LÁNCHÍD FÜZETEK 7.

48.
HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA
ELŐADÁSAINAK GYŰJTEMÉNYE

KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉSI
KOORDINÁCIÓS
KÖZPONT

Lánchíd füzetek 7.

48. HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA ELŐADÁSAINAK GYŰJTEMÉNYE

Szerkesztette:
Kara Katalin

ISSN 1787-257X

A Lánchíd füzetek szakmai kiadványsorozat helyet kíván biztosítani a hidász szakma tematikus és alkalmi kiadványaihoz. Sorozatszerkesztő Hajós Bence. Eddig megjelent korábbi kötetek:

Lánchíd füzetek 1. Közúti hidász almanach 2004
Lánchíd füzetek 2. Közúti hidász almanach 2005
Lánchíd füzetek 3. Zsámboki Gábor: Acélszerkezetű közúti hidak építése hazánkban 1945-1969 között
Lánchíd füzetek 4. Köszöntés dr. Träger Herbert 80. születésnapja alkalmából
Lánchíd füzetek 5. Közúti hidász almanach 2006
Lánchíd füzetek 6. Páll Gábor: A budapesti Duna-hidak története

A megjelent Lánchíd füzetek megrendelhetőek a kiadó címén.

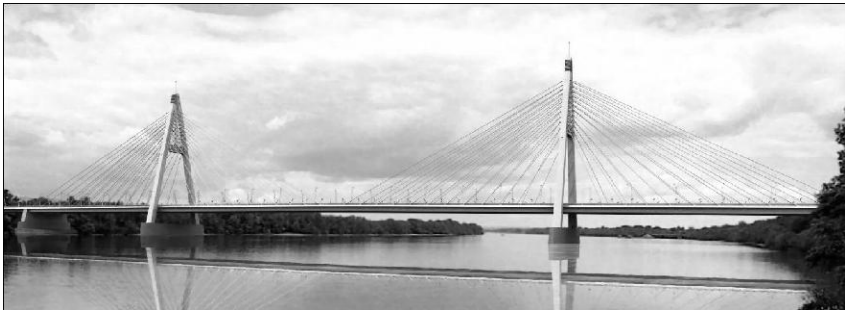
A címlapon a Széchenyi lánchíd építését megelőzően készített metszet szerepel, amelyet Széchenyi István készíttetett az országos küldöttség számára, valamint levélpapírra fejlécnek saját célra és a Lánchíd Részvénytársaság részére.

Megjelent 2007-ben, a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ,
Híd Önálló Osztály gondozásában,
a 48. Hídmérnöki Konferencia alkalmából.

Felelős kiadó:
Első Lánchíd Bt.
4235 Biri Vörös Hs. 103.
Készült a Start Rehabilitációs Vállalat és Intézményei
Nyírségi Nyomda Üzemében – 2007 – xxxx
Felelős vezető: Balogh Zoltán vezérigazgató

TARTALOMJEGYZÉK

Sitku László: Hidak a magyar-szlovák határon – 3. Hídműhely Szimpózium összefoglaló 5
Dr. Kósza Péter: Aktuális közúti hídépítés Németországban 11
Ürmössy Ákos: Tehermentesítő úti tervelőzmények 29
Németh Ferenc – Kovács Tamás: Hidak és támfalak Salgótarjánban 36
Kenyeres István: „Városképi illeszkedés” 65
Ádám Miklós: Salgó úti híd építése 71
Szász András: Móricz Zsigmond úti felüljáró építése 77
Simonné Fülöp Georgina: A vasúti híd építése 83
Tárczy László: Műszaki ellenőrzés tapasztalatai 88
Tarány Gábor: Hídkorlát rendszerek, azok dilatációs megoldásai 92
Szautner Csaba: MAPECRETE – A repedésmentes beton technológiája 100
Asztalos István: PCE-bázisú adalékszerek – új betontechnológiai lehetőségek 108
Braunmüller Zoltán: Új generációs hullámacél hídszerkezetek 117
Bedics Antal: FI-150/44.80 hídgerenda tervezése, gyártása, alkalmazása 122
Takács László – Kiss Attila: Budapesti északi vasúti Duna-híd rekonstrukciója 129
Nagy Zsolt, Bácskai Endréné, Rétháti Kálmán, Földes Árpád, Kovács László, Szatmári Gábor: A Szabadság híd felújítása 139
Dr. Seidl Ágoston: Anti-graffiti bevonatok 143
Erik MELLIER – BORBÁS Máté: Ferdekábeles és extradossed hidak kábelei 153
Pusztai Pál: M0 Északi Duna híd – Ártéri hidak felszerkezete 160
Dr. Kisbán Sándor: M0 Északi Duna híd – Ferdekábeles Nagy Duna-ág híd 168
Skultéty Ádám: M0 Északi Duna híd – Nagy-Dunaág-híd pilonja 177
Mátyássy László: Feszített vasbeton hidak acél trapézlemel gerinccel – Tanulmányút japánban 186



Az M0 autóút Északi (Megyeri) hídjának látványtervei, CÉH Zrt.

3. HÍDMŰHELY SZIMPÓZIUM

„Hidak a magyar-szlovák határon”

Sitku László főmérnök,

Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ

A *Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ* (3K), a szlovák szakmai társszervezet *Slovenská Správa Ciest* (SSC) és a *Magyar Közút Kht.* szervezte meg ezt a hasznos, tanulságos rendezvényt, amely a hídműhely szimpóziumok sorában a harmadik volt.

Első alkalommal 2004-ben Cigándon és Sárospatakon, 2005-ben Esztergomban és Párkányban volt ez a műhely jellegű szakmai találkozó, amely kisebb résztvevői létszám mellett mindig egy-egy kijelölt téma köré szervezett előadásoknak és hozzászólásoknak, kérdéseknek adott kiváló keretet.

A megnyitó *Eifert János* digiramájával kezdődött. Az elmúlt néhány év és a jelenleg is építés alatt lévő hídépítések fényképfelvételeiből összeállított zenés koreográfia méltó nyitánya volt a szimpóziumnak. Az *„Ami összeköt…”* című alkotás *Csécsei Pál, Gyukics Péter* és *Eifert János* fényképeiből

készült. A digirama elkészítését a 3. hídműhely főszponzora, a *Hídtechnika Kft.* támogatta.

A szervezők nevében először *Lipót Attila*, a *Hídtechnika Kft.* igazgatója köszöntötte a résztvevőket, s kívánt tartalmas tanácskozást, majd *dr. Csepi Lajos* a 3K vezérigazgatója köszöntötte a megjelenteket. Beszédében kiemelte az ilyen jellegű összejövetelek szakmai szerepét és fontosságát, egyben felhívta a figyelmet, hogy az épülő új hidak öröme mellé üröm is vegyül, mégpedig a sok teendő a meglévő rossz állapotú hídállománnyal.

Az előadások levezető elnöke *Kolozsi Gyula* (*Via Pontis Kft.,* ügyvezető) volt a szimpózium mindkét napján. Az előadások magyar és szlovák nyelvűek voltak szinkrontolmácsolással.

Első szakmai előadásában *Peter Barek*, a szlovák szakminisztérium közlekedéssel foglalkozó főosztályvezetője áttekintést adott a szlovák-magyar határhidakra vonatkozó megállapodásokról, szerződésekről. Kiemelten foglalkozott – több későbbi előadóhoz hasonlóan – az újjáépítésre váró Ipoly-hidakkal. 2008-ban a tervek szerint megszűnhet a két ország közötti vámvizsgálat (*Schengeni egyezmény*), ami lényegesen leegyszerűsíti új határátkelők megnyitását.

Javasolta, hogy a két elkészült építési tervvel rendelkező Ipoly-híd, Pöstény és Rárós megvalósítására kell az erőket összpontosítani.

Dr. Lányi Péter a magyar szakminisztérium részéről válasz előadásában a fejlesztésekre fordítható források várható alakulását elemezte. Beszédében ismertette a Zólyom – Dunaújváros gyorsforgalmi út folyamatban lévő nyomvonalvizsgálatainak szempontjait és problémáit.

Samuel Jelínek a szlovák állami útkezelő szervezet (SSC) főhidásza az aláírásra előkészített határhíd egyezmény szakmai tartalmát ismertette.

A határszakaszon lévő három nagy Duna-hídra (Vámosszabadi, Komárom, Esztergom) egyedi üzemeltetési előírásokat készítettek, míg a kisebb hidak üzemeltetését a két ország egymás között elosztotta.

Így szlovák üzemeltetésbe kerül:

- Pribenyik – Dámóc között csatorna feletti híd és áteresz,
- Velky Kamenec – Pácin közötti csatorna feletti híd,
- Slovenské Nové Mesto – Sátoraljaújhely között a Ronyva folyó feletti gyalogos híd
- Slovenské Darmoty – Balassagyarmat között az Ipoly folyó feletti híd

Magyar üzemeltetésbe kerül:

- Hídvégardó – Hostovice között a Bódva folyó felett
- Letkés – Salka között az Ipoly folyó felett
- Sátoraljaújhely – Slovenské Nové Mesto között a Ronyva folyó feletti közúti híd

Dr. Lapos József, a *pozsonyi műszaki egyetem Acélszerkezetek Tanszékétől* a gútai Kis-Duna-híd felújításáról tartott beszámolót. Az 1898-ban épített 70,7 m támaszközű, alsópályás, parabolikus felsőövű rácsos híd teherbírása az átépítés előtt 20 tonna volt. A pályaszerkezet-cserével és a szerkezet lokális erősítéseivel sikerült a súlykorlátozást a hídon megszüntetni. Az új pályalemez zórés vas jellegű idomacélokkal együttdolgozó, 3,0-14,7 cm vastag vasbetonlemez.

A kávészünet utáni előadásfolyam a Komárom – Komárno közötti *Erzsébet Duna-híd* 2006. évi felújításáról szólt.

Lipót Attila a 115 éves híd történetét foglalta össze, *Karkus János* (*Via Pontis Kft.*) a felújítás előkészítéséről, a tenderdokumentáció összeállításáról beszélt. *Pálossy Miklós* (*Pont-Terv Zrt.*) a tervezők nevében tartott előadást az eszközölt javításokról és kisebb erősítésekről, átalakításokról.

Kovács László (*Hídtechnika Kft.*) a kivitelezés organizációjáról és a munkát hátráltató körülményekről szólt, végezetül *Szatmári Gábor* (*Via Pontis Kft.*) műszaki ellenőri szemszögből egészítette ki az elhangzottakat.

Az első nap szakmai programja aktív fórummal, kérdésekkel és válaszokkal zárult. A legtöbb kérdés az újjáépítendő Ipoly-hidakkal kapcsolatos volt, különös tekintettel azok finanszírozásának bizonytalan jövőjére.

A második nap első előadását *Horváth Adrián* (*Főmterv Zrt.*) tartotta meg *Az Ipoly-hidak történelmi áttekintése* címmel. A *Főmterv Zrt.* részletes vizsgálatokat készített az újjáépítésre váró Ipoly-hidakkal kapcsolatosan, kitérve azok gazdasági és közúthálózati jelentőségére. Az előadó mondanivalóját végezetül röviden összegezte: „Híd az élet”.

Sitku László (3K) a kivitelezéshez „startra kész” két Ipoly-hídról, a Nógrádszakál-Ráróspuszta és a Szécsény-Pető közötti műtárgyról tartott előadást. A tervek kielégítik mindkét ország műszaki előírásait, magyar oldalról az építési engedélyek jogerősek, szlovák oldalról az építési engedélyezés most van folyamatban.

A bemutatott fényképeken a jelen állapotot láthattuk: az Ipolyon három helyen kényszerből ácsolt deszka-ladik átkelőket, amelyekhez a jogi alapot a két belügyminiszter turisztikai célú megállapodása biztosítja, de csak a Schengeni megállapodásig.

Agócs Zoltán az Ipoly-hidak tervezéséről tartott összefoglalót. Rárósra a *Pont-Terv Zrt.* vezetésével háromnyílású vasbeton boltozott hídterv készült. Újkóvárra a 45+25 m nyílású rácsos acélhíd, míg Drégelypalánkra egy alsópályás, felső keresztkötéses acél ívhíd tervei készültek el a *Főmterv Zrt.* irányításával. Hugyagon az eredeti három nyílást egyetlen, 80 m támaszközű, alsópályás, felső keresztkötés nélküli ívhiddal tervezik elkészíteni (*Pont-Terv Zrt.*). Ipolypásztó esetében még több változatot

vizsgálnak a tervezők (ívhíd, ferdekábeles híd, rácsoshíd, tömör gerinclemezes szerkezet).

Gilyén Elemér (*Pont-Terv Zrt.*) részletesebben bemutatta a hugyagi, pösténypusztai és a rárósi híd tervezését.

A Pösténypusztára tervezett öszvérszerkezet négynyílású, 16,22 + 25,5 + 16,50 + 16,22 m támaszközökkel, a teljes híd hossza 75,1 m. Az egykori híres rárósi kőhíd emlékére tervezett, régi kőboltozat által ihletett 75,4 m hosszú vasbeton dongaboltozatos híd három tervezett nyílása rendre 20 + 25 + 20 m lesz.

Kávészünet után *Nagy László* (*Dopravoprojekt a.s.*) a meglévő három Duna-híd elégtelen forgalmi kapacitása kapcsán a jövő hídépítési feladatairól beszélt. Hangsúlyozta, hogy a határhidaknál megszűnő vámellenőrzés miatt fel kell készülni a súlykorlátozott hidak rendszeres szabálytalan túlterhelésére is. Komárom és Komárno városok, valamint a 3K megbízására a *Dopravoprojekt a.s.* és a *Pont-Terv Zrt.* közösen elkészítette az új korszerű komáromi Duna-híd terveit. Az aszimmetrikus, keresztmetszetileg külpontos „L” alakú pillérre függesztett ferdekábeles híd nyílás-beosztása 66 + 252 + 120 + 96 + 66 = 600 m lenne.

Mátyássy László (*Pont-Terv Zrt.*) a tervezett új Duna-híd tervezési lépéseiről, változatairól szólt, szerkezeti elemenként felvonultatva az előnyöket és hátrányokat (keresztmetszet, pályaszerkezet, kábelkép, pilonforma, nyílásarányok, folytatólagos kialakítás).

A szimpózium záró előadásában *dr. Tóth Ernő* (3K) a római kori hidak által számunkra üzent tanulságokról beszélt.

Előadásában bemutatta a 2600-2000 évvel ezelőtti mérnöki alkotásokat, amelyek méretükkel (36 m szabad nyílás), kialakításukkal és tartósságukkal ma is méltán megérdemlik az ismerést és elismerést.

A szimpózium fórummal zárult.

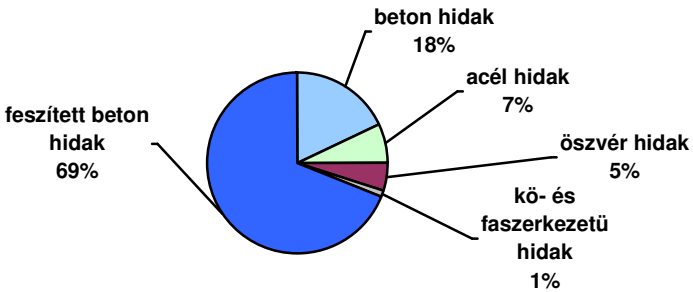
A rendezvénynek mintegy 100 regisztrált résztvevője volt, közöttük többen az Ipoly völgyében működő nem hidász, de a hídért tenni akaró szervezetek képviseletében. A tanácskozás kiváló alkalmat adott a találkozásra, szakmai konzultációra, elősegítve elsősorban az újjáépítésre váró Ipoly-hidakkal kapcsolatos érdemi előrelépést. Reméljük, a következő találkozón már beszámolók között szerepelhet legalább egy Ipoly-híd építése is.

Leonhardt, Andrä und Partner
Beratende Ingenieure VBI, GmbH

Aktuális közúti Hídépítés Németországban
Dr. Kósza Péter

1. Bevezetés

Németország autópálya és távolsági úthálózata az elmúlt 10 évben 4,2 millió m² hídfelülettel bővültek, a meglévő hídállomány összesen 27,84 millió m². Ebből a feszített betonhidak aránya 69 %, a beton hidaké 18 %, míg az acélszerkezetű hidak 7%-át, az öszvérszerkezetű hidak 5%-át teszik ki a teljes hídállománynak. A maradék 1%-on kő- és faszerkezetű hidak osztoznak *(1. ábra).*



1. ábra – Hídtípusok aránya

Ez a nagymértékű hídépítési tevékenység elsősorban az úgynevezett új szövetségi tartományok (a volt NDK) területén folyó autópálya-építési programokra vezethető vissza. A nyugatnémet tartományokban a német egyesülés keretében épült új autópályákon túl a meglévő úthálózat bővítése és régi, a

növekvő közúti terheknek már nem megfelelő hidak helyettesítése során valósultak meg új hídépítési projektek.

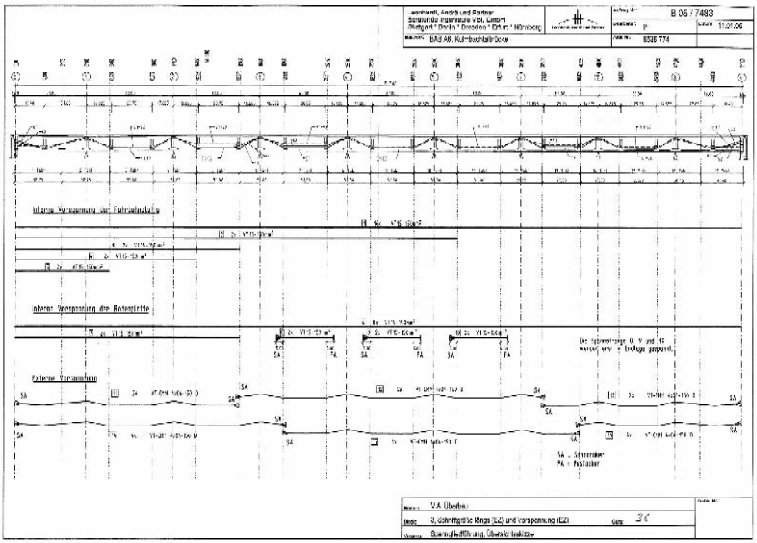
A következőkben a Leonhardt, Andrä und Partner tervezőiroda hídépítési projektjei közül az aktuális német hídépítésre jellemző hídtípusok kerülnek bemutatásra. Az elmúlt években irodánkban tervezett hidak többsége, az említett kivitelezési arányoknak megfelelően, feszített beton szerkezetű. Ezek közül az előadás keretében elsőként szakaszos előretolással készült völgyhidakat és egy autópálya csomópont fölött átívelő „flyover"-t, ezt követően egy szabadszereléssel készült Rajna-hidat mutatok be. Végül egy modern öszvér szerkezetű völgyhíd kerül bemutatásra.

2. Szakaszos előretolással készült hidak

2.1 Kulmbachi völgyhíd

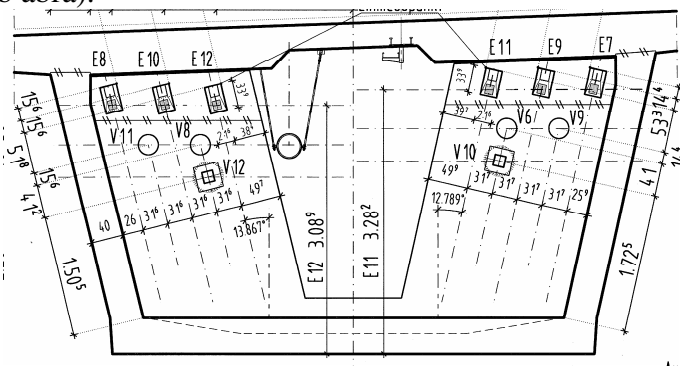
A Nürnberget Prágával összekötő új autópálya, a BAB A6 – Via Carolina németországi szakaszán épülő legnagyobb műtárgy a Kulmbachi völgyhíd. A híd teljes hossza 517 m, a támaszközök 51,00 m + 5x62,00 m + 2x55,00 m + 46,00 méteresek. A felépítmény menetirány szerint két különálló szekrénytartóból áll, melyek szerkezeti magassága 4,10 m. A korlátok közötti szélesség 29,50 m.

A közúti szekrénytartós hidakra vonatkozó aktuális német előírásoknak megfelelően a felépítmény "vegyes előfeszítésű" *(2. ábra)*.

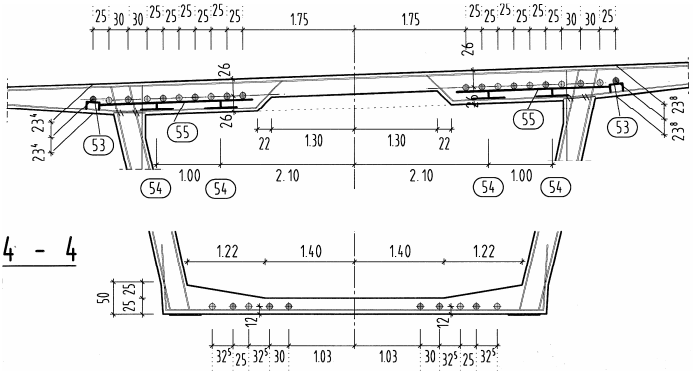


2. ábra - Intern és extern feszítőkábelek a Kulmbachi völgyhídban – hosszmetszet

A feszítőkábelek szakaszos előretoláshoz szükséges része a padló- illetve a pályalemezben kerül beépítésre (intern feszitőbetétek), a gerincben nem szabad feszítőkábeleket vezetni. A felépítmény elkészülte után fellépő használati terheket a szekrénytartó belsejében vezetett extern feszítőkábelek veszik fel (3. a és b ábra).



3. a ábra - Extern kábelek a Kulmbachi völgyhídban - keresztmetszet



3. b ábra - Intern kábelek a Kulmbachi völgyhídban - keresztmetszet

Az extern előfeszítésnek több előnye van. A beépített feszítőkábelek meghibásodás esetén egyenként könnyen kicserélhetők anélkül, hogy a forgalmat a hídon korlátozni kellene. A szekrénytartó belsejében lévő keresztartók úgy vannak kialakítva, hogy a forgalmi terhek növekedése esetén a híd pótlólagos extern feszítőkábelekkel megerősíthető legyen.

Tapasztalataink alapján a vegyes (intern és extern) elrendezésű előrefeszítés kedvezőbb a tisztán extern elrendezésűnél, mert az intern kábelek csökkentik a törési biztonsághoz szükséges betonacél mennyiséget, az extern kábelek beépítéséhez szükséges keresztartók méretét, ugyanakkor biztosítva van az extern előfeszítés minden előnye.

4. ábra - Kulmbachi völgyhíd – szakaszos előretolás (fotó Dywidag)

2.2 Wallersbachi völgyhíd

A thüringiai erdőn átvezető új autópálya, a BAB A73 Suhl városát elkerülő szakaszán épült a Wallersbachi völgyhíd. A híd teljes hossza 555 m, a támaszközök 40,15 m + 9x52,00 m + 40,15 méteresek. A felépítmény menetirány szerint két különálló szekrénytartóból áll melyek szerkezeti magassága 3,90 m. A korlátok közötti szélesség 28,50 m.

A híd különlegessége a 60 m-es völgy fölötti magassághoz képest nagyon karcsú kialakítású pillérek, amelyek egy hosszirányban elasztikus támaszrendszer segítségével voltak megvalósíthatók. A szakaszos előretolás során a pilléreket feszítőkábelekkel kellet kihajlás ellen biztosítani (5. ábra).

5. ábra - Wallersbachi völgyhíd – kábelekkel biztosított pillérek az előretolásnál (fotó Hörnig)

2.3 Lieser völgyhíd

Németország nyugati, luxemburgi határa közelében épül Gerolstein városa mellett az A1-es autópálya utolsó, még hiányzó szakasza. E szakasz legnagyobb műtárgya a Lieser patak fölött átvezető völgyhíd. A híd teljes hossza 578 m, a támaszközök 69,00 m + 5x88,00 m + 69,00 méteresek. Eredetileg egy öszvérszerkezetű híd került kiírásra, a felépítmény menetirány szerint két különálló szekrénytartóból állt, melyek szerkezeti magassága 4,00 m. A korlátok közötti szélesség 29,50 m.

Irodánk az ajánlattétel során egy, az előzőleg bemutatott hidakhoz hasonló feszített beton változatot dolgozott ki. A kiírás feltételeinek megfelelően a támaszközök változatlanok maradtak, a szerkezeti magasságot 5,00 m –re növeltük. Mivel a szakaszos

előretolás 88 m támaszközökkel már nem kivitelezhető, cölöpalapozású vasbeton segédpillérekre volt szükség, amelyek keresztirányú eltolás révén a második felépítménynél is alkalmazásra kerültek (6. ábra).

A feszített beton hidak versenyképességet bizonyítja, hogy az általunk kidolgozott változat lényeges árelőnnyel nyerte a pályázatot.

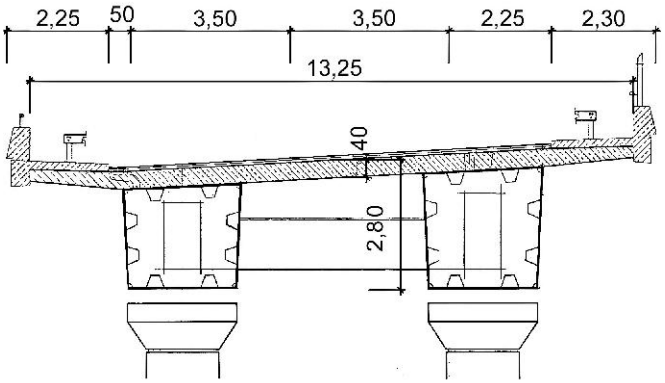
6. ábra - Lieser völgyhíd – segédpillérek (fotó Hörnig)

2.4 Flyover a münsteri autópálya csomópontban

Az A1 autópálya Dortmundból Bréma felé vezető szakasza Münster városától délre keresztezi az A43 autópályát. Aktuális forgalomszámlálási adatok szerint az A1-en 77 000, az A43-on 58 000 jármű halad naponta. Különösen nagy volt a terhelés az A43-ról jövet az A1 autópályán Brema felé, ezért az autópálya-csomópont felett egy közvetlen összeköttetés, egy ún. Flyover vált szükségessé. E híd kivitelezési tervezését a szerző még a Köhler und Seitz mérnöki irodában vezette.

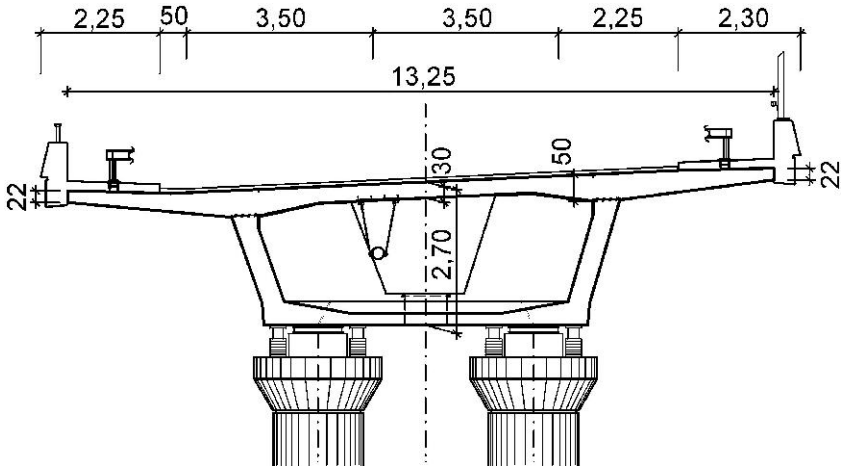
7. ábra - Autópálya-csomópont A1 / A43 Münster-Dél a kiépítés előtt (fotó Schäfer)

A híd teljes hossza 412 m, magassági gradiense egy R=3500 m sugarú köríven, az alaprajzi vonalvezetése pedig egy 340 m sugarú köríven fekszik (7. ábra). A pillérek elhelyezését az áthidalandó autópályák szabták meg. Mindezekből a peremfeltételekből egy nagyon bonyolult geometriájú híd adódott, a támaszok 20° - 60° szöget zártak be a felépítmény hossztengelyével. Az engedélyezési terv alapján egy öszvérszerkezet került kiírásra, két légmentesen zárt acél szekrénytartóval (8. ábra).



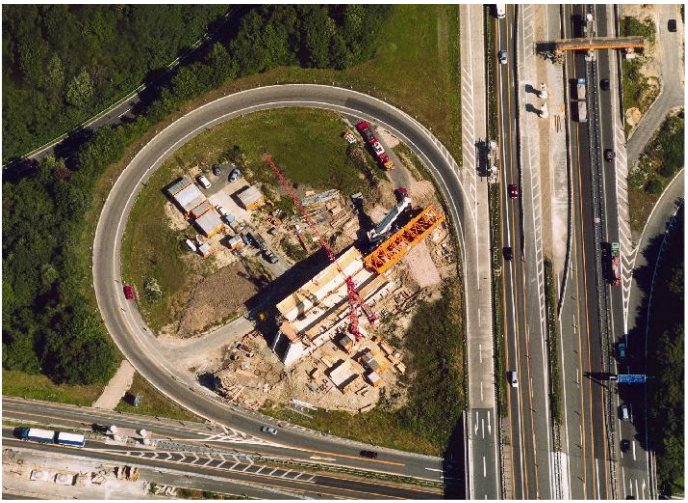
8. ábra - Kiírás szerinti keresztmetszet – Flyover Münster

A nyertes ajánlat ebben az esetben is egy szakaszos előretolással készülő feszített beton változat volt, amelynél a gyártó egység a terepadottságokat kihasználva a híd közepén helyezkedett el (9. ábra).



9. ábra - A nyertes változat keresztmetszete – Flyover Münster

E változatnak a kiírással szembeni nagy előnye az volt, hogy az építés során nem volt szükség az autópályák részleges vagy teljes lezárására. Mindemellett a beruházási költségek lényegesen alacsonyabbak voltak a kiírás szerinti változatnál.



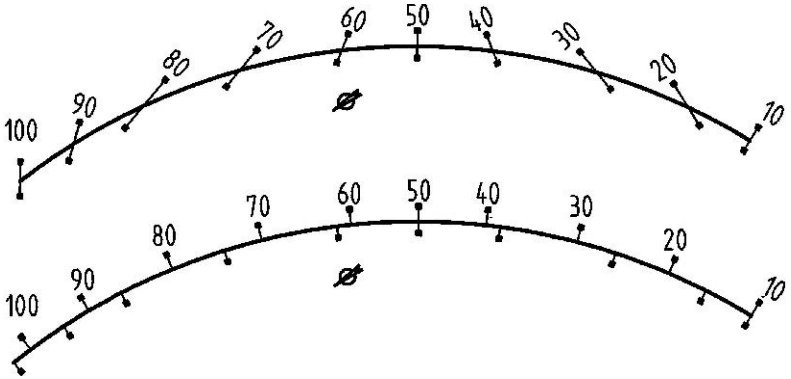
10. ábra - A szakaszos előretolás gyártó egysége a híd közepén – Flyover Münster (fotó Schäfer)

11. ábra - A szakaszos előretolás második fázisa – Flyover Münster (fotó Schäfer)

A híd statikai különlegességei a ferde támaszokból adódtak. Az építési állapotok során az előretoláshoz szükséges acélcsőr helyenként 8,0 m-es tolási szakaszon csak az egyik oldalon volt alátámasztva, ezért jelentős forgatónyomatéki igénybevételnek volt kitéve (12. ábra).

12. ábra - A csőr egy segédpilléren – Flyover Münster (fotó Schäfer)

A híd kereszttartóinak kialakításában a ferde elrendezés helyett két egymáshoz képest eltolt "féltartó" bizonyult optimálisnak.(13. ábra)



13. ábra - A kereszttartók optimális elrendezése – Flyover Münster

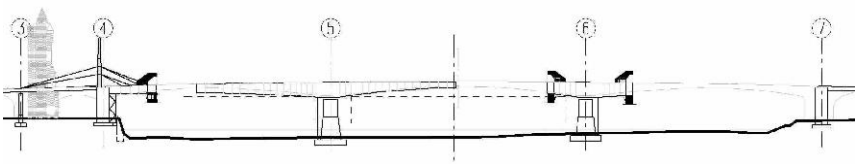
14. ábra - Flyover Münster – a kész híd (fotó Schäfer)

3. Szabadszereléssel készült híd

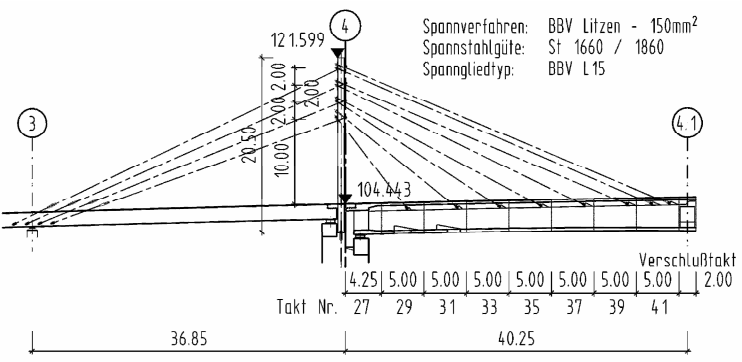
A Nibelungok városában, Wormsban az egyre növekvő forgalom miatt a meglévő Rajna-híd közvetlen szomszédságában egy új híd került kiírásra. A Rajna keresztezésének ezen a helyen régi hagyománya van, az első "hajóhidat" (~pontonhíd) 1850-ben avatták fel, 1900-ban egy acél rácsosszerkezetű híd került a helyére. Az akkori divat szerint a hídfőt toronyszerűen alakították ki, ami mind a mai napig a város egyik jelképe. A második világháború végén a hidat a visszavonuló német katonák, hasonlóan a budapesti hidakhoz, felrobbantották, csak a városparti hídfőtorony és a folyami pillérek maradtak használható állapotban. Ezeken épült fel 1951-53-ban a meglévő wormsi Rajna-híd, az első szabadszereléssel készült feszített beton hidak egyikeként.

Az új híd három részből áll, teljes hossza 745,80 m. A felvezető parti hidak feszített beton lemez keresztmetszetűek, változó támaszközeik a meglévő híd köríveihez igazodnak. A nyugati parton 5, a keleti oldalon 10 támaszú tartó adódik, amelyeket állványzaton, 2 mezőt összefogva betonoztak.

A folyami híd támaszközei 101,85 m + 114,20 m + 105,55 m, keresztmetszete változó szerkezetmagasságú (3,60-6,80 m ill. 2,60-6,80 m) szekrénytartó (15.ábra). A folyami pillérekről induló szabadszereléssel a parti támaszköz fele érhető csak el, ezért a hiányzó részt a parti pillérekről kiindulva, egy acélpilonon átvezetett feszítőkábelek segítségével kellet előállítani (16. ábra).



15. ábra - A folyami híd építése szabadszerelés módszerével - Worms



16. ábra - Segédpilon a parti pilléren – szabadszerelés feszítőkábelek segítségével – Worms

17. ábra - Pilon és zsaluzókocsi startpozícióban – Worms (fotó Bögl)

18. ábra – Aktuális építési állapot – Worms (fotó Bögl)

4. Öszvérszerkezetű híd

A Feketeerdőben, a Duna forrásától mintegy 10 km távolságban épült a B31 főút Döggingen falut elkerülő szakaszán a Gauchach patakot átívelő völgyhíd. A híd teljes hossza 791 m, összesen 10 mezöböl áll, a középső támaszközök 100,00 méteresek. A vonalvezetés a terepadottságokat követve két ellentétesen görbülő ívből tevődik össze. A bonyolult geometria valamint kivitelezési megfontolások alapján egy öszvérszerkezetű híd került kiírásra, a felépítmény 3,00 m és 5,50 m között változó szerkezeti magasságú szekrénytartóból áll. Az acél felépítményt mezőnként három egységre osztva, keresztirányban két részben gyártották és szállították az építkezés helyszínére. Itt az előszerelés során a két fél részből egy teljes keresztmetszetet hegesztettek össze, majd a hosszirányú egységeket két 100 t

teherbírású autódaru segítségével beemelték. A mezőközépen elhelyezkedő egységeket egy beton segédpillérre fektették (19. ábra).

19. ábra – Gauchach völgyhíd építési állapotban (fotó LAP)

A hegesztési munkák lezárása után került sor a pályalemez betonozására egy zsaluzókocsi segítségével. A pályalemez egységeinek gyártása mezőközépen kezdődött, a végleges pillérek fölötti egységeket a repedések elkerülésének érdekében egy második menetben betonozták. Mivel a zsaluzókocsi a pályalemez gyártása során a híd hosszától függően többször visszatér a pilléreknél kihagyott részekhez, ezt a gyártási folyamatot "zarándok módszernek" is nevezik.

Az egyes segédpillérek tehermentesítése, a statikai számításoknak megfelelően, a pályalemez készültségi fokához igazodva sajtók segítségével történt. A híd elkészülte után a segédpillérek robbantással kerültek lebontásra.

20. ábra – Gauchach völgyhíd (fotó Györffy)

5. Összefoglalás

A bemutatott hídprojektek ugyan csak egy kis részét képezik az elmúlt évek közúti beruházásainak, mégis jellemző képet adnak az aktuális németországi hídépítésről. A magas acélárak következtében az acél és öszvérszerkezetű felépítmények csak különleges peremfeltételek esetén versenyképesek. A beruházók a minimális építési költségek mellet egyre nagyobb súlyt fektetnek a hidak fenntartási költségeinek csökkentésére valamint a növekvő forgalmi terhekre való tekintettel a teherbírás utólagos növelésének lehetőségére. A vegyes előrefeszítésű, extern és intern feszítőkábeles betonhidak eddigi tapasztalataink alapján optimálisan megfelelnek ezeknek a követelményeknek.

Minden híd egyedi építmény, amely meg kell, hogy feleljen természeti vagy városi környezetének, a statikai és szerkezeti ésszerűségnek és természetesen a beruházó gazdasági és esztétikai igényeinek. Egy igényes híd sikeres megvalósulásához elengedhetetlen, hogy beruházó, tervező és kivitelező a projekt minden fázisában együttműködjön, felhasználva mindnyájuk tapasztalatát.

6. Irodalom

[1] *Bremm, J., Kosza, P., Keuser, M.:* Im Freivorbau über den Main – Die Neue Nibelungenbrücke Worms. 17. Dresdner Brückenbausymposium 2007

[2] *Kosza, P., Krautwald, W., Schmitz, Ch.:* Eine ungewöhnliche Taktschiebebrücke. Beton- und Stahlbetonbau 99 (2004), Heft 11, S. 895-901

[3] *Kosza, P.:* Das Überwurfbauwerk bei Münster – eine außergewöhnliche Taktschiebebrücke. Baustatik-Baupraxis 9, ©2005, TU Dresden

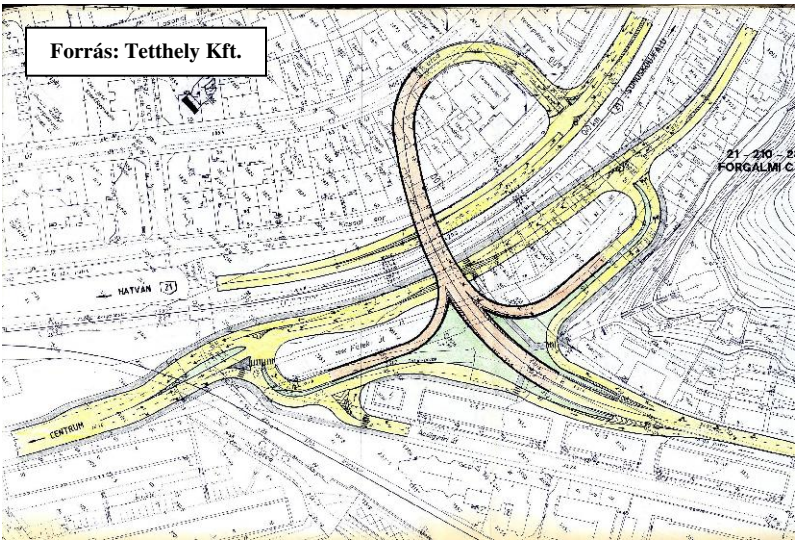
[4] *Kosza, P.:* Die Kulmbachtalbrücke – Taktschieben nach DIN Fachbericht. Brückenbau Symposium Amberg – 23. Mai 2007

[5] *Naumann, J.:* Brücken und Schwerverkehr – Wo sind die Grenzen? 17. Dresdner Brückenbausymposium 2007

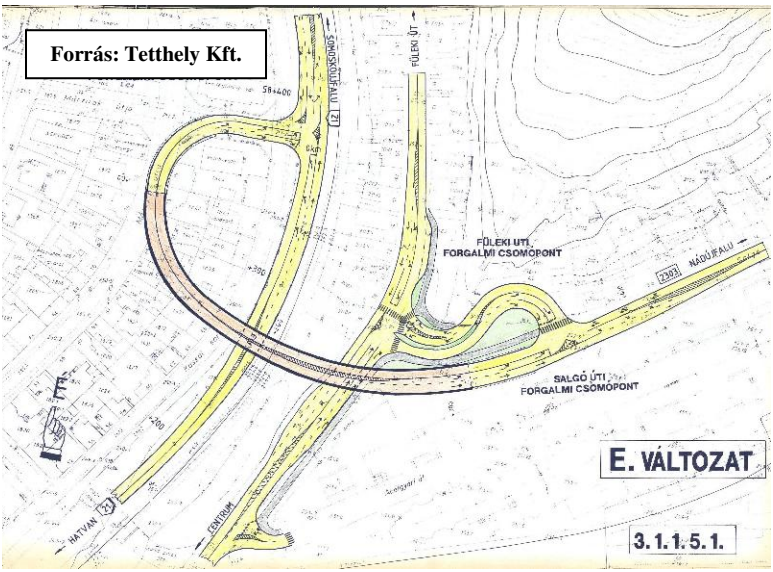
Tehermentesítő úti tervelőzmények

Ürmössy Ákos
Magyar Közút Kht, Nógrád megyei igazgató

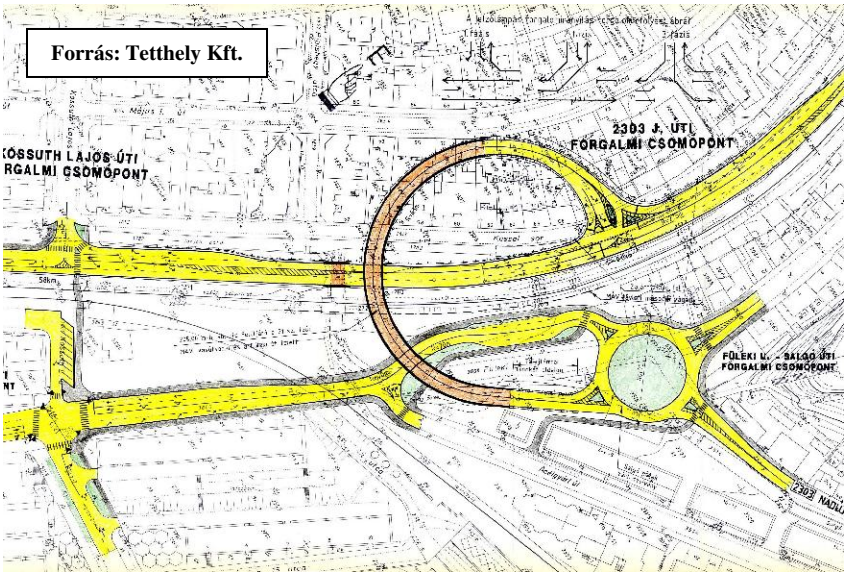
A salgótarjáni tehermentesítő út első tanulmányait, vizsgálatait az UVATERV készítette. Első említését az 1954-ben készült „Salgótarján város közlekedésfejlesztési tanulmánya” című tervében találtuk. A tanulmányt az UVATERV 1965-ben korszerűsítette. A felülvizsgálat egyértelműen állást foglalt a belvárost tehermentesítő, vasút nyugati oldalán létesítendő új nyomvonalú szakasz szükségességéről.
A megvalósítás a közlekedésfejlesztési tanulmányt követve indult meg, az 1976-ban kiépült első ütem pontosan egyezett a tervezői javaslattal.
A második ütem tervezése is megkezdődött, majd 1989-ben újabb 700 m valósult meg.
Az első két ütem tervét az UVATERV készítette, a folytatás (harmadik ütem) tervezését versenyeztetést követően a RODEN Kft. nyerte el 1992-ben. A domborzati adottságok, a vasút és a Tarján-patak közelsége igen nagy kötöttséget jelentenek, ez a három kilométeres szakasz felüljárók, támfalak, pataklefedések építését igényli. Tervezése igen szép és bonyolult mérnöki feladat. A harmadik ütem elején építendő 21-2303 úti csomóponti ág ebben a tervben szintben keresztezte a vasúti fővonalat. Hosszas egyeztetéseket követően kaphatott építési engedélyt a szintbeni vasúti keresztezés.
A versenyeztetés 1994-ben becsült költséget magasan meghaladó ajánlati ár miatt nem lehetett eredményes. Megkezdődött a tervek átdolgozása a Tetthely Kft. gondozásában egy újabb versenyeztetés érdekében, tanulmányterv szintig visszanyúlva, hiszen akkor már egyértelműen nem kaphatott újabb engedélyt egy országos főút és egy vasúti fővonal szintbeni keresztezése. Különösen megmozgatta a tervezők fantáziáját ennek a csomópontnak a különszintű kialakítása. Csak a legérdekesebb variánsokat mutatom be.



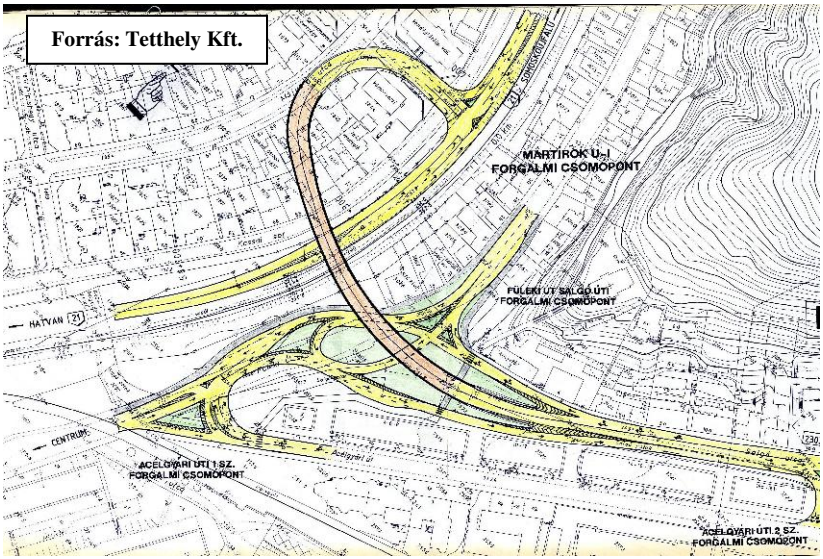
Minden irányt biztosító, nehezen áttekinthető, bonyolult felüljáróval, nagy terület igénnyel



Minden irányt biztosító, egyszerűbb csomópont jelentős kisajátítással

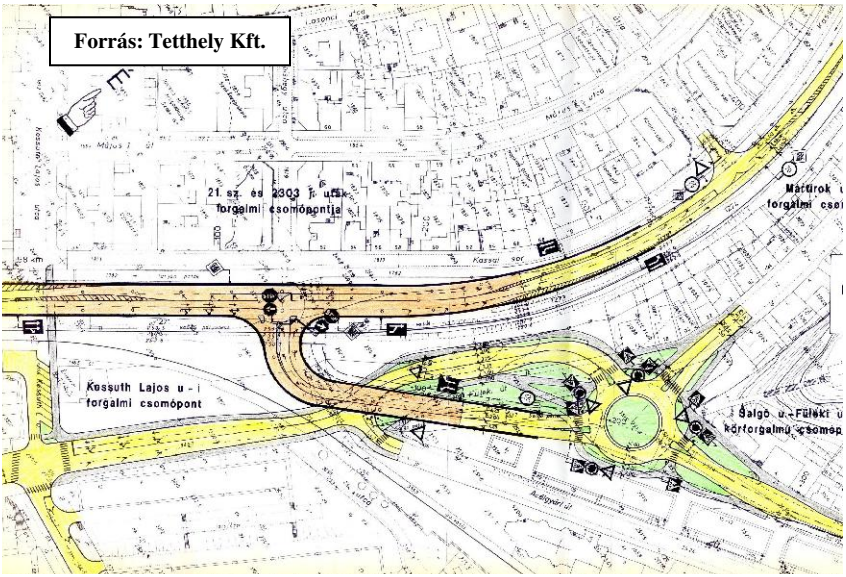


Minden irányt biztosító, kedvező, esztétikus csomópont sok kisajátítással



Korlátozott kapcsolatú, bonyolult, áttekinthetetlen csomópont, nagy terület igénnyel

A fenti változatok közösek az igen nagy mértékű terület-igénybevételben és az egyedi tervezési igényű, íves vezetésű műtárgyakban. Újabb megoldás keresésére kérték fel tervezőt.
Az elfogadott vonalvezetés egy szokatlan tervezői javaslatot követően született meg. A megoldást egy a magasban kialakított "T" csomópont adta. Ez a verzió minden irányú kapcsolatot biztosít és minimális a terület-felhasználása. Hátrányaként a mellékág szabvány minimumon kialakítható vízszintes és magassági vezetése hozható fel, valamint az ebben az esetben is egyedi, bonyolult részleteket sejtető műtárgy. A felüljáró a főút nyomvonalán csak enyhén íves, a mellékági csatlakozásnál viszont a lekerekítő ívek kialakítása jelent problémát.

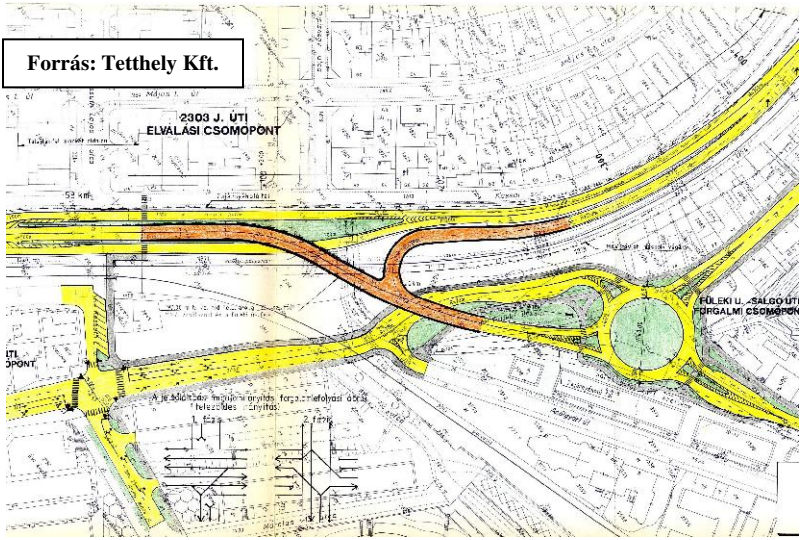


1998 évi elfogadott csomóponti változat

Négy év elteltével a korszerűsített tervre 1998-ban indult újabb közbeszerzési eljárás. A legkedvezőbb ajánlati ár kisebb mértékben ugyan, de ebben az esetben is meghaladta az előzetes keretet, a költségfedezet biztosítását árvízi átcsoportosítás is nehezítette, így az eredményhirdetés ismét meghiúsult.

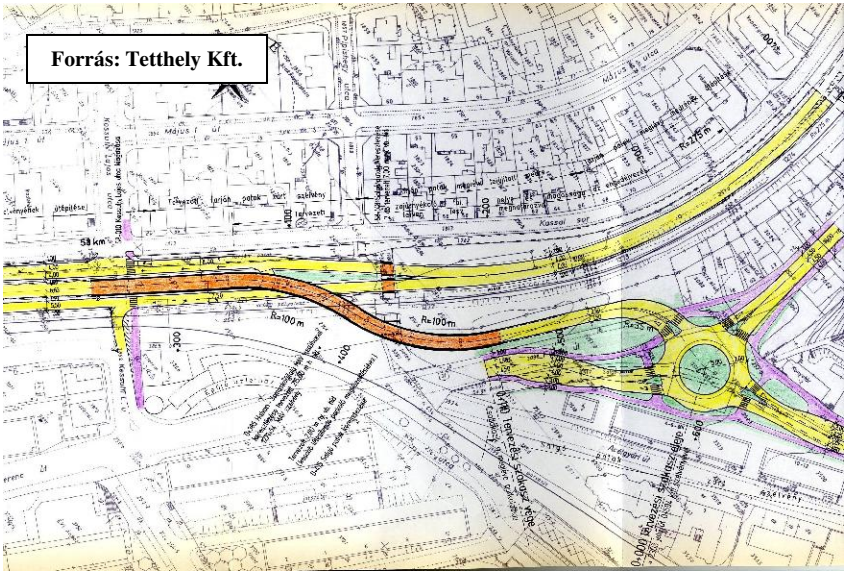
Költségcsökkentő javaslat kidolgozására szakértői bizottság alakult. A bizottság a csomópontokat és a műtárgyakat vizsgálta meg legrészletesebben, hiszen számottevő költség megtakarítást ezek egyszerűsítésével, ésszerűsítésével lehet elérni. A munkacsoport javaslata olyan költségkímélő megoldást tartalmazott, mely a tehermentesítő út alapvető funkcióját, az átmenő teherforgalom legsűrűbb lakóterületen kívüli vezetését biztosítja, a városi kapcsolatokat viszont egyszerűbben, de még a város számára kezelhető módon adja meg. Ez a megoldás rövidebb, kisebb, egyszerűbb műtárgyakat igényel. Az előkészítés ebben az irányban folytatódott.

A csomóponti műtárgy kialakításánál a költség kímélés érdekében elsőrendű szempont volt a lehető legrövidebb szerkezet tervezése, azon az áron is, hogy csökken a kapcsolódási irányok száma. Nem vált elfogadhatóvá így a következő, több ágú műtárgy sem, mely megoldotta szinte valamennyi kapcsolatot továbbra is:



Rövid, de kétágú műtárgy, csak egy kapcsolat nem biztosított, kis terület igény

A költségcsökkentő bizottság által javasolt csomóponti megoldás:



Rövid, esztétikus, íves műtárgy, legfontosabb kapcsolatot biztosítva

Az új engedélyezési terv is ezt a javaslatot dolgozta ki, ez kapott építési engedélyt, így ennek az építése folyik és hamarosan befejeződik.

A tervelőzményeknél a 21-2303 úti íves felüljárót emeltem ki, mivel a mintegy tizenöt éves tervezési történet során az útvonalnak erre a részére született a legtöbb tervváltozat. Elsősorban a felüljáró jelenlegi nyomvonalának kialakulását mutattam be, a szerkezeti részleteket, érdekességeket a hidas szakma avatott mesterei ismertetik.

Említésre méltó még a vasalt talajtámfalak története. Az 1998. évi terv talajtámfalas megoldásokat tartalmazott. Az országban korábban épített talajtámfalak meghibásodása a terv engedélyezésének időszakára esett. Abban a helyzetben, amíg a hibák okát részletesen fel nem tárták, újabb talajtámfal engedélyezéséről szó sem lehetett. A tervet engedélyezés közben sürgősen át kellett dolgozni hagyományos támfalas kialakításra.

Vélhetően ez is közrejátszott az akkori sikertelen versenyeztetésben, a becsült költséget messze meghaladó ajánlati árakban. Később megszületett a Vasalt talajtámfal bizottság zárójelentése, mely nagyon helyesen nem a talajtámfalat törölte ki a technológiai lehetőségek közül, hanem bemutatta a hibás alkalmazást, mely előidézte az omlásokat. 2004-ben már újra engedélyt kaphatott a talajtámfalas megoldás. Az itt épülő vasalt talajtámfalak gondos kivitelezése visszaadhatja a becsületét ennek a technológiának. Ezen a szűk helyen a talajtámfal alkalmazása igen előnyös.

A megvalósításra újabb lehetőség 2005-ben adódott, a projekt elnyerte a Környezetvédelem és Infrastruktúra Operatív Program támogatását. A harmadik versenyeztetés kedvezőbben alakult a korábbiaknál, becsült költség alatt sikerült eredményt hirdetni. Tizenhat évi szünet után 2005. szeptemberében a harmadik ütem kivitelezése megkezdődött. Az építés jól halad, annak ellenére, hogy a projekt bonyolultsága következtében megrendelő, kivitelező, tervező és lebonyolító rendkívül sok problémával találta szemben magát. A 2303 jelű úttal kapcsolatot adó íves felüljáró, a végszelvény előtti vasúti híd, a talajtámfalak, az egyedi megoldások sok szakmai érdeklődőt vonzanak az építés során.

A harmadik ütemet 2008-ban adják át a forgalomnak, így az első ütem építésének megkezdésétől számítva 35 év elteltével valósul meg a várost tehermentesítő, összesen 7 km hosszú útvonal.

Salgótarján, 2007. szeptember

Felhasznált irodalom:

Salgótarján közlekedési hálózatának fejlesztési tanulmánya - UVATERV 1954. és 1965.

Salgótarjáni tehermentesítő út tanulmánytervei - Tetthely Kft. 9501, 9517 és 9704/1.

Zárójelentés a MAUT megbízásából működő Vasalt talajtámfal bizottság munkájáról -MAUT 276/99

Hidak és támfalak Salgótarjánban

Németh Ferenc, NEFER Mérnökiroda Kft., ügyvezető
Kovács Tamás, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke, egyetemi adjunktus

A tervezett 2112 j. Salgótarjánt tehermentesítő út 3,0 km hosszú szakaszán 14 db műtárgy létesül, melyek részben megépültek, illetve jelenleg is épülnek.

A tervezett műtárgyak a következők:

- 2303 j. úti (Salgó utcai) felüljáró és a hozzá kapcsolódó feljáró utak töltését mindkét oldalon megtámasztó vasalttalaj támfalak,
- Salgó-patak híd,
- Tarján-patak lefedése a Salgó-patak torkolata előtt kb. 380 m hosszú szakaszon széles zárt szelvénnyel, a Sportcsarnok előtti kb. 80 m hosszú szakasz lefedése keskeny zárt szelvénnyel, a lefedett szakaszok között pedig a nyitott meder baloldali partfalának megépítése, továbbá a megmaradó jobboldali partfal felújítása,
- Sportcsarnok melletti Tarján-patak híd,
- sportpálya melletti máglyafal,
- Móricz Zsigmond út feletti felüljáró, és a töltést a vasút felöli oldalon a híd előtt és után megtámasztó vasalttalaj támfalak,
- máglyafal a Kercseg utca és a garázsok közötti bekötőút bal oldalán, a Kercseg utca rézsűjének megtámasztására.
- gabionfalak az út bal oldalán, az Öreg-József hegy felőli rézsű megtámasztására,
- gabionfal az út jobb oldalán, a vasút mellett haladó út töltésének megtámasztására,
- Vadaskerti földút feletti híd,
- vasúti híd,
- Sebaj úti Tarján-patak híd

A felsorolt műtárgyak engedélyezési, tender és kiviteli terveit a NEFER Kft. készítette. A műtárgyak közül később hármat a Fővállalkozó építéstechnológiai és építésszervezési okokra hivatkozva átterveztetett, így azok részben vagy egészben nem az eredetileg tervezett szerkezettel épültek meg, de a geometriai elrendezéseket és néhány részletmegoldást célszerűségből megtartottak. Ezek a műtárgyak a pataklefedés szerkezetei, a sportpályánál lévő máglyafal és a vasúti híd voltak. Az áttervezéseket más cégek végezték.

A felsorolt műtárgyak között 7 db híd, 6 db támfal és 1 db pataklefedés található. Érdekességként megemlítjük, hogy a műtárgyak összes hossza meghaladja a tervezett tehermentesítő útszakasz kb. 3,0 km-es hosszúságát.

A továbbiakban a Salgó utcai és a Móricz Zsigmond úti felüljárókat, valamint a felüljárókhoz csatlakozó vasalttalaj támfalakat ismertetjük részletesen, a többi műtárgyat csak röviden érintjük.

Teljesen kész szerkezetet még nem lehet bemutatni, mert a Salgó utcai felüljáró forgalomba helyezését ez év október 31.-ére, a további műtárgyak forgalomba helyezését pedig 2008. március 31.-ére tervezik.

2303 j. út felüljárója (Salgó utcai felüljáró)

A Salgó utcai felüljáró a 2303 j. utat vezeti át a Hatvan-Somoskőújfalu vasútvonal felett. Az átvezetett út a Kossuth Lajos utca térségéből indul, és a meglévő körforgalmi csomópontba köt be.

Az engedélyezési tervek készítésénél az egyik sarkalatos igény az volt, hogy a Nádújfalu (Salgó utca, 2303 j. út) iránynak nem lehet a vasútvonallal szintbeni keresztezése, az út felüljáróval legyen a vasútvonal felett átvezetve. Ezt a feladatot az úttervezők a helyszíni adottságokat kihasználva úgy oldották meg, hogy a 2112 j. tehermentesítő út forgalmi irányait a Salgó utcai híd Hatvan felöli hídfeljárója előtt széthúzták, és a baloldali félpályát kb. 360,0 m hosszon, a Tarján-patak tervezett lefedésére

helyezték. A szétválasztott félpályák miután elhaladnak a hídfeljáró vasalttalaj támfalai mellett, illetve a híd alatt, a Salgó-patak híd után újra egyesülnek, és az út ettől kezdve a normál koronaszélességgel halad tovább. A 2303 j. út S-alakú vonalvezetése a vasút feletti átvezetés, valamint a csatlakozó csomópontok helyszínrajzi közelségéből eredő kötöttségek miatt alakult ki.

A hídnyílások kiosztását és a felszerkezet hosszát nagyban befolyásolta, hogy a felüljáró keresztezi a tehermentesítő út jobboldali félpályáját, villamosvasúti űrszelvénnyel a Hatvan-Sómoskőújfalu vasútvonalat és a Salgó-patakot. A kilenc nyílású, alaprajzban S-alakú híd fő méretei a következők. Támaszközök a hídtengelyben mérve 21,0+2x25,0+3x26,0+2x25,0+21,0 m, a híd szimmetrikus elrendezésű. A felszerkezet hossza hídtengelyben mérve 220,80 m. A híd szélessége 8,63 és 9,63 m között változik, az ívekben 9,63 m, a híd eleji és végi egyenesekben 8,63 m. Az 80,0 m sugarú alaprajzi ívek átmeneti ívekkel kapcsolódnak az egyenesekhez. Az íves és az egyenes szakaszok között lévő átmeneti szakaszokon a hídszélesség lineárisan változik. A műtárgy teljes hossza hídtengelyben a vasalttalaj támfalakkal együtt 369,50 m.

A hídtengely hossz-szelvénye Hatvan felöl 5%-ot emelkedik, a vasút felett 600 m sugarú domború lekerekítő ívben fekszik, ezután 4,8%-ot esik. A vasútvonal felett 6,30 m magas villamosvasúti űrszelvény van szabadon hagyva. A cölöpalapozásra való tekintettel az űrszelvény szabványos magasságát 20 cm-rel lehetett csökkenteni.

A szelvényezés irányában haladva a hídpálya és a felszerkezet keresztirányú esése jobboldali 4,5%-ból baloldali 4,5%-ba megy át. A túlemelés-átmeneti szakaszon a jobbra dőlés fokozatosan csökken, az inflexiós vonalban vízszintessé válik, ettől kezdve a felszerkezet átfordul, és fokozatosan felveszi a baloldali 4,5%-os keresztirányú esést.

Az elmondottakból látható, hogy a felszerkezet geometriája meglehetősen bonyolult. Az is látható, hogy a hídpálya

hosszirányú meredeksége, alaprajzi ívessége és az ehhez társuló keresztirányú dőlése várhatóan meg fogja nehezíteni az üzemeltetést az őszi-téli időszakban. Télen az útburkolat síkosság elleni védelme fokozott figyelmet követel, és várhatóan mindennapos feladat lesz.

Az alaprajzban S-alakú Salgó utcai felüljáró felszerkezete négycellás, takarékürege, 1,20 m magas vasbeton gerendatartó. Az alépítményi szerkezetek a szokásosnak mondható dobozos kialakítású hídfőkből, és egyedi kialakítású, karcsú pillérekből állnak. A híd alapozása fúrt cölöpalapozás.

Megjegyezzük, hogy a jóváhagyott és leszállított kivitelei tervben még kétcellás szekrénytartó szerepelt, melyet a Fővállalkozó megbízására takarékürege gerendává terveztünk át. A változtatás oka az építéstechnológia egyszerűsítése volt. A külső megjelenés, az alátámasztási rendszer, a saruelrendezés és a dilatációs szerkezetek nem változtak.

A tervezett hídszerkezetben a nyílások kiosztása szimmetrikus, mely tartószerkezetileg kívánatosnak, esztétikailag pedig előnyösnek mondható. Tervezés közben, de még az oszlopok építésekor is dilemmát okozott a város építészeti arculatáért felelős önkormányzati szakembereknek, hogy helyesen van-e meghatározva a hídszerkezet hosszának a támfalak hosszához viszonyított aránya, különösen a Hatvan felöli oldalon, illetve nem lehetne-e tovább csökkenteni az alátámasztások számát. Szerették volna, ha Hatvan felöl a felszerkezet még egy nyílással hosszabb, a támfal pedig ennyivel rövidebb lehetett volna.

Nekünk akkor is az volt, és ma is az a véleményünk, hogy a felszerkezet alsó élének a rendezett tereptől mért 2,0 m-es magasságát nem lett volna helyes tovább csökkenteni. Egy újabb 20,0 m körüli nyílás a szerkezet alsó élét 1,0 m-rel alacsonyabbra helyezte volna, mely a híd alatti tér tisztán tartását, a saruk vizsgálatát, és nem utolsósorban a híd fenntartását a hídfő környékén gyakorlatilag ellehetetlenítené, míg az első esetben nem. A vélt esztétikai előny csak látszólagos, mert az utolsó

nyílás alatti, átlagban 1,50 m magas tér gyakorlatilag átláthatatlan, ezért nem jelent igazi előnyt, míg a felsoroltak szerint számos hátránnyal járt volna együtt.

A nyílások számának csökkentéséről elmondható, hogy a felszerkezet közbenső támaszközei 25,0 illetve 26,0 m-esek, ami az 1,20 m magas vasbeton gerendatartónál felső határnak tekinthető. A karcsúság (tartómagasság-támaszköz arány) 1:21,7. A támaszközök megnövelése csak egy más típusú, és költségesebb felszerkezettel lett volna elérhető. (Meg kell jegyezni, hogy a felszerkezet karcsúsága azzal jár együtt, hogy a fajlagos betonacél felhasználás meghaladja a 300 kg/m^3-t, ezzel szemben viszont a kisebb beton felhasználás nyereséget jelent.)

A felszerkezet típusának kiválasztásánál alapvetően két szempontot mérlegeltünk. Városon belüli hídról lévén szó, döntő az esztétikus megjelenés, de nyilván nem elhanyagolhatók a gazdaságosság, és ezzel együtt az egyszerű megépíthetőség szempontjai sem. Az acélszerkezetű gerendatartós változatokat gyorsan el kellett vetnünk. A gerinclemezes főtartójú, vasbeton pályalemezű öszvér felszerkezet kevéssé esztétikus, az ortotróp pályalemezű acél szekrénytartó nagyon költséges, nem beszélve egyik esetben sem a komplikált gyártásról és helyszíni szerelésről, továbbá a fokozott fenntartási (mázolási) szükségességről. Az ívhidak közül csak egy felsőpályás szerkezet jöhetett volna szóba, például acélcsőből készült ívekkel és oszlopokkal, valamint vasbeton pályalemezzel. A geometria ismeretében három darab, a hossz-szelvényre szimmetrikusan elhelyezett ívpár elég lett volna, de a szerkezet nem illik a szűk térbe, mert túl robosztus, továbbá alapozási nehézségekkel kellett volna valószínűleg szembenézni. Kétségtelenül ez a kialakítás is nagyon költséges. Felmerült egy ferde kábeles változat lehetősége is, állványon épített feszített vasbeton, vagy acélszerkezetű merevítő tartóval és acélszerkezetű iker pilonokkal, de négyszámjegyű úton (még akkor is, ha városon belül halad) egy ilyen hidat megépíteni gazdasági okból jelenleg elképzelhetetlen.

A felsoroltak után maradt az előregyártott feszített gerendás és a vasbeton szekrénytartós változat. Az utóbbi, mint már említettük, takarékütegés vasbeton gerendaként épült meg. Az előregyártott feszített gerendás változattal az a probléma, hogy az S-alakú felszerkezet kis sugarú geometriáját nem lehet egyenes tengelyű hídgerendákkal egyszerűen, és esztétikailag elfogadhatóan követni, különösen az inflexiós vonal melletti túlemelés-átmeneti tartományokban, ahol a keresztirányú esés a hídtengely mentén pontról-pontra változik. A híd saruzásának megoldása, figyelembe véve a 100,0 m körüli dilatálási hosszakat, csak oszlopsarukkal lett volna megoldható, ami a pillérek esztétikus megformálása szempontjából igen előnytelen megoldás lett volna. Arra a következtetésre jutottunk tehát, hogy az előregyártott feszített gerendás felszerkezet alkalmazása a jelen konkrét esetben erőltetett lenne, mert indokolatlan tartószerkezeti, illetve geometriai nehézségekhez és nem esztétikus megjelenéshez vezetne, mind a felszerkezet, mind pedig az alépítmények vonatkozásában. Valószínűleg nem is lenne olcsóbb, mint a választott megoldás, ezért elvetettük.

Maradt tehát a megépült takarékütegés vasbeton gerendatartós változat. Mivel a szerkezet teljes beállványozással épült, jól lehetett követni a geometriai változásokat a hídtengely mentén, és pontról-pontra pontosan meg lehetett adni a szerkezet túlemelt alakját. A túlemelt alak megadása a végig forgalom alatt lévő vasút feletti nyílásban kissé komplikált volt, mert a keresztezés 36°-os ferdeségű, továbbá a túlemelt alak megadásánál fegyelembe kellett venni a kiváltó acélgerendák lehajlását is. A takarékütegeket 2,0 m hosszú polisztirol hasábokkal zsaluzták ki. A betonozás egy ütemben, munkahézag nélkül történt.

A gerendatartó alakjának tervezésekor a fenéklemez síkjához 37,5°-os ferdeségű külső gerincet esztétikai okokból választottuk ennyire laposra. A takarékütegeket elválasztó belső gerincek merőlegesek az övekre. Kis túlzással azt mondhatjuk, hogy a felszerkezet hasonlít a fordított repülőgépszárny alakjához. Ennek

a mi esetünkben az egyedüli oka a hídtengely menti forgás, elcsavarodás közben megjelenő térbeli látvány fokozása, és természetesen nem a felszerkezet szél által okozott rezgéseinek csökkentése. A pillérek megformálásánál is az volt a törekvésünk, hogy találjunk egy olyan egyedi formát, amely harmonikusan illeszkedik a felszerkezet térbeli alakjához. Reméljük, hogy a megépült pilléreknél, melyek karcsú, lekerekített végű falazatokból és teljesen egyedi formálású fejgerendákból állanak, sikerült ezt a hatást elérni.

A felszerkezet olasz gyártmányú acél korongsarukon (fazéksarukon), továbbá a pilléreknél 800, a hídfőknél 700 mm átmérőjű, kör keresztmetszetű saruzsámolyokon áll. A kör alakú formák megválasztásánál itt is az volt a cél, hogy esztétikusan illeszkedjenek a fejgerendák ferde csonkakúppal lezárt végeihez.

Helyszíni tapasztalataink azt mutatják, hogy a tervezett és megépült hídszerkezet beleilleszkedik a rendelkezésre álló városi térbe. Mivel az utcák, házsorok elég távol (30-50 m-re) vannak, a híd alatti tér jól átlátható minden irányból. A szerkezetet bizonyos irányokból szemlélve látványos és érdekes térbeli alakzatot láthatunk.

Végül röviden ismertetjük a hídtartozékokat. Az acél fazéksarukat már említettük. A felszerkezet végeit olasz gyártmányú FIP GPE 160 típusú, acéllemezekkel erősített műgumi dilatációs szerkezetek zárják le (szőnyegdilatáció). A számítás szerint megkövetelt mozgásképesség ±70 mm. A beépített dilatációs szerkezet mozgásképessége ±80 mm. A hídkorlát H2 visszatartási fokozatú, Dunaferr által gyártott és szerelt DAK-H2S-H típusú vezetőkorlát, tűzihorganyzott kivitelben.

Nagy gondot fordítottunk a vízelvezető tartozékok, a víznyelők és csepegtetők megtervezésére. A lefolyócső felső vége cserélhető acélcső, az egyedi tervezésű víznyelőrács nyitható, a végei lekerekítettek. Minden elem tűzihorganyzott kivitelű. A felnyithatóság lehetővé teszi a nagynyomású vízsugárral való

tisztítást, a végek lekerekítésével pedig elérhető, hogy ne keletkezzen az aszfaltburkolatban a négyszög alaprajzú víznyelőrácsoknál megfigyelhető jelenség, az éles sarkokból kiinduló burkolatrepedés. A dilatációs szerkezetek előtt elhelyezett csepegtetők nem a magasból csepegtetnek a terepre, hanem hajlékony gumicső toldalékkal bele vannak kötve a hídfők falára szerelt acélcsövekbe, és ezekből csepeg ki a víz a terepre.

Végül a hídpálya szigetelését és burkolatrendszerét ismertetjük. A hídpálya szigetelése a szegélyek alatt szórt műanyag szigetelés, a kocsipályán pedig modifikált bitumenes vastaglemez. A burkolatrendszert nehézforgalomra tervezték. A rétegrend alulról felfelé haladva 4 cm AB-12/F védőréteg, 6 cm K-20/F kötőréteg és 5 cm AB-12/F kopóréteg. A szegélyek mellett 50 cm szélességben a szokásos öntöttaszfalt sáv készül.

A hídszerkezet teljes felülete az alépítményekkel és a talajtámfalakkal együtt sóvédő bevonatot kap. A szegélyek belső és felső oldala a szokásos BV1, a többi felület pedig a szintén szokásos BV3 típusú bevonatot kapja.

A salgótarjáni tehermentesítő út építésének talán az egyik legfontosabb eredménye, hogy Magyarországon ismét vasalttalaj támfal épül. A megvalósítást mi kezdeményeztük az által, hogy az engedélyezési és később a kiviteli tervekben ezt a támfaltípust terveztük be. A betervezés indoka minden esetben az volt, hogy ezt a támfalat helyszűkében lévő területen is könnyedén, szerelő jelleggel lehet építeni, továbbá a szerkezeti rendszer jellegénél fogva a támfal és a töltés egyszerre épül. A konkrét szerkezet kiválasztásában és a terv szintű megvalósításban a Pannon Freyssinet Kft. nyújtott pótolhatatlan segítséget, azáltal hogy az engedélyezési terv készítés időszakában a TerraClas típusú vasalttalaj támfalra az alkalmazási engedélyt beszerezte, és elkészítette a jóváhagyáshoz és az alkalmazáshoz szintén szükséges „Műszaki Szállítási Feltételek” c. dokumentumot. A fentieken túlmenően abban is a segítségünkre volt, hogy a Freyssinet cég leányvállalatától a rendszergazda Terre Armée

cégtől beszerezte az előregyártott homlokelemek vasalási terveit, és a francia partnert a kiviteli tervek véglegesítésébe is bevonta.

Az alkalmazott támfal előregyártott homlokelemei máltai-kereszt alakúak, az elemek bekötése pedig 45x5 mm^2 keresztmetszetű, felületükben érdesített, tűzihorganyzott S355 minőségű acélból készült szalagokkal történik. A acélszalagok kapcsolata a homlokelemekhez csuklós. A háttöltés anyagára φ>34° belső súrlódási szög van előírva.

Az általunk alkalmazott talajtámfal a klasszikus, az irodalomból az eredeti Vidal-féle talajtámfalként ismert rendszer, mely mentes azoktól a hiányosságoktól, melyek a korábbi években alkalmazott Betonút-típusú vasalttalaj támfalat jellemezték.

Egy dolgot változtattunk meg az eredeti francia vasalási tervekhez képest, mégpedig az elemekben alkalmazott vasmennyiségeket kb. 1,5-szeresére növeltük, hogy megfeleljünk az ÚT 2-3.414 szerinti minimális vashányadra vonatkozó követelménynek, illetve, hogy elkerüljük a zsugorodásból, vagy az esetleges egyenlőtlen süllyedésből keletkező hajszálrepedéseket.

Miután a vasalttalaj támfalak szegélyére is H2 visszatartási fokozatú korlátot terveztünk, a szegélyeket a földmű tetejére helyezett 2,0 m széles, vasbeton súrlódó-lemezekkel összekapcsolva megterveztük meg, hogy a korlát fel tudja venni a járműütközéskor ráháruló erőket. A súrlódó-lemez úgy működik, hogy a korláttal ütköző jármű az önsúlya segítségével megnöveli a lemez alsó síkján a súrlódási ellenállást, miközben kiborulással szemben a lemez-szegély csomópont nyomatékra méretezett kapcsolata dolgozik. A francia kísérletek szerint a 2,0 m széles lemez kb. 60 kN vízszintes erőt tud súrlódással felvenni folyóméterenként.

A Dunaferr adatszolgáltatása alapján a H2 visszatartási fokozattal rendelkező korlát oszlopára működő dinamikus erő alapértékben 100 kN. Ez azt jelenti, hogy kb. 3,5 m hosszú lemezmező kell ahhoz, hogy 1,5-szeres biztonsággal fel lehessen

venni a korlátra ható vízszintes erőt. A tönkremenetellel szembeni biztonságot tovább növeli, hogy a szegélyt vízszintes értelemben maga a támfal is megtámasztja, ezért a szegélyhez kapcsolódó homlokelemek felső szalagsorában elemenként három szalagot alkalmaztunk, az egyéb helyen alkalmazott soronkénti kettő helyett.

2112 j. út felüljárója a Móricz Zsigmond út felett

A tervezett felüljáró a 2112 j. tehermentesítő utat vezeti át a Móricz Zs. út és a Kercseg utca csomópontja felett. A hídnyílások kiosztásánál és a felszerkezet hosszának megállapításánál figyelembe kellett venni, hogy a csomópontba bekötő Kercseg utca tengelye nagyon lapos szögben hajlik a tervezett híd tengelyéhez (emiatt a teljes csomópont a híd alá esik), továbbá azt, hogy a csomópontból kiindulva erőteljesen, kb. 7-8 %-ot emelkedik. A másik meghatározó szempont volt a házak közelségéből eredő azon követelmény, hogy meglévő ház elé csak hídszerkezet kerüljön, és semmi esetre sem töltés, vagy támfal. Hogy ez utóbbi szempont mennyire meghatározó volt, annak bizonyítására elég csak annyit mondanunk, hogy a Móricz Zsigmond út-Kercseg utca csomópontjának áthidalására elvben elég lett volna egy kétnyílású híd is, ezzel szemben ötnyílású híd épül meg.

Az öt nyílású, alaprajzban egyenes tengelyű híd fő méretei a következők. Támaszközök 24,0+3x30,0+24,0 m, a híd szimmetrikus elrendezésű. A felszerkezet hossza 139,0 m, a híd hossza a hídfőkkel együtt 150,0 m. Hídszélesség 11,20 m. Mindkét hídfőhöz a vasút felöli oldalon, továbbá a Somoskőújfalu felöli hídfőhöz a Kercseg utca oldalán vasalttalaj támfalak kapcsolódnak. Az utóbbi támfal 16,0 m hosszú, míg a vasút mellett lévők közel 300,0 m hosszúak. A Somoskőújfalu felöli hídfőhöz csatlakozó homlokfal magassága az alapsíktól számítva 11,0 m.

A hídtengely hossz-szelvénye Hatvan felöl 3,55 %-ot emelkedik, majd 2700 m sugarú domború lekerekítő ívbe megy

át. Az ív tetőpontja kevéssel a Somoskőújfalu felöli hídfő hátsó falsíkja után található, mindez azt jelenti, hogy a felszerkezet nagy része a hossz-szelvényt tekintve ívben halad. A hídpálya keresztirányban 2,5%-os baloldali esésben fekszik.

A továbbiakban a felszerkezetet és az alépítményi szerkezetek ismertetjük. Ezen belül itt is kiemelten foglalkozunk a felszerkezet kiválasztásának tartószerkezeti és esztétikai, továbbá az alépítményi szerkezetek kialakításának esztétikai szempontjaival, mert a kettő szorosan összefügg egymással.

Az alaprajzban egyenes tengelyű, ötnyílású, szimmetrikus nyílásbeosztású, folytatólagos többtámaszú felszerkezetet nyitott, kétbordás, konzolos, utófeszített gerendaként alakítottuk ki. Az alépítményi szerkezetek itt is a szokásosnak mondható dobozos kialakítású hídfőkből és egyszerű megjelenésű pillérekből állnak. A híd alapozása fúrt cölöpalapozás. A felszerkezet magassága a hídtengelyben 1,30 m, mely a legnagyobb nyílás 1/23-ad részének felel meg, látható tehát, hogy ez a felszerkezet is karcsú. (Ebben az esetben is meg kell jegyeznünk, hogy a karcsú felszerkezet a szokásosnál nagyobb fajlagos betonacél felhasználással járt együtt, de ebből kifolyólag a betonfelhasználás viszont kisebb volt, ami a gazdasági mellett erőtanilag sem elhanyagolható előnyt jelentett.)

A hídszerkezet kialakításánál itt is alapvető volt a városi környezethez való illeszkedés és alkalmazkodás esztétikai szempontja, melyhez alapvetően könnyed, karcsú felszerkezetet és vele harmonizáló, átgondolt alépítményeket kellett megtervezni. A felszerkezet kialakításánál az is döntő szempont volt, hogy a magas vezetésű hídpályát lehetőleg hosszú (de még nem feszített) konzolokra helyezzük, ezáltal a nagyobb tömegű és magasságú hosszbordát a lakóházaktól a lehető legtávolabbra vigyük, hogy a házak előtti tér az átláthatóság, és megközelíthetőség szempontjából is a lehetséges legnagyobb legyen. Ezen túlmenően a konzolos felszerkezetre azért is szükség volt, mert a csomópontban a meredeken emelkedő

Kercseg utca felett csak így lehetett biztosítani a közúti űrszelvényt.

Az elmondottakból látható, hogy előregyártott, feszített gerendás felszerkezet nem jöhetett szóba még akkor sem, ha az alkalmazott nyílások hossza egyébként ezt lehetővé tette volna. A fentiektől teljesen függetlenül az előregyártott, feszített gerendás felszerkezet a nagy tömege miatt esztétikai szempontból is teljesen előnytelen megoldás lenne ezen a helyszínen. Ugyanilyen megfontolások alapján vetettük el a szakaszosan előretolt, szekrényes felszerkezetet egyrészt a túlzottan nagy tömeg, másrészt a betoláshoz gazdaságtalan rövid hossz miatt. Az acél felszerkezetek szintén gazdaságossági megfontolásból nem versenyképesek ezen a helyszínen.

Az alkalmazott nyitott rendszerű felszerkezeti megoldás, és a hozzá kapcsolódó külső vezetésű, csuszókábeles utófeszítési rendszer teljes mértékben megfelel a könnyű fenntartás, a jó megközelíthetőség és a vizsgálhatóság alapvető követelményeinek. A felszerkezet építését nagyban megkönnyítette, hogy a híd alatti tér az építés ideje alatt beállványozható volt, ezért a betonozás egy ütemben, munkahézag nélkül történt.

Bordánként 4-4 db 19T16 jelű 19 pászmás kábelt alkalmaztunk. A pászmák minőségi jele Fp 150/1860, a felszerkezet betonjának minősége C40/50 volt. A kábelek iránytöréseit a támaszok felett és a nyílások harmadaiban elhelyezett kereszttartókon alakítottuk ki. A teljes hosszban futó, és kétoldalról feszített kábelek alkalmazásával a feszítési szerelvények mennyiségét minimalizálni lehetett. A hosszirányú vízszintes támaszreakciók megosztása érdekében a középső két pilléren fix sarukat építettünk be. A pillérek esztétikai szempontból egyszerű megjelenésűek, a felmenő falazatuk kétoldalt félkör alakban le van kerekítve, a tetejükön lévő kétoldalt konzolos szerkezeti gerendák kalapácsfej alakot formáznak. A hídfők a szokásosnál bonyolultabb szerkezetek. Belsejükben az utófeszített kábelvégek ellenőrizhetősége és

vizsgálhatósága érdekében vizsgáló folyosó épült, melyhez acélszerkezetű lépcsőn lehet feljutni. A hídfők nyílás felöli homlokfelületén a nagyméretű, sík betonfelületek elkerülése, illetve esztétikus kialakítása érdekében az ellenfalazatot a pillérek formáját utánozva alakítottuk ki.

A felszerkezet erőtani számításának központi kérdése a feszítőerő és az ehhez tartozó kábelvezetés helyes megválasztása. A feszítőerő szükséges mértéke alapvetően erőtani feltételekből adódik, ugyanakkor nem hagyható figyelmen kívül a feszítésnek a tartóalakra gyakorolt hatása. Ennek megfelelően a kábelvezetés geometriai megtervezése (az iránytörési pontok kijelölése a kereszttartókon) annak figyelembevételével történt, hogy az erőtanilag szükséges feszítőerő a lassú alakváltozásokat is figyelembe véve a felszerkezet önsúlyából keletkező lehajlásokat, lehetőség szerint a híd teljes hosszán, kompenzálja. Ez egyben azt is eredményezte, hogy az egyirányú esésben lévő felszerkezet hosszirányú túlemelésére nem volt szükség, ugyanakkor a szerkezet megfeszítését még a zsaluzaton kellett elvégezni.

A csuszókábeles utófeszítés hatásainak modellezésekor fiktív rugókkal vettük figyelembe a hasznos teher okozta kábelnyúlás-többletek kedvező erőtani hatását. A rugómerevségek meghatározásánál a kábelnek az iránytörési pontokon történő megcsúszását is figyelembe vettük, de ennek a hatásnak a mértéke a nagy kábelhossz miatt nem volt számottevő. A felszerkezetet bordás lemezként modelleztük, a hosszirányú igénybevételeket azonban egységes (fejlemezes gerenda) keresztmetszetre redukáltuk. A feszítőerő szükséges mértékének és a hozzá tartozó kábelalak megválasztásának a fentiekben ismertetett módszere egyben megszabta a felszerkezetbe a poligonális feszítéssel bevitt normálerő és hajlítónyomaték arányát. Mindebből jelentős mértékű normálerő adódott, melynek erőtani hatását mind a hajlítási, mind pedig a nyírási teherbírás igazolásakor ki tudtuk használni. Ezen túlmenően a repedezettséggel kapcsolatos használhatósági követelmények szempontjából igen kedvező volt, hogy az üzemi igénybevételek

szintjén hosszirányban lényegében repedésmentes, illetve zárt repedésekkel rendelkező szerkezetet kaptunk. A feszítőerő ilyen szintje mellett szükséges lágyvasalás mennyisége megfelelő szerelhetőséget és betonozhatóságot eredményezett.

A hídtartozékok lényegében hasonlók vagy teljesen azonosak a Salgó utcai felüljárónál már bemutatott szerkezetekkel. Lényegében ugyanez vonatkozik az alkalmazott szigetelésre és a burkolatrendszerre, valamint a sóvédelmi bevonatokra is.

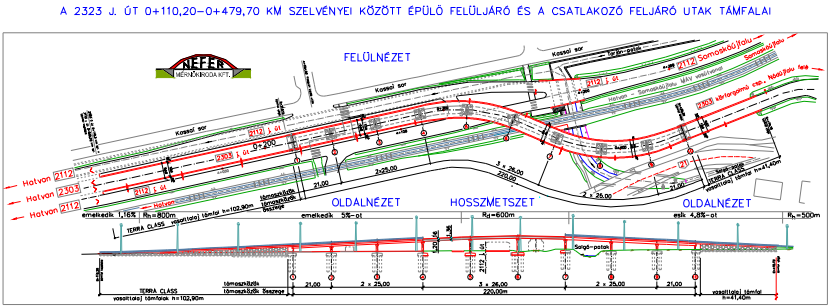
A hídhoz kétoldalt vasalttalaj támfalak csatlakoznak. A betervezés indokát korábban már részleteztük, most röviden a támfalak statikai számításáról szeretnénk szólni. A vasalttalaj támfal méretezésekor központi kérdés a támfal mögötti, szalagokkal átszőtt, vasalt talajtest vízszintes nyomásának mértéke és a nyomás eloszlása a fal magassága mentén. A vasalt talajtest a mozgását tekintve egy aktív és egy passzív zónára osztható fel. Az aktív zóna a homlokfal mozgását követi, a passzív zóna nyugalomban marad és a horgonyszalagokat a felületi súrlódás, tapadás révén lehorgonyozza. Az acélanyagú horgonyszalagok húzási teherbírását az aktív zónában fellépő vízszintes nyomásból az egyes homlokelemekre jutó erő figyelembevételével, a passzív zónába történő behorgonyzásukat pedig a szalag felületén kialakuló kétoldali súrlódás figyelembevételével igazoltuk. A külső, globális állékonyságvizsgálatok keretében megvizsgáltuk a homlokfallal együttdolgozó vasalt földtestnek, mint súlytámfalnak az állékonyságát kiborulással és elcsúszással szemben. Ugyancsak vizsgáltuk a vasalt talajtest alsó síkján, a homlokfal hátoldala környezetében az altalajban kialakuló feszültségeket az esetleges talajtörés elkerülése céljából. Az egyes támfalszakaszok alatt, az agyagot tartalmazó altalaj miatt helyenként talajcsere vált szükségessé, illetve erőtani szempontból az állékonyság biztosítása okozta a legtöbb gondot.

A tehermentesítő úton 4 db kishíd épül, melyek közül a három patakhíd előregyártott felszerkezettel, a Vadaskerti földút feletti felüljáró pedig monolit vasbeton felszerkezettel épül. A Sportcsarnok melletti Tarján-patak hídnál az épülő közúti és a meglévő vasúti híd között rámpa vezet a vasúti híd alatt meglévő gyalogjárdához. A rámpa vasúti pálya felöli oldalán a vasúti töltéstest megtámasztására cölöpfalat terveztünk, melyet a vasúti forgalom fenntartása mellett lehetett megépíteni.

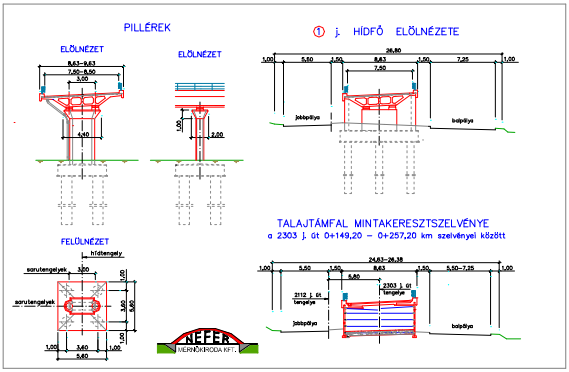
A tehermentesítő út mentén épülő gabionfalak és beton anyagú máglyafalak különleges tervezési feladatot nem jelentettek. A falak az elcsúszással szembeni biztonság érdekében nyírófoggal ellátott vasbeton talplemezeken állnak.

Befejezésül megemlítjük, hogy a tehermentesítő út műtárgyainak tervezése során a legnagyobb gondot a műtárgyaknak a városi környezetbe történő beillesztése okozta. Minden esetben meg kellett oldani a városi terekhez, a párhuzamosan haladó vasúti pályához, a pályán lévő hidakhoz, a patakhoz, a tervezett út melletti létesítményekhez, valamint a nyomvonal menti változatos domborzathoz történő esztétikus és egyben kivitelezhető csatlakozásokat.

Salgó úti híd



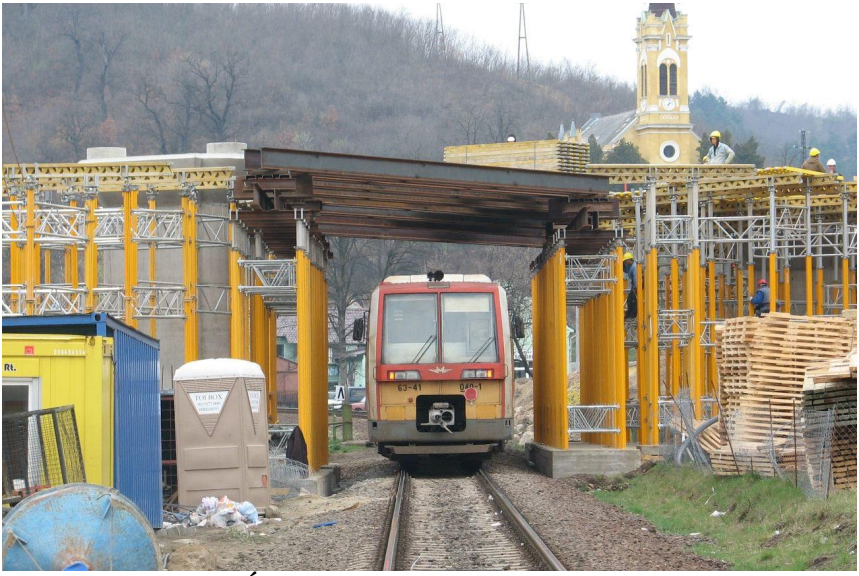
Általános terv I.



Általános terv II.

Pillér felmenőfalának zsaluzata

Pillér fejgerenda vasalása



Állványozás a vasúti nyílásban

Felszerkezet állványozása és zsaluzása

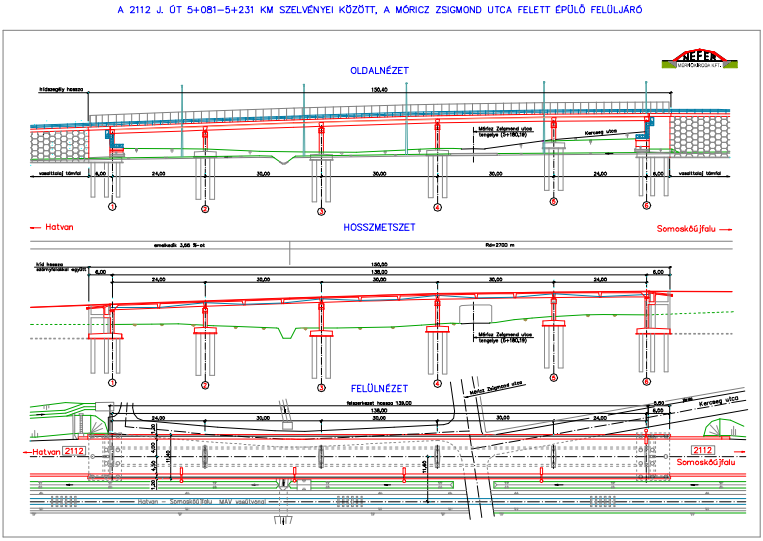
Elkészült pillérek

Felszerkezet vasszerelése

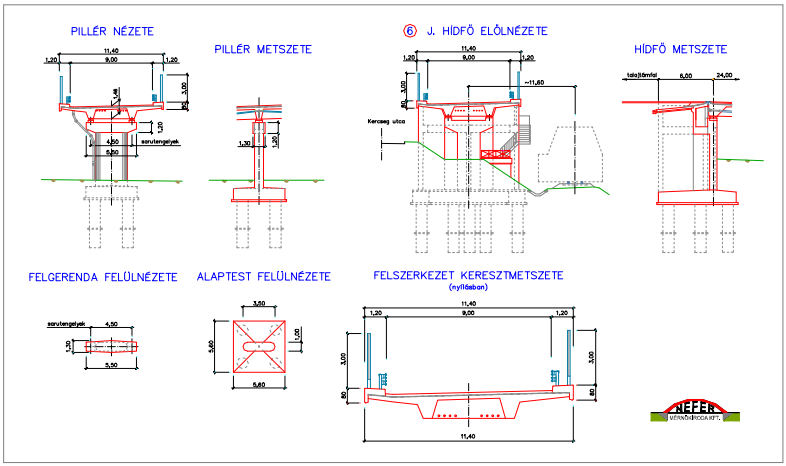
A kiállványozott felszerkezet

A térben csavarodó felszerkezet

A Móricz Zsigmond út feletti felüljáró



Általános terv I.



Általános terv II.

Épülő hídfő

Felszerkezet vasszerelése

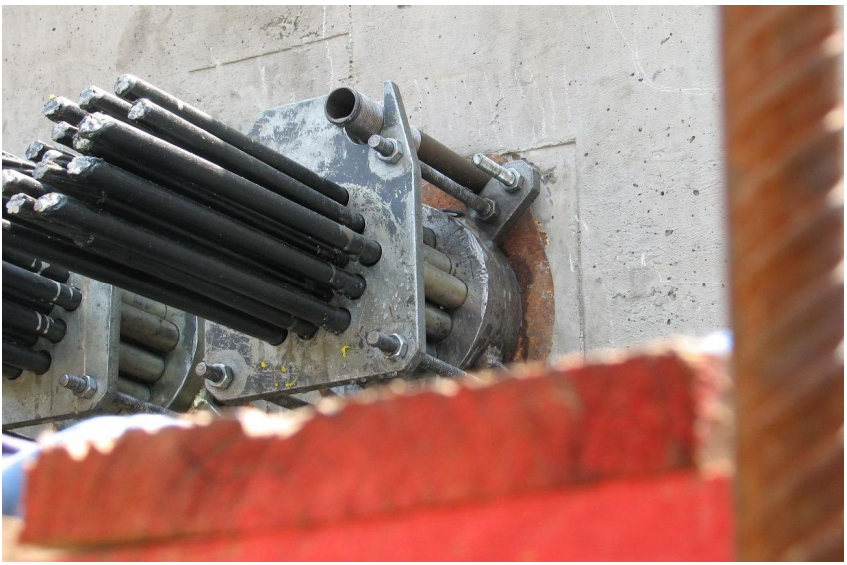
Éjszakai betonozás

A kizsaluzott felszerkezet

Kábelek alsó iránytörése

Kábelek támasz feletti iránytörése

Felszerkezet alulnézete



Kábel lehorgonyzás a végkereszttartón

Nyitható víznyelőrács

A felszerkezet betonozása madártávlatból

Vasalttalaj támfalak

Behorgonyzó acélszalag bekötése a homlokfalba

Építés közben kifektetett behorgonyzó acélszalagok

Gabionfal építése

Gabionfal építése a vasúti pálya mellett

Salgó-patak híd

A bebetonozott felszerkezet

Vadaskerti földút feletti felüljáró

A beállványozott felszerkezet

Tarján-patak híd

A kibontott cölöpfal

„VÁROSKÉPI ILLESZKEDÉS”

Gondolatok a 210. sz. főút III. üteméről

Kenyeres István
okl. építészmérnök

Tisztelt Konferencia !

A Karancs, a Medves és a Cserhát hegységek érintkezésénél, a Tarján patak és a Zagyva folyó forrásvidék vízgyűjtőjének szűk völgyében fekszik Salgótarján. A város földrajzi-természeti környezete változatos, és sok szépséget rejt. A földrajzi-domborzati változatosság, azonban nem csak értékeket jelent, hanem számos nehézséget is okoz a műszaki infrastruktúra – így különösen a közlekedés – szervezése-építése terén. A konferencia témájából következően – természetesen – itt csak a közlekedésről, annak is egy speciális létesítményéről fogok szólni.

Bevezetőben 21. sz. út városszerkezeti helyzetéről essék néhány szó.

- A Zagyva folyó és a vele összekapcsolódó Tarján patak völgye a történelmi idők előtt is fontos közlekedési útvonal volt. A patakok völgye összekötötte a mai dél-Szlovákiát az Alfölddel. A Zagyva menti út a mai Hatvan város közelében becsatlakozott az Aquincumot és Porolissimot összekötő nyugat-keleti irányú kereskedelmi és hadiútba. A Zagyva menti útnak stratégiai, katonai és kereskedelmi szerepe egyaránt jelentős volt, a honfoglalók is ezen a völgyön vonultak észak felé.
- A középkorban a völgy peremén álló várak közötti felvonulási-kereskedelmi forgalmat bonyolítottak le a völgyben kialakult

utak. Itt vonult Csák Máté, a husziták és ellenük Mátyás serege, majd a török és a felszabadító hadak. Fülek ostromára is ezeken a völgyeken vonult Thököly Imre serege, és a had vonulása során a Salgó várához tartozó Tariany falu elnéptelenedett.

- A 18. századi adatok alapján készült térkép azt mutatja, hogy a Zagyva völgyén észak felé vezető Gyöngyös Losonc kereskedelmi út Alsópálfalva térségében elágazik, az út fő ága Lapujtőn, Bocsáron Berényen keresztül vezet Losoncra, míg a keleti ága Tarjánon keresztül Fülekre vezet.
- Az utóbb említett út vált Tarján főutcájává, napjainkig megőrizve nyomvonalát. Ez látható a község 1866-ban készült térképén, ahol az út mellett megjelent egy szinte egyenes vonal, a vasút.
- A 19. század közepén bekövetkezett ipari fejlődés megváltoztatta a korábban kialakult utak közötti hierarchiát. A 18. században még kétfelé ágazó út nyugati ága teljesen elsorvadt, míg a városunkon átvezető ága – a vasút mellett is – fontos útvonal maradt. A nyomvonala – mint az 1896-évi térképen látható – a régi vonalán vezet.
- A 20. század első felében, az első világháború után a település területe jelentősen megnőtt, az üzemek körbefogták a falut, az országút nyomvonala a városon belül nem változott.
- Az 1960-as években – a városközponti rekonstrukcióval egyidőben – jelentős közlekedésfejlesztés indult. Korszerűsítették a vasútvonalat, új állomásépületeket építettek, és az akkori terveknek megfelelően az 1970-es években megépült a tehermentesítő út első szakasza. Ezt hosszú idő után követte a második ütem, a Litkei csomóponttól a Kossuth útig.
- Az 1980-as évek végén kezdődött meg a gondolkodás arról, hogy hogyan tovább. Több terv is született az út vasút fölé emeléséről és a felüljáró csatlakozási helyéről. Akkor még itt csak a felüljáróról szóltak a tervek, a Füleki út vezette volna tovább a forgalmat.

- Az 1990-es évek elején született meg az a nyomvonal-terv aminek a megvalósítása folyik. Sikerült egy olyan nyomvonalat találni, amely a forgalmat jelentős hosszon lakott területeket nem zavaróan vezeti, ugyanakkor szinte a város teljes hosszán megkettőzi a forgalmi sávokat. A város településrendezési tervébe sok vita és lakossági fórumon elhangzott számos észrevétel és kompromisszum után 1993-ban épült be az új nyomvonal.
  Ez a megoldás – miután rendezési tervi előzménye korábban nem volt – nehéz, gyakran szűk és igen változatos terepen vezet, számos műtárgy létesítésével sok mérnöki feladatot – és sok pénzt – követel, ugyanakkor a város számára jelentős könnyebbséget jelent.

Az elkészült tehermentesítő útszakasz a város számára sok előnyt jelent, annak ellenére, hogy néhány régebben kialakult közlekedési kapcsolatot megszüntet. Megduplázódik a városon átvezető út kapacitása, a tranzitforgalom zavartalanul – szintbeli vasúti keresztezés nélkül – juthat át a városi szakaszon, a lakott területeken és a városközponton átvezető „régi” út forgalma lecsökken, és a katasztrófa-védelem helyzete is javul a kettőzött útvonallal.

Tisztelt Konferencia !

A városban megvalósul egy új szerkezeti elem, mely nem pusztán a közlekedésben lesz érzékelhető, hanem a látványban, a városképben is határozottan megjelenik. Különösen a városközpont közelében lesz érzékelhető a változás, de az út teljes hosszán új elemek sora mutatkozik majd. A felüljárók, az új hidak, a támfalak és a rézsűk sora mind-mind a városkép új elemévé érnek.

Felüljáróból kettő épül, egy a Kossuth utat keresztezve a vasút fölött ívben átvezetve a közúti forgalmat, és a Móricz Zsigmond

út fölött, itt párhuzamosan a vasúttal. Mindkettő monolit vasbeton szerkezetű, és nem csak szerkezetében, hanem formai kialakításában is eltérő.

- A Kossuth út fölötti felüljáró alaprajzában íves kialakítású, hosszan épített szerkezet, ami a vasúti kereszteződést váltja ki. A vasút fölötti űrszelvény-igény okán meglehetősen magasra emelkedik, átlátást engedve az út nyugati oldalának még a múlt század harmincas éveiben kialakult beépítésre. A Kassai sor felől pedig a városközpont épületeinek képét keretezi. A hídra teljes hosszán ráláthatunk, így feltárul előttünk a szinte légiesen karcsú, elegáns ívben hajlított szerkezet. Ez a fontos műtárgy mára, még félig készen is érdekes eleme a városképnek. Cezúrát alkot a különböző korokban, eltérő építészeti megfogalmazású beépítések között, az oszlopok közötti átlátások pedig újra összekötik ezeket a városrészeket.

- A Móricz Zsigmond úti felüljáró kevésbé szerencsés helyzetű. A feszített vasbeton szerkezet, mely alaprajzában egyenes vonalú, derékszögben keresztezi az alatta vezető utat. Az alsó útról feltáruló látványban a felüljáró viszonylag rövid szakasza látható, és úgy érzékelhető, mintha egy tömörebb, kevésbé légies szerkezet lenne. A kórház és rendelőintézet parkolójából teljes rálátással már érzékelhető, hogy ez a híd is szépen formált, karcsú szerkezet, e nézőpontból azonban ezt kevesen érzékelhetik. A hídra a Losonci útról is rálátni, innen érzékelhető ugyan a hossza is, azonban a magasságát innen nem látjuk. Ez a szerkezeti elem a városképben több pontról is érzékelhető, azonban a fő közlekedési irányokból kissé nyomasztólag, egy igen súlyos elem érzetét kelti.

- Az útszakasz hosszán több híd is készül, ezek egy része – főként a patak fölöttiek a városképben kevéssé érvényesülnek, hiszen jelentős részük a földben, vagy az út alatt marad. A

vadaskerti viszonylag „csendes” helyen van, ma még elsősorban kertművelők számára jelent új látványt.

Azonban nem hagyható figyelmen kívül az új vasúti híd, mely a város északi részének egy jellegzetes elemévé vált. A vasúti töltésoldal kinyílt, fölötte egy világos-zöldre festett rácsostartós híd jelent meg, hangsúlyos motívumként.

- Az út vonalvezetéséből adódóan számos helyen készült bevágás, aminek hegy felőli oldala rézsűs kiképzést kapott. A városunktól nem idegen a ferde lejtős terepszint, így a kialakított rézsűk, ma még tájsebnek tűnnek, a növényzet megtelepedése után teljesen belesimulnak majd a hegyoldalak közé.

- A támfalak sem teljesen idegen elemek a városképben, hiszen számos helyen csak ezekkel lehet legyőzni a helyszűkét és a magasságkülönbségeket. Az úttal készülő támfalak egy része szintén a megszokott látványhoz illik, ezek az út mentén tervezett, többféle módon kialakított támfalak, melyek szinte végig kísérik az út Sportcsarnok utáni szakaszát. Ezek a város régi útjáról alig látszanak, így talán meg sem jelennek a városképben.

Annál inkább jelen vannak a felüljárók le-és felvezető szakaszainak oldalain. Az előregyártott elemek hézagai adnak egy ritmikus rajzolatot, azonban magasságuk miatt kedvezőtlenül befolyásolják a felüljárók látványát, elterelik a szemet. Már szinte látom, amint ellepik őket a szellemes grafittik. Kezelésük, eltakarásuk szinte megoldhatatlan, ezért ilyen városi környezetben nem javasoltam ilyen kialakítást. Nem én nyertem, a város viszont veszített, és nem keveset.

Ajánlom a konferencia résztvevőinek, hogy többet így – város közepén – ne tervezzenek felüljárót. A szerkezet, a műtárgy igenis érjen le a földig, az sokkal elegánsabb megoldás.

Tisztelt Konferencia!

Végezetül és összefoglalásul: az útszakasz megépültével Salgótarján a tranzitforgalomból adódó környezeti ártalmakat kisebb mértékben szenvedi majd. Kisebb forgalom, kisebb zaj és por lesz a mai főutca mentén. Az átmenő forgalom kevesebb megállással haladhat át a városon.

Az útvonalnak rendezési tervi előzménye csak 1991-től van, olyan területen vezet, ami előtte nem szerepelt a felhasználandó közlekedési területek között. A terepadottságok számos mérnöki létesítmény megépítését tették szükségessé, amit – megítélésem szerint – esztétikailag is jól oldottak meg. Az út nem pusztán közlekedési felület lesz, hanem létesítményei a városképben jellegzetes elemekké válnak.

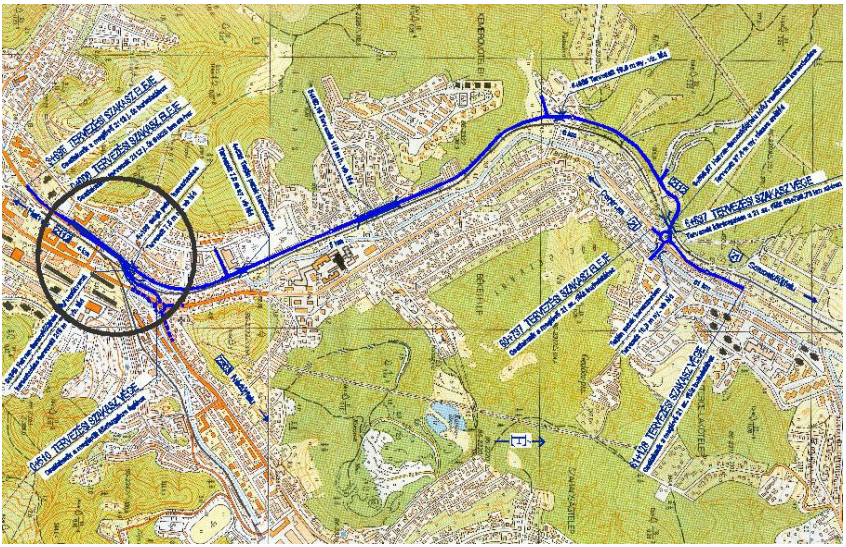
(Kenyeres István, okl. építészmérnök, okl. városépítési-városgazdasági szakmérnök, 1991 és 2004 között Salgótarján főépítésze)

SALGÓ ÚTI HÍD ÉPÍTÉSE

Ádám Miklós
Hídépítő Zrt., munkahelyi mérnök

Bevezetés

A mintegy 3 km hosszú salgótarjáni tehermentesítő út részeként megépülő Salgó úti felüljáró és a hozzá kapcsolódó vasalttalaj támfal - 2303 j. út – a 2112. jelű útból emelkedik ki és a Salgó-patak, illetve a vasút keresztezésével a meglévő körforgalomhoz csatlakozik.

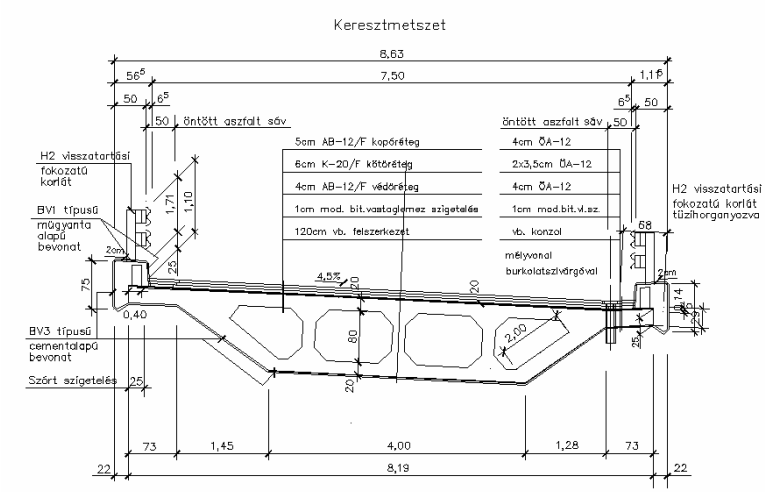


A teljes szakasz, elején a Salgó úti felüljáróval
Tervezők: Tetthely Kft., Nefer Kft.

A műtárgy építésének célja: a centrumon átmenő forgalom csökkentése

A híd főbb műszaki adatai:

- 9 nyílású monolit vasbeton szerkezetű közúti híd
- alapozás: fúrt vasbeton cölöpök, cölöpösszefogó gerendák
- felmenő szerkezet: zárt, dobozos szerkezetű hídfők, pillérek, fejgerendák
- felszerkezet: négycellás takarékütegés gerenda
- felszerkezet hossza hídtengelyben: 220,80 m
- műtárgy teljes hossza a csatlakozó vasalttalaj támfalakkal: 369,50 m



A híd külön érdekessége, hogy a Tervező szabvány alóli felmentést kért és kapott a hídra, mivel az átmeneti íves körívekben a hosszirányú esése nem elégítette ki az ide vonatkozó előírásokat.

Építés

Az építkezés megkezdése előtt, illetve azzal párhuzamosan számos közműkiváltásra (ivóvíz, gáz, elektromos vezetékek, hírközlő kábelek, szennyvízcsatorna) szükség volt, ugyanis azok útban voltak az épülő híd egyes támaszainak.

Ezt követően indulhatott meg a szerkezetépítés az alábbiak szerint:

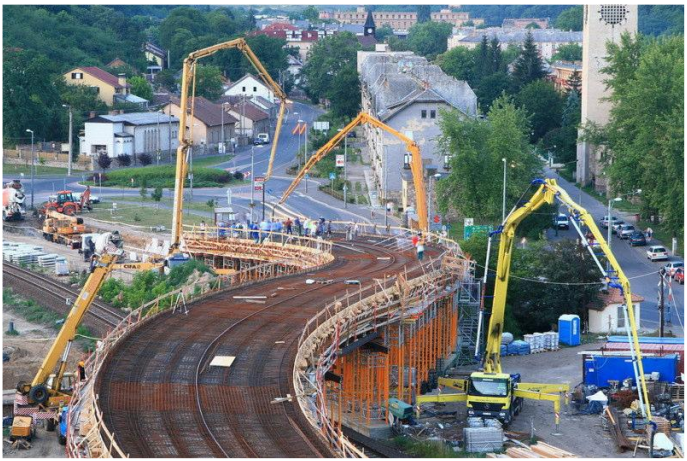
- 3 db próbacölöp készítése, terhelése, kiértékelése
- Szerkezeti cölöpök fúrása mintegy 400 fm hosszban
- Fölkiemelés a cölöpösszefogó gerendák helyén, majd szerelőbeton elkészítése
- 44 db vasbeton cölöp visszavésése
- 10 támasz cölöpösszefogó gerendájának készítése
- Felmenő szerkezetek építése: 2 db hídfő, 8 db közbenső pillér, és ezekre támaszkodó fejgerendák, saruzsámolyok

1., 2., 3., 4.,5., illetve a 6. jelű támaszok

- Állványalap építése
- Állványépítés
- Felszerkezet zsaluzása ~ 2000 m^2, saruk elhelyezése

Bezsaluzott fenéklemez

- Felszerkezet betonacél-szerelése ~ 340 tonna, takaréküregek elhelyezése, víznyelők, csepegtetők beszerelése
- Felszerkezet betonozása ~ 960 m^3



Felszerkezet 30 órás betonozása

- Felszerkezet frissbeton védelme
- Szórt szigetelés készítése szegély alatt
- Szegélyépítés

Kizsaluzott szegély

- Sókorrózió elleni védőbevonatok felhordása
- Befejező munkák: kiegyenlítő lemezek építése, vezetőkorlátok, ejtőcsövek elhelyezése

2007. szeptember 17-ei állapot

Jelenleg még vannak el nem készült munkák, de a terveink szerint az október végi forgalomba helyezésig ezek is elkészülnek:

- lemezes szigetelése az útpályán
- útburkolati rétegek
- dilatációs szerkezetek
- próbaterhelés
- útburkolati jelek
- … és természetesen a csatlakozó vasalttalaj támfalak kompletten.

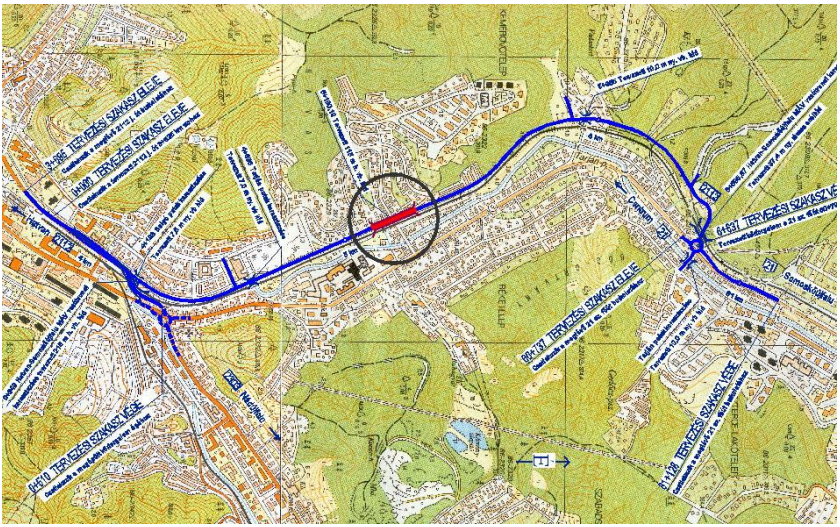
Salgótarján, 2007. szeptember 20.

MÓRICZ ZS. ÚTI FELÜLJÁRÓ ÉPÍTÉSE

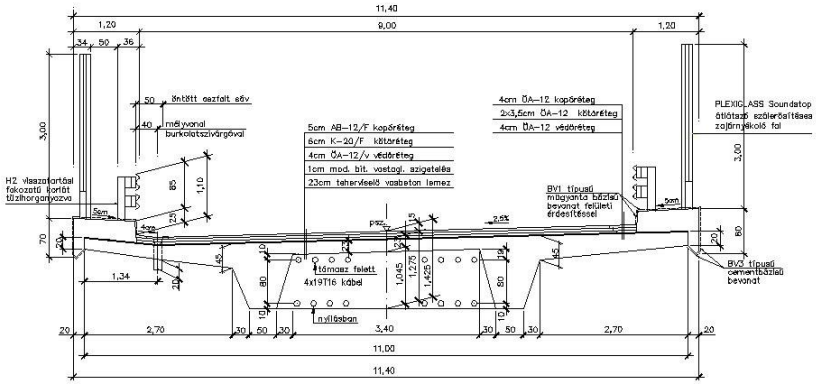
Szász András
Hídépítő Zrt., munkahelyi mérnök

Bevezetés

A Salgótarján belvárosán áthaladó 21. számú út tehermentesítésére épülő 2112. jelű út III. ütemének részeként kerül megépítésre a Móricz Zsigmond utat keresztező, a vasúttal párhuzamos, mintegy 150 m hosszú felüljáró és a hozzá kapcsolódó közel 600 m hosszú vasalt talajtámfal.


TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
TERVEZÉS SZAKASZ ELEJE
Nagykőrös
Csemete
Szemelvényi
21
21
21

- felszerkezet: kétoldalt konzolosan kialakított kétbordás keresztmetszetű, külső utófeszítéses monolit vasbeton híd
- felszerkezet hossza hídtengelyben: 139,0 m
- műtárgy teljes hossza a csatlakozó vasalttalaj támfalakkal: 296,5 m + 150,0 m + 299,5 m, összesen 746,0 m.



A felszerkezet keresztmetszete

Építés

Mivel a tehermentesítő út városi környezetben épül, erre a felüljáróra ez különösen igaz, hogy szűk helyre kellett megépíteni. A híd közvetlen környezetében bal oldalon házak, jobb oldalon a vasút, és az egész munkaterületet a város egyik forgalmas útja, a Móricz Zsigmond út keresztezi. A kivitelezés teljes időtartama alatt biztosítani kellett a lakók bejutását az ingatlanaikra. A Kercseg és a Móricz Zsigmond utak forgalmát csak a lehető legminimálisabban lehetett korlátozni.

Első lépésként a helyszínen előforduló, szinte minden közműtípust érintő (kis- és nagyfeszültségű elektromos

vezetékek, hírközlő kábelek, gáz, ívó- és szennyvíz, csapadékcsatorna) kiváltásokra volt szükség, mert ezek mind a hat támasz megépítését akadályozták.

A kiváltások befejeztével kezdődhettek a szerkezetépítési munkák:

- 2 db próbacölöp készítése, terhelése, kiértékelése
- 1,0 m és 1,2 m átmérőjű szerkezeti cölöpök fúrása mintegy 385 fm hosszban
- Földkiemelés a cölöpösszefogó gerendák helyén, majd szerelőbeton elkészítése
- 38 db vasbeton cölöp visszavésése
- 6 db cölöpösszefogó gerenda,
- 2 db hídfő, 4 db közbenső pillér, és ezekre támaszkodó fejgerendák, saruzsámolyok építése
- Állványalapok elkészítése

A közbenső pillérek és az állványalapok

- Állványépítés
- Felszerkezet zsaluzása ~ 2700 m^2, saruk elhelyezése

A kész zsaluzat és állványzat

- Felszerkezet betonacél-szerelése ~ 150 tonna, kábelek iránytörőinek elhelyezése,
- Víznyelők, csepegtetők beszerelése
- Felszerkezet betonozása ~ 750 m^3

Felszerkezet betonozása

- Felszerkezet frissbeton védelme
- 8 db feszítőkábel (152 db pászma) elhelyezése, és feszítése

Felszerkezet alulról a külső feszítő kábelekkel

- Szórt szigetelés készítése szegély alatt
- 1,20 m széles szegélyek építése a zajárnyékoló falak és a H2 vezetőkorlátok talplemezeinek elhelyezésével
- Sókorrózió elleni védőbevonatok felhordása
- Zajárnyékoló falak oszlopainak és a vezetőkorlátoknak az elhelyezése

2007. szeptember 20-ai állapot

Jelenleg itt tart a kivitelezés. A hátralévő munkák:

- Kiegyenlítő lemezek építése
- Ejtőcsövek elhelyezése
- Útpálya szigetelése
- Útburkolati rétegek megépítése
- Dilatációs szerkezetek elhelyezése
- Zajárnyékoló falak felszerelése
- Próbaterhelés
- Útburkolati jelek felfestése
- Természetesen közben el kell készülnie teljesen a csatlakozó vasalt talajtámfalaknak.

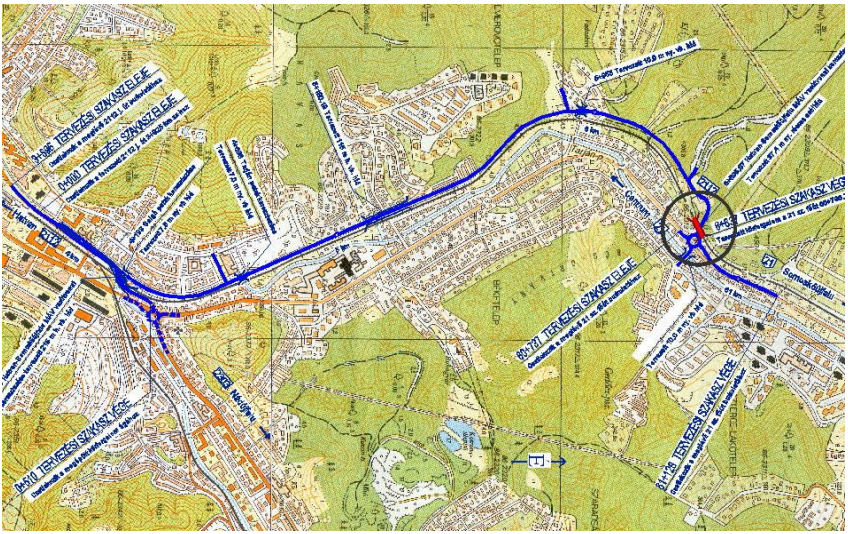
Salgótarján, 2007. szeptember 20.

A VASÚTI HÍD ÉPÍTÉSE

Simonné Fülöp Georgina
Hídépítő Zrt., munkahelyi mérnök

Bevezetés

Az építendő Salgótarjáni tehermentesítő út keresztezi a Hatvan – Somoskőújfalu vasútvonalat a 6+595,8 m szelvényben, ezért volt szükséges a műtárgy megépítése.



A teljes szakasz, végén a Vasúti híddal
Tervezők: Tetthely Kft., Pont-TERV Zrt.

A tervezett híd kéttámaszú, alsópályás, ágyazatátvezetéses, ortotróp pályalemezes rácsos főtartós acélszerkezet, mely szimmetrikus rácsozású és párhuzamos övű.

A Vasúti híd teherbírása MSZ-07-2306/2-90T szabvány szerinti „U” jelű vasúti teher, az engedélyezett sebesség 60 km/h.

Az elkészült híd

A híd főbb műszaki adatai:

- Szabadnyílása: 37,8 m
- Felszerkezet hossza: 39,6 m
- Szélessége: 8,2 m
- Az összeszerelt felszerkezet tömege: 145 tonna

Építés

A kezdetek-földmunka

A vasúti híd 3 hónapos vágányzár alatt készült el. Az elbontandó föld 70%-a még vasúti forgalom mellett került kitermelésre. A munkavégzést nehezítette az építési terület homokköves talaja.

A szerkezetépítés az alábbiak szerint történt:

- 4 m széles 1,5 m magas síkalap készítéssel kezdődött,
- 1 m vastag tömör vasbeton hídfők épültek, melyekre 4 db FIP típusú fazéksaruk kerültek elhelyezésre,
- részben lealapozott függőszárnyfalak, valamint a Somoskőújfalu felőli hídfőnél íves monolit vasbeton szögtámfal készült,
- háttöltés beépítése,

A felmenő szerkezet Somoskőújfalu felőli oldalon

- ezzel egy időben a város felőli hídfőnél kialakított szerelőtéren folyt az előregyártott acélszerkezet összeállítása,

Az előregyártott acélszerkezet összeállítása

- a Vasúti híd építésével párhuzamosan, mintegy 380 m hosszban készült el a vasúti pályán az ívkorrekció,
- a betolás két szinkronban kapcsolt sajtó segítségével történt.

A híd betolása

A vágányzár kezdetétől:

- betolópálya a 68. napon készült el,
- az acélszerkezet összeállítása a 71. napon fejeződött be,
- a betolás a 77. napon történt meg
- a 91. napon forgalomba helyeztük a hidat

Salgótarján, 2007. szeptember 21.

21. sz. főút Salgótarjánt elkerülő szakaszának III. ütemű megvalósítása 3+695-6+637 kmsz. között

Tárczy László
Reformút Kft. ügyvezető igazgató, útépítő mérnök

1. Előzményekről röviden, térségi beágyazódás,
2. Rövid projekt ismertető,
3. Akadályok, leküzdési lehetőségek,
4. Összegzés, tanulságok.

1. Előzményekről röviden, térségi beágyazódás

32 év alatt 6,6 km új nyomvonalú útépítés. Ez a két számadat is jelzi, milyen hosszú idő telt el azóta, hogy az I. szakasz építését 1975 (!) -ben elkezdték.

Az ország második legkisebb megyéjét régóta igen sok hátrányos körülmény akadályozza, akadályozta a kívánatos fejlődéstől eltérő irányba.
A 2544 négyzetkilométernyi megye 2,7%-a Magyarországnak. Az ország lakosainak 2,2%-a él itt, összesen 216.500 fő.
A bruttó hazai termék előállításában az országos érték 1,2%-át adja (123 milliárd Ft), ezzel az utolsó helyen áll az országban.
A vasútvonal 125 éves. A 128 településből 44 érhető el vasúton. Közúton a megye összes települése elérhető.
Bár a trianoni megállapodás az Ipoly folyót hajózhatónak tüntette fel, vízi vagy légi közlekedés lehetőség a megyében nem található.
Salgótarjánban 50.000-en élnek. A munkanélküliség magas, 15,6%-os, a negyedik legkedvezőtlenebb az országban.

A férfiak átlagéletkora 64 év, a nőké 73.
Varázslatos természeti adottságaiból (Börzsöny, Cserhát, Mátra, Karancs) csak kettőt emelek ki:

- Ipolytarnóc: húszmillió éves geológia parkjával egyedülálló Európában,
- Hollókő: a világörökség részeként jegyzik.

2. Rövid projekt ismertető

Ez a III. ütem a 729 m magas, szűk völgyben épül meg egészen különleges körülmények között.
1998-ban kap először a terv építési engedélyt, majd sikertelen közbeszerzési eljárás után (drágállták a megoldást az illetékesek) új tanulmányterv készül, csökkentett komfort fokozatú, költségtakarékosabb megoldást keresve.
2000-ben az új terv elkészül.
2002-ben első eleme a Rákóczi úti körforgalmú csomópont megvalósul a Füleki, Salgó utak találkozásánál.
A 3,3, km út 2x1 forgalmi sávval épül, 5,2 milliárd Ft bekerülési költségű (1,57 milliárd forint/km). A munkák kezdése: 2005. augusztus, teljes befejezés: 2008.
Jellemzői:

- 6 csomópont,
- 8 híd, összesen 830 m hosszon, a leghosszabb 215 m, de a pataklefedés közel 400 m hosszú,
- 414 m fúrt cölöpfal épül,
- 871 m vasalt talajtámfal,
- 120 m gabion fal,
- 400 m vasúti korrekció,
- új acélhíd a vasút részére.

Nincs olyan közműfajta, amivel ne kellett volna foglalkozni (átépíteni, kiváltani a megvalósítás során).
A közművek munkái a teljes költség 10%-át teszik ki.

- Villamos légvezeték és kábelek (0,4-10kV),
- Hírközlő vezetékek 3 kezelővel,

- Szénhidrogén vezeték 5 helyen,
- Ivóvízvezeték, tűzi víz vezeték,
- Szennyvízvezeték,
- MÁV hírközlési vezetéke,
- Távfűtő vezeték.

3. Akadályok, leküzdési lehetőségek

Ez az építés sem tud a hazai sajátos csapdákból kilépni, mindazon nehezítő körülmény ami előfordulhat a megvalósítás során az itt előfordult.
Bár reményeink, ellenőrzéseink alapján a végeredmény jó minőségű útszakasz lesz, a körülményekre a halmozottan hátrányos jelző sem túlzó:

- Felszámolás alatt van a Tervező, aki sok-sok hónapot késett a tervekkel, engedélyekkel.
- A kivitelezői konzorcium egyik tagja a Viadom Zrt. felszámolásra került a megvalósítás félidejében.
- Területszerzés nehezíti még mindig az építést, a szakasz végén lévő, mintegy 500 m terv szerinti megépítését, irreális lakossági pénzügyi követelés gátolja.
- Végtelenül vontatott és túladminisztrált a gáz és vízi közmű engedélyeztetés.
- Így hiába van joghatályos útépítési, építési engedély, nem sokat ér a közmű kiváltási engedélyek nélkül. Sorban az építési feladatok közül az elsők között szerepelnek a közműkiváltások.
- A Losonci utcánál évek óta (kb. 10 éve) zajló lejtő csúszás zajlik, ennek végleges rendezése túlmutat a szigorúan vett útépítési feladatokon, de megoldást kell rá találni közösen az Önkormányzattal.
- A felsorolt nehézségeket szoros és folyamatosan módosuló aktualizált ütemtervvel, átszervezésekkel,

létszám és építőgép kapacitásbővítéssel, szakaszos forgalomba helyezéssel lehet leküzdeni.

4. Összegzés, tanulságok

Mintha a térség általában elfoglalt hátrányos helyzete eredményezte volna, a tehermentesítő út III. ütemének megvalósítása igen sok átlagot meghaladó nehézség leküzdése után juthat el a befejezésig. Szakaszos üzembe helyezéssel jövő év tavaszán, optimista esetben 2008. második felében végre használhatják a közlekedők az új útszakaszt.

Bár vannak területek, lokális térségek, ahol ez az új út nem mindenki örömét váltja ki, a többségi közösség jelenetős minőségi javulást fog érzékelni, ha megindul a forgalom az új elkerülő úton.
Kevesebb zaj, kevesebb légszennyeződés, biztonságosabb, gyorsabb eljutás, esztétikus és a környezethez illő mérnöki megoldások, amelyekre minden alkotó – Építtető, Tervező, Kivitelező – méltán büszke lehet.

HÍDKORLÁT RENDSZEREK, AZOK DILATÁCIÓS MEGOLDÁSAI

TARÁNY GÁBOR
DAK Acélszerkezeti kft
üyvezető igazgató

MIÉRT SZÜKSÉGES ÚJ, KORSZERŰ ÚTKORLÁT RENDSZEREK KIFEJLESZTÉSE?

A mai felgyorsult világban a baleset és sérülésmentes közlekedés elengedhetetlen feltétele a fokozottan biztonságos utak kialakítása. Ennek fontos részét képezi a megfelelően kialakított, szigorú nemzetközi előírásoknak is megfelelni tudó közúti vezetőkorlát rendszerek kifejlesztése és alkalmazása.

- A DAK Acélszerkezeti Kft szerepe a magyar piacon.

A DAK Acélszerkezeti Kft. évek óta jelentős erőfeszítéseket tesz annak érdekében, hogy az általa kifejlesztett és forgalmazott acél közúti visszatartó rendszerek közül egyre több legyen a minősített, certifikációval rendelkező korlát. Az ehhez szükséges ütközési vizsgálatokat, töréstesztеket a cég a Csehországi TZUS intézet uniós akkreditációval rendelkező laboratóriumában végezteti az EN 1317 harmonizált szabványsorozat előírásainak megfelelően.

- Az MSZ EN 1317 jelentősége.

A szabvány a közúti visszatartó rendszerekre vonatkozóan különböző szempontok alapján teljesítményosztályokat határoz meg, illetve meghatározza ezek vizsgálati, mérési és eredményrögzítő rendszerét. A műszaki előírások a különböző utakhoz a szabvány előírásait teljesítő, megfelelő teljesítményosztályú visszatartó rendszert rendelnek, így az utak tervezése során az alkalmazandó biztonsági korlátrendszer pontosan meghatározható.

- A DAK Kft „úttörténetének” áttekintése.

A DAK Acélszerkezeti Kft. többéves fejlesztőmunkájának eredményeként ma már rendelkezik a legfontosabb, és leggyakrabban előírt minősített közúti vezetőkorlát típusokkal, ezen belül kétfajta (H2, H3 feltartóztatási fokozatú) hídkorláttal.

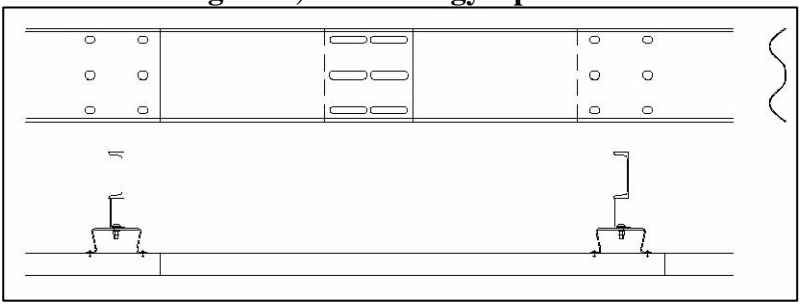
Itt szeretnénk bemutatni Önöknek egy rövid összeállítást az EN 1317 szabvány által leírt ütközési teszteken készített felvételekből.

✓ ***Kisfilm a hídkorlátok töréséről***

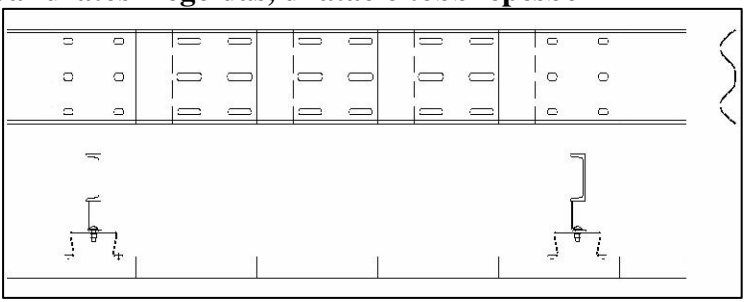
A hídkorlátok alkalmazása során a kisebb méretű hidak esetében, ahol a dilatáció elenyésző volt, a régi, eddig bevált módszert alkalmazták a tervezők, azaz megnövelt oválfuratok alkalmazásával, pikkelyszerűen egymásra csúszó sinus elemek biztosították a mozgást.

Korábbi dilatáció megoldások

- Oválfuratos megoldás, dilatáció egy lépésben



- Oválfuratos megoldás, dilatáció több lépésben



Új dilatáció megoldások

- A Köröshegyi Völgyhídon ill. a Dunaújvárosi Pentele hídon végzett munkálatok.

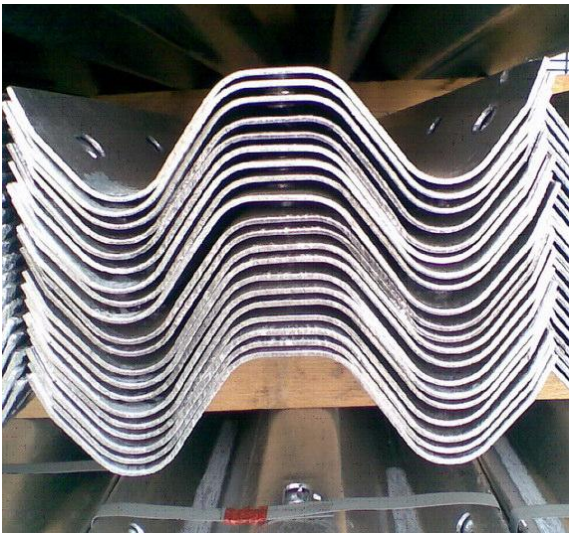
A Köröshegyi völgyhíd, és az ezzel egyidőben épült Dunaújvárosi Pentele híd extrém dilatációja új kihívás elé állított bennünket. A völgyhídon minimum 1,3 m dilatálást kellett biztosítani úgy, hogy 3-4,5 m-en nem tehettünk oszlopot a pályaszerkezet dilatációs megoldása miatt.

- A hosszú dilatációs szakasz problémái.

Több eddigi típust vizsgáltunk, de egyiknél sem volt biztosítható megnyugtató módon az ilyen hosszú mozgás, ezért kezdtünk el gondolkodni egy új szerkezeten!

- A KARD-HÜVELY rendszer.

A KARD-HÜVELY dilatációs megoldás ötlete tulajdonképpen a sinus elemek tárolásakor az egymáson fekvő lemezek egymáshoz képesti elcsúszásából származott.

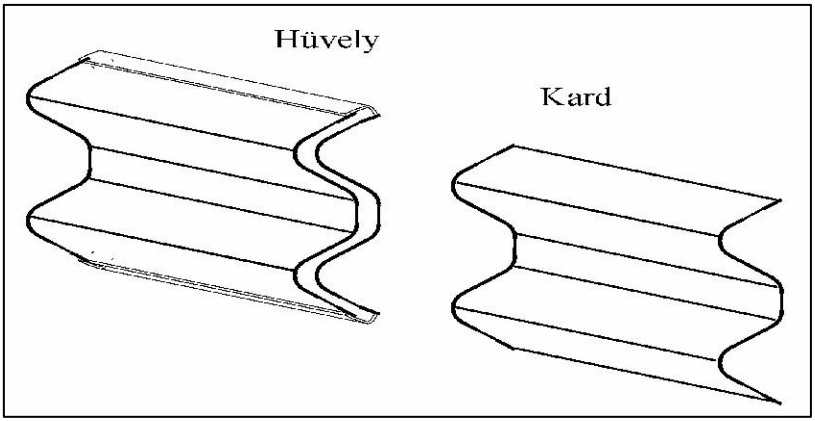


sinuselemek tárolása

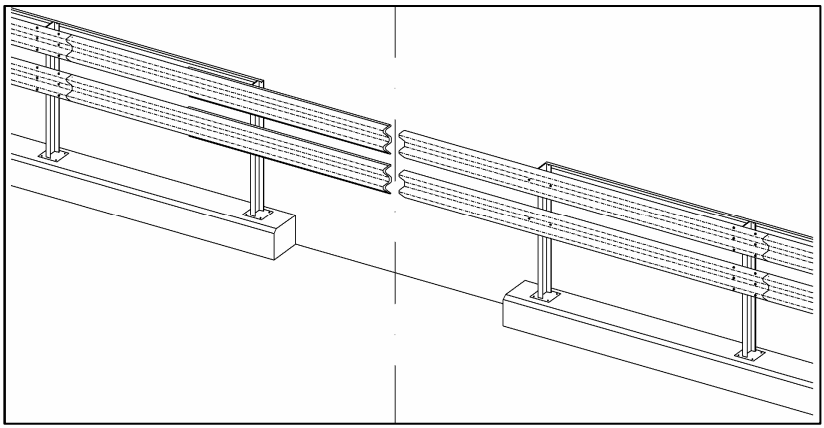
A KARD-HÜVELY módszer előnyei:

Ha két lemez közé mindkét oldalon hézagot biztosítva egy harmadikat becsúsztatunk, akkor hosszirányban, mint egy kard a hüvelyben tud mozogni, de akár függőlegesen, és keresztirányban is képes az ilyen eseteknél szükséges maximális mozgást és szögelfordulást biztosítani feszültségmentesen!

- Dilatációs sinus korlát



- H2-es korlát

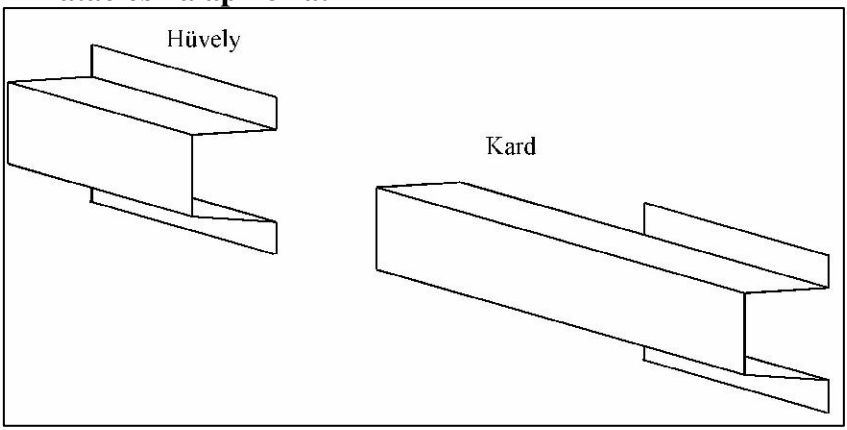


✓ ***rajz animáció a dilatáció működéséről***

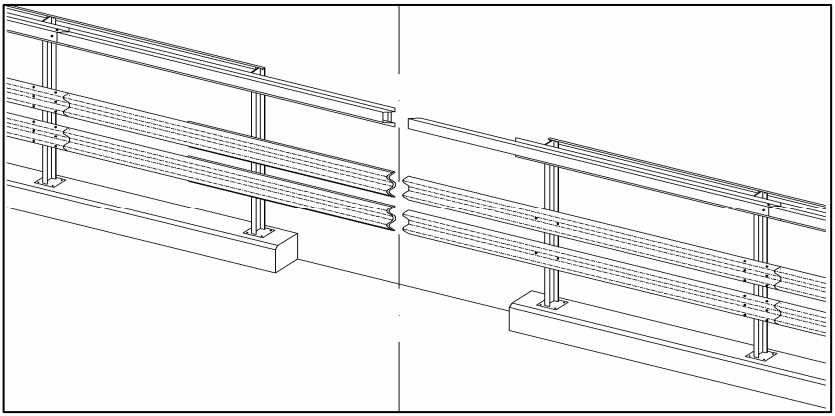
- A H3-as korlátunk kalapszelvénye, és dilatációs kialakítása.

A következő feladat, a H3-as korlátunk kalapszelvénye, amely az összeszerelhetőség miatt kónuszos. Ebben az esetben egyedi kisebb, ill. nagyobb kalapszelvényt gyártunk, gyártottunk, melyben távtartással a „kard” kalapszelvény biztosítja a mozgást!

- Dilatációs kalap korlát



- H3-as korlát



✓ ***rajz animáció a dilatáció működéséről***

- H2 korlát a Pentele hídon

A különböző határidő módosítások okán a dunaújvárosi Pentele-hídon szerelhettük fel először a szerkezeteket, ami szerencsésebb is volt a gyártómű és a szerelési helyszín közelsége miatt, így a prototípuson esetleges felmerülő hibák kijavítása gyorsabb lehetett, azonban az éjszakai szerelés (46 °C aszfalthőmérséklet mellett) zökkenőmentesen történt!

✓ ***animáció a dilatáció működéséről kép***

- H3 korlát a Kőröshegyi-völgyhídon

A völgyhídon már összeszokva, rutinosan szereltük fel még a H3 típusú elemeket is.

- ✓ ***animáció a dilatáció működéséről kép***
- ✓ ***Kisfilm a dilatáció szereléséről***

Film közben : a szerelés menete, feltételek

A korlátok szerelése – különösen a dilatációs szakasznál – mindig a munkálatok utolsó fázisának egyike, így az erre maradt rövid időt több műszakban, jól szervezve kellett kihasználni.

A szerelési műveletek a technológiai utasításnak megfelelően a következők:

H2-es korlát esetén:

- A HILTI tőcsavarok behelyezése a padkába.
- A korlátoszlopok talplemeze alá kiegyenlítő-tömítő habarcs helyezése.
- Korlátoszlopok felhelyezése, függőleges és vízszintes síkok beállítása.
- A „hüvelyoldali” elemek felhelyezése, beállítása.
- A „kardoldali” elemek felhelyezése, beállítása.
- Az elemek rögzítése, kötőelemek meghúzása.
- A síkok újbóli ellenőrzése.

H3-as korlát dilatációs szakaszának szerelése esetén a műveletek sorrendje ugyanez, azzal a különbséggel, hogy a „hüvelyoldali” és „kardoldali” szinusz elemek felhelyezése előtt kerül sor a kalapszelvény elemeinek felszerelésére.

A filmen jól látható, hogy az alkalmazott dilatációs megoldás a szerelhetőség szempontjából kedvező.

Jól látható az is, hogy a felszerelt dilatációs korlátszakasz optikai és esztétikai szempontból is jól vizsgázott, mivel látványában nem tér el a hídkorlát többi részétől, a folytonosságban törés, változás első pillantásra nem érzékelhető, autóban utazva pedig egyáltalán nem vehető észre.

A szerelők munkájának ellenőrzését szigorú tekintetű ellenőrre bíztuk, aki a Kossuth Rádiónak is elismerően nyilatkozott a DAK rendszerű korlátok dilatációs megoldásáról.

Kérjük a tisztelt kollégákat, hogy forduljanak bizalommal hozzánk bármilyen közúti vezetőkorláttal kapcsolatos kérdéseikkel.

MAPECRETE – A repedésmentes beton technológiája

Szautner Csaba
MAPEI Kft.

Vasbeton szerkezetink élettartama több tényező függvénye: a beton összetételén és bedolgozásán (összességében a beton minőségén), a betontakarás vastagságán sok múlik. Azonban a legjobb minőségű, legtartósabb betonból készített szerkezet is károsodik, ha a beton repedésein a károsító környezeti anyagok be tudnak hatolni a betonacélokig. Ezért mindenképpen cél, hogy agresszív környezetben lévő szerkezeteink betonja ne repedjen meg.

A beton megrepedését számos tényező okozhatja. Ilyenek a zsaluzat deformációja vagy süllyedése, a túl korai igénybevétel, a szerkezet statikai alulméretezés, de mindenekelőtt a beton zsugorodása. A beton zsugorodása három különböző okra vezethető vissza:

- a frissbeton zsugorodása gyors vízvesztés következtében: plasztikus zsugorodás
- a szilárd beton zsugorodása kiszáradás következtében: száradási zsugorodás
- autogén zsugorodás a cement hidratációja következtében.

A beton zsugorodásának csökkentésére számos betontechnológiai eszközünk van. Ilyenek:

- alacsony zsugorodású cementek használata
- alacsony cementpép tartalmú betonok alkalmazása
    - alacsony V/C-vel és
    - alacsony cementtartalommal
- alacsony homokhányadú adalékanyag alkalmazása
- hatékony utókezelés.

A közútépítésben alkalmazott igen alacsony V/C-tényező (max.

0,45) szükségképpen magas cementtartalmat (> 350 kg/m3) eredményez. Ennek, valamint a CEM I 42,5 cement használatának következményeit tetten érhetjük pl. a frissen készített szegélyeken, amelyek a sűrű vasalás és a leggondosabb utókezelés ellenére is rendszeresen megrepednek. Az utókezelés ugyanis bár képes megakadályozni a beton plasztikus zsugorodását, azonban nincs, vagy csak igen is hatással bír a száradási és autogén zsugorodásra.

Fentiek következtében zsugorodásmentes betont nem lehet készíteni. A repedésmentes szerkezet készítéséhez azonban folyamodhatunk a zsugorodáskompenzált beton technológiájához, a Mapecrete rendszerhez.

A Mapecrete rendszer egy Dynamon folyósítószer, a Mapecure SRA belső utókezelőszer és az Expancrete zsugorodáskompenzáló adalékszer együttes használatát jelenti.

A Dynamon folyósítószerrel hatékonyan tudjuk csökkenteni a V/C-tényezőt, azaz a cementmennyiséget és a betonkeverék víztartalmát. A Mapecure SRA csökkenti a betonban lévő víz felületi feszültségét, azáltal a beton zsugorodását, az Expancrete duzzadó adalékszer pedig a frissbeton – szerény mértékű – duzzadását okozza. A kezdeti duzzadás megfelelően vasalt, azaz tágulni nem tudó betonban nyomófeszültséget okoz, mely a zsugorodási folyamat során leépül, de a szerkezet nem zsugorodik. A végeredmény a nem megrepedt betonszerkezet.

Bár a rendszerrel több referenciamunka is készült, illetve számos olasz vizsgálati eredmény is elérhető, szükségesnek tartottuk a hazai cementekkel, hazai gyakorlatnak megfelelő összetételekkel is elvégezni egy kísérletsorozatot. A vizsgálatokkal a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia TSZ-et bíztuk meg.

Betonösszetételek

A vizsgálatok során négy különböző, a gyakorlatban alkalmazott betonösszetételen végeztünk vizsgálatot. Az összetételeket az 1. táblázat tartalmazza. Etalonként azonos összetétellel készült, azonban csak folyósítószert tartalmazó betonokat használtunk.

	Ipari padló beton	**Vízzáró beton**	**Nagy-szilárdságú beton**	**Látszóbeton (öntömörödő)**
	CEM II B/S 32,5 R 340	CEM III/B 32,5 N-S 310	CEM II/A-S 42,5 N 410	CEM III/A 32,5 N 350
Víz	153	170	165	160
Mészkő-liszt	-	-	-	200
Dynamon SR3	1,7	1,24	4,1	7,7
Expancrete	20	20	25	20
Mapecure SRA	4	4	4	4

Vizsgálatok

A betonokon az alábbi vizsgálatokat végeztük:

Frissbeton vizsgálat

- konzisztenciamérés terülés méréssel és roskadással ill. blokkóló gyűrűs terülés méréssel és kifolyási tölcsérrel,
- konzisztencia eltarthatóság
- frissbeton hőmérsékletváltozása
- frissbeton testsűrűség meghatározása
- levegőtartalom meghatározása méréssel és számítással

Megszilárdult beton vizsglata

- nyomószilárdság vizsgálat 1, 3, 7, 14, 28, 56 és 90 napos korban,
- zsugorodás vizsgálat 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14, 28, 40, 56, 70 és 90 napos korban,
- vízzáróság vizsgálat 28 napos korban, (vízzáró és nagyszilárdságú beton)
- fagyállóság vizsgálat 28 napos korban (nagyszilárdságú beton)

A próbatestek készítése

A próbatestek elkészítése a szokásoknak megfelelően történt.

A próbatestek utókezelése

Az elkészített próbatesteket 22-24 órás korban zsaluztuk ki, amelyeket víz alatti tárolás esetén azonnal a 20-22 °C-os vízzel feltöltött tároló kádakba helyeztük, laborlevegős tárolás esetén, pedig 20-20 °C-os légtérben helyeztünk el.

Azért választottuk ezt a kétfajta tárolási módot, hogy a szakszerű utókezelés (28 napig víz alatt) hatását összehasonlítsuk a belső utókezelő adalékszer (28 napig laborlevegőn) hatásával.

A zsugorodás vizsgálathoz készített próbatesteket – 2 órával a sablonba töltés után – fóliával letakarva, a zsugorodás mérő kamrában helyeztük el.

A tároló kádakból 28 napos korban vettük ki a víz alatt tárolt próbatesteket. Utána magas páratartalmú légtérben (65-75% relatív páratartalom) és 22-25 °C hőmérsékleten tároltuk

Vizsgálati eredmények:

Konzisztencia és eltarthatóság:

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a Mapecrete rendszer minden beton esetében kisebb vagy nagyobb mértékben növelte a beton konzisztenciáját és konzisztencia eltarthatóságát. Az Expancrete-tel bekerült finomrésztartalom a beton összetartó képességét, „mézes” jellegét javította a vizsgált tartományban a nagyobb vízigény ellenére, ezáltal fokozva a betonkeverék stabilitását és nagyobb teljesítőképességét. Ez a jelenség mind a hagyományos, mind az öntömörödő betonoknál jól látható volt. Technológiai szempontból ez azt jelenti, hogy egy jól bevált receptúrához az Expancrete és a Mapecure SRA különösebb bevizsgálás nélkül biztonsággal hozzáadható.

Nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése

A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen (90-100 %-kal) növelte a kezdőszilárdságot az ipari padló és a nagyszilárdságú beton esetében. A másik két beton esetében is jobb volt a

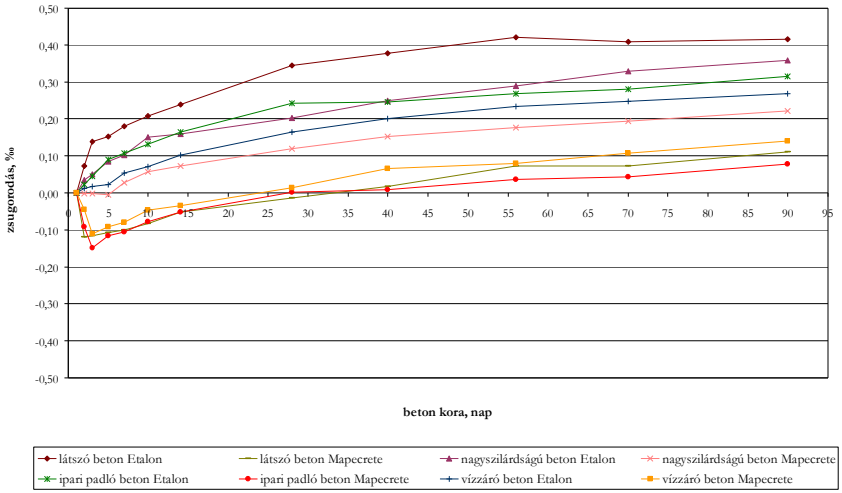
Mapecrete adalékszer rendszert tartalmazó betonok kezdőszilárdsága.
A belső utókezelő adalékszer kis mértékben javította a nyomószilárdságot az utókezelés nélküli betonokhoz képest, de nem érte el a vizes tárolás nyomószilárdsági eredményeit.
A Mapecrete adalékszer rendszer az acélszálas betonban fejtette ki legjobban a hatását a nyomószilárdsági eredmények szempontjából, ami érthető az acélszál gátolt alakváltozást okozó hatása miatt.
A betonok utószilárdulását a tárolás hatása befolyásolja. A legjobb utószilárdulást a vízben való tárolás adja, a legkisebbet az utókezelés nélküli adja. A Mapecrete adalékszer rendszert tartalmazó betonok – az acélszálas betont kivéve – a két etalon beton között helyezkednek el, az utószilárdulást illetően.

Zsugorodás vizsgálati eredmények értékelése
A Mapecrete adalékszer rendszer a vizsgált betonok zsugorodását pozitív értelemben jelentősen befolyásolta. A betonok zsugorodását a víztartalom és a pépmennyiség, valamint az acélszál határozta meg.
A különböző betonok zsugorodása a következőképpen alakult:

	Etalon	Mapecrete	Különbség
Öntömörödő látszó beton esetében	0,42 ‰	0,11 ‰	0,31 ‰
Nagyszilárdságú beton esetében	0,36 ‰	0,22 ‰	0,14 ‰
Ipari padló beton esetében	0,32 ‰	0,08 ‰	0,24 ‰
Vízzáró beton esetében	0,27 ‰	0,14 ‰	0,13 ‰

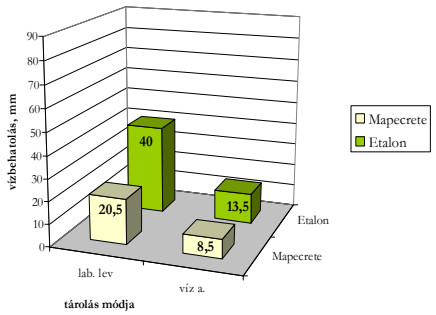
A nagyszilárdságú betonnál várható a nagyobb arányú autogén zsugorodás duzzadást csökkentő hatása az első öt napos korban.

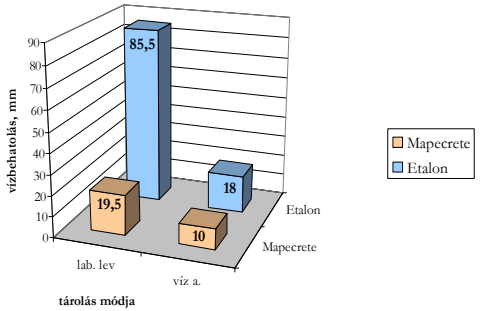
Az öntömörödő betonban lévő mészkőliszt belső utókezelő hatása nagyon jó hatással van a duzzadás hosszú idejű fenntartására, ezért a Mapecrete adalékszer rendszer zsugorodás csökkentő hatása rendkívül nagy (7.8 ábra).
A kezdeti duzzadási folyamat jellege - a nagyszilárdságú betont kivéve – azonos. A duzzadás jelentős része az első két napon játszódik le.



Etalon és **Mapecrete** betonok zsugorodása az idő függvényében

Vízzáróság vizsgálati eredmények kiértékelése
A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen javítja a vízzáróságot.
Jól látszik az Etalon betonok esetében az utókezelés hiányának rendkívül káros hatása a vízzáróságra.
Ezért jelentős a Mapecrete adalékszer rendszer hatása, mert jelentősen növeli a vízzáróságot, pl. vízzáró falak esetében, ahol nehezen oldható meg a betonok utókezelése.





NAGYSZILÁRDSÁGÚ BETON vízzárósága
VÍZZÁRÓ BETON vízzárósága

Fagyállóság vizsgálati eredmények kiértékelése

Bár a Mapecrete adalékszer rendszer kis mértékben javította a fagyállóságot mind a víz alatt, mind a laborlevegőn tárolt betonok esetében, megállapítható, hogy a Mapecrete adalékszer rendszert tartalmazó betonokat is utókezelni kell ahhoz, hogy fagyálló betont kapjunk.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ha a Mapecrete adalékszer rendszer ki tudja fejteni duzzasztó hatását (acélszál, nagy szilárdság, utókezelés esetén), akkor javítja a kezdőszilárdságot. Az utókezelési módtól függően, kis mértékben csökkenti a szilárdságot a vízben tárolt betonokhoz képest, de sosem kisebb, mint az utókezeletlen Mapecrete adalékszer rendszer nélküli betonok nyomószilárdsága.
A fő hatását illetően a Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen csökkenti a beton zsugorodását és minél érzékenyebb a zsugorodásra egy beton, annál látványosabb a javulás a zsugorodást illetően.
A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen javítja a vízzáróságot, kevésbé lesz érzékeny a beton az utókezelésre.
A fagyállóságot kis mértékben javítja, de ha betonnak fagyállónak is kell lenni, akkor a betont utókezelni kell. Ennek mértékét a konkrét feladat során célszerű kísérletekkel megállapítani.

További vizsgálatok
A Mapecrete rendszereket a fenti vizsgálatok során a minimálishoz közeli adalékszer-adagolásokkal végeztük. Tervezzük magasabb adagolások mellett további kísérletek elvégzését. E mellett kiemelt fontossággal kezeljük a fagyállóság kérdését, ezért e témában már folynak a levegőbuborék-képző alkalmazásával végzett vizsgálatok.

PCE-bázisú adalékszerek – új betontechnológiai lehetőségek

Asztalos István
Üzletágvezető – Sika Hungária Kft.

Bevezető

Ahhoz, hogy a betoniparban ma végbemenő fejlődési folyamatokat jobban megértsük és megismerjük, célszerű megvizsgálnunk a betonipar számára készülő PCE-bázisú adalékszereket, azok működési mechanizmusát és az általuk nyújtott új betontechnológiai lehetőségeket. E lehetőségek csak akkor alkalmazhatóak a gyakorlatban, ha figyelembe veszik az egyes iparágak által igényelt szempontokat. Mások a követelmények a transzportbeton iparban, az előregyártásban és az építkezés helyszínén is. Ma az adalékszerek gyártása már markánsan figyelembe tudja venni ezeket a – sokszor jelentősen eltérő – igényeket.

1. Az adalékszerek kialakulása, a képlékenyítők és folyósítók fejlődése

1. ábra – A hatóanyagok fejlődése

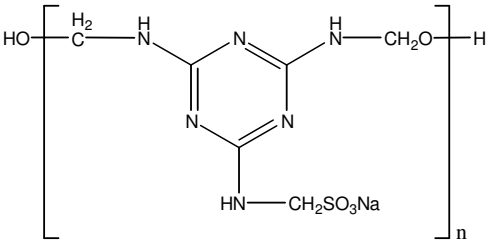
Az adalékszerek ma már fontos részét képezik a betontechnológiának. Legfontosabbak a képlékenyítő és folyósító szerek, amelyek alkalmazása leginkább segíti ezt a tevékenységet. Használatukat a minőségi igények és a technikai fejlődés együttesen kényszerítette ki. A betonkeverés, -szállítás, -bedolgozás és -tömörítés nehéz fizikai munkáját már a kezdetektől – 1854 – próbálták Magyarországon is gépesíteni [1]. A gépesítéssel párhuzamosan – elsősorban a bedolgozás megkönnyítésére – képlékenyebb konzisztenciára is szükség volt. Ha ezt – mint tudjuk – többlet vízzel érik el, az rontja a beton szilárdságát és ezzel annak minőségét. Az erre vonatkozó első kutatási eredmény már 1918-ban megjelent az amerikai Duff, A. Abrams tollából „Design of Concrete Mixtures”címmel. Az adalékszerek fejlődése ezért mindig is összefüggött a víz/cement tényezővel, valamint a betonok minőségével. Már 1885-ben alkalmaztak faggyút és kaolint a beton tulajdonságainak javításához, 1909-ben ehhez az amerikai Moyer ásványi olajat ajánlott. 1912 óta szappanokat is alkalmaztak, amelyek kismértékben javították a bedolgozhatóságot. Azokban az években agyagot is használtak adalékszerként. 1910-ben jelentek meg Németországban az első márkázott adalékszerek [2].

Ez az időpont egyébként egybeesett a mai Sika-Csoport alapításával is. Kaspar Winkler – aki az Ausztria-beli Voralberg tartományi faluban, Thüringenben született 1872-ben Bludenz mellett – 1910-ben alapította meg vállalatát akkor még Kaspar Winkler & Co. néven [3].

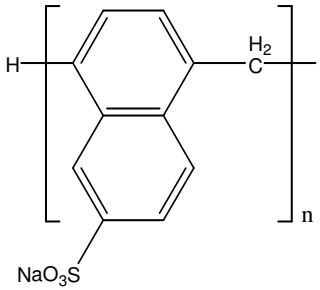
Mai szemmel már nyugodtan mondhatjuk, hogy az adalékszerek fejlődése fokozatosan ment végbe. A ligninszulfonátok és ezek származékai, az oxikarbonsavak és ezek sói, a fehérje bomlástermékek – betontechnológiai szóhasználattal élve: képlékenyítők (plasztifikálók) – már a XX. század elején megjelentek. Amerikában a Portland Cement Association Chicago laboratóriumában – cement őrlést segítő anyagokat kutatva – 1939-ben jöttek rá, hogy egy bizonyos vinzol-trietanolamin bázisú őrlést segítő anyag mikroszkópikusan

kicsiny légbuborékokat képezve jelentős fagy- és olvasztósó-állóságot biztosít a beton utcaköveknek. Ezzel vált ismertté a légbuborékképző (akkori terminológiával: légpórusképző) adalékszer fogalma. Ezek az ismeretek azonban a második világháború miatt csak 1946-ban jutottak el Európába [2].

Az egyre hatékonyabb szerek alkalmazásával új fogalmat is ki kellett találni az erősebb képlékenyítésre (plasztifikálásra). Ezeket az újabb anyagokat már folyósítónak (szuper-plasztifikátornak) nevezték el. A folyósító adalékszereket a – tisztított, modifikált ligninszulfonátok mellett – három fő csoportba sorolhatjuk: szulfonált melamin-formaldehid kondenzátumok, aszulfonált naftalin-foraldehid kondenzátumok, valamint a szulfonált vinilpolimerek [4].



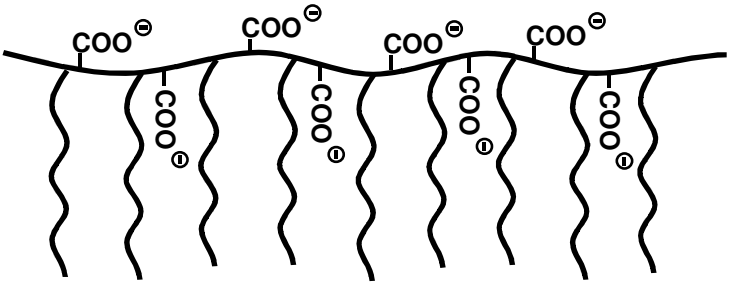
2. ábra – Melamin-szulfonát polikondenzátum (MFS)



3. ábra – Naftalin-szulfonát polikondenzátum (NFS) [5]

Napjainkra a fejlődés a folyósítók legújabb generációit (poliakrilátok = PA, polikarboxi-látok = PCE) eredményezte. Mindezt az a fejlesztő munka indította el 1983-ban Japánban, amelynél az érdeklődés középpontjában a beton tartósságának kérdése szerepelt. Azt a követelményt, hogy tartós betont állítsanak elő, csak jól képzett munkások által betömörített betonnal lehetett elérni. Azonban a jól képzett munkások számának fokozatos csökkenése Japánban az ipari szerkezetek minőségének hasonló mértékű csökkenéséhez vezetett a

szerkezetépítésben. Mindez kikényszerítette az önhető és öntömörödő (légtelenedő) betonok iránti igényt, amely lendületet adott a folyósítók fejlesztésének is. Az ilyen típusú beton alkalmazásának szükségességét először 1986-ban Okumara javasolta [6].



4. ábra – Polikarboxilát-éter (PCE) [5]

2. Új betontechnológiai lehetőségek

A folyósítók legújabb generációja, a polikarboxilátok (PCE) napjainkban forradalmasítják a betontechnológiát az egész világon! A PCE-alapú folyósítók óriás molekuláikkal térben is akadályozzák a szemcsék összetapadását és ezáltal sokkal hatékonyabb folyósítást tesznek lehetővé. Ezek használatával már lehetővé válik a szabályozható tulajdonságú beton-termékek előállítása. Ez vonatkozik mind a frissbetonokra, mind a megszilárdult betonokra is.

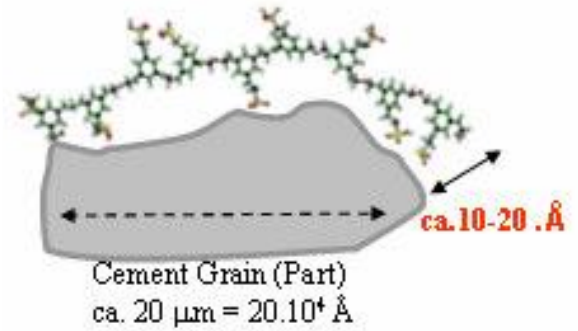
Nézzük meg, hasonlítsuk össze a folyósítók alapjául szolgáló legfontosabb vegyi anyagokat betontechnológiai szempontból. A melamin-formaldehid-származékú folyósítók, röviden melaminok voltak a folyósítók első alapanyagai, amelyek az 1960-as, 70-es évektől jelentek meg a piacon. Ezek a termékek erős folyósítást tettek lehetővé, de hatásukat viszonylag gyorsan elvesztették. Alkalmazásukra ezért elsősorban az előregyártó üzemekben került sor.

2.1. Az előregyártó betonipar

Az előregyártásban erősen folyósított és könnyen bedolgozható betont várunk el, de ezt követően azt szeretnénk, hogy a beton gyorsan szilárduljon annak érdekében, hogy az elemeket minél előbb ki lehessen zsaluzni. Fontos még az eltérő technológiáktól függő igények követése is, amely természetesen más és más berendezéseket is igényel.

A melaminok megjelenéséig az előregyártás területén a beton-szilárdítási módszerek közül a gőzöléses eljárások voltak az uralkodók. A gőz hatása gyorsítja a kötési folyamatot: a kristályosodási folyamatok gyorsabban játszódnak le, nő a cement hidratációjának sebessége, ezért viszonylag rövid idő alatt a beton végszilárdságának jelentős hányada elérhető volt. A melegbeton készítésénél a kötés gyorsítása érdekében jelentős hőmennyiséget juttattak be az anyagba a beton keverésekor úgy, hogy annak hőmérséklete 35-50 °C legyen. A gőzölés kedvező hatása mellett azonban káros jelenségekkel is számolni kellett:

- a beton végszilárdsága kisebb lett,
- a beton szerkezete roncsolódott (repedezett),
- a beton „megéghetett” (hirtelen elveszthette víztartalmát) és
- jelentős mennyiségű energia felhasználását igényelte [7].



4. ábra – Melamin molekula és a cement szemcse mérete [9]

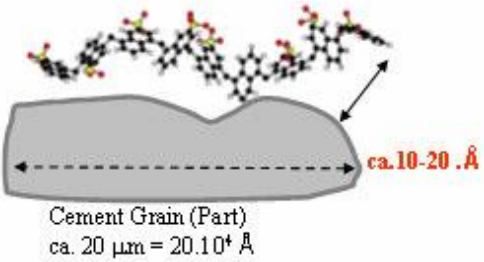
A melaminokat viszonylag nagy mennyiségben kell a betonhoz adagolni. Egy 30 %-os vizes oldat adagolása a cement tömegére vonatkoztatva több, mint 1 %. A frissbeton lágyabb

konzisztenciájához nagyobb adagolás mellett járulékosan egy bizonyos „ragasztóhatás” párosul, amely a keverék összetartó-képességét biztosítja anélkül, hogy az a zsaluzathoz tapadna. A ligninszulfonátokkal ellentétben nincs késleltető hatásuk, sőt néhány termék még gyorsítja is a cement hidratációját [8].

2.2. A transzportbetonipar

A transzportbetonokkal szemben általában azt várjuk el, hogy időjárástól függetlenül hosszú ideig és szabályozható módon, szétosztályozódás nélkül tartsák meg keveréskor beállított tulajdonságaikat. Szeretnénk ha a transzportbetont messzire tudnánk szállítani, jól tudnánk szivattyúzni és a zsaluzatba könnyű lenne bedolgozni. A transzportbetonokat előállíthatjuk telepített üzemi betonkeverőkben vagy magában a szállító gépkocsiban, mixerkocsiban is [10].
A magyarországi gyakorlatban, de a világ más részein is a modern építési technika fejlődése az 1970-es 80-as években abba az irányba hatott, hogy gyakorlatilag megszűnt az építéshelyi betonkészítés. A mixerkocsikat ugyanakkor többnyire csak szállításra, illetve a beton szállítás közbeni szétosztályozódásának megakadályozására használták, ezért a betongyárban előre megkevert anyagot helyeztek el benne, és csak viszonylag ritkán üzemeltek szárazanyag-kiadó telepekről [11].
A transzportbeton ipar létrejöttét ezért olyan adalékszerek használata is segítette, amelyek hosszabb bedolgozási időt biztosítottak erős folyósítás mellett. Ezek a szulfonált naftalin-formaldehid kondenzátumú folyósítók, röviden naftalinok voltak a folyósítók következő alapanyagai, amelyek az 1970-es, 80-as évektől jelentek meg a piacon. Ezek a termékek erős folyósítás mellett már valamivel hosszabb időtartamú hatással rendelkeztek. Alkalmazásukra ezért már jellemzően nemcsak az előregyártó üzemekben, hanem a transzportbeton gyártásban is sor kerülhetett. A naftalinokat már kisebb mennyiségben kell a betonhoz adagolni. Egy 30 %-os vizes oldat adagolása már a

cement tömegére vonatkoztatott 0,2-0,5 %-os mértékben is hatékony. A cement hidratációját csak csekély mértékben késleltetik, és nem képeznek járulékos légbuborékokat. Jól beváltak az előregyártó üzemek mellett már az időközben kialakult transzportbeton iparban is [8]. Alkalmazásuknál azonban még itt is kialakult az utánadagolás szükségessége az építkezés helyszínén abban az esetben, ha a betont hosszabb szállítás után kellett bedolgozni.



6. ábra – Naftalin molekula és a cement szemcse mérete [9]

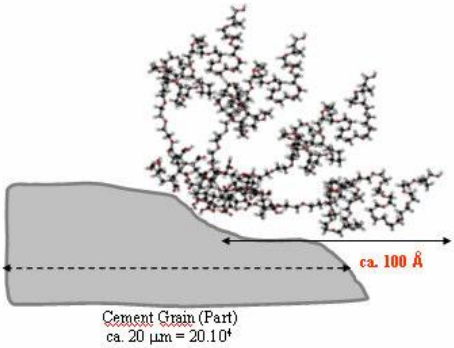
2.3. PCE-bázisú adalékszerek

Mind az előregyártásban, mind a transzportbeton iparban és az építkezés helyszínén (nagyobb projektekhez alkalmilag felállított keverőtelepek) készített betonokkal szemben is sokféle igény jelentkezhet. Ezek az igények napjainkra azt eredményezték, hogy az adalékszerek fejlesztése eljutott arra a szintre, amikor a folyósító-gyártás már figyelembe tudja venni az egyes iparágak igényeit. A gyártók más szereket kínálnak a transzportbeton üzemeknek, mást az előregyártott betonokhoz és megint mást az építéshelyi technológiákhoz. Ezen kívül kialakultak egyéb jelentős speciális területek is, mint az alagútépítések (lőttbetonok), térkőgyártások (földnedves betonok) stb.

A PCE-bázisú adalékszerek hatóanyaga az un. polikarboxilát-éter, amelynek molekuláris felépítése eltér a korábbiakban ismertetett anyagoktól. Ezek a vegyi anyagok olyan anionos polimerek, amelyek polimerizáció által jönnek létre olyan telítetlen karbonsavakból, mint például az akrilsavak,

metakrilsavak vagy maleinsavak. A teljesen vagy részben észterezett karboxilát csoportból egy elágazó polimer jön létre. A polimernek ez a struktúrája, amely egy főláncból és sok alifás oldalláncból áll egy fésűre emlékeztet, amiért is a polimernek ezt a típusát fésűs polimernek nevezzük [5].

A legújabb generációt képviselő polikarboxilát-éter alapú folyósítószerek hatékonysága és gazdaságossága messzemenően felülmúlja az eddigi alapanyagokét. Ezt a hatóanyagot 1997 óta gyártják Európában. Molekuláris szerkezetüknél fogva fizikailag is akadályozzák a cementszemcsék összetapadását. Így a folyósító hatás minden eddiginél erősebb, még csekély adagolás mellett is. A poli-karboxilát-éter hatóanyagú folyósítóval készített cementkövek röntgendifrakciós vizsgálata kimutatta, hogy az új hatóanyag kémiailag is befolyásolja a cement hidratációját: késlelteti az alit fázis hidratációját, de elősegíti az aluminát klinkrásványokét, ezzel visszaszorítja a portlandit képződést. A bedolgozhatósági időtartamot adott esetben lényegesen megnövelő és kötéskésleltetést is biztosító hatás mellett azonban a folyósított beton sem a korai-, sem a végszilárdságban, sem a zsugorodásban nem rosszabb a szermentes betonnál, sőt [8].



6. ábra – PCE molekula és a cement szemcse mérete [9]

Összefoglalás

A beton tartósságának feltétele a felhasználás céljának megfelelő összetételű, tulajdonságú, bedolgozású és utókezelésű beton. A

PCE-bázisú adalékszerekkel ezeket a tényezőket ma már célorientáltan tudjuk megtenni. A beton tulajdonságait a kívánt célnak megfelelően pozitív irányba tudjuk befolyásolni mind az építéshelyi, mind a telepített üzemi betongyártásban, illetve az előregyártott betontermékek előállításánál.

Irodalom

[1] Balázs, Gy., (1994) „Beton és vasbeton I. – Alapismeretek története", *Akadémiai Kiadó, Budapest*

[2] Pásztor, R., (1988) „Betonadalékszerek", *Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest*

[3] Heim, W., (2005) „In memoriam Dr. Romuald Burkard", *Dr. Hans Peter Ming, Chairman of the Board Sika AG, Zürich*

[4] Buday, T., (1999) „Betonadalékszerek", *Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest*

[5] Blask, O., (2004) „Fließmittel von Sika Addiment – Ein Überbick", *Sika Addiment GmbH, Leimen*

[6] Zsigovics, I., (2003) „Öntömörödő beton, a betontechnológia legújabb forradalma – 1. Fogalmak és vizsgálati módok", *Vasbetonépítés (Concrete Structures) – Journal of the Hungarian Group of fib, No. 1/2003, pp. 17-24.*

[7] Márkus, M., (1979) „Előregyártás I.", *Tankönyvkiadó, Budapest*

[8] Német, F., (2006) „Öntömörödő betonok Sika® ViscoCrete® technológiával – Diplomamunka", *BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, Szerkezetépítő Szakmérnöki Tanfolyam, Betontechnológiai Ágazat, Budapest*

[9] Bicher, B., (2007) „Superplasticizers – Data Pool", *Sika Services AG, Zürich*

[10] Grübl, P., Weigler, H. and Karl, S. (2001) „Beton – Arten, Herstellung und Eigenschaften", *Ernst & Sohn A Wiley Company, Berlin*

[11] Rácz, K., (1998) „Betontechnológia gépei", *BME, Budapest*

Új generációs hullámacél hídszerkezetek méretezése és kivitelezése az út- és vasútépítésben

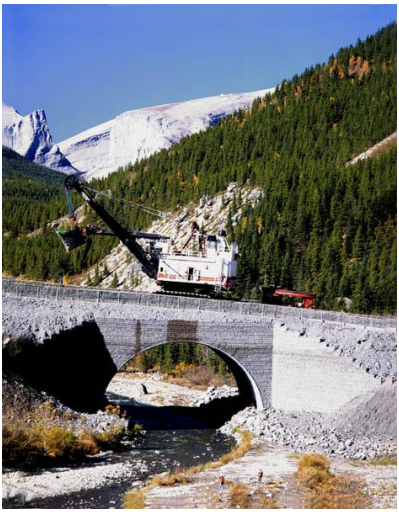
Braunmüller Zoltán
ViaCon Hungary Kft., ügyvezető igazgató

A hullámacél és az azt körülvevő talaj együtt dolgozásával kialakított szerkezetek a XX. század elején jelentek meg az Egyesült Államokban. Ezen korai alkalmazások esetén a szerkezetek zárt profilú, kör keresztmetszetűek voltak, 152 x 51 mm-es hullámmérettel. Az első alkalmazott hullámacél átereszek legnagyobb átmérője 2 m volt. A szerkezetek gazdaságossága bizonyította létjogosultságukat, a kutatásokkal és fejlesztésekkel pedig egyre nagyobb fesztávolságú műtárgyak készültek. A legnagyobb, 152 x 51 mm hullámú körprofil átmérője 7,6 m, a legnagyobb 200 x 55 mm hullámú ellipszis profil fesztávolsága ca. 12,7 m.

A hagyományosan alkalmazott (152 x51 mm vagy 200 x 55 mm hullámméretű) hullámacél szerkezetek továbbfejlesztésének célja a szerkezet merevségének és ezáltal a fesztávolságának növelése. A nagy hullámméretet (381 x 140 mm) az 1970-es évek közepén alkalmazták először, melyet a kedvező tapasztalatok alapján számos további gyakorlati alkalmazás követett. A nagy hullámméret legnagyobb előnye, hogy a szerkezet tömegének

kismértékű növelése mellett jelentősen lehet növelni a teherbírást és a fesztávolságot. Egy 7,0 mm falvastagságú, 381 x 140 mm hullámméretű hídszerkezet tömege 12,5 %-kal nagyobb, mint egy hasonló vastagságú 200 x 55 mm hullámú műtárgy tömege, de a merevsége kilencszerese, mint az általánosan alkalmazott hullámacél szerkezetek merevsége. Ez a nagyságrendileg nagyobb teherbírás teszi lehetővé a 20-25 m fesztávolságú ívszerkezetek kialakításának lehetőségét.

A SuperCor műtárgyak gazdaságos megoldást jelentenek legfeljebb 25 m fesztávolságú hidak, közúti és vasúti alul- és felüljárók, valamint vadátjárók építésekor. A szerkezetek építési és fenntartási költsége alacsonyabb, mint pl. egy vasbeton híd esetében. A SuperCor műtárgyak lényegesen rövidebb idő alatt és kisebb költséggel megépíthetőek. Gyakorlati példaként említhető a 20,00 m fesztávolságú, 60,00 m hosszú SuperCor ívszerkezet, melyet a Varsó – Berlin villamosított vasútvonal felett – a vonatközlekedés csekély korlátozása mellett – 21 nap alatt építettek meg. További előnye, hogy a szerkezetek oldalirányban bármikor bővíthetőek további elemek csavarozott kapcsolatokkal való rögzítésével.



A SuperCor műtárgyaknak két alapvető keresztmetszeti kialakítása van: az ívek és a sarkított (box) profilok. Az ívszerkezeteken belül is megkülönböztetünk alacsony, közepes, magas és normál íveket – a szerkezet magasságának függvényében. Lehetőség van pl. egy 25,00 m fesztávolságú szerkezetet kialakítani 7,42 m-es, 9,29 m-es, de akár 12,50 m-es szerkezeti magassággal is kialakítani – ahogy azt az adott projekt adottságai megkívánják. A legnagyobb ívszerkezet 1984-ben épült Kanadában, egy kőbányában a Whitehorse creek felett. A műtárgy fesztávolsága 24,00 m. A hídszerkezet felett naponta rendszeresen közlekedő munkagép tömege 1.144 t – ami egy nagyságrenddel nagyobb, mint a közúti „A” terhelés 80 t össztömege.

A nagy fesztávolságú ívek kialakítása után nem sokkal később elkezdődött a 10 m feletti fesztávolságú sarkított (box) profilok alkalmazása és térhódítása. Ezek legnagyobb előnye, hogy a nagy fesztávolsághoz kis szerkezeti magasság párosul (pl. 15,02 x 3,17 m), mely lehetővé teszi alkalmazásukat olyan esetekben is, ahol pl. a keresztezni kívánt út pályaszintje és a vízfolyás mederszintje között relatív kicsi a magasság különbség. A sarkított (box) profilok ideális megoldást jelentenek abban az esetben is, mikor a közúti vagy a vasúti űrszelvényt kell elhelyezni minél gazdaságosabb (kisebb) fesztávolsággal a hídszerkezet alatt.

A SuperCor szerkezetek felületvédelmét az 1.210 g/m^2 horganyzás biztosítja – mely kétszerese az MSZ EN ISO 1461 szabványban előírt és eddig általánosan alkalmazott hullámacél szerkezetek felületvédelmének. A műtárgyak tervezési élettartama >100 év, mely a horganyréteg felhordásán túl egy

epoxy festéssel vagy a szerkezet külső oldalán bitumenes kenéssel akár tovább is növelhető.

A kanadai, majd a későbbiekben már európai fejlesztések és gyakorlati tapasztalatok vezettek a Petterson és Sundquist (Svédország, 2000 és 2006) által jegyzett új méretezési módszer kifejlesztéséhez. A svéd és a kanadai CHBDC (Canadian Highway Bridge Design Code) módszerek segítségével Európában is lehetővé vált a 20 m feletti fesztávolságú hídszerkezetek – mint az új generációs hullámacél műtárgyak - méretezése és tervezése. A Petterson és Sundquist által jegyzett méretezési módszer – melyet a Stockholmi Egyetemen fejlesztettek ki – egy teljesen független tervezési eljárás, melyet több konferencián publikáltak, valamint írásos formában, könyvben is kiadtak. A méretezési eljárás a skandináv országokban, a Balti államokban, de Lengyelországban és Csehországban is a hivatalosan elfogadott, független tervezési módszere a nagy fesztávolságú, rugalmas hullámacél hídszerkezeteknek.

A gyakorlatban a SuperCor szerkezetek megfelelő alternatívái a kis fesztávolságú vasbeton hidaknak. Az előadás európai, észak-amerikai és ázsiai gyakorlati példákon keresztül bemutatja a 12 m fesztávolság feletti, nagy hullámméretű, rugalmas acél hídszerkezeteket, továbbá utal a svéd méretezési módszer elemeire.

Kulcsszavak: nagy hullámméret, rugalmas hullámacél hídszerkezet, 20 m feletti fesztávolság, méretezés, gyakorlati példák

Irodalomjegyzék:

Lars Petterson – Hakan Sundquist: *Design of long span flexible metal culverts*, Department for Architectural and Civil Engineering, KTH, Stockholm, Sweden

Leszek Janusz – Arkadiusz Madaj: *Obiekty inzynierskie z blach falistych*, ViaCon POlska Sp.z.o.o. – Poznan University of Technology

Piotr Tomala: *Elements of the design process of the flexible steel arch over double track electrified railway* – ViaCon Polska Sp. z.o.o.

Baidar Bakht: *Evolution of the design methods for soil-metal structures in Canada* – JMBT Structures Research Institute Inc, Scarborough, Canada

FI-150/44.80 előfeszített, új hídgerenda tervezése, gyártása, alkalmazása

Bedics Antal, okl. híd- és szerkezetépítő mérnök
Uvaterv Zrt., hídiroda vezető helyettes

1. *Előzmények:*

2004-ben, több oldalról is megfogalmazódott az igény (beruházó, gyártó, tervező), hogy jó lenne egy 45 méter körüli hídgerenda, amely alternatívát jelentene, olyan kisebb (200-250 m) hosszúságú monolit hidakkal szemben, amely csak gazdaságtalanul, vagy bonyolult műszaki körülmények között építhetők meg. A konkrét indukciót egy 21 fokos ferdeségű, vasút feletti híd megépíthetősége váltotta ki, ahol 40 m feletti szabad nyílásra lett volna szükség.

A korábban alkalmazható betonszilárdságok korlátot szabtak a tartók hosszának, (34.80 m) azaz az alkalmazható feszítőerő nagyságának. A betontechnológia fejlődése az elmúlt időkben azonban lehetővé tette, hogy alkalmazzunk nagyszilárdságú betont, melynek szilárdsági osztályát jelen esetben C 60/75 –re választottuk.

A **FERROBETON ZRT** és az **UVATERV ZRT** az akkori NA Rt és a Központi Közlekedési Főfelügyelet hidászainak biztatása mellett, elkezdte az „FI-150/44.80 m-es tartó kifejlesztését.

2. Tervezés:

A tervezés alapja: MSZ, EC

A tervezést az UVATERV ZRT –ben a Magyar Szabvány szerint végeztük és vele párhuzamosan a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke végezte a független statikai ellenőrzést a vonatkozó Eurocode alapján. Így a tartó **alkalmazási engedélye MSZ ill. EC szerinti alkalmazásra egyaránt vonatkozik.**

A tervezés megkezdésekor azonnal szembesültünk azzal a ténnyel, hogy az ÚT műszaki előírás nem vonatkozott C55/67-nél magasabb szilárdságú betonok alkalmazására, így természetesen azok anyagjellemzői sem álltak rendelkezésre. A sorok végén azonban szerepeltek a képletek, így azoknak megfelelően kiegészítettük a táblázatot az egyetem jóváhagyásával.

A tartó feszültség állapota gyártáskor:

Az előfeszített tartókat négy igénybevételi állapotában vizsgáljuk, amelyből részünkre jelen esetben a gyártás utáni feszítési állapot a legkritikusabb.

(**– Feszítési állapot,** – Szerelési állapot, – Határállapot – Üzemi állapot.)

Könnyen belátható, hogy az előfeszített tartók legkritikusabb erőtani állapota a feszítőerő ráengedésének pillanata, mivel az alsó övben fellépő nyomófeszültség ekkor a legnagyobb. A beton ekkor még nem éri el a végszilárdságát, a feszítőerő veszteségei ekkor még nem épültek le. Minden ezután ható külső önsúly és hasznos teher csökkenti az alsó övben működő nyomóerő mértékét. Egyszerűen azt mondhatjuk, hogy ha a tartó túlélte a feszítőerő ráengedését és pihent a gyártelepen néhány napot, akkor a nehezén már túl van.

A feszítőerő ráengedésekor az alsó övben fellépő beton-nyomófeszültségek korlátozására, a szabályzatban szereplő megengedett feszültség helyett (0,6 σ_{beM}), a gyár által, a feszítőerő tervezett ráengedésének időpontjában kialakuló betonszilárdságra vonatkozó, kísérletekkel igazolt nyomószilárdsági értéket ($0{,}9f_{ck}(t)$) használtuk fel. Erre az Eurocode közvetlen lehetőséget biztosít nemzetileg meghatározott paraméter formájában. Ezen értékhez tartozik egy meghatározott kizsaluzási idő, amelyet a technológia során a gyár próbakockák folyamatos tőrésével állandóan ellenőriz.

A tartó statikai rendszere:

A tartó egy előfeszített, kéttámaszú gerenda, amely alkalmas arra, hogy többnyílású híd esetén utólag **többtámaszú szerkezetté alakítsák**.

A tartó keresztmetszeti geometriájára többféle megoldás jött szóba, de végül is az eddigi FCI 120-as gerendára hasonlító keresztmetszet mellett döntöttünk. Az alapul szolgáló gerenda keresztmetszetének további módosításaként a kifordulással szembeni stabilitás érdekében a felső öv szélességét 10 cm-rel megnöveltük. (1.ábra)

A leghosszabb tartó pászmáit 3 különböző keresztmetszetben horgonyoztuk le, amit úgy tudtunk megvalósítani, hogy a pászmák végére műanyag csövet húzunk a kívánt hosszban. Ennek a megoldásnak több statikai jelentősége is van. A tartóvéget nem terheli a maximális feszítőerő, a tartóvégtől távolabb lévő lehorgonyzási pontokon hat az önsúlyból keletkező nyomaték, ami csökkenti a feszítésből eredő nyomófeszültséget, (2.ábra) valamint lehetőséget teremt a tartó beépítése utáni többtámaszúsítására. A pászmaelhagyások helyét az önsúly nyomatéki ábrájának kvázi burkolóábrájából határoztuk meg, ami azt eredményezte, hogy az alsó övben működő nyomóerő a tartóvégtől távolodva fokozatosan növekszik fel a teljes feszítőerőnek megfelelő szintre. Így az alsó öv a tartóvégen jelentősen alacsonyabb nyomófeszültséggel terhelt, mint a lecsövezés nélküli megoldás esetén. Igen fontos, hogy nem vész el az előregyártás azon előnye, hogy a tartó **állandó keresztmetszettel („kolbászáruként”) gyártható**, ami igen megkönnyíti és gazdaságossá teszi a gyártást.

A nagyszilárdságú beton alkalmazása, a lépcsőzetes lehorgonyzás, a gyár minősítése tette lehetővé, hogy a tartó hosszához képest kedvező, 1,5 m magasságú, állandó keresztmetszettel gyártható, viszonylag karcsú gerendát tudtunk tervezni. Tudomásunk szerint 45 m-es nyílásra, 1,5 m magassággal nem készült még előre gyártott tartó.

A tartó gyártásának egyszerűsítése érdekében 3-féle pászmaképet rendeltünk a 3 helyen történő lehorgonyzási helyhez. (3.ábra) A pászmaelhagyások darabszámát is fixáltuk A fix pászmaképekhez határozhatók meg a tartók elhelyezésének tengelytávolságai, a hídnyílás hosszának függvényében. Az előzőek lehetőséget adnak a jövőben egy kötött peremfeltételek melletti tervezési segédlet elkészítésére. Természetesen tetszőlegesen is meghatározhatók és variálhatók a változók egy egyedi statikai számításban, ami igen bonyolulttá tudja tenni az iterációs lépéseket. Egymással szoros összefüggésben lévő változóknak tekinthetők - a pászmák alkalmazott darabszáma, - a kicsövezések hossza, - a pászmaelhagyás lépcsőnkénti darabszáma, és - a tartókiosztás tengelytávolsága.

A keresztmetszeti geometria és az anyagjellemzők meghatározása után az előző változók optimalizálása és ésszerű kompromisszumok elfogadása jelentette a soklépcsős iterációs számítást a tervezés során.

Gyártás, mozgatás:

A gyártás a FERROBETON ZRT. dunaújvárosi gyárában történik. A jelentős tömegű és méretű tartó gyártásához szükséges minden eszköz és lehetőség rendelkezésre áll a gyár részére. Nagyteherbírású feszítőpadokon történik a feszítés ami után a korszerű keverőközpontban előállított C 60/75 minőségű beton kerül bedolgozásra. A 32-40 órás gyártási ciklus után a gyártócsarnokban történő mozgatásra 2 db, 30 tonnás híddaru áll rendelkezésre, amelyek összehangoltan akár 60 tonnáig is képesek emelni és szállítani.

A feszítőerő ráengedése után történik az alakváltozások (felhajlás, kardosság) ellenőrzése. Az eddigi tapasztalatok alapján az alakváltozások a megengedett tűrésérték 40%-ára adódtak, ami igen kedvező és megnyugtató érték.

A gyár udvarán történő tároláshoz a mozgatást nagyteljesítményű autódaruk végzik. A késztermék a gyár saját

iparvágányáról kerül kiszállításra, az adott helyszínhez legközelebb lévő vasútállomásra. Innen trailleren történik a továbbszállítás az építkezés helyszínére. A közút és az építkezés közötti ideiglenes út megépítésénél egyedül a nagyobb fordulási sugarak megválasztása jelenti az eltérést a korábbi, kisebb tartók szállításához képest. A helyszíni beemelést szintén nagyteljesítményű autódaru végzi.

Alkalmazás:

A tartó alkalmazását elsősorban olyan kisebb hosszúságú (200-250 m), többnyílású hidak esetében tartjuk gazdaságosnak, ahol az egyéb technológia (betolás, szabad szerelés) alkalmazása még nem kifizetődő, bár alternatíva hiányában jelenleg még csak ezek a megoldások épülnek Magyarországon.

Kedvező megoldásként jöhet szóba a kis szögben keresztezendő akadályok miatti, viszonylag nagy nyílású áthidalások esetében, ahol kimondott igény lenne az előre gyártott szerkezet alkalmazása. (pl.: vasút feletti, kisszögű kereszteződés áthidalása).

Az elmúlt időszakban kiderült, hogy ez a hídgerenda kedvezően alkalmazható autópályák feletti összekötő ill. földutak, merőleges, egy nyílásban történő áthidalására, főleg abban az esetben, ha az elválasztó sávban ill. a rézsűkben nincs mód a pillérek elhelyezésére. Kedvező lehet a már üzemelő autóutak, autópályák utólagos áthidalására, mivel a forgalom zavarása nélkül meg lehet építeni a szükséges két hídfőt.

Utószó:

A FERROBETON ZRT. és az UVATER ZRT munkatársain kívül szeretnénk köszönetet mondani a tartó létrehozásáért végzett elméleti munkáért, segítő tanácsokért, és a döntések meghozatalához szükséges biztatásokért.

dr. Szalai Kálmán, BME Professzor	EC Független statika
Kovács Tamás, BME Adjunktus	EC Független statika
dr. Sigrai Tibor, Ny. UVATERV Zrt.	hídiroda ig: Keresztmetszet kialakítás
M-né Ujlakán Györgyi, NA Rt. (NIF Rt.),	hídmérnök: Előkészítés, tanácsok,
T-né Királyföldi Antónia, KKF, (NKH)	oszt.vez.: Előkészítés, jóváhagyás
Magyar Közút KHT.	Alkalmazási engedély

1.ábra TARTÓ ALAPADATOK

FI 150 -44.80

Pászmaszám:

(2)	2	13	285
(0)	0	12	1415
(2)	3	11	1450
(4)	6	10	1460
(2)	2	9	1495
(4)	5	8	1530
(8)	10	7	1540
(2)	6	6	1575
(4)	7	5	1610
(8)	14	4	1620
(0)	6	3	1655
(7)	7	2	1690
(14)	14	1	1700

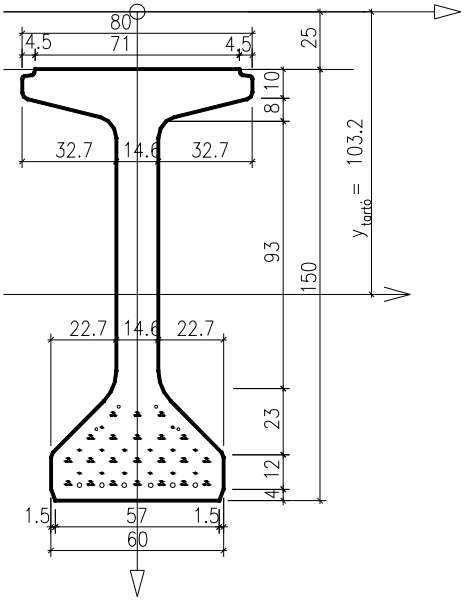
Σ 80+2 db

(Σ 55+2 db)

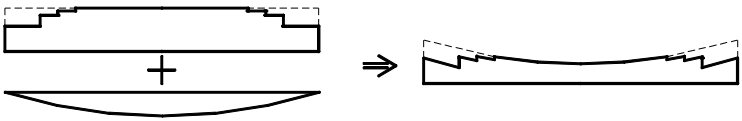
A_g = 4350,17 cm2

$y_{g(25)}$ = 103,22 cm

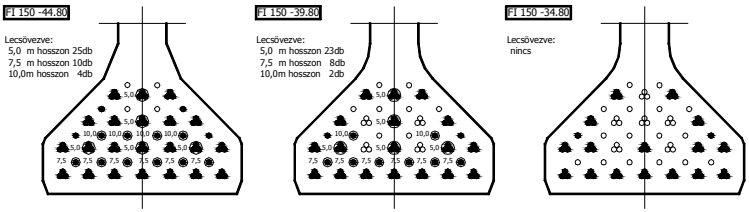
$I_{x,g}$ = 12.866.162 cm4



2.ábra LECSÖVEZÉS HATÁSA



3.ábra LECSÖVEZÉS 3 FAJTÁJA



A BUDAPESTI ÉSZAKI VASÚTI DUNA-HÍD REKONSTRUKCIÓS MUNKÁI

Előadók:
Takács László (HÍDÉPÍTŐ ZRT)
Vörös József (MÁV ZRT)
Solymossy Imre (MSc Kft)
Kiss Attila (KÖZGÉP ZRT)

Az új projekt indítása

Takács László
Hídépítő ZRt., létesítményvezető

2007 áprilisában a kívülállók számára szinte észrevétlenül, szakmai berkeken belül is kevésbé publikáltan egy újabb Duna-híd jelentős rekonstrukciós munkái kezdődtek meg.

Az Északi Vasúti Duna-híd átépítésével gyakorlatilag egy új Duna-híd születik, hiszen a megerősített és átalakított alépítményekre a régi felszerkezet lebontása után egy teljesen új, korszerű, hegesztett acélszerkezetű híd kerül. Ezzel egyidejűleg korszerűsödik a „hídegyüttes” többi tagja is az Öbölági háromnyílású rácsos acélhíd, a Váci út feletti acélhíd, a mellette lévő vasbeton teknőhíd és a Népsziget közúti aluljáró is. A Projekt előkészítésének és indításának rövid története:

MÁV ZRT EU Program Igazgatóság 2004. december 14.-vel ajánlati felhívást jelentetett meg a Budapest Északi Vasúti Duna-híd korszerűsítési munkáinak előminősítési eljárására. A felhívás a Duna-híd átépítésén kívül magában foglalta a szigeti aluljáró, az öbölági acélhíd, a Váci út feletti acélszerkezetű híd, valamint vasbeton teknőhíd felújításának munkáit, és a kapcsolódó vasútépítést, és közműkiváltásokat.

A feladatok megismerésével, azok sokrétűsége miatt Hídépítő ZRt. és Közgép Zrt megállapodott, hogy Konzorciumot hoz létre a kiírt feladatok megvalósítására, s ez lehetővé tette, hogy közösen megfelelhessünk az előminősítésben kiírt kritériumoknak.

A beadott előminősítésünkre 2005. március 31-én érkezett az elfogadólevél, amely lehetővé tette, hogy indulhassunk a második fordulón.

A második fordulóra a meghívólevél 2005. április 22-én érkezett. Ekkor kaptuk kézhez a tenderdokumentációt, és kezdtünk el részletesebben megismerkedni az elvégzendő feladattal. Az ismerkedés kezdeti időszakában 2005. május 12-én helyszíni bejárást és konzultációt tartott a kiíró, ahol a kiírón kívül a tervezők, a hatóságok és természetesen a versenytársak is szép számmal képviseltették magukat, és mindenki találgatta és méregette a másikat, hogy vajon melyik pályázatnak a résztvevője.

A tenderkiírás dokumentációját áttanulmányoztuk, és a kivitelezés megvalósításának lehetőségeit próbáltuk megtalálni, mivel akkor úgy tűnt, hogy a rendelkezésre álló idő kevés – mint általában mindig -, de azon belül a gyártást megelőző tervezés átfutása és a vágányzár ideje 2006. június 17., és augusztus 31 közötti időszakra esett, befejezési határidő pedig 2007 december 31.

A pályázatban részletes Koordinációs Intézkedési Tervet kellett beadnunk, valamint az ezzel összhangban lévő Technológiai Utasítást, és részletes, napra lebontott Kivitelezési Ütemtervet. A szerelés menetét Közgép Zrt-vel, és Hídépítő Speciál Kft-vel közösen próbáltuk megoldani, olykor egy-egy napos rövidítésen is vitázva, mivel egyetlen nap is vészesen fenyegette a vágányzár betarthatóságát. Akkor az elképzelés az volt, hogy az acélszerkezet gyártása Csepelen fog történni, és a hídnyílások összeszerelését a munkaterülethez közel, a parton felépített ideiglenes szerelőtelepen végezzük, amely alkalmas a kiúsztatott

és bontásra ítélt régi szerkezet fogadására, és ahonnan az új hídszerkezet is beúsztatható lesz. Találtunk is erre alkalmas helyet az FCSM tulajdonában, és megállapodtunk, hogy a kért időszakra rendelkezésünkre bocsátja azt.

A közműkiváltások helyzete sem éppen egyszerű, mivel itt a végleges megoldásokon kívül az ideiglenes üzemelést is meg kell oldani, és ez esetben a kiváltandó két vezetékvég között éppenséggel a Duna folyik.

No, és persze mindent úgy kell kitalálni, elrendezni, megszervezni, és nem utolsósorban kikalkulálni, hogy az értékelési szempontok túlnyomó része (85%) az ajánlati ár.

2005. június 27.-én adtuk be az ajánlatunkat.

2005. augusztus 4.-én kaptuk meg a MÁV Zrt Elfogadó levelét, amelyben egyúttal meghívtak minket egy megbeszélésre.

Gyakorlatilag ezzel le is zárult az ajánlatadás időszaka. Vagy mégsem? A szerződés forráshiány miatt nem lett aláírva. A Gazdasági Minisztérium felhatalmazta immár MÁV Zrt-t, hogy kezdjen tárgyalásokat Hídépítő ZRt.-vel az ár és a határidők pontosításáról. A műszaki tartalom változtatása és a határidők változása miatt többször is módosítottuk és aktualizáltuk az ajánlatunkat, és különböző felbontásban néztük meg az éppen akkor aktuális árat. Pontosítottuk, és hosszabbítgattuk a garanciákat…

Eltelt egy év. 2006 szeptemberében ismét tárgyalásra került sor, ahol összegeztük az elmúlt időszak tárgyalásait, és megállapodtunk a vágányzárban (2008.05.17-08.31), a befejezési határidőben (2008.12.15), a pénzügyi feltételekben, és a szerződés aláírásának dátumában.

2006. december 13.-ára meghívást kaptunk MÁV Zrt-hez, ahol hivatalosan is közölték velünk, hogy GKM beállította a 2007. évi költségvetésbe a híd átépítésének költségeit.

Végül 2007. február 12.-vel lett érvényes aláírt szerződésünk a munkára. (A szerződés összege 14 milliárd Ft + Áfa. Az elszámolás részben fix prognosztizált átalányáron, részben tételes elszámolással történik.

Ajánlatadás ideje alatt:

2004.12.14 MÁV ZRT EU Program Igazgatóság ajánlati felhívása az előminősítési eljárásra.
2005.03.31 Előminősítés elfogadása
2005.04.22. Meghívás a tenderben való részvételre
2005.05.12. Helyszíni bejárás
2005.06.27. Meghirdetett tender beadás
2005.08.30. Tervezett eredményhirdetés
2005.09.01. A munka tervezett kezdési ideje
2006.06.17-08.31. A teljes vágányzár ideje
2007.12.31. Befejezési határidő

Szerződés:

2007.02.12. Szerződéskötés
2008.05.17-08.31. A teljes vágányzár ideje
2008.12.15. Befejezési határidő

A híd története, a felújítás szükségessége
Vörös József
MÁV ZRt., Osztályvezető

A 48. Hídmérnöki Konferencián kerül előadásra.

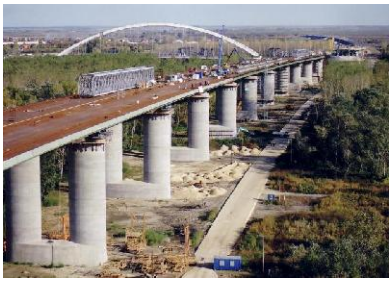
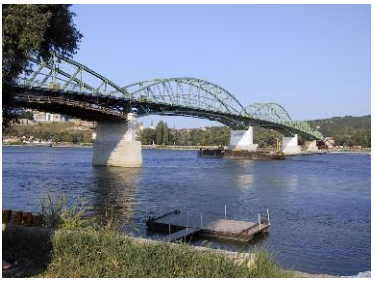
A híd tervezése
Solymossy Imre
MSc Kft

A 48. Hídmérnöki Konferencián kerül előadásra.

Budapesti Északi vasúti híd acél felszerkezet gyártásának bemutatása

Kis Attila
Közgép Zrt. műszaki osztályvezető

Az Északi vasúti Duna-híd acélszerkezetei az MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft. tervei alapján a KÖZGÉP ZRt. kivitelezésében készülnek.
A hegesztési munkákat a Közgép ZRt. a DIN 18800 Klasse E és az MSZ EN 729-2 szabványokban előírtak szerint végzi (tanúsítás: SLV Duisburg és TÜV Rheinland. A hídszerkezetek gyártásának minőségellenőrzése ezen felül a Közgép Zrt. ISO 9001-2000 TÜV - Rheinland Europa által tanúsítottan működtetett minőségügyi rendszer és annak eljárási utasításai szerint történik.

1.kép - dunaújvárosi Duna-híd; 2.kép - esztergomi Mária Valéria híd;

3.kép - Megyeri –híd beúsztatás előtt; 4.kép - M35 Keleti főcsatorna feletti híd

A híd gyártásánál és szerelésénél tervezett hegesztési technológiákat a Közgép Zrt. korábbi hidak építésénél (esztergomi Mária Valéria híd, dunaújvárosi Duna-híd, Megyeri – híd; M35 – Keleti főcsatorna feletti híd) ellenőrzötten, jó eredménnyel alkalmazta.

Az eddigi munkáinkhoz képest ami különlegességet jelent, az a híd méreteihez képest rövid projekt átfutási idő. Egy kb.700m –es híd elemeit kell legyártani és előszerelni úgy, hogy a 2008. május végi közel 3hónapos vágányzári időben a régi híd acélszerkezetét le kell emelni, szétbontani és az új elemeket beemelni.

2007. februárjában megtörtént a szerződés aláírása, 2007. júniusában elindult az alapanyagok beszállítása, majd júliusban a rácsrudak gyártását kezdtük el. 2007. augusztusban pedig beindult a pályaszerkezet összeállítása. Október végén kezdődik a parti előszerelés is. Ahhoz, hogy a vágányzári időre elkészüljön a híd, havonta egy nyílásnyi elemet, azaz 700t-ás 100m-es egységeket kell produkálni.

Általános előírások

Az acélszerkezet a terveknek megfelelően S235-ös anyagminőségű alapanyagokból készül.

A megrendelt anyagok megfelelő minőségét a megrendelésnél előírt követelményekkel biztosítjuk.

- Anyagminőség: S235JR +N; S235J0+N; S235J2+N; az MSZ EN 10025-2:2005 (DIN EN 10025-2:2004) szerint
- Szállítási állapot: normalizált
- Alak és méret: EN 10029 A osztály, Síklapuság: S osztály
- Felületi minőség: EN 10163-2, 4.3 fejezet szerint B osztály, 3. csoport
- Ultrahangos vizsgálat Lv=10mm felett követelmény EN 10160, S1 és E1 osztály
- Vastagság irányú tulajdonság: EN 10164, Z25 Lv=20mm-től,

- Szénegyenérték (Ce) megadása EN 10025-2 6. táblázat szerint
- Ütőmunka vizsgálat szükséges
- Átvételi bizonyítvány az EN10204:2004 3.1. szerint

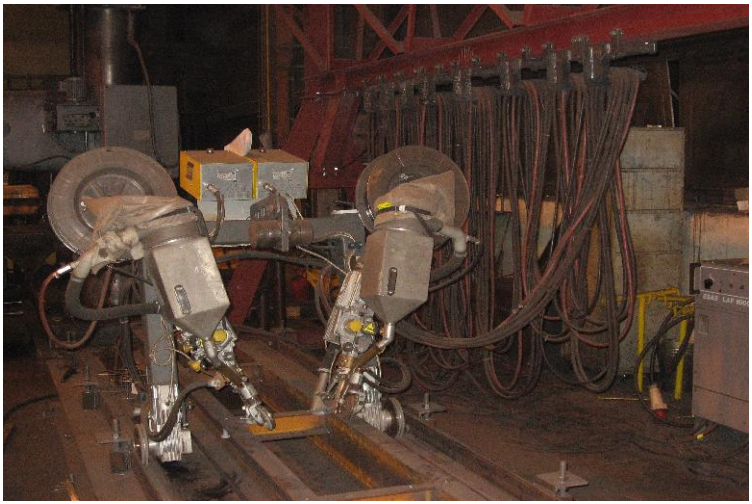
A varratok az MSZ EN ISO 5817 szerinti „B” minőségűek. A hegesztéshez használt hegesztő anyagok védőgázos hegesztésnél ESAB OK12.50, fedőporos hegesztésnél pedig ESAB OK Autrod 12.10 – Flux 10.61, illetve OK Tubrod 15.00 – OK 10.81 huzal-fedőpor kombinációt használjuk.

Gyártás

A nagy mennyiségű szerkezet gyártási átfutási idejét illetve a kikötőbe történő szállítási méreteket figyelembe véve, több gyártási egységre bontottuk a hidat. Ezeket az elemeket telepített munkahelyeken, kb.15m-es egységekben, sorozatban gyártjuk ráhagyással, mivel az elemek csak az előszerelő területen fognak találkozni.

1. Rácsrudak gyártása
2. Felső övrudak gyártása
3. Ortotróp pályaszerkezet gyártása
4. Szélrács gyártása
5. Gyári korrózióvédelem

1. A rácsrúd leszabott, revétlenített alkatrészei bekerülnek az összeállító padba. A fűzővarratok elkészülte után a kihegesztő padba kerül az elem, ahol külön erre a célfeladatra átalakított kétfejes fedőporos trapézborda hegesztőgéppel végezzük a hegesztést. Ez az eljárás nagy mértékben növeli a termelékenységet, így hozzájárul a rövid határidő teljesítéséhez.

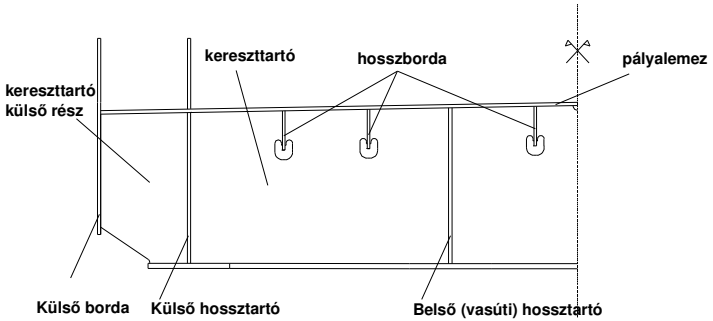


5.kép – Kétfejes fedőporos rácsrúd hegesztő berendezés

2. A felső övrudak 15m-es egységeit, azaz az öv- és gerinclemezeket , melyeket fedőporos hegesztéssel előre összetoldunk, külön készülékben állítjuk össze. A pontos beállítást a beillesztett merevítő bordák segítik. A kihegesztés a szükség szerinti egyengetés követi.

6.kép – Felső övrúd(jobbra) és hossztartó (balra) összeállító készülékek

3. Az ortotróp pályaszerkezet gyártása a legösszetettebb feladat az üzemi műveletek közül. Több elemet is az összeállítás előtt 15m-es darabokra kell összetoldani. Ez érinti a hossztartók öv- és gerinclemezeit, a hosszbordákat és a pályalemezeket is.



7.kép – Ortotróp pályaszerkezet gyártási keresztmetszete

Az összeállításokhoz itt is szintén célkészülékeket használunk. A kihegesztés forgató készülékben történik. Ezzel tudjuk biztosítani a hegesztéshez szükséges megfelelő pozíciók beállítását.

8.kép – Pályaszerkezet a forgatható kihegesztő készülékben

4. A szélrácsok HEB240 –es gerendákból állnak. Az üzemben ezeknek csak a beszabása, varrat előkészítése történik. Az összeállításra csak a szerelő területen, a teljes keresztmetszet előállításakor lehetséges.

5. Az elkészült elemek az előírt mérések és vizsgáltok után kerülhetnek a szemcseszóró kabinba, mely a festő műhellyel együtt 18m hosszúságú elemeket képes fogadni. A gyári korrózióvédelem a közbenső festék rétegig tart.

Szerelés

Az elemek szállítása a Közgép ZRt.-től az előszerelési helyre traileren, onnan az építési helyre hajóval történik.

A hídelemek emelése az erre a célra kialakított emelőfülekkel történhet.

Az elemek összeszerelése kifektetett állapotban, 15m-es hosszakban történik, azaz a felső öv és rácsrudak a szerelőpadon fekszenek, míg a pályaszerkezet félkeresztmetszet ezekre merőlegesen állítva helyezkednek el. Miután a két fél elem összeállt a szerelőpadban előrehaladva a pályaszerkezetre fordítjuk, és összeáll a teljes keresztmetszet. Tovább haladva a szerelő téren 2db hídelemből 31m-es szakaszok készülnek, melyek még a parton megkapják a korrózióvédelem utolsó, fedő rétegét.

A folytatás már uszályokon történik. 3x 31m –ből itt áll össze a beemelési egység és a vágányzár kezdetéig a tárolás is ezeken történik.

Zárszóként elmondható, hogy a projekt minden résztvevőjének maximális teljesítményére van szükség a feladat teljesítéséhez. Egy több mint 4000 tonnás hídszerkezet legyártása, szerelése és beemelése mindig nagy feladat, ilyen rövid átfutással, mint a jelen hídnál is ez külön kihívást jelent.

A Szabadság híd felújítása

**Nagy Zsolt (FŐMTERV Zrt), Bácskai Endréné (MSC Kft.),
Rétháti Kálmán (METRÓBER Kft.),
Földes Árpád (Földes-Hídkorr Kft.),
Kovács László (Hídtechnika Kft.),
Szatmári Gábor (VIA-PONTIS Kft.)**

A Szabadság híd egyedülálló értéke a világszerte elismert és megbecsült budapesti hídállománynak. A műemléki védettség alatt álló hídszerkezet, sokak szerint a világ egyik legszebb Gerber-csuklós hídja, a fővárosi hidak közül szinte egyedül őrzi eredeti szerkezetének nagy részét, a két parti nyílása a XIX. század végi magyar tervezőmérnökök és kivitelezők tudásának, munkájának eredményeként megvalósult szerkezet.

A Szabadság híd építését az 1893. évi XIV. tv. rendelte el, átadása 1896 októberében, 110 évvel ezelőtt történt.A híd az első világháborút követő harcokban kisebb sérüléseket szenvedett. 1945 januárjában a hidat felrobbantották. A befüggesztett rész, továbbá a budai konzolos tartópillér melletti első, ill. a pesti tartó pilontól számított harmadik kereszttartóján belüli része a Dunába zuhant. A helyreállítás kísérlete során további sérülést szenvedett a budai parti nyílás hídfő melletti négy kereszttartó köze is, a híd hátrabillenése miatt. Az épen maradt tartószerkezeteken számos belövés, repeszsérülés volt.

Mivel a két parti nyílás viszonylag épen maradt, ezt a hidat lehetett a háború során elsőnek helyreállítani. A középső nyílás főtartóit újragyártották, elsősorban a hossztartók esetében azonban a helyreállítás más hidak roncsaiból, elsősorban az Erzsébet híd és a Petőfi híd elemeiből történt. A régi elemeken meglevő számos sérülés, a beépített roncsanyagok mellett további bizonytalanságot rejtett a szerkezet korróziós állapota, amely 1985-ben az egyik rácsoszlop megroppanását okozta, továbbá a régi szerkezetek folytacél anyagának magas szennyezőanyag tartalma.

Mindezek az 1990-es évek közepén nagyfelülvizsgálat elvégzését tették szükségessé. A felülvizsgálatot követően sor került a pálya alatti szerkezetek korrózióvédelmi rendszerének teljes felújítására, az acélszerkezeti elemek részleges javítására.

A vizsgálat keretében sor került a vasbeton pályalemez feltárására. A magminta vizsgálata elsősorban a befüggesztett szakaszon, a szegélytőben mutatkozó átázás, ill. magas víztartalom következményeként a beton károsodását mutatta. A szélső hossztartókon a szegély melletti folyamatos ázás miatt erős korrózió volt észlelhető. A közbenső és középső hossztartóknál elsősorban a más hidak roncsaiból beépült elemek esetében az

elvégzett, lineáris kárhalmozódási elmélet elvein alapuló vizsgálat mutatott kérdéses megfelelőséget.
Mivel a 90-es években elvégzett felújítás során a híd lezárása és így a teljes körű javítás nem jöhetett szóba, a leírt károsodások miatt a hídon a villamosforgalom a szerkezeti elemek folyamatos és rendszeres ellenőrzése mellett folyhatott, azzal a feltétellel, hogy veszélyhelyzet esetén a forgalmat le kell állítani. A felülvizsgálatok során ilyen hiba nem jelentkezett eddig, így a forgalom eddig folyamatosan fenntartható volt.

A 4. Metró Gellért téri és Fővám téri állomásának, továbbá a csatlakozó aluljárónak az építésével kapcsolatosan szükségessé vált hosszabb idejű forgalomzár lehetővé teszi a korábban kényszerből el nem végzett és elhalasztott munkák végrehajtását.

A korábbi és a tervezést megelőző vizsgálatok szerint az alábbiakra terjed ki a rekonstrukció:

- a híd hossztartóinak átépítése,
- a híd egyéb acélszerkezeti elemeinek javítása, szükség szerinti erősítése,
- a vasbeton pályalemez átépítése,
- a járda szerkezeti átépítése,
- a híd korrózióvédelmének rekonstrukciója,
- a pillérek és hídfők javítása és tisztítása,
- a villamos pálya átépítése kisebb dinamikus hatást okozó, korszerű szerkezetté.

A nagyfelújítás lehetővé teszi az alábbi kapcsolódó munkák elvégzését:

- a hídon áthaladó víznyomócsövek rekonstrukciója,
- a hídon levő egyéb közművek rendezése,
- a híd vizsgáló járdáinak kiépítése (meglevők javítása),
- a híd műemléki elemeinek rekonstrukciója (korlátok, díszítő elemek),
- a híd közvilágításának rekonstrukciója.

Az üzemeltetői észrevételek szerint felmerült a budai oldali vámházak helyreállításának, és a híd díszkivilágításának kérdése. A tulajdonosi – üzemeltetői egyeztetés szerint a két feladat jellege és várhatóan hosszabb egyeztetési-jóváhagyatási igénye miatt ezeket a kérdéseket külön kell kezelni.

Anti-graffiti bevonatok

Dr. Seidl Ágoston
MAHID 2000 ZRt., főmérnök

1. Bevezetés

A környezetszennyezés egy különleges esetének is lehet tekinteni a ma már szinte mindenütt megtalálható festett falfirkákat és kiragasztott plakátokat. A szabad önkifejezés ezen erősen vitatható eszközei nemcsak magát az épületet, szerkezetet rongálják (sokszor csak az eredeti megjelenést önkényesen megváltoztatva, sokszor fizikailag is ártva az építőanyagoknak), hanem harsány, erőszakos, gyakran ízléstelen, gusztustalan, obszcén tartalmukkal lelki környezetszennyezést is okoznak, tipikus megjelenéseként az önző, egoista, mások érdekét vagy érzékenységét semmibe vevő szabados szemléletmódnak.
A korábban csak világvárosi jelenség ma már szinte mindenütt megtalálható, s óriási károkat okoz az építményállományokban. Tömeges elterjedésük óta folytonosan kutatják a falfirkák elleni védekezési lehetőségeket, s számos védekezési mód alakult ki az elmúlt időszakokban [1, 2, 3].

2. Definíciók, meghatározások

Az anti-graffiti rendszerek (magyarul pl. falfirka-elleni rendszerek) definíciója: olyan védőréteg, mely hozzá illesztett tisztítási módszerrel együtt lehetővé teszi a falfirkák minél hatékonyabb eltávolítását.

Az alapfelületek sokfélesége és inhomogenitása miatt általános recepteket, előírásokat nem lehet adni. A kidolgozott irányelvek szerint egy falfirkák és nemkívánatos plakátragasztások elleni védőrendszer alkalmazása az alábbi fő lépésekből áll [4, 5, 6]:

- az alapfelület vizsgálata, anyagi jellemzőinek meghatározása

- szennyezett felület esetén a tisztítási módszer kiválasztása, kipróbálása mintafelületen
- az alapfelülethez illeszkedő védőanyag és technológia kiválasztása
- próbafelület készítése és annak vizsgálata
- falfirka és ragasztás eltávolítási próba elvégzése
- a felület teljes tisztítása,
- a felület teljes védelme.

3. A védőbevonatok típusai

A falfirkák és ragasztások elleni védőbevonatok, az úgynevezett anti-graffiti bevonatrendszerek célja, hogy a szennyező festékeket, ragasztókat ne engedje eltávolíthatatlanul megtapadni az építőanyagok, szerkezetek felületén. Az anti-graffiti rendszerek három nagy csoportba sorolhatók [7, 8]:

- időleges szerek,
- félállandó szerek,
- állandó védőbevonatok.

Az **időleges védelmet biztosító** szerek olyan védőanyagok, melyek a felületre felhordva – akár bekövetkezik rajtuk falfirkálás, akár nem – egy idő után felújításra, megújításra szorulnak, mert védőhatásuk az idő függvényében (pl. az időjárási hatások következtében) csökken. Az időleges védelmet biztosító szereket falfirkálás után a tisztítási eljárás során a rajtuk lévő festékkel, ragasztóval együtt eltávolítják (áldozati réteg).

A **félállandó védőrendszerek** vagy egy rétegből állnak, melyből a felületi réteg a szennyezéssel együtt megfelelő hatékonysággal eltávolítható (ezek az egyrétegű félállandó bevonatok), vagy egy állandó alapozórétegből és egy arra felhordott, úgynevezett áldozati rétegből állnak (kétrétegű félállandó bevonatok). Ez utóbbi esetben a szennyezést (pl. festékkel történt befújást) követően a felső réteg eltávolítható (pl. vízsugárral lemosható, oldószeres törlőronggyal letörölhető stb.), de ezt az eltávolított réteget azonnal pótolni kell.

Az **állandó védőrendszerek** olyan ellenállóképes bevonatrendszerek, melyek hosszú távon a szerkezeten maradhatnak, mert felületükről – a védőréteg számottevő károsodása nélkül – a nemkívánatos szennyezők eltávolíthatóak (pl. közepes- vagy nagynyomású vizes mosással, vegyszeres vagy oldószeres kezeléssel).

4. Követelmények a falfirka elleni szerekkel szemben

Az anti-graffiti bevonatokkal szemben az alábbi követelményeket támasztják [30]:

- *A szennyezés eltávolíthatósága*
  A falfirkák eltávolíthatóságára számszerűsített adat nehezen adható. A szennyezések lehetőleg teljes mértékben eltávolíthatóak legyenek és eltávolításuk jelentősen könnyebben, történjen meg, mint a kezeletlen alapfelületről. A szennyezés eltávolíthatósága lehetőleg kevéssé változzon az időben (kültéri, időjárásnak kitett védőbevonatok esetében a védőhatás 1-2 évig változatlan maradjon).
- *A szennyezés eltávolítása okozta károsító hatás*

A szennyezések eltávolítása a leggyakrabban közepes vagy nagy nyomású vizes tisztítással történik, gyakran a tisztító vízbe adalékanyag adalékolással. Más esetekben oldószerekkel távolítják el a szennyezőket. A tisztító eljárások az alapfelületet mindenképpen igénybe veszik. A védőbevonatokkal szemben követelmény, hogy a felület feldurvulása jelentősen kisebb mértékű legyen, mint a kezeletlen felületen (ugyanolyan, szakszerű felülettisztítás esetén). A felülettisztító hatással szembeni ellenálló-képessége lehetőleg kevéssé változzon az időben (kültéri, időjárásnak kitett védőbevonatok esetében a védőhatás 1-2 évig változatlan maradjon).

- *A védőréteg színváltoztató hatása*
  A védőbevonatokkal szemben támasztott követelmény, hogy az eredeti alapfelület színét lehetőleg ne, vagy csak

csekély mértékben változtassák meg. A védőbevonat ne változtassa meg jelentősen a felület színét hosszabb idő után se, vagy kültéri igény-bevétel esetén se.

- *A védőréteg fényességváltoztató hatása*
  A védőbevonatokkal szemben támasztott követelmény, hogy az eredeti alapfelület fényességét lehetőleg ne, vagy csak csekély mértékben változtassák meg. A védőbevonat ne változtassa meg jelentősen a felület fényességét hosszabb idő után se, vagy kültéri igénybevétel esetén se.
- *A védőréteg elszennyeződési hajlama*
  A védőréteg elszennyeződési hajlama az időjárási, légköri, városi vagy ipari szennyeződések hatására hasonló legyen, mint a kezeletlen felületeké.
- *A védőréteg vízfelvételi hajlama*
  A védőréteggel ellátott felületek vízfelvétele legfeljebb akkora lehet, mint az eredeti, nem kezelt felületeké. Ha az épület vagy szerkezet felületének csak egy részét látják el védőbevonattal, az eltérő vízfelvételből adódó jelenségeket (pl. eltérő szín, eltérő méretváltozás, eltérő hőmérséklet stb.) figyelembe kell venni.
- *A védőréteg páraáteresztő képessége*
  A védőréteg felhordásával a felület páraáteresztő képessége ne változzon meg jelentősen. Az egyenértékű légrétegvastagság változása (sd_{H2O}) ne haladja meg az 1,4 m-t. A páraáteresztő képesség a bevonatrendszer öregedésével se változzon meg jelentősen.
  A védőréteg páraáteresztő képessége az időleges, vagy félállandó rendszereknél többszöri (legalább 3 alkalommal történő) rétegfelújítás után se változzon meg jelentősen.
- *A védőréteg száradási sebessége*
  A felhordott védőréteg lehetőleg gyorsan száradjon meg és rövid idő elteltével, érhessék az időjárási hatások.
- *A védőréteg biológiai támadhatósága*

A védőréteg biológiai támadhatósága (mohásodás, algásodás, penészesedés stb.) ne legyen jelentősen eltérő az eredeti alapfelületétől.

- *A védőréteg nyúlóképessége*
  A védőréteg nyúlóképessége az eredeti alapfelületéhez hasonló, vagy annál kissé nagyobb legyen (az alapfelület nyúlásából adódó mozgások elviselése érdekében).
- *A védőréteg funkciójának helyreállíthatósága*
  Az állandó védőbevonatok jellemzői a tisztítási ciklusok után is maradjanak meg. Az időjárási hatások ne befolyásolják jelentősen a védőhatás helyreállíthatóságát.

5. A védőrétegek hatásosságának vizsgálata

A védőrétegek hatásosságának vizsgálatára hosszabb ideig csak az anyaggyártók adtak meg vizsgálati módszereket és eredményeket, ennek megfelelően ezek gyakorlatilag nem voltak összehasonlíthatók.

A vizsgálati módszerek egységesítésére a szakmai szervezetek folyamatosan törekszenek, mára már hasonló, több elemében összehasonlítható eredmények születnek.

5.1. Az amerikai módszer

Az amerikai módszer lényege, hogy sima felületű alapra hordják fel a gyártó előírása szerint a védőréteget, majd négyféle, a szabványban meghatározott graffiti anyaggal (2 oldószeres, 1 viaszos, 1 diszperziós) szennyezik a felületet kb. 20 cm2-es területen. Adott idő elteltével ötféle, egyre erőteljesebb tisztítási móddal igyekeznek eltávolítani a szennyezést: (1: száraz törlés, 2: detergens 1 %-os oldata, 3: citrus-tisztító szer (citromsav+glikoléter+nem ionos tenzid), 4: izopropil-alkohol, 5: metil-etil-keton). A tisztítás szivaccsal, 1 kg-os terheléssel, 50x-es áthaladással történik.

A tisztíthatóságot annak a szintnek a megadásával jellemzik, mely teljesen eltávolítja a szennyeződést. Az eltávolítottság kritériuma: ne legyen látható festékmaradvány, a

fényesség 60°-os szögben mérve legalább 0,8 legyen, a színmérésnél $\Delta E < 1$, ne legyen más károsodás (pl. hólyagosodás) [9, 10].

5.2. A német módszer

A német módszer szerteágazóbb, részletesebb vizsgálatokat tesz lehetővé, a szabályozás [11. 12] már eleve az alapfelületek terén szélesebb választékot kínál: ásványi alapfelületek (homokkő, gránit, téglafal, kőanyag, beton, mészhomokkő, vakolat), műanyagok (különféle műanyagokból készült tárgyak, bevonatok, tömítőanyagok stb.), fa, fém, üveg, kerámia. A védőrétegnek az alapfelülettel való összeférhetőséget vizsgálni kell. A gyártói előírások szerint felhordott falfirka elleni védelem szennyezése legalább 100 cm2-es felületen történik a szabályozásban felsorolt 8-féle festékkel (fekete filctoll, türkiz akrilfesték, kék autólakkspray, ezüst festékspray, levegőn száradó kék alkidgyanta, fekete akrilátfesték, fekete bitumenes alvázvédő, vörös nitrolakk). Az eltávolítási próba előtt a szennyezőknek 7 nap száradási időt adnak.

A felület tisztítását a gyártói előírások szerint kell végezni, az **értékelés** az elért eredmény osztályozásával történik (30 cm-es távolságból, szemrevételezéssel):

Osztályzat	**A szennyező festék eltávolítási foka**
0	Az eltávolítás tökéletes
0,5	Elszórva pontszerű festékmaradványok
1	Pontszerű festékmaradványok, filctollnál a vonal árnyékszerű nyoma
1,5	Elszórva kisebb felületeken festékmaradványok, gyakrabban előforduló pontszerű festékmaradványok
2	Kisebb felületeken festékmaradványok, filctollnál a vonal határozott árnyék-nyoma
3	A festék egyértelmű felismerhetősége, a színezett felület határa jól felismerhető

	(tisztítási fok 30 – 75 % között).
4	A falfirka kismértékű eltávolítása (tisztítási fok < 30 %)
5	Nincs tisztítási hatás

A falfirka elleni védőrendszerek **alkalmasságát** három szinten vizsgálják:

- rövid idejű vizsgálat: új alapfelületre gyártói előírás szerint felhordott védőrendszer, a fent említett szennyezőkkel kezelve.
- a tisztíthatóság ismételhetőségének vizsgálata (csak félállandó és állandó rendszerek esetében) 10 db ciklus vizsgálattal: 1 ciklus = graffiti felhordás, 18-80 óra száradás, tisztítás, 24 óra szünet.
- hosszú idejű vizsgálat: legalább egy éves kitéti vizsgálat, értékelési szempontok: UV állóság, csapadékállóság, elszennyeződési hajlam, színváltozás, felületi jellemzők változása (krétásodás, mattulás, ragacsosság, repedezettség, kimosódás, hólyagosodás, leválás), épületfizikai jellemzők változása (páraáteresztőképesség, vízfelvétel).

Külön vizsgálják a falfirka elleni rendszer **felújíthatóságát**: mennyi idő elteltével és milyen módszerrel újítható fel a bevonat. E kérdéskörben merül fel a falfirka elleni védőbevonatok alkalmazhatósága műemlék épületeken, ezt mindenkor a helyi műemléki hatósággal kell egyeztetni.

A falfirka elleni védőbevonat **anyagának vizsgálata** kiterjed annak fagyállóságára, olvasztósóállóságára, UV- és klimatikus hatásokra, színváltozására, biológiai ellenállóképességére. A termék azonosíthatósági vizsgálatát szemrevételezéssel, pH vizsgálattal, sűrűségvizsgálattal, nem illó tartalom ellenőrzéssel és IR spektrum felvételével végzik.

Külön vizsgálják **környezetvédelmi szempontból** a falfirka elleni védőbevonatokat, azok tisztítási eljárását, a

keletkező hulladékok kezelését (oldószeremisszió, egészségkárosító hatás, veszélyes hulladékok stb.).

6. Falfirka elleni rendszerek használatának szempontjai

Amikor falfirka elleni rendszer használata mellett dönt a tervező, a tulajdonos vagy az üzemeltető, akkor tudomásul kell vennie, hogy nem egy statikus, egyszer és hosszú időre megépülő szerkezetet tervez (pl. egy talajba kerülő alaptestet), hanem egy **dinamikus, állandóan változó, erősen utógondozás-igényes** rendszert. A fentiek alapján végig kell gondolni a kiválasztás szempontjait [13, 14]. Ilyen szempontok:

- a falfirka elleni rendszerekkel ellátott felületek megjelenése az esetek döntő többségében egy bizonyos idő elteltével megváltozik, s ez a védett szerkezeten megjelenik (pl. egy falszakasznak csak az alsó 3 m-es sávját látják el antigraffiti bevonattal)
- egy falfirka elleni védőbevonathoz hozzá kell tartozzon a gyártó által megadott pontos tisztítási eljárás is. Ezt a tervezéskor figyelembe kell venni (hozzáférhetőség, üzemeltetési terv).
- az üzemeltetőt el kell látni a teljes körű információval a falfirka elleni rendszer működtetéséről, nevezetesen: a rendszer pontos leírása, a tisztítási technológia, a tisztítás ismételhetősége, a védőrendszer felújíthatósága, az üzemeltetés során felmerülő egészség- és környezetvédelmi szempontok. Ha az üzemeltető nem működteti a rendszert, akkor nincs értelme a falfirka elleni rendszer felhordásának sem.
- a falfirka elleni rendszer kiválasztásába (időleges, félállandó, állandó) célszerű bevonni a leendő tulajdonost vagy üzemeltetőt, hogy idejében tájékozódjon és felkészülhessen a rendszer üzemeltetésére.

7. Javaslatok a falfirka elleni rendszerek hazai használata érdekében

Meg kell ismertetni a hazai szakmai közösséggel a falfirka rendszerek típusait, működési mechanizmusát, alkalmazási területeit, a rendszerekhez tartozó követelményeket.

El kell indítani a falfirka elleni rendszerek hazai szabályozásának kidolgozását – ehhez már rendelkezésre állnak kellő mennyiségben külföldi és kisebb mértékben hazai tapasztalatok.

Amíg nincs hazai szabályozás, fel kell kérni a tervezőket, hogy kellő tájékozódás után részletes kiírásokat, műleírásokat készítsenek, melyekben legalább az alábbi adatok szerepeljenek: az alapfelülettel összeférő (vagy egyszerre jelen lévő több alapfelületi anyaghoz illeszkedő) falfirka elleni rendszer típusa (időleges, félállandó, állandó), a hozzá tartozó tervezett tisztítási technológia, a tisztítás várható gyakorisága, a bevonat felújításának tervezett gyakorisága, munkavédelmi és környezetvédelmi szempontok.

8. Összefoglalás

A felelős, a jövőért is tenni kívánó emberek erőlködése ellenére a környezet szennyezettsége fokozódik. A környezetszennyezés egy különleges fajtája az épített környezetünkön megjelenő falfirka.

Az érintett felületeken alkalmazott falfirka elleni rendszerek (antigraffiti bevonatok) kiválasztásakor az összeférhetőséget, a hatásosságot, a tisztíthatóságot és a védőrendszer tartósságát kell figyelembe venni. A műszaki megoldások költségein túl figyelembe kell venni az üzemeltetés (tisztítás, bevonatrendszer felújítás, hulladékkezelés stb.) nem elhanyagolható költségeit is.

Sokkal olcsóbb és szebb lenne, ha nem festenének minden össze a falfirkálók, ehhez azonban lelkileg kellene az illetőknek megváltozni. Ha legalább magunk igyekszünk az egoizmus, az öntörvényűség, a szabadosság helyett rendezettséget, békét, harmóniát teremteni környezetünkben, azzal már tettünk egy lépést elviselhetőbb világunk irányába.

9. Irodalom

[1] Plehwe-Leisen, E.: Graffiti-Schutzbehandlungen von Natursteinfassaden – Nutzen und Gefahr, WTA Journal, 2(2004)p.201

[2] Zeis, Ch.: Wachsende Anforderungen zur Ausführung von Graffiti-Entfernung, Bautenschutz und Bausanierung, 6(1998)p.12

[3] Lubinsky, F.: Graffiti-Schutzsysteme für Fassadenbekleidungen, Marktübersicht, Bautenschutz und Bausanierung, 6(1998)p.45

[4] Weber, H.: Untersuchungsbericht: Grund- und Eignungsprüfung für das Wacker-Graffiti-System BS 601, Wacker Prüfbericht No. 3166(1996)

[5] Ramesohl, H.: Schutz von Natur- und Kunststein vor Beschmutzungen, Bautenschutz und Bausanierung, 2(1991)

[6] Weber, H.: Verschiedene Baustoffe bedingen verschiedene Graffitischutzsysteme, Bautenschutz und Bausanierung, 3(2001)p.12

[7] Scheidel, G.: Anti-Haft wirkt Anti-Graffiti: Eine wässrige Schutzbeschichtung mit Fluor gegen Sprühlack, Bautenschutz und Bausanierung, 3(2001)p.18

[8] Efinger, B.: Sanierung und Schutz eines bunten Betonstücks Vergangenheit, Bautenschutz und Bausanierung, 3(2001)p.20

[9] Determination of Graffiti Resistance, ASTM D 6578-00, ASTM International, USA, 2000

[10] Determination of the Effectivness of Anti-Graffiti Coating for Use on Concrete, Masonry and Natural Stone Surfaces by Pressure Washing, ASTM D 7089-06, ASTM International, USA, 2006

[11] Anti-Graffiti Systeme WTA Merkblatt 2-5-97/D, WTA-Publications, München, 1997

[12] Bewertung der Wirksamkeit von Anti-Graffiti-Systemen (AGS), WTA Merkblatt 2-8-04/D, WTA-Publications, München, 2004

[13] Wewers, D.: Graffiti Schutzsysteme am Denkmal für die ermordeten Juden Europas, Beton-Fertigteil-Technik (BFT) 2/2005, p.204, Kongressunterlagen 49. Ulmer Beton-und Fertigteil Tage

[14] Horn, P.: Innovative Building Protection with Organofunctional Silane Systems from Degussa, előadás, Magyar-Német Kereskedelmi Kamara, 2007.06.18. Budapest

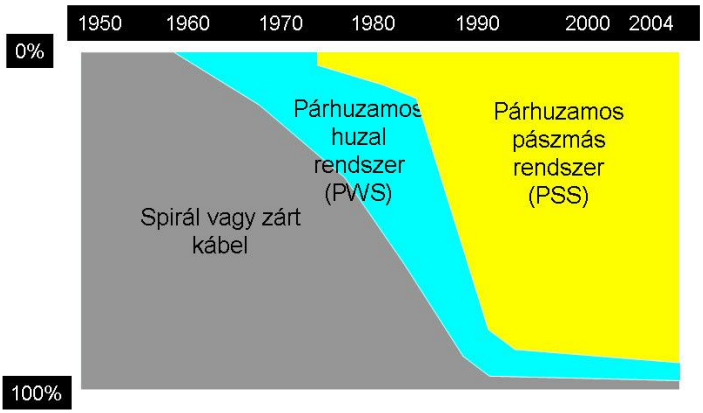
Ferdekábeles és extradossed hidak kábelei (Freyssinet rendszer)

Erik MELLIER – BORBÁS Máté
Freyssinet International & Cie, műszaki igazgató –
Pannon Freyssinet Kft., igazgató

Az előadás célja, hogy bemutassuk azt a ferdekábeles rendszert, amelyet a Freyssinet az M0 körgyűrű Északi Duna-hídjához alkalmaz, valamint korábban a Dunaújvárosi Duna-hídhoz is beépített. A ferdekábeles rendszer bemutatását követően az előadás az extradossed rendszerű hidak kábeleivel foglalkozik, elsősorban bemutatva a Freyssinet ehhez kifejlesztett technológiáját.

I. Ferdekábeles hidak kábelei

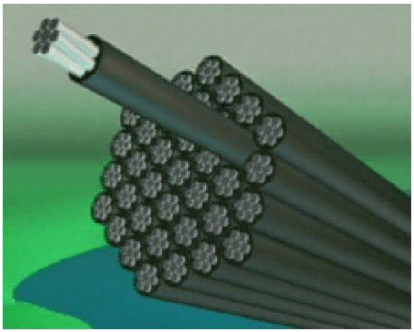
1. A ferdekábeles hidak történeti fejlődése a XX. század közepéig nyúlik vissza. Az 1950-es években az akkori függőhíd technológiát felhasználva készültek az első ilyen rendszerű műtárgyak (spirál vagy zárt kábelek). Több évtized elteltével jutunk el a mai modern ferdekábel technológiához, amely az un. párhuzamos pászmás rendszerre épül. Az ábra a három fő típus százalékos felhasználását mutatja időrendben.



2. A Freyssinet un. H2000 típusú ferdekábeles rendszerét Magyarországon első ízben a Dunaújvárosi Duna-hídon építette be a Pannon Freyssinet Kft. Ugyanilyen rendszerrel készül az M0 Északi Duna-híd összesen 2x44db ferdekábele.

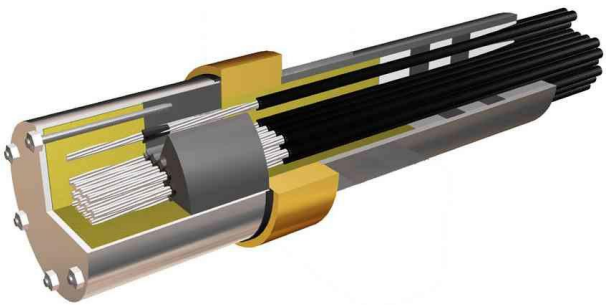
A párhuzamos pászmás rendszer egymással párhuzamosan futó egyedileg korrózióvédett pászmák kötegéből áll, a pászmák az egyedi lehorgonyzásokban egyesével vannak leékelve, kívülről a pászmaköteget egy kemény polietilén burkolócső veszi körül, amelyet a kábel pályalemez feletti alsó részein egy magasabb mechanikai védelmet biztosító acélcső védelem vált fel (vandalizmus elleni védőcső). Ehhez csatlakozik legalul a rezgéscsillapítókat körülölelő szintén acél anyagú védőcső.

Az M0 Északi Duna-hídon 2x2db 61 pászmás, 2x6db 55 pászmás, 2x28db 37 pászmás, 2x8db 31 pászmás kábel épül.



A pászmák un. 7 eres monopászmák. A huzalok egyenként horganyzottak, kívülről kemény polietilén burkolattal védettek. A burkolat és a pászma közötti teret zsír tölti ki. Az Északi Duna-hídhoz használt pászmák szakítószilárdsága 1860 MPa.

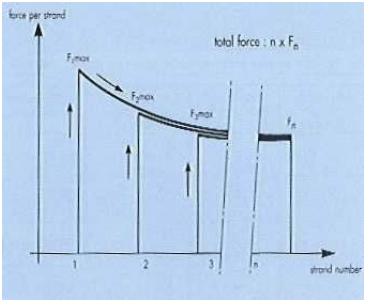
A pászmák a lehorgonyzási zónákban keresztülhaladnak az un. iránytartó tölcséren, majd a lehorgonyzó blokkon, ahol ékek rögzítik elmozdulás ellen. A feszítés a Északi Duna-híd esetében alulról, a pályalemez felőli végen történik. Itt találhatóak az un. aktív lehorgonyzások. A pilon felőli végen un. passzív, de állítható lehorgonyzások kerülnek elhelyezésre, az utólagos feszítőerő szabályozás lehetőségét biztosítva.



Az iránytartó tölcsér Freyssinet szabadalom. Szerepe a pászmák rávezetése a lehorgonyzó blokkhoz, valamint a vízzárás biztosítása, ezen kívül a rezgéscsillapításban is részt vesz.

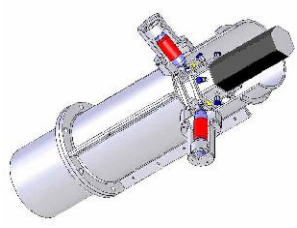
A kábeleket kívülről kemény polietilén cső veszi körül. A cső kettős spirál bordázattal van ellátva. Színe az Északi Duna-hídon RAL9002 (szürkésfehér). A csöveket több darabból hegesztik össze megfelelő hosszúságúra. A pilon felőli végen a burkolócső egy nagyobb átmérőjű burkolócső részbe torkollik, amelyben a hőmérsékletváltozásnak megfelelően szabadon mozoghat.

3. A beépítési eljárás meglehetősen egyszerű. Az első un. referencia pászmát a megfelelő hosszra történő levágás után a burkolócsövön áthúzzák és a burkolócsővel (valamint az ahhoz csatlakozó vandalizmus elleni védőcsővel) együtt felemelik a felső lehorgonyzás bebetonozott acél vezetőcsövének közelébe, ahol ideiglenesen rögzítik. A referenciapászmát ezt követően befűzik először a felső, majd az alsó lehorgonyzásba, majd megfeszítik. Ezután a következő pászmákat egyesével húzzák fel a burkolócsövön keresztül egy csörlőrendszerhez rögzített inga segítségével. A lehorgonyzásokba történő átfűzés után az újonnan befűzött pászmát is megfeszítik. A feszítés isotension eljárás szerint történik, mono feszítőpuskával.



A feszítési eljárás a tervezői adatszolgáltatásra épülő automatizált művelet, melyet egy számítógép ellenőriz. A feszítés elvét mutatják a fenti ábrák. A kábel valamennyi pászmájában a művelet végén ugyanakkora erő van.

4. Az Északi Duna-hídon valamennyi kábelt rezgéscsillapítóval szerelünk fel. Az ábrán látható típusok rendre: IED (2x3db kábelen), IHD (2x33db kábelen) és IRD (2x8db kábelen).



II. Extradossed rendszerű hidak kábelei

1. Az extradossed rendszerű hidak átmeneti szerkezeti rendszert jelentenek a hagyományos feszített hidak és a ferdekábeles hidak között. Áthidalható nyílástartománya ennek megfelelően a kettő közötti. Az extradossed hidak gyakorlatilag olyan feszített szerkezetek, ahol a kábel a felszerkezeten kívül is megjelenik, és emiatt ugyanolyan hatásoknak van kitéve, mint egy ferdekábeles híd kábele. Ezért az extradossed hídhoz használt kábelrendszer lényegében teljesen hasonló a ferdekábeles rendszerhez.

2. Az extradossed kábellel szerelt hidak legproblémásabb pontja a kábel-pilon kapcsolat. Mivel a pilon jóval kisebb méretű, mint ferdekábeles híd esetében, ezért általában nincs lehetőség arra, hogy a pilon oldali lehorgonyzáshoz hozzáférjünk. Ilyen esetekben a pilonon átvezetett iránytörő acélszerkezet (nyereg) kerül beépítésre. Az iránytörő szerepe, hogy a pilon két oldalán egyenlőtlen terhelés miatt fellépő vízszintes erőt közvetítse a pilon szerkezetére. A korábbi megoldások az erőátadás szükségessége miatt azt követték, hogy az iránytörő szakaszán a pászma csupaszon futott keresztül egy acél csövön, amit utólag injektáltak. Ennek a megoldásnak számos hátránya volt, melyek között a csökkent fáradási ellenállás és a rendszer pászmánkénti cserélhetőségének megszűnése a legfontosabb. Fenti probléma megoldására fejlesztette ki a Freyssinet az un. cohestrand pászmát. A cohestrand abban különbözik a hagyományos monopászmától, hogy ennél az acélsodrony és a kemény polietilén burkolat közötti teret nem zsír, hanem egy polibutadién alapú polimer tölti ki. A polimer biztosítja, hogy surlódás révén vízszintes (pászmairányú) erőt tudjunk átadni a kapcsolódó szerkezetre.

3. A cohestranddal egyidőben került kifejlesztésre egy olyan iránytörő nyereg típus, amely biztosítja, hogy a pászmák burkolattal együtt átfűzhetők legyenek és így könnyebb építést és utólagos cserét is lehetővé tesznek. Az iránytörők külső acélburkolatán belül alumínium csövek futnak, a kitöltő anyag nagyszilárdságú beton. Az iránytörők előregyártással készülnek.

A Freyssinet cég fentebb ismertetett rendszerét már számos hídon alkalmazta. Az idáig beépítésre került legnagyobb kábel 205 pászmát tartalmazott, a teljes pászmasúly 3700 tonna volt. Az extradossed rendszerhez fejlesztett cohestrand és iránytörő nyereg szabadalom, melynek fejlesztése 3 éve fejeződött be. Az azóta eltelt időben már több helyen sikerrel vizsgázott.

M0 Északi Duna híd
Ártéri hidak felszerkezete

Pusztai Pál, CÉH Zrt., vezető tervező

Az építési engedélyt az M0 útgyűrű északi szektor 2. sz. és 11. sz. főutak közötti szakaszára és az északi Duna-híd építésére a Közlekedési Főfelügyelet 2004. szeptember 15-én kelt határozatával megadta. A teljes műtárgy hossza 1862m, amely szerkezetileg 5 különálló hídszerkezetből áll. Az ártereket átívelő feszített vasbeton hidak növekvő útszelvényezés szerint haladva, sorrendben a következők:

Bal parti ártéri híd
Szentendrei-sziget feletti ártéri híd
Jobb parti ártéri híd

Általános műszaki adatok

Az ártéri hidakat azonos pályakiosztással, szerkezeti kialakítással, a jobb és bal pályaszerkezetet légréssel elválasztott külön hídszerkezetként terveztük. A hídon 2x2 forgalmi sáv leállósávval került átvezetésre. A külső oldalon gyalogos és kerékpáros közlekedésre alkalmas járdát alakítottunk ki. A műtárgy teljes szélessége 34,360 m, szerkezeti magassága 3,29m. A felszerkezet feszített vasbeton szekrény keresztmetszetű, amely szakaszos előretolásos építési technológia alkalmazásával épül.

Jobbparti híd keresztmetszete a 23 j. közöspillérnél

Jellemző méretek:

Műtárgy elnevezése	Támaszkiosztás	Hossz (m)	Felület (m^2)
B.) Balparti ártéri híd	37,15 + 2 x 33,00 + 44,00m	149,55	5140
D.)Szentendrei-sziget feletti ártéri híd	41,00 + 10 x 47,00 + 46,25m	560,25	18963
F.)Jobbparti ártéri híd	39,86 + 3 x 44,00 + 43,50m	217,00	7402

Balparti ártéri híd

A híd négynyílású. Az úttengely egyenes helyszínrajzi és domború magassági vonalvezetésű. A zömök gyártása a hídfő mögött felépített gyártópadban történik. Az elkészült hídszakasz a hídfő előtt kialakított tolótámaszon működő emelő-toló sajtók segítségével kerül végleges helyére. A tervezés során a támaszkiosztást a vízművek víznyerő kutjainak elhelyezkedése szabta meg.

Balparti híd felülnézete a 6 j. pilonról

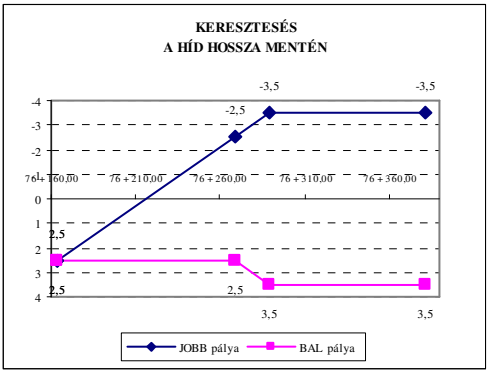
Szentendrei-sziget feletti ártéri híd

A szigeten átívelő műtárgy 12 nyílással készül. Helyszínrajzi vonalvezetését tekintve R_b=2000m sugarú tiszta ívben fekszik. A helyszínrajzi adottságok miatt a gyártópad a 19 j. pillér és 20 j. közös pillér között került kialakításra ~11m-es magasságban. A leghosszabb elem hossza úttengelyben 23,50 m. A zárózöm a gyártópadon készül el és nem kerül mozgatásra. A híd hosszából, a megtámasztások számából adódó saruk súrlódási ellenállása miatt a híd mozgatása két ponton a 15 j. és 19 j. pilléreknél alkalmazott emelő-toló sajtók együttműködésével történik.

Gyártópad kialakítása a 19 és 20 j. pillérek között

Jobbparti ártéri híd

Az ötnyílású műtárgy úttengelye átmeneti ívből tiszta ívbe megy át. A szakaszos előretolás technológia műszaki feltételeinek teljesítéséhez egy fiktív, helyettesítő körív került meghatározásra, aminek következtében az úttengely és a szekrénytengely a híd hossza mentén változó távolságra van egymástól. Az eltérés -47/+68cm között változik.



A keresztmetszet kialakítását tovább bonyolította, hogy a hídon keresztesés-átmenet van.

A jobb pálya esetében +2,5%-ról -3,5%-ra, a bal pályánál +2,5%-ról +3,5%-ra változik a keresztesés. Az úttengelytől 1,80m távolságban értelmezett pályaszint vonalában a jobb- és bal pálya magassága azonos az előző két ártéri híd magasságával, mégis elmondható, hogy a jobb- és bal pálya kialakítása, tervezése két teljesen különböző hidat jelentett.

Légifelvétel a Jobbparti hídról

Építési egységek, zömök

A felszerkezet építése a híd hosszához viszonyítva egyszerre rövid szakaszok un. zömök előregyártásával a gyártópadban történik. Egy vasbeton szakasz megszilárdulása után egy előző szakasszal összefeszítve kerül mozgatásra a már elkészült hídrész. A rövid szakaszok általában ½ támaszköz hosszúságúak. A zömök gyártása szigorú ütemezés mellett, 7 napos ciklussal zajlik. A leghosszabb zömök a Szentendrei-sziget feletti hídnál készültek 23,59m-es hosszal és ~6900kg súllyal.

Lágyvasalás

A vasalás kiosztása keresztirányban 15cm-es, hosszirányban 20cm-es raszterben történt. Általában Ø16 mm átmérőjű betonacélokat használtunk fel. A keresztirányú vasalás szükséges növelését a kiosztás sűrítésével és a vasátmérő növelésével (Ø20) oldottuk meg. A fajlagos betonacél felhasználás 160-180 kg/m^3.

A gyártási idő csökkentése miatt az alapvasalás a gyártópad mögötti szerelőtéren előregyártással készül, amit a bal és jobb parti hidaknál csörlők segítségével juttatnak a helyére. A szigeti műtárgy esetében nem a gyártópad mögött (magasan) került kialakításra a szerelőtér, hanem a gyártópad mellett a földön. Ennek következtében az I. ütemű vasszerelés 3 egységben készül, a daru emelési kapacitása miatt.

Feszítés I. kábelcsalád

Az építési állapotban a szakaszos előretolásból létrejövő burkoló igénybevételek csökkentésére tapadóbetétes kábeleket terveztünk. Az ún. I. kábelcsaládba tartozó feszítőkábelek 0,6” átmérőjű, Fp150/1770 minőségű DSI gyártmányok. A szekrény alsó és felső lemezében 15 pászmás, a konzolokban 12 és 15 pászmás kábeleket alkalmaztunk. A lemezekben elhelyezett kábelek két zöm hosszúságúak (max. ~48m), míg a konzolban lévő kábelek zömvégi toldással, kuplungos lehorgonyzó fej kialakítással kerültek beépítésre. Általános helyet vizsgálva 18db kábel ~45,000kN feszítőerőt ad át a keresztmetszetnek.

Feszítés II. kábelcsalád

A II. kábelcsalád az önsúly II. részét, valamint a hasznos terheket viseli. A szekrény belsejében irányváltoztató bordákon átvezetett törtvonalú úgynevezett szabadon vezetett kábelek VT-CMM típusúak. A kábelek ún. kétszer extrudált, 16 pászmás Fp150/1860 minőségűek, a támasznál felül, mezőben alul helyezkednek el. Iránytörésük a támaszkereszttartóba illetve a mezőben a diafragma falába épített acélszerelvény segítségével történik.

Gyártás

A zömök gyártása acél kitámasztású, menetes alátámasztó rudakkal pontosan állítható zsaluzat ún. gyártópad segítségével történt. A ferde borda és a konzolok alsó síkja által bezárt szög a teljes híd mentén azonos.

A Jobbparti hídnál alkalmazott betolási sugár és az úttengely közötti eltérések miatt a konzolok szélessége és a konzol tővastagsága a híd hossza mentén változó.

Zöm gyártópadból kitolt helyzetben

Segédszerkezetek

Az elkészült, összefeszített hídszakasz előre történő mozgatását emelő-toló sajtó végzi. A Bal és Jobbparti hídnál a hídfő előtt kialakított tolótámaszon oldalanként 1-1db sajtó végzi a tolást. A szigeti műtárgy esetén két tolási hely került meghatározásra a 15 és 19 j. pilléreken.

Emelő-toló sajtó

A szakaszos előretolás során a híd eleje az újonnan elért támaszon elhaladva konzolos helyzetbe kerül. A keletkező konzolnyomaték csökkentése érdekében egy, a vasbeton szekrény önsúlyához képest könnyű, acél anyagú betolócsőrt alkalmazunk. A csőr optimális hosszúsága a maximális nyílás ~70%. A Kivitelező meglévő elemeinek felhasználása miatt mindhárom hídnál azonos, 32m hosszúságú csőröket alkalmaztunk, amelynek súlya ~105tonna.

Tervezés, számítás

A főtartó statikai számítását egy speciális, hídépítésre kifejlesztett térbeli rúdszerkezetet számító végeselem programmal, a TDV-vel végeztük. A statikai számítás során építési- és végleges állapotot ellenőriztük. Az alkalmazott program kezeli a feszítőkábelek vonalvezetését, az abból adódó feszítési veszteségeket, kúszást, zsugorodást számol. A Jobbparti hídnál a változó keresztmetszet megadása a program adta lehetőségeket felhasználva, függvények segítségével történt. Az építés közben a híd előretolása miatt változó megtámasztások kezelése, számítása automatizált.

A keresztmetszetek keresztirányú vasalásának méretezését AxisVm program segítségével végeztük el.

A TDV program által felkínált modulok mellett az eredmények dokumentálása általunk írt programok felhasználásával történt.

Pusztai Pál
Céh zRt.

M0 Északi Duna híd
Ferdekábeles Nagy Duna-ág híd

Dr. Kisbán Sándor, CÉH Zrt., szakfőmérnök

Az M0 Északi Duna-híd a Budapest körüli M0 körgyűrű M3 autópálya és a 11. sz. főút közötti északi szektorán keresztezi a Dunát. A híd 1862 méteres hosszúságával hazánk leghosszabb folyami hídja, amely öt, egymás után kapcsolódó különböző hídszerkezetből áll, áthidalva a Duna mindkét ágát és a Szentendrei-sziget déli részét.

A Duna főágában, a váci oldalon, Magyarországon eddig nem alkalmazott ferdekábeles, háromnyílású hídszerkezet épül. A híd két pilonnal készül, a kábelek legyezőszerűen két síkban függesztik fel 12 m-ként az acélszerkezetű merevítőtartót. A híd támaszközei 145+300+145 m, összhossza 590 m. Mind a pesti oldalon, mind a Szentendrei szigeti oldalon a csatlakozó hídszerkezetek feszített vasbeton ártéri hidak.

Az M0 autóút hídon átvezetett szakasza 2x2 forgalmi sávos, leállósávval. A hídon a leálló sáv az előírtnál szélesebb. A későbbiekben, ha a forgalom növekedése megköveteli, a kétoldali leálló sávok megszüntetésével a kocsipálya 2x3 forgalmi sávosra bővíthető a hídszerkezet átalakítása nélkül. A híd északi oldalán mozgássérültek közlekedésére is alkalmas kerékpárút, a déli oldalon gyalogjárda épül. A kocsipálya burkolata aszfalt, a gyalogjárdák kopásálló, érdesített sókorrózió elleni bevonatot

kapnak. A híd közvilágítással, hajózási- és repülési jelzőfényekkel kerül kialakításra.

A Dunába kerülő mederpillérekkel kapcsolatban folyamáramlási és mederfenék kimosási hatásvizsgálatok készültek. A szimulációs vizsgálatok megállapították, hogy a tervezett mederpillérek elhelyezése áramlási szempontból kedvező, jelentős áramlásmódosulás nem várható. A hajózás biztonságát, a meder és a part állékonyságát a pillérek nem veszélyeztetik.

A parti közös pillérek és a két mederpillér alapozása mélyalapozással, nagyátmérőjű fúrt vasbeton cölöpökkel készül. A 19.00 m - 20.50 m hosszú cölöpök átmérője 1,50 m. A cölöpök mind a négy alaptestnél a kiváló teherbírású alapkőzetbe, az oligocén korú szürke márgás sovány és közepes agyagrétegbe kerülnek. A mederpillérek alépítménye a folyami hidaknál már alkalmazott és bevált vasbeton kéregelemes módszerrel készül. Az alépítmények áramlástani szempontból kedvező csúcsíves kialakításúak, az orr-rész fagyálló gránit burkolattal van ellátva.

A merevítőtartó nyitott két szélén szekrényes keresztmetszettel készül a kétoldali kábel felfüggesztés miatt. A kábellehorgonyzások tengelytávolsága hídtengelyre merőlegesen mérve 29,80 m. A bal és jobb pálya középen szegéllyel és korláttal van elválasztva. A felszerkezet teljes szélessége 36,83 m, szerkezeti magassága 3,63m. A merevítőtartó hegesztett ortotróp pályalemezű acélszerkezet. A szekrénytartók külső oldalán konzolok támasztják alá a járdákat. A merevítőtartó felülete 21.700 m2, a felhasznált acélmennyiség 8455 tonna. Anyagminősége MSZ EN 10025 szerint a teherviselő szerkezetek esetén S355, és az alárendelt szerkezetek esetén S235.

A merevítőtartó építése szabadszereléssel történik. A pilonoknál szerelésindító segédállvány készül, ami hídtengely irányban 50 m hosszú merevítőtartó szakaszt támaszt alá. Ehhez kapcsolódnak a mérleg elv betartásával a parti-, majd a meder oldalon a 12,0 m hosszú, 160 tonnás szerelési egységek, helyszíni hegesztéses illesztéssel. Az illesztés elkészítése után minden szerelési egység egy ferdekábel párral kerül felfüggesztésre a pilonszerkezethez.

A parti nyílásokban, a pilonoktól 60,0 m-re szerelési járomtámasz készül, biztosítva az építés közbeni szerkezeti stabilitást. A járomtámasznak köszönhetően az építés során fellépő igénybevételek nem haladják meg a végleges hídszerkezet igénybevételeit, elősegítve ezzel a gazdaságos építést.

A merevítőtartót kábelsíkonként 4×11 db, összesen 88 db térbeli kábel függeszti fel a pilonokra. A függesztő kábelek 7 eres pászmákból párhuzamosan kötegelve készülnek. A kábelek az igénybevételeknek megfelelően 31, 37, 55 és 61 pászmából kerülnek kialakításra. A kábelek anyaga Fp150/1860. Lehorgonyzásuk a merevítőtartóban és a pilonokban történik.

Feszítésük az alsó, a merevítőtartó szekrényében kialakított lehorgonyzásnál történik, pászmánkénti feszítéssel. A kívánt feszítőerő beállítását az un. „isotension” eljárás biztosítja. Az aktuális pászmfeszítés kihat a már megelőzően megfeszített elemek megnyúlására. Az elsőnek megfeszített un. „vezérpászma” feszültségmódosulásának figyelemmel kisérésével kerülnek meghatározásra a soron következő pászmafeszítések feszítőerői, biztosítva hogy a feszítés befejezésekor a teljes kábel keresztmetszetben az előírt egyenletes feszültség ébredjen.

A pilonban kialakított felső lehorgonyzásnál a kábelfejben kialakított csavaros állítási lehetőséggel a későbbiekben mód van a kábelerő kismértékű változtatására., korrigálva az időben lejátszódó folyamatok hatását. Ilyen a pilon vasbeton anyagának kúszása-zsugorodása, ami kismértékben módosítja a

ferdekábelek alsó és felső lehorgonyzási pontjai közöti távolságot.

A kábelek lengését, rezgését a járda felett egységesen 850 mm-re, a vandálcső-védelem belsejében elhelyezett csillapító berendezés szabályozza. A várható igénybevételeknek megfelelően alkalmazott csillapító berendezések energia elnyelése mechanikus illetve hidraulikus elven történik.

A kábelrezgésekkel kapcsolatos vizsgálatok szerint számottevő kábelrezgések csak a szél-eső okozta „táncolási" gerjesztésből adódhatnak Ez az egyenes hídkábelek leggyakrabban megfigyelt rezgési jelensége. Az öngerjesztés elsősorban a kábel felületén folyó víz által megváltozott keresztmetszeti alakra vezethető vissza: bizonyos szésebességek és szélirányok mellett a szélnyomás a kábelfelület alsó oldala felé igyekvő esővizet visszatartja. A kábelfelület felső részén így egy kidomborodó vízér keletkezik, amely – a kábellel magával, valamint az alsó felületen mindig jelenlevő vízérrel együtt – egy táncolásra érzékeny keresztmetszetet képez.

A jelenség kialakulását nagy mértékben csökkenti a már az M0 Északi Duna-hídnál is alkalmazott speciális műanyag kábelburkolócső, ami a külső oldalán kettős spirál formájú , 600 mm menetemelkedésű 1,6 / 3 mm kereszmetszetű bordázattal készül.

Szükség esetén lehetőség van egy-egy kábel cseréjére. Ilyenkor elegendő a munkavégzés miatt csak a szélső sáv lezárása, egyéb forgalmi korlátozás nem szükséges.

A két pilonszerkezet vasbeton szekrény keresztmetszetű pilon szárakból kialakított „A” formájú térbeli keretszerkezet. Magasságuk az alépítmény felett 100 m, a pilonszárak külső befoglaló mérete az alépítményi befogásnál 51,0 m. A pilonszárak keresztmetszete 5.0 x 4.0 m-ről parabolikusan csökken 3,5 x 4,0 m-re, a falvastagság szintén változik, 1,0 m-ről 0,5 m-re csökken. A pilonszárak külső élei R=300 mm-es lekerekítéssel készülnek, csökkentve ezzel a szélörvények kialakulási lehetőségét. A pilonszerkezetek betonminősége C40/50.

A keretszerkezetű pilonban a hídszerkezeti önsúly és a ferdekábelek előfeszítő erőrendszerének együttes hatására keletkező keresztirányú hajlító igénybevételek keresziránnyú feszítéssel kerülnek kiegyenlítésre. A feszítést a pilonszárak külső falában elhelyezett 40 mm átmérőjű feszítőrudak biztosítják, anyagminőségük 1030.

A pilonszárakat az alépítményi befogás felett 55,0 m-re egy szekrény keresztmetszetű vasbeton gerenda köti össze. Az összekötő gerenda feletti pilonszár szakaszokban kerülnek

elhelyezésre a ferdekábelek felső lehorgonyzását biztosító acélszerkezetű elemek.

A lehorgonyzó kamrák födémeivel egyidőben bebetonozott szerelvényként az egyes lehorgonyzási szinteken acélszerkezetű lehorgonyzó elemek készülnek, melyek biztosítják a ferdekábelek felső lehorgonyzását, a függőleges terhelést közvetlenül a pilonszár 60 cm vastag falának adják át, a vízszintes teher komponensek pedig az acélszerkezeten keresztül záródnak Építési állapotban a merevítőtartó szerelésekor, végleges állapotban pedig kábelcsere esetén a féloldalas terhelést az acélszerelvény alján kialakított acélszerkezetű nyírófog adja át a vasbeton födémszerkezetnek.

A pilonszárak belső kialakítása az építtetői igényeknek megfelelően történt.

Az északi pilonszár a ferdekábelek legalsó lehorgonyzási szintjéig belső lépcsővel, míg a déli pilonszár belső ipari lifttel lett ellátva. Az összekötő gerendából induló függőleges lift a pilonfejig biztosítja a szerkezetek elérhetőségét. A lifttel kialakított pilon szakaszok egyben belső hágcsóval is megközelíthetők. A pilonszárak és az összekötő gerenda közötti háromszög acél falvázoszlopokra szerelt homlokzati üvegfallal készül, javítva a híd esztétikai megjelenését.

A merevítőtartó acélszerkezetű konzolok segítségével támaszkodik közvetlenül az alépítményi befogás felett 9,0 m-re kialakított 1,35 m magas vasbeton pilonszár rövid konzolokra.

A rövid konzoloknál kerül kialakításra a merevítőtartó hosszirányú megtámasztása, hidraulikus támaszokkal. A hidraulikus támaszok lassú erőváltozásokra - hőhatásra, kúszás/zsugorodásra, támaszsüllyedésre – elhanyagolható mértékben reagálnak, míg gyors teherváltozás esetén – fékezőerő, szélteher, földrengés - merev támaszként működnek.

A pilonszárak kúszózsalus építési technológiával, az általános szakaszokon 4,07 m-es magasságú építési ütemekben készülnek. A kapcsolódó szerkezeti pontoknál (rövid konzol, összekötő keretgerenda, ferdekábel lehorgonyzások, pilonfej csatlakozás, stb.) további munkahézagok kialakítása szükséges. A konzolos pilonszárépítés miatt az alépítményi befogás felett 32,0 m-re és 52,0 m-re kitámasztó acélszerkezetű segédtartók kerülnek beépítésre. A felső segédtartó egyben az összekötő gerenda zsaluzatát is alátámasztja.

A merevítőtartó szabadszerelésével összhangban, a merevítőtartó parti nyílásban történő járomlekötése után kerül sor a pilonszárak és az összekötő gerenda közötti háromszög födémeinek, a függőleges liftaknának, és a homlokzati üvegfalnak az építésére. Ez az építés alatti mértékadó szélteher csökkentése miatt szükséges.

A környezetvédelem fontos szempont volt a híd kialakításánál. A főváros vízellátását biztosító bal parti árterület és a Szentendrei-sziget fokozottan védett terület. A szigetre a hídról nem lehet lejárni, az élővilág, a környezet védelme érdekében a sziget feletti ártéri híd mindkét oldalán zajárnyékoló fal épül. A csapadékvíz elvezetése a hídról zárt rendszerben történik és csak tisztítás után kerül a befogadóba.

Az M0 Északi Duna-híd jelenleg építés alatt áll. A beruházás megvalósítását a Hídépítő Zrt és a Strabag Zrt -ből alakult M0 Északi Duna-híd Konzorcium végzi. A híd generál tervezője a Céh zRt. A híd építése 2006-ban kezdődött, befejezése, forgalomba helyezése 2008-ban történik.

A híd esztétikai megjelenésével méltón illeszkedik a főváros szép hídjainak sorába, és növeli a főváros jelképeinek, látványosságainak számát.

Dr. Kisbán Sándor

Céh Zrt.

M0 Északi Duna-híd
Nagy-Dunaág-híd pilonjának építési segédszerkezetei

Skultéty Ádám, CÉH Zrt., tervező

Áttekintés

Épül az M0 autóút Megyeri híd névre keresztelt Duna-hídja, amely a Budapest körüli körgyűrű északi szektorában biztosítja majd a közúti forgalmat a folyón keresztül. A maga 1862 m-es hosszával ez lesz Magyarország leghosszabb folyami hídja, a Nagy-Dunaágat átívelő szerkezet pedig az ország első, illetve Közép-Európa egyik legnagyobb ferdekábeles hídja.

Méreteit tekintve a ferdekábeles híd 590 m hosszú, nyílásbeosztása 145 + 300 + 145 m, keresztmetszeti szélessége 36 m, amely kétszer két sávot plusz leállósávot foglal magában gyalogos járdával, kerékpárúttal. A két pilon egyenként a befogási keresztmetszettől (a pillér felső síkjától) mérve 100 m magasságú. Összehasonlításképp a néhány kilométerre lévő magyar parlament, ami az ország legmagasabb épülete, a terepszinttől a kupola gombjáig 96 m-t tesz ki, az Erzsébet híd pilonja a pilon alján lévő saruk tengelyétől a kábelbekötésig 43 m, illetve a nemrég átadott Köröshegyi völgyhíd pillérei 80 m magasak.

Maga a pilon A betűt formázó vasbeton-szerkezetű műtárgy, a szárak egymástól 47 m-re indulva 13°-kal dőlnek egymás felé, az A forma vízszintes átkötő része valamivel a középmagasság fölött, 55 m-es magasságban épül egy 5,4 m magasságú átkötő folyosó formájában. A kúszózsaluzatos építéstechnológiával készülő pilonszárak szekrényes keresztmetszetűek, befoglaló méretük közel 5-ször 4 méter, egy építési ütem 4 m magas.

Ha a pilonszárat ezzel a technológiával megépítjük az átkötő folyosóig, és a két pilonszárat először itt kapcsoljuk egymáshoz, akkor az összekapcsolás előtti állapotban a ferdeségből adódó közel 13 m-es külpontosság miatt a pilonszár alsó befogási

keresztmetszetében 90000 kNm-es nyomaték adódik, amely jóval meghaladja a végleges állapotban fellépő legnagyobb igénybevételt. Ehhez a nyomatékhoz tartozó vízszintes irányú elmozdulás a szár tetején pedig meghaladja a 100 mm-t, ezt a módszert tehát mind gazdaságossági, mind pedig kivitelezhetőségi szempontok miatt el kell vetni. A pilonszárak egymáshoz való kitámasztásával mind az igénybevételek, mind az elmozdulások jelentősen csökkenthetők. A Nagy-Dunaág-híd pilonjait két helyen támasztjuk egymásnak: az alsó kitámasztó segédszerkezet 32 m-rel, a felső 52 m-rel a befogási keresztmetszet fölött épül. Ezt a módszert alkalmazva az igénybevétel a pilonszár aljában kevesebb, mint a tizedére, 8300 kNm-re, az elmozdulás pedig elhanyagolható mértékre, 6 mm-re csökken, ez tulajdonképpen a kitámasztó segédszerkezetek rugalmas összenyomódásából adódik.

Mivel a két segédszerkezetnek teherbírásában és funkcióiban is eltérő követelményeket kell kielégítenie, azokat külön-külön érdemes tárgyalni.

Az alsó kitámasztó segédszerkezet

Ennek a szerkezetnek a következő követelményeket kell kielégítenie: a 27,3 m támaszközzel készítendő szerkezetnek erőtanilag meg kell felelnie a pilonszárak egymás felé mutató 2500 kN, illetve széthúzni akaró 300 kN nagyságú erejére, ezenkívül a pilonszárakat nem csak az adott állapotban mereven egymásnak kell tudni támasztani, hanem biztosítani kell 2 cm nagyságú állítási lehetőséget, amely a pilonszárak építési pontatlanságból illetve rugalmas alakváltozásból származó egymás felé hajlását korrigálja vissza. Figyelemmel kell lenni arra is, hogy a szerkezet 32 m-es magasságba kerül, vagyis törekedni kell az olyan megoldásokra, amelyek minél kevesebb nagy magasságban elvégzett szerelési, építési munkát igényelnek. A szerkezet súlya pedig nem lehet több a pilonszárak mellett álló toronydaruk együttes kapacitásánál, amely minimális

gémkinyúlásnál az egyik sarunál 12 t, a másiknál 8 t, nagyobb gémkinyúlásnál adott görbe szerint csökken.

Mindezen feltételekből alakult ki egy Vierendel-szerű tartó, két egymástól 1650 mm-re lévő S355-ös anyagminőségű HEB 650 gerendával, amelyek 2 m-ként U100 szelvényekkel vannak egymáshoz kapcsolva, néhány szélső mezőben □16-os, csak húzást felvevő szélrácsokkal illetve keresztkötésekkel. A szerkezet két végén a vízszintes irányú reakcióerők felvételére és a pilonok geometriai állítási lehetőségének biztosítására két-két egymás mellé tett, összehegesztett és merevített IPE 500-as tartó található, amely egyben a szélső vízszintes keresztkötés is. A pilonok állítása a tartó közepénél elhelyezhető 200 t-s hidraulikus sajtóval történhet, a beállítás rögzítésére oldalanként 2 db Dywidag feszítőrúd illetve kitámasztó ékek és távtartók szolgálnak.

Alsó kitámasztó segédtartó beemelés előtt

A szerkezet feltámaszkodását a pilonokon két-két darab támaszszerkezet szolgálja, amelyekhez a HEB gerenda alsó övei kapcsolódnak. Ezek a szerkezetek veszik fel a főtartóról átadódó függőleges és annak tengelyére merőleges vízszintes erőket, utóbbit 4-4 db NF csavar segítségével. A nyíróerők felvételére nyírófog szolgál, amelynek ellendarabja a pilonba van süllyesztve A támaszszerkezetet a pilonhoz 4 db Dywidag rúd rögzíti.

Pilonhoz rögzített támaszszerkezetek

A főtartó a két toronydaru együttes emelésével kerül a helyére. Mivel a szerkezet önsúlya 14 t, az emelőfülek nem szimmetrikusan helyezkednek el rajta, hogy emelés közben a darukra teherbírásuknak megfelelően jusson teher.

A támaszszerkezetre helyezés után az NF csavarokat kell behelyezni és lazán meghúzni, hogy a beállításhoz szükséges mozgatást még ne akadályozza a kapcsolat. A pilon geometriai állítása a következő lépésekben történik:

1. 200 t teherbírású beállítósajtó elhelyezése a kitámasztótartó közepéhez, és ennek segítségével a kívánt pilonszár távolság beállítása
2. a távtartó elemek és acélékek behelyezése a kitámasztótartó és a pilon közé
3. kitámasztótartóba bekötő Dywidag rudak feszítése 600 kN erővel, rögzítés
4. NF csavarok megfeszítése

A rögzítés rendszere

Az átkötő folyosó megépülte után már nincs szükség az alsó kitámasztó segédtartóra, sőt a továbbiakban károsan befolyásolja a pilon erőjátékát, így az leszerelendővé válik. A fölötte lévő átkötő folyosótól a toronydarukkal nem lehet a tartót leengedni, így a leeresztés az átkötő folyosóra telepített hidraulikus emelősajtókkal történik.

A felső kitámasztó segédszerkezet

Ennek a szerkezetnek az alsóhoz hasonló követelményeken kívül többet ki kell elégítenie. A pilonszárakról átadódó mértékadó teher közel kétszerese az alsó tartónál lévőnek: az összenyomni akaró erő 4000 kN, a széthúzni akaró 1800 kN. Szintén biztosítani kell a pilonszárak állítási lehetőségét maximum 2 cm nagyságban. A szerkezet kialakítása a nagy magasság miatt hasonló biztonsági elvek szerint történik. Mivel a szerkezet közvetlenül az átkötő folyosó alatt létesül, célszerű erről építeni azt, ami megfelelő munkafelület kialakítását igényli, illetve az építésből származó, a tartó hossza mentén működő 150 kN/m-es teherre méretezni kell a segédtartót.

Az ezen feltételeket kielégítő szerkezet súlya meghaladja a toronydaruk együttes teherbírását, vagyis egyben nem emelhető a helyére, több olyan részletre kell bontani, amely végül könnyen összekapcsolható. A szerkezetet úgy osztjuk, hogy legyen egy egyszerre beemelhető 18 t tömegű főtartó, és erre kerül 3 egységben a munkafelületet hordó kereszttartó sor egyenként közel 4 t emelési súllyal. A munkafelület az átkötő folyosó külső síkjától 2,5-2,5 m-t nyúlik túl, a teljes szélessége a főtartó fölé eső résszel együtt 7,6 m. Ez a munkafelület szélesség azonban az átkötő folyosó építése alatt nem biztosítható, mert a két pilonszár kúszózsaluja közötti közlekedést biztosító átjáró (catwalk) ebben az építési fázisban a munkafelület síkjával egy szinten helyezkedik el, 1,5 m-rel keskenyebb helyet hagyva. Ezért a munkafelületet és az azt hordó kereszttartó sort úgy kell kialakítani, hogy az helyet biztosítson a catwalk számára, illetve annak elhaladta után a teljes 2,5 m széles munkafelület használhatóvá váljék. Ezen igényeket figyelembe véve a következő szerkezet alakult ki:

Felső kitámasztó segédszerkezet – munkafelületek beemelése

A főtartó párhuzamos övű szimmetrikus rácsozású térbeli acélszerkezet, minden második rácsrúd mezőben nyomott övet megtámasztó oszloppal. A szerkezet hálózati magassága 2,4 m, a két tartósík tengelytávolsága vízszintesen 2,3 m, a szerkezet támaszköze 17,9 m. A felső, nyomott övek HEB 700-as, az alsó húzottak HEA 280-as szélesövű I szelvények, a ferde rácsrudak és a függőleges rácsrúd oszlopok az igénybevételekhez igazodó kör keresztmetszetű csőszelvények. A térbeli együttdolgozást a rácsrúd oszlopok síkjában lévő keresztkötés rendszer – alsó, felső és egymást keresztező ferde keresztkötések – biztosítják. Az alsó és felső vízszintes keresztkötés-rudak húzás és nyomás felvételére is alkalmas négyszög-keresztmetszetű csőszelvények, a ferde rudak csak húzásra dolgozó L acélok. A keresztirányú erők felvételét a két felső, illetve két alsó övrúd között a rácsos tartó szélső harmadaiban a keresztkötések hálózatához illeszkedő szélrács-rendszer segíti. A felső szélrácsozás rúdjai húzás-

nyomás felvételére alkalmas, egymást keresztező négyszög-keresztmetszetű csőszelvények, az alsók csak húzásra dolgozó L szögacélok.

A szerkezet két végén a vízszintes irányú reakcióerők felvételére és a pilonok geometriai állítási lehetőségének biztosítására egy-egy hegesztett I tartó található, amely egyben a felső szélső vízszintes keresztkötés is. A pilonok állítása az alsó segédtartóhoz hasonlóan a tartó közepénél elhelyezhető 200 t-s hidraulikus sajtóval történhet, a beállítás rögzítésére oldalanként 4 db Dywidag feszítőrúd illetve kitámasztó ékek és távtartók szolgálnak.

A főtartó szerkezet felső övére oldható csavarkötéssel kapcsolódik a munkafelületet hordó keresztartó sor. A keresztartó sort a főtartó beemelése és rögzítése után külön, három részben, közel egyforma méretű egységben emelik a helyére, majd ott rögzítik. A beemelés könnyítésére az egységeken kúpos központosító szerelvény található, amelynek ellentagja a főtartón van. Egy keresztartó két darab egymásba csúsztatható négyszög-keresztmetszetű csőszelvényből áll, amelyek behúzott állapotban helyet biztosítanak a szerkezet mellet lévő kúszózsaluzat átjárójának (catwalk), annak elhaladása után kihúzva megfelelő méretű munkafelületet adnak. Hosszuk összetolt állapotban 6,05 m, kihúzva 7,6 m. A keresztartók 1 m-es közönként kerülnek a főtartóra, az emelés közbeni alaktartás biztosítására az emelt egységek segédtartóra erősítve és merevítve vannak. A keresztartók végén korlátoszlopokat fogadó szerelvény található a munkavédelmi korlát részére.

A szerkezet feltámaszkodását a pilonokon az alsó kitámasztó segédtartóhoz hasonlóan két-két darab támaszszerkezet szolgálja, amelyekhez a főtartó HEB 700-as gerendáinak alsó övei kapcsolódnak, a támaszszerkezetet a pilonhoz 6 db Dywidag rúd rögzíti

A tartó leeresztése egyben történik az átkötő folyosóra telepített hidraulikus emelősajtókkal, az alsó segédszerkezetnél is alkalmazott módszerrel.

Pilon, építés közben a két segédszerkezettel

Skultéty Ádám
CÉH Zrt.

Feszített vasbeton hidak acél trapézlemez gerinccel
Tanulmányút japánban

Mátyássy László
Pont-TERV Zrt, vezérigazgató

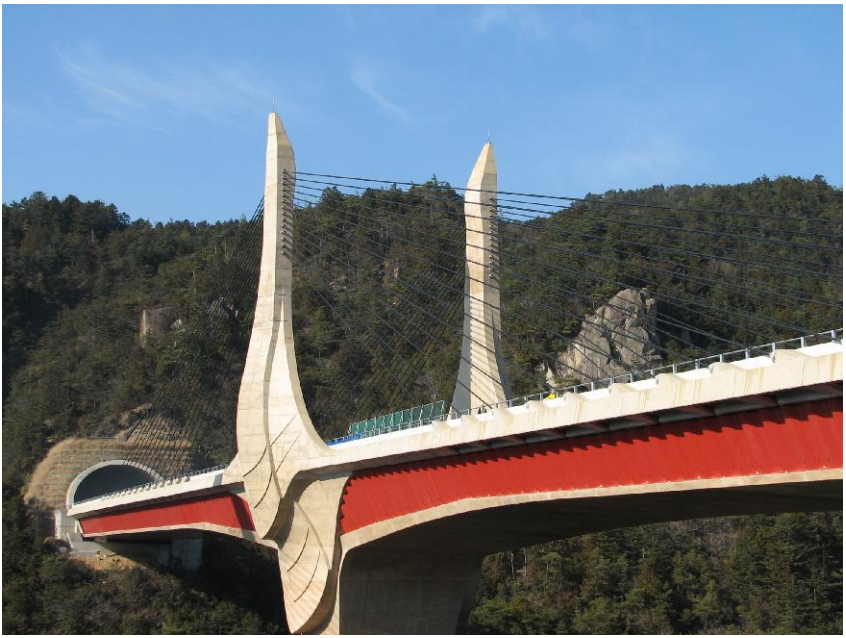
A hídépítés területén az elmúlt évtizedek műszaki újdonságai közül két jelentős fejlesztést szeretnék kiemelni, a kívül feszített („extradosed”) hidak és a hullámlemezes gerincű feszítettbeton hidak megjelenését.

A keresztmetszeten kívül feszített beton hidak, melyet elsőként Mathivat dolgozott ki Franciaországban, olyan eljárás, melynél a feszítő kábeleket nemcsak a beton keresztmetszetén kívül, hanem a pályalemez felett vezetik. A támasz feletti iránytörőt egy rövid pilon felső részén helyezik el. Ha meg akarjuk határozni ezen hidak fajtáját, akkor a ferdekábeles hidak és a szabadbetonozással készült gerenda hidak között helyezhetjük el őket.

A **kívül feszített beton hidaknak** van néhány előnyös tulajdonsága. Az egyik, hogy a tartó magassága lényegesen alacsonyabb lehet (L/15 – L/35), mint a hagyományos gerenda hidaknál (L/15 - L/17), így csökkenthető a szerkezet önsúlya. Megjegyezzük, hogy ez az érték könnyű acéllemezes gerinc alkalmazásával még tovább csökkenthető.

A ferdekábeles hidakkal összehasonlítva, a kívül feszített hidak pilonja is alacsonyabb, ez az építési költségekben megtakarítást eredményezhet, valamint a hasznos terhek nem okoznak olyan nagy feszültség ingadozást a kábelekben, mint a ferdekábeles hidak esetében. A helyzet hasonló, mint a gerenda hidak esetében, ahol elsősorban a főtartó méretei befolyásolják a szerkezet merevségét és a hasznos teher csak korlátozott hatást gyakorol a kábelek feszültség állapotára. Erre a tényre alapozva a kívül feszített hidak esetében a feszítőkábelekben megengedett feszítőerő a gerenda hidakkal hasonlóan vehető fel, így a kábelek lényegesen gazdaságosabban használhatók ki. A megtakarítás elérheti a 30%-ot is.

A gerenda hidaktól való leglényegesebb különbséget akkor tapasztaljuk, ha megvizsgáljuk az összefüggést a fesztáv és a felhasznált vasbeton mennyisége között. A gerenda hidak esetén az átlagos anyag felhasználás a nyílás hosszával növekszik, tehát



1. ábra A Rittoh-híd japán jelképét, a japán darumadarat idézi

a tartó magassága a szabad nyílás függvénye.

A ferdekábeles hidak esetében a vasbeton tartó átlagos vastagsága nem növekszik, mert a tartó magasságot általában 2,0 -2,5 m között veszik fel, függetlenül a szabad nyílás méretétől. Érdekes megfigyelni, hogy kívül feszített hidak a két szélső eset közé esnek, tehát a tartó magasság növekszik ugyan a támaszköz növelésével, de lényegesen kisebb mértékben, mint ahogy azt a gerenda hidaknál tapasztaltuk. A vasbeton mennyiségéhez hasonlóan, a gerenda hidaknál a feszítőkábelek fajlagos mennyisége jelentősen növekszik a nyílás növelésével, míg a ferde kábeles hidaknál ez a növekedés nem túl jelentős. A kívül

feszített hidak kábelfelhasználása, a betonhoz hasonlóan a két szélső eset között helyezkedik el.

Az **acél hullámlemezes feszített beton hidaknál** a könnyű súlyú hullámosan meghajlított acél gerinclemezt alkalmaznak a vasbeton bordák helyett. Ezt a fajta szerkezetet is először Franciaországban fejlesztették ki, és az acél és a beton alkalmazásával szemben több előnnyel is rendelkezik.

Az acél hullámlemezes gerinc ellen tud állni a nyíróerőnek, anélkül, hogy a feszítésből származó nemkívánatos normálerőt felvenné, így a feszítőerő elsősorban a fenék- és pályalemezre hat. Az acél hullámlemez gerinc tehát elsősorban nyírási horpadási ellenállással rendelkezik.

Ha könnyű súlyú hullámosított acéllemezt használunk a tartó gerinceként, a főtartó önsúlya is kisebb lesz. Ez lehetőséget ad nagyobb nyílások áthidalására, a költségek azonban nem növekednek ilyen mértékben. A szerelés alatt a konzolok súlya is csökken, így hosszabb szerelési egységeket választhatunk, így a szerelés ideje is csökkenhet.

Ha nem alkalmazunk beton bordákat, nincs szükség vasszerelésre, a kábelek beszerelésére és a helyszíni betonozásra. Ezzel munkaerőt takarítunk meg, várhatóan javul a minőség és a szerkezet tartóssága.

Noha mindkét eljárás európai eredetű, alkalmazásuk mégsem itt, hanem a Távol – Keleten terjedt el nagyobb mértékben. Különösen igaz ez a megállapítás a két eljárás együttes alkalmazására, amikor kívül feszített hidat acél hullámlemezes gerinccel építenek meg. Mivel ilyen hidakat eddig Japán hidászai építettek, tanulmányozásukhoz a szigetországba kell utazni.

Ez a szakmai megfontolás vezette a szóban forgó tanulmányút szervezőit, amikor az utazás szervezésébe fogtak.

A cél a Japánban az elmúlt években épített hullámlemezes gerincű, kívül feszített hidak megtekintése és a tervezésben és kivitelezésben részt vett Japán szakemberekkel szakmai konzultáció folytatása. A szakmai úton a tervezők, a kivitelezők, az építtető és a BME szakemberei vettek részt. Az út során Japán déli részét jártuk be, az ország középső részén elhelyezkedő Toyota-tól egészen a déli csücskén található Hirosima-ig. Utunk során több mint kétezer kilométert utaztunk, ami, hála a rendkívül jól szervezett Japán vasutaknak nem túl fárasztó, de érdekes élményt jelentett.

2. ábra A Yahagigawa híd látképe

Az első híd, amit megtekintettünk, Kiotó-tól keletre, kb 100 km-re, az épülő Tokió – Osaka autópályán létesített **Rittoh – híd**. Ezen a szakaszon az autópálya ugyan még nem készült el teljes mértékben, azonban a hídszerkezetek már készen állottak. Szerencsénk volt, hiszen az egy hónap múlva lebontandó látogató központban tudtak bennünket fogadni. Megmutatták a központ mellett berendezett, az építés történetét, utána konzultációt

folytattuk a tervező, kivitelező és az autópálya fenntartó képviselőivel. Megtekintettük a hídszerkezeteket is, sőt lehetőségünk nyílt a szerkezet belsejében is körülnézni. A Rittoh-híd két külön szerkezeten vezeti át az autópályát, mindkét szerkezetet háromcellás szekrénytartóból alakították ki. Az alsó és felső öv vasbetonból, a gerincek hullámlemezből kialakított acélszerkezetből készültek, a külső kábeleket a szerkezetek két oldalán épült pilonok tartják. A külső kábelek 170 m-es nyílást tartanak. A híd szerkezetét a felfüggesztett szakaszon acél kereszttartók merevítik, a gerenda szakaszokon vasbeton diafragmák készültek.

A Toyota város közelében épült „**Toyota - Arrows Bridge**" (Yahagigawa-híd) ugyan ferdekábeles szerkezet, különleges szerkezeti kialakítása azonban mindenképpen tanulmányaink tárgyává emelte. A merevítő tartó ugyanis ötcellás, hullámlemezes gerincű, alul-felül vasbeton lemezes feszített tartó, melynek szélessége 43,8 m. A pilonok különleges kialakításúak, vonalvezetése hagyma alakot mintáz. A híd ugyancsak a Tokio – Osaka közt épülő „New Tomei Expressway" nyomvonalán épült, utunk előző helyszínével ellentétben azonban látogatásunkkor már forgalomban volt.

Építése és tervezése erőltettet ütemben történt, hiszen az 2005. évi EXPO megnyitására el kellett készülnie. A különleges kialakításnak és a szerkezeti kialakítás kompromisszumainak is ez a magyarázata. A ferdekábelek a híd középső síkjában helyezkednek el, bekötésüknél acélszerkezetű belső kereszttartók merevítik a főtartót.

Toyota-ból Nagasaki-ba utazva alkalmunk nyílt kipróbálni Japán – talán a világon legjobban kiépített és megszervezett vasúthálózatnak szolgáltatásait. A sinkanzen – express a csaknem ezer km-es utat fél nap alatt tette meg, olyan kényelmi szinten, amit a hazai vasútjaink ismeretében elképzelni sem tudunk.

3. ábra Himi-híd és tervezői

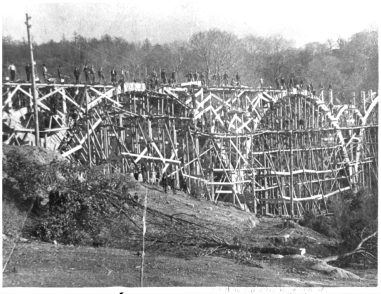
Nagasaki közelében új gyorsforgalmi út épült. A hegyekkel szabdalt tájon alagutak és mély völgyeken átívelő völgyhidak váltogatják egymást. Egy ilyen tengerre nyíló festői völgyben található a **Himi – híd**, mely egyszerű, de esztétikus, szépen megtervezett vonalaival kíváncsiságunkat talán a legjobban magára vonta. A 180 m-es nyílásával a hullámlemezes hidak között a legnagyobb nyílású, a kívül feszített kábelek kétoldalt két – két pilonra támaszkodnak. A merevítő tartó egycellás szekrény keresztmetszetét belső acélszerkezetű kereszttartók merevítik, melyekre kétoldalt csatlakoznak a ferde kábelek lehorgonyzásai. A helyszíni látogatás során a „NEXCO" autópálya kezelő és a Tokio-ból érkezett tervezők képviselői készségesen válaszoltak szakmai kérdéseinkre is.

Utunk utolsó állomása Osaka-ban az egyetem mérnöki fakultásán tett látogatás volt. Tanulmányutunk résztvevőit itt Japán egyetemi oktatók és ipari szakemberek fogadtak bennünket, kölcsönösen meghallgattuk egymás szakmai ismertetőit, majd rövid, barátságos beszélgetés során kérdéseinkre válaszoltak. A jó hangulatú este tanulmányutunk célját tekintve eredményesen zárta le a rendkívül érdekes és tanulságos út szakmai programját.

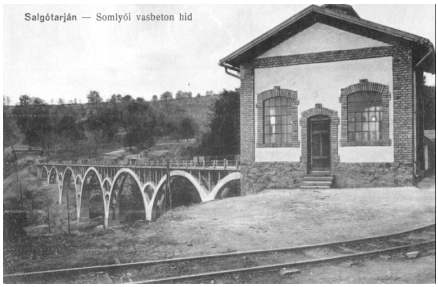
48. HÍDMÉRNÖKI KONFERENCIA

2007. október 8-11.
Salgótarján – Eger

A somlyói eltemetett völgyhíd



Építés közben



A vasútállomás felől