyén C 12 min. felbetonozás készült a víz-elvezető vasbetonlemez alsó síkjáig, a külső oldalon külön betonozott vasbeton víz-elvezető lemez fogadására alkalmas süllyesztett-lépcsős kialakítással (28. ábra).

Ezt követően a víz-elvezető vasbetonlemez vasszerelési, zsaluzási és betonozási munkái készültek el (29. ábra).



27. ábra

Vasbeton gyalogjárók építése

A konzolos vasbeton gyalogjárók megépítéséhez szükséges segédstruktúrák építését a vágányzári munkák megkezdése előtt készítettük el a falazati szélesítésekkel egyidőben. A gyalogjárók megépítési lehetőségei közül legcélszerűbb megoldásként mutatkozott az idő és költségigényes, terepszintről indított zsaluzat alátámasztó állványzat helyett a vasbeton falszélesítés felső részében elhelyezett csomóponti lemezekre szerelt, kitámasztott acélkonzolokon nyugvó zsaluzat (30. ábra).

A falazaton 1,3–2 m-es kiosztásban szerelték fel a zsaluzatmegtámasztó konzolokat (31. ábra). A konzol-

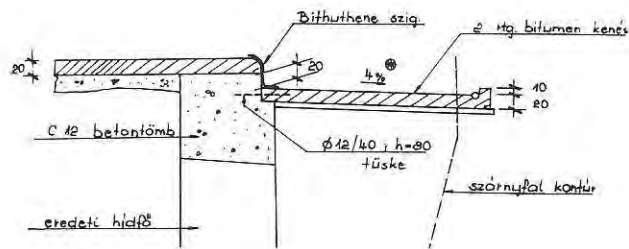


29. ábra

Hídfőcsatlakozás kialakítása

M=1:50

(metszet hidtengelyben)



28. ábra



31. ábra

los, 1,40 m széles vasbeton gyalogjáró és a hídszegély a szélesített vasbetonfalazatra csatlakozik, a falazatból felálló betonacél vasszereléshez bekötvé. A tervszerinti zsaluzatmeztámasztó konzol kialakítását, alsó zsaluzatának elkészítését és a betonacél szerelését követően az ágyazatmeztámasztó szegély és a szegély szintjéhez képest mintegy 70 cm-rel süllyesztett konzolos járda betonozási munkái készültek el C20-16/Kk minőségben.

Hídkorlátok kialakítása

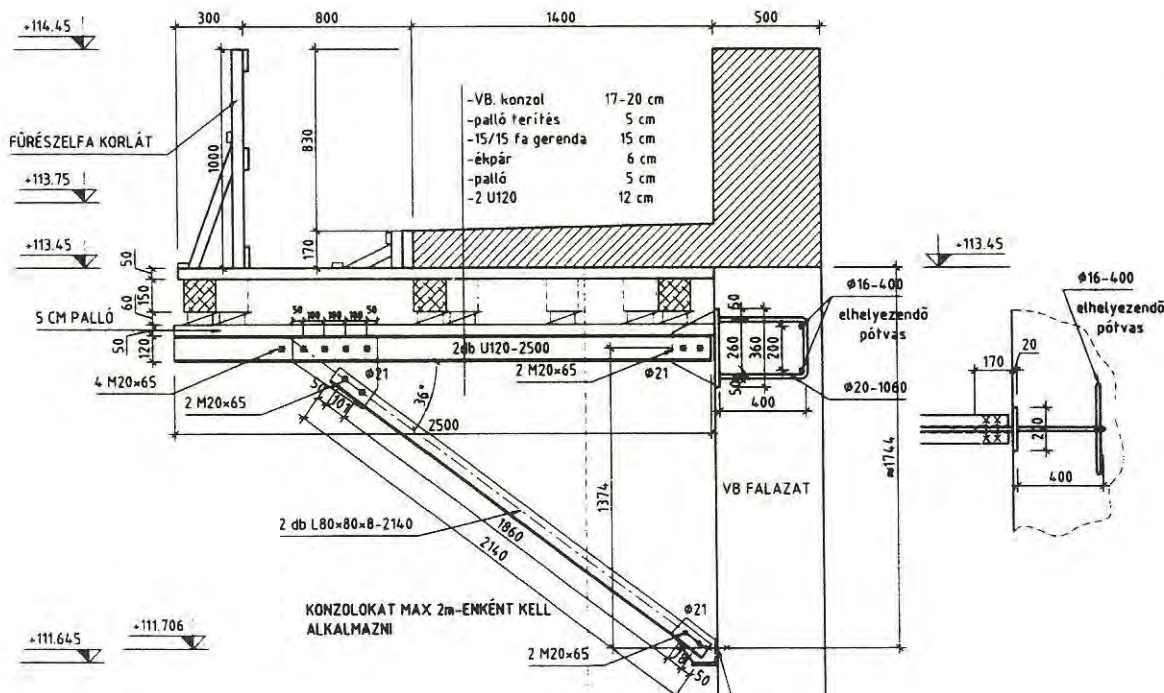
A megvalósult hídkorlát beruházói döntés alapján módosított kiviteli tervek alapján készült. Az egyszerű

hídkorláttal szemben esztétikus megjelenése kiemeli a híd műemléki jellegét. A gyalogjáró konzolok végén előregyártott oszlopokozlopokat helyeztek el.

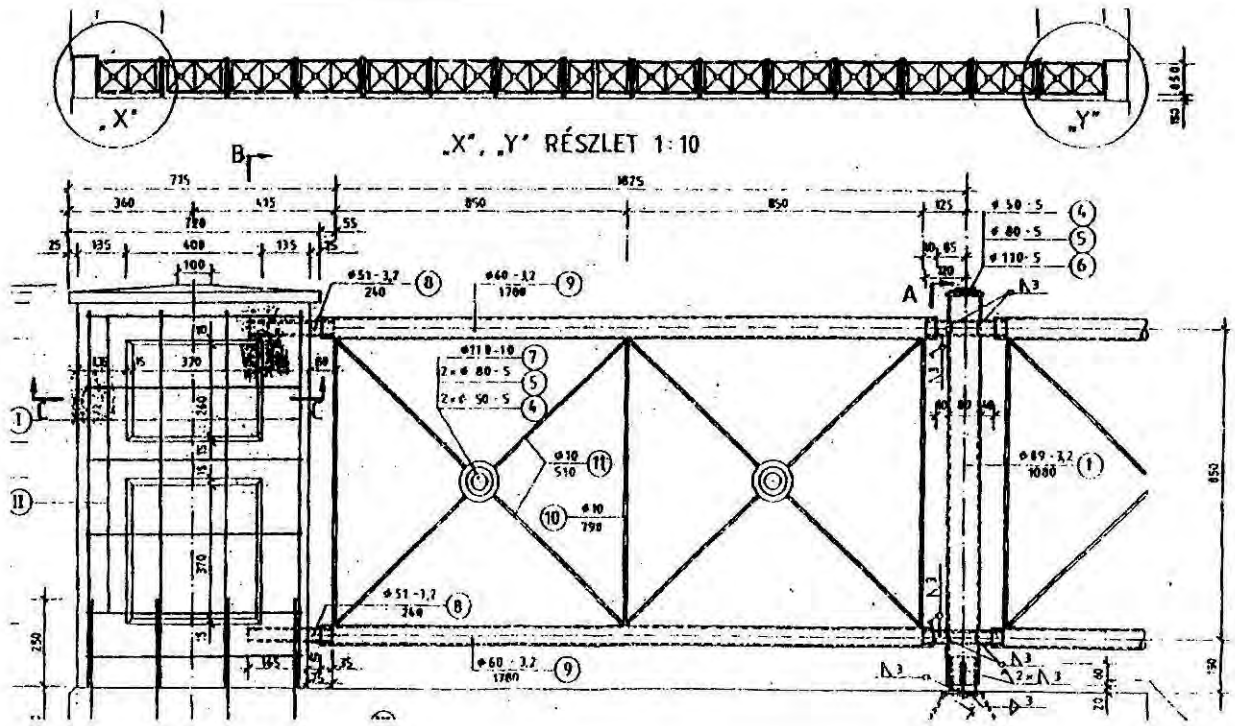
Az oldalanként 52 m hosszú csőkorlát hegesztett kivitelben készült 1950 mm-es oszlopkiosztással, oszlopközönként kétmezős „x” ráccsozással (32. ábra).

Vízvezetés, szigetelések kialakítása

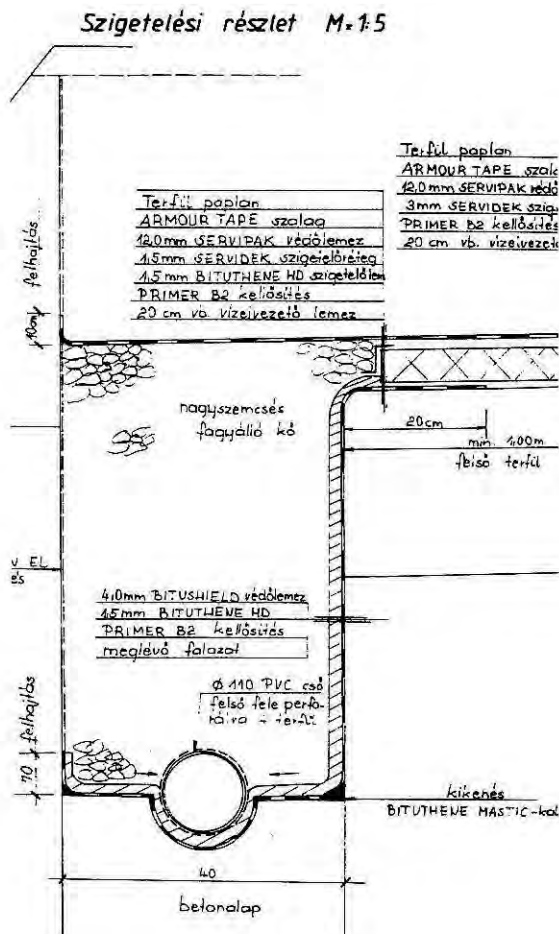
A hídszegélyek mellett a vízvezető vasbetonlemezről oldalirányban lefolyó vizek elvezetésére a hídszerkezet teljes hosszán a tervezett hosszéseknek megfelelően



30. ábra



32. ábra



33. ábra

40 cm széles folyóka készült. A folyóka alján 20 cm vastag C 12 min. helyszínen betonozott Ø 110 mm-es perforált PVC cső süllyesztett fogadására alkalmas betontestet építettek.

A folyókatest belső szigetelése 1,5 mm Bithuthene HD szigeteléssel és 4 mm vastag Bituschield védőlemezrel, a hídszegély síkjában PROXAN E1 kenéssel készült. A folyókatest nagyszemcsés fagyálló kövel lett kitöltve.

A vízelvezető vasbetonlemezt 3 mm SERVIDEK és 12 mm-es SERVIPAK védelemmel szigetelték. A folyókák és a szigetelések teljes felületen Terfil-paplan borítást kaptak (33. ábra).

Hídfők mögötti vízelvezető vb lemez kialakítása

A háttöltések vízelvezető vasbetonlemezeit a megfelelő szinten kialakított háttöltések elkészítését követően építették. A 10 cm vastag C 4-16/Kk minőségű szerelőbetonra 20 cm vastag vízelvezető vasbetonlemez készült C 20-16/Kk minőségben, 4%-os hossz és keresztirányú esésekkel. A lemez végén 10 cm magas vállas kialakítás és előtte a betonba süllyesztett keresztfolyóka biztosítja a lemezfelületre jutó vizek elvezetését.

A vasbetonlemezek 2 rétegű bitumen mázas kenést kaptak, a függőleges átszigetelések Bithuthene HD szigeteléssel készültek, 50-50 cm átfedési hosszakkal.



POZSONYI IVÁN
Pontterv Rt.
elnök igazgató

OROSZ KÁROLY
Hídépítő Rt.
projekt vezető

A bajai Duna-híd vasúti pályaszerkezetének korszerűsítése

A beruházás előzményei

A bajai Duna-híd a II. világháborút követően többtámaszú hídként épült újjá. Az újjáépített híd egyvágányú vasúti forgalom, illetve ugyanazon a pályán váltakozó irányú egynyomú közúti forgalom átvezetésére volt alkalmas. A híd tervezője dr. Korányi Imre professzor azonban gondolt egy későbbi szélesítés lehetőségére. A főtartók méretezésénél és kialakításánál már figyelembe vette azt, hogy későbbiekben közúti konzolok kerülnek a főtartókra. (1., 2. ábra)

Ez a konzolosítás 1989-ben megtörtént: a 3,5 tonnát meg nem haladó közúti járművek a konzolokra kerültek. Sajnos ez csak rész megoldás volt, mivel a nehézgépkocsik továbbra is a vasúti pályát vették igénybe. A kettős igénybevétel a vasúti pályaszerkezetet rövid idő alatt oly mértékben tönkretette, hogy a vasúti forgalom csak jelentős sebességkorlátozással volt fenntartható. Félő volt, hogy ez a híd teljes lezárásához vezet.

1996-ban döntés született arra, hogy a vasúti és közúti forgalmat külön kell választani.

Erre több lehetőség kínálkozott:

– A közúti forgalom számára új helyen új híd épüljön.

– A meglévő pillérek szélesítésével egymás mellé kerüljön a vasúti és közúti híd.

– A közúti konzolok megerősítésével a meglévő hídon váljon szét a kétféle forgalom.

A gazdasági, környezetvédelmi, valamint Baja város érdekeiből fakadó okok az utóbbi megoldást részesítették előnyben.

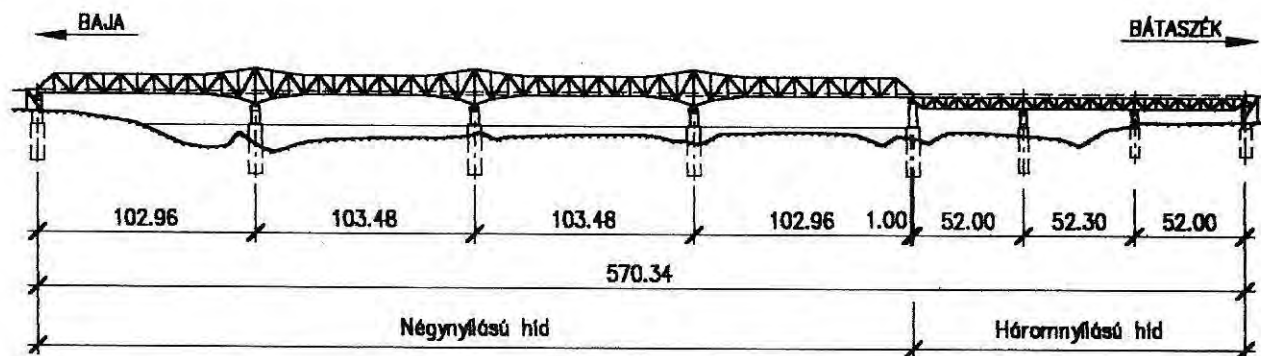
1997-ben országos pályázat győzteseként a PontTERV Rt. készítette el a híd átalakításának engedélyezési és tenderterveit, felhasználva Dr. Szatmári István tanulmányát, mely a konzolok felfüggesztésére vonatkozott. A tervezés eredményeképp a 3,5 tonna teherbírású konzolok alkalmassá váltak „A” jelű, vagyis 80 tonnás gépkocsi átvezetésére. Ezzel megnyílt az út a vasút és közút kényszerházasságának felbontására. (3. ábra)

A beruházás két fázisból állt:

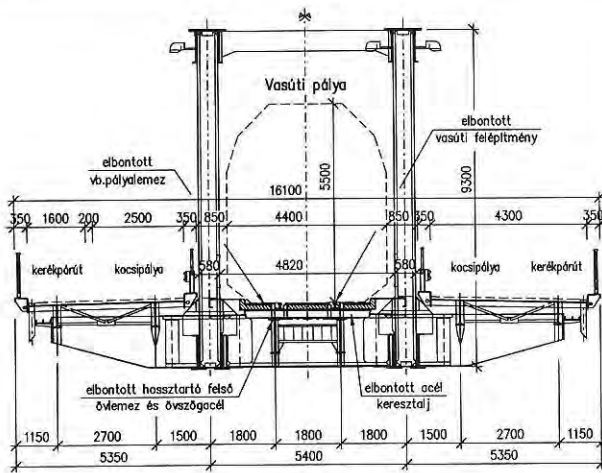
– A közúti konzolok átalakítása, mely együtt járt mindkét parton a csatlakozó közúti aluljárók korszerűsítésével.

– A vasúti pályaszerkezet teljes rekonstrukciója.

Jelen ismertetés kizárólag a második fázissal foglalkozik.



1. ábra. A híd oldalnézete



2. ábra. Átépítés előtti keresztmetszet

A vasúti pályaszerkezet rekonstrukciója

A közúti pályaszerkezet korszerűsítés tervezési és engedélyezési fázisának lezárulta után született döntés a vasúti pálya rekonstrukciójáról. A döntés lényege az volt, hogy a vasúti rekonstrukció azonnal követi a közúti konzolok átalakítását, és a két beruházás együttesen fejeződik be.

A tervezési megbízást a Pont-TERV Rt kapta meg, tekintettel arra, hogy a két munka szervesen összefügg egymással, hiszen a vasúti és közúti pálya ugyanazt a rácsos főtartót terheli.

A tervezőre hárult az a gond, hogy a két beruházó – a MÁV és a közutat üzemeltető szervezet – sokszor eltérő érdekeit összehangolja.

A tervezés menete

1. Statikai ellenőrző vizsgálatok

A tervezési munka a közúti átalakítások számításainak felhasználásával készülő részletes, mindenre kiterjedő statikai vizsgálatokkal kezdődött. (4. ábra)



3. ábra. Az 1989-ben felszerelt konzolok megerősítése

- Két teljesen független szerkezetet kellett ellenőrizni
- a négynyílású alsópályás rácsos hidat
- a háromnyílású felsőpályás rácsos ártéri hidat.

1.1 A felszerkezetek vizsgálata

- A főtartókat vizsgálni kellett a közúti és vasúti teher együttes hatásaira.
- Mivel a vasúti keresztartók egy része kapcsolódik a közúti konzolhoz, ezeknél is fontos volt a kombinált terhelés vizsgálata.
- A vasúti pályaszerkezetet (hossz- és keresztartók) ellenőrizni kellett a megváltozott terhekre (elmarad a vasbeton pályalemez, hídfás vasúti felépítményt alkalmazunk).
- Vizsgálni kellett a korróziós károk teherbírás csökkentő hatását is.

Részletes számításokat végeztünk a teherbírási mutatószámok megállapítására. A számítás a H4/1997 „Utasítás a meglévő vasúti acélhidak teherbírásának és tartósságának megállapítására” c. utasítás tervezet alapján készült. A számításokhoz felhasználtuk a híd eredeti, 1949-ben készült terveit és az MSC Kft által 1996-ban végzett hasonló jellegű vizsgálatot.

A számításoknál az átalakított hídszerkezetre „U” jelű vasúti és vele egyidejű „B” jelű közúti üzemi terhet vettünk figyelembe. A vizsgálatokat II. tehercsoportosításra, vagyis a járulékos terhekre (vasúti oldallökő erő, fékezőerő, szélteher) is elvégeztük.

Ezeket a korábbi, pályaszerkezetre készített számítások nem tartalmazták.

A teherbírési mutatók a főtartók minden eleménél 1,0 érték felett vannak, vagyis a híd tényleges teherbírására nincsenek hatással. A pályaszerkezet esetén egyik elemnél kismértékű csökkenés van, de sehol sem rosszabb az eredmény az átépítés előtti állapottal összehasonlítva.

A statikai vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a hídszerkezet átalakítása nem hozza hátrányos



4. ábra. A megerősített és kiszélesített oldalpálya

helyzetbe a vasúti forgalmat. A konzolok feszítéssel való felfüggesztése azt eredményezi, hogy a konzolok megnövekedett terhe nem hat vissza károsan a vasúti pályaszerkezetre. A vasbeton pályalemezek eltávolítása még csökkenti is az önsúlyból származó igénybevételeket.

1.2 Aléptípmények vizsgálata

Az összes pillérnél ellenőriztük a talpfeszültségeket az alábbi terhekre:

Függőleges terhek

- Önsúly
- Vasúti max + közúti üzemi teher
- Vasúti üzemi + közúti max. teher

Vízszintes terhek

Hídtengellyel párhuzamos:

- Fékezőerő
- Jégteher

Hídtengelyre merőleges:

- Szélteher
- Jégteher

A vizsgálatok kimutatták, hogy a vízügyi szempontból is szükséges – a pillérek védelmét szolgáló – kőszórások szintjeinek figyelembevételével valamennyi pillér megfelel.

2. Szerkezeti kialakítások

A tervezési munkákat részletes állapotfelmérés előzte meg. Az előzetes vizsgálatok azonban nem lehettek teljesek a vasbeton pályalemez eltávolításáig. (5. ábra)

A megállapított korróziós károkat is figyelembe véve az alábbi munkák váltak szükségessé.

- Hossztartók felső övének teljes cseréje, beleértve az övszögvasakat.



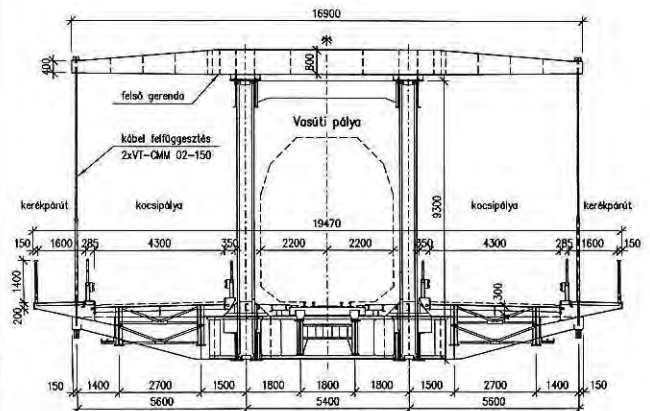
5. ábra. Vasúti pálya az átépítés előtt

- Az övlemezeknek a központosító lécek elhelyezése miatti átalakításai.
- A keresztartó gerinclemez korróziós károk miatti erősítése a hosszartó saruknál és hosszartó szélrács bekötéseknél.
- A hosszartó szélrács csomólemezek cseréje és hosszartó erősítés a korróziós károk miatt.
- A hosszartó saruk cseréje.
- Egyes keresztartók felső övlemezének cseréje.

Az elbontásra ítélt vasúti-közúti pályát acél keresztalakok támasztották alá. A közúti pálya előregyártott vasbeton elemekből állt.

2.1 Az új vasúti pályaszerkezet

Az új pályaszerkezet kialakításához az acél keresztalakokon kívül a korróziós károk miatt a hosszartók felső övét is el kellett bontani. (6. ábra)



6. ábra. Átépítés utáni keresztmetszet

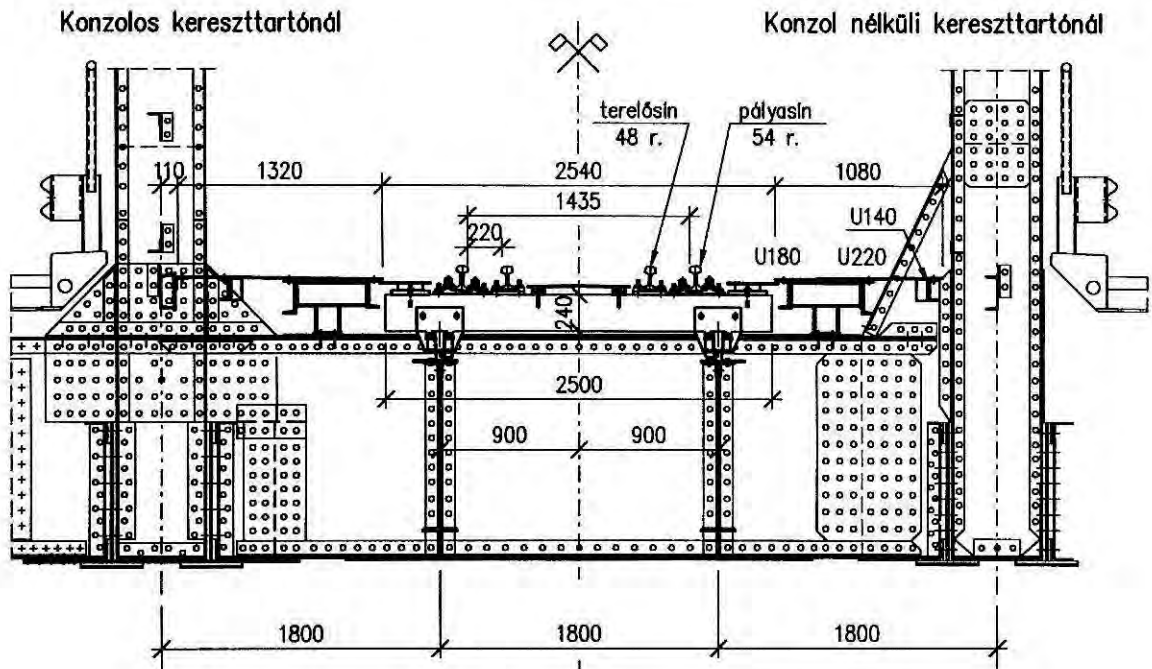
Az új szegcselt felső övek alkalmasak lettek a központosító léces vasúti felépítmény elhelyezésére. Az új felépítmény részei:

- központosító lécek
- körmös hídfasaruk
- hídfák
- SKL 3 leerősítésű pályasínek, valamint a terelősínek

A központosító lécek 50×50 mm keresztmetszetű horronnyal ellátott acél tömb, mely hegesztéssel kerül a hosszartó felső övére. Szerepe az, hogy a hosszartók a hídfákról a terhelést központosan kapják meg. (7. ábra)

A vasúti hossz-szelvény korrekciója miatt jelentős, maximum 80 mm-es – hídfánként változó – szintki egyenlítésre volt szükség. Ezt 40 mm-ig a hídfák alá kerülő alátétlemezekkel, a fennmaradó részt kétféle méretű hídfasaru alkalmazásával oldottuk meg.

A hídfákra kerülő pályasín 54 rendszerű, GEO alátétlemezekkel és SKL3 lekötéssel. A terelősínek a meglévő 48 rendszerű sínekkel készültek.



7. ábra. Központosító léces vasúti felépítmény

A hídfákról a hosszirányú erőket ún. akadékok adják át. Ezek helyileg ott vannak, ahol a pályaszerkezet féktartói helyezkednek el, mindig egy keresztartó környezetében. Egy-egy helyen 4 db megtámasztott hídfa szükséges, vagyis hosszartónként, 4-4 db akadékot alkalmaztunk.

Az SKL3 sínlekötés miatt a megtámasztott hídfáknál a sín talpára sínvándorlástgátló OETL kengyelek vannak felszerelve.

A pályaszerkezet átalakításához tartozik az új üzemi járdák és a pálya bordáslemezes burkolatának elkészítése is.

2.2 A hídfők átalakítása

A hídfők mögé úszólemezeket terveztünk be. Az úszólemez alkalmazása kettős célt szolgál.

– Megszünteti a pálya megtámasztásánál a hirtelen váltást a merev hídpálya és az ágyazat között.

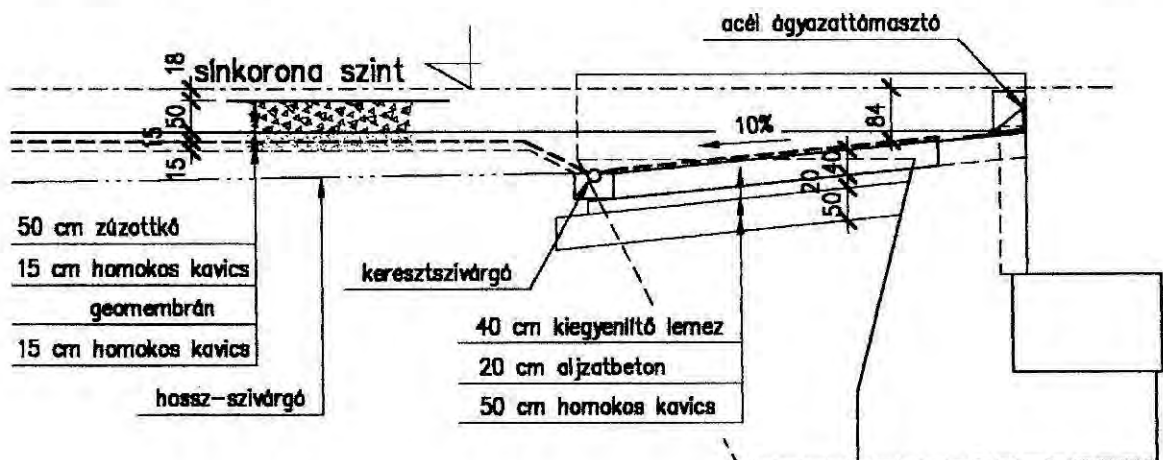
– Elvezeti a hídfő mögül a csapadékvizeket.

Ezt a kiegyenlítőlemezre terített vízszigetelő műanyaglemezzel és a rajta lévő homokos kavics réteggel értük el, mely a csapadékvizeket az úszólemez végében készített keresztzivárgóba vezet. (8. ábra)

A beruházás része volt a bajai, illetve a bátaszéki oldalon lévő közúti aluljárók korszerűsítése is.

Bajai oldali vasúti aluljáró

A 4,0 m nyílású aluljáró (9. ábra) elbontása után egy 13,0 m nyílású új, acéltartó betétes elemekből álló,



8. ábra. Hídfő metszete



9. ábra. Baja felőli 4,0 m nyílású aluljáró az átépítés előtt

keresztben összefeszített vasbeton felszerkezetű híd készült, mely megfelel mind az űrszelvényi előírásoknak mind, Baja város távlati fejlesztési igényeinek.

Bátaszéki oldali vasúti aluljáró

A meglévő vasbeton kerethídnak két problémáját kellett megoldani: nem volt elegendő az űrszelvény magassága, és az átvezetett út pályaszintje közel 1,0 méterrel az árvízszint alatt volt.

A fenti hiányosságokon úgy tudunk segíteni, hogy a vasbeton keret felső lemezét elbontva új pályalemezt készítettünk, a vasúti felépítmény által meghatározott lehetséges legmagasabb szinten. (10. ábra)

A bajai Türr István Duna-híd a korszerűsítési munkák eredményeképpen elindított egy rekonstrukciós sorozatot, mely célul tűzte ki a közös használatú folyami hidaknál a forgalom szétválasztását.

Már folytatódnak ezek a törekvések, melyek különféle megoldásokat eredményeznek:

- Dunaföldváron teljesen megszűnik a vasúti forgalom a Duna-hídon. Itt korszerű közúti híddá alakul a szerkezet.
- A tiszauzi Tisza-hídnál a jelenlegi híd mellé közúti híd épül, és a vasút kizárólagosan fogja használni a meglévő hidat.

A kivitelezés ismertetése

A kivitelezési munka 1999. június 10-én kezdődött és a vágányzár június 28–október 15-ig tartott, ez alatt az

idő alatt párhuzamosan épültek a híd két végén lévő vasbeton műtárgyak és a konzol megerősítés a közúti beruházás részeként.

A munkaterületen szükséges ki- és beszállítások csak a közúti konzolokon voltak végrehajthatók. A nehézségeket az ütemezésben és szervezésben az a körülmény okozta, hogy a két konzol közül az egyiket folyamatosan fenn kellett tartani a közúti forgalmat, a másikon pedig el kellett végezni a még szükséges kivitelezési munkákat. A munkák építési ideje tovább szűkült az egyidejűség miatt.

Látva a megoldandó feladat nehézségeit, a Konzorcium tagjai a munkák kezdetétől szoros ütemezés szerint dolgoztak, mivel számítani kellett az esetleges kivitelezés közbeni vizsgálatok során felmerülő további feladatokra.

A munkálatokat a Szentesi Vasútépítő Kft. szakemberei kezdték a pályatáblák bontásával, amit az eredetileg kitűzött szoros ütemtervi határokon belül oldottak meg. Az acélszerkezetek szabaddá tételét követően az óvatosság indokoltan bizonyult, mivel olyan korróziós károokra derített fényt a MÁV KfV Kft. vizsgálata, amelyek következtében nem tervezett beavatkozásokat kellett végrehajtani.

A keresztartók felső övlemezeinek cseréjét a közúti konzolok éjszakai órákban való lezárásával lehetett végezni, mivel a dunaföldvári hídon egyidejűleg érvényben lévő korlátozások komoly többlet terheket róttak a műtárgyra a közúti forgalom átvezetésében.

További nehézségeket okozott a meglévő szerkezet hosszartóinak magassági és helyszínrajzi eltérése a tervtől, ami csak a bontások után vált mérhetővé és tervmódosítást tett szükségessé.



10. ábra. Bátaszék felőli aluljáró az átépítés után

A munkálatok során jelentős előrelépés volt, hogy a Beruházáslebonyolító Osztály a pályaszint fölötti 1 m magasságig módosította a korrózióvédelemmel ellátandó felület nagyságát, hiszen ezen a szakaszon lehetett felfedezni a legjelentősebb károkat (a kiírásban eredetileg csak a pályaszintig való korrózióvédelem szerepelt).

További kivitelezés közben meghozott döntés volt a pályaszint alatti szerkezetek teljes korrózióvédelme, amit a két párhuzamosan futó projekt megrendelői megosztva végeztek el. (A főtartók pályaszint alatti teljes körű korrózióvédelme a későbbiekben elkerülhetővé teszi az igen költséges és időigényes állványozást.)

A megrendelő a Konzorciumi tagok és a bevont (itt nem teljes körűen említett) alvállalkozók a kivitelezés során heti rendszerességgel egyeztettek a felmerült tervezési, kivitelezés és organizációs kérdéseket a helyszínen, ezzel elkerülhetővé váltak a nem megfelelő kommunikáció miatt fellépő zavarok és késedelmek.

A műtárgyon már a közúti projekt végrehajtása során gyakorlattá vált 24 órás munkaszervezés elengedhetetlen feltétele volt az ütemterv tartásának, ami első sorban a korrózióvédelmet végzőkre rótt jelentős terheket.

A végrehajtás második szakaszában már egyértelműen látszott, hogy az eredetileg is szűk határidőt a feladatok növekedése ellenére is tartani tudja a Konzorcium.

A sikeres végrehajtás eddig említett feltételei mellett külön szeretném kiemelni, hogy a projekt érdekeit szolgáló megrendelői magatartásnak milyen fontos szerepe van. A szegedi Beruházáslebonyolító Osztály részéről hozott átgondolt és gyors döntések nélkül nem lenne lehetőségünk szakmai sikerről beszámolni.

A beruházásban résztvevők:

A megrendelő:
MÁV Beruházáslebonyolító Igazgatóság
Beruházáslebonyolító Osztály

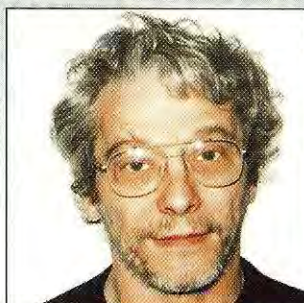
A vállalkozó generálkivitelező:
Baja-HÁROM Konzorcium

Konzorciumi tagok, és azok közötti munkamegosztás:
Hídépítő Részvénytársaság – korrózióvédelem, hídfők építése
MÁV Hídépítő Kft. – acélszerkezeti munkák
MÁV Szentesi Vasútépítő Kft. – pályaépítési munkák

További jelentős a kivitelezésbe bevont alvállalkozók:
Hídtechnika Kft.
Pannonkorr Kft.
KÖZGÉP-UNIÓ Rt.



GYURITY MÁTYÁS
MSc Kft.
szakfőmérnök



GÁL ANDRÁS
MSc Kft.
szakfőmérnök



SÉLLEY TIVADAR
MÁV Hídépítő Kft.
acélszerkezeti főmérnök

Vasúti acélhidak tervezése, gyártása és szerelése, a Székesfehérvár–Komárom vasútvonal Gaja-patak hídjának átépítése

1. A Gaja-patak-híd szerkezeti kialakítása

Gyurity Máttyás MSc. Kft.

A Gaja-patak-híd az MSc Kft. által tervezett első nagyobb támaszközű ortotróp lemezes vasúti acélhíd. Azóta cégünk több – a Gaja-hídhoz hasonló – újszerű kialakítású rácsos vasúti acélhidat is tervezett:

- Székesfehérvári Gaja-patak-híd
L= 35,46 m megépült
- Szekszárdi Sió-híd
L= 52,00 m gyártás alatt
- Simontornyai Sió-híd
L= 82,80 m gyártás alatt
- Zalaegerszegi Zala-híd
L= 46,40+52,20+40,60 m eng. terv
- Déli ök. vasúti Duna-híd 3. szerk.
L= 49,26+4x98,52+49,26 m eng. terv
- Kaposvári vasúti felüljáró
L= 33,00 m eng. terv
- Kunszentmártoni Körös-híd mederszerkezete
L= 74,70 m eng. és kiv. terv

Míg a Gaja-patak-híd ágyazatátvezetéses szerkezet, a jelenleg gyártás alatt álló Szekszárdi Sió-híd és a Simontornyai Sió-híd Edilon rendszerű rugalmas sínleerősítéssel készül. A fenti három – Magyarországon újszerű kialakítású – híd kivitelezője a MÁV Hídépítő Kft.

A Gaja-patak-híd a hazai törzshálózati fővonalnak számító Székesfehérvár–Komárom v.v. 24/25 hm szelvényében, Székesfehérvár határában található. A vasútvonal igen lapos, 40°-os szögben keresztezi a Gaja-

patakot, ennek oka a viszonylag nagy támaszköz. A régi oszlopos rácsoszású, húzott rácsrudakkalt épült, nyitott pályás, folytacél anyagú felszerkezete 1899-ben készült és Tokajból került ide 1948-ban, amikor az egykori 6,00 m nyílású hidat 35,40 m támaszközűre építettek át. A csaknem 100 éves felszerkezet teherbírási hiányok és korróziós károk miatt már nem felelt meg a jelen kor követelményeinek, így megbízást kaptunk a híd átépítési terveinek elkészítésére. A kiviteli terveket a MÁV Rt. Beruházási Szakigazgatóságának Budapesti Beruházás-lebonyolító Osztálya megbízásából készítettük.

Mivel a híd 1948-ban épült súlytámfal jellegű, vasalt szerkezeti gerendákkal és rövid párhuzamos szárnyfalakkal, síkalapozással készült hídfőit jó állapotúnak találtuk, ezeket felhasználtuk. A főtartó távolság megváltozása és az ágyazatátvezetéses pálya miatt a térdfalakat és a szerkezeti gerendákat az új szerkezet fogadására alkalmassá kellett tenni. A hídfők tetejét kb. 100 cm-rel vissza kellett bontani. A szárnyfalak tetején korláttal ellátott üzemi járdát alakítottunk ki kábelcsatornával, fűzőaknával, rövid rámpás lezárással. A falazatok mögött 3,20 m hosszú kiegyenlítő lemezek épültek. A betonfelületek javítása cementalapú rugalmas korrózióvédő bevonattal készült.

Az új felszerkezet ortotróp lemezes, alsópályás, ágyazatátvezetéses, felső szélrács nélküli rácsos szerkezet, mely hegesztett kivitelben készült, helyszíni NF csavaros kapcsolatokkal. (1. kép)

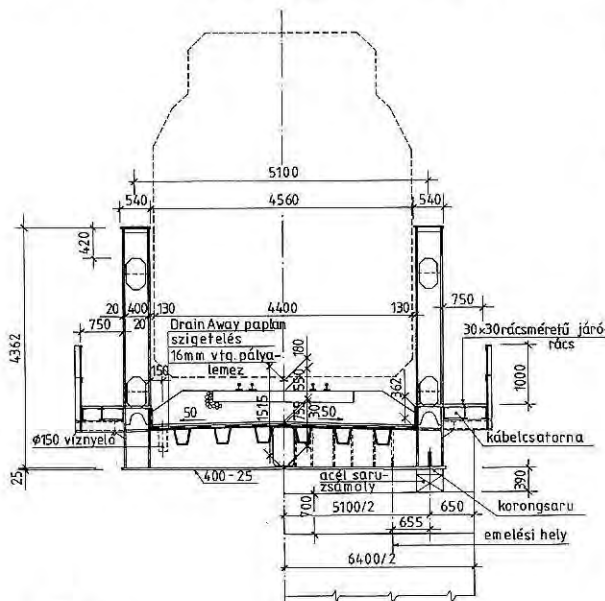
A felszerkezet érdekességét az adja, hogy a főtartónak nincs klasszikus értelemben vett alsó öve, így a pályaszerkezet tölti be az alsó öv szerepét. Ez azt eredm-



1. kép. A kész híd

nyezi, hogy egy valódi térbeli szerkezetről van szó, amelyet nehéz önálló síkbeli elemekre bontani statikai vizsgálat és gyártás vonatkozásában egyaránt. Jó példát szolgáltatnak erre az alsó csomólemezek, melyek a megszokott szemlélet alapján a rácsos főtartó részei lennének, viszont esetünkben inkább a pályaszerkezet szerves részét képezik. Az ilyen szerkezet a mai számítási lehetőségek eredménye, hiszen ezek révén a valósághoz leginkább hasonló statikai modell készíthető. Az anyag ésszerűbben osztható el és csoportosítható, ami gazdaságosabb szerkezetekhez és néha meghökkenítő megoldásokhoz vezet. Felvetődött azonban a számítási módszer és a szabványelőírások közötti összhang hiánya, valamint az eredmények értékelésének mikéntje. Ezeknek a kérdéseknek a rendezése a szakma új feladata kell hogy legyen.

A szimmetrikus rácsos oszlop nélküli rácsos főtartó támaszköze 35,46 m (9 keretállás), elméleti háló-



MSC
Műveleti Számítási

1. ábra. Keresztmetszet



2. kép. Alsó csomópontok szárnylemezekkel

zati magassága $L/10$. A főtartók tengelytávolsága 5100 mm, a kereszttartók távolsága 3940 mm. A szerkezeti magasság 1515 mm-re adódott, a főtartó teljes magassága hídközépben 4412 mm. (1. ábra)

A főtartók *felső övrúdjai* hagyományos hegesztett II szelvények. A 60° -os ferdeségű *rácsrudak* szimmetrikus keresztmetszetű hegesztett I tartók. Érdekes, hogy a keretmerevség növelése és a gyártás egyszerűsítése érdekében az összes rácsrúd keresztmetszete azonos, ami kis súlytöbbletet jelent.

Az *orthotróp pályaszerkezet* 16 mm vtg. pályalemezzel és 300 mm magas, trapéz alakú hosszbordákkal készült. Az építési engedélyben előírtak értelmében a trapézbordák helyszíni toldására nem volt lehetőség, ezért a pályaszerkezet 2 teljes hídhosszúságú darabban lett a helyszínre szállítva. (2. kép) A pályalemez széleit 20 mm vtg., csupán 670 mm magas ágyazattámasztó szegélybordák merevítik, melyek a csomópontok környezetében csomólemezekbe futnak. Az ágyazattámasztó bordák szokványostól eltérő magasságának szerkezeti és esztétikai okai vannak. Sikert elérni, hogy a hídon levő ágyazat a folyó pályával megegyező 1:1,5 rézsűs kialakítású legyen. Ezáltal az oldalborda erőtanilag szükségtelen magassága lecsökkent, így oldalnézetileg a pályaszerkezet igen karcsú benyomást kelt. Az esetlegesen lepergő zúzottkő a kétoldali üzemi járda járórácsára kerül, így nem hullik le a hídról.

Az ágyazattámasztó bordák külső oldalán futnak le a rácsrudak. Egy újabb érdekes részlet a csomóponti erőjáték fontos elemeit képező, a pályalemezzel egy síkban elhelyezett 20 mm vtg. szárnylemezek (2. ábra). Ezek a pályalemez nyúlványok a csomópontok helyén kapcsolatot teremtenek a külső csomólemezekkel, és bevezetik a rácsrudak külső övében lévő erőt a pályaszerkezetbe. A rácsrudak külső övei a külső sáskafej alakú csomólemezekhez kapcsolódnak, a rácsrudak gerince pedig a csomólemezeket összekötő-merevítő lemezekbe köt be. A speciális kialakítású csomópont így kellő keretmerevséget biztosít. (3. ábra)

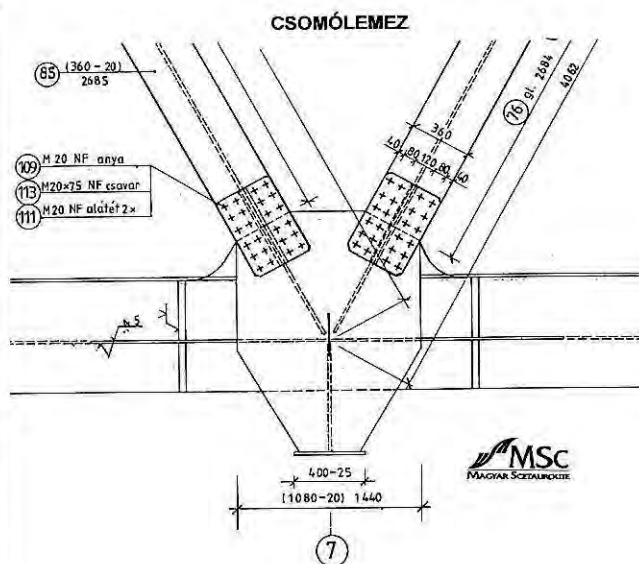
A 20 mm vtg. keresztartók gerinclemezei a pályalemez keresztirányú esését követő tetőszelvény alakúak. A pályalemez trapézbordái – belső diafragmák közbeiktatásával – áthatolnak a gerinclemezeken, kivéve a végkeresztartónál, ahol a keresztartó gerincéhez vannak hegesztve. A diafragmák a kivágott gerincű keresztartók „Vierendel” hatásának kiküszöbölésére szolgálnak.

A pályalemez keresztirányú esése 50 mm, így a szegegybordák mentén minden keretállás közepén egy-egy perforált acéllemezzel lezárt víznyelő készült. A teljes hídon és a kiegyenlítő lemezekon Drain-Away NTA paplan lett beépítve.

A pályalemez korrózióvédelmére cinkszórás és Grace rendszerű Servipak/Servidek szigetelés készült, mellyel 50 éves élettartam garantálható. A nyomáspróbának alávetett, hermetikusan lezárt és zárószeleppel ellátott trapézbordák belső védelmet nem kaptak. A fel szerkezet szabad felületeire ipari-városi környezeti hatásoknak ellenálló 220 µm öszsvastagságú bevonatrendszer került fel.

A híd mindkét végén takarólemezzel ellátott PD-85-ös vízzáró dilatációs szerkezetek lettek beépítve, melyek felett a vasúti ágyazat megszakítás nélkül vezet keresztül. A kis magasságú, 2500 kN névleges teherbírású fix és mozgó korongsaruk a szerkezeti gerendákhoz csavarozott saruzsámolyokra ülnek fel.

A teherhordó acélszerkezet acélanagya 37B és 37C minőségű. A helyszíni NF csavaros kötések M 20-as és M 24 -es csavarokkal készültek. A pályalemez és a trapézbordák korrózióvédelmi szempontból – különös tekintettel a hozzáférhetetlen belsejű trapézbordákra – eredetileg LK acélból készültek volna. A vasúti hidak LK acéllal kapcsolatos hazai tapasztalatok és kiforrt technológiai megoldások, valamint a szavatolt minőségű LK acélanag külföldről való beszerzésének nehéz-



3. ábra. Csomólemezt

ségei miatt mégis 37-es normál szerkezeti acél alkalmazására került sor.

A hídszerkezet gyártása, helyszíni összeszerelése és az építési technológia kidolgozása a MÁV HÍDÉPÍTŐ Kft. kivitelezésében valósult meg. A régi híd mellett épített szerelőpódiumon a teljes szerkezet elkészült, majd keresztbe lett betolva, miután a régi hidat oldalra kitolták. A hídfők átalakítása részben sínprovizórium védelme alatt, részben vágányzárban történt.

2. A statikai számítás és a próbaterhelés egyes részletei

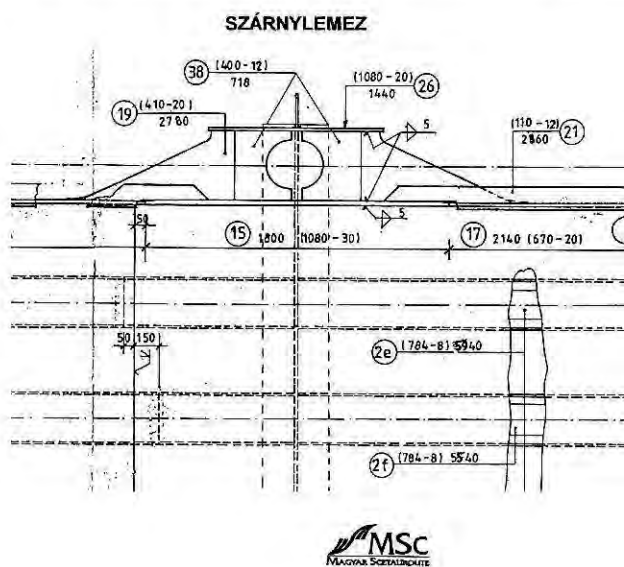
Gál András MSc. Kft.

Lassan már 10 éve foglalkozunk közúti és vasúti hidak végeeselemes módszerrel történő számításával. A számítógépes háttér (szoftver, hardver) folyamatos, gyors fejlődése egyre nagyobb méretű, mind komplexebb, részletesebben kidolgozott feladat megoldására nyújt lehetőséget.

E komplex, részletes statikai számításra jó példa az alsópályás, ortotrop pályaszerkezetű Gaja-patak híd. Az ilyen típusú hídszerkezeteknél a pályaszerkezet a lokális terhek szétosztásán, főtartókra továbbításán kívül ez utóbbiaknak is része, azaz a rácsos tartó alsó „öve”.

Statikai váz

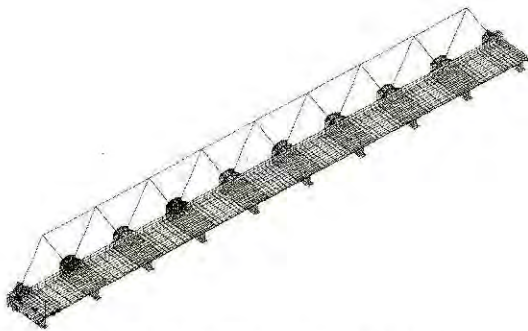
Az általunk használt végeeselemes program adottságainak felhasználásával készített statikai váz a főtartót és a pályaszerkezetet egyaránt tartalmazza, így a pályaszerkezet és a főtartó együttműködése biztosított. Ez a modell, megítélésünk szerint, nem csak a belső erők elosz-



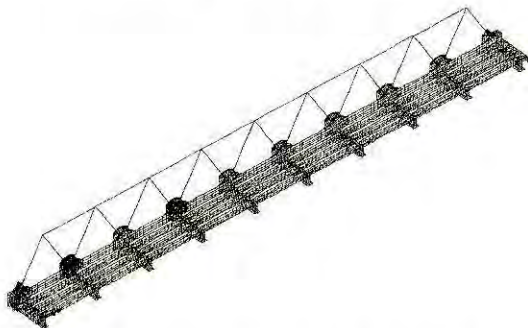
2. ábra. Szárnylemezt

lásának pontosabb követésére alkalmas, hanem gazdaságosabb szerkezeti kialakítást eredményez, mint a hagyományos – különálló szerkezeti elemekre (főtartó, keresztartó, hosszartó) bontott – „kézi” statikai számítási módszer, melyben az együttműködés (a pályalemez tárcsahatása) csak nehezen lenne követhető.

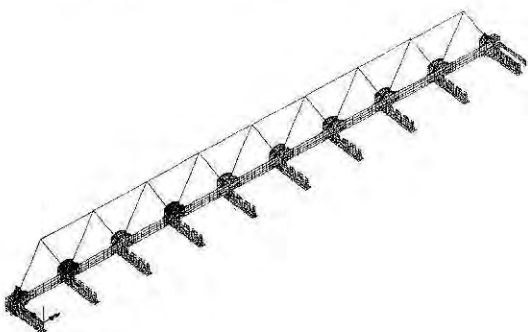
A modellben a pályaszerkezet valamennyi elemét: a pályalemezt, a keresztartókat (öveit és gerinclemezeit a hosszborða kivágásokkal), a kavicságyat megtámasztó szegélytartókat és az azokon kívülre tervezett, a külső csomólemezekig túlnyúló pályalemez szakaszokat, valamint a trapéz keresztmetszetű hosszborðákat és a külső-belső és a közöttük lévő csomólemezeket is beleértve a tényleges síkbeli méreteikkel, vékony héj elemekkel szerepeltettük. (A vékony héj elemek olyan síkbeli véges elemek, melyek a síkjukra merőleges hajlításon kívül a síkjukban ható normálerőt is képesek felvenni.)



4/a ábra. Végeselemes hálózat/teljes



4/b ábra. Végeselemes hálózat/pályalemez nélkül



4/c ábra. Végeselemes hálózat/pályalemez és bordák nélkül

A főtartó rács- és övrúdjai térbeli gerendaelemek. (4/a, 4/b, 4/c ábrák)

A híd tervezésének idejére a programfejlesztés eredményeként modellezhetővé vált a fenti elemek – a rácsrudak és a csomólemezek – közötti kapcsolat (közös elmozdulási kényszer egyenletek formájában). Az egyes H és II keresztmetszetű rácsrúdhöz csatlakozó csomólemezek egy-egy, az illesztés vonalával párhuzamosan felvett H/II alakú vonala sarok-mereven kapcsolódik a rácsrúd végéhez úgy, hogy közben ezeknek a kapcsoló vonalaknak az alakváltozása nem gátolt. A szerkezet és a terhek szimmetriájának köszönhetően, a gépidő és a megőrzendő fájlok méretének csökkentése érdekében a hídtengely mentén félbevágott, szimmetria-támaszokkal ellátott szerkezetet modelleztünk.

A fent leírt statikai modell a gyakorlat számára azt jelenti, hogy a vasúti hidak szempontjából különös jelentőséggel bíró, fáradásra érzékeny, hegesztett pályaszerkezet erőjátéka részletesen vizsgálhatóvá vált, és a főtartó viszonylag zömök rács- és övrúdjaiban és a csomólemezekben a főtartó- és az arra merőleges síkú nyomtatékokat (csomóponti mellékfeszültségeket) a számítási modell figyelembe veszi.

A számítások kiinduló adatai

Az engedélyezési terv alapján felvett méretek

Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy bár a gépi számítás alapjául szolgáló modell geometriai adatai, – a méretek, a lemezvastagságok – a számítás során könnyen változtathatók, a szelvények illeszthetőségéről, hegeszthetőségéről a tervezőnek kell gondoskodni (még az eng. tervi fázisban).

Terhek

Hasznos teherként a Vasúti Hídszabályzatban megadott „U” jelű teherrel számoltunk, a 80kN/m megoszló részt 3,0 m széles, a koncentrált részt $6,4 \times 3,0$ m területen egyenletesen megoszló teherre alakítottuk át. A modellalkotásban nagy könnyebbséget jelentett, hogy az alkalmazott programnál a terhelt felületnek nem kell a végeselemes hálózattal egyezőnek lennie. A koncentrált kerékkerhek ilyen méretű megoszló teherrel való helyettesítése a próbaterhelésnél igazolódni látszott. Az acélszerkezet önsúlyát a felvett méretekből a program számítja. A nem modellezett elemek (hevederek, felső csomólemezek, dia-fragmák stb.) miatti többletet a nehézségi gyorsulás helyi változtatásával vehetjük figyelembe.

Dinamikus tényezők

Három fontos momentum érdemel említést:

– A VHSz (de az EuroCode is) az egyes szerkezeti elemekre (főtartó, keresztartó, hosszartó stb.) különböző dinamikus tényezőket ír elő. A mi esetünkben,

amikor a pályalemez például a főtartónak is része és a modell szolgáltatja igénybevételek (feszültségek) nem különválaszthatók főtartó- és helyi hatásra, a biztonság javára tett közelítéssel a nagyobbik értékkel számoltunk. Ez sajnos túlméretezést eredményezett.

– Az EuroCode a pálya (gondos vagy átlagos) fenntartásának függvényében két különböző dinamikus tényezőt javasol.

(A magyar előírásban csak a gondosabb fenntartáshoz tartozó, kisebbik értéket adó tényező képlete szerepel.) A Felügyelet javaslatára, ennél a hídnál, a nagyobb értéket eredményező EC szerintivel számoltunk.

– Az EuroCode a közölt dinamikus tényezők alkalmazásának egyik feltételül azt szabja, hogy a vizsgált elem önrezgésszáma, sajátfrekvenciája egy adott, a támaszoktól függő, tartományon belül legyen. Ez a kívánalom egyrészt egy újabb számítást igényelt, másrészt megint csak az első pontban jelzett problémára vezet. A harmadik kérdés az önrezgésszám meghatározásával kapcsolatban az, hogy a nagy tömegű zúzottkőágyának a lengést csillapító (lassító) hatására az EC nem tér ki.

Megengedett feszültségek

A szabályzat szerinti megengedett feszültségekkel számoltunk. Tekintettel arra, hogy ez volt az első ilyen híd a tervezési gyakorlatunkban, a szabályzatban leírt (4.2.5. Mellékhatások) kétszer 10%-os engedménnyel nem éltünk, ugyanakkor megfontolandó, hogy a valóságot a hagyományos gerendamodellnél jobban tükröző statikai vázzal számított szerkezeteknél is meg kell követelni a folyással szembeni másfélszeres (ill. az engedménnyel az 1,25-szeres) biztonságot. Az EC folyási feszültséget enged meg ennél kevésbé részletes modellnél is, bár az az osztott biztonsági tényezővel való számítást írja elő.

Fáradásra megengedett feszültségek és a γ_f biztonsági tényező

A fáradásra megengedett feszültségek is a kézi (gerenda modellen alapuló) feszültségszámítási módszerhez tartoznak. Ezért az alkalmazásuk a végeselemes modelleken, ahol a feszültségcsúcsok – a hálózat sűrűségétől

függően – az eredmény részét képezik, általában túlméretezéshez vezet. Ennél a hídnál azonban, a kis forgalom miatt (5 millió et.) a fáradás nem volt mértékadó.

A fáradásra megengedett feszültségek γ_f biztonsági tényezőjének szerepeltetése a megengedett feszültségeken alapuló szabályzatban szokatlan és egységes 1,25 értéke megítélésünk szerint nem indokolt, hiszen a fáradási repedések többsége nem vezet a szerkezet tönkremeneteléhez. Egyáltalában nem mindegy, hogy egy repedés a főtartóban vagy a hosszbordában keletkezik.

Az elvégzett számítások

A számítás jellegétől (sajátfrekvencia, rugalmas vagy stabilitási) több futtatást végeztünk, gyakorlatilag ugyanazzal a végeselemes modellel. Általában a szilárdsági vizsgálatok miatti szelvényváltozásokat átvezettük a modellekbe és a futtatásokat többször megismételtük.

Az önrezgésszám meghatározásával (1. modell) igazoltuk, hogy az EuroCode szerinti dinamikus tényezők (legalábbis a főtartó vonatkozásában) alkalmazhatók.

A szerkezet, zúzottkő ágy nélküli, első lengésalakjának számított – frekvenciája 4,5 Hz. A próbaterheléskor mért érték, ahogy ez várható volt, alacsonyabb: 3,8Hz. Még ez az érték is azonban az alkalmazhatósági (3,0–6,0 Hz) tartományon belül van. (5. ábra)

Szilárdsági és fáradásvizsgálat (2. modell)

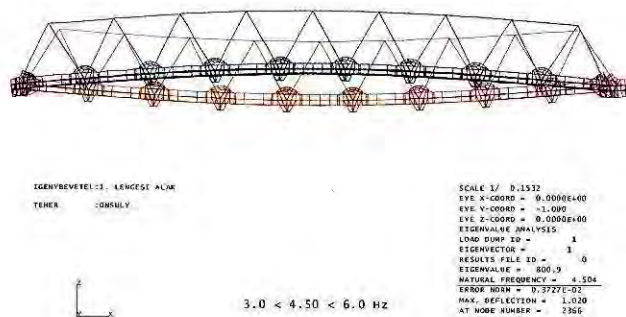
A szilárdsági vizsgálatban kimutattuk, hogy a különböző mértékadó teherkombinációkból keletkező normál-, nyíró- és összetett feszültségek az egyes szerkezeti elemekben a szabályzati megengedett értékeket nem haladják meg.

Valamennyi feszültségábra színes szintvonalas olyan, mint a példaként közölt 6. ábra, melyen jól látható a szélső (a főtartóhoz legközelebbi) kivágás sarkaiban a feszültségkoncentráció. Ezeknek a csúcspontok feszültségeinek a csökkentésére terveztünk a diafragmákat a hosszbordákba.

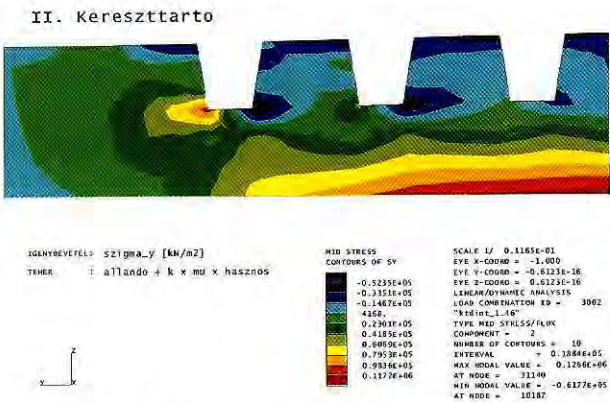
A fáradásvizsgálatot az egyenértékű károsodási feszültségek (lambdás) módszer szerint, a VHSz alapján végeztük el.

A fázastó üzemi teher max-min. feszültségábráiból a vizsgált helyeken meghatároztuk a feszültségváltozás értékét ($\Delta\sigma_{max}$). Ezt a $\Delta\sigma_{max}$ értéket a szabályzatban közölt λ_1 tényezővel szorozva kaptuk a várható tényleges vonatforgalom keltette károsodással azonos károsodást okozó feszültségváltozást.

A VHSz-ben közölt, támaszoktól függő, λ_1 értékek az EC táblázatának burkoló értékei. Így a szerkezet a már ismertetett szigorú feltételeknél is szigorúbb előírásoknak is megfelel.



5. ábra. Az első lengési sajátalak



6. ábra. A 3. j. k. t. gerincében keletkező mértékadó normálfeszültség

Stabilitásvizsgálat (3. modell)

A szerkezet stabilitásvizsgálatát nem nyomott rudanként, hanem (rugalmas alapon) az egész szerkezetre vonatkozóan készítettük el. Természetesen elsőnek a nyomott felső öv veszíti el a stabilitását. Az első instabil alakhoz (7. ábra) tartozó kritikus normálerőkből valamennyi nyomott rúdban normálfeszültséget számoltunk. A kritikus normálfeszültségből meghatároztuk az egyes rudak $\lambda = \pi(E/\sigma_{kr})^{0,5}$ karcsúságát. Ennek ismeretében a ψ csökkentő tényező, illetve a kihajlásra megengedett feszültség $\sigma_{keng} = \psi \sigma_{eng}$ meghatározható, a nyomott rudak ellenőrizhetők.

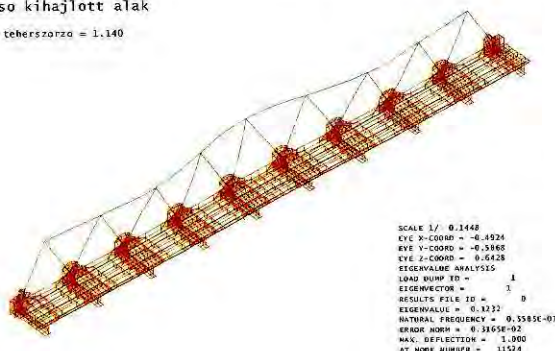
Próbaterhelési számítások (4. modell)

A tervezés időszakában a próbaterhelés részletei (teher, mérési helyek száma, elhelyezkedése stb.) nem álltak rendelkezésünkre. Ezek ismeretében, egy későbbi időpontban, a meglévő modellt kismértékben (a mérési helyek körüli hálózatot besűrítve) átalakítottuk és a próbaterhelési teherállásokra lefuttattuk.

Az újszerű szerkezet és eddig a vasútnál csak kisebb hidaknál alkalmazott vége-selemes számítása indokolta, hogy a elmozdulás – méréseken kívül feszültség – és dinamikai mérések is készüljenek a próbaterheléskor.

A tényleges elmozdulások valamivel kisebbek, mint a számítottak. A mért függőleges elmozdulások

Első kihajlott alak
teherorzó = 1.140



7. ábra. A kihajlási félhullám kb. három mező hosszúságú

12,2–12,5 mm, a vízszintesek 1,3–1,5mm között voltak, a számított érték 13,7/1,96 mm volt.

A feszültségmérések eredményei jól egyeznek a számított értékekkel. Megnyugtató, hogy a pályaszerkezet és a rács együtdolgozását és a tehereloszlás mértékét – több keresztmetszetben vizsgálva – a pályalemezben keletkező hosszirányú feszültségekkel, a mért és számított értékek közötti legnagyobb eltérés nem haladja meg a 30%-t. Nagyon jól egyeznek a mért és számított feszültségek a kereszttagok gerinclemezeiben.

A támasz-kereszttagon mért dinamikus többlet –0,7 és 13,2% között van ($v=40$ km/h), az alkalmazott 45%-kal szemben.

A híd első lengésalakjának (lehajlás) sajátfrekvenciája üres hídon 3,8 Hz, a terhelten 3,1 Hz. A második (csavaró lengés) frekvenciája 4,75/3,40 Hz.

A híd megvalósítása óta már több vasúti hidat számítottunk, terveztünk a fent leírtak szerint. Az összegyűlt tapasztalatok alkalmazásával a módszer folyamatosan finomodik, és részben a szabályzati előírások is kedvezően változtak az eltelt időszakban.

Úgy gondoljuk, hogy a szerkezetek valósághoz közelebbi viselkedéséről a legolcsóbban a számítástechnika módszereivel alkothatunk képet, ami közös érdekünk a korszerű vasúti hidak megalkotásában. (4/a, 4/b, 4/c, 5, 6, 7. ábrák)

3. Gyártás és helyszíni szerelési munkák

Sélley Tivadar MÁV Hídépítő. Kft.

A Székesfehérvár – Komárom vv. 24/25 szelvényében lévő Gaja-patak-híd átépítésének munkáját a MÁV Hídépítő Kft. pályázat útján nyerte el. A munkára négy pályázó adta be ajánlatát, melyek közül a bíráló bizottság a mi ajánlatunkat ítélte a legkedvezőbbnek.

Acélszerkezet gyártás

A tervező által előírt LK (Patinax) acél – melyből a pályalemez és a trapézborða került volna kivitelezésre – anyagának beszerzése nehézségekbe ütközött. Ugyanis a megadott szilárdsági jellemzőkkel ma már LK acél, nem vagy csak meghatározott mennyiség megrendeléséhez kötve gyártanak, ami a szükséges anyag többszörösének rendelését jelentette volna. Emiatt kellett visszatérni a hagyományos anyagokhoz és került módosításra a pályalemez és a trapézborða anyaga, amely így 37B és 37C (MSZ 6280) minőségű acélból került kivitelezésre.

Ehhez kapcsolódóan a tervező a következő szigorításokat írta elő a kivitelezésre vonatkozóan:

A zárt trapézborðákat nyomáspróbának kellett alávetni, majd a szelepeket hermetikusan le kellett zárni.

Az ortotróp pályalemez 100 µm vastagságban cink-szórással kellett ellátni, majd erre került a GRACE szigetelés. Az így készült szigetelési rendszerre a kivitelező 20 év garanciát vállalt, az elvárható élettartam kb. 50 év.

A hídszerkezet teljes egészében a központi gyártó-csarnokunkban került legyártásra és összeállításra. Majd végleges furatátmérőre összefűrték. Szétszerelés után ugyanott készült el az Sa 2½ minőségű felülettisztítás, majd az alapozó réteg felhordása.

Helyszíni szerelés

A tervező a hídszerkezet helyszíni technológia szerelésére vonatkozó megoldást is adott a kviteli tervhez kapcsolódóan. Ennek a megoldásnak a lényege, hogy a hídtól kb. 700 m-re egy viszonylag jól megközelíthető területen, a vasúti pálya mellett javasolta a szerkezet helyszíni szerelését, majd vágányzárban keresztirányban a vasúti pályára húzva a szerkezetet, 700 m-t előre tolván, áthelyezve a vágányzár előtt megépített cölöpözött behúzópályára, a régi híddal összekapcsolva került volna az új híd áthúzásra, a régi hídszerkezet folyamatos bontásával, amit egy cölöpözött és kb. 10 m hosszú kihúzópálya biztosított volna. Ezen megoldás vágányzári időszükséglete kb. 7 nap lett volna.

A MÁV Hídépítő Kft. már ajánlata megadásakor olyan megoldásban gondolkodott, melynek segítségével a vágányzári idő jelentősen csökkenthető, ugyanakkor a megoldás nem jár a helyszíni szerelési költségek növekedésével.

Pályázatunkban 4 napos vágányzári időszükségletet terveztünk, melyet az alábbiakban ismertetett szereléstechológiával a kivitelezés folyamán tartani is tudtunk.

A régi hídszerkezet jobb oldalán (befolyási oldal) az árvízvédelmi töltések között a terepviszonyok alkalmasnak mutatkoztak egy viszonylag egyszerű szerelő-

tér építéséhez, ahol összesen 4 db Ø 328-8 h=8-9 m acél cölöp leverésével megfelelő alátámasztást készítettünk két ponton. További négy helyen a terep megfelelő volt vasbeton lemez vagy hídgerenda szőnyeg elhelyezésére, amelyre a teherelosztó kereszt- és hossztartók (I 400 és I 1000) elhelyezhetők voltak. A folyómeder feletti szerelőtér teljes burkolatot kapott, míg a további 1/3-ad részre semmi sem kellett, hiszen a talajszintről a hídszerelés pályaszint alatti munkái elvégezhetőek voltak.

A régi hídszerkezet bal oldalán építettük meg az annak fogadására és bontására szolgáló kihúzópályát. Itt 2 db Ø 328-8 mm méretű és 9 m hosszú acélcső cölöpöt vertünk le. A többi 3 helyen itt is elhelyezhető volt a vasbeton lemez alátámasztás vagy hídgerenda talpfaszőnyeg. Ezen alátámasztásokra került elhelyezésre a 2 db kalodázott I 400 acéltartó, valamint kihúzópályát biztosító 2-2 db 48-as rendszerű vasúti sín. (3. kép)

A szerelőállványt építés közben folyamatosan szintezéssel ellenőriztük, hogy a híd terv szerinti helyzetét az állvány esetleges süllyedése esetén is biztosítani tudjuk.

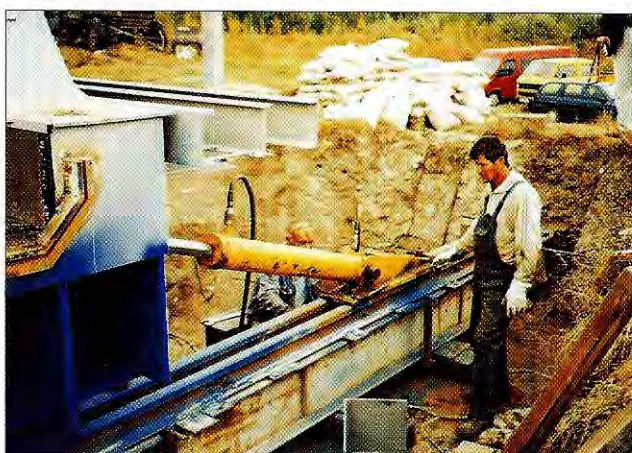
Vasúton került kiszállításra a szerelő- és bontóállvány összes szerkezete, valamint ugyancsak így került kiszállításra az új hídszerkezet minden eleme is. A vonalon 23 óra és reggel 4 óra között személyszállító vonat nem közlekedett, így megfelelő idő állt rendelkezésre a daruzási munkák elvégzésére.

A pályaszerkezetet is vasúton szállítottuk a helyszíni két egységben, melyeknek mérete 3000×1500×36600 mm volt, súlya pedig 42 tonna. Ezen elemeket a MÁV Rt. EDK 1000-es vasúti daruja rakta ki a szerelőtérre.

A hídszerkezet további elemeit és az állványzat elemeit a kft. 50 t teherbírású vasúti darujával raktuk ki éjszakai vágányzárban. A pályaszerkezet beállítását követően került sor a rácsos főtartók szerelésére, melyet részben a már említett vasúti daruval, valamint az árvízvédelmi töltésre telepített 50 t teherbírású közúti daruval szereltük.



3. kép. Szerelőtér az új hídszerkezet összeállításához



4. kép. Tolósajtó munka közben

A hídszerkezet teljes szerelését követően került sor a korrózióvédelmi munkák hátralévő fázisainak elvégzésére. Ezt követte a pályaszerkezet tisztítása és annak cinkszórása és a GRACE szigetelési rendszer elkészítése.

A szerelőtéren felszerelésre kerültek a külső gyalogjárók, korlátok, kábelcsatornák is.

A vágányzári munka előkészítéseként az új hídszerkezet megemelése után a sarutengelyekben elhelyezésre kerültek a behúzósinék, majd a szerkezetet behúzó kocsiakra helyeztük. Az elkészült új hídszerkezet tömege: 136 t.

A tervezett vágányzári idő tarthatósága érdekében szükséges volt a falazati munkák egy részének elvégzése a vágányzárt megelőzően. Ennek biztosítására a híd mindkét végén a végkereszttartókra támaszkodó 8 m hosszú 4x5 db-os (48,3 kg/fm) sínprovizóriumot építettünk be. Ennek beépítése biztosította a vonali terhelés fenntartását az építés folyamán. Védelme alatt elbontásra kerültek a parapettfalak, a szárnyfalak a szükséges mértékig, és ezek átépítése is megtörtént. Részben megépíthetőek voltak a híd két végére tervezett ószólemezek is.

Az előzőekben tárgyalt hídszerkezet szerelési és előkészítési munkákat követően 1999. szeptember 2-án 23 órakor kezdődött meg a folyamatos, teljes kizárásos vágányzár.

A régi hídszerkezet megemelése, a saruk kiemelése, a kihúzópálya elhelyezése és a hídbehúzó kocsi elhelyezése után a szerkezetet hidraulikus tolóajtókkal az eredeti vágánytengelytől 7300 mm-re párhuzamosan kitoltuk. Ezt követően a hidraulikus tolóajtók áthelyezésre kerültek az új hídszerkezet betolásához és a szerkezet a helyére került az első vágányzári nap végére. (4. kép)

A második napon került sor az új hídszerkezet alá a saruzsámolyok és a saruk elhelyezésére, beállítására, a saru fészkek kiöntésére. Ezen a napon kezdődött az egyik oldalon a PD 85-ös vízzáró dilatáció beépítése is a kapcsolódó parapettfal betonozási munkákkal együtt, mely a mindkét oldalon a harmadik nap végére készült el. A vágányzár kezdetekor megkezdődött – a felépítmény bontási munkákat követően – az úszólemezek el-



5. kép. Az új Gaja-patak híd.

maradt részeinek építése, mely annak második napján fejeződött be.

A vágányzár harmadik napján kezdődtek meg a hídon a vasútépítési munkák, melyek a negyedik napon a déli órákig tartottak. Az utolsó vágányzári nap második felében a híd próbaterhelése és forgalomba helyezési eljárása is megtörtént.

A sikeres próbaterhelést követően a híd tervezett vágányzári időn belül visszaadható volt a forgalomnak. A hátralévő munkák már a forgalom zavarása nélkül elvégezhetőek voltak (pl. szárnyfalak, kábelcsatornák, hídvizsgáló lépcsők stb. építése).

A régi hídszerkezet bontását két ütemben végeztük. Először a szerkezetből kivágtuk és éjszakai vágányzárban kiemeltük a hossz- és keresztartókat, a végkeresztartó és a középső keresztartó kivételével.

Második ütemben pedig szintén éjszakai vágányzárban az így megkönnyített szerkezet keresztartóit kettévágva a fél hidat két vasúti daruval kiemeltük és közúton megközelíthető helyen lefektettük.

A hídszerkezet helyszíni szerelési munkáit nagymértékben zavarta a tavalyi évben uralkodott rendkívül csapadékos időjárás. Először a szerelőtér elkészülte után, közvetlenül a pályalemez egységek állványra helyezése előtt a magas vízállás veszélyeztette az állványszerkezet alátámasztásait – a vb. alátámasztó lemezeket kimosódás, megsüllyedés veszélyeztette –, ezért a már megkért vágányzárát le kellett mondani. Ilyen magas vízállás, mely többször is megismétlődött a nyári időszakban, a területen több mint 10 éve nem volt. Ezt követően – nemzetközi gyorsvonat közlekedése miatt – pedig már csak a szeptemberi időszakban volt lehetőség a több napos vágányzári munka elvégzésére.

Vágányzárát az összes környékbeli nagyfuvarozóval – szén és bauxit bányák stb. – egyeztetttük és írásbeli hozzájárulásukat mellékelve kértük meg a szeptemberi vágányzárát. (5. kép)

A feladat elvégzését követően megállapíthatjuk, hogy a megtervezett és végrehajtott szerelés technológia mind a vágányzári idő, mind a költségek vonatkozásában beváltotta elképzeléseinket.

Rövid összefoglalás

Az újszerű kialakítás az acélszerkezet ésszerűbb eloszlása révén gazdaságosabb szerkezetet eredményez, valamint kedvezőbb esztétikai megjelenést nyújt.

Úgy gondoljuk, hogy a szerkezetek valóságához közelebbi viselkedéséről a legolcsóbban a számítástechnika módszereivel alkothatunk képet, ami közös érdekünk a korszerű vasúti hidak megalkotásában.

Igen fontos feladatot jelent a gazdaságos és egyszerűen megvalósítható építési technológia kiválasztása.



ZSIGMONDI ANDRÁS
Hídépítő Rt.
általános vezérigazgató-helyettes

Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjai

Felkészülés a völgyhidak építésére

A Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal előkészítő munkáiról már hosszú évekkel ezelőtt tudomást szereztünk a sajtóból és a szakmai körökből.

Mivel nagy vasbeton vasúti híd eddig nem épült Magyarországon, ezért tanulmányozni kezdtük a Nyugat-Európában épülő korszerű, nagy sebességű vasútvonalakon épülő szerkezeteket.

A tanulmány során kiderült, hogy a nagy sebességű új pályákon igen sok vasbeton szerkezetű híd épült különböző statikai megoldásokkal.

Cégünk tulajdonosa, a francia DUMEZ-GTM lehetővé tette, hogy tervezőink és a nagy vasbetonhídjaink vezető kivitelezői tanulmányúton vegyenek részt Franciaországban.

Ennek eredményeképpen részletesebben megvizsgáltuk a vasúti feszített vasbetonhidak különböző szerkezeti megoldásainak – nevezetesen a kéttámaszú és a többtámaszú – előnyeit és hátrányait. (Azért a feszített vasbetonszerkezetekre koncentráltunk, mivel nekünk az a fő profilunk.)

A vizsgálataink oda vezettek, hogy igazán gazdaságos szerkezetet akkor lehet építeni, illetve üzemeltetni, ha az alábbi szempontokat vesszük figyelembe:

- az építési költséget,
- az építési gyorsaságát,
- a környezet minimális zavarását az építkezés ideje alatt (időben és térben),
- az építési fázisok párhuzamos szervezhetőségét,
- az építés időjárástól való függetleníthetőségét (reális ráfordítással),
- vasúti terhelésből adódó speciális igénybevételt (pl. fékezőerőt),
- fenntartási költségeket,
- a fenntartás során keletkező minimális környezet-szennyezést.

Fenti szempontokat elemezve, a legoptimálisabb megoldásnak a szakaszos előretolások technológiával

épülő többtámaszú szekrény keresztmetszetű hídszerkezetet találtuk.

Részletes elemzést végeztünk a vasbeton szerkezetű és acélszerkezetű hidak összehasonlításával.

- Építési költség, ez tény kérdése (a mi kalkulációnk szerint az acél drágábbnak bizonyult).
- Építés gyorsasága; a tender kiírása úgy elhúzódtott, hogy a várható eredményhirdetési időponttól, a híd megkívánt szerkezet kész állapotáig rendelkezésre álló idő, más szerkezet választása esetén csak jelentős többletköltséggel lett volna megvalósítható.
- A betolt vasbeton híd esetén a szerkezet szinte készen ér a helyére, míg a másik szóba jöhető öszvér szerkezetű acélhídnál, ha szintén betolással épül, a betolás után kell a vb. pályalemezt elkészíteni. Ez térben és időben is sokkal munkaigényesebb, nem beszélve arról, hogy igen költséges bejáró út szükséges a pályalemez építéséhez (betonacél beszállítás és beemelés, betonozást kiszolgáló járművek közlekedése, stb.). Itt a bejáró út építését még külön nehezíti a kedvezőtlen talajadottság.
- A környezet zavarása: a szakaszosan betonozott vasbeton híd építésénél a pillérek megépítése után munkavégzés csak a hídfők mögötti gyártópádon és hídon történik, míg az acélszerkezetű hídnál a híd teljes hosszában történik a munkavégzés.
- A betolt hídnál az építési fázisok párhuzamosan tervezhetők, már a betonozás ideje alatt be lehet szerelni a második és harmadik kábelcsaládot, és akár az ágyazatot megtámasztó vasbeton gerenda is elkészíthető. Az öszvérhídnál az acélhíd szerelése és a vasbeton pályalemez készítése nem párhuzamosítható.
- A vasúti terhelésből származó igénybevétel felvételénél nincs különbség a két szerkezet között.
- Fenntartási költségeket tekintve kedvezőbb a betonhíd (nincs mázolás).

- A fenntartás során az acélhíd újra mázolásánál környezetszennyeződés történik, a betonhidaknál nem.

A tender kiírásában három különböző szerkezeti megoldású híd jelent meg:

- öszvér szerkezetű acélhíd, folytatólagos tartóként,
- öszvér szerkezetű acélhíd, 3-3 nyílásonkénti önálló szerkezetként,
- feszített vasbetonhíd, folytatólagos tartóként.

A tender tervek közül egyet kötelező volt megajánlani, de alternatív megoldással is lehetett pályázni.

A Hídépítő Rt. a szakaszos előretolások technológiával építendő alternatív terve mellett, öszvér felszerkezetű hidakra is dolgozott ki alternatív terveket.

A tenderajánlathoz az alternatív terveket kellő mélységgel készítettük el. Utólag bevalljuk, hogy a Hídépítő saját tervező osztálya a szakaszos előretolások technológiával építendő feszített híd ajánlati tervét, illetve annak technológiai részleteit olyan mélységben készítette el, hogy a remélt győzelem esetén a kiviteli tervezés és az előkészületi munkák késedelem nélkül, az előre átgondolt szempontokat figyelembevéve megkezdődhesenek.

Tervezőink a tendertervhez képest az alábbi fő módosításokat hajtották végre az alternatív vasbetontervben:

- az íves szakasz egyszerűbb építése miatt a vasbeton szekrény ferde oldalfalait függőlegesre változtatták,
 - a rendelkezésre maradó rövid építési idő figyelembe vétele miatt az 1400 m hosszú hidat az ideális 2 irányból való építéssel szemben 3 részre bontották.
- | | |
|---------|--------------------------|
| „A” híd | 704 m szakaszosan betolt |
| „B” híd | 77 m monolit |
| „C” híd | 614 m szakaszosan betolt |
- a szekrények tengelyéül helyettesítő körívet választottak az eredetileg átmeneti és tiszta ívből álló szakaszokon a „C” hídánál,
 - az íves szakasz hossz-szelvényét is módosították,

- a vízszintes erők felvételére a fix támaszokat a három hídszerkezet találkozásánál az ún. közös pilléreken alakították ki. A keletkező vízszintes erőt, amely maximum 6000 kN nagyságú, a szokásos sarukkal nem lehetett felvenni, ezért speciális acélszerkezetű „csapok” kerültek betervezésre.

Külön érdemes megemlíteni, hogy az ajánlatkészítés során a majdani kivitelezést végző vezetők kijelölésre kerültek, és keményen együtt dolgoztak és gondolkodtak a tervezőkkel.

Konstruktív együttműködés alakult ki a konzorcium francia tagjával, a DUMEZ-GTM párizsi tervező és technológus szakember gárdájával is.

Az ajánlati alternatív terv készítésébe befektetett munkánk végül is úgy érezzük meghozta gyümölcsét.

A tender értékelő bizottság a beadott 17 ajánlat közül hetet tartott tovább értékelésre alkalmasnak, amelyből 6 alternatíva volt feszített betonacél szerkezet és ebből 2 alternatíva a Hídépítő Rt. vezette Zala-hidak konzorcium által kidolgozott volt.

Az értékelő bizottság a Hídépítő Rt. vezette Zala-hidak Konzorcium alternatív terveként kidolgozott szakaszosan előretolt feszített vasbetonhíd változatát találta a:

- legrészletesebben kidolgozottnak, mivel,
- a műszaki megoldások kiviteli szintű dokumentációkkal rendelkeztek,
- kellő részletességű volt a közelítő statikai számítás,
- átgondoltak voltak az organizációs tervek,
- árban is kedvező volt az ajánlat,
- a javasolt építési technológiákhoz megfelelő referenciával rendelkezett az ajánlattevő.

Úgy érezzük, hogy az ajánlatkészítésbe befektetett energia és gondolkodás végül meghozta gyümölcsét.

Ma örömmel jelenthetem, hogy mindkét szakaszosan előretolt hídánál a heti ciklust tudjuk tartani és így van remény arra, hogy a vállalt határidőre a szerkezet elkészül.

Külön öröm számunkra, hogy az egész magyar mérnöktársadalom milyen érdeklődéssel kíséri nyomon különböző szakmai körök szervezésében e számunkra csodálatos mérnöki alkotás megtekintését.



WELLNER PÉTER
Hídépítő Rt.
Műszaki Osztály vezetője



MIHALEK TAMÁS
Hídépítő Rt.
vezető tervező

Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjai

A völgyhidak tervezése

1. A tervezés kiinduló lépései

A tenderkiírás előtt az érintett vasútvonal kiviteli tervei, a völgyhidakat kivéve, rendelkezésre álltak. A völgyhidakhoz három tenderterv készült. A végleges tervek elkészítése a nyertes vállalkozó feladata volt.

A tervezés folyamata már az ajánlatkészítés idején megindult. A tendertervek kidolgozottsága alkalmas volt arra, hogy alapos ajánlatot lehessen adni. Természetesen ugyanakkor a tenderterv még nem olyan mélységű, hogy a részletek teljes átgondolását is el lehessen várni tőle. Az ajánlatadás időszakában végzett tervezési munka volt hivatva azokat a változtatásokat kidolgozni, amelyeket szükségesnek ítéltünk. Ezek a változtatások számosak voltak, lényegesek voltak, de végül is a tendertervben és a tenderkiírásban szereplő igények minél jobb kielégítését szolgálták.

A tenderkiírás két fontos tényezőt határozott meg:

1. A völgyhidak építésére 14 hónap áll rendelkezésre.
2. A környezetvédelem igényének megfelelően a híd mellett csak az egyik oldalon lehet egy 7 m széles sávot az építkezéshez igénybe venni.

Elsősorban meg kellett találni azt a szerkezetet, a hozzátartozó technológiát és a lehetséges organizációt, amely alkalmas az említett igények – jelesül a rövid határidő és a korlátozott területfoglalás lehetőségének – figyelembe vételére.

A tenderkiírásban szereplő mindhárom változat részletes vizsgálata után úgy találtuk, hogy feszített vasbeton szerkezetet kell építeni, amelyet szakaszos előretolás módszerével lehet megvalósítani. A technológia jellemzője, hogy a hídfő/k/ mögött elkészítünk egy hídszakaszt, azt az előzően készült részhez hozzáfeszítjük, majd az így összekapcsolt szerkezetet előre toljuk. Ezt a szükséges fázisszámban megismételjük.

A technológia előnye, hogy a hosszú híd esetében is csak a hídfő mögött, adott esetben 22,5 m hosszú szakaszok előretolására alkalmas gyártóhelyen, a hídtengelyben készítjük el a híd teljes felszerkezetét. Néhány pillér elkészülte után már elkezdhető a felszerkezet gyártása és előretolása. A két hídrész – az alépítmény és a felszerkezet – tehát kis időkülönbséggel, párhuzamosan építhető. Ez mutatja, hogy a határidő betartását ez a módszer ígéri a legjobb eséllyel. Azáltal, hogy a felszerkezet építésének minden fázisa a hídtengelyben történik, a keskeny, csupán 7 m-es úton csak a vele párhuzamosan építhető alépítményekhez kell közlekedni.

Más szerkezet és technológia alkalmazásánál a felszerkezetet is a híd melletti útról kellett volna építeni.

A javasolt módszer és elrendezés segítségével lehet a környezetvédelem igényeit legjobban kielégíteni. A szerkezet típusa és a technológia elvi kiválasztása után meg kellett oldani azt, hogy milyen részletek kidolgozásával lehetne a határidőt betartani. Tanulmányoztuk Franciaországban egy hasonló hosszúságú híd megvalósítását. Ők két évig tervezték, és két évig kiviteleztek a műtárgyat. Nem lehetett tehát csodálkozni azon, hogy az ajánlatok nagy része a határidőt nem vállalta. Magunk részéről mégsem azzal töltöttük az időt, hogy bizonygassuk, miért nem lehet ezt a határidőt teljesíteni. Igyekeztünk megtalálni azokat a megoldási lehetőségeket, melyek segítségével remény lehetett az építés kellő időben történő befejezésére.

Az ajánlatunkhoz létrehoztunk egy olyan csoportot, melynek tagjai komoly tapasztalattal rendelkeztek ilyen típusú – bár nyilvánvalóan sokkal kisebb méretű – hidak tervezésében és építésében.

A siker érdekében *három fontos dolgot* tartottunk szükségesnek megvizsgálni és az ezekkel kapcsolatos célt és teendőket rögzíteni.

Első, hogy minél rövidebb legyen az érdemi munka megkezdése előtti szükséges idő. Ezt köznapi szóhasználatnál *felvonulásnak* nevezik. Erre maximum 3 hóna-

pot terveztünk. Ez alatt kellett az összes bejáró utat és a munkaterületet kiszolgáló utakat megépíteni. A munkák elhúzódása az amúgy is rövid építési időt kurtítaná meg.

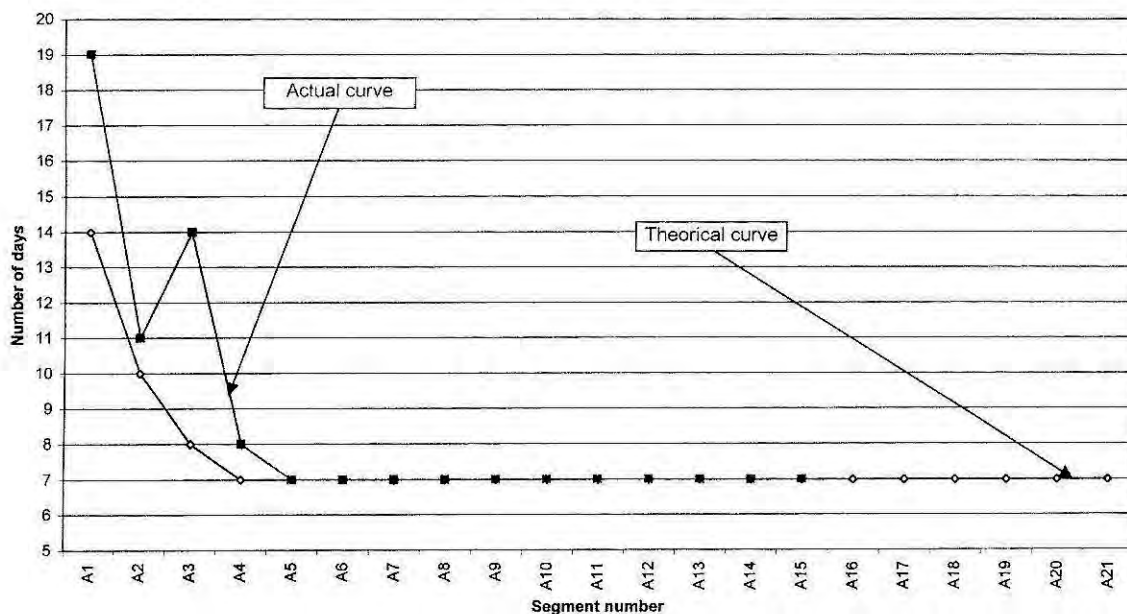
Második megtervezendő részlet az építési technológia és annak minden segédszerkezete.

A feladat minden eszköz és művelet olyan kidolgozása, hogy egy meghatározott hídszakasz, - melyet zömnek, elemnek nevezünk – sokszor ismételve 7 napos ciklusban elkészíthető legyen. Így minden gyártóhelyről hetenként 22,5 m hídszakasz építhető.

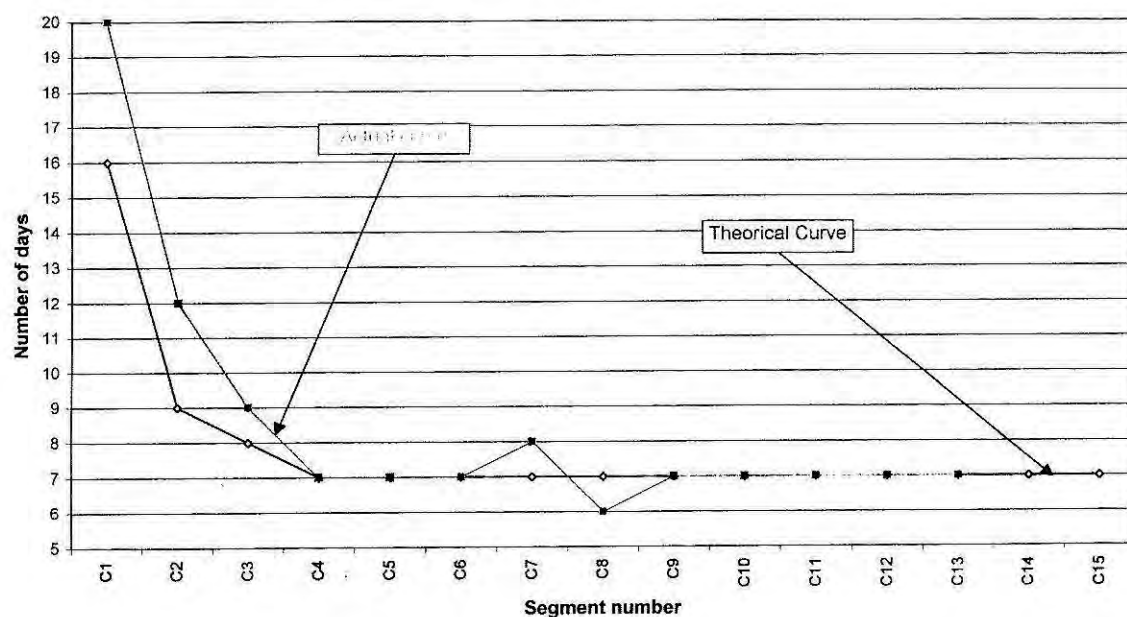
Bemutatjuk a tervezett ciklusidő és a megvalósított ütem grafikonját. (1. ábra)

Harmadik terület az egész munkahely berendezése oly módon, hogy se eső, se sár, se a biztosan beálló tél ne akadályozza a munkát és a ciklusidőt se veszélyeztesse. Ezért a gyártó hely környékét kellő térburkolattal, magát a gyártó helyet a hideg ellen fedett csarnokkal kialakítva terveztük. A betonacél armatúrát a ciklusidőtől elkülönítve, de a közel telepített toronydarúval és behúzó csörlővel kiszolgálható módon előre gyártva képeztük. A munkát az 1400 m-es híd mindkét hídfőjétől

"A" BRIDGE - PRODUCTION CURVES



"C" BRIDGE - PRODUCTION CURVES



1. ábra. Az elemek gyártásának ciklusideje

szükségesnek tartottuk egyidejűleg indítani. Ily módon minden héten 45 m hosszú híd darab készülhet el. Köznapi nyelven ezt a munkát nevezzük *organizáció*-nak.

Amikor az ajánlatot beadtuk, a már említett tervezőkből és kivitelezőkből álló csoport úgy vélekedett, hogy a gondos munkával nagy lépést tettünk a feladat elvi megoldása felé. A teljesítést - ha nem is láttuk biztosnak, - de bizonyos kockázat vállalásának tudatában elérhetőnek találtuk. Tudtuk, hogy milyen szerkezetet, milyen technológiával és milyen organizációval szeretnénk megépíteni.

Most utólag biztosak vagyunk abban – bár ezt a munka során is éreztük –, hogy egy bonyolult vállalkozást sikeresen akkor lehet megtervezni, ha a vállalkozói teamben tervezők és kivitelezők együtt dolgoznak. Ez az együttműködés a megvalósítás során ugyanúgy kell, hogy működjék. Visszatekintve meg kell állapítani, hogy nincs külön tervezés és kivitelezés, jól és rövid idő alatt csak a két folyamatot átfedve lehet végezni.

Ezt a MÁV RT – lehet, hogy a szükség diktálta körülményekből fakadóan is – jól mérte fel. Köszönet és dicséret illeti őket bátorságukért. A gyakorlat fényes példát mutatott arra, hogy nem – újabban divatos – „kiviteli szintű tenderterveket” célszerű készíttetni. A tenderterv feladata a pontos igény megfogalmazása, a korlátok meghatározása. A szerkezet és technológia a vállalkozó ügye – amelyet a megrendelő vagy elfogad, vagy nem –, végül is kiválasztva a számára legelőnyösebbet az ajánlottak közül.

2. A völgyhidak általános ismertetése

2.1 I. völgyhíd

A híd építéséhez szakaszos előretolós technológiát kívántunk alkalmazni.

Az építendő híd általános elrendezésének kialakításánál az alábbi szempontokat kellett mérlegelni és ezek után a következő megoldásokról döntöttünk:

A híd szakaszán a vasúti pálya helyszínrajzilag 772 m hosszban egyenes, 154 m hosszban átmeneti ívben, majd 474 m hosszban körívben fekszik. Ez a vonalvezetés nem volt módosítható. A szakaszos előretolós technológia optimális alkalmazásához folytonos függvénnyel leírható görbével jellemezhető szerkezet szükséges – vagyis egyenes vagy tiszta körívben fekvő híd a szükséges. Ezen elvek érvényesítésére az átmeneti íves és a tiszta íves szakaszok helyett egy helyettesítő körívet választottunk a betonozandó szakasz tengelyéül. A helyettesítő körívben gyártott szekrénytartón az eltérő sugarú íves vasúti pálya elhelyezését a kétoldali pályakonzolok méretének változtatásával oldottuk meg.

– A vasút hossz-szelvényét kis mértékben módosítani kellett, hogy a pálya alaprajzi és magassági viszonyainak változását összhangba lehessen hozni a hidak építési technológiájából adódó követelményekkel, a szerkezet több szakaszban való építésével.

– A vasútüzem biztonsági előírásai alapján a pálya függőleges vonalvezetését úgy kellett módosítani, hogy az átmeneti íves szakaszra nem kerülhetett az egyenes szakaszok közötti domború lekerekítés, így ezeket a görbületeket szét kellett választani.

A fentiek összegzéseként a vasúti pálya hossz-szelvényének módosítását javasoltuk – a vízszintes vonalvezetés megtartásával. A vasúti pálya hossz-szelvénye ezek után 682 m hosszban 11%-ot emelkedik, majd 85 m-en 17000 m sugarú domború ívvel csatlakozik a 633 m hosszú 6 %-os emelkedő szakaszhoz.

Fontos szempontként jelentkezett, hogy a műtárgyat igen rövid idő, mintegy 11 hónap alatt kell megépíteni. Amennyiben az építést két oldalról, a hídfők felől folytatjuk, a munkát párhuzamosan végezhetjük.

Az alaprajzi és hossz-szelvényi szakaszokhoz is igazodóan az 1400 m hosszú völgyhidat több önálló, egymástól elválasztott hídra osztottuk.

Két ~700 m hosszú híd csatlakozásánál, a hídvégeknél a hőtágulás, zsugorodás és kúszás hatására létrejövő vízszintes mozgások együttesen jelentkeznek. A számítható mozgások +200/-500 mm nagyságúak. Mivel a hídszerkezet mozgásai a hídrészek végeinél koncentráltan jelentkeznek, ezért a zúzottkő ágyazatú vasúti vágányba síndilatációkat kell beépíteni.

– Az 1400 m hosszú hídon létrejövő mozgások nagysága a saruk és a síndilatáció kiválasztásánál is gondot jelent. Ezért és a fentiekben leírt pálya-vonalvezetési kialakítás miatt döntöttünk úgy, hogy a teljes hidat három részre bontjuk. A két hídfő felől egy egyenes hídszakaszt („A” híd) és egy körívben fekvő hídszakaszt („C” híd) alakítunk ki. A kettő között egy kétnyílású hídrészt terveztünk, melynek mozgásai a másik két hídrészhez viszonyítva csekélyek („nyugvó hídrész”). A síndilatációs szerkezeteket erre a nyugvó hídrészre és a hídfők mögötti töltésszakaszra célszerű elhelyezni.

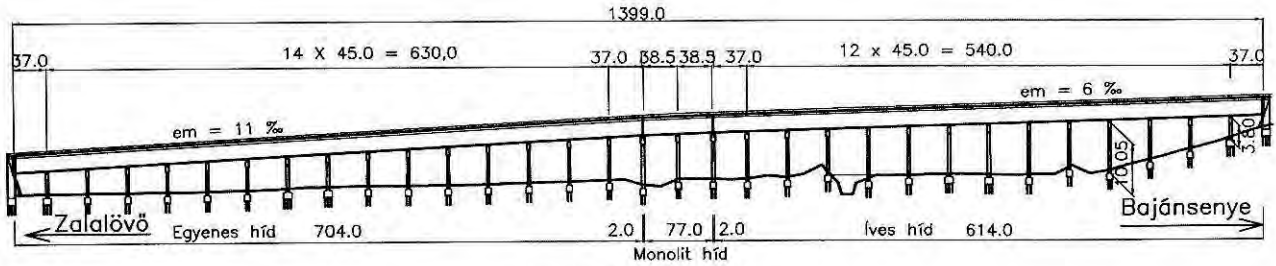
– A hidak nyílás beosztása:

$$\text{„A” híd} : 37,0 + 14 \times 45,0 + 37,0 = 704 \text{ m}$$

$$\text{„B” híd} : 2 \times 38,5 = 77 \text{ m}$$

$$\text{„C” híd} : 37,0 + 12 \times 45,0 + 37,0 = 614 \text{ m} \quad (2. \text{ ábra})$$

A vasúti pálya átmeneti íves és tiszta köríves (R = 2300 m) szakaszán a felszerkezetet (íves híd) egy R = 2400 m helyettesítő körívben gyártjuk. A szekrénytengely, mint statikai tengely sugarát úgy határoztuk meg, hogy a statikai tengelyhez képest a vágánytengely a lehető legkisebb eltérést mutassa, így a vasúti terhek külpontossága minimális legyen. Az egyenes és az íves szakasz közötti részt, amely magassági értelemben a



2. ábra. I. völgyhíd elrendezése

domború lekerekítő ív szakaszára kerül, monolit hídként építjük meg.

A hidak közös pillérein a támaszvonalak között 2,0-2,0 m távolság van. A hídszerkezet összesen 33 támaszon nyugszik, a hídvégeken 1-1 hídfő található, a három híd találkozásánál pedig 1-1 közös pillért alakítottunk ki. A hidakon a vízszintes erőket is felvevő fix megtámasztásokat a hidak közepén helyeztük el. A vasúti vonatteherből keletkező fékező, illetve indítóerő nagysága (max 6000 kN) a két hosszú hídon 2-2 fix megtámasztás kialakítását indokolta (FP8. és FP9., valamint az FP25. és FP26. pilléren). Ekkora vízszintes erő felvételét a szokásos sarokkal nem lehet megoldani, ezért speciális acélszerkezetű „csapok” alkalmazása szükséges, melyek közvetítik a fékezőerőt a felszerkezetről a fix pillérekre.

– A hidak keresztmetszeti kialakítása: egycellás szekrénykeresztmetszet, függőleges oldalfalakkal. A szekrény fenékszélesség: 4,50 m, magassága 3,75 m.

– A felszerkezet ilyen kialakításával biztosítható a kellő hajlítási és csavarási merevség, mely szükséges az ívben is fekvő hídon a vasúti terhek biztonságos viseléséhez. A hidak teherbírását feszítőkábelek alkalmazásával biztosítjuk.

– A hídon egy vasúti vágányt vezetnek át zúzottkő ágyazatos vasúti alépítményen – a vasútvonal jelenlegi tervezett kiépítési sebessége $v=120$ km/h, de a hídszerkezetet a távlati $v=160$ km/h sebesség figyelembevételével kellett tervezni. A vasúti pálya két oldalán üzemi gyalogjárda készül, korláttal.

– A vállalkozási ütemterv rendkívüli szorossága miatt az „A” és „C” hidat egyszerre kell építeni, míg a „B” hidat a helyén, állványon kell elkészíteni. Ezzel a módszerrel szembe kerültünk azzal a feladattal, hogy a két

betolt hídrészt „neki kell tolni” a már elkészült „B” hídnak. Emiatt a betolócsoportot fokozatosan (darabokra szedve) le kell bontani a híd elejéről, az így kialakuló vasbeton szekrény-konzolokat ideiglenes járműveken kell a közös pillérekkig tolni.

2.2 II. völgyhíd

Az építési projekt keretében egy második, rövidebb hidat is meg kell építeni.

Ez a völgyhíd a vasútvonal 5. szakaszán, az alagúttal átfúrt hegy (domb) túlsó felén található és egy rövid, mély völgyet ível át (3. ábra).

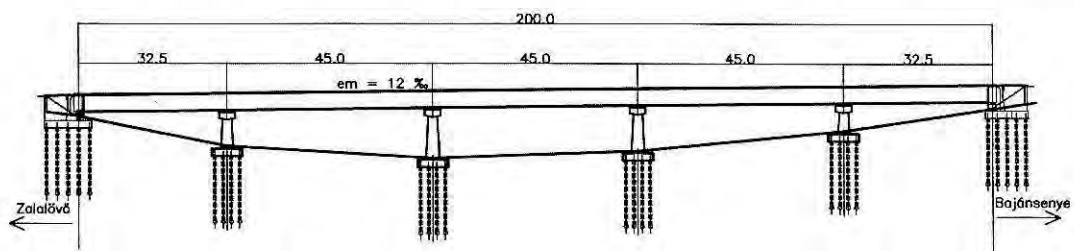
Hossza 200 méter, ötnyílású, folyvástóltagos szerkezet. A két hídfő között lévő négy pillér magassága az I. völgyhíd magas pilléreiné méretét is meghaladja, alakjuk és szerkezeti kialakításuk azonos a nagy híd alépítményeivel. A „D” híd nyílásbeosztása $32,5 + 4 \times 45 + 32,5$. A vasúti pálya itt 12‰ emelkedőben van. A felszerkezet fő nyílásméretén túl a keresztmetszet méretei, kialakítása és az alkalmazott feszítési rendszer is azonos az I. völgyhíddal.

A fékező, illetve indító erő felvételét szolgáló fix megfogást a H01 hídfőben alakítottuk ki.

3. A felszerkezet

3.1 Szerkezeti kialakítás

Az egyvágányú vasútvonal átvezetésére egycellás keresztmetszetű feszített vasbeton szerkezetet választottunk. A felszerkezetet fél nyílás méretű 22,50 m hosszú szakaszokban (zömök) gyártjuk, a felszerkezet ilyen



3. ábra. II. völgyhíd elrendezése

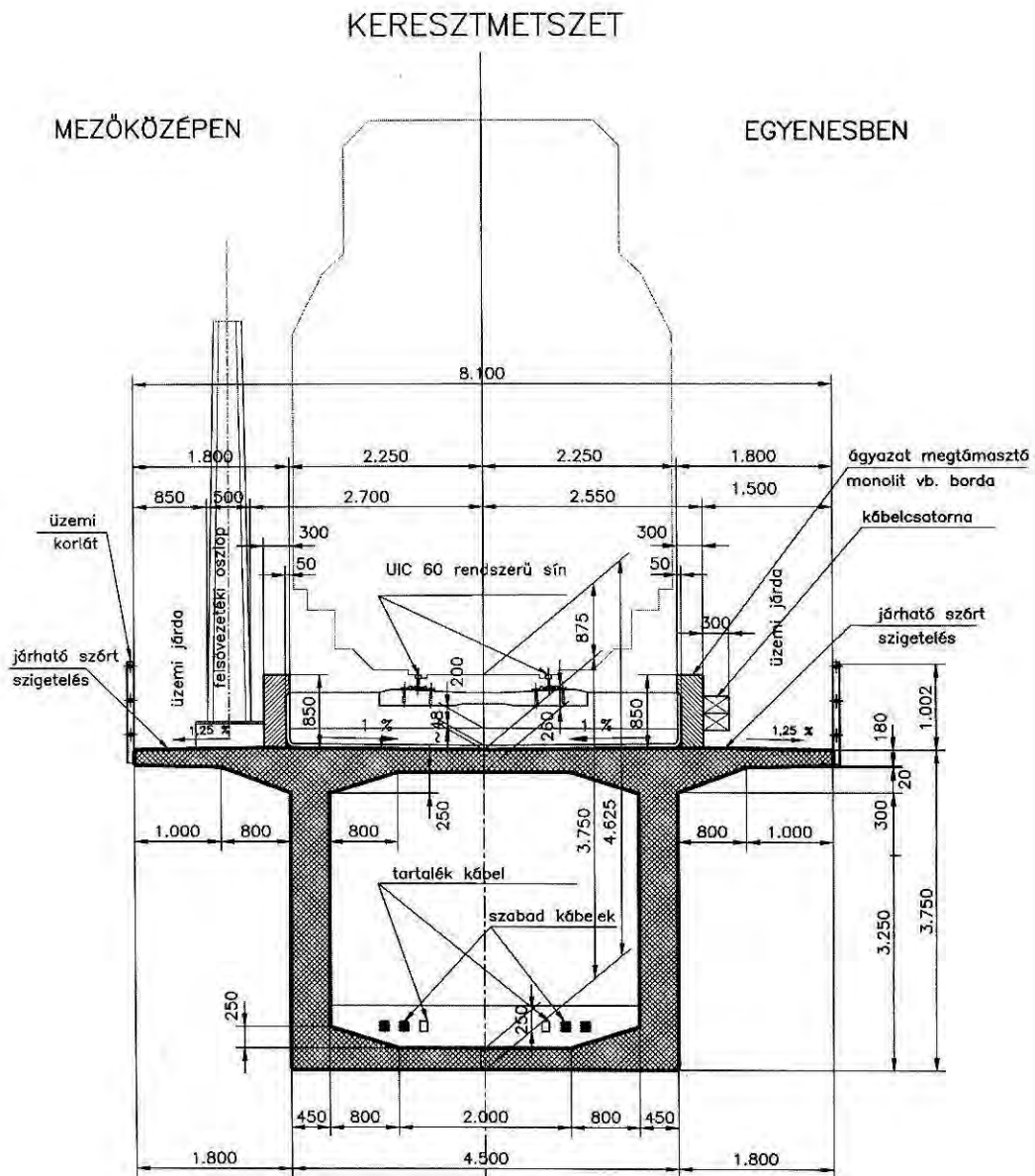
felosztásával biztosítottuk a legtöbb azonos elem kialakítását. Alapvetően kétféle szakaszt kell gyártani: támasz feletti és nyílás közepi zömöt (természetesen a hídvégeken eltérő kialakítású szakaszok találhatók).

A szekrénytartó fenékszélessége 4,50 m, magassága tengelyben 3,75 m. A 45 cm vastag bordák oldalfalai függőlegesek (4. ábra).

A tender szerint ferde oldalalakkal kiírt szelvényt az íves szakasz gyártásának és oldalirányú vezetésének optimálissá tétele miatt változtattuk függőlegesre. Az íves hídelem gyártásakor a gyártópad ferde oldalzaluzatának billentése kizsaluzáskor a homorú oldalon nehezen oldható meg. A függőleges oldalú szekrény alsó lemezében elhelyezhető a szükséges szerelési kábelmennyiség és a támaszokon a saruk távolsága is kedvezőbb az excentrikus erőhatásokból (a vonatteher centrifugális összetevője, oldallökő erő, szélnyomás, kisiklott vonat terhe) keletkező sarureakciók felvételére.

Az alsó, illetve felső lemezek 25-26 cm vastagságúak. Ezeket a méreteket a bennük vezetett feszítő kábelek burkolócsöveinek átmérője határozta meg, s e vastagsági méreteket nagyobb szilárdságú beton alkalmazásával sem lehet számottevő mértékben csökkenteni. A betolt hidak nyílástartomány (30-65 m támaszköz) nem igényel a C35-C40 minőségűnél nagyobb szilárdságú betont.

A zárt négyszög keresztmetszet belső sarkaiban 30/80 cm kiékeléssel erősítettük az alsó és felső lemezeket. A szekrény-cellán kívül kétoldalt 18-53 cm-ig változó vastagságú konzollemezen alakítottuk ki az



4. ábra. Hidak keresztmetszete

üzemi gyalogjárdát, s a konzolvégeken rögzítjük a korlátot.

A felszerkezet betonjának tervezett szilárdsági osztálya: C35-24/kk-f50-vz4.

Az állandó keresztmetszettel kialakított szekrényen belül az alábbi belső vastagítások, szerkezeti részek találhatóak:

A szakaszos előretolás fázisaiban alkalmazott egyenes vonalvezetésű kábelek az alsó és felső lemezben helyezkednek el, lehorgonyzásukhoz a zömvégeken lehorgonyzó bordákat alakítottunk ki. A felső lemezben nyolc darab, míg az alsó lemezben hat, illetve nyolc darab kábelt alkalmazunk.

– A támaszok feletti zömökben a támaszvonal környezetében a kétoldali bordákat 95 cm-re vastagítottuk. Ebben a vastagításban horgonyoztuk le a bordákban vezetett íves vonalvezetésű és az egyenesen vezetett (centrikus) kábeleket. E bordavastagításokhoz csatlakoznak a szabadon vezetett kábelek támaszvonalnál lévő iránytörő falai. Ezek alkotják a felül nyitott keresztartót, mely alaprajzi mérete az alkalmazott saruk méretéhez is igazodik. Itt a szekrény alsó és felső lemeze növelt vastagsággal készül.

A nyílásközépi zömökben található a szabadon vezetett kábelek alsó irányváltoztató bordái.

3.2 A felszerkezet feszítése

A felszerkezet feszítési rendszere az alábbiakból tevődik össze:

Az I. kábelcsalád: az egyenes, alsó és felső lemezben futó kábeleket nevezzük, így ezek biztosítják a betolás során a felszerkezet megfelelő feszültség állapotát (húzás mentességet). Ezek a kábelek St 1630/1860 minőségű, $15 \times 0,6''$ pászmából álló feszítő kábelek, melyeket Dywidag rendszerű, külső felületén bordázott öntvény-fejekben horgonyzunk le.

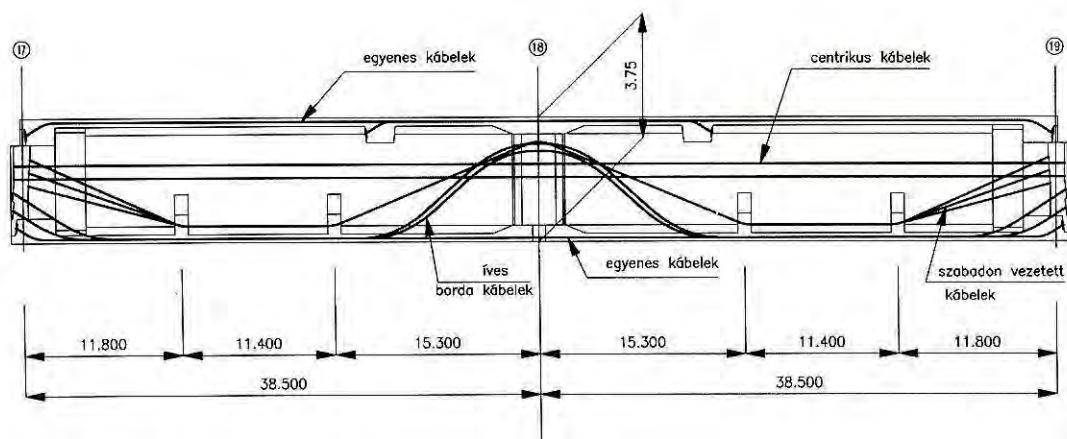
A II. kábelcsalád: a bordákban vezetett két-két da-

rab íves vonalvezetésű kábel, melyek az I. kábelcsaláddal egyező típusúak. Ezeket a támaszoknál kialakított bordavastagításokban rögzítünk.

A III. kábelcsalád: A bordákban vezetünk egyenes kábeleket, közel a keresztmetszet súlyvonalának magasságában (centrikus feszítést alkalmazva). Ezek a kábelek a híd közepén létesített fix megtámasztások mellett 3-3 nyílásban vannak csak, s a vasúti forgalom során a fékezési terhelés okozta többlet igénybevételek felvételére szolgálnak. Típusuk megegyezik az I. kábelcsaláddal. Az I-II-III típusú kábelek burkolócsöveit cementhabarccsal kiinjektáljuk.

A IV. kábelcsalád: A vasúti hasznos teher viselésére a szekrény belsejében, alsó és felső irányváltoztató bordákon át vezetett ún. szabad kábeleket alkalmaztunk. Ezek a szekrény belsejében szabadon vezetett, alsó és felső irányváltoztató bordákon megtört vonalvezetésű kábelek. A kábel a Vorspann Technik cég CMM típusú terméke, kettős védelemmel van ellátva (két réteg műanyag védőréteggel, a belső burkolaton belül grafittal kevert zsíros ágyazás biztosítja az alacsony súrlódási ellenállást). Az iránytörő bordákban bebetonozott, négyszög keresztmetszetű acélvályúkon vezetjük a 4×4 db $0,6''$ pászmából álló kábel köteget, négy rétegbe rendezett alakzatban, a rétegek között teflon lemez csíkok, amelyek az iránytörőkön való mozgásokat könnyítik. Ezek a kábelek St 1570/1770 minőségű pászmából állnak. Lehorgonyzásuk VT CMM 16×150 típusú lehorgonyzó fejben történik. A hídban két-két kábelt vezetünk végig, 160–190 m hosszú szakaszokban. A kábelek az irányváltoztató bordákban horgonyzott acélcsatornában haladnak át, súrlódásukat az irányváltozási ívek belső felületére helyezett teflon csíkokkal csökkentjük.

Az irányváltoztató bordákat a támaszok felett és a nyílások harmadaiban helyeztük el. A híd távlati erősítéséhez két darab kábel elhelyezésére alakítottunk ki tartalék helyeket (5. ábra).



5. ábra. Feszítő kábelek rendszere

A felső és alsó lemezben $\Phi 50\text{-}\Phi 90$ mm nyílásokat képeztünk ki, melyeken keresztül egyszerűen végrehajtható a bordakábelek befűzése illetve a kábelek injektálásánál az injektáló csövek bejuttatása. Az alsó lemezben lévő nyílásokon át távozhat el az esetlegesen bejutó víz a szekrény belsejéből, és ezek biztosítják a szekrény belsejének szellőzését is.

Hídtengelyben minden támasz előtt 2 m-re víznyelőt helyezünk el, melyeken a zúzottkő ágyzatban hosszirányban mozgó csapadék vizet összegyűjtve vezetjük le – keresztül – a szekrényen a pillér oszlopaihoz rögzített ejtőcsövekkel a befogadó nyílt árokba.

A felszerkezet belsejében elektromos hálózat létesül, mely biztosítja a belső világítást és tartalmaz 45 m-ként elektromos eszközök részére csatlakozó helyeket.

A szekrény felső felületén kétoldalt 90 cm magas 25 (30) cm vastag vasbeton „fal” létesül. Ez a borda támasztja majd meg a vasúti alépítmény átvezetett zúzottkő ágyzatát.

A két borda között a pályalemezre ragasztott szigetelés és védőréteg kerül. A védőrétegen szivárgó paplan – mely kétoldalt a vb. bordák belső oldalára is fel van hajtva – erre 15 cm vastag zúzalék réteg kerül. Ezen a rétegen történik majd a vágányfektetés és a zúzottkő ágyzat behordása. Az északi oldali borda külső oldalára kerül a biztosító berendezéseket és a jelző kábeleket tartalmazó kábelcsatorna.

3.3 A sarura helyezés

A fix megtámasztások beépítése és a sarura helyezés folyamata egyaránt végrehajtható a bordakábelek és a szabadon vezetett kábelek megfeszítése előtt és után is. Erre a munkaszervezési lehetőségre már a statikai számítások készítésénél gondoltunk, és ennek megfelelően készítettük el a felszerkezet feszítési terveit.

A sarura helyezést a fix támaszoktól kiindulva kell végrehajtani. Egy pilléren négy darab 390 t teherbírású, rögzítőgyűrűs hidraulikus emelő-sajtot kell alkalmazni. A sarura helyezés a terv szerinti magasság beállításával kezdődik, egy támaszon maximum 20 mm emelés hajtható végre.

A magassági beállítást legalább három szomszédos támaszon kell elvégezni, az emelési olajnyomás ismeretében ellenőrizni lehet a reakcióerők nagyságát. A rögzítőgyűrű megszorításával a beállított sajton az olajnyomás megszüntethető, a híd terhét a sajtó szerkezete viseli, a belső két támaszon a behelyezett saruk alatt és felett a págel-habarcs réteg beépítésével, majd megszilárdulásával a sarura helyezés befejeződik. A hátsó két támaszon lévő négy-négy sajtót kibontva, ezek előre kerülnek a következő két támaszra, magassági beállítás-hoz. Ekkor ismét elvégzendő az utolsó két támaszon a magassági beállítás, de ekkor a mozgások reakció erőt

módosító hatása már nem hat vissza a págel-habarccsal rögzített támaszokra.

A hídsaruk erőmérő cellával ellátott MAURER-típusú fazék-saruk, melyek a beépítés után alkalmasak a reakció erők mérésére. Ehhez szükség van egy kiindulási alpmérésre, melyhez képest az üzemeltető bármely későbbi időpontban mért adatait viszonyítani tudja.

4. A felszerkezet statikai méretezése

4.1 A méretezésről általában

Bármely híd tervezését tekintjük, külön tervrész foglalkozik az építés közbeni állapot(ok) és külön a használat közbeni állapot vizsgálatával. Különösen igaz ez a szemlélet a szakaszos előretolások hídépítési technológiával készített hídszerkezetekre. Itt alapvetően elért feladatokat kell megoldani a két vizsgálat során.

Az építési állapotban több fázist különböztetünk meg egymástól. A fázis-sorozat minden egyes lépése más hosszúságú, más megtámasztású (eltérő statikai vázú) szerkezetet vizsgál. A fázisok tartalmazhatnak közbenső, gyártás, illetve mozgatás közbeni manipulációkat, eltérő anyagminőségű hídszakaszokat is.

A használati állapotban pedig a végleges helyére került szerkezetet kell ellenőrizni az összes állandó és tartós jellegű teher és a használati terhek és esetleges hatások mértékadó kombinációi alapján. Ezek figyelembe vételével az alábbiakban foglaljuk össze a két völgyhíd méretezési feladatait és azok eredményeit.

A jól megválasztott szerkezeti magasság (szm) és nyílásméret (L) arány mellett – $szm/L=1/12\sim 1/16$ – (nálunk az arány 1/12), a kellően merev csőrrel végzett betoláshoz a vasbeton felszerkezetben célszerű átlag 5 N/mm^2 nyomást biztosító feszítőrendszert alkalmazni. Ehhez csak kismértékű helyi többlet kábel alkalmazására lehet szükség. Az utóbbi évek hídjainak tervezésénél ezt az elvet követtük.

4.2 I. völgyhíd – építési állapotban

A völgyhidat három részből építjük-, ahogy azt az előzőekben ismertettük. A két hídfő mögött gyártott és onnan szakaszosan előretolt hídrészek („A” és „C” híd) vizsgálati fázisai elkészült zömöként történt, több közbenső helyzetben ellenőrizve a hídszakasz feszültség állapotát. A felszerkezet vizsgálatához rúdmodellt alkalmaztunk, a megtámasztási helyeket a támaszokon elhelyezett teflonos csúsztató berendezéseknek megfelelő csomópontoknál határoztuk meg. Ezekon kívül az emelve-toló hidraulikus sajtók helyén is megtámasztásokat definiáltunk. Az egyre növekvő hosszúságú hídrész elejére acél betolócsőrt rögzítettünk.

A megszilárdult zömök alkotta hídszakasz tervezett betonminősége C35-24/kk-f50-vz4, míg az utoljára gyártott zöm az előretolásakor C25 minőségű. A feszítettség feltétele a három darab $20 \times 20 \times 20$ cm oldalhosszúságú próbakockán elért 26 N/mm^2 szilárdság, mely a feszítési munka ideje alatt, majd a fenékszaluzat leengedése, a toláshoz szükséges előkészületek során (összesen kb. 4 óra) eléri a 28 N/mm^2 értéket, amely megfelel a C25 minőségű beton szilárdságának.

A számítások során a következő terhekből keletkező igénybevételek alapján számított feszültségeket ellenőriztük:

- a változó nyílásszámú tartó önsúly nyomatóka
- az egyenlőtlen hőmérsékletváltozás hatásai
 - (hőmérséklet különbség értékei: vasbeton szekrény: $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, acél csőr: $\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$)
- az egyes támaszhelyek (csúsztatási- és emelési helyek) magasságkülönbségeinek kombinációi.

Ezek értékei:

- a gyártópadban: felszakításkor két sajtónál 15 ill. 20 mm ,
csúsztatáskor két csúsztató helyen: 6 illetve 10
- a hídfőnél $+3 \text{ mm}$ -rel felemelt csúsztatási szint
- az emelő-toló sajtónál $+10 \text{ mm}$ emelés
- a pilléreken: az első pillérenél, melyen a csőr túlhaladt és egyre nagyobb betonrész jut túl rajta (növekvő reakció – ez adja a cölöpalapozás első jelentős terhet) -5 mm süllyedéssel számolunk. Ezt a süllyedést a következő zöm fázisában betétlemezek alkalmazásával (visszaemelés) ki kell küszöbölni.
- az előbb leírt pillér mögötti támaszokon $\pm 2 \text{ mm}$ gyártási pontatlanságot veszünk számításba.
- az alkalmazott feszítő kábelek hatása.

4.3 „B” jelű híd – építési állapotban

Eltérően a másik három hídrésztől, melyek betolással kerültek a helyükre, az I. völgyhíd középső részét a 17-19 támaszok között állványon betonozva terveztük. A kétnyílású, $38,5+38,5 \text{ m}$ támaszközű felszerkezet keresztmetszete azonos a csatlakozó betolt hidakéval, feszítési rendszere is alsó és felső egyenes kábelekből, bordákban haladó íves és a szekrény belsejében vezetett szabad kábelekből áll.

A felszerkezet szakaszokban zsaluzva és betonozva készül. Ezt a hídszakaszt 2 m magasságban képzett vízszintes munkahézaggal osztjuk meg. A kétütemű betonozást az alkalmazott zsaluzási rendszer indokolja.

A vasbeton felszerkezet kellő szilárdságát elérve feszítő kábelekkel elvégzett feszítés után az állványzat kibontható. A három pilléren, a hat saruzsámolyon a zsaluzatba beépített teflon lemezes csúszkákra fog a felszerkezet támaszkodni a kiállványozás után. Ezzel

lehetőséget biztosítunk a felszerkezet vízszintes (kereszt- és hosszirányú) mozgására, a sarura helyezése előtt, amennyiben a hídrészekenél előadódó kisebb eltérést korrigálni kívánjuk.

A felszerkezet számítása az építéstechnológia eltérő volta miatt is különbözött a többi hídtól. Itt a megszilárdult vasbeton szekrénytartó feszítése után válik teherhordóvá a felszerkezet, az állványt az egyenes és íves kábelek megfeszítése után lehet elbontani. A feszültségvizsgálatok minden fázisában (kábelpáronként) az állványon nyugvó, majd fokozatosan elemelkedő szerkezetben nem keletkezik húzófeszültség.

4.4 II. völgyhíd – építési állapotban

A másik völgyhíd a hosszán kívül a gyártási és előretolási rendszerében is eltér a hosszabb társától. Mivel ezt a rövidebb hidat egyidőben kell építeni az I. völgyhíddal, felhasználtuk a Hídépítő Rt. másik tolási berendezését is.

Míg a hosszú hídrészeket a hídfők mögött elhelyezett gyártópadban készítjük, majd az elkészült zömöt sajtókkal „felszakítjuk” és csúsztató berendezések behelyezése után azokon toljuk előre a hidat, addig a kisebb hídnál a következő módszert alkalmazzuk.

A gyártópadban a bordák alatt két fogazott főtartót találunk, melyeket fémlemez borítású táblákkal fedünk le a gyártás előtt. Az alsó lemez és az oldalzsaluzat azonos a másik híddal. Az elkészült zömöt a feszítés után megemelés nélkül, a padból az acél főtartókra csúsztatva toljuk előre, a csúsztatás megkönnyítésére a táblákat alsó felületén zsírozzuk. A toláshoz két darab ferde helyzetű hidraulikus tolósajtót használunk, mely a főtartó fogaiba támaszkodva tolja a hídszerkezet hátsó homlokfelületét.

4.5 Használati állapot

Az elkészült és végső helyzetébe juttatott betolt szerkezetet és a monolit hídrészt is a vasúti hídszabályzatnak megfelelő „U” és „NJ0” jelű vasúti terhelésre kellett méretezni. A függőleges irányú tömegezők mellett a vízszintes erők (oldallökő, centrifugális erő, szélerek) hatását is figyelembe vettük az igénybevételek számításánál. Az íves híd geometriai kialakítása (a szekrény-tengely és a vasúti vágány eltérő sugarú köríve, illetve az átmeneti ív) váltakozó előjelű ($\pm 32 \text{ cm}$) külpontos teherhelyzeteket eredményezett. Ehhez kellett többletként számításba venni a vágánytengely $\pm 10 \text{ cm}$ mértékű véletlen eltolódásának a hatását is (ezt az egyenes hídon is alkalmazni kellett). Külön teheresetként szerepelt a kisiklott vasúti járművek terhei a felszerkezeten.

A fenti összes körülmény (csavarási hatások is) figyelembe vételével végeztük el a felszerkezetek fe-

szültségi és határ-teherbírási ellenőrzését. A számítások eredményei alapján az íves híd középső szakaszán a külső bordák alatt nagyobb teherbírási sarukat kellett terveznünk.

A szekrénytartó felső pályalemezének méretezését a teljes, héjelemekből összeállított modellen végeztük. Az állandó jellegű önsúly terheken kívül az "U" jelű vasúti teherre méreteztük, a zúzottkő ágyazatban figyelembe vehető teherelosztás szerint. A zömvégeken lévő felső lehorgonyzó tömbök módosítják az átlagos, egyenletes teherviselést, és jelentősebb teherfelvétel adódik környezetükben. Így ezeken a helyeken a felső pályalemezben erősítést kellett alkalmazni a keresztirányú vasalásban.

A szabadon vezetett kábelek számítását a PONTI programmal végeztük, a veszteségszámítás után a feldolgozott irányváltoztató erőket külső teherként vettük számításba, figyelembe véve a feszültségek ellenőrzésekor az időben lejátszódó veszteségek csökkentő hatását is. A keresztmetszetek törőnyomatékának a számítását is a PONTI programmal végeztük, melynek során a szabad kábelek normálerő összetevőjét külső erőként adtuk meg keresztmetszetenként.

4.6 Oldalirányú erők és hatások

A végleges helyén lévő hídfelszerkezetekre ható vízszintes erőkből és hatásokból igénybevételek, továbbá támaszreakciók keletkeznek. Ezek az erők a következők:

- Széllökés
- Szélnyomás
- Egyenletes hőmérsékletváltozás hatása
- Egyenlőtlen hőmérséklet hatása
- Centrifugális erő
- Oldallökő erő
- Zsugorodás és lassú alakváltozás hatása

A fenti hatásokat rúdmodellen és héjelemekből összeállított térbeli modellen vizsgáltuk, és a kapott reakció eredményeket összegeztük. A terhek közül vannak, melyek hatása az íves hídon jelentkezik, de vannak, melyek az egyenes hídon is.

Az íves hídon a centrifugális erő, oldallökő erő, a szélterhelések mellett a hőmérsékleti hatások is jelentős oldalirányú elmozdulásokat okoznak, az ezeket megakadályozó sarukban sugárirányú vízszintes reakció keletkezik. Az egyenlőtlen hőmérsékletváltozás (egyik borda eltérő hőmérsékletű a másikhoz képest) és az egyenletes hőmérsékletváltozás hatására is megváltozna a szerkezet tengelyének ívsugara. Ugyanilyen hatású a zsugorodáskor létrejövő rövidülés is.

A fenti jelenségek következtében létrejövő maximális vízszintes reakcióerők:

az „A” hídon: hídfőn 600 kN, belső pilléreken: 800 kN, közös pilléren: 600 kN

a „B” hídon: közös pilléren 600/800 kN, belső pilléren 800 kN

a „C” hídon: hídfőn:800 kN, belső pilléreken: 1100kN, közös pilléren 800 kN.

Ezen belül az egyenletes hőmérsékletváltozás és a zsugorodás értéke: csak 30 kN, illetve 75 kN

5. Néhány gondolat a modern hídtervezésről

Néhány mondatban összefoglaljuk gondolatainkat a tervezés általános szemléletéről, lényegéről, s az általunk legfontosabbnak tartott elveiről, melyeket ennél a tervezési munkánál is sikerült megvalósítanunk.

A technikai lehetőségek fejlődésével egyre bonyolultabb és nagyobb mérműi szerkezeteket lehet egyre gyorsabban, pontosabban és mélyrehatóbban vizsgálni. A számítógépek képességeinek rohamos fejlődése lehetővé teszi igen összetett programok használatát is, melyek széleskörű elméleti háttér, tudományos kutatások eredményeit ötvözik magukba, s óriási adat- és eredmény halmazt képesek feldolgozni, tárolni és a kívánt formában megjeleníteni.

Igen fontos, hogy a mérnök legyen tisztában a program képességeivel, a számítandó valós szerkezet és az alkalmazott modell közötti elméleti vagy működésbeli különbségekkel (mérnöki megfontolások, átgondolt közelítések). Döntő fontosságú a számítógéppel segített tervezésben, hogy a kapott eredményeket átgondoltan és hozzáértéssel kell feldolgozni, felhasználni.

A számítógép programok célja a mérnöki munka megkönnyítése. Ezek használata azonban nem csökkenti az emberi felelősséget abban, hogy az alkalmazó kötelező szakmai gondossággal járjon el, ismerje és tartsa be a hatályos előírásokat, szabványokat és jogszabályi szabályozásokat.

6. A tervezés eszközei

A kor technikai vívmányai napi munkaeszközökké váltak, a hajdan volt számítógép-központokat többszörösen felülmúló képességű személyi számítógépek segítik a mérnököket.

A Hídépítő Rt. Műszaki Osztályán minden munkarészt számítógép segítségével végzünk. A statikai méretezéseket, a feldolgozást, a szerkesztést és dokumentálást, rajzolást is gépesítettük. Néhány szóban ismertetjük a felhasznált programokat.

a) A felszerkezet erőtanai méretezését és a feszítés számítását a Stabil Plan Kft tulajdonában lévő – a Stutt-

gati RIB programház – PONTI programjával (térbeli rúd és tartórács végeselem program) készítettük. A program moduláris felépítésű, alapvetően DIN szemléletű. A magyar szabványoknak megfelelően aktualizálható. A különféle külső terheken kívül a geometriai és meteorológiai terheket is kezeli, külön modulban történik a feszítőkábelekkel megfogalmazható feszítési teherből származó igénybevételek számítása. A program által figyelembe vett veszteségfajtákon (súrlódás, ékcsúszás, lassú alakváltozás) túl a tervezés során a kezdeti feszítőerő csökkentésével vesszük figyelembe a következő veszteségeket: az egymás után feszített kábelekben a beton rugalmas összenyomódásából keletkező veszteség és a kábelek relaxációs vesztesége.

A program további moduljai dolgozzák fel az igénybevételekből számítható normál és nyírófeszültségeket, elvégezhető benne az építési és használati állapotok normálfeszültségi és főfeszültségi ellenőrzése, kiszámítható a szerkezet törési biztonsága, s elvégezhető a teljes nyírás ellenőrzés is.

A program felhasználásával készültek az utóbbi évek legjelentősebb hídjainak tervei:

| | |
|-----------|---|
| 1993 | Orosháza Szőlőkörúti felüljáró |
| 1994–95 | Soroksári úti közúti és villamos hidak |
| 1995 | Pécs 66.sz. út városi hídja |
| 1995–96 | M5 autópálya városi bevezetési szakaszának hídjai |
| 1997–98 | Debrecen Homokkerti felüljáró |
| 1999–2000 | Zalalövő–Bajánsenye oh. v.v. völgyhídjai |

b) AXIS-3D végeselem program, mely térbeli rúd-szerkezetek, valamint síkbeli felületelemekből (lemez, tárcsa, héj elem) összeállítható szerkezetek számítását végzi. A készíthető I. illetve II. rendű statikai számítások (igénybevételek, alakváltozások, feszültségek, normálerők) modulján belül elvégezhető a vasbeton felületelemek vasalásának számítása és a hajlított-nyomott rúdszerkezetek vasalási ellenőrző számítása is. A programmal készíthetők rezgés és kihajlás ellenőrző számítások is.

c) AUTOCAD – A hídépítési szerkezeteknél a speciális alakú, tördelt felületű, térbeli térfogatszerkezetek vasalásánál az automatizált vaskiosztás, valamint elrendezés, szerkesztés csak töredékében alkalmazható. Helyette a komplex rajzkészítő program síkbeli rajzok készítéséhez alkalmas funkcióit tudjuk kihasználni a mű-

szaki tervek síkbeli nézeteket, metszeteket használó rendszerében. A gépi szerkesztés hosszabb időigényét többszörösen ellensúlyozza az eredményül kapott rajz pontossága, a papírra szerkesztett rajz pauszra történő kihúzásának elmaradása és a módosítások utáni azonnali reprodukálás lehetősége (plottolás).

Összefoglalás

Nem mindennapi feladat megoldásának körülményeit és eredményeit értékelhetjük ebben a cikkben. Az építendő hidak külön-külön is jelentős műtárgyak, az I. völgyhíd Kelet-Közép-Európa legnagyobb vasúti hídja lesz, teljes hossza 1400 m. A II. völgyhíd 200 m hosszú. Az előkészítés és tervezés során nemcsak a híd méreteivel, a terepakadályok és a pálya vonalvezetésének nehézségeivel kellett szembenézni, hanem a vasútvonal – benne a hidak – elkészítésének roppant közeli határidejével is. Sok döntést, szerkezeti és technológiai megoldást befolyásolt az építés ütemterve. Ezért bontottuk három részre a szerkezetet. A 704 m hosszú egyenes tengelyű és a 614 m hosszú körív tengelyű hidakat szakaszos előretolásos technológiával készítjük, amint a II. völgyhidat is. A nagyobbik híd középső két-nyílású része pedig helyszínen, állványon betonozva készül. Bizonyosan számos részletet másként, talán célszerűbben is meg lehetett volna oldani, de döntő szempont volt az, hogy a hidaknak határidőre el kell készülniük.

A szerkezettervezők számára talán egyhamar nem lesz ekkora feladat, s e rendkívüli méretű híd igen alaposan átgondolt tervezési szemléletet és gondosságot igényelt. Olyan részfeladatok kerültek előtérbe, melyeket nem minden hétköznapi hídnál kell elvégezni. Ezek közül kiemelhető az ívben fekvő hídszerkezet és ennek köríven történő tolása a kapcsolódó szerkezeti vizsgálatokkal és az oldalirányú vezetés megoldásával. Az íves híd speciális méretezéseit kellett elkészíteni a vízszintes síkban ható erők, meteorológiai és az anyagminőség-változásokból keletkező hatásokra.

Összetett feladat volt az alépítmények változatos talajviszonyokban készíthető cölöpalapozásának tervezése is.

Minden résztvevő mérnök tudása legjavát nyújtotta, és ismereteik tovább gyarapodtak az alkotó folyamat során, amiket remélhetően újra hasznosíthatnak a közeljövő hídépítési munkáinak tervezésében.



BARTA JÁNOS
Hídépítő Rt.
tervezőmérnök

Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjai

A völgyhidak alapozása és alépítményi szerkezetei

1. Bevezetés

Az alépítmények tervezése a cölöpalapozás, a cölöpöket összefogó alaptest, a felmenő falazat és a szerkezeti gerenda vizsgálataiból állt, mindez külön a hídfők és külön a közbelső támaszok vonatkozásában. Alább bemutatjuk e négyféle szerkezeti elem kialakítását, röviden ismertetjük a méretezésük elveit, és néhány szóban felvázoljuk a kivitelezésük módját.

2. Cölöpalapozás

Az alépítmények cölöpalapozásának megtervezése az egyik sarkalatos része volt a híd teljes tervezési feladatának. Az I. völgyhídnál 1,2 m átmérőjű fűrt vasbeton cölöpöket (SOIL-MEC típusú), a II. völgyhídnál pedig helyszínen készített 60 cm átmérőjű vert cölöpöket (FRANKI típusú) alkalmaztunk szerkezeti cölöpként és FRANKI cölöpöket mindkét hídnál a segédszerkezetek alapozásaként.

A cölöpök tengelytávolsága 3D, mely biztosítja, hogy a cölöpöket összefogó gerenda ne szenvedjen szükségtelenül nagy hajlító igénybevételt. A nagyhíd normál és közös-pillérei alá 4-4, a fix és toló-támaszok alá 8-8 cölöpöt építettünk (kivételt képez a P32 toló-támasz, ahol 6 cölöp is elegendőnek bizonyult a relatíve kisebb tolóerő és az alacsony pillér következtében). A kishíd pillérei alá 16-16 cölöpöt terveztünk. Az I. völgyhíd hídfőit 8-8 SOIL-MEC, a II. völgyhíd H06 hídfőjét 16, a fix támaszként is működő, valamint a gyártó-tolóhelyet is vízszintesen megtámasztó H01 hídfőt 25 FRANKI cölöp támasztja alá. A SOIL-MEC cölöpök betonjának előírt minősége C16-24, a vízalatti betonozási technológia miatt 400kg/m³ minimális cementtartalommal. A FRANKI cölöpök betonjának előírt minősége úgyszintén C16-24.

A pillérek cölöpalapozásának tervezése az alap-

test alsó síkján átadódó cölöpterhek számításával kezdődött. A felmenő falazatok számítási eredményeit redukáltuk az alsó síkra, képeztük a függőleges erők és kétirányú hajlító (borító) nyomatékok kombinációit, majd a cölöpökre jutó mértékadó terheket az alaptest merevtestszerű elmozdulása és teherelosztása feltételezésével határoztuk meg. A számított cölöp-erőket a billentő nyomatékok hatására „kihúzódnak akaró” cölöpök esetében módosítottuk a cölöpök önsúlyával.

Az építési terület talajmechanikai előkészítésének első feladata a talajfeltárás volt. Mivel az I. völgyhíd és a hídfők mögötti gyártópadok több mint 1500 m hosszú és kb. 12 m széles sávban helyezkednek el, a 31 szerkezeti pillér, két hídfő és a két 25 m hosszú gyártópad alapozásának tervezéséhez alapos talajfeltárás volt szükséges. A 30-34 m mély talajfeltáró fúrásokat minden pillérnél elkészítettük. A fúrásokból vett talajmintákon végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a területen igen sok talajréteg változatos vastagságú települése alkotja az altalajt. A híd 14 támaszának közelében végeztünk cölöp próbaterhelést, míg az összes támasznál dinamikus verőszondázással mérték fel a talajrétegek teherbírást. A II. völgyhíd hat támasza közül három helyen végeztünk próbaterhelést, és mindegyiknél szondázást. A talajmechanikai vizsgálatot valamint a próbacölöpözési és szondázási eredmények kiértékelését Dr. Farkas József (tanszékvezető, BME Geotechnikai Tanszék) irányításával végezték.

A próbaterhelések és a szondázási eredmények alapján a leírt módon számított mértékadó cölöp-erők figyelembe vételével állapítottuk meg a szerkezeti cölöpök hosszát, melyek végeredményben a nagyhíd SOIL-MEC cölöpjei esetében 18 és 31 m közötti értékekre, a kishíd FRANKI cölöpjei esetében pedig 12 és 16 m közötti értékekre adódtak. A cölöphosszak meghatározásának alapelve az volt, hogy a híd támaszai közel azonos

mértékben süllyedjenek, a szomszédos támaszhelyek közötti süllyedés-különbség a 10 mm-t ne haladja meg az építés befejezése utáni (használati) állapotban.

A próbaterhelések terhelés-süllyedés görbéi alapján olyan cölöphosszat határoztunk meg, mely cölöp határteherbírása megfelel a számított cölöptehernek és a maximális süllyedés értéke 18 mm alatt marad. A szakaszos betolási technológiából fakadóan az egyes pillérekben a reakcióerők az építési állapotban fokozatosan nőnek fel kb. a végleges reakció 50%-ig, s az ehhez tartozó süllyedés 5 mm értékű. Ez a süllyedés azonban a tolás során a tolási helyek folyamatos szinten tartásával (visszaemelés) kiküszöbölhető. A sarura helyezéskor a terv szerinti szintre beállított felszerkezet alatt a támaszok már átlagban 5 mm lejátszódott süllyedéssel rendelkeznek, a hátralévő várható süllyedések különbsége tehát kellő biztonsággal 10 mm-nél kisebb lesz.

A cölöpök függőleges teherbírásának megtervezésén túl vizsgáltuk a jelentős vízszintes terhek felvételére szolgáló fix támaszhelyek, illetve a tolási helyek cölöp-alapozását is. Ehhez a vizsgálathoz AXIS-3D programban héjelemekkel modelleztük a cölöpöket összefogó alaptestet és az alaptestbe mereven befogott, a talajban rugalmasan ágyazott rudakkal a cölöpcsoportot. Az alapozási rendszert az alaptest felső síkjára redukált erőrendszer (háromirányú erőrendszer, kétirányú hajlító [borító] nyomaték) hatásaira méreteztük.

A számítás eredményeként kapott cölöp-igénybevételekre méreteztük a cölöpök befogási keresztmetszetét a program oszlopvasalás ellenőrző moduljával és elemeztük a számított elmozdulásokat. A számítás keretében elvégeztük a cölöpfejek nyomott-nyírt keresztmetszeteinek méretezését is.

Külön végeztük el a hídfők vizsgálatát. Mivel mind a négy hídfő különböző geometriai méretekkel bír, így mind a négy hídfőt külön vizsgáltuk. E vizsgálat során az egész hídfőt (a cölöpöktől a saruzsámolyig) AXIS-3D programban modelleztük, a megfelelő rugóállandójú támaszokkal megtámasztva és részben a felszerkezeti statikából átvett, részben csak itt használt (pl. földnyomás) terhekkal terheltük meg. A program eredménylistájából egyrészt megkaptuk a mértékadó cölöpereket, másrészt a keresztmetszet méretező modullal méreteztük a cölöpök vb. keresztmetszeit.

Ki kell téni a számítási modelleknél felhasznált ágyazási tényezők képzésére. A cölöpökre megállapítható ágyazási együtthatót a szabvány (MSZ 15005/2-1989, DIN 4014) a környező talaj rugalmassági modulusának függvényében adja meg. A talajfeltárások laboratóriumi feldolgozásának eredményei és a talajfajtákra jellemző irodalmi átlagadatok alapján is adódtak értékek a rugalmassági modulusra vonatkozóan.

A cölöp próbaterhelések közül két helyen végeztek vízszintes irányú terhelési próbát is. Ezek során a szerkezeti cölöpfejek alaptestbe lévő befogásának modellezése nem volt megoldott. A szabadon elforduló cölöpfej terhelés-elmozdulás diagramjának alapján megadott rugalmassági modulus, illetve a belőle képzett ágyazási tényező sem bizonyult pontosabb és megbízhatóbb adatnak, mint az irodalmi adatok alapján számított értékek.

Meg kell jegyeznünk, hogy az ágyazási tényezőnek a talaj rugalmassági modulusából történő származtatására használt képletben $[C_1 = n \cdot E_s / D]$ szereplő (n) tényezőre a következő értékeket lehet találni:

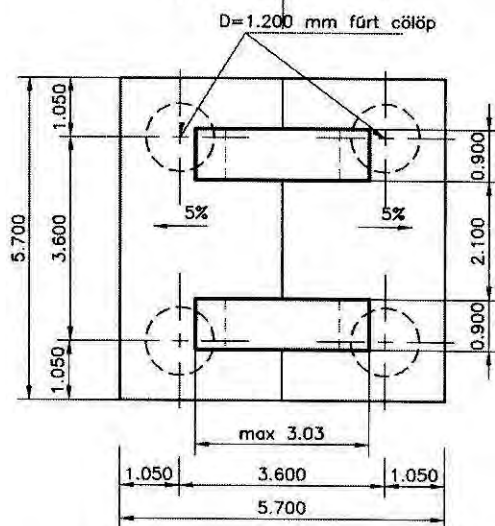
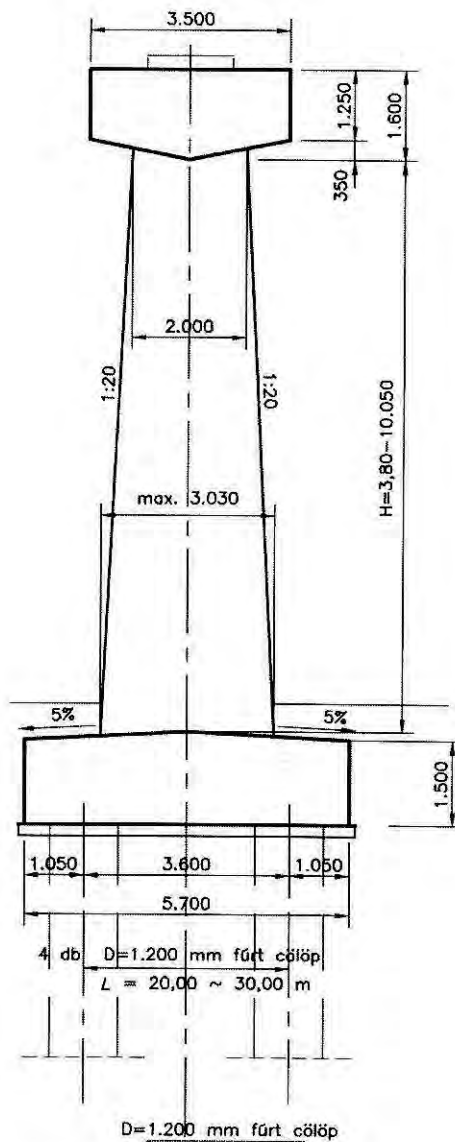
| | |
|--|-----------|
| DIN 4014 | $n = 1,0$ |
| Terzaghi (próbaterhelési szakvélemény) | $n = 1,4$ |
| MI 15005/2-1989 | $n = 2,0$ |

A fenti értékek 100% eltérést is adó paraméterek, így az irodalmi adatok használata sem tekinthető elvendő módszernek, annál is inkább, mivel a talajfeltárás eredményei is hasonló adatokat szolgáltatnak. A számítások elvégzése során tapasztalható volt, hogy az ágyazási tényezők változtatásával a cölöpök igénybevételei alig változtak, míg a számított elmozdulásokban jelentős eltéréseket lehetett tapasztalni. A vizsgált F120 cm SOIL-MEC cölöpökből álló cölöpcsoport igénybevételei és elmozdulásai ebben a rétegzett talajban (agyagos és homoklisztes – homokos talajok váltakoznak 1–3 m vastagságban) 8–10 m mélységben elhálnak, így csak a felső talajrétegek jellemzőinek van szerepe az oldalirányú megtámasztások értékelésénél.

A befogott fejű cölöpök erőjátéka és elmozdulása sokkal kisebb, mint a szabadon elforduló cölöpfejé. Ebből következően a rétegzett talajban szabad végű cölöp-modellt vizsgáltunk először, felhasználva a vízszintes próbaterhelés erő-elmozdulás eredményeit. Változtatva a felső talajrétegek adta ágyazási tényezőket sikerült olyan talajmodellt alkalmazni, mely a próbaterhelés mért elmozdulását adta eredményül az adott erő alkalmazása esetén. Ebben a talajban vizsgáltuk az alaptestbe befogott cölöpcsoportot és határoztuk meg az igénybevételeket és az elmozdulásokat. A cölöpkép cölöpsorainak kétirányú vízszintes rugórendszerrel való megtámasztásánál figyelemmel voltunk a DIN 4014 és az MSZ 15005/1-1989 szabványokban szabályozott tételre, miszerint az egymás mögött elhelyezkedő cölöpök teherbírását (passzív talajjellenállás) adó talaj tömeg már gyengítve van (elmozdult) cölöpökkel, így a hátrább elhelyezkedő cölöpöknél csökkentett ágyazási tényezőket (rugóállandókat) használtunk.

Végül röviden a cölöpök kivitelezéséről. A nagyhíd cölöpjeit SOIL-MEC fúrési technológiával és géplánccal készítették, levert acél iránycső indítással, a furatot bentonit zagvos megtámasztás alkalmazásával emelték ki. A 19–31 m mély furatokba a több szakaszban szerelt és

OLDALNÉZET



ALAPTEST FELÜLNÉZETE

Normál pillér oldalnézete és alaptestjének felülnézete

toldott vasszerelést daruval helyezték el, majd vízalatti betonozásnak megfelelő módszerrel, fokozatosan visszahúzott betonozócsövön keresztül betonozták ki a furatot.

A II. völgyhíd és az összes ideiglenes szerkezet (gyártópad, járom) alapozásához használt, helyszínen készített, vert FRANKI cölöpök készítése alapvetően eltér az előző cölöpkészítési technológiától. Itt a „furatot” a talajban egy vastagfalú bélésű cső lejuttatásával képezik. A terepszinten a veréshez beállított és rögzített cső alsó 2 m-es szakaszát száraz betonkeverékkel töltik meg, majd a verőkös ütéseivel dugót képeznek a csőben. Feloldva a rögzítést, a további ütések hatására a cső behatol a talajba, a behatolás során kiszorítja és tömöríti a környező talajt. A kívánt mélységet elérve a bélésű csövet ismét rögzítik a felszínen, s a verést tovább folytatva a betondugót eltávolítják a cső aljából, egy kiszélesedő részt, „hagymát” alakítva ki a cölöpcsúcsra. A bélésű csőben elhelyezik a vasszerelést, majd a cső fokozatos visszahúzása mellett betont juttatnak a csőbe, és a betöltött betont a verőkossal tömörítve alakítják ki a cölöptestet.

3. Alaptestek

A felmenő falazatról átadódó terhek szétosztását a cölöpök között cölöpösszefogó alaptesttel oldottuk meg. Az I. völgyhíd pillérei esetében kétféle, míg a II. völgyhíd esetében egyféle alaptestet alakítottunk ki: a nagy híd négycölöpös pilléreinek 1,50 m vastag, a fix- és a toló-támaszok nyolccölöpös pilléreinek alapozásánál pedig 1,80 m vastag lemezszerkezetet terveztünk, a kis híd pilléreinek 16 cölöpét összefogó lemez, valamint az összes hídfő alatti alaptest szintén 1,50 m vastag. A cölöpösszefogó lemezek tervezett betonminősége egységesen (I. és II. völgyhíd, pillérek és hídfők alatt) C20-24/kk-vz4.

A méretezés során a szerkezetet lemezzel modelleztük, és a cölöpképnek megfelelően rugókkal támasztottuk alá, melyek rugóállandóit a cölöpök próbaterhelése során nyert adatokból határoztuk meg. A lemezeket a számítás során kapott igénybevételekre vasaltuk be, a szabvány szerinti minimális vasmennyiséget mindenhol alkalmazva.

Az alaptestek készítése mindkét cölöpözési technológia esetében a továbbiakban azonos módon történik. Az alaptestet a lehető legmagasabb szintre terveztük, így a magas talajvízszintet is figyelembe véve a munkagödörök nyílt víztartás mellett kiemelhetők voltak. A cölöpfejek betonjának elvését követően az alzatbetonon elkészítették a vasszerelést, majd a felállított táblás zsaluzatba az alaptest betonozása betonszivattyúval történt.

4. Pillérek felmenő falai

A pillérek két derékszögű négyszög keresztmetszetű felmenő falból állnak. A falak elhelyezkedése alkalmazkodik a felszerkezet bordáinak vonalához. Oldalnézetileg minden pillér 1:20 hajlású oldalfelülettel készült. A felső, szerkezeti gerendához csatlakozó szélesség a normál pilléreknél 2,0 m, a nagyobb vízszintes terheket viselő fix és toló, valamint a szélesebb szerkezeti gerendát hordó közös pilléreknél 3,0 m. A ferde síkú kialakítás eredménye, hogy a magasabb pilléreknél az alsó befogott keresztmetszet arányosan nagyobb. A pillérek felmenő falainak előírt betonminősége mindegyik fajta pillér esetében C25-24/kk-vz4. A hídfők térdfalai és szárnyfalai szintén C25-24/kk-vz4 minőségű betonból készülnek.

A felmenő falazatokat az alsó cölöpösszefogó alaptestbe befogott oszlopként számítottuk, melyeket felül a szerkezeti gerenda fog össze. A számítást rúdmodellben végeztük AXIS-3D programmal, a terhelő erőket a felszerkezetről átadódó háromirányú erőrendszer képezte. A számított igénybevételek mértékadó kombinációi alapján a program oszlop-vasalást ellenőrző moduljának segítségével határoztuk meg a nyomott-hajlított oszlop szükséges vasmennyiségeit.

Mint a cölöpök ismertetésénél említettük, a hídfők esetében a teljes szerkezetet egységes modell segítségével számítottuk, így az ott kapott igénybevételekre méreteztük a térdfalakat és szárnyfalakat.

A pillérek felmenő falazata előszerelt táblás zsaluzatban készült, a vasszerelő telepen előszerelt betonacél armatúrát egyben emelték a helyére. Az eltérő magasságú pilléreknél a falak állandó hajlású felületekkel lefelé szélesedtek, amit a táblás zsaluzat egyszerű toldásával lehetett követni.

5. Pillérek szerkezeti gerendái

A szerkezeti gerendák kialakítását jelentős mértékben a technológia igénye szabta meg. Hosszirányban a végleges saruk mellett olyan területet biztosítottunk, amelyre a szerkezet megemelésére szükséges hidraulikus emelő sajtókat el tudjuk helyezni. Ezek a sajtók szükségesek a végleges saruk beépítésekor, egy jövőben végrehajtható sarucsere esetén, valamint építés közben meghibásodott teflon kicserélésekor a felszerkezet megemeléséhez.

A keresztirányú méreteket a saru méretén kívül az előretolás során szükséges oldalvezetés helyszükséglete is igényli.

Az építés és a működés szempontjából a nagyhíd pilléreinek 4 féle, a kishídnál 1 féle szerkezeti gerendát alkalmaztunk:

– Normál szerkezeti gerendán az egyik oldalon

egyirányú mozgást, a másik oldalon mindkét irányú mozgást lehetővé tévő MAUER gyártmányú teflon csúszófelületű sarukat alkalmazunk. (A kishídnál minden gerenda ilyen.)

– A fix támaszként működő pillérek szerkezeti gerendáiban helyeztük el azt az acél szerkezetet, amely a fékező erőt veszi fel, valamint ezek vasalását is megerősítettük a normál gerendáéhoz képest.

– Terveztünk olyan pillért, amelyen a szerkezetet helyére juttató emelő és toló sajtókat működtetjük (toló-támasz). Ezek a tolósajtók a szerkezeti gerendához hídtengely irányban és függőlegesen DYWIDAG rudakkal vannak rögzítve. Mivel a sajtók a leendő saruzsámolyok helyét foglalják el, így ezeken a szerkezeti gerendákon a saruzsámolyokat csak a felszerkezet végleges helyére juttatása, és az emelő-tolószerkezet elbontása után lehet megépíteni. Megemlítjük, hogy két pillér, nevezetesen az FP8 és az FP26 egyaránt fix és toló-támaszok, így mindkét gerendafajtába kerülő kiegészítő acél, betonacél és feszítő szerkezeteket el kellett bennük helyezni.

– Végezetül van olyan szerkezeti gerenda, ahol a híd felszerkezetek találkoznak és ennek megfelelően 4 hídsaru kerül elhelyezésre, ezért ezek szélesebbek a többinél (közös pillér).

A szerkezeti gerendák betonjának (beleértve a hídfőket is) tervezett minősége általában C25-24/kk-vz4, kivéve a fix pillérek gerendáit, amelyek a nagyobb igénybevételekre való tekintettel C35-24/kk-vz4 minőségben készülnek. A saruzsámolyok betonminősége egységesen C25-24/kk-vz4.

A szerkezeti gerendákat a felmenő falakkal együtt keretszerkezetként vizsgáltuk. A falak tengelyvonalát a felszerkezetet alátámasztó saruk középvonalába helyeztük, így a szerkezeti gerendákat használati állapotban közvetlen terhelés nem éri, gyakorlatilag csak a sajtók reakcióerejéből keletkező keresztirányú igénybevételekre kellett azokat méretezni. Természetesen a szabvány szerinti minimális vasmennyiséget itt is minden esetben elhelyeztük a szerkezetekben.

A hídfők szerkezeti gerendái közül a kishíd H01-es hídfőjén lévő érdemel külön említést: ebbe kerül a vízszintes erőket felvevő acélszerkezet. A többlet igénybevételek felvétele céljából a gerendát hídtengely irányban DYWIDAG rudakkal feszítjük meg.

A kivitelezés során a pillérek szerkezeti gerendáinak zsaluzatát a felmenőfal tetejére rögzített acél-konzollokra rögzítették. A felmenőfalhoz hasonlóan a vaszerelését gyártótelepen előre összeszerelték, majd a helyszínre szállítva autódaruval emelték a helyére. A betonozás itt is betonszivattyúval történt. Ez az építési mód tökéletesen alkalmazható volt, mivel azonos méretű szerkezeti gerendákat terveztünk, melyeket azonos hajlású és felső méretű felmenő falakkal támasztottunk alá.

6. Fix támaszok

Külön szólnunk a hídtengellyel párhuzamos vízszintes erők felvételére kialakított ún. fix támaszokról. A dilataációs mozgások ésszerűbb elosztása céljából ezeket a támaszokat a 600 és 700 m hosszú hídszakaszok közepén helyeztük el. A kishíd 200 m-es hosszán nem volt szükség ilyen megosztásra, ott a hídfőre került a fix megtámasztás. Ezek után a következő támaszrendszert alakítottuk ki:

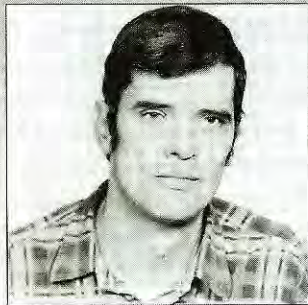
Az „A” és „C” hidaknál (azaz az I. völgyhíd egyenes és íves betolt szakaszain) az FP8, FP9 ill. FP25, FP26 pilléreknél a két borda alatt elhelyezett teflonbetétes fazéksarukon kívül a szekrény tengelyében acélszerkezetű „csapokat” helyeztünk el a vízszintes erők felvételére. Az egyes hídrészek felveendő indító, illetve fékezőerő, $F_f = 6000$ kN. Ezért két fix megtámasztást alkalmaztunk, megosztva a fékezőerőt két pillér között. A megtámasztás pillérenként is két csapból áll, melyeket a szerkezeti gerendában két egymás alatt bebetonozott acélkerethez rögzítünk, acél éklemekkel. A felszerkezet kivastagított alsó lemezébe is acélkeretet betonoztunk, ebben a rögzítő csap mellé az ékelésen kívül neoprén gumisarut is elhelyezünk, hogy a felszerkezet szögforgásai is lejátszódhassanak.

A „B” hídon (azaz az I. völgyhíd középső, két-nyílású, monolit szakaszán) a középső támaszon (FP18) alakítottunk ki hasonló fix támasztást, a kisebb fékezőerő ($F_f = 1580$ kN) miatt kisebb acélcsapokat alkalmazva.

A „D” hídon (azaz a II. völgyhídon) a H01 hídfőben, s a felszerkezet végére helyeztük a fix megtámasztást. A kivastagított alsó lemezben az acélcsap mögé (a szabad hídvég felé) keresztirányú acélgerendát is bebetonoztunk, melyet az alsó lemezben vezetett feszítőkábelkkel kötöttünk be a felszerkezetbe. Az itt felveendő fékezőerő $F_f = 4000$ kN.

Összefoglalás

A cikk röviden ismerteti az alépítmények tervezését, szerkezeti kialakítását, a méretezésük elveit, és a kivitelezésük módját. Részletesen tárgyaljuk a cölöpalapozás tervezésének körülményeit a talajmechanikai vizsgálatoktól a próbaterheléseken keresztül a méretezésig, kiemelve a cölöpökkel szemben támasztott követelményeket. Kitértünk a statikai modellben használt ágyazási tényezők képzésére. Bemutattuk a cölöpöket összefogó alaptest, a felmenő falazat és a szerkezeti gerenda vizsgálatát mind a hídfők, mind a közbenső támaszok vonatkozásában. Végül külön szólnunk egy speciális problémáról, a hidak tengelyirányú mozgását megátló szerkezetek (fix támaszok) kialakításáról.



BENCZE JÁNOS
Hídépítő Rt.
tervezőmérnök



FODOR JÓZSEF
Hídépítő Rt.
tervezőmérnök

Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjai Építéstechnológiai érdekességek

GYÁRTÁS

Gyártópadok

A magyar–szlovén vasútvonal ezen szakaszán két – méreteiben jelentősebb – völgyhíd épül. Az I. jelű völgyhíd kb 1400 m, a II. jelű völgyhíd 200 m hosszú. A két völgyhíd felszerkezete azonos keresztmetszetű, feszített vasbeton szekrénytartó, mely szakaszos előretolós technológiával épül. A technológiát a Hídépítő Vállalat vezette be Magyarországon és ez a 12. műtárgy, amely ezzel a technológiával épül. A technológia lényege a következő:

A felszerkezet tengelyében – a helyi adottságoktól függően hídfő mögött vagy hídfő előtt – telepítünk egy gyártóhelyet. A gyártóhely magában foglalja a gyártópadot és a szerelőteret. A gyártópadban készülnek az előre megtervezett hosszúságú hídszakaszok (elemek), a szerelőteren pedig az elemekbe kerülő vasszerelés előregyártása. Az elkészült elemeket hidraulikus sajtókkal előretoljuk a gyártópadon, majd kontakt betonozással hozzáépítjük a következőt. Az új elemet a beton kötése után feszítópásmákkal hozzáfeszítjük az előzőhöz, majd előretoljuk a pad elejéig az egész szerkezeti részt, és kezdődhet a következő elem építése. A munkamenet a teljes felszerkezet elkészültéig ciklikusan ismétlődik. Kétféle tolási technikát használunk. Az egyik az emelőtoló sajtóval való tolás, a másik a hátulról történő tolás. Ebben a projektben mindkét tolási technikát alkalmaztuk. Az I. jelű völgyhidat emelő-toló rendszerrel juttattuk a helyére, a II. jelű völgyhidat hátulról-toló sajtókkal toltuk előre. A kétféle technika alkalmazását a rendelkezésre álló vállalati eszközkészletek indokolták.

I. jelű völgyhíd

Az I. jelű 1400 m hosszú völgyhidat építéstechnológiailag három szakaszra osztottuk. A két szélső szakasz

előretolós technológiával, a középső, kétnyílású hídszakasz helyben, állvánnyal alátámasztott zsaluzatban épül. A szélső hídszakaszok – hosszuk 704,00, illetve 614,00 m – a hídfők mögött telepített gyártópadokon épülnek kétütemű betonozással. A munkahézag (ütemhatár) a konzolkiékelés alsó vonalában van. A gyártandó maximális elemhossz 22,50 m, ezért a gyártópadot 23,00 m hosszúra építettük. A híd 1–17 támaszok közötti szakasza, mely az 1 hídfő mögötti gyártópadon épül egyenes tengelyű, míg a 19–33 támaszok közötti szakasza, mely a 33. hídfő mögötti gyártópadon épül $R=2400$ m sugarú íves tengelyű. Magyarországon ez az első körív menti előretolással épülő híd. Az íves hídalak igénye szerint természetesen a 33. hídfő mögötti gyártópad is íves kialakítású. A két gyártópad – az íves séget leszámítva – teljesen azonos kialakítású.

A gyártópaddal szemben támasztott követelmények:

- Minden munkafázisban teljes mértékben szolgálja ki a technológiai igényeket
- Kezelése egyszerű és gyors legyen
- Legyen kellően merev és süllyedésmentes, vagy süllyedés esetén visszaállítható.
- Legyen méret- és alaktartó

A gyártópad felépítése

- Alapozás
- Vasbeton gerendarács
- Fenékszaluzat
- Külső zsaluzat
- Belső zsaluzat

Alapozás

A gyártópaddal szemben támasztott követelmények között említettük a süllyedésmentességet vagy visszaállítathatóságot süllyedés esetén. A hazai általaj viszonyokat tekintve gazdaságosan elkészíthető, süllyedésmentes alapozás biztonsággal nem garantálható, ezért a másik

megoldást választottuk. Az alapozást kettéválasztottuk. Épült egy Franki-cölöpökkel alátámasztott vasbeton gerendapár a hídfelszerkezet bordáinak vonalában és fölötté egy vasbeton gerendarács. (Süllyedésmentesség esetén csak a gerendarácsra lenne szükség). Az alapgerendák és a gerendarács között 20 cm magasságú hézag van. Ebben a hézagban 100 t teherbírású csavarorsókkal állítható acélékek vannak, melyek az alapgerendákra támasztják a gerendarácsot. Az alapozás süllyedése esetén az acélékek mellé behelyezett hidraulikus sajtókkal az egész zsaluzatrendszer alátámasztó vasbeton gerendarács visszaemelhető az eredeti tervezett szintjére és az ékek utánállítással rögzíthető. Itt jegyezzük meg, hogy az eddigi tapasztalatok szerint a gyártópad süllyedésének túlnyomó része az első egy-két elem gyártásakor lezajlik, utána a pad „beáll”, további igazításra nincs szükség.

Az alapgerendák $1,0 \times 1,40$ m keresztmetszetű vasbeton gerendák, a cölöpök $\varnothing 60$ cm, 16 m hosszú Franki-cölöpök. Az alapgerendák a hídfő felé túlnyúlnak a zsaluzaton, mert végükön két fontos szerkezeti elem kapott helyet. Az egyik ilyen szerkezeti elem a két alap gerendát összekötő vasbeton keresztartó, a másik pedig az ez előtt lévő vasbeton zsámoly, amely a betoláshoz szükséges csúsztató szerkezetet támasztja alá. A vasbeton keresztartó szerepe: A gyártópadon előretolt, egyre növekvő hosszúságú felszerkezet mindenhol teflonbetétes csúszkákon támaszkodik, melyek mozgósaruként viselkednek.

Az elemgyártás idején az előretolt hídszakaszon szükséges fix támaszt is létrehozni a hőtágulásból adódó hosszirányú mozgások kézben tartására. Kézenfekvőnek tűnik a megoldás, hogy a fix támaszt a tolotámaszon hozzuk létre az emelő-toló sajtóval, annak felemelt, tolási helyzetbe hozott állapotával. Az ekkor létrejövő súrlódási erő bőven elegendő a hőmozgásból eredő teflonsúrlódási erők felvételére. Ez azonban nem ilyen egyszerű.

A tolotámasz kb. 48 m-re van az előretolt hídszakasz hátsó végétől, azaz a gyártandó új zöm elejétől. A 48 m-es hátsó szakasz hőmozgása ± 5 °C hőmérsékletváltozás esetén $\pm 2,4$ mm. Ez a hőmozgás minden esetben megrepesztené a frissen betonozott elem kötésben lévő betonját. Belátható tehát, hogy a fix támaszt közvetlenül a gyártópad előtt kell kialakítani, hogy a pad irányába ne jöjjön létre hőmozgás. Ezt a célt szolgálja a két alapgerendát összekötő vasbeton keresztartó. Az előretolt hídszakasz végét ehhez feszítjük le $\varnothing 36$ mm-es Dywidag rudakkal, ezzel létrehozva egy fix megfogást.

A gyártópad alapozását méreteztük a teljes előretolt hídszakaszcélra átadódó teflonsúrlódási erőre. Az elemvégeken meghatározott raszter szerinti függőleges furatok vannak. A keresztartón a teljes raszterhálózat összes furata megtalálható. Az elemeken mindig csak

annyi furat van, amennyi feszítőrúd szükséges a teflonsúrlódási erő megfogásához az adott fázisban. Az előretolások befejezésekor a zömvégeken lévő furatokat fedésbe kell hozni a keresztartón lévő furatokkal, hogy a feszítőrudak elhelyezhetők legyenek. (1. ábra)



1. ábra. Gyártópad a H1 hídfőnél

Gerendarács

Az egész zsaluzatrendszer alátámasztó, magasságilag állítható vasbeton gerendarácsot – éppúgy mint a zsaluzatokat – hosszirányban két egyenlő és szimmetrikus részre bontottuk a könnyebb mozgathatóság érdekében. Mindkét egység hat helyen támaszkodik az alapgerendákra, 100 t teherbírású acélékeken keresztül. A gerendarács két 50 cm széles 1,85 m magas hosszboardából és egységenként 3 db 11,10 m hosszú, 1,00 m széles, 1,20 m magas vasbeton keresztartóból áll. A két hosszboarda külső szélének távolsága pontosan megegyezik a hídfelszerkezet szekrénytartójának fenékszélésével és a teteje acéllemez borítással ellátva a szélső 50 cm-es sávokban egyben a fenékszsaluzat részét is képezi. Ezekben a hosszboardákban acéllemezrel lefedett fészkeket alakítottunk ki a felszakító sajtók és a csúsztató szerkezetek számára. A fészkeket lefedő acéllemez fiókok az elemek felszakítása (megemlése) után oldalra kihúzhatók és helyükre a teflonbetétes csúsztató szerkezeteket kell behelyezni.

A 33. jelű hídfő mögötti gyártópad köríves kialakítási igénye miatt a gerendarács hosszboardái is ívesek, a keresztartók viszont a külső zsaluzatok párhuzamos mozgatási igényének megfelelően a gyártópad húrjára merőlegesek és egymással párhuzamosak. A keresztartók, melyek mindkét oldalon konzolosan túlnyúlnak a hosszboardákon, az acélszerkezetű külső és alsó zsaluzatot támasztják alá. A hosszboardák közötti acélszerkezetű fenékszsaluzat 51 t-ás acélékek közvetítésével támaszkodik a keresztartókra és hidraulikával súlyozható, illetve emelhető. A kétoldali külső acélzsaluzat a keresztartó konzolokon támaszkodik.

A vasbeton konzolokba a külső zsaluzat lekötéséhez, kitémasztásához és mozgatásához szükséges acélszerelvényeket betonoztuk be. A gerendarács vízszintes elmozdulását az alapgerendákba bebetonozott és a gerendarács hosszbordáiba benyúló hengerelt tartókból kialakított „tüskék” akadályozzák meg. A „tüskéket” a gerendarács hosszbordáiban acéllemezből készült hüvelyek veszik körül, melyben a „tüskék” függőlegesen el tudnak mozdulni, lehetővé téve a zsaluzatrendszer magassági beállítását.

Fenekzsaluzat

Az 50 cm széles, acéllemezzel lefedett vasbeton hosszbordák között függőlegesen mozgatható acélszerkezetű zsaluzat van. Miért van szükség a zsaluzat mozgatására, amikor előretolás előtt amúgy is felemeljük az elemet a gyártópadról?

Az ok az építésszervezésben keresendő. A gyártópádban történő szerelési munkák idejének csökkentése érdekében az első ütemű betonozás vasszerelése teljes elemhosszban a pad mögötti szerelőtérben történik. Az összeszerelt armatúrát lefektetett, hengerelt U tartókból kialakított síneken gördülő Hünnebeck kocsikon, csőrölővel húzzuk be a zsaluzatba. A sínek és a kocsik visszahúzásához a fenékszsaluzatot le kell eresztetni. Ekkor az armatúra a két szélső 50 cm széles „fix” zsaluzatsávon támaszkodik, a kocsik és a sínek kihúzhatók a vasszerelés alól. A fenékszsaluzat padközépen elválasztva két külön mozgatható hosszanti egységből áll. Az egységek hossza 11,5 m a teljes fenékszsaluzat hossza 23 m. A 23 m hosszú fenékszsaluzat 10 db 2,30 m elméleti hosszúságú zsalutáblából áll. A külön mozgatható zsaluzati egységek 5-5 db zsalutáblából állnak, melyek 2-2 db I 320-as hossztartóra, csavarozott kapcsolattal rögzítettek. A zsalutáblák 8 mm vastag acéllemezből készültek és alulról dunaújvárosi hidegen hajlított U-szelvényekkel merevítettek.

A merevítések padtengelyre merőlegesek és közvetlenül az I 320-as hossztartókra támaszkodnak. A merevítőbordák szakaszos sarokvarrattal kapcsolódnak a 8 mm vastag zsalulemezhez. A táblák hosszanti széleit hengerelt szögacélok merevítik. A teljes fenékszsaluzat szélessége 4500 mm. A szélső 50 cm-es fix zsaluzatsávok és a leereszthető középső acélzsaluzat között mindkét oldalon 2 mm hézagot hagyunk, így a középső – leereszthető – zsaluzat szélessége 3496 mm-re adódott. Az I.320-as hossztartók tengelytávolsága 1800 mm. A hossztartókat a vasbeton gerendarács keresztartóinak középvonalában I.200-as acél keresztartók kötik össze. Az I.200-as keresztartók homloklemeszes, csavaros kapcsolattal csatlakoznak a hosszartókhoz, könnyítve ezzel a helyszíni összeszerelést.

A hosszartók 50 t teherbírású csavarorsós acélékekkel támaszkodnak a gerendarács keresztartóira. A zsalutáblák között 2 mm széles hézagot hagyunk, így a 2300 mm elméleti zsalutábla hossz 2298 mm valós táblahosszat eredményezett. A 33. jelű hídfő mögötti gyártópádban íves fenékszsaluzatát úgy hoztuk létre, hogy a zsalutáblák közötti 2 mm-es hézagot az ív belső oldalán 0-ra zártuk, az ív külső oldalán pedig 4 mm-re nyitottuk. Ez az összeállítási mód csak úgy volt lehetséges, hogy a zsalutáblákon és a hosszartókon egymásra merőleges oválfuratokat készítettünk a táblaelfordítás mértékének megfelelő ovalítással. A zsalutáblákat így sugárirányba forgattuk, a hosszartók pedig a körív húrjai mentén helyezkednek el. A zsalutáblák közötti hézagokat elasztikus anyaggal töltöttük ki.

A fenékszsaluzat leeresztését és visszaemelését a zsalutáblákra és a gerendarács belső felületére felhegesztett ütközők segítik. Leeresztéskor a fenékszsaluzat az alsó ütközőn „ül fel”, visszaemeléskor a felső ütköző megakadályozza a túlemelést, ami azt jelenti, hogy a mozgatható fenékszsaluzat mindig azonos síkra kerül a „fix” zsaluzatsávokkal. Így az elemgyártás előtti geodéziai ellenőrző méréseket csak a gerendarács tetején, a hosszbordák acéllemez borításán kell elvégezni.

Külső zsaluzat

Az acélszerkezetű külső zsaluzat az oldalzsaluzatból, konzolzsaluzatból, a főtartókból és a kitémasztó, állítható, csavarorsós rudakból áll. A zsaluzat teljes hossza 23 m, ami oldalanként 10–10 db konzol – és oldal-táblából áll. A zsalutáblák tengelytávolsága 2300 mm, a táblák között 4 mm hézag van, így a táblaszélesség 2296 mm. A táblák közötti hézagokat a zsaluzat összeállítása és a pontos beállítása után hézagoló lemezekkel kell kitölteni és a táblákat a hézagoló lemezekre keresztül össze kell csavarozni. Erre szolgálnak a zsaluzatszéléken lévő furatokkal ellátott laposacél peremek, ezek közé kell elhelyezni a hézagoló lemezeket. A gyakorlatban a hézagoló lemezek helyett 4 mm vastag gumiszagot alkalmaztunk, ezek szolgálták hézagzáró elemként.

A zsalutáblák 6 mm vastag acéllemezből készültek, hidegen hajlított szelvényekkel merevítve. A zsalutáblák szélein levő főtartók melegen hengerelt U szelvényekből készültek. A konzol zsalutáblái csuklósan kapcsolódnak az oldalzsaluzathoz, Ø 30 mm-es csapszegekkel. A teljes külső zsaluzat a gerendarács vasbeton konzolaira fektetett sarokmerev kialakítású rácsosított főtartókra van szerelve. Egy-egy oldali külső zsaluzat két különálló és külön is mozgatható hosszirányú egységből áll. Kizsaluzáskor és a zsaluzat beállításakor egy-egy zsaluzati egységet 2 db kettősműködésű hidraulikus munkahenger mozgat.

A munkahengerek a zsaluzatot mozgatáskor padtengegyre merőlegesen 5-6 cm-t tolják ki – be. A zsaluzat a főtartókra hegesztett acéllemez papucson és a vasbeton konzol tetejébe bebetonozott acéllemezek, zsírozott felületen csúszik, megfelelően beállított és rögzített oldalvezetés mellett. A bebetonozott acéllemezek és a papucok között a pontos magasságot beállító hézagoló lemezek vannak, a zsaluzat tulajdonképpen ezeken csúszik.

Az oldalvezetéseket csak a zsaluzat pontos beállítás után szabad felhegeszteni, a vasbeton konzolokba bebetonozott acéllemezekre. A zsaluzat pontos keresztmetszeti beállítását a csavarorsós támrudak teszik lehetővé. Minden egyes zsalutábla 2-2 rúddal állítható. A támrudak acél csőből készültek, az állítást végző csavarorsók trapézmenetesek, az orsók bronz perselyben forognak. Az oldalzsaluzatot csak egyszer kell beállítani, az elemgyártás megkezdése előtt, a továbbiakban csak akkor, ha az ellenőrző mérések alapján ez szükséges. A konzol zsaluzat leeresztése viszont minden kiszaluzáskor szükséges, mert felszakításkor csak minimális mértékben emeljük meg a hidat és előretoláskor a beton konzol súrlódhat a zsaluzaton, ami nem megengedhető.

Elemgyártáskor a külső zsaluzatot a vasbeton konzolokba bebetonozott I.400-as hengerelt tartókhöz támasztjuk ki 100 t-ás csavarorsós acélékekkel. A betonnyomás borító hatása miatt a zsaluzatot a belső oldalon Ø 26,5 mm-es Dywidag rudakkal kötöttük le a gerendarács konzoljához. A zsaluzat mozgatásakor a lekötések le kell lazítani, hogy a zsaluzat szabadon mozoghasson. Kiszaluzáskor – a zsaluzat kihúzásakor – a zsaluzat külső oldalán keletkezik felemelő erő, amit a konzolokba bebetonozott M 24 csavarszárrakkal lazán lecsavarozott U tartók fognak meg. A laza lecsavarozás annyit jelent, hogy a lekött U tartó a főtartó felemelkedését megakadályozza, ugyanakkor a vízszintes mozgást nem gátolja.

A gyártópadba beépített csúsztató szerkezetek és felszakító sajtók hozzáférhetősége érdekében ezek beépítési helyein az oldalzsalu-táblák alsó részén leszerelhető ablakokat készítettünk. A konzol táblákon a konzol oldalfelületének zsaluzására szögacélból készített, állítható szegélyzsaluzat van. Az egyenes hídszakasznál az állíthatóságra nincs szükség, azt csak egyszer – az első elem gyártásakor – kell beállítani. Az íves hídszakasznál a konzolhossz folyamatos változása miatt minden egyes elemnél állítani kell a szegélyzsaluzatot. A konzoltáblák külső oldalán acélkorlát készült. A korlát és a zsalulemez közötti le nem fedett sávban pallóterítéssel kezelőszintet kell készíteni és a pallókat elmozdulás mentesen rögzíteni kell. A 33. jelű hídfő mögötti gyártópad íves oldalfelületének kialakítását a zsalutábláknak a rácsos acél főtartóra való felerősítésénél

oldottuk meg. A zsalutáblák felcsavarozásakor a húr magasság szerint változó vastagságú alátétlemezeket helyeztünk a zsalutábla váz tartója és a főtartó közé. A zsaluzat főtartóit 23,00 m-es körív hosszra húr irányú egyenesben helyeztük el. A maximális húr magasság, melyet alátétlemezekkel kellett kiegyenlíteni, 22 mm volt.

A két zsaluzási oldalon természetesen ellentétes hézagolást kellett végezni a homorú és domború oldalfelületek kialakítása érdekében. Az egymással szembe kerülő két hézagoló lemez összvastagságának a teljes húr magasságot kell kiadnia. Az egyes zsalutáblák így sugárirányra merőlegesen helyezkednek el. A konzoltáblák 4 mm széles vízszintes hézagai a belső ív mentén 2 mm-re záródnak, a külső ív mentén 6 mm-re nyílnak. A hézagkitöltést rugalmas kitöltő anyag végzi.

Belső zsaluzat

I. betonozási ütem:

Acélszerkezetű típuszsaluzatot csak az általános nyílás-középi és támasz fölötti elemekhez terveztünk. Az eltérő elemek belső oldalzsaluzatához is ezeket a zsaluzatokat használjuk kisebb darabszámban beépítve és a szükséges mértékben egyedi fatáblás zsaluzattal kiegészítve. A támasz fölötti elemek diafragmáinak zsaluzásához külön zsaluzó egység készült, amely kb. 6 m hosszú és egy darabban mozgatható. Ezzel jelentős időt takarítunk meg a zsaluzási munkáknál.

A zsalutáblák a külső zsaluzathoz hasonló acélszerkezetek. U 260-as főtartóknál fogva csapszegekkel kapcsolódnak a külső zsaluzat konzolaira támaszkodó függesztő keretekhez. A függesztő kereteken lógó, egymással szemben lévő zsalutáblák alul 2-2 db állítható csavarorsós rúddal vannak egymáshoz kitámasztva. A csavarorsós rudakkal lehet a zsaluzatot beállítani, kiszaluzáskor pedig ezekkel lehet lefeszíteni a betonról. A zsalutáblák alsó részén a hídkeresztmetszet belső kiékelését követő kontrazsaluzat van. Kiszaluzáskor az ellenmenetes csavarorsós rudakkal összehúzzuk a zsaluzatot, amely a felső csapszegek függesztéseken el tud fordulni, majd a függesztő keretekenél fogva a kiszolgáló toronydarúval kiemeljük.

Egy zsaluzati egység hossza 2150 mm és összeállítva tartalmazza a függesztő keretet, a két szemben lévő zsalutáblát és a 2 db csavarorsós támrudat. Az így összeállított egységeket szorosan egymás mellé kell elhelyezni és a zsaluzéleken lévő, furatokkal ellátott peremeknél össze kell csavarozni a szomszédos táblákat. Így kellő merevség érhető el és betonozáskor a táblák egymáshoz képest nem tudnak elmozdulni. Egy általános nyílásközépi elembe 8 db zsaluzati egységet használunk, támasz fölötti – keresztartós – elembe

3-3 darabot, kétoldalról csatlakoztatva a diafragmás zsaluzati egységhez. A zömvégeken, a lehorgonyzó tömbök környezetében egyedi, táblás fazsaluzat készül, csatlakoztatva az acélzsaluzathoz. Ugyanúgy egyedi táblás fazsaluzattal készülnek a szabadkábelek iránytörő bordái.

II. betonozási ütem:

A második betonozási ütemben épül a konzolos pálya-lemez. A konzolok zsaluzatát a külső zsaluzat konzoltáblái és a rajtuk lévő, állítható szegély zsaluzat képezik. A bordák közötti pályalemez-szakasz zsaluzását könnyűszerkezetes tartóvázalattal és táblás fazsaluzattal oldottuk meg. A zsaluzatot kifejezetten kézi módszerekkel történő szereléshez, illetve bontáshoz alakítottuk ki. Kézi erővel könnyen mozgatható szerkezeti egységekből áll. Ez azért fontos, mert betonozás után zárt térben kell a kiszaluzást végezni és a zsaluzatot innen kell kiszállítani emelő berendezések segítségével nélkül.

A zsaluzat teherviselő vázszerkezete vékonyfalú hidegen hajlított szelvényekből készült. Fő teherviselő elemei a vonórúddal ellátott keresztartók, melyeket hosszirányban 1,00 m-enként helyeztünk el. A keresztartókat a közéjük befüggesztett hosszartók kötik össze. A hosszartók a keresztartókra hegesztett papucsokon támaszkodnak, a rögzítést csapszegek végzik. Az összeszerelt vázszerkezet 22 mm vastag fatáblás héjalást kap. A fatáblák elmozdulásmentes rögzítéséhez a vázszerkezetre acélcsapokat hegesztettünk, a fatáblákat pedig befűrtük a csapok helyén.

A vázszerkezet keresztartói a hídfelszerkezet bordáinak belső oldalára felszerelt acélpapucsokon hosszában végigfektetett 15/15 cm keresztmetszetű fagerendákon támaszkodnak. A papucsok és rögzítésük speciális kialakítású. Rögzítésük 4-4 db csappal történik. A fogantyúval ellátott csapokat egyenként kell bedugni a felszerkezet vasbeton bordájába bebetonozott acélcsőből készült hüvelyekbe, a papucsok homloklemezén lévő furatokon keresztül. A csapok kihúzódása ellen csak a súrlódási erő dolgozik, ezért az egymással szemben lévő papucsokat a közéjük ékelt fadúcokkal támasztottuk ki. A papucsok legfontosabb szerkezeti eleme a beállítást és a zsaluzat leeresztését biztosító csavarorsós fej. A 15/15 cm-es hosszgerendákat csavarozással rögzítettük a fejekhez. Kiszaluzáskor a zsaluzat leereszthető, elemeire bontható és kézi erővel kiszállítható az elkészült elemből.

II. jelű völgyhíd

A híd 200 m hosszú, ötnyílású, szakaszos előretolással épülő szerkezet. Az I. völgyhíd tolási technológiájával szemben alapvető különbség, hogy ennél a hídnál hátul-

ról toló sajtókat használunk, nem pedig emelő-toló sajtókat, mint azt tettük az I. jelű völgyhíd esetében.

A tolási technológia lényege, hogy a felszerkezetet függőleges mozgathatás nélkül, az eredeti, tervezett hosszszelvény mentén toljuk előre az elkészült hídszakasz hátsó homlokfelületének támaszkodó tolósajtókkal. Az alkalmazott hidraulikus sajtók (2 db) 1000 kN tolóerővel rendelkeznek darabonként. Löket hosszuk 500 mm. Előretoláskor a sajtóknak követniük kell a felszerkezetet, tehát végig kell haladniuk a gyártópadon. Ehhez a gyártópad fenékszsaluzatába olyan szerkezetet kell beépíteni, amely minden tolási mozzanatban kellő biztonsággal képes megtámasztani a felszerkezetet előre toló hidraulikus sajtókat. Ezt teszik lehetővé a gyártópad fenékszsaluzatának két szélén beépített fogasléces toló-sínek.

A kettősműködésű sajtók mind a felszerkezethez, mind a fogasléces tolósinhez speciálisan kialakított acélpapucsokkal kapcsolódnak. A tolósinen lévő papucs a tolósajtó dugattyújának visszahúzásakor előre akadálytalanul tud mozogni, toláskor viszont beakad a tolósin fogába, átadva a sajtó tolóerejét a sínre. A sín fogkiosztása szinkronban van a sajtó 500 mm-es löket-hosszával. A felszerkezetben lévő papucsok 4 db csavarral kapcsolódnak a homlokfalba bebetonozott acél tolólapokhoz.

A híd előretolási építési technológiájának érdekessége, hogy a hidat túltoljuk 5,45 m-rel a tervezett végleges helyéhez képest. Ennek oka roppant egyszerű. Ahhoz, hogy az utolsó elemet is el tudjuk készíteni, az elemnek a padról a hídfőig hátranyúló szakaszát külön egyedi zsaluzattal kellene bezsaluzni, ami nem lenne túl egyszerű és gazdaságos megoldás. Ezért az utolsó előtti elemet is előretoljuk a pad elejéig, mint az előzőket és így az utolsó elemet is teljes hosszában a gyártópad zsaluzatában tudjuk megépíteni.

A visszatoláshoz a 6. jelű hídfő mögött is telepítünk fogasléces tolósinéket, melyeket a hídfő saruzsármolyaihoz kötöttünk feszítőrudakkal. A tolósinék alátámasztását egymásra rakott előregyártott vasbeton „sárközi” útlapok végzik. A helyi terepadottságok miatt a gyártópadot nem tudtuk a hídfő mögött telepíteni, ezért az első hídníylásban, az 1. jelű hídfő és a 2. jelű pillér között helyeztük el. A pad – zsaluzatrendszerében és méreteiben – teljesen azonos az I. jelű völgyhíd egyenes szakaszának gyártópadjával. A különbség csak annyi, hogy a zsaluzatként is szolgáló gerendarács hosszbordáinak helyébe a fogasléces tolósinéket építettük be.

Elemgyártás idején a tolósinék 56×80 cm-es, merevítésekkel ellátott ún. csúszólapokkal vannak lefedve, melyek zsaluzatként szolgálnak. Toláskor a csúszólapok együtt csúsznak a felszerkezettel és a sín elején kipotyognak, ahol azokat összegyűjtve vissza kell száll-

lítani a gyártópadba, és újból le kell takarni velük a síneket a következő elem gyártásához. A gyártópad fő szerkezeti eleme a 4 db 23,60 m hosszú HE-B 800-as acéltartó, melyeket 6 helyen keresztartók kötnek össze.

Az I 400-as szelvényű keresztartók homloklemez, csavaros kapcsolattal csatlakoznak a főtartókhoz. A négy főtartó közül a két belső nekitámaszkodik a hídfőnek és 4-4 db \varnothing 26,5 mm-es feszítőrúddal össze is kötöttük vele. Ez a kapcsolat adja a pad hosszirányú, fix megfogását. A tolásból és a felszerkezet hőmozgásából származó vízszintes erőket így az 1. jelű hídfőre hárítottuk.

A főtartók tetején 12 m hosszú dupla I 400-as hengerelt acélgerendákból kialakított keresztartók vannak. A 6 db keresztartó a vasbeton gerendarács keresztartóinak felel meg. Erre épül fel a teljes zsaluzatrendszer. A keresztartókat csavaros kapcsolattal rögzítettük a főtartókhoz. Minden olyan szerkezeti elemet beépítettünk a gerendapárokba, melyek a zsaluzatok lekötéséhez, megtámasztásához és mozgathatóságához kellenek.

Az összes zsaluzati egység a keresztartók tetején támaszkodik. Ezek a külső zsaluzatok, a fenékszaluzat és a fogaslécés tolósín, amely szintén része a fenékszaluzatnak. A tolósínek a fenékszaluzat szélső 56 cm széles sávjait foglalják el. A közbenső zsaluzatsáv – éppúgy mint az I. jelű völgyhídnál és ugyanazon okok miatt – hidraulikával függőlegesen mozgatható.

A fogaslécés tolósínek csavaros lekötéssel kapcsolódnak a keresztartókhoz és hátul nekitámaszkodnak a hídfőnek. A főtartók és a tolósínek így együtt adják át a sajtók tolóerejét a hídfőre. Ezen a gyártópadon is megtalálható a hídfelszerkezet fix lekötésére szolgáló keresztgerenda, ami az I. jelű völgyhídnál az alapgerendákat összekötő vasbeton keresztartó volt a feszítőrúdak számára kialakított furatokkal. Ez a gerenda itt egy merev acéltartó, amely közvetlenül a fenékszaluzat előtt a két tolósínt köti össze.

A zárt, szekrény keresztmetszetű acélgerendán a feszítőrúdak számára átmenő furatokat készítettünk. Az acélgerendát csomólemezes, csavaros kapcsolattal rögzítettük a tolósínekhez. A külső, belső és fenékszaluzatok szerkezete és működése mindenben megegyezik az I. jelű völgyhíd ugyanezen szerkezetével, ezért ennek ismertetésétől eltekintünk.

A gyártópad alapozása

A padot hosszirányban 3 helyen támasztottuk alá. Az első alátámasztás közvetlenül az 1. jelű hídfő előtt van. Ez egy 1,00 m \times 1,50 m keresztmetszetű, 11,40 m hosszú hídtengelyre merőleges vasbeton gerenda, 4 db \varnothing 60 cm-es 16,00 m hosszú Franki cölöppel alátámasztva. A gerenda a hídfő előtti szakaszon kiszélesedik és

össze van kötve a hídfő alaptestével, miáltal növeli a hídfő vízszintes irányú terhelhetőségét.

A gyártópad HE-B 800-as főtartói 100 t-s acélékek közvetítésével közvetlenül a vasbeton gerendán támaszkodnak. A cölöpök megközelítőleg az alátámasztási helyek alatt vannak, így a gerenda csak kismértékű hajlítási igénybevételt kap. A hídfő előtt jelentős lejtésű hegyoldal van, így a másik két alátámasztásnál a magasságkülönbségek áthidalására acélcső jármókat kellett a pad alá beépíteni. Egy-egy alátámasztás keresztirányban 2-2 db \varnothing 324-8 mm-es acélcsőből készült hat-oszlopos acéljáromból áll, melyeket 4-4 db \varnothing 60 cm-es 14,50 m hosszú Franki cölöppel alapoztunk. A csőjármók a cölöpösszefogó vasbeton gerendára támaszkodnak, és le vannak hegesztve a gerendába bebetonozott acél alaplemezekhez.

Az acélcső jármók tetején a gyártópadról átadódó függőleges erők elosztására, illetve a pad beállításához szükséges hidraulikus sajtók alátámasztására szolgáló gerendázat van. A gyártópad főtartói csavaros kötéssel kapcsolódnak az acél járomblokkokat keresztirányban összekötő dupla I. 400-as acél keresztartókhoz. A keresztartók a járomblokkok szélső oszloppárjain átfektetett hosszartókon támaszkodnak 100 t-ás acélékek közvetítésével. Az ékek a pad magassági állíthatósága miatt szükségesek.

A járomblokkok középső oszloppárjain átfektetett hosszartók a pad magassági állításához szükséges saj-



2. ábra. Gyártópad a H01 hídfőnél

tók alátámasztására szolgálnak. A sajtók a főtartókat alátámasztó keresztartók emelésével mozgatják a padot. A pad mozgatása a 2 alátámasztási helyen 2-2 db sajtóval történik. A hídfő előtti alátámasztási helyen nincs szükség a pad utánállítására, mivel itt relatív mozgás a pad és a hídfő között nem jöhet létre a közös alátámasztás és összekapcsolás miatt. A járomblokkokat helyszínen elhelyezett keresztirányú ráccsozással kötöttük össze.

A keresztirányú mozgások megakadályozására, illetve az oldalirányú erők felvételére az elosztó gerendázatra acél ütközőket hegesztettünk. Az alátámasztó jármok a gyártópad saját hőmozgásán kívül semmilyen hosszirányú igénybevételt nem kapnak, mivel ezeket az igénybevételeket a hídfőre hárítottuk, így a jármokat hosszirányban nem merevítettük egymáshoz. A hőmozgásból származó igénybevételeket a jármok rugalmas alakváltozással leépítik.

A gyártópad terepszint feletti legnagyobb magassága kb. 7,50 m. A pad kezeléséhez függesztett kezelőállványt építettünk, körben védőkorrallal ellátva. A pad előtti munkavégzéshez (lefeszítés, tolólapok összegyűjtése, stb.) a gyártópad és a 2. jelű pillér között könnyűállványt építettünk. (2. ábra)

SZAKASZOS ELŐRETOLÁS

Általános ismertetés

A völgyhidak statikai rendszere többtámaszú egy celás, feszített vasbeton szekrénytartó, szakaszos előretolási technológiával készítve.

A szakaszos előretolási építési technológia bizonyos geometriai feltételek meglétét igényli. Nevezetesen az előretolt hídszerkezet vízszintes értelemben egyenes tengelyű, magassági értelemben egyenes hosszúságú vagy állandó sugarú függőleges lekerekítésben kell legyen. Ha viszont alaprajzilag fekszik a szerkezet állandó sugarú tiszta ívben, ezzel egyidejűleg csak egyenes hosszúságú lehet a szerkezet tengelye. Ha a fenti geometriai jellemzők bizonyos mértékig átfednek, a szerkezetben olyan többlet igénybevételek keletkeznek, amelyek már a betolás során tönkremenetelhez vezethetnek.

A fenti feltételek kielégítése miatt kezdeményeztük a MÁV-nál az érintett pályaszakasz tervezett magassági vonalvezetésének kismértékű átrendezését. A módosítás a vasúttervezési előírásoknak megfelelt, a MÁV azt így jóvá is hagyta. A hídszerkezet tervezése és építése ezután kedvezőbb statikai feltételek között kezdődhetett el.

A I. sz. völgyhíd három különálló hídszakaszból tevődik össze. A Zalalövői hídfőtől induló szakasz jele

„A”, a Bajánsenye felőli hídfőtől induló szakaszé „C”, és a két hosszú híd közötti, a dilatációs mozgások megosztása, ill. a vasúti pálya domború lekerekítése miatt beiktatott rövidebb híd jele „B”.

– „A” hídszakasz jellemző adatai

a szekrénytartó tengelye egyenes
a pálya emelkedése egyenes 11‰
a híd hossza: **L = 704,00 m**
elemhosszak:

8,90 + 18,00 + 29x22,50 + 15,70 + 8,90 m

elemek száma: 33
teljes tömege: **ΣG = 14,475 t**

– „C” hídszakasz jellemző adatai

a szekrénytartó tengelye R= 2400,00 m
sugarú jobb ív
a pálya emelkedése egyenes 6‰
a híd hossza: **L = 614,00 m**
elemhosszak:

8,90 + 18,00 + 25x22,50 + 15,70 + 8,90 m

elemek száma: 29
teljes tömeg: **ΣG = 12.650 t**

Ez a két híd készül szakaszos előretolási technológiával.

– „B” hídszakasz jellemző adatai

a szekrénytartó tengelye egyenes, rövid szakaszon belenyúlik az átmeneti ívbe
a pálya emelkedése 11‰-ről csökken le 6‰-re
a híd hossza **L = 77,00 m**
A teljes felszerkezet állványon készül

Szakaszos előretolási technológia

A felszerkezet elemei általában a hídfő mögött kiépített gyártótéren készülnek, jelen esetben max. 22,50 m hosszú szakaszokban. A zömhosszakokat a max. nyílás (45,00 m) felében határoztuk meg, így alapvetően kétféle zömöt kell gyártani. Az egyik zöm mindig a támasz feletti szakaszra esik, a másik pedig a nyílásközbe kerül. Minden egyes elkészült és megszilárdult vb. zömöt a már kész szerkezethez hátulról hozzáfeszítve a híd egy zömnyit előretolható.

Az előretolás két fő segédeleme a PTFE (teflon) csúszósaru, és maga az előretoló hidraulika.

A PTFE anyag igen alacsony súrlódási tényezője teszi lehetővé, hogy nagy tömeget tudunk rajta mozgatni, viszonylag kis erővel. A teflon csúszóbetétek CrNi ötvözetű polírozott acéllemezen csúsznak, a súrlódást szilikonos zsírozással lehet csökkenteni.

A teflonsaruk súrlódási tényezője mindössze 2,5–4,0% között mozog. A toló-berendezés 400 bar nyomású hidraulika. A szakaszos előretolást emelő-toló

sajtóval végezzük el. Megfelelő kapacitású sajtó kiválasztásával a hidat előre tudjuk mozgatni.

Tolás közben a támaszokon átjutó vb. szerkezet konzolossá válik, és a következő támasz elérésekor nagy konzolnyomaték ébredne benne. Ezt a nyomatékok jelentősen csökkenthetjük egy könnyű acélszerkezetű szerelőcsőr ideiglenes elhelyezésével.

Az „A” híd szakaszos előretolása

Gyártótér

A gyártótér a zalalövői – „H1” jelű – hídfő mögött 15,75 m-el kezdődik, teljes hossza 22,50 m. A gyártópád pontosan a szekrénytengely vonalában kell legyen.

A pad előtt elhelyezett szerelőcsőr beállítása után kezdődhet az első zöm készítése. Az első – megszilárdult – vb. elemet a szerelőcsőrhöz feszítve indulhat az első előretolás.

Az előretolás eszközei

A teljes hídszerkezet előretolásához két db emelő-toló sajtóra van szükség. Az egyik előretoló-sajtot a hídfő előtt, a „P2” jelű pilléren helyeztük el.

Az itt alkalmazott emelő-tolósajtó működési lépései a következők:

1. A támaszon nyugvó felszerkezetet egy emelő-hidraulika 1 cm-t megemeli.
2. Ezt az emelő-hidraulikát ebben a megemelt állapotban a toló-hidraulika 0,25 m-t előretolja. Az előretolás itt is teflon lemezeken történik.
3. Az emelő hidraulika a felszerkezetet visszaereszti az eredeti szintjére
4. A toló-hidraulika kinyomott dugattyúját visszahúzza

Ez a fázis ismétlődik mindaddig, amíg a szerkezet teljesen ki nem csúszik a gyártópadból. Egy teljes elem – 22,50 m-es szakasz – előretolásához kb. 90 fázis szükséges.



3. ábra. Emelő-toló sajtó rögzítése

Egy tolási fázis időigénye kb. 2 perc, ami azt jelenti, hogy a híd előretolásának sebessége ~6-8 m óránként.

Az emelő-hidraulika és a vb. felszerkezet között a vízszintes tolóerő átadását súrlódással biztosítjuk. Az érdesített felületű emelő-sajtó és a beton felszerkezet között igen nagy – $\mu=70\%$ -os – súrlódással számolhatunk. Megfelelő nagyságú reakcióerő esetén a szerkezet előretolható.

Az első három elem előremozgatásakor szerelőcsőr még nem ér el sajtóig, ezért az első három elemet nagyszilárdságú feszítórudakkal vontattuk előre.

A „P2” pilléren elhelyezett emelő-tolósajtó elrendezését és bekötését a 3. ábrán láthatjuk.

Az emelő-toló szerkezet a pillér fejgerendájára lett telepítve, és a tolóerőt egy acélszerkezetű tömbön keresztül adja át a pillérnek. A tömböt DSI feszítórudakkal kötöttünk be a pillér fejgerendájába. Az új elem gyártásakor és a dugattyú visszahúzásakor ezen az acéltömbön támaszkodik fel a felszerkezet. A pillér felmenőfalát természetesen a tolásból származó igénybevételre is méreteztük.

Emelő-toló sajtó

Az „A” híd előretolását 2 db EBERSPÄCHER AH 123 típusú emelő-toló-sajtóval végezzük. A sajtó emelőkapacitása 2×785 t, tolóereje 6080 kN. A toló-sajtó típusát a hídszerkezet tömegéből számítva 4%-os súrlódást és a 11%-os emelkedési szöveget figyelembe véve választottuk ki.

A szükséges tolóerő 7500 kN körüli értékre adódott.

A teljes hídszakasz biztonságos előretolásához a „P2” támaszon kívül, az „FP8” fix támaszon is beépítettünk egy ugyanilyen kapacitású emelő-toló-sajtot. Ennek a sajtónak az elhelyezhetőségét nehezítette, hogy ezen a pilléren kell majd elhelyezni a felszerkezet fix támaszát is. A két szerkezet közel azonos nagyságú vízszintes erőt ad át a pillérnek, tehát statikai oka volt ezeket egy helyre telepíteni.

A felszerkezet tizenharmadik elemének legyártása után kezdett dolgozni az „FP8” pillérré telepített 2. sz. emelő-toló-sajtó is. A két sajtó egyidejű működtetésére azért van szükség, mert a heti ciklusban készülő felszerkezet megindításakor kicsit nagyobb a súrlódás, mint menet közben.

A „C” jelű híd egyrészt rövidebb, mint az „A” híd, másrészt 6%-os lejtésben kell előre tolni. A szerkezetet tehát kisebb kapacitású emelő-toló-sajtokkal – 2 db EBERSPÄCHER AH 124 típusú toló-sajtóval tudjuk mozgatni. A sajtó emelőkapacitása 2×500 t, tolóereje 4000 kN.

Oldalvezetés

Előretolás közben a felszerkezetet a tervezett irányban kell tartani, mivel a híd tényleges alakja csak így biz-

tosítható. A tolt hídszakasz oldalvezetését a korábbi munkáknál már jól bevált görgős oldalvezető kerekekkel biztosítjuk. A függőleges tengelyű, tömör gumis kerekek helyzetét menet közben is tudjuk szabályozni, ezáltal a mért kitéréseket menet közben azonnal korrigálni lehet. Az oldalvezetés acélkerete a saruzsármolyokhoz vannak rögzítve. (4. ábra)

A felszerkezet előretolása alatt a híd tengelytől való eltérését mm pontossággal tudjuk ellenőrizni, és a hibát menet közben az ékeléssel szabályozott kerekekkel lehet korrigálni.

A „C” híd íves szerkezet. Az oldalvezetés a belső oldalon ugyancsak görgős megoldású, az ív külső oldalán viszont a nagyobb teherbírású – teflonlemez – vezetést alakítottunk ki.



4. ábra. Oldalvezetés

Szerelő csőr

A szekrénytartók elejére acélszerkezetű szerelőcsőr kerül. Ezek hossza

$L = 32,00$ m, ami kb. a max. nyílás 70%-a. A szerelőcsőr magassága azonos a vb. szekrény 3,75 m-es értékével. Az acél szerelőcsőr tömege ~ 100 t. A szerelőcsőr főtartója három – szállítható – elemből áll. Az egyes elemek központosító ún. nyírófogakkal kapcsolódnak egymáshoz. Az illesztést feszítőrudakkal teszik szűk nyomatékúvá. A csőr és a vb. elem határán keletkező pozitív nyomatékot feszítőkábelrel terveztük felvenni. A feszítőkábel alkalmazása itt azért is célszerű, mert könnyebb elhelyezni a sűrű vasalás között és részt vesz a szerkezet tolás közbeni erőjátékban. A csőr és a vb. szekrény homloklapján keletkező nyíróerőt a szerelőcsőrrel betonba nyúló nyírófog adja át.

A csőr konzolos elejének számított lehajlása abban a helyzetében, amikor eléri a következő támaszt, $\Delta e \sim 8$ cm. A csőr elején lévő hidraulikával lehet ezt a lehajlást kiemelni, majd ezt követően a csőr az eredeti szinten haladhat tovább. (A szerelőcsőr kialakítása az 5. ábrán.)

A „C” hídnál alkalmazott acélszerkezetű szerelőcsőr

ugyancsak 32,00 m hosszú, azonos szerkezeti kialakítású, mint az „A” hídé. A szekrénytengely $R=2\ 400$ m sugara miatt a csőr szerelési egységei az ívet követő sokszögvonalba lettek beállítva. Ezzel a kialakítással a szerelőcsőr szakaszán is működtethető már az oldalvezetés, ill. a csőr főtartója nem végez az érintőre merőleges csúszásokat.

Az „A” és „C” hidakat a hídfők felől toljuk előre a „B” monolit híd irányába. Az igen szűk határidő szorítása miatt a monolit hídnak akkorra már készen kell lennie, amikor a két betolt híd megérkezik a közös pillérekre (KP17; KP19). Az utolsó szélső nyílásokban ezért egy – egy segédjárom beépítése szükséges. A jármók a közös pillérektől 16,00 m-re lesznek felállítva. A jármokon túlnyúló szerelőcsőr elemek előretolás közben fokozatosan leszerelhetők. A csőr leghosszabb eleme 15,00 m, így nem ütköznek bele a már kész monolit szerkezetbe. Az utolsó 16,00 m betolásánál a szekrénytartó konzolos állapotából keletkező nyomatékot a szerkezet elviseli,

II. Völgyhíd

II. Völgyhíd felszerkezetének rendszere azonos a nagyhíddal.

– „D” hídszakasz jellemző adatai

a szekrénytartó tengelye egyenes

a pálya emelkedése egyenletes 12‰

a híd hossza $L = 200,00$ m

elemhosszak 8,90 + 13,50 + 7x22,50 + 20,10 m

elemek száma: 10 db

a felszerkezet teljes tömege: $\Sigma G = 4100$ t

A felszerkezet teljesen azonos a I. völgyhíddal, de a gyártótér helye, és az előretolási megoldás eltérő.

A gyártótér elhelyezése a hídfő mögött igen nagy földmunkával járt volna, ezért azt az első nyílásban alakítottuk ki. A gyártópad acélszerkezete acéljármokon támaszkodik.



5. ábra. Szerelőcsőr az „A” híd elején

Az előretoláshoz itt kisebb kapacitású ún. fogasléces tolósajtót alkalmazunk.

A fogasléces sín be lett építve a gyártópad alsó zsaluzatába. A tolósajtó pedig a kész elem hátsó homloklapjára támaszkodva tolja ki a gyártópadból a kész hídszakaszt. Előretolás után a fogasléces tolósínt zsaluzólemezekkel lefedjük. A következő elem majd ezeken a zsalulemezeken csúszik ki a padból.

Ennek a módszernek az az előnye, hogy az elkészült szerkezeti részt nem kell felszakítani, illetve kiemelni a zsaluzatból, hanem a gyártás szintjén csúszik az előre.

A fogasléces tolósajtó 2×100 t vízszintes tolóerőt képes kifejteni. A tolóerő igény számításánál figyelembe vettük a 12%-os emelkedőt, valamint azt a tényt, hogy az utolsó szakasz (zöm) a végleges helyén készül. A szükséges tolóerő 160 t értékre adódott.

A fogasléces tolósajtó működése a következő. A fogasléces tolósínen a fogak távolsága 450 mm. A szerkezet hátlapjához rögzített tolóhidraulika egy papucs segítségével kapaszkodik a fogakba. Előretoláskor a rögzített papucsra támaszkodva tolja előre a szerkezetet, majd a lökethossz kimerülése után a papucsot maga után húzza, mindaddig, amíg a papucs be nem akad a következő fogba. Ekkor kezdődhet a következő tolási lépés.

Fix támaszok

A völgyhidak szokatlan méretei szokatlan megoldásokat igényelnek, például a fix támasz kialakításánál is. A hídszerkezet alá beépített teflonbetétes fazéksaruk fix saruként kialakított elemei függőleges reakcióerő 7%-át képesek felvenni. Ennél a szerkezetnél a reakcióerő 2×11500 kN, ennek 7%-a 1610 kN. A hídon előírt fékezőerő viszont ennél lényegesen nagyobb; 6000 kN. Ezt a vízszintes erőt külön acélszerkezettel kell felvenni és átadni az alépítménynek.

Fix támasznak az „A” hídnál az „FP8” és „FP9” pilléret jelöltük ki. A teljes fékezőerő megoszlik a két szerkezet között. A fix támaszok méretezésénél figyelembe vettük még a fékezőerőn kívül a hőmozgásból adódó többleterőt is.

A fix támasz acélszerkezete pillérenként két db függőleges acéltartóból áll. A tartókat a pillér szerkezeti gerendájába mereven be kell fogni. A merev befogást a szerkezeti gerendába bebetonozott acélkeretek biztosítják. A felszerkezet alsó lemezében kihagyott lyukakba ezek a tartók felnyúlnak, és a felszerkezet megfelelő pozíciójában ahhoz be lesznek ékelve. Az ékelés merev kialakítását 1 cm vastag gumilemez beépítésével tudjuk rugalmasabbá tenni. Az ékelést fix támaszonként 2×2 db csavarorsós ékkel oldjuk meg.

A fix támasz acélszerkezete mellett viszont a fazéksaruk nem lehetnek fixek. A reakcióerőket átadó fazék-

saruk az „FP8” és „FP9” fix támaszokon mozgó saruk, ezáltal lehetővé válik a szerkezet hosszirányú beszabályozása, amit a későbbiek során tetszőleges időpontban meg lehet ismételni. (6. ábra)



6. ábra. Fix támasz helye a H01 hídfőben

Összefoglalás

A I. jelű völgyhíd 1400,00 m-es hosszával Közép-Európa leghosszabb feszített vasbeton felszerkezetű vasúti hídja. A vb. felszerkezet állandó keresztmetszetű szekrénytartó. A teljes völgyhíd három szakaszban készül el, két hosszú szakasza („A” híd hossza 704,00 m, „C” híd hossza 614,00 m) szakaszos előretolások technológiával készül, aminek segéd szerkezetei: gyártótér, emelő-toló hidraulika, teflon csúszató saruk, szerelőcsőr, oldalvezetés, ideiglenes jármok.

Az előretolt felszerkezeti elemeket mindig egy helyen, a gyártópadban készítjük. Ez a gyártási technológia igen nagy geometriai pontosságot biztosít az egész felszerkezetnél.

Az előretolás teflonbetétes csúszató sarukon történik, az elemgyártások ütemében, szakaszosan. Az előretolást emelő-toló sajtókkal végezzük. A toló-berendezéseket hidanként két-két pilléren helyeztük el.

A felszerkezetet előrehaladás közben oldalvezető görgőkkel tartjuk tengelyirányban.

A felszerkezet igénybevételeinek csökkentésére acél szerelőcsőr kerül a híd elejére, amit az utolsó nyílásban le kell szerelni.

Az utolsó nyílásban lévő ideiglenes járom csak a szerelőcsőr fokozatos leszerelése miatt szükséges.

A szakaszos előretolások technológia teszi lehetővé azt, hogy a tervezett feszített vasbeton felszerkezetek határidőre, jó minőségben, minden érintett fél megelégedésére elkészüljenek.

A II. völgyhíd csupán 200,00 m hosszú, de a kivitelezési technológiát vizsgálva minden tekintetben hasonlóan készül, mint a nagyhíd.



KOLOZSI GYULA
okl. mérnök,
szerkezetépítő szakmérnök
UTIBER Kft. Híd Beruházási
Főmérnökségének vezetője

Magyarországot Szlovéniával összekötő vasútvonal völgyhídjai

Mérnöki feladatok az alagút és völgyhíd építésénél

1. A MÁV Rt. Fejlesztési és Beruházási Főosztálya a magyar–szlovén vasútvonal 3–4–5 zónáira – tekintettel az azokon belül megvalósítandó nagy műtárgyakra – a Kiemelt Projektiroda feladatainak teljes körű ellátása érdekében úgy döntött, hogy külső szervezeteket kér fel, és azt felruházta a Mérnök Lebonyolító jogaival.

A megbízási szerződés aláírásakor a 4. zónában („alagút” zóna) már a versenyeztetés folyamatban volt, a 3. és 5. zónában („völgyhidak” zónái) az Ajánlati Dokumentáció készítése időszakában tartott a projektvezetés.

A Mérnök Lebonyolító szerződésben jól körülhatárolt feladatok három csoportba sorolhatók:

a) feladatok a kivitelezés megkezdéséig:

- a folyó tervezetési munkák figyelemmel kísérése,
- tenderdokumentáció véglegesítése (a 4. zónára vonatkozóan),
- tenderdokumentáció elkészítése (3. és 5. zónára vonatkozóan),
- részvétel a vállalkozói versenytárgyalás lebonyolításában (értékelési útmutató, bontásértékelés, szerződés előkészítés),
- meglévő engedélyek áttanulmányozása, szükséges kiegészítések.

b) feladatok a kivitelezés időszakában:

- közreműködés a munkaterület átadás-átvételében,
- kitűzési alappont hálózat ellenőrzése,
- kisajátítás ellenőrzése,
- szállítási útvonalakkal kapcsolatos szervezés,
- keverők, laboratóriumok ellenőrzése,
- vállalkozói ütemtervek egyeztetése,
- konzultáció a folyó kiviteli tervezési munkák során,
- mintavételi minősítési tervek egyeztetése,
- technológiai leírások egyeztetése,

- folyamatos műszaki ellenőrzés biztosítása,
- pénzügyi-műszaki programfigyelés,
- beépítésre kerülő anyagok minőségellenőrzése,
- elkészült részépítmények folyamatos mérésrel történő ellenőrzése (alagút deformációk vagy alépítmények süllyedése, billenése, tolás közben),
- az építési munkák környezeti hatásainak folyamatos ellenőrzése, kiemelt szempont a fokozott környezetvédelmi előírások betartása,
- részvétel a helyi kooperációs egyeztetéseken,
- vállalkozói teljesítések felmérése, elfogadása,
- közreműködés az elkészülő létesítmények műszaki átadás-átvételében, használatbavételi eljárásában,
- a megvalósulási tervek készíttetése.

c) feladatok a használatbavételt követően:

- végső elszámolások, aktiválások,
- szavatossági ügyek,
- 1 éves utófelülvizsgálat,
- esetleges peres ügyek.

Amint látható a Mérnök Lebonyolító a hasonló beruházásoknál megszokott feladatsor minden elemében közreműködött. A teljesség igénye nélkül szabadjon néhány részletet kiemelni, különösen azokat, amelyek a vasbetonépítéssel kapcsolatos kérdéseket is tartalmazzanak.

• Tenderkiértékelés

A MÁV Rt. a völgyhidakra 3 változat engedélyezési terveit dolgoztatta ki, egy szakaszosan előretolt feszített vasbeton és két – néhány főbb méretben eltérő –, acél ösvér felszerkezetre. Az eltérő kivitelezési, majd később üzemeltetési-fenntartási sajátosságokat már a vállalkozói ajánlatok kiértékelése során figyelembe kellett

venni. A több száz méter hosszában folytatólagosan több támaszú vasbeton szerkezet más fenntartási-üzemeltetési feladatokat kíván meg és más gyakorisággal, mint egy rövidebb szakaszokon dilatált acél főtartóval épülő híd felszerkezete.

Az eltérő sajátosságokat szakértői csoport meghatározta (fenntartási feladatok, azok gyakorisága), és az ajánlatok műszaki tartalmához igazított mennyiségekkel eltérő típusú saruk, szigetelések, korrózióvédelmi rendszereknek megfelelően és az ajánlatok nettó jelentéktű áraiból a konkrét jövőben várható fenntartási költségek figyelembevételével meghatározható volt minden ajánlatra az összehasonlító ár. Ezen árak alapján az egyes esetekben igencsak eltérő műszaki-pénzügyi ajánlatok korrekt összehasonlítása és egységes szemléletű pontozása megvalósítható volt

Folyamatos, többműszakos munkarend

A kivitelezők a rendkívül rövid megvalósítási időszakra kötötték szerződést. A völgyhidak esetében a szerződéskötés és forgalomba helyezés között 18 hónap van, melyből a felvonulás, kiviteli tervek készítése mintegy 2 hónapot, a vasúti pálya és biztosítóberendezési munkákra csak 12 hónap marad.

A rövid építési időtartam, amely nagyfokú szervezettséget, folyamatos többműszakos munkarendet követel meg. Ennek az alapkövetelménynek kellett megfelelnie a munkálatokat ellenőrző műszaki ellenőröknek is. Az elvárásoknak megfelelően téliesített gyártóhelyek berendezése, kiszolgálása, a mozgatható zárt gyártótér is hozzájárult a szakaszosan előretolt vasbeton szerkezet szakszerű kivitelezéséhez.

A kezdeti kisebb zökkenők után nagyon gyorsan sikerült a heti gyártási – előretolási – ciklust megvalósítani a kemény tél ellenére is. A műszaki ellenőrök a nap minden órájában a helyszínen voltak, és ellenőrizték a kora reggeli feszítéseket, előretolásokat, ugyanúgy mint a gyakran éjszakába húzódo betonozásokat.

Fokozott koordinációs tevékenység, kiemelt szakmai ellenőrzés

A projektvezetés már a kivitelezési munkák megkezdése előtt heti koordinációs tervet dolgozott ki, melynek betartását szigorúan megkövetelte. A heti két helyszíni koordináció (zóna és vezetői) jól szolgálják a gyors és hatékony problémakezelést.

A KHVM Vasúti Főosztály felkérése alapján a munkák minden fázisában (a versenyeztetéstől a kivitelezés részleteig) jelen van a konzultáns Mérnök szakértője, aki havi- és eseti jelentéseiben részletesen elemzi a megvalósítás műszaki-szervezési folyamatait. A szakértői jelentések javaslatai visszacsatolásra kerültek, és a

Mérnök munkáját segítve hozzájárulnak a kivitelezés jó minőségében, határidőre történő megvalósításához.

Telepített betonüzemek

A mintegy 4 km hosszú 3–4–5 zónát magába foglaló völgyhíd–alagút–völgyhíd műtárgysorozat kiszolgálására két számítógép vezérelt betonkeverő települt. A két keverő eltérő alvállalkozói szerződések alapján kapott megbízást (az egyik a völgyhidak, a másik az alagút építéséhez). A kezdeti nehézségek után sikerült olyan megállapodást létrehozni, amely szerint a két betongyár szükség esetén helyettesítheti egymást.

A két eltérő munkahelyen (alagút, illetve völgyhidak) az alábbi betonok kerülnek beépítésre:

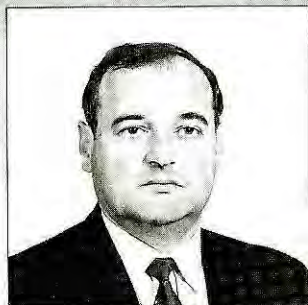
| Völgyhidak | Beton | | Cement | | v/c |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------|
| | mennyisége m ³ | minősége | jele | kg/m ³ | |
| Fürt cölöpök | 4052 | C16-32/f | CEM II/A-S 42,5 | 400 | 0,55 |
| Cölöp fejgerenda | 2894 | C20-24/kk, vz4 | CEM I 42,5 | 250 | 0,50 |
| Felmenőfal, szerk. gerenda | 2737 | C25-24/kk, vz4, f50 | CEM I 42,5 | 380 | 0,40 |
| Felszerkezet | 12824 | C35-24/kk, vz4, f50 | CEM I 42,5 | 420 | 0,36 |

| Alagút | Beton | | Cement | | v/c |
|-----------|---------------------------|-----------|--------------------|-------------------|------|
| | mennyisége m ³ | minősége | jele | kg/m ³ | |
| Lötbeton | 1940 | C20-8/kk | CEM II/B-S 32,5 | 360 | 0,51 |
| Talp | 2100 | C20-32/kk | CEM II/A-S 42,5 | 270 | 0,63 |
| Belső héj | 3410 | C20-32/k | CEM II/B-S 32,5 | 300 | 0,57 |

A keverékek elfogadását próbakeverések előzték meg. A betonminőség vizsgálata a gyártóhelyen és a beépítés helyszínén vett minták alapján történik, az előzetesen elfogadott Mintavételi, Minősítési Terv alapján.

Hivatkozások:

- Jóváhagyott betonkeverékek, Mintavételi és Minőség-tanúsítási Terv – völgyhidak építése (1999).
 Betontechnológiai és Minősítésellenőrzési Utasítás – alagútépítés (1999).
 Vörös J. (1999), „A magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai – 1. A beruházás előkészítése”, VASBETON-ÉPÍTÉS 99/4, pp 95–99.
 Wellner P. Michalek T. (2000), „A magyar–szlovén vasútvonal völgyhídjai – 2. A hídszerkezet ismertetése”, VASBETONÉPÍTÉS 00/1, pp 20–25.



DR. HALÁSZ JÓZSEF
mérnök főtanácsos
MÁV Rt. PMSZ.

Az előző konferencia ajánlásainak értékelése

Az *első* vasúti hídász találkozó 1993-ban Szegeden került megrendezésre hagyományteremtő szándékkal. A találkozó iránt megnyilvánuló érdeklődés azt tanúsította, hogy a szakma szempontjából fontos és hiányt pótló volt a rendezvény, így folytatásának szükségessége vitathatatlan volt.

A hídszolgálat helyzetét és feladatait bemutató előadásokon kívül – amely minden további találkozónak is programja volt – a résztvevők megismerkedtek a hidak karbantartásának, vizsgálatának legújabb módszereivel, új anyagok szerkezeti elemek alkalmazási lehetőségeivel, a szakterülethez kapcsolódó tevékenységek során szerzett tapasztalatokkal.

A *második* 1995-ben Balatonbogláron tartott találkozó tematikája döntően a korrózió elleni védelemhez kapcsolódott. Több előadás foglalkozott a vasbeton és acél hídszerkezetek korrózió elleni védelmével, a korróziós károk felszámolásával, az alkalmazható anyagokkal.

A másik, a találkozó által érintett téma a hegesztett hidak építését és fáradási problémáit tárgyalta.

A harmadik hídász találkozó rendezői között megjelent a Vasúti Hidak Alapítvány is. A találkozón a korróziós problémák ismét a témák jelentős részét adták, de a Budapest–Hegyeshalom vonal átépítéséhez kapcsolódó hídmunkákról és nagyfolyami vasúti hídjainkról is több előadás szólt.

A harmadik hídász találkozó fogadott el először ajánlásokat.

Az ajánlások a Vasúti Hidak Alapítványnak és a MÁV Rt. Vezérigazgatóságnak szóltak.

1. Ajánlás:

A harmadik hídszótalálkozó sikere jelezte, hogy a Vasúti Hidak Alapítvány célkitűzései jól szolgálják a szakma fejlődését, a szakemberek ismereteinek gyarapítását, szakmai és emberi kapcsolatainak kialakulását.

Javasoljuk, hogy az Alapítvány a jövőben is következetesen munkálkodjon célkitűzéseinek megvalósítá-

sán, legyen a szakterület műhelye. Kiadványai között preferálja a tudományos értékű munkák megjelenését.

A Tervezői Nívódíj pályázat, diplomatervezési pályázat, fotópályázat, a nemzetközi konferenciákon történő részvétel támogatása igazolja, hogy az alapítvány következetesen munkálkodik céljainak megvalósításán. A tudományos értékű munkák támogatásában kiveszi részét, példa erre a szakmai folyóiratok, szakkönyv kiadások támogatása, számos megjelent szakcikk és tanulmány. A Sínek Világa a találkozó óta megjelent csaknem minden számában található hídász témájú írás. A folyóiratban az eltelt időszakban összesen 19 cikk jelent meg. A megjelent cikkek a szakma széles skáláját érintik. Az új VHSz helyzetéről, az elkövetkezendő időszak feladatairól, az átdolgozás jogi, szakmai alapjairól szóló cikkekön kívül új szerkezeti megoldásokról is kaptunk tájékoztatást, pl. vb. alj alkalmazása hídfa helyett.

Ismertetés jelent meg az új szlovén vasúti kapcsolat völgyhídjainak terv változatairól, a megépítendő szerkezet kiválasztásának előkészületeiről, szempontjairól. Megismerhettük a rokon szakterület, a közúti hídmérnöki konferencia eseményeit.

A nem kifejezetten hídász témájú cikkek is – pl. a jubiláló vonalak bemutatása – sokszor részletesen tartalmaztak hídász témákat.

Külön kell megemlékeznünk arról, hogy a Sínek Világa 1998. évi 2. különszáma tetszetős kivitelben közölte a III. Vasúti Hídász Találkozó teljes anyagát.

2. Ajánlás:

A vasúti hidak a pálya más elemeivel azonos fontosságú részei, melyeknek az egyenszilárdság elve szerint azonos követelményeket kell kielégíteniük. Korszerűsítés, pálya rehabilitáció, felújítás során a műtárgyak is kapják meg azt a figyelmet és lehetőséget, amit a pálya számára biztosítanak.

A pályarehabilitációs munkákkal kapcsolatban részletesen számba vettük azokat a feladatokat, amelyek elvégzése a hidaknál feltétlenül indokolt. Az erre vonatko-

zó rendelkezés 1999-ben kiadásra került. A 39/1999. (MÁV Ért. 13.) PHM Ig. sz. Utasítás a rehabilitáció fogalmának meghatározásáról részletesen leírja az elvégzendő hídmunkákat is. Ezek a munkák az eredeti funkció helyreállítását célozzák, amelyek legalább 10 évre biztosítják, hogy a pályában fekvő műtárgyak a pályával azonos paraméterekkel szolgálják a közlekedés feltételeit. (Tengelyterhelési és sebességkorlátozások megszüntetése, hídvizsgálati hiányosságok felszámolása, szigetelés javítás, pótlás, korrózió elleni védelem híd tartozékok javítása, pótlása stb.).

Sajnos azonban a híd különleges pontja a pályának, rehabilitációs felújítása nem automatizálható, gépesíthető olyan mértékben, mint a pályaeépítés, így attól eltérően részletes terv, nagyobb vágányzári igény és a vagyoneértékhez arányosan nagyobb költség szükséges a folyópályához képest, ezért a továbbiakban is szükséges a kiadott rendelkezés következetes végrehajtása.

3. Ajánlás:

A hidak ellenőrzése és vizsgálata a felügyeleti tevékenység elfogadott módszere, amellyel a hidak állapotváltozása nyomon követhető, a beavatkozás szükségesége felfedezhető.

Javasoljuk, hogy a felügyeleti tevékenységben kapjanak nagyobb lehetőséget az olyan új vizsgálati módszerek, amelyek a szerkezetek feszültség állapotára, méret változásaira, anyagjellemzőire adnak egzakt jellemzőket. A műtárgyak állapotának megítélése a teljes hálózaton egységes szemlélet alapján történjen, a felügyeleti tevékenységben résztvevő, különböző szervezetek feladat és hatáskörének meghatározásával. A felügyeleti tevékenység enyhítését eredményező változásokat elkerülendőnek tartjuk.

A hídgazdálkodási rendszer továbbfejlesztésével megteremtettük annak a lehetőségét, hogy a hídvizsgálatok megállapításai kézi számítógép segítségével digitális adathordozón kerüljenek rögzítésre. A kidolgozott minősítési rendszer a méretváltozásokból egzakt adatokat szolgáltat. A mért és rögzített adatokat hibahatárokhoz rendelt intézkedésekhez (tengelysúly vagy sebességkorlátozás, kijavítási időpont stb.) kapcsolja. A rendszer segítségével objektív képet kapunk a teljes vonalhálózat valamennyi hídjáról, tetszőleges lekérdezési szempontok alapján.

A fejlesztés alatt álló költségszámítási program segítségével a költségtervezés automatizálható, illetve a szükséges korlátozások objektív módon meghatározhatók.

4. Ajánlás:

A műtárgyak karbantartása terén többéves elmaradás halmozódott fel. Ezek káros következményei évek múlva jelentkeznek érzékelhetően. E nemkívánatos jelenség elkerülése érdekében javasoljuk a karbantartások elmaradásának csökkentését, elsősorban a beton és acélkorróziós folyamatok fékezését, új tartósabb védő-

rétegek felhasználásával referenciával rendelkező kivitelezők alkalmazásával. Szükségesnek tartjuk a szakszerű ellenőrzés fokozását. A karbantartás területén anyagi források hiányában nem tudtuk teljesíteni célkitűzéseinket. 1995-től a karbantartási költségkeretből a hídszolgálat részesedése évről évre csökken, így a PHMSZ összes keretén belül 10%-ról 4%-ra mérséklődött, ennek következtében karbantartási elmaradásaink növekedtek. Felkészültünk azonban a korszerű technológiák kiválasztásával, a prioritáshoz elengedhetetlen állapotfelméréssel arra, hogy a források növekedése esetén az elmaradás mérsékelhető legyen.

5. Ajánlás:

Javasoljuk a meglévő mintatervek felülvizsgálatát, szükség szerint korszerűsítését.

A mintatervek felülvizsgálata megtörtént, a részletes kidolgozás folyamatban van.

6. Ajánlás:

Javasoljuk a szabályzatok kiegészítését a hegesztett és az NF csavaros szerkezetekre is.

A hídszabályzat átdolgozása nem történt meg, de előkészületei elkezdődtek a hídgazdálkodási rendszer kidolgozásánál, a szerkezetek vizsgálatára részletes szabályozás készült.

7. Ajánlás:

A szakma jövőbeni gondjainak elkerülése érdekében javasoljuk a szakemberképzés és továbbképzés intézményesített megoldását.

Az évenkénti csaknem egyhetes továbbképzéssel, időnkénti vizsgáztatással a továbbképzés megtörtént. Meg kell azonban említeni, hogy a pályás alapképzett-ségű hidászok szakmérnöki, szaküzemmérnöki képzését nem tudtuk megoldani.

Hasznos dolog, hogy a szakma művelői, tervezők, kivitelezők, üzemeltetők a hatóságok képviselői egymással tapasztalataikat kicserélhetik. A találkozókat értékét növeli hogy külföldi vendégek, hazai egyetemek, főiskolák, kutató szervezetek, vállalkozók színesítik részvételükkel, előadásaikkal a programot, megismer-tetve a résztvevőket munkájuk legújabb eredményeivel.

A rendelkezésre álló forrásokból a szakma valamennyi és indokolt fejlesztési, állagmegóvási igénye nem finanszírozható. Az ilyen típusú rendezvények a felelős döntést hozó vezetés számára segítséget tudnak adni ajánlásaikkal, a prioritásokra tett javaslataikkal.

A résztvevők tudása, szellemi tőkéje és a különböző munkaterületeken dolgozó kollégák összefogása, együttműködése lehet az a többlet, amely a hiányzó feltételek kedvezőtlen hatásait mérsékelni tudja.

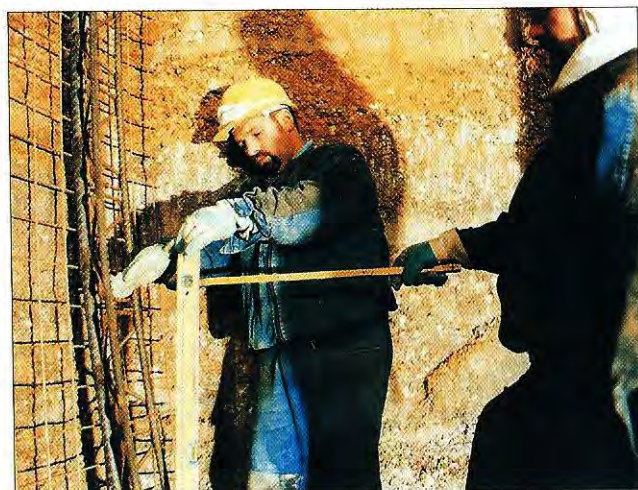
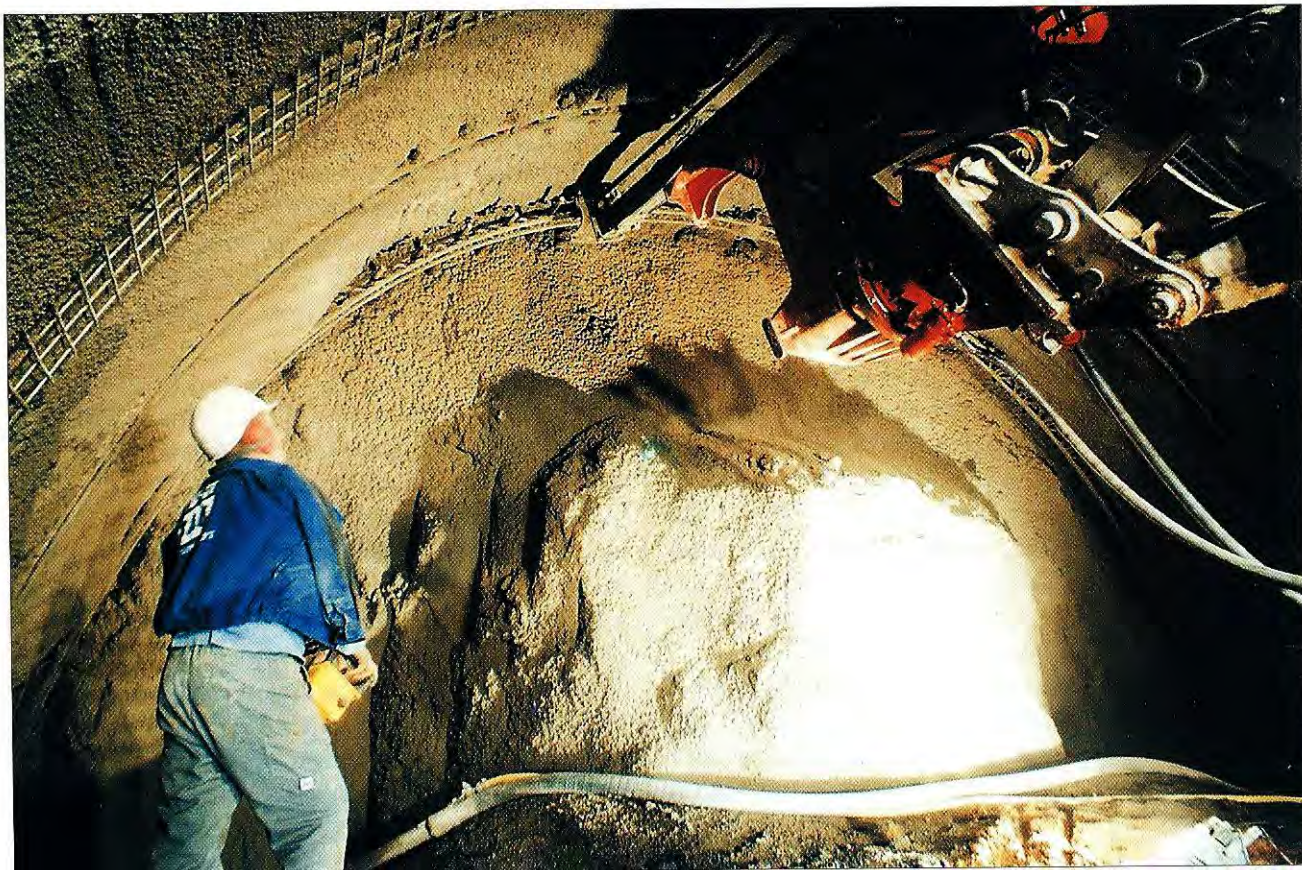
Ezekkel a gondolatokkal készülünk a *IV. Vasúti Hídász Találkozóra*, bízva az eddigi rendezvények sikeres folytatásában és remélve, hogy 1993-ban valóban hagyományt teremtő dolog született.

Rövid hírek

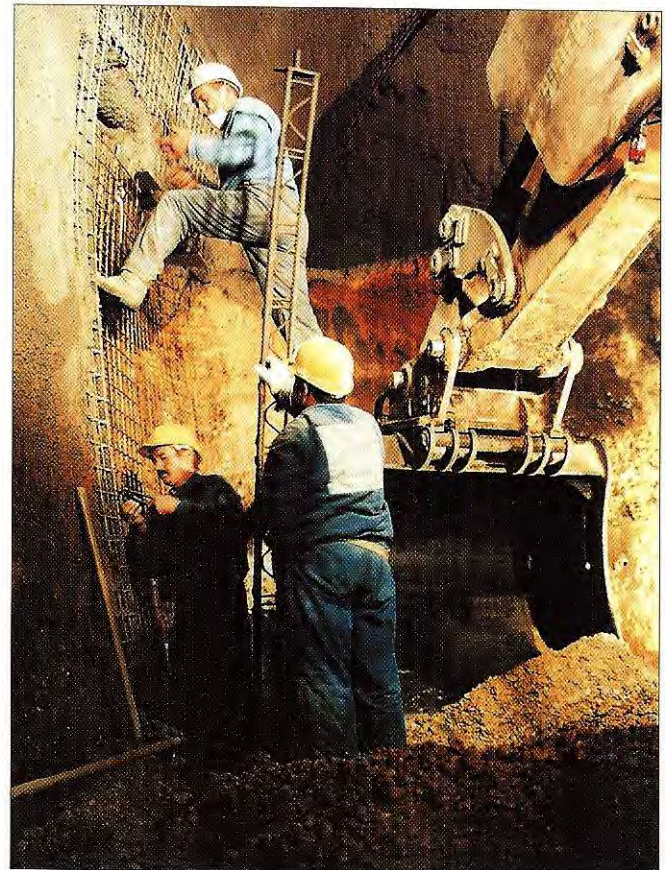
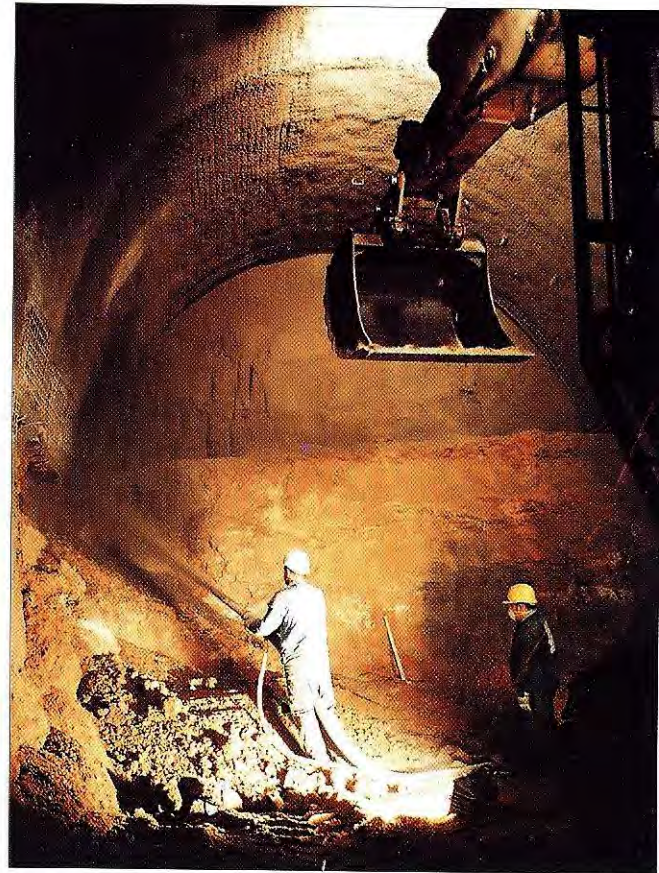
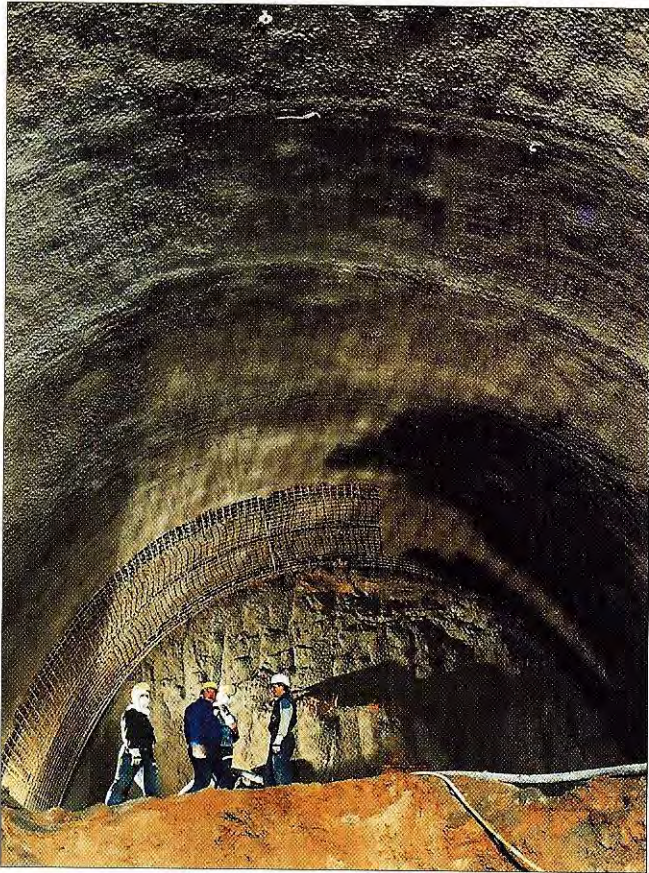
A Párizs-London-Brüsszel nagysebességű vasút legjelentősebb építménye az Arbre falu mellett épület völgyhíd. A völgyhíd építésknél számos műszaki újdonságot valósítottak meg, melynek gazdasági kihatása jelentős. A 300 km/h sebességű szakasz közlekedési és gazdaságossági mérlegét vizsgálja az üzembe helyezés óta eltelt két év vonatkozásában Detand H. Conchard I. cikke, melynek címe: Der Viadukt von Arbre. Ein neues Konzept für die Hochgeschwindigkeit. (Schiene Welt 30. k. 12. sz. 1999 p. 26–29. á. 6.)

Szeizmikus ellenállás mérése nyitott felsőpályás acélhídon. Measuring seismic resistance on an open-deck steel bridge (Otter, D. E., Joy, R. Railw. track. struct. 95. k. 11. sz. 1999. p. 13–16. á. 4 t. 1 h. 2.)

A vizsgálatok azt mutatják, hogy a nyitott hídtámközők ellenállhatnak a földrengések alkalmával várt mozgásoknak. A nyitott felsőpályás hidaknál fellépő oldalirányú erők legújabb mérési eredményei szerint az ilyen vizsgálati módszerek jól használhatók a földrengések hatásának elemzésére is. A mérések során egy nyitott felsőpályás acélhidat oldalirányú és longitudinális erőhatásokkal vették igénybe, s mérték a keletkező mozgásokat, deformációkat.



Képek a Ballahegyi alagút építéséről



Ára: 200,- Ft



Az épülő völgyhíd íves szakasza

