



59. ÉVFOLYAM  
1. SZÁM

# KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLE

2009. JANUÁR

FELELŐS KIADÓ:  
Kerékgyártó Attila mb. főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:  
Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:  
Dr. Gulyás András  
Dr. Petőcz Mária  
Rétháti András

CÍMLAPFOTÓ:  
A Megyeri híd alkonyatban  
A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:  
Próbaterhelés

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI SZEMLE  
Alapította a Közlekedéstudományi  
Egyesület.  
A közlekedésepítési szakterület  
mérnöki és tudományos havi lapja.

HUNGARIAN REVUE OF  
TRANSPORT INFRASTRUCTURE  
INDEX: 163/832/1/2008

KIADJA:  
Közlekedésfejlesztési  
Koordinációs Központ  
1024 Budapest, Lövház u. 39.

SZERKESZTŐSÉG:  
Széchenyi István Egyetem,  
UNIVERSITAS-Győr Nonprofit Kft.  
9026 Győr, Egyetem tér 1.  
Telefon: 96 503 452  
Fax: 96 503 451  
E-mail: koren@sze.hu, petocz@sze.hu

DESIGN, NYOMDAI MUNKA,  
HIRDETÉSEK, ELŐFIZETÉS:

**Press GT Kft.**  
1134 Budapest, Üteg u. 49.  
Telefon: 349-6135  
Fax: 452-0270;  
E-mail: info@pressgt.hu  
Internet: www.pressgt.hu  
Lapigazgató: Hollauer Tibor  
Hirdetési igazgató: Mező Gizi

A cikkekben szereplő megállapítások és adatok a szerzők véleményét és ismereteit fejezik ki és nem feltétlenül azonosak a szerkesztők véleményével és ismereteivel.



# TARTALOM

HUNYADI MÁTYÁS

Új közúti híd a Dunán – A Megyeri híd általános ismertetése

2

KERESZTES LÁSZLÓ – KÖRÖSI GÁBOR –  
VERESNÉ SZOMBATHY HORTENZIA

Az M0 északi szektorának tervezési és engedélyezési folyamata

8

DR. KISBÁN SÁNDOR

Ferdekábeles híd a Duna főágán

13

PAPP SÁNDOR – WINDISCH LÁSZLÓ

A Megyeri híd építése

16

BENEDEK BARBARA

A Megyeri híd vasbeton szerkezeteinek korrózióvédelme

22

ÁJPLI BÉLA

A Megyeri híd acélszerkezeti munkáinak ellenőrzése

26

ITTERWALD ROLAND – TÉGLÁS ISTVÁN

A Megyeri híd betonépítési munkáinak ellenőrzése

29

SZTRAKAY JÓZSEFNÉ

A Megyeri híd az építető hídmérnökének szemével

32

DOBÓ GÁBOR

A Megyeri híd építésének érdekességei, tanulságai  
a Mérnök szemszögéből

35

## LECTORI SALUTEM – KÖSZÖNTJÜK AZ OLVASÓT!

Új név szerepel az újság címlapján: Közlekedésépítési Szemle. A mintegy 10 éve megszokott Közúti és Mélyépítési Szemlét a lap változóban lévő profiljához jobban igazodó név váltja. Bár eddig sem zártunk el a közúti szakterületen kívül eső témájú cikkek közlésétől – hiszen a mélyépítésbe sok minden belefér – a jövőben mindenféle közlekedési ág létesítményeivel szívesen foglalkozunk, beleértve a különböző közlekedési ágak közötti kapcsolatokat is. Továbbra is az építményeket, az infrastruktúrát tartjuk a középpontban, de a lehatárolás – ahogy eddig sem volt – ezután sem lehet éles, a létesítményeket emberek és járművek veszik igénybe, az infrastruktúra szűkebben vett műszaki szempontjai gyakran nem választhatók el a társadalmi, gazdasági és környezeti kérdésektől.

A névváltozás nem szokatlan Lapunk eddigi 58 évfolyama során több nevet viselt már, emlékezzünk itt meg az előd nevekről: Mélyépítés-tudományi Szemle, Közlekedésépítés- és Mélyépítés-tudományi Szemle, Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle.

Ahogy arról a belső borítón tájékozódhattak, az elmúlt évben a lap kiadója megváltozott: a szervezetek közötti feladatmegosztást szabályozó rendelet alapján nem a Magyar Közút Kht., hanem a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ adja ki a lapot. A műszaki szerkesztés és a nyomdai munka a Press GT Kft. feladata, remélem olvasóink meg vannak elégedve ennek minőségével.

Az elmúlt évben nőtt a lap terjedelme, a korábbi 28 oldal helyett 40 oldalon kínálunk olvasnivalót. Egyrészt örülünk annak, hogy régi és új szerzőink igen aktívak a cikkek írásában és mindig megtöltik a lapot, másrészt sajnáljuk, hogy a megnövekedett terjedelem ellenére is szerzőink esetenként hosszabb várakozásra kényszerülnek.

Ez évben is foglalkozunk új létesítmények igényes műszaki részletezettségű, képekkel gazdagon illusztrált ismertetésével, mint például ebben a számban is. E cikkek szerzői a tervezésben és a megvalósításban kulcsszerepet játszó kollégák. A cikkek másik nagy csoportja stratégiai kérdéseket tárgyal, ilyenek voltak például a Nemzeti Út-, hídfelújítási Programmal foglalkozó novemberi számunkban, de ilyenek a rendszeresen megjelenő hálózatfejlesztési kérdésekkel foglalkozó cikkek is.

Cikkeinknek mintegy fele tudományos jellegű, bár a „tudomány” szó felelős szerkesztő elődöm, dr. Nemesdy Ervin professzor egykori decens döntése nyomán az utóbbi időben nem szerepelt a lap címében. Ezekben a cikkekben a külső megjelenés szempontjából a grafikonok, képletek, irodalomhivatkozások tűnnek jellemzőnek. Tartalmilag azonban ennél sokkal fontosabb, hogy ezek a cikkek kérdéseket vetnek fel:

- Miért következik be ez vagy az?
- Milyen összefüggés van A és B között?
- Milyen hatásai lesznek egy adott intézkedésnek?

- Hogyan lehet a célhoz vezető beavatkozásokat meghatározni?
- Hogyan lehet egy elméletet adatokkal alátámasztani?
- Hogyan lehet egy mért adathalmazhoz elméletet találni?
- Hogyan lehet valamit előrebecsülni?
- Az lett-e a hatása egy adott intézkedésnek, amit vártunk?
- Ha nem, miért nem?
- Mi a legjobb megoldás?
- Mi az, hogy legjobb?

A tudomány a laikusok számára sok tudás összessége, kinyilatkoztatások halmaza. A tudománnyal foglalkozók számára azonban kérdések és kételyek sorozata is. Francis Bacon angol filozófus (1561–1626) szerint:

*„Kezdeti bizonyosságokért cserébe az ember végül csak kételyeket kap, de ha elfogadja a kezdeti kételyeket, akkor bizonyosságokat kap eredményül (If a man will begin with certainties, he shall end in doubts; but if he will be content to begin with doubts he shall end in certainties)”<sup>1</sup>*

Bacon egyik művében – az Új Atlantiszban<sup>2</sup> – egy különös sziget lakói működtetik a Salamon Háza nevű intézményt, amely a tudomány ápolásának, a megismerésnek a fóruma. Ebben:

- tizenkét ember külföldről gyűjti a könyveket és kísérleti eredményeket
- hárman a könyvek tapasztalatait összegzik
- hárman a kísérletek eredményeit összegzik
- hárman új kísérleteket végeznek
- hárman az előzőek eredményeit táblázatokba és ábrákba sűrítik
- hárman az eredmények gyakorlati alkalmazásával foglalkoznak
- hárman az előzőek alapján a természetbe jobban behatoló új kísérleteket irányítanak
- hárman a fenti kísérletek végrehajtói
- hárman az előbbieket eredményeiket tézisekbe foglalják.

A Bacon által korán meglátott és rendszerbe foglalt tevékenységek alapján a szigeten ma használatos kifejezéssel tudásmenedzsment működött. Ilyen tevékenységben vállal szerepet ma lapunk is.

Továbbra is bátorítjuk gyakori szerzőinket, de a fiatalabb szakembereket, kutatókat és a doktoranduszokat is cikkek küldésére, a közlekedésépítési szakterület szereplőinek színvonalas publikációs fórumot kínálunk. A minőségbiztosítás jegyében minden cikk esetében fontosnak tartjuk az alapos tartalmi, formai és a nyelvi ellenőrzést. Kérjük ezzel kapcsolatban szerzőink megértését.

Továbbra is várjuk szerzőink cikk-kéziratait és reméljük, hogy olvasóink az új évben is érdeklődéssel olvassák a Közlekedésépítési Szemlét.

*Dr. Koren Csaba  
egyetemi tanár  
felelős szerkesztő*

<sup>1</sup> [http://www.logosdictionary.org/pls/dictionary/new\\_dictionary.gdic.st?phrase\\_code=6650378](http://www.logosdictionary.org/pls/dictionary/new_dictionary.gdic.st?phrase_code=6650378)

<sup>2</sup> <http://www.gutenberg.org/files/2434/2434-h/2434-h.htm>

# ÚJ KÖZÚTI HÍD A DUNÁN – A MEGYERI HÍD ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

HUNYADI MÁTYÁS<sup>1</sup>

Tizenöt éves előkészítő munka után elkészült és 2008. szeptember 30-án forgalomba helyezték Magyarország legújabb, 19. Duna-hídját a Budapest körüli M0 autópályán északi szektorán. Azon a környéken épült, ahol már a honfoglaló magyaroknak is átkelőhelyük volt a folyón. Erről Anonymus a Gesta Hungarorumban írt. Az átkelőhelyet Magyar révnek nevezték. Az új híd neve Megyeri híd, ami kézenfekvő elnevezés, mivel a folyam pesti partján lévő Káposztásmegyert köti össze a budai oldali Békásmegyerrrel (1. ábra).



1. ábra: A híd helye légi fotóba illesztve

## VÍZÜGYI ÉS HAJÓZÁSI ADATOK

Az M0 északi szektorának nyomvonala a főváros határánál az 1659+70 fkm-szelvényben keresztezi a Duna fő ágát, a Szentendrei-szigetet és a Szentendrei-Dunát a 2+915 fkm-szelvényben. A Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság árvízvédelmi szempontból előírta, hogy a folyam fő árvédelmi gátjai között töltés nem építhető, az utat magasan épített pillérekkel kell átvezetni. A Duna főágán nemzetközi víziutat kell biztosítani, 180 m legkisebb szélességgel és 9,50 m úrszelvényt magassággal a hajózási nagyvíz (HNV) felett. A Szentendrei-Dunán főleg helyi, kirándulóhajók közlekednek. A hajópályát előírt legkisebb szélessége 50 m, a hajózási úrszelvény magassága 7,00 m a HNV felett.

A hidak mind a két Duna-ágot átívelik. A két ág vízszállításának átlagos aránya: váci ág 73%, szentendrei ág 27%. Az előkészítés során modellezték a Dunába kerülő mederpilléreknek az áramlásra, illetve a mederre gyakorolt hatását. A szimulációs vizsgálatok megállapították, hogy a tervezett mederpillérek elhelyezései áramlási szempontból kedvezőek, jelentős áramlást módosító

hatások nem várhatók, a hajózás biztonságát, a meder és a part állékonyságát a pillérek nem veszélyeztetik. A Szentendrei-Duna-ági híd környezetében a híd hajózónyílásának biztonságos megközelítése, a hajózóút érdekében kis mértékű szabályozási mederkotrás készül, mely érdemben nem befolyásolja az áramlási viszonyokat, a meder- és partállékonyságot.

A kivitelezés idején a hajózó forgalom mindkét Duna-ágban üzemelt. A Duna főágában, ahol nemzetközi hajóforgalom van, nem kellett különösebb hajóforgalmi korlátozást bevezetni a pillérek építéséhez. A felszerkezet elemeinek beemelésakor az úszódaru mellett hol balról, hol jobbról szükségessé vált a hajózási úrszelvény csökkentése. A zárótag elhelyezésének idejére a hajózó forgalmat szüneteltették. Az építés alatti hajózó forgalom részére a Szentendrei-Dunán ütemezett menetrend készült. A szigetre történő anyagbeszállítás részére nyitható uszályhidat kellett építeni, amely a keresztmetszetet teljesen lezárta. Erre azért volt szükség, mert a környezetvédelem és a vízművek üzemelése miatt a szigeten nem engedélyezték az anyagszállítást. A főleg turista, látogató hajóforgalom részére az uszályhidat a turisztikus naponta két alkalommal két-két órára kinyitották. A felszerkezet úszóművön érkezett a híd helyszínére. Ennek a pillérekre történő elhelyezésénél a provizóriumot szétnyitották. Az árvédelmi töltések mentett oldalán, a hídfők előtti hídnilyásban helyet biztosítottak a Váci út távlati (2x2 sáv) szélesítésére, illetve a budai oldalon egy Duna-parti út kiépítésére.

## A HÍD TANULMÁNYTERVEI

Az M0 északi szektor nyomvonalának minisztériumi jóváhagyása után 1993-ban az Unitef'83 Zrt. elkészítette az út engedélyezési tervét. Ezzel párhuzamosan a Céh Zrt. elkezdte a híd tervezését: a Duna keresztezésére elfogadott nyomvonala több változatban tanulmánytervet készített az úttervvel egyeztetve. Ezek a tanulmányok, a Hárosi Duna-híddal hasonlóan, javaslatot tartalmaztak az ütemezett, félszélességű, első ütemre az egyik pálya átvezetésével, majd a végleges kiépítésre a II. ütemben került volna sor a már meglévő híd szélesítésével, vagy új híd melléépítésével. A szakmai és környezetvédelmi szempontok, a gazdasági vizsgálatok az egy ütemben történő végleges megoldás kiépítését tartották gazdaságosnak. A továbbiakban már csak a végleges kiépítésnek megfelelő változatokkal foglalkoztunk. A tanulmányterveket opponáló negyven tagú, szakmai és társadalmi kiválóságokból álló zsűri, a főváros meglévő szép hídjainak sorába való beilleszkedést kiemelve, a Duna főágában két pilonnal kialakított ferdekábeles hídszerkezetet javasolta továbbtervezésre, előtérbe helyezve a híd esztétikus kialakítását, megjelenését.

Az M0 útgűrű északi szektorának a Dunán történő átvezetésére a Céh Zrt. tanulmánytervében hat változatot dolgozott ki. Valamennyi változatnál öt szakaszból állt a híd. Ez az ötös tagozódás megmaradt a kiviteli tervekben és az elkészült hídnál is. A felszerkezetek dilatációs szerkezetekkel csatlakoznak egymáshoz.

<sup>1</sup> Aranydiplomás mérnök, Euro-mérnök, a Céh Zrt. hidtervező iroda igazgatója, a Megyeri híd főtervezője, e-mail: hid@ceh.hu

A híd egységes, de különböző szerkezetekből áll. A Duna főágának (Váci-Duna-ág) keresztezésére szolgáló híd szerkezeti kialakítására hat, a Szentendrei-Duna feletti hídra öt, az ártéri területek három hídjára két változatot javasolt a tanulmányterv. A változatok a következők voltak.

### Duna-főági-híd

1. Ortotrop szerkezetű, egyszekrényes, parabolikusan kiékel, négynyílású acél gerendahíd.
2. Ferdekábeles, háromnyílású acélhíd, ortotrop pályalemezű nyitott gerinclemezes felszerkezet. Két kábelsík, a tartókábelek acélpilonokra kötnek be.
3. Szabadon betonozott, négynyílású, parabolikusan kiékel, egyszekrényes feszített vasbeton gerendahíd.
4. Két kábelsíkú, ferdekábeles, hétnyílású, háromcellás szekrénykeresztmetszetű feszített vasbeton híd. Fordított ipszilon alakú feszített vasbeton pilon.
5. Egy kábelsíkú, ferdekábeles, hétnyílású, egycellás szekrénykeresztmetszetű feszített vasbeton híd. Feszített vasbeton pilon.
6. Három kábelsíkú, ferdekábeles, ortotrop pályalemezű szekrényes acél merevítőtartó. Háromtornyú vasbeton pilon, belső terében három szinten közösségi funkciókkal (étterem, kávézó) ahonnan kitűnő kilátás nyílik a Budai-hegységre és a Duna-kanyarra. A pilonok kialakítása olyan, hogy a hídon áthaladó autók és a híd alatt a Dunán áthaladó hajók számára kaput jelent.

### Szentendrei-Duna-híd

- 1., 2. Háromnyílású folytatólagos, változó magasságú, felsőpályás acél, parabolikusan kiékel ortotrop gerendahíd
3. Háromnyílású folytatólagos, változó magasságú, felsőpályás feszített vasbeton gerendahíd, szekrénykeresztmetszettel.
- 4., 5. Háromnyílású folytatólagos, változó magasságú, felsőpályás feszített vasbeton gerendahíd, szekrénykeresztmetszettel, kisebb eltérésekkel.
6. Háromnyílású folytatólagos, változó magasságú, felsőpályás feszített vasbeton gerendahíd, szekrénykeresztmetszettel, kisebb eltérésekkel, lejárattal a pillérekre kialakított horgász-helyekre.

### Ártéri hidak

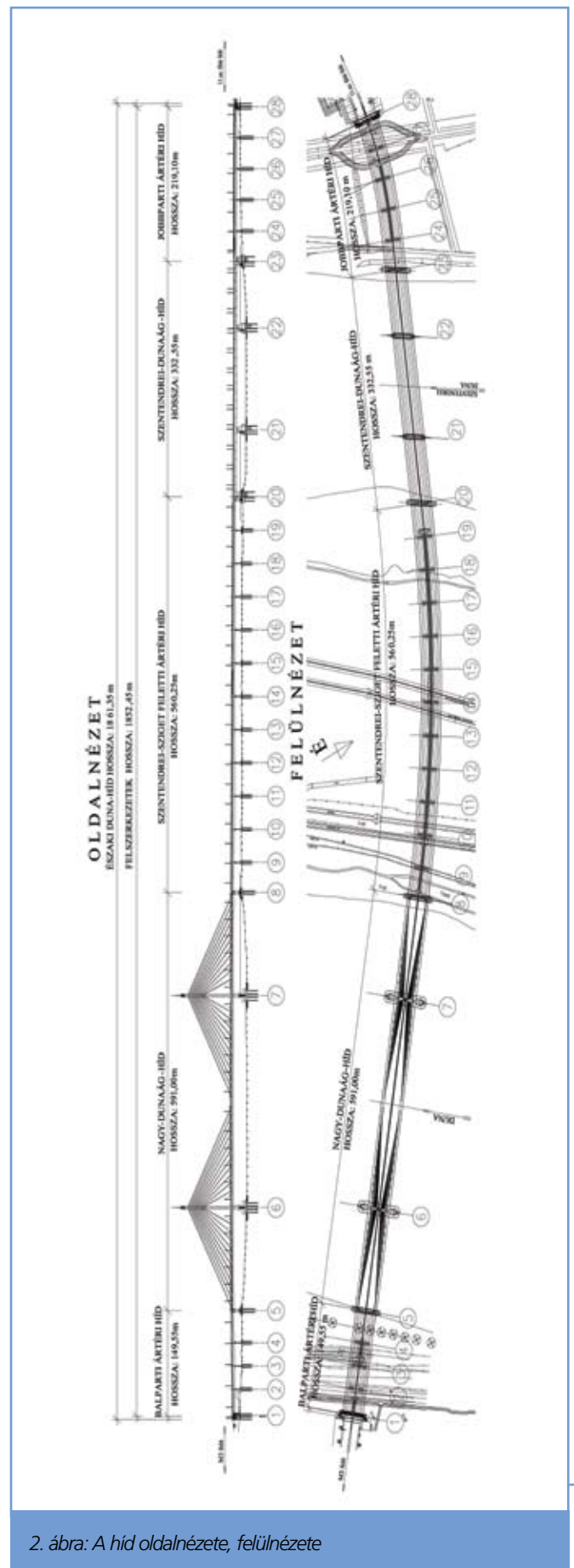
A bal és a jobb parti, valamint a Szentendrei-sziget feletti ártéri hidak azonos szerkezettel készültek.

1. Felsőpályás, folytatólagos, szekrénytartós, feszített vasbeton szerkezet. Építési technológiája szakaszos előretolás.
2. Előregyártott hídgerendás szerkezet.

### ÉPÍTÉSI TERVEK

A tanulmánytervek zsűrizése után a javaslatok és az építetővel való konzultálások figyelembevételével készítettük el a 7. jelű változatot, mely több kisebb módosítás után 7M jellel az engedélyezési terv, majd később az építési terv alapja lett (2. ábra). Ez háromnyílású, ferdekábeles acélfelszerkezet, két, „A” betűt formáló feszített vasbeton pilonnal. A felfüggesztett acél merevítőtartó közepén nyitott, kétoldalt a kábelsíkok alatt zárt szekrényes kialakítású (3. ábra).

A híd kezdőszelvénye 74+525,94 km, a híd vége a 76+387,29 km-szelvényben van. A hídszerkezet hossza 1862 m, a keresztmetszet szélessége 36,16 m, a híd területe: 67 300 m<sup>2</sup>. A környű szelvényezése szerint haladva, az elkészült híd öt szerkezeti



2. ábra: A híd oldalnézete, felülnézete



3. ábra: A kábelhíd látványterve

szakasza a következő támaszközű hidakból áll:

- bal parti ártéri híd (pesti oldal): 37 + 2 × 33 + 45 m
- Duna főági híd (váci ág): 145 + 300 + 145 m
- Szentendrei-sziget feletti ártéri híd: 42 + 11 × 47 m
- Szentendrei-Duna-híd: 94 + 144 + 94 m
- jobb parti ártéri híd (budai oldal): 43 + 3 × 44 + 43 m

A hídhoz a csatlakozó autótűt 2×2 forgalmi sávossal (tervezési sebesség 80 km/h). A hídon a forgalmi sávok leállósávval kerülnek átvezetésre. A leállósáv szélesebb, mint az előírt, ez azért van, hogy a későbbiekben a forgalom várható növekedése során 2×3 forgalmi sáv a hídon átvezethető legyen, a szerkezet átalakítása nélkül. A híd északi oldalán kerékpárút van átvezetve, a hídfőknél összekötve a regionális kerékpárúttal. A kerékpárúti rámpa kialakítása lehetővé teszi a mozgáskorlátozottak közlekedését is. A híd déli oldalán a gyalogosok részére járda készült. A kocsi pályaburkolata a vasbeton hidakon háromrétegű aszfalt, az ortotrop acéllemezen kétrétegű aszfalt. A gyalogjárda, a kerékpárút kopásálló, érdesített sókorrozíó elleni bevonatot kapott. A Duna főágában lévő ferdekábeles híd felszerkezete teljes szélességgel épült, a többi híd a forgalmi irányoknak megfelelően osztott pályásként külön-külön felszerkezeten, középen légrésszel elválasztva (4. ábra).

## ALAPOZÁS

Az alapozás mélyalapozással, 120 ill. 150 cm átmérőjű fűrt vas-



4. ábra: Szemben a pilonnal (látványterv)

beton cölöpökkel történt a kavicssterasz alatt található oligocén korú, kemény, nagy teherbírású agyagmárga rétegben. A cölöpözés végleges kialakításának meghatározására, teherbírásának ellenőrzésére cölöp-próbaterhelést végeztek. A műtárgy 28 alátámasztása közül nyolcnál készült próbacölöp, cölöp-próbaterhelés. A helyszíni kísérletekkel kapott törőteher igazolta a tervezett cölöpök megfelelőségét, áttervezésre nem volt szükség. A cölöpök határteherbírása, átmérőtől és cölöphossztól függően 6000–13 000 kN. Összességében a hídhoz 8100 méternyi cölöpre volt szükség. A mederben a pillérek alapozása a többi folyami hídnál már alkalmazott és bevált vasbeton kéregelem módszerrel készült. A hídfők, az ártéri hidak és a közös pillérek cölöpjeinek készítése a terepről történt. A mederben úszóműről, úgynevezett katamaránról cölöpöztek, kiszolgálása a partról történt, az úszótagot a parttal összekötő nagy teherbírású uszályon és bejáróhídon keresztül. Az úszójárműveket úgy helyezték el, hogy a hajózóút szélessége szűkítés nélkül biztosított legyen a pillér teljes építési ideje alatt. A mederpillérek áramlástani szempontból kedvező csúcsíves kialakításúak, az orr-rész fagyálló gránitburkolattal van ellátva. A pillérek tetején helyezkednek el a saruk, a későbbi esetleges megemeléshez szükséges emelőhelyek kialakításával. Az ártéri hidak pillérei falszerű oszlopokon elhelyezett konzolos szerkezeti gerendával vannak kialakítva. A felszerkezet ezeken két-két sarura fekszik fel.

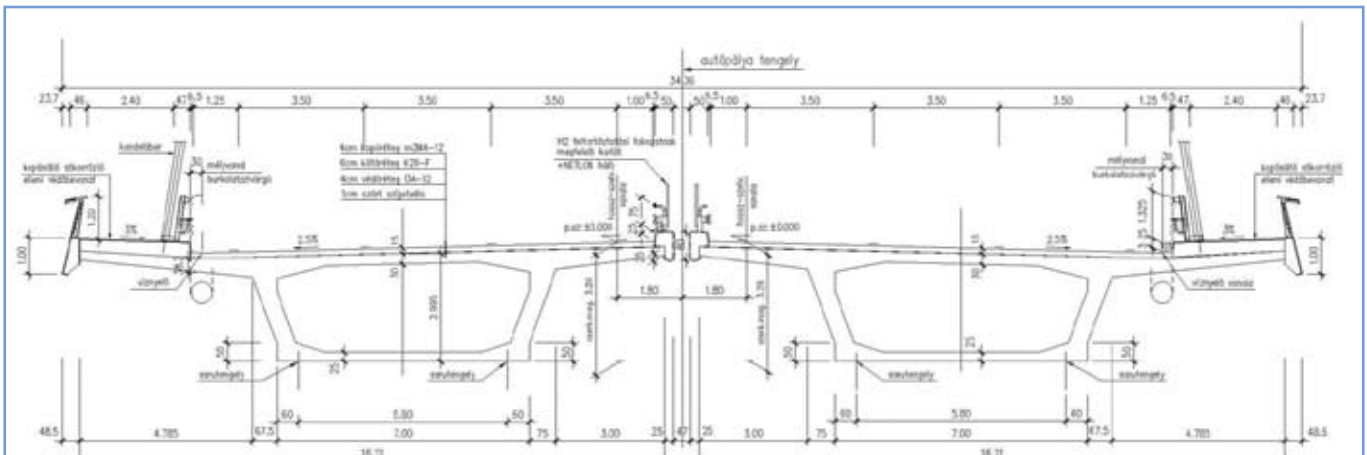
## HÍDFŐK

A mészko burkolattal ellátott hídfőkben belső tereket alakítottunk ki (pl. transzformátor- és kapcsolóhelyiségnek, közműkamráknak). A hídfők oldalán lépcsőn és rámpán lehet feljutni a felszerkezet járdájára.

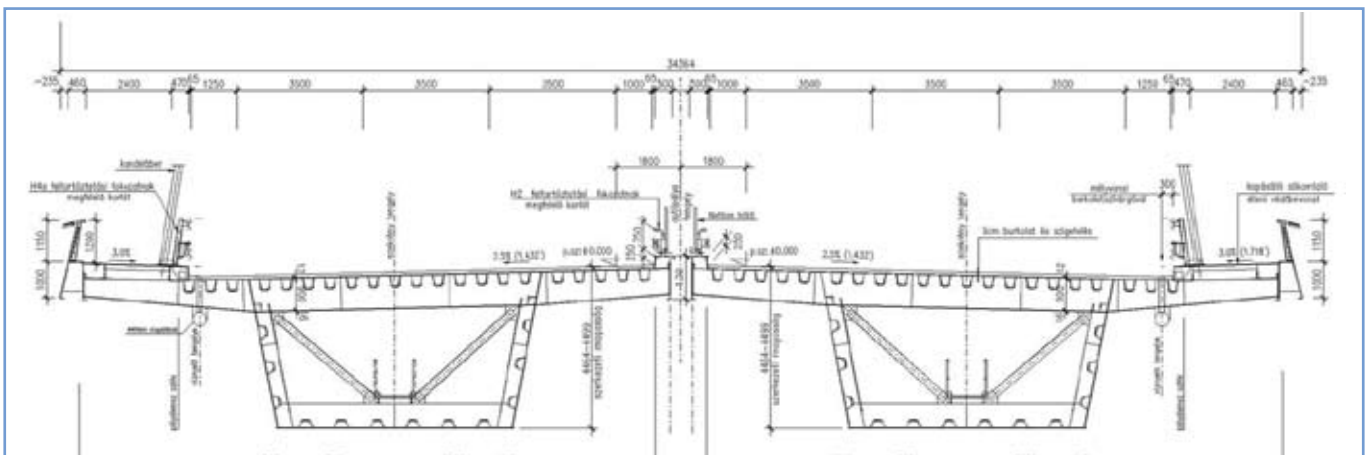
## FELSZERKEZETEK

Az ártéri hidak 33–47 m nyílással készültek. A felszerkezet folytatódó szekrény-keresztmetszetű feszített vasbeton szerkezet, amely gyártópadon készült, ahonnan tengelyirányú előretolással, betolócsőr segítségével került a terv szerinti helyére. A betolási technológiának megfelelően a szekrény alsó síkja keresztirányban vízszintes, hosszirányban a híd hossz-szelvényével azonos esésű. A pályalemez felső síkja az útpálya hossz- és keresztirányú esését követi. A szekrénytartó tengelye párhuzamos az út helyszínrajzi nyomvonalával, kivéve a jobb parti ártéri híd, ahol az út átmeneti íve miatt helyettesítő körívet alkalmaztunk az előretoláshoz. A felszerkezet szerkezeti magassága 3280 mm. A bal és jobb pálya részére légrésszel elválasztott külön felszerkezet készült (5. ábra). A betolt hidak betonminősége C40/50, a feszítópásmák Fp 100/1860 és Fp 150/1770 minőségűek.

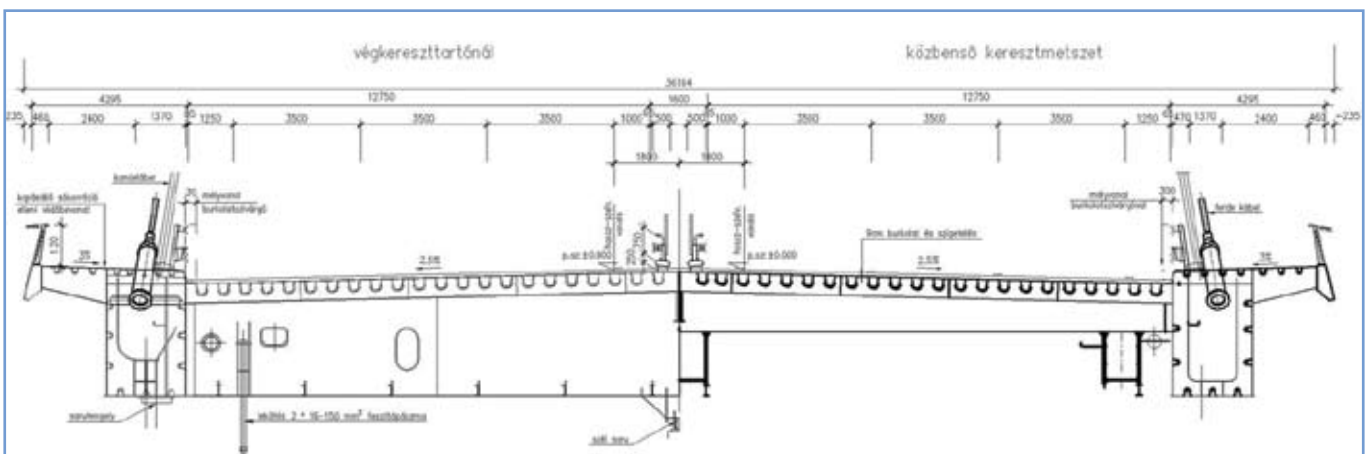
A Szentendrei-Duna-híd tengelye a sodorvonallal 80°-os szöget zár be. A pillérek párhuzamosak a sodorvonallal, a felszerkezetek merőleges kialakításúak. A híd háromnyílású, folytatódó, párhuzamos öv acélszerkezet, ortotrop pályalemez egycellés szekrénytartó, kétoldalt konzollokkal. Szerkezeti magassága 4450 mm. A gerinclemezek ferde kialakításúak. A fenéklemez szélessége 6400 mm, 4,00 méterenként rácsos keresztmetszetek, a támaszok felett pedig tömör keresztmetszetű merevítők a szerkezetet (6. ábra). A változó magasságú konzolok szabad végét a korlátokkal harmonizáló szegélytartó zárja le. A szerkezet gyári és helyszíni illesztései hegesztettek. A szerelődő összehajlított hídszerkezetet hat, 700–800 tonnás egységben, a már több hídnál sikeresen alkalmazott beúsztatásos technológiával juttatták a terv szerinti helyére. Segédjármok építésére a Dunában nem volt szükség. Az acélanyag minősége MSZ EN 10 025 szerinti S355 J2G3, S325 K2G3 és S235. Acélmennyiség-szükséglet 4400 tonna. A felszerkezet két végénél vízzáró dilatációs szerkezetek ke-



5. ábra: Ártéri hidak keresztmetszete



6. ábra: Szentendrei-Duna-híd keresztmetszete



7. ábra: Kábelhid keresztmetszete

rültek beépítésre.

A Duna főágában Magyarországon közúti folyami hídnál eddig még nem alkalmazott ferdekábeles hídszerkezet épült. A híd háromnyílású, kétpilonú, a kábelek legyezőszerűen két síkban függesztik fel 12 méterenként az acél merevítőtartót. A híd össz hossza 590 m. A merevítőtartó légrés nélkül készült,

a kétoldali kábelfüggesztés miatt. A bal és jobb pálya közepén szegéllyel és korlattal van elválasztva. A felszerkezet teljes szélessége 36,16 m, szerkezeti magassága 3625 mm. A híd hossz-szelvénye a középső nyílásban elhelyezkedő tetőponttól két irányban a partok felé esik. A merevítőtartó teljes egészében hegesztett ortotrop pályalemezű acélszerkezet, a függeszté-

sek alatt zárt szekrénytartóval. A szekrények közötti rész nyitott. Az uszályokon helyszínre szállított 150-160 tonnás szerelési egységeket a Clark Ádám úszódaruval emelték beépítési helyükre. A kábellehorgonyzások tengelytávolsága hídtengelyre merőlegesen mérve 29 800 mm. A szekrénytartók külső oldalán konzolok támasztják alá a járdákat (7. ábra).

A merevítőtartót kábelsíkként 4x11, az egész hídszerkezetet 88 térbeli kábel függeszti fel a pilonra. A függesztőkábelek héteres pászmákból, párhuzamosan kötegelve készültek. A legkisebb 31, a legnagyobb 61 pászmából áll. A kábelek a merevítőtartóban és a pilonban kerültek lehorgonyzásra. Feszítésük a merevítőtartóban történt. A kábelek lengését, rezgését csillapítóberendezés szabályozza. A csillapítót a 3,00 m magas, vandálok elleni védőcső belsejében helyezték el. A kábeleket egyenként, Isotension módszerrel feszítették, a feszítőerő nagysága kábelpáronként változik. A függesztőkábel anyaga Fp150/1860, relaxáció R2 osztály. A statikai számítás során figyelembe vettük, hogy szükség esetén lehetőség legyen egy-egy kábel cseréjére. Ilyen esetben elegendő csak a szélső sáv lezárása, egyéb forgalomkorlátozás nem szükséges.

## KORRÓZIÓVÉDELEM

Az acélszerkezetek korrózió elleni bevonata 15 év karbantartás nélküli időtartamra felel meg. Az acélszerelvények tűzihorganyzással készülnek. A függesztőkábelek korrózióvédelme a gyártóműben készült. Anyagminőségek az MSZ EN 10 025 szerint S355 J2G3, S355 K2G3, S235. A felhasznált acélnyag mennyisége 8000 tonna. A ferdekábeles hídról a következő cikkekben



9. ábra: Pilon a pilonból nézve

részletes ismertetést olvashatnak.

## PILONOK

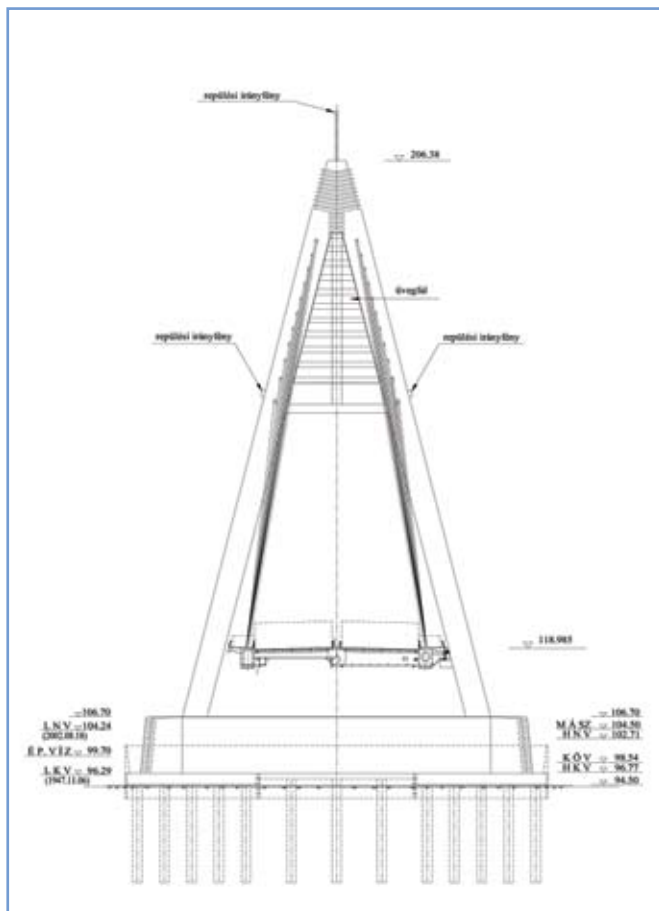
A két „A” formájú pilon feszített vasbeton szekrény-keresztmetszetű (8. ábra). Magassága az alépitménytől 100 m, külső mérete 4,00x5,00 m. Betonminősége C40/50. A pilonszárak belsejében lehet megközelíteni a kábelek különböző szinteken lévő lehorgonyzókamráit. A kábelek lehorgonyzása a vasbeton pilonba beépített acélszerkezetű lehorgonyzóelemekben történik. A pilonszárak és az összekötő gerenda közötti háromszögben acél falvázoszlopokra szerelt homlokzati üvegfal készült, emelve a híd esztétikai megjelenését (9. ábra).

## KÖRNYEZET

A tervezésnél kiemelt figyelmet fordítottunk a környezetvédelemre. 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 és a jobb parti árterület feletti szakaszon a híd két oldalán zajárnyékoló fal épült. A csapadékvíz elvezetése a hídról zárt rendszerben történik és csak tisztítás után kerül a befogadóba.

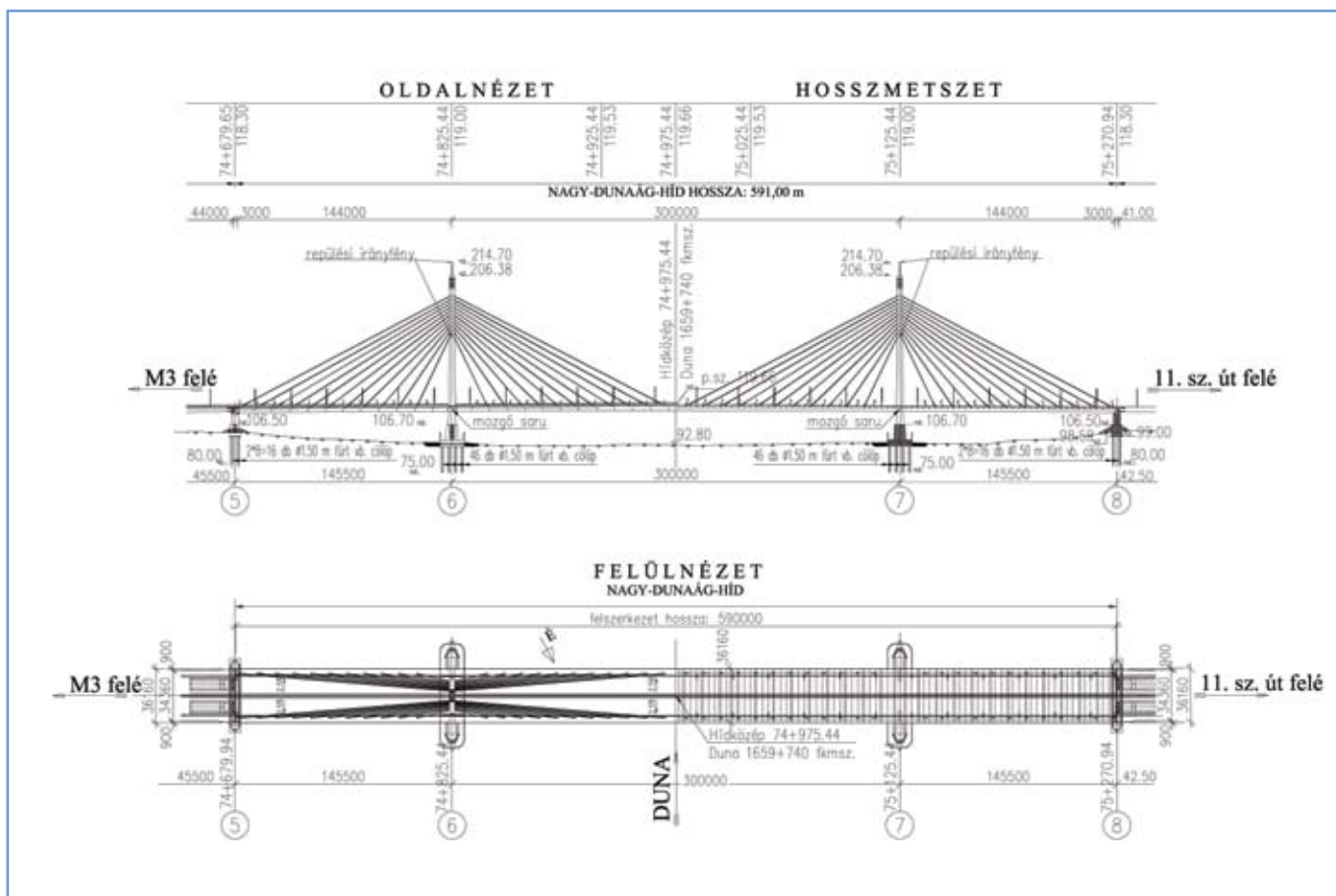
## A HÍD JELENTŐSÉGE

A műtárgy nagyságát jól jellemzi a beépített anyagok mennyisége: beton 130 ezer m<sup>3</sup>, szerkezeti acél 12 500 tonna, függesztőkábel 460 tonna. A híd építése befejeződött, ünnepélyes keretek között felavatták és átadták a forgalomnak. A híd jelentősen csökkenti a főváros északi részén lévő bevezetőutak forgalmát, a Szentendrei útét mintegy 30%-kal, az Árpád hidét közel 20%-kal. Az átadott híd minőségi javulást jelent a térségben, a forgalom átrendeződésével több helyen megszűnnek a torlódások, a gépjárművek vára-



8. ábra: Pilon nézete





10. ábra: A kábelhíd oldalnézete és felülnézete

kozásai, ezzel a környező levegő szennyezése is csökken. Az autósok a gyorsabb haladást keresve egyre többen veszik igénybe a Megyeri hidat. A 11. sz. főúton a Szentendre felől jövők egyharmada a hidat választja, és a híd napi forgalma a számítás szerint elérte a 35 ezer járművet.

A híd jelentősége növekedni fog, amikor az M0 autótút teljesen

kiépül, és a gyűrű összezárul. Hiányzik az északi szektor harmadik része a 11. és 10. számú főutak között, ez 11 km, illetve a nyugati szektor a 10. sz. főúttól az M1 autópályáig, amelynek a hossza 18 km. A körgyűrű teljes hossza 106 km lesz. A még hiányzó szakaszok nehéz terepviszonyokon, hegyes, dombos vidéken vezetnek majd, több alagúttal és völgyhíddal.

Az átadott Megyeri híd modern megjelenésével, esztétikus kialakításával, díszkivilágításával jól illeszkedik a főváros elismerten szép hídjainak sorába, és növeli az idegenforgalmi látványosságok számát (10. ábra). A munka befejeztével köszönet illeti mindazok munkáját, akik közreműködtek az előkészítés, a tervezés, a kivitelezés, a beruházás lebonyolításában, akiknek részük volt a Megyeri híd megvalósításában.



11. ábra: A kész kábelhíd a látogatóközpontból

## SUMMARY

### GENERAL INTRODUCTION OF THE MEGYERI BRIDGE

The Northern Danube Bridge on the M0 motorway in Hungary, as group of five consecutive bridges with different superstructures, is the longest river bridge, providing highway crossing in a total length of 1862 m above both arms of the Danube as well as the southern part of the Szentendrei Island. Across the main branch of the river Danube a three span cable stayed bridge was built with a fan-shaped stay cable arrangement.

# AZ M0 ÉSZAKI SZEKTORÁNAK TERVEZÉSI ÉS ENGEDÉLYEZÉSI FOLYAMATA

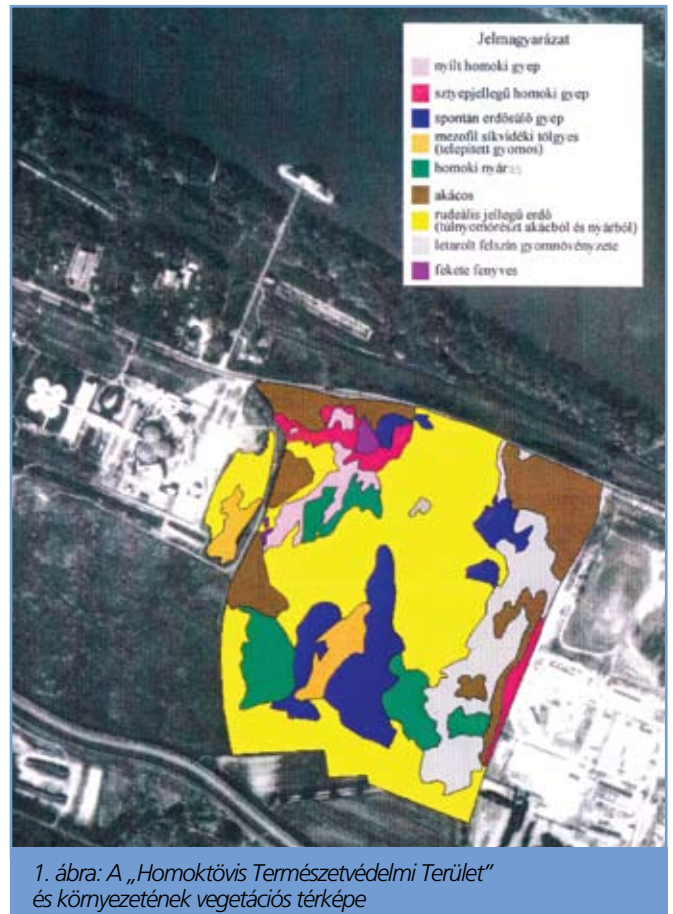
KERESZTES LÁSZLÓ<sup>1</sup> – KŐRÖSI GÁBOR<sup>2</sup> – VERESNÉ SZOMBATHY HORTENZIA<sup>3</sup>

## 1. A KEZDETEK

Az M0 gyorsforgalmi út északi szektorának tervezése 1974-ben kezdődött el, ekkor készült el a Budapesti Autópálya Körgyűrű előterve. Az ezután készült részletes tanulmánytervben az észak-pesti térségben még két fő változat szerepelt, amelyek által érintett területsáv alapvetően eltért egymástól. A tervezés ezután két szakaszra bontva folytatódott. Északi szektor név alatt az M3 autópálya és a 11. sz. főút közötti nyomvonalszakasz szerepelt, a 11. és 10. sz. főút közötti rész pedig a nyugati szektor tanulmánytervében kapott helyet. Az északi szektorra még 1990-91-ben az UVATERV újabb tanulmánytervet készített, amelyben a pesti oldalon három változat szerepelt; valamennyi a főváros határának közelében, mintegy 800 m-es sávban helyezkedett el. A dunai keresztezés és a 11. sz. főút közötti szakaszra az 1979. évi jóváhagyást követően újabb nyomvonaltanulmányterv nem született. A Duna környezetében a vonalvezetést, sőt még a híd helyét is a Vízművek előírásai, a természetvédelmi területek elhelyezkedése és Budakalász beépítési kötöttségei ugyanis egyértelműen meghatározzák. A tanulmánytervi változatok közötti döntés előkészítése érdekében 1991-92-ben ún. „Lakossági egyeztetési terv” is készült. Ebben az 1991-es tanulmányterv megállapításából kiindulva különböző szakági vizsgálatok szerepeltek; továbbá figyelembe vették a sorozatos önkormányzati egyeztetéseken elhangzottakat is. Az elkészült dokumentáció újabb egyeztetéseken esett át, amelyek eredményeként módosított nyomvonalat az Autópálya Igazgatóság (Apig) 1993. áprilisi felterjesztése alapján a KHVM Közúti Közlekedési Főosztálya jóváhagyta.

## 2. AZ ELSŐ ENGEDÉLYEZÉSI TERV ÉS A KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNYOK

A jóváhagyás alapján 1993-94-ben az Apig megbízásából az Unitef'83 Kft. elkészítette az engedélyezési tervet az M3 autópálya és a 11. sz. főút közötti szakaszra. Ez a terv a megrendelői diszpozíció szerint még az M0 déli szektorán megépült, ütemezett kiépítésnek megfelelő keresztmetszetet tartalmazta (a végleges autópálya felének kiépítésével 2x2 forgalmi sáv). Az engedélyezési tervnek kiemelten kezelt eleme volt a Dunahíd (ennek tervezési munkáit az Unitef altervezőjeként a Céh Rt. végezte, illetve koordinálta), melynél a mederhídra először hat változatban tanulmányterv, majd egy szakmai és társadalmi zsűri döntését követően két változatban engedélyezési terv készült. A kettő közül az úgynevezett 7M jelű változatot (acél merevítőtartós, acélpilonos, ferdekábeles mederhíd) választotta ki a beruházó hatósági engedélyeztetésre. A hidat természetesen egy ütemben, teljes keresztmetszettel kívánták megépíteni. A Közlekedési Főfelügyelet Közúti Felügyeletére a teljes dokumentációt benyújtották, a felügyelet az egyéb utak ügyében illetékes társhatóságokkal együtt összevont közigazgatási bejárást tartott 1995 júniusában.

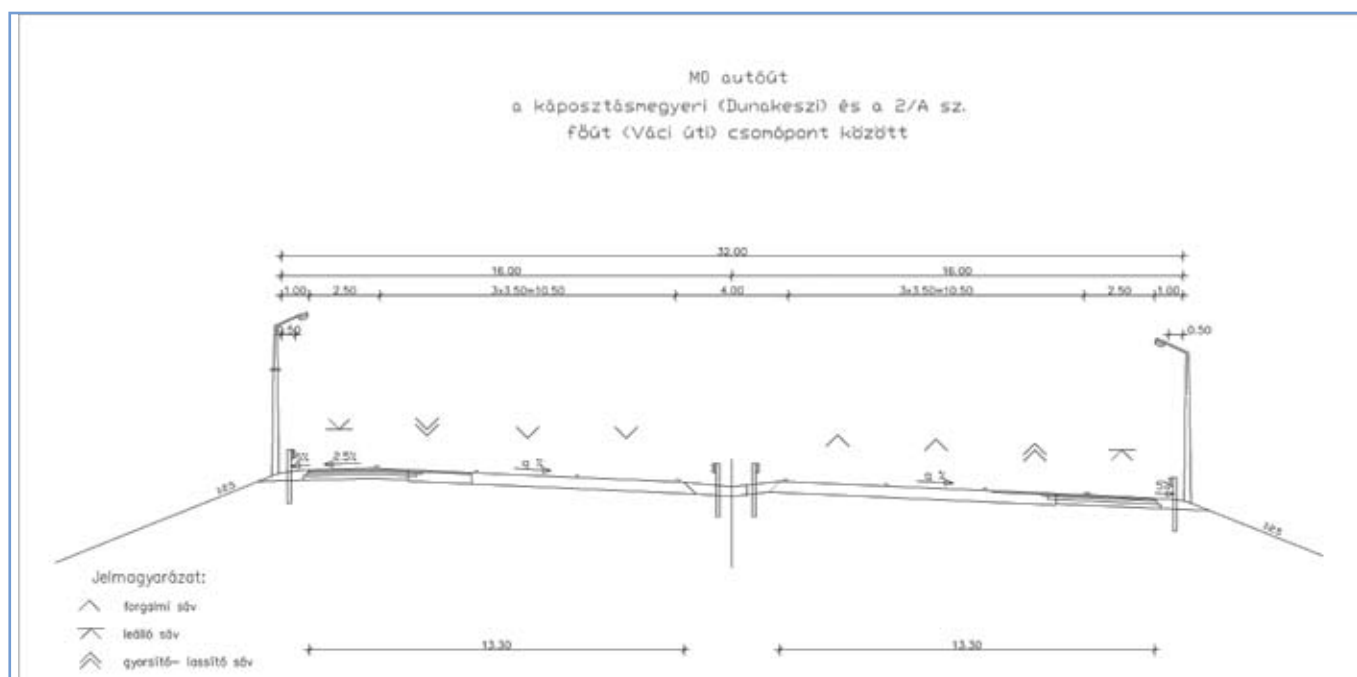


Ugyanerre a szakaszra ugyancsak az Unitef készített előzetes, majd részletes környezeti hatástanulmányt. Ebben a vonatkozó rendelet előírásainak megfelelően a környezeti elemek vizsgálata teljes körűen megtörtént. A konfliktusokat részben a nyomvonal vezetésével és a tanulmányterv szerinti csomópont elhelyezésének és formájának megváltoztatásával (pesti part – homoktövis élőhely környezete), részben pedig környezetvédelmi intézkedésekkel lehetett mérsékelni. Fontos szempont volt a természetvédelem; külön tanulmány készült a Szentendrei-sziget madárvilágának vizsgálatára a híd zavaró hatásának becslésével. A pesti oldalon a 2. sz. főút mellett levő homoktövis élőhelyének védelmét vegetációs térkép alapján az átvezetés helyének módosításával, majd a nyomvonalba eső növények átültetésével sikerült megoldani (1. ábra). Ugyancsak kiemelten kellett foglalkozni a Fővárosi Vízművek szentendrei-szigeti vízbázisával, a parti szűrészű kutakkal, illetve az akkor még működő felszíni vízmű klórtárolójának védelmével. A Szentendrei-sziget vízbázisának védelme érdekében a híd vízelvezetésére olyan megoldást kellett keresni, ami eltért az ak-

<sup>1</sup> Mindhármán az Unitef'83 Zrt. munkatársai, e-mail: keresztesl@unitef.hu

<sup>2</sup> e-mail: korosig@unitef.hu

<sup>3</sup> e-mail: szombathyh@unitef.hu



2. ábra: Az 1996 óta érvényes mintakeresztelvény gyűjtő-elosztó sávokkal kibővítve

kor, és azóta is több helyen alkalmazott megoldástól, miszerint a pillérek mellett vezetik le a csapadékot a vízfolyásba. A víz az első tervváltozat szerint a szigeten kialakított tisztító műtárgyon átfolyatva jutott volna a Dunába, de a Vízművek ezt nem találta kellően biztonságosnak. Így a 2003-ban készült módosított engedélyezési tervbe már a budai oldalra történő átvezetéssel való megoldás került.

A hatástanulmányban a zaj- és légszennyezés számításánál az akkor új, Magyarországon egyedülként alkalmazott területlefedéses módszerrel készültek a várható terhelést, illetve a terhelésnek a teljes hatásterületen várható változását szemléltető ábrák. Ennek alapján az addigi szokásoktól eltérően nem 30 m széles erdősávok kerültek a tervekbe, hanem a meglévő beépítéshez és a rendezési tervekben szereplő fejlesztésekhez igazítva 100-150 m széles erdők. A zajkibocsátást – ahol szükséges volt – a keresztetett vasútvonalak hatásával együttesen számolva tartalmazták a tervek. A zajárnyékoló falakat is ennek megfelelően helyezték el, így pl. a meglévő Budapest–Szob vasútvonal pályája mellett is épült egy hosszabb falszakasz a beruházás terhére.

### 3. AZ M3 AUTÓPÁLYA ÉS A 2. SZ. FŐÚT KÖZÖTTI SZAKASZ FŐBB JELLEMZŐI, A MEGVALÓSÍTÁS ÁLLOMÁSAI

A Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség az engedélyezésre benyújtott hatástanulmány alapján végül – többszöri határozathozatal és fellebbezés; az eljárás időszakos felfüggesztése után – csak az M3 autópálya és a 2. sz. főút közötti szakaszra adta ki a környezetvédelmi engedélyt 1996. júliusban. Ugyanabban a határozatban a követő, 11. sz. főútig terjedő szakaszra felfüggesztették az eljárást.

Időközben az M0 autópálya déli szektorjának üzemeltetési tapasztalatai alapján újabb tanulmányok készültek a biztonságosabb keresztmetszet kialakítására. A KHVM Közúti Főosztály jóváhagyta a tervezők által javasolt módosítást, melynek jellemzői: 3,50 m széles forgalmi sávok, 4,0 m széles elválasztósáv acél szalagkor-

látokkal, 3,50 m széles szélső sáv, benne 2,50 m széles burkolt leállósáv (2. ábra). Első ütemben 2x2, véglegesen (belterületi autópályaként) 2x3 forgalmi sáv szerepelt a javaslatban. A felüljárókon már az első ütemben a teljes keresztmetszetet kellett tervezni. Ennek figyelembevételével módosított engedélyezési terv készült, de már csak az M3 autópálya – 2. sz. főút közötti szakaszra, melyre az illetékes hatóság 1996 szeptemberében kiadta az építési engedélyt. Az engedélyezett tervek alapján az Unitef'83 Rt. készített kiviteli tervet, majd a megépült útszakaszt két lépcsőben, 1999-ben forgalomba is helyezték.

Ezen a szakaszon a pálya helyszínrajzi vonalvezetését a tervezők a diszpozíciónak megfelelően 100 km/h sebesség alapulvételével alakították ki. A geometriai lehetőségek ellenére, a csomópontok sűrűsége miatt erősen zavart átmenő forgalom biztonságának növelése érdekében, ennek a szakasznak több mint felén végül is 80 km/h tervezési sebességet alkalmaztak. Erre azért is szükség volt, mert a kötöttségek miatt kényszerűen alkalmazott viszonylag kis sugarú vízszintes ívekben ( $R=600$  és  $R=500$  m) a megállási látótávolság biztosításához 100 km/h sebesség mellett olyan mértékű útkorona-szélesítéseket kellett volna alkalmazni, amely már igen magas többletköltségekkel járt volna. Ezért az akkor benyújtott kérelemre a KHVM Közúti Főosztály hozzájárult ahhoz, hogy a jelzett szakaszon a megállási látótávolság csak 80 km/h sebességhez legyen meg. Az M3 autópálya és a 2. sz. főút közötti szakaszra kiadott építési engedély alapján megépült pálya utolsó,  $R=500$  m sugarú ívben fekvő szakasza e szerint az érték szerint lett kialakítva (mind az elválasztósáv szélessége, mind a túl-emelés tekintetében). Az első ütemben megépült autópályaszakasz a Vízművek akkor még működő (azóta azonban már használaton kívüli) telepétől keletre, a Mogyoródi-patakkal párhuzamosan létesített, mintegy 1,5 km hosszú, 2x2 sávú úton át kapcsolódott a Váci úthoz; ez egyúttal a 2/A sz. főút új nyomvonala is.

Ennek a szakasznak a megvalósítása sem volt egészen problémamentes. Itt a minden szempontból rendezett körülmények – jogerős építési engedély stb. – között folyó építést egy káposztásmezei civil szervezet tiltakozására függesztette fel egy időre

a minisztérium, majd a különböző szakértők jelentései nyomán csupán félév elteltével folytatódhatott a kivitelezés. Az átadást követően egyébként ennek a szakasznak a létesítményeit az ICE Midlandi Szervezete (Nagy-Britannia), a Magyar Mérnöki Kamara és a Magyar Tanácsadó Mérnökök és Építészek Szövetsége által közösen alapított Tierney Clark-díjjal jutalmazták.

#### 4. A TOVÁBBÉPÍTÉST KÉSLELTETŐ, BEFOLYÁSOLÓ ESEMÉNYEK

A Szentendrei-sziget az első tervek szállítását követően a Duna-Ipoly Nemzeti Park része lett, de a kijelölésnél nem vették figyelembe az oda tervezett M0-nyomvonalat. Emiatt a nemzeti park igazgatósága – mint elsőfokú szakhatóság – visszavonta a nyomvonalhoz 1994-ben megadott hozzájárulását, de végül a másodfokon kiadott környezetvédelmi engedély alapján a pálya az eredeti nyomvonalon – az ott leírt feltételekkel – megépíthetővé vált.

A tervezett Duna-hídról Szigetmonostor mindenképpen szeretett volna a Szentendrei-szigetre egy közvetlen lehajtási lehetőséget kapni, amelyet azonban – tekintettel arra, hogy a sziget érintett területén van Budapest legfontosabb ivóvízbázisa – sem környezetvédelmi, sem természetvédelmi oldalról nem támogattak. Ezért az önkormányzat ígéretet kapott egy, a Szentendrei-Dunán átvezető külön híd megépítésére. Ez azonban eddig még nem valósult meg, az ezzel kapcsolatos események pedig már egy külön történet részei. Ugyanilyen „kapcsolódó”, de önálló (és eddig szintén csak különböző tervekben létező) létesítmény a Budakalász község központját elkerülő út, amelynek megvalósítását az M0 autópályán északi szektora 11. és 10. sz. főút közötti szakaszának későbbre várható építése miatt az engedélyezések során a település feltételként írta elő.

A 2. sz. főút–11. sz. főút közötti szakaszra az 1996-ban felfüggesztett, majd újraindított eljárásban – fellebbezéseket követően – a Környezet- és Természetvédelmi Főfelügyelőség 1999 szeptemberében kiadta a környezetvédelmi engedélyt. Ebben különböző kikötéseket tett mind a Duna-híd, mind a parti csomóponti szakaszok kialakításával kapcsolatban (pl. figyelembe vette Szigetmonostor és Budakalász igényét az előzőekben leírt létesítményekre). A jogerős engedélyt bírósági úton támadta meg a Göncöl Szövetség és a Levegő Munkacsoport, ezt a keresetet azonban a Fővárosi Bíróság elutasította (az ítélet jogerős). Az ítélet indoklási része megismételte ugyan a környezetvédelmi engedély kikötéseit; de hangsúlyozta azt is, hogy az M0 nyomvonala ezen a szakaszon már kb. tíz éve kijelölésre került és szerepel az Országos Közúthálózat Fejlesztési Tervben. Itt jegyezzük meg, hogy az útvonalat tartalmazta mind a Fővárosi Szabályozási Keretterv, mind a Budapesti Agglomeráció Területrendezési Terve is.

1998-ban megváltozott az M0-környűrével kapcsolatos általános koncepció is. Ebben a tárgyi tervezési területet is magában foglaló M0-szakasz (az M31 autópálya elválsai csomópontja és a 10. sz. főút között) távlatban is autópályai kiépítéssel szerepel, 2x2 forgalmi sávú keresztmetszettel.

#### 5. MÓDOSÍTOTT ENGEDÉLYEZÉSI TERV A 2. ÉS A 11. SZ. FŐUTAK KÖZÖTTI SZAKASZRA

A környezetvédelmi engedély birtokában a műszaki tervezés is újra kezdődhetett a 2. és a 11. sz. főutak közötti szakaszon. Ezek a tervek már két részre bontva készültek. Egyikük a hídfő-csomópontokat és a kapcsolódó úthálózat elemeit tartalmazta (generáltervező: Unitef'83 Rt.), a másik pedig a Duna-híd, illet-

ve általában a hídfők közötti szakaszra eső létesítmények terveit (generáltervező: Céh Rt.). A bal parti hídfőcsomópontnál a tervezési szakasz kezdete az üzemelő 2/A jelű autópályához való csatlakozásnál volt. Tekintettel az itt már megépült  $R=500$  m sugarú ívre, a tervek készítésekor a Központi Közlekedési Felügyelet egyetértésével továbbra is 80 km/óra tervezési sebességet kellett alkalmazni. Az autópályaszakasz tervezett nyomvonala és csomópontjai az eredeti engedélyezési tervvel megegyezően, természetesen illeszkedtek a szomszédos területekre elkészült szerkezeti és szabályozási tervekhez. Az ún. „Homoktövis Természetvédelmi Terület” mint élőhely védelméről már a megelőző M0-szakasz építésekor gondoskodni kellett, ezt a növény-társulást a munkaterülettől az építés kezdetén létesített kerítés választja ma is el. A Duna-híd és a bal parti hídfőcsomópont helye tehát nem változott.

Változott viszont az összesen 1862 m hosszú hídpályaszakasz geometriája. A hídfők helye szintén kötöttség 1994 óta, emiatt a Szentendrei-szigeten szükség volt egy helyszínrajzi ív elhelyezésére is. Ez a korábbi tervekben az akkori tervezési sebesség és érvényes műszaki előírások miatt még átmeneti íves körív volt ( $R=750$  m,  $p=250$  m). Az új úttervezési műszaki előírások, továbbá a szakaszra elfogadott 80 km/h tervezési sebesség lehetővé tette, hogy a módosított engedélyezési tervekben már  $R=2000$  m sugarú tiszta körív szerepeljen. Ezért túlelemelátmenetet nem kellett erre a hídszakaszra tervezni. Az egyébként előírt átmeneti ívet szerkezetépítési okokból szintén el kellett hagyni, de erre vonatkozóan az eltérési engedélyt a GKM illetékes főosztálya megadta. A Duna-híd budai ártéri hídján – megint csak a korábbi tervekben figyelembe vett, és az azóta is érvényes kötöttségek miatt – átmeneti ívet kellett tervezni. Ennek alkalmazásához a GKM Közúti Közlekedési Főosztály a felmentést megadta. Az átmeneti ív egy  $R=650$  m sugarú körívhez csatlakozik, amely már a 10. sz. főút felé történő továbbvezetés iránya. Az autópályát és a csomóponti ágak mellett a környezetvédelmi számítások alapján nagy területen véderdő-telepítést írtak elő a tervekben.

A tervezett pálya magassági vonalvezetését alapvetően a Duna-híd magassági kötöttségei, és geometriája határozta meg. A közel 1900 m hosszú hídszerkezeten – a partok irányába történő vízvezetés érdekében kiadott megrendelői diszpozíció alapján – csak egyetlen domború lekerekítés található ( $R_p=10\,000$  m). Ez statikai és szerkezeti okokból a főági mederhíd közepén helyezkedik el, és ehhez kapcsolódnak a hídfők felé lejtő pályaszakaszok (bal part irányában ~400 m, jobb part irányában ~1360 m). Tekintettel arra, hogy a hajózási úrszélvénnyt a Szentendrei-Duna felett is biztosítani kellett, a főág hídját magasabbra került. Ezért a bal parti hídfőhöz csatlakozó töltésszakaszon van a tervezési szakasz legnagyobb emelkedője (3%). A budakalászi oldalon az M0-szakasz magassági vonalvezetését már a 10. sz. főút felé történő továbbvezetést is figyelembe véve kellett kialakítani, ezért a teljes szakaszon magas töltésen vezet a pálya (6–8 m).

A pesti hídfőcsomópont és a budai hídfő távlati trombita alakú csomópontja közötti szakaszon a teljes korona és a teljes földmű a távlati kiépítésnek megfelelően 2x3 forgalmi sáv figyelembevételével épült meg már az első ütemben, de a forgalomtechnikai kialakítás az átadáskor 2x2 forgalmi sáv, egy-egy leállósáv. Az autópályát jellemző keresztmetszeti méretei a Duna-híd két oldalán részben eltérnek egymástól, melynek oka a következő: Az északi szektor 1999-ben forgalomba helyezett szakasza a KHVM Közúti Főosztály által 1996 májusában jóváhagyott, majd az építési engedélyben is rögzített keresztmetszettel épült. Jellemző adatai az 1. táblázat „M0 bal part” oszlopában szerepelnek. Tekintettel arra, hogy az autópályát Újpest területén épülő új szakasza mindössze 700 m hosszú, és a már üzemelő szakaszhoz kapcsolódik, az új

1. táblázat: Az M0 főpálya főbb szélességi méretei, méterben

Megnevezés	M0 bal part	M0 jobb part
Forgalmi sáv	3,50	
Középső elválasztósáv	4,00	3,60
Belső biztonsági sáv	0,30	
Leállósáv	2,50	nincs
Padka	1,00	3,50 (1)
Külső biztonsági sáv	0,25	
Teljes korona	27,0 – 32,0 (2)	31,60

Megjegyzés: <sup>(1)</sup> gyorsító-, illetve lassítósáv mellett, zajárnyékoló fallal  
<sup>(2)</sup> folyópálya-szélesség 25,0 m lenne, de ilyen nincs a tervezési szakaszon

szakasz jellemzői megegyeznek a „régivel”. A módosított engedélyezési terv viszont már a teljes M0 gyűrű mentén a 2001 óta érvényes műszaki előírások szerint készült, ezért a budakalászi oldalon az autópályát keresztmetszeti méretei alapvetően már ennek megfelelőek (műszaki előírások K. II. B. tervezési osztály, táblázat „M0 jobb part” c. oszlop). Tekintettel arra, hogy az utóbbi esetben az elválasztó sáv keskenyebb a réginél, a Duna-hídon gazdaságossági okokból is ez került a tervekbe, így a szélességátmenet a bal parti hídfő előtti szakaszon található.

## 6. AZ ENGEDÉLYEZÉS ÉS A KIVITELI TERVEK

Az engedélyezési terveket a Nemzeti Autópálya Rt. 2003 nyarán nyújtotta be a Központi Közlekedési Felügyelet Közúti Felügyeletére, majd a Pest Megyei Közlekedési Felügyeletre és a Fővárosi Közlekedési Felügyeletre is, kérve az építési engedély megadását. A hatóságok közös helyszíni bejárást tartottak 2003 novemberében. A tervezett létesítményekkel kapcsolatban a kezelői és szakhatósági nyilatkozatok alapján lényeges műszaki kifogás nem merült föl, az érintett önkormányzatok közül viszont Szigetmonostor és Budakalász – a fentebb már említett, és általuk korábban kért kapcsolódó létesítmények elmaradásától tartva – nem járult hozzá a megvalósításukhoz. Ezért a Központi Közlekedési Felügyelet az M0-szakasz (beleértve a Duna-hídat is) építési engedélyének kiadását elutasította. Az építetű fellebbezése alapján a Közlekedési Főfelügyelet 2004 szeptemberében másodfokon kiadta a jogerős és azonnal végrehajtható építési engedélyt. Az engedély kiadását elősegítette, hogy a Budapest IV. kerület (Újpest) által kért, kapcsolódónak nevezett létesítmények megvalósításával kapcsolatban egyezség jött létre a GKM, a Fővárosi Önkormányzat és a kerületi önkormányzat között. A tervezett létesítmény további részei közül a 11. sz. főút budapesti (III. kerületi) szakaszára a Fővárosi Közlekedési Felügyelet, a 11. sz. főút megyei szakaszára, illetve a hatáskörébe tartozó egyéb utakra a Pest Megyei Közlekedési Felügyelet adta ki az építési engedélyt.

Időközben ugyancsak engedélyezési terv készült az üzemelő 2/A jelű autópályának a tervezett pályához csatlakozó szakasza mindkét oldalán egy-egy gyűjtő-elosztó sáv létesítésére. A kiviteli tervezés

során a beruházó Nemzeti Autópálya Rt.-vel kötött tervezési szerződés alapján az Unitef'83 Rt. – mint generáltervező – feladatát képezte az M0 útgűrű északi szektor 2.–11. sz. főutak közötti szakaszán lévő északi Duna-híd pesti és budai hídfő közötti kapcsolatrendszere építési tervdokumentációjának elkészítése. Az építetű diszpozíciója alapján ez az építési terv már tartalmazta a gyűjtő-elosztó sávok terveit is. Ezzel a tervvel egyidejűleg, ugyancsak a Nemzeti Autópálya Rt. megrendelésére a Céh Rt. generáltervezésében készültek az M0 útgűrű északi Duna-híd kiviteli terveit. Ennek tervezési határai az összesen hét építményből (öt híd és két hídfő) álló létesítmény hídfőinek hátsó falai voltak (3. ábra).

## 7. A TOVÁBBI SZAKASZ TERVEZÉSÉNEK HELYZETE

A 11.–10. sz. főutak közötti szakaszra vonatkozóan is már a '90-es évek eleje óta készülnek tervek, engedéllyel rendelkező nyomvonalat azonban még nem sikerült kijelölni. Először még 1991–93-ban a Pro Urbe Kft. készített tanulmánytervet, akkor még a nyugati szektor részeként, a 10.–100. sz. főutak közötti szakasszal együtt. Az utóbbi szakaszra készült terv környezetvédelmi fogadtatása miatt azonban a tervezési szakaszolás megváltozott, és az akkor egyszerűbben megvalósíthatónak tűnő 11.–10. sz. főutak közötti rész tervezése maradt csak napirenden. Erre az Uvaterv készített tanulmánytervet és előzetes környezeti hatástanulmányt 1996-ban. A tervezett változatok Budapest III. kerület (Óbuda-Békásmegyér), Budakalász, Üröm és Pilisborosjenő közigazgatási területét érintették. A tervet a környezeti hatásvizsgá-



3. ábra: Az épülő Duna-híd és a kapcsolódó M0-szakaszok madártávlatból

lati eljárás során ezek közül három önkormányzat elutasította, így az eljárás, sőt egy idő után a tervezési folyamat is megszakadt.

Az Országos Területrendezési Terv törvényerőre emelése, továbbá az M0 megépítését is tartalmazó kormányhatározatok 2003-ban adtak új lendületet a nyomvonalkeresésnek. Az újabb terveket a Nemzeti Autópálya Rt. megrendelésére az Unitef'83 Rt. készítette, illetve készíti még jelenleg is. A kezdetben hét nyomvonalváltozat tanulmányterv-szintű vizsgálatát követően 2006-ban három teljes és két betétváltozatra környezetvédelmi előzetes vizsgálati dokumentáció készült. Ezek közül az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség 2007-ben előbb elsőfokon, majd fellebbezést követően másodfokon is két nyomvonalra írta elő a környezeti hatástanulmány készítését. Ez a dokumentáció (KHT) 2008 júliusában került benyújtásra az illetékes hatósághoz, az általuk vezetett hatásvizsgálati eljárás jelenleg még folyamatban van.

A Megyeri híd és a kapcsolódó M0-szakasz átadása előtt már egyre erősödtek azok a vélemények, amelyek a 11. és 10. sz. főutak közötti újabb rész mielőbbi átadását sürgették. Ezt tükrözik a hatásvizsgálati eljárásban az önkormányzatok többsége által kiadott szakhatósági állásfoglalások és a közmeghallgatáson elhangzott lakossági vélemények egy része is. Ezen a szakaszon a korábbi egyeztetések, és az érintettek által előírt feltételek alapján a nyomvonal közel kétharmada alagútban vezet; ennek ellenére az ellenzők még mindig az autópálya által okozott környezeti károkról hivatkozva igyekeznek lassítani a megvalósítást. Figyelemmel az engedélyezés várható nehézségeire (fellebbezések

stb.), a szakasz forgalomba helyezését a NIF Zrt. legkorábban 2013–14-re prognosztizálja.

Az M0-gyűrű zárását jelentő 10. és 1. sz. főút közötti szakaszon 1993 óta kétszer folyt a nyomvonal kijelölését célzó tervezés, de ezek egyike sem jutott odáig, hogy akár csak tanulmányterv szinten végleges, az érintettek egyetértésével találkozó változatok kerültek volna rögzítésre.

## SUMMARY

### THE PLANNING, DESIGN AND APPROVAL PROCESS OF THE M0 NORTHERN SECTION

The diverse permission and construction designs of the section between the M3 motorway and main road No. 11 were elaborated between 1993 and 2006. The preliminary, later the detailed environmental impact study was prepared together with the first technical designs. In those, the designers applied new analytic and calculation methods. The alignment of the motorway had to be re-defined bound to the natural and built facilities. The realization, initially in more phases was changed during the designs process to a realization in one phase. The environmental and technical approval process began in 1995, but the issuing of the approvals and permits was delayed until 2004 mainly because of the appeals, lawsuits in the surrounding of the Danube bridge. Currently the environmental impact analysis process is in progress on the further section from the main road Nr. 11.

## RONCSOLÁSMENTES RAILSCAN-ES SEMLEGESHŐMÉRSÉKLET-MÉRÉS

ZERSTÖRUNGSFREIE RAILSCAN-NEUTRALTEMPERATURPRÜFUNG  
DR.-ING. ALFRED WEGNER  
DER EISENBAHNINGENIEUR 2008. 11. PP. 38-42.

A hézagnélküli vasúti vágányoknak az esetleges sántorésekkel és a vágány kivetődésével szembeni biztonságát különböző roncsolásmentes vizsgálati módszerekkel, általában a vágány feszültségmentes állapotához tartozó ún. semleges hőmérséklet mérésével ellenőrzik.

A cikk rövid ismertetést nyújt a három fő semleges hőmérséklet-meghatározási módról:

- az ún. sínfeszültségmérésről,
- a sínben fellépő hosszirányú erők méréséről,
- valamint a rugalmas alakváltozás méréséről.

Az a) csoportba tartoznak a különböző röntgengrafikus feszültségmérések, a fúrólukas módszerek, az ultrahangos eljárások és a mikromágneses mérési módszerek. A b) csoportban speciális komplex rezgésmérési eljárások és az ún. erőmérő módszer foglal helyet. A c) csoport tartalmazza a klasszikus roncsolásos módszereket.

A Railscan-es mérés az a) csoportba tartozik, azon belül is a mikromágneses mérési módszerek körébe. A cikk részletesen bemutatja a Railscan alkalmazási területeit, a mérőműszer speciális tulajdonságait és működési elvét, valamint leírja a mérések kivitelezését és a műszerrel kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokról is szól. Röviden annyi mondható a műszerről, hogy méréskor a vizsgált sín szál mágneszettségéből tudja meghatározni a sínben lévő feszültséget, és több ilyen mérésből megállapítható a semleges hőmérséklet sín szálanként. A mérés megbízhatóságának igazolásaképpen meg tudhatjuk, hogy ezzel a műszerrel mérték és minősítették a Párizs Strasbourg nagysebességű vasútvonalat is, illetve a DB Netz AG (Német Vasutak), az Ausztrál Vasutak és a Banedanmark (Dán Vasutak) is rendszeresítette a semleges hőmérséklet méréséhez a Railscant.

F. Sz.

# FERDEKÁBELES HÍD A DUNA FŐÁGÁN

DR. KISBÁN SÁNDOR<sup>1</sup>

## BEVEZETÉS

Az M0 Duna-híd Budapest északi határánál, 1862 méteres hosszúságával Magyarország 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 épült. A híd két pillonnal készült, a kábelek legyezőszerűen két síkban függesztik fel 12 méterenként az acélszerkezetű merevítőtartót. A híd támaszközeinek hossza: 145+300+145 m, összhossza 590 m. Mind a pesti oldalon (bal parti ártéri híd), mind a szentendrei-szigeti oldalon a csatlakozó hídszerkezetek feszített vasbeton ártéri hidak.

Az M0 autópálya hídon átvezetett szakasza 2x2 forgalmi sávossal, leállósávval. A hídon a leállósáv az előírtnál szélesebb. A későbbiekben, ha a forgalom növekedése megköveteli, a kétoldali leállósávok megszüntetésével az útpálya 2x3 forgalmi sávossá bővíthető a hídszerkezet átalakítása nélkül. A híd északi oldalán mozgáskorlátozottak közlekedésére is alkalmas kerékpárút, a déli oldalon gyalogjárda épült. A kocsipálya burkolata aszfalt, a gyalogjárda kopásálló, érdesített sókorrózió elleni bevonatot kaptak. A hidat közvilágítással, hajózási és repülési jelzőfényekkel alakították ki.

## ALAPOZÁS

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, nagytérű fúrt vasbeton cölöpökkel készült. A cölöpök mind a négy alaptestnél a kiváló teherbírású alapközetbe, az oligocén korú szürke márgás sovány és közepes agyagrétegbe kerültek. A fúrt vasbeton cölöpök és a cölöpösszefogó alaptest betonminősége C 20/25, az aléptményi felmenőfal C 30/37, a szerkezeti gerendasáv C 35/45 minőségben készült.

A közös pillérek alapozása 16-16 nagytérű fúrt vasbeton cölöppel készült. A 19 m hosszú cölöpök átmérője 1,50 m. A vasbeton cölöpösszefogó alaptest alaprajzi mérete a hídtengely irányában 7,50 m, keresztirányban 49,40 m, magassága 2,00 m. A felmenőfal oldala 1:20 hajlással készült, két vége csúcsíves kialakítással, gránit orrkövel van ellátva. A felmenőfal alsó 5,50 m magas szakaszának vastagsága 6,76–6,21 m, szélessége 48,36–47,40 m. A felmenőfal felső 7,00 m magas szakasza állandó 4,60 m vastagságú, szélessége 40,20–36,90 m.

A felszerkezet megtámasztására és lehorgonyzására a felmenőfal felső részén kialakított szerkezeti gerendarészben a függőleges terhelésekre két saruzsámoly készült, 28,83 m tengelytávval és

két lehorgonyzóhely 24,03 m tengelytávval. A híd keresztirányú megtámasztását biztosító saruzsámolyt a hídtengelyben alakították ki. A mederpillérek aléptményét a folyami hidaknál már alkalmazott és bevált vasbeton kéregelemes módszerrel építették. A mederpillérek 46–46 nagytérű fúrt vasbeton cölöppel készültek. A 19,50–20,50 m hosszú cölöpök átmérője 1,50 m. A vasbeton cölöpösszefogó alaptest alaprajzi mérete a hídtengely irányában 16,50 m, keresztirányban 70,00 m, magassága a vízalatti betonozással együtt 4,50 m. Felső síkja 96,50 mBf, azonos a vasbeton kéregelemek felső síkjával. A felmenőfal oldala 1:20 hajlással készül, két vége áramlási szempontból kedvező csúcsíves kialakítással. Az orr-részek az uszadékok és a jégzajlás ütköző, romboló hatása miatt fagyálló gránitburkolattal vannak ellátva. A felmenőfal vastagsága 8,00–7,00 m, szélessége 64,90–63,16 m, magassága 10,20 m. A felső felmenőfal-részen kialakított szerkezeti gerendasávba kötnek be a vasbeton szerkezetű pilonszárak. A felmenő fal (szerkezeti gerenda) felső szintje a csapadékvíz levezetése miatt kétoldali 5%-os lejtéssel van kialakítva.

## PILONOK

A két pilonszerkezet részben feszített vasbeton szekrény keresztmetszetű pilonszárakból kialakított „A” formájú térbeli keretszerkezet. Magasságuk az aléptmény felett 100 m, a pilonszárak külső befoglaló mérete az aléptményi befogásnál 51,0 m. A pilonszárak keresztmetszete 5,0x4,0 m-ről parabolikusan csökken 3,5x4,0 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. Az 1. ábra a pilon és a merevítőtartó egyidejű építését mutatja. A keretszerkezetű pilonban a hídszerkezeti önsúly és a ferde kábelek előfeszítő erőrendszerének együttes hatására keletkező keresztirányú haj-



1. ábra: A pilon és a merevítőtartó egyidejű építése

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, dr. techn., hídszakági főmérnök, Céh Zrt., e-mail: kisban@ceh.hu

lító igénybevételeket keresztirányú feszítéssel egyenlítették ki. A feszítést a pilonszárak külső falában elhelyezett 40 mm átmérőjű feszítőrudak biztosítják, anyagminőségük 1030. A pilonszárakat az aléptményi befogás felett 55,0 m-re szekrény-keresztmetszetű vasbeton gerenda köti össze. Az összekötő gerenda feletti pilonszárszakaszokban helyezték el a ferde kábelek felső lehorgonyzását biztosító acélszerkezetű elemeket.

A lehorgonyzókamrák földemeivel egy időben bebetonozott szerelvényként az egyes lehorgonyzási szinteken acélszerkezetű lehorgonyzóelemek készültek, melyek biztosítják a ferde kábelek felső lehorgonyzását, a függőleges terhelést közvetlenül a pilonszár 60 cm vastag falának adják át, a vízszintes teherkomponensek pedig az acélszerkezeten keresztül záródnak. Építési állapotban a merevítőtartó szereléskor, végleges állapotban pedig kábelcsere esetén a féloldalas terhelést az acélszerelvény alján kialakított acélszerkezetű nyírófog adja át a vasbeton földémszerkezetnek.

A pilonszárak belső kialakítása az építetói igényeknek megfelelően történt. Az északi pilonszár a ferdekábelek legalsó lehorgonyzási szintjéig belső lépcsővel, míg a déli pilonszár belső ipari lifttel van ellátva. Az összekötő gerendából induló függőleges lift a pilonfejig biztosítja a szerkezetek elérhetőségét. A lifttel kialakított pilonszakaszok egyben belső hágcsoval is megközelíthetők. A pilonszárak és az összekötő gerenda közötti háromszög acél falvázoszlopokra szerelt homlokzati üvegfalal készült, javítva a híd esztétikai megjelenését.

A merevítőtartó acélszerkezetű konzolok segítségével közvetlenül támaszkodik az aléptményi befogás felett 9,0 m-re kialakított, 1,35 m magas vasbeton pilonszár rövid konzolokra. A merevítőtartó hosszirányú megtámasztását a rövid konzoloknál hidraulikus támaszokkal alakították ki. A hidraulikus támaszok lassú erőváltozásokra (hőhatás, kúszás/zsugorodás, támaszsúlylyedés) elhanyagolható mértékben reagálnak, míg gyors teherváltozás esetén (fékezőerő, szélteher, földrengés) merev támaszként működnek.

A pilonszárak kúszószalus építési technológiával, az általános szakaszokon 4,07 m-es magasságú építési ütemekben készültek. A kapcsolódó szerkezeti pontoknál (rövid konzol, összekötő keretgerenda, ferdekábel-lehorgonyzások, pilonfej-csatlakozás stb.) további munkahézagok kialakítása volt szükséges. A konzolos pilonszárépítés miatt az aléptményi befogás felett 32,0 m-re és 52,0 m-re kítámasztó acélszerkezetű segéd tartókat építettek be. A felső segéd tartó egyben az összekötő gerenda zsaluzatát is alátámasztja.

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

## MEREVÍTŐTARTÓ – PÁLYASZERKEZET

A merevítőtartó nyitott két szélén szekrényes keresztmetszettel készült, a kétoldali kábel felfüggesztés miatt. A kábel lehorgonyzások tengelytávolsága a hídtengelyre merőlegesen mérve: 29,80 m. A bal és jobb pálya közepén szegéllyel és korláttal van elválasztva. A felszerkezet teljes szélessége 36,83 m, szerkezeti magassága 3,63 m. A merevítőtartó hegesztett ortotrop pályalemezű acélszerkezet. A szekrénytartók külső oldalán konzolok támasztják alá a járdákat. A merevítőtartó felülete 21 700 m<sup>2</sup>, a



2. ábra: A pályaszerkezeti záróelem beemelése

felhasznált acélmennyiség 8455 tonna. Anyagminősége MSZ EN 10 025 szerint a teherviselő szerkezetek esetén S355, és az alárendelt szerkezetek esetén pedig S235.

A merevítőtartó szabadszereléssel épült. A pilonoknál szerelésindító segédállvány készült, amit a hídtengely irányában 50 m hosszú merevítőtartó-szakaszt támasztott alá. Ehhez kapcsolódtak 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 egységet ferdekábelpárral függesztettek a pilonszerkezethez. A parti nyílásokban, a pilonoktól 60,0 m-re szerelési járomtámasz készült, biztosítva az építés közbeni szerkezeti stabilitást. A járomtámasznak köszönhetően az építés során fellépő igénybevételek nem haladták meg a végleges hídszerkezet igénybevételeit, elősegítve ezzel a gazdaságos építést. A pályaszerkezeti záróelem beemelését mutatja a 2. ábra.

## FERDE KÁBELEK

A merevítőtartót kábelsíkonként 4×11, összesen 88 térbeli kábel függeszti fel a pilonokra. A függesztőkábelek héteres pászmákból párhuzamosan kötegelve készültek. A kábeleket az igénybevételeknek megfelelően 31, 37, 55 és 61 pászmából alakították ki. A kábelek anyaga Fp150/1860. Lehorgonyzásuk a merevítőtartóban és a pilonokban történt. Feszítésük az alsó, a merevítőtartó szekrényében kialakított lehorgonyzásnál történt, pászmánkénti feszítéssel. A kívánt feszítőerő beállítását az ún. „isotension” eljárás biztosította. Az aktuális pászmafeszítés kihathat a már megelőzően megfeszített elemek megnyúlására. Az elsőnek megfeszített ún. „vezérpászma” feszültségmódosulásának figyelemmel kíséréseivel határoztuk meg a soron következő pászmafeszítések feszítőerőit, biztosítva hogy a feszítés befejezésekor a teljes kábelkeresztmetszetben 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 lejátszódo folyamatok hatását. Ilyen a pilon vasbeton anyagának kúszás-zsugorodása, ami kismértékben módosítja a ferde kábelek alsó és felső lehorgonyzási pontjai közötti távolságot.

A kábelek lengését, rezgését a járda felett egységesen 850 mm-re, a vandálcsővédelem belsejében elhelyezett csillapítóberendezés szabályozza. A várható igénybevételeknek megfelelően alkalmazott csillapítóberendezések az energiát mechanikus, illetve hidraulikus elven nyelik el. A kábelrezgésekkel kapcsolatos vizsgálatok szerint számottevő kábelrezgések csak a szél illetve az eső okozta „táncolási” gerjesztésből adódhatnak. Ez az egyenes hídkábelek leggyakrabban megfigyelt rezgési jelensége. Az ön-



gerjesztés elsősorban a kábel felületén folyó víz által megváltozott keresztmetszeti alakra vezethető vissza: bizonyos szélességek 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 vízzel együtt – egy táncolásra érzékeny keresztmetszetet képez.

A jelenség kialakulását nagymértékben 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 keresztmetszetű bordázattal készült. Szükség esetén lehetőség van egy-egy kábel cseréjére. Ilyenkor elegendő a munkavégzés miatt csak a szélső sáv lezárása, egyéb forgalmi korlátozás nem szükséges.

## ZÁRÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK

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 és a környezet védelme érdekében a sziget feletti ártéri híd mindkét oldalán zajárnyékoló fal épült. A csapadékvíz elvezetése a hídról zárt rendszerben történik és csak tisztítás után kerül a befogadóba. A híd esztétikai megjelenésével méltón illeszkedik a főváros szép hídjainak sorába, és növeli a főváros jelképeinek, látványosságainak számát.

## SUMMARY

### CABLE-STAYED BRIDGE ACROSS THE MAIN DANUBE

The three span fan-shaped stay cable bridge has a symmetric span arrangement with a 300 m long middle span and 145 m long side spans. The deck is suspended by two inclined cable planes, each having 44 stay cables, onto two typical, "A"-shaped pylons. The structural depth of the 36.16 m wide orthotropic steel deck is 3.60 m. The height of the pre-stressed concrete frame pylons is 100 m. Due to its harmonic aesthetic appearance, the whole bridge appropriately fits into the variety of bridges of Budapest, improving the aesthetic value and increasing the number of the symbols and spectacles of the capital.

# GYALOGOSOK ÚTKERESZTEZÉSI VISELKEDÉSÉNEK ÉS BALESETI KOCKÁZATÁNAK MODELLEZÉSE

## MODELLING CROSSING BEHAVIOR AND ACCIDENT RISK OF PEDESTRIANS

G. YANNIS, J. GOLIAS, E. PAPADIMITRIOU

JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING VOL. 133., 2007. 11. PP. 634–644. Á:6. T:4. H:26.

A cikk a gyalogosok városi útkeresztezési viselkedésének modellezési módszertanával foglalkozik, emellett egy algoritmust mutat be a baleseti kockázat becslésére. A vizsgált helyzetben a gyalogos úti célja az út másik oldalán, két csomóponttal távolabb található. Az út keresztezése lehetséges az első csomópont előtt, az első csomópontban, a két csomópont közötti szakaszon, a második csomópontban és a második csomópont utáni szakaszon. A modellezés során a beágyazott logit modell és a lineáris regressziós modell felhasználásával kifejlesztettek egy hierarchikus keresztezési viselkedési modellt. A modell lehetővé teszi a keresztezési valószínűségek eloszlásának becslését a különböző lehetséges helyszíneken. A magyarázó változók között közvetlenül mérhető geometriai, forgalmi és forgalomtechnikai adatok szerepelnek. A másik kifejlesztett modell

a gyalogos útjának kezdetétől végéig adja meg a keresztezési valószínűségek eloszlásának becslését az út hosszában. A keresztezés valószínűsége magasabb a kiinduló pont közelében, és a célpont felé közeledve csökken. A csomópontokban jóval nagyobb a keresztezés valószínűsége, mint a csomópontok közötti pályaszakaszon. Mindkét modellt Görögországban (Athén), Olaszországban (Firenze) és Franciaországban (Lille) végzett helyszíni felmérésekkel validálták. A modellek alapján a gyalogosok keresztezési viselkedése városi területen átfogóan értékelhető. A gyalogosok baleseti kockázata a megtett út során a becsült keresztezési viselkedési eredményekből számítható.

G. A.

# A MEGYERI HÍD ÉPÍTÉSE

PAPP SÁNDOR<sup>1</sup> – WINDISCH LÁSZLÓ<sup>2</sup>

## A KEZDET

A Nemzeti Autópálya Zrt. (jelenleg Nemzeti Infrastruktúra Zrt.) és az M0 Északi Duna-híd Konzorcium képviselői 2006. január 6-án írták alá az M0 északi Duna-híd és a hozzá kapcsolódó autópálya-szakasz építési szerződését. A kivitelező konzorcium vezető cége a Hídépítő Zrt., tagja a Strabag Zrt. A felek közötti konzorciumi megállapodás pontosan meghatározta a feladatok elosztását. A Hídépítő a saját munkarészein kívül a konzorciumra háruló feladatok ellátására is felkészült és létszámát ennek megfelelően alakította ki. Az öt építési egység megvalósítására a létesítményirodán belül négy, részben önálló szervezeti egység alakult. Az egységek létszáma a különböző munkarészek megkezdéséhez igazodva fokozatosan növekedett, nagyjából kilenc hónap alatt alakult ki a teljes szervezet.

2006 februárjában több ütemben került sor a munkaterületek átvételére. Az építési engedélyezési eljárás során a környező települések megtiltották helyi útjaik használatát, vagyis az építéssel összefüggésben azokat semmilyen építési forgalom nem használhatta. Első feladatunk volt tehát a 11. sz. főút és a munkaterület kapcsolatának biztosítása. A felvonulási út tervezési és engedélyeztetési eljárása március végéig tartott, ezt követően lehetett megkezdeni a tényleges építési munkákat.

## ALAPOZÁS

A híd 28 támaszánál Soil-Mec rendszerű fűrt vasbeton cölöpök készültek változó darabszámban. A kisebb támaszoknál 12, a nagyobb meder-, vagy közös pillérek alatt 46 cölöp készült. A cölöpök átmérője az ártéri szakaszokon 1200 mm, a mederben épülőké 1500 mm. A cölöpözés megkezdését a szokatlanul magas vízállás, a 2006. tavaszi árvíz késleltette. Áprilisban kezdődött az ártéri alépitmények cölöpözése. Az év során tartósan két, szükség esetén három géplánc biztosította, hogy az év végére valamennyi támasz cölöpözési munkái befejeződtek. Összesen 9000 fm cölöp készült.

## ALÉPÍTMÉNYEK ÉPÍTÉSE

### Ártéren

Az ártéri támaszokon a cölöpökre vasbeton összefogó gerendákat készítettünk, erre támaszkodnak a pillérek. Szekrényenként különálló pillérek készültek „stadion” alakú oszlopokkal és konzolos fejgerenda-kialakítással. A pillérek építését 2006 nyarán kezdtük és nagyjából egy év alatt fejeztük be. Az alépitmények térbeli és időbeni ütemezését az előretolt vasbeton felszerkezetek építési üteme határozta meg. Az ártereken a Strabag Zrt., a szigeten pedig a Hídépítő győri építésvezetője végezte a pillérek kivitelezését. A hídfők építését mindkét oldalon két ütemben kellett elvégezni. A legfelső szint csak a hidak kitolását követően épülhetett meg, néhány hónapos megállást okozott ez a körülmény.

### Mederben

A mederpillérek esetében a korábbi években sikeresen alkalmazott kéregelemes-őrfal munkatér-határolás mellett döntöttünk, néhány „apróbb” változtatással. Az alaptestek méretei alapján a korábban alkalmazott megoldásokat felülvizsgálva, az úszódaru teherbírásához igazodva, az őrfalak elemes-táblás kialakítással készültek. A felső kéregelemre csak az őrfal oszlopait szereltük fel, majd a beemelést követően a víz alatt csúsztattuk helyére a táblákat.

### Felső kéregelem az őrfallal

A tömítésekhez SIKA duzzadó szalagokat építettünk be. A Szentendrei-Duna-híd alapozásánál egy-egy kéregelem készült, a főágon a jelentősen nagyobb méretek miatt három elemből állítottuk össze a szerkezetet. Az elemek közötti vízzárást utólag becsúsztható zárólemezek és duzzadóbeton-kiöntés biztosította. Az őrfalak mindkét esetben azonos oszlopokból és táblákból álltak, tehát a rendszer bárhol és bármikor alkalmazható, csak a kiegészítő egységeket kell újra elkészíteni.

### Kéregelemek és őrfalak beemelése

A kéregelemek és az őrfal védelmében már hagyományos módon lehetett elkészíteni a cölöpösszefogó gerendákat és a pillérek felmenőszerkezetét.

## FELSZERKEZETEK ÉPÍTÉSE

Öt, egymáshoz dilatációkkal kapcsolódó szerkezeti részből áll a teljes híd.

Bal ártéri híd:	négynyílású előretolt vasbeton felszerkezet	149 m hosszú
Mederhíd:	háromnyílású ferdekábeles acél felszerkezet	591 m hosszú
Szigeti ártéri híd:	tizenkét nyílású előretolt vasbeton felszerkezet	560 m hosszú
Szentendrei-Duna-híd:	háromnyílású acél felszerkezet	332 m hosszú
Jobb ártéri híd:	ötnyílású előretolt vasbeton felszerkezet	219 m hosszú
Hídfők (2x5 m):		10 m hosszú

A főág hídjának felszerkezete a kábeles kialakítás miatt teljes szélességben épült meg, a többi hídon két párhuzamosan haladó, légréssel elválasztott szekrénytartó vezet át a jobb és bal pálya forgalmát. A pilléreken zsámolyokra helyezett saruszerkezetek támasztják alá a hídagakat.

## ÁRTÉRI HIDAK

Az ártéri hidak két különálló felszerkezettel készültek. A konzolos szekrény-keresztmetszetű feszített vasbeton felszerkezet építését szakaszos előretolással végeztük. A telepített gyártópadookban legyártott, egyenként 22–24 méter hosszú elemek feszítését köve-

<sup>1</sup> Főmérnök, Hídépítő Zrt.

<sup>2</sup> Létesítményvezető, Hídépítő Zrt., e-mail: windisch.laszlo.hid@mail.datanet.hu



1. ábra: Előregyártott hídelem

tően került sor a szerkezet előretolására. A szerkezet mozgatóját a tolótámaszokra telepített emelő-toló sajtók végzik, általában hidanként egy pár sajtó biztosította a híd mozgatóját. A jobb és bal oldali hidágak ugyanabban a padban egymás után készültek (1. ábra), az első hidág építése után a gyártópadot áttelepítettük a másik oldalra. Az átlagos gyártási ciklusidő hét nap volt elemenként.

### Jobb parti ártér

A hídfő első ütemének megépítése után elkezdődött a gyártópad és a tolótámaszok kialakítása. A pad hagyományos módon a hídfő mögött épült, cölöpalapozás és összefogó gerendarács biztosította a stabil alátámasztást. A pad összeállítása és a csőr beemelése után megkezdődött a vasbeton felszerkezet építése. Oldalanként összesen 11 elemet készítettünk. A betonacélt a zsaluzat mögött előre gyártottuk, behúzással került a helyére. A belső zsalutáblák nagy részét is előszerelve lehetett beemelni a helyére. Ezek a megoldások tették lehetővé, hogy a hétnapos ciklusidő tartható legyen. Az építés kiszorgálására toronydarut telepítettünk a munkahelyre. A felszerkezet 2006. szeptember és 2007. május között kilenc hónap alatt készült el. Az északi hidág megépítése után a gyártópadot a szokásos módon keresztben áttolták a déli ág építéséhez. Ennek elkészülte után a gyártópadot el kellett bontani és a baloldali ártérre szállítani.

### Sziget

A Szentendrei-szigeten a gyártópad az első nyílásba került, állványzatra felépítve. Az alátámasztást acél és vasbeton szerkezeti elemek és fúrt cölöpök biztosították. Az állványzat a pad alátámasztásán kívül a tolás közben fellépő erők felvételét is biztosította. A különleges kialakítás miatt ennél a hídnál a betonacél-aramatúrákat beemeléssel kellett a helyükre juttatni. A daru teherbírását figyelembe véve, három egységben előszerelve emelték be a vasszerelést. A belső zsalutáblák kialakítása és beépítési módja már nem tért el a szokásostól. Hidáganként 25 elem készült, és ennél a hídnál is tartható volt a hétnapos ciklusidő. A különlegesen hosszú szerkezetet összesen négy emelő-toló sajtó mozgatta. Az első elem betonozására 2006. október elején került sor. Az első hidág 2007. május végére, a második hidág pedig 2008. február végére készült el.

### Bal parti ártér

A hídfő két ütemének megépítése után kezdődött a gyártópad és a tolótámaszok kialakítása. A bal partról átkerült elemekből hagyományos módon a hídfő mögött épült meg a pad, cölöpalapozás és összefogó gerendarács biztosította a stabil alátámasztást. Az építési terület kialakításánál figyelembe kellett venni azt a körülményt, hogy közvetlenül a gyártópad mögött egy nagy-

feszültségű távvezeték halad, amely nem tette lehetővé a toronydarú szokásos elhelyezését. Emiatt a toronydarú a hídfő elé került és az északi híd elkészülése után át is kellett helyezni. A betonacélt itt is a pad mögött szerelték és a helyére húzták. A belső zsalutáblákat és az egyéb szerelvényeket a hídfő előtt kialakított szerelőtéren állítottuk össze. A szokatlan körülmények ellenére a hétnapos ciklusidő tartható volt. Oldalanként összesen kilenc elemet készítettünk. A felszerkezet 2007. július és 2007. december között hat hónap alatt készült el.

## A MEDERHIDAK

### A főág hídja

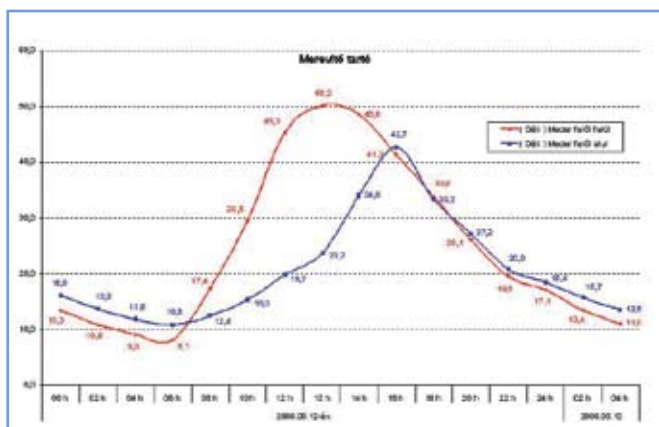
A híd felszerkezte ferde kábelekre függesztett acélszerkezet. A kábelek legyezőszerű elrendezésben, két síkban, 12 méterenként kötnek be a merevítőtartó két oldalába. A két pilon feszített vasbeton anyagú, szekrény-keresztmetszetű pilonszárakból kialakított, „A” betűt formáló térbeli keretszerkezet. A pilonszárak belül üreges négyszög keresztmetszettel, felfelé folyamatosan csökkenő falvastagsággal készültek monolit vasbetonból, önküsző zsalurendszer alkalmazásával. A vasbeton szerkezet kivitelezésénél Magyarországon első ízben alkalmaztuk a PERI Kft. önküsző zsaluzati rendszerét. A felszerkezet teljes szélessége 36,04 m, a forgalmi sávokat a járdákkal egy keresztmetszettel vezeti át. A pályaszerkezetet 88 kábel kapcsolja a pilonokhoz. A felszerkezet építése szabadszereléses technológiával készült. A 12 méter hosszúságú elemek uszályon érkeztek a helyszínre, és úszódarú emelte be a helyükre. Az illesztés elkészítése után következett a kábelek befűzése és feszítése. Egy-egy elemvéget két-két kábellel függesztettek fel, az elemek átlagos tömege 120-125 tonna.

### A felszerkezet építésének ismertetése

A Duna-híd felszerkezetét három fő szerkezeti elem alkotja: a két merevítőtartóval ellátott ortotrop pályaszerkezet, a két 'A' alakú vasbeton pilon, valamint a pályaszerkezetet a pilonokhoz kapcsoló tartókábelek. A szerkezeti elemek anyagai és ebből fakadóan az anyagtulajdonságaik is, jelentős mértékben eltérnek egymástól. Emiatt az őket érő hatásokra is eltérő módon reagálnak. Másképpen deformálódnak a rájuk ható terhek hatására, de más-más hatást fejtenek ki az időjárási körülmények is az egyes szerkezeti elemekre. A hőmérsékleti viszonyok jelentős mértékben befolyásolják a felszerkezet építés közbeni alakját. Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az eltérő anyagú és kialakítású szerkezeti elemek eltérő sebességgel reagálnak a változó hőmérsékleti hatásokra, emiatt a szerkezeti elemek alakváltozása is jelentős eltérést mutat az adott építési állapotban. A felszerkezet építése közben, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel kötött megállapodás alapján, folyamatos méréseket végeztünk a felszerkezet elemein. A mérésekkel nyomon követtük a szerkezeti elemek hőmérsékletének változását, valamint az építés közbeni feszültségek alakulását is.

A mérési eredmények segítséget nyújtottak abban, hogy a szerkezeti elemek várható alakváltozását megbecsülhessük, és a szükséges korrekciókat időben elvégezzük (2. és 3. ábra).

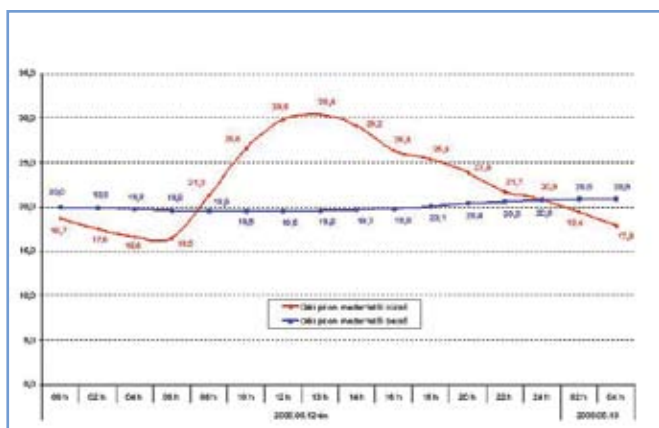
A híd felszerkezetének építése a vasbeton pilonok építésével kezdődött. A pilonok építése közben kiemelt figyelmet kellett fordítani az építés pontosságára. A tervező előre meghatározta a méretpontossági követelményeket. A tervezővel folytatott egyeztetés alapján arra a megállapodásra jutottunk, hogy a legfontosabb szempont a pilonszárak tengelyirányának tartása, valamint a keresztmetszet elcsavarodásának minimumra csökkentése. Az elvárások betartásának érdekében előre megterveztük a zsaluzat



2. ábra: Hőmérséklet-változások a merevítőtartón



4. ábra: Épül a pylon



3. ábra: Hőmérséklet-változások



5. ábra: Épül a felszerkezet

beállításának, valamint a kész szerkezet ellenőrzésének rendszerét. A zsaluzat beállítását, valamint a kiszaluzott szerkezet méretellenőrzését a munkahelyen kiépített alappont-hálózatról végeztük el. Ahhoz, hogy a tervezett pontossági követelményeket teljesíteni tudjunk, méretpontosan legyártott, merev és alaktartó zsaluzatot kellett alkalmaznunk. A rendelkezésre álló mérőeszközök figyelembevételével úgy döntöttünk, a zsalutáblák beállítási pontosságára 5 mm eltérést írunk elő. Minden építési ütem kiszaluzása után ellenőrző méréseket végeztünk, ezek eredményeinek kiértékelése után meghatároztuk, hogy milyen korrekciós intézkedésekre van szükség. A pályaszerkezet építésének megkezdése előtt a pilonoknak el kellett érniük azt a készültségi szintet, amely lehetővé tette a pályaelemek állványra történő beemelését (4. ábra). A pályaszerkezet építése, a pilontámaszokról kiindulva, konzolos szabadszereléssel történt (5. és 6. ábra).

Az első öt pályaelemet segédállványon szereltük össze, majd a hegesztési munkák befejezését követően beépítettük a tartókábeleket, és azokat megfeszítve a pályaszerkezetet a pilonra függesztettük. A segédállványok tehermentesítése után kezdődött el a konzolos szerelés. A tartókábelekbe 31–37–55–61 db, Fp 150/1860 típusú feszítőpásmát építettünk be az igénybevételeknek megfelelően (7. ábra). A tartókábelek felső végét a pilonban rögzítettük, feszítésük pedig az alsó lehorgonyzásnál történt. A kábelek feszítését „isotension” eljárással végeztük el két ütemben (8. és 9. ábra).

A pályaszerkezet megépítéséhez a tervező megadta a beépítendő hídelem beállítási adatait minden egyes építési fázisban.



6. ábra: Konzolos szabadszerelés

Megadta a tervezett pályaalak magassági adatait is az előírások szerinti + 10 °C egyenletes szerkezeti hőmérséklet esetére. Ezt kiegészítette azokkal a segéd táblázatokkal, amelyek segítségével, a szerkezeti elemek tényleges hőmérsékleti állapotát ismerve, a pályaszerkezet elemeinek beállításához szükséges korrekciókat el tudtuk végezni. A pályaszerkezet, geometriájából és szerkezeti kialakításából adódóan, puhán és lágyan viselkedett az erőhatásokra, de gyorsan reagált az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlásra is.



7. ábra: A feszítópázmák befűzése



8. ábra: A tartókábelek bevezetése



9. ábra: Feszítés az alsó lehorgonyzásnál

Tekintettel arra, hogy egy-egy hídelem beemelése, beállítása és rögzítése órákat vett igénybe, a fent leírt hatásokat nem hagyhattuk figyelmen kívül, hiszen elsődleges célul tűztük ki azt, hogy a pályaszerkezetet a tervezett geometriára építjük meg. Ennek érdekében az alábbi intézkedéseket tettük:

1. Meghatároztuk, hogy az egyes hídelemek beépítését milyen tűrésmezőn belül kell elvégezni.
2. A tervezett beállítási adatokat az adott hőmérsékleti körülményeknek megfelelően korrigáltuk.

3. A ferde kábelek feszítését két lépésben végeztük el.
4. Minden egyes építési fázisban független geodéziai ellenőrzést végeztünk. Ezek eredményeit kiértékelve döntöttük el, hogy a következő műveletet milyen korrekcióval kell elvégezni.
5. A szerkezeti elemek relatív helyzetének ellenőrzésén túlmenően a felszerkezet globális helyzetét is rendszeresen nyomon követtük, és összehasonlítottuk a tervező által megadott hídalakkal.
6. Olyan kiértékelési rendszert dolgoztunk ki, amellyel az adatok bevitelét követően a kiértékelések és a grafikus feldolgozások azonnal rendelkezésünkre álltak (10. és 11. ábra).

A felszerkezet építése közben szoros kapcsolatot tartottunk a tervezővel, hiszen az építés közbeni módosításokhoz szükségesnek tartottuk az ő hozzájárulását is. A szigorú és következetesen végrehajtott építés közbeni monitoring eredménye a híd, amely nem valósulhatott volna meg a közreműködők áldozatkész munkája nélkül.

## SZENTENDREI-DUNA-HÍD

Ez a híd két különálló acél felszerkezet, szekrénykeresztmetszettel. A 331 méter hosszú szerkezetet összesen hat egységben, 120–120–90 méteres darabokban előszerelve szállították az építési helyszínre, uszályokra szerelt állványszerkezettel alátámasztva. Az állványok egyben alkalmasak voltak a helyszíni beemelés végrehajtására is. Az elemek összeállítása és korrózióvédelme a csepeli előszerelő telepen történt, ahonnan látványos módon úsztatták fel az összeállított egységeket. A beemelést követően helyszíni illesztéssel tették folytonossá a szerkezetet.

### Tartozékok, szerelvények

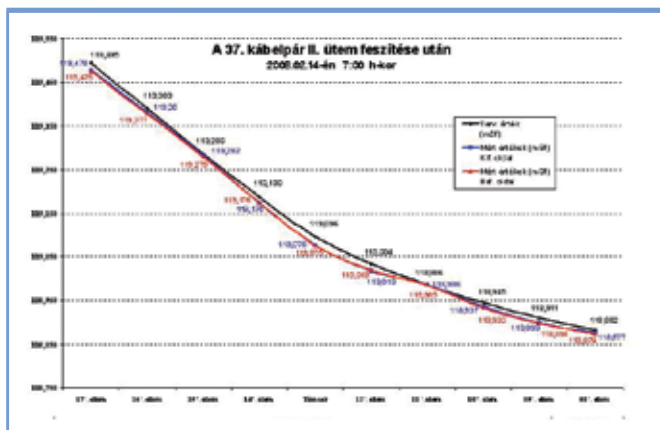
A felszerkezetek alatt fix és mozgó saruk találhatóak. A Maurer cég által gyártott „fazéksaruk” KGa és KGe típusúak, valamint a saruk közül említést érdemel a főági hídnál beépített szélsaruk (MHd és LHb típusok) rendszere.

A teljes szerkezetet öt dilatációs egységre bontották, a közös pilérekben Maurer típusú DS 640, DS 720, és DS 560 jelű dilatációs szerkezetek épültek, amelyek 560–720 mm-es nagy mozgási lehetőséget biztosítanak. A hídfőknél – ahol csak a véglap szögelfordulását kell biztosítani – 80 mm mozgást biztosító szerkezet épült be. A szegélyekre nagy visszatartási képességű szalagkorlátokat kellett elhelyezni. A külső oldalakra H3, a belső szegélyekre H2 védőképességű korlát került. A hidágak között a leesés elleni védelmet a korlátokra szerelt acélszerkezet biztosítja.

A híd közvilágítására mindkét két oldalra kandeláberek kerültek. Az egyedi szerkezetek befelé dőlnek, követve a híd jellegét. A pilonokban a fenntartási munkák támogatására liftek készültek. A pilonszárak alsó felében ferdepályás szerkezet létesül, az átkötőfolyosó felett pedig függőleges lift biztosítja a feszítőkamrák megközelítését. A hidra különleges díszvilágítás került. A pilonok, a kábelek és a külső szegélyek önálló megvilágítást kaptak. A kábelek megvilágítását külön kandeláborsor biztosítja, a pilonra és a szegélyekre LED-diódás „fényfüzereket” helyeztek el.

### Bevonatok

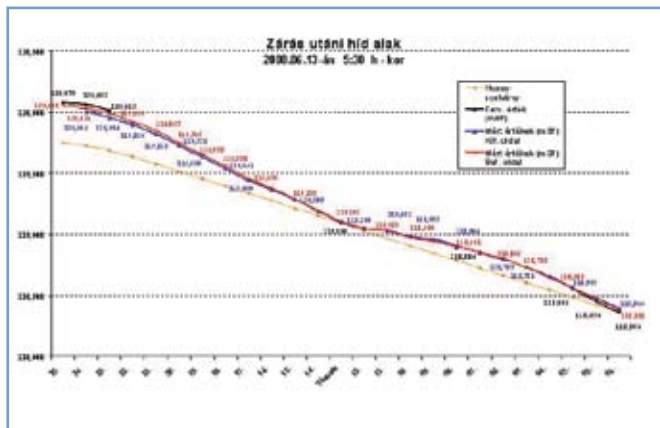
A hidak szigetelése RMA rendszerű, amely a vasbeton szerkezeteken szórt, az acél pályalemezen pedig kent technológiával készült. A szegélyek és járdák felül járható, csúszásmentesített BV1 bevonatot kaptak. A vasbeton szerkezetek oldalsó felületeinek és a konzolok alsó síkjának korrózióvédelmét BV2 bevonat biztosítja.



10. ábra: A 37. kábelpár II. ütem feszítése után



12. ábra: A felszerkezet a zárótag beemelése előtt



11. ábra: Zárás utáni hídalak



13. ábra: A kész híd

## ÖSSZEFOGLALÁS

A híd megvalósítását számtalan külső körülmény befolyásolta. Néhány ezek közül:

- A vízbázis védelme miatt szigorú előírások korlátozták a tevékenységünket, az alkalmazott anyagokat és technológiákat.
- A folyami hidak építésénél – akár alacsony, akár magas – mindig meghatározó jelentőségű a vízállás.
- Érdekes feladat volt továbbá annak az előírásnak a biztosítása, hogy a munkaterületen csak hídtergely irányban engedélyezett a közlekedés, és ez igaz a munkaterületek megközelítésére is. A Szentendrei-Dunán létesített bárkahídnak felnyitott állapotban biztosítania kellett a hajóforgalom zavartalan átvezetését. A nyári hónapokban (májustól szeptemberig) naponta kétszer, reggel és este, kis megszakításokkal 4-4 órát nyitva kellett tartanunk az átkelőt. Ebben az időszakban a munkaterületek megközelíthetetlenek voltak.

Néhány szokatlan vagy újszerű feladat volt a híd építése során:

- A szigeti és a bal parti gyártóterek kialakítása.
- A nagy hidhossz miatt a szigeti előretolt felszerkezet négyszajtos mozgatójának összehangolása.
- A kéregelemek elhelyezése, a vízzáró kapcsolatok biztosítása.

- A két úszódarús, páros emelések alépitményénél, felszerkezeténél.
- A pilonok építése, a nagy magasság, annak minden mozzanata.
- A ferdekábeles híd szerelése, a számítások, mérések pontossága, a megvalósítás nehézsége.

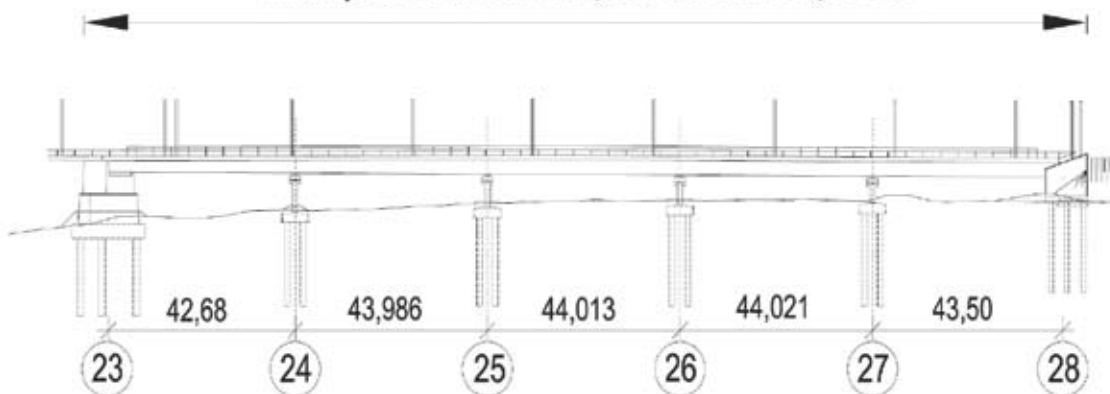
Az elkészült szerkezet azt igazolja, hogy a tervezés és a kivitelezés összhangja elengedhetetlen feltétele a mai modern hídépítési technológiák végrehajtásának.

## SUMMARY

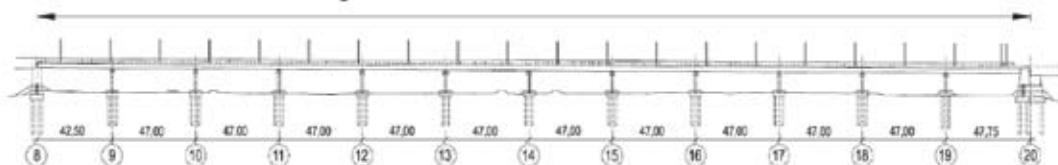
### THE CONSTRUCTION OF THE MEGYERI BRIDGE

The paper describes the construction process of the bridge. The construction site was opened in February 2006 and the bridge was opened in September 2008. Separate chapters are dealing with the construction of the foundation and the superstructures of the five different bridges. Due to the length of the main bridge, special attention was paid to the monitoring of the temperature and the geometry of the structure during the construction process.

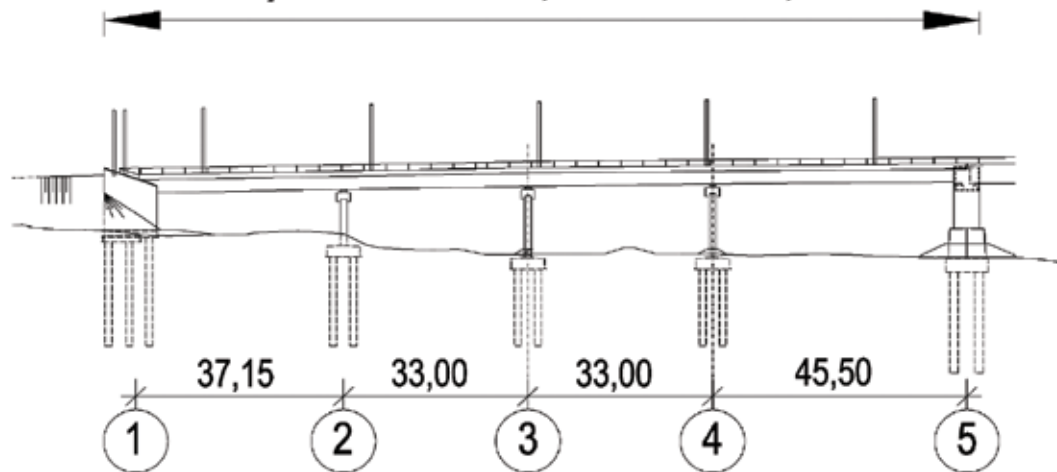
**Jobbparti ártéri híd, hossza: 219,10 m**



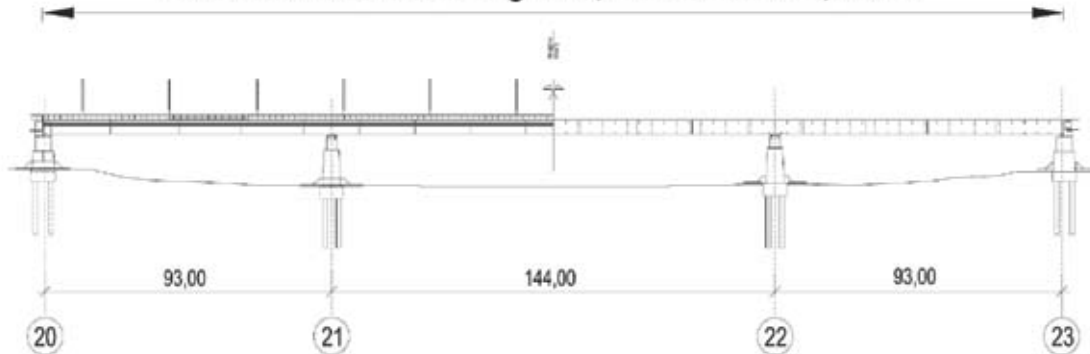
**Szentendrei-sziget feletti ártéri híd, hossza: 560,25 m**



**Balparti ártéri híd, hossza: 149,55 m**



**Szentendrei Duna-ág híd, hossza: 331,20 m**



# A MEGYERI HÍD VASBETON SZERKEZETEINEK KORRÓZIÓVÉDELME

BENEDEK BARBARA<sup>1</sup>

A jelenleg hatályos hazai és nemzetközi előírások szerint a végleges hidakat száz év élettartamra tervezzük és építjük, megfelelő üzemeltetés és fenntartás mellett. Ez alól nem kivétel a Megyeri híd sem. Sőt, a követelmények, melyek elé az építető állított bennünket, sok esetben szigorúbbak voltak a szabványok előírásainál. Talán lehetne túlzásnak nevezni, de hát mégiscsak Magyarország első ferdekábeles hidjáról van szó. A vasbeton szerkezetek tartósságával évtizedek óta rangos hazai és nemzetközi konferenciák foglalkoznak. Az egyik álláspont szerint a leghatásosabb és leggazdaságosabb védekezés a korrózió ellen a lehető legtömörebb beton készítése és a betontechnológiai követelmények szigorú betartása. Ezt nevezzük elsődleges megelőző, vagy rövidebben *primer védelemnek*. A másik álláspont szerint a külön nem védett betonba a korróziót okozó anyagok így is behatolnak, tehát valamilyen módon meg kell gátolni, hogy ez bekövetkezzék. Ezt nevezzük másodlagos megelőző, vagy *szekunder védelemnek*. A jelenlegi hidépítési szabályzatokban mindkét fajta védekezési mód kötelezően elő van írva.

## PRIMER VÉDELEM

A szerkezetek minősége (elsősorban szilárdsági osztálya) már a tervezőasztalon eldőlt, egyrészt a statikai méretezés során, másrészt az utógumi műszaki előírásban megfogalmazott minimális betonosztályok figyelembevételével. A betontechnológus feladata a minden – tervezői, technológiai, tartóssági – követelménynek megfelelő betonkeverékek kidolgozása. Nincs két egyforma feladat. A cölöpöket víz alatt kellett betonoznunk, az alaptestek, pillérek általában nagy tömegűek is. A felszerkezetek esetén pedig sorakoznak a technológiai követelmények: a betonkeverék eltarthatósága, a hideg vagy meleg építési környezet, a gyors kezdeti szilárdulás igénye, a feszíthetőség követelményei, és végül de nem utolsósorban a felületi követelmények.

A híd építése során összesen 130 ezer m<sup>3</sup> vasbeton szerkezetet készítettünk. A projektet négy betongyár szolgálta ki. Mivel a legközelebbi híd az Árpád híd, a Duna mindkét partján szükségünk volt betonüzemekre. Mindig egy fő- és egy tartaléküzemmel dolgoztunk, de ezen a projekten a klasszikus értelemben vett tartaléküzem nem volt. Minden üzem folyamatosan felváltva, vagy (néha, ha a kapacitás úgy kívánta) együtt dolgozott. Erre azért is volt szükség, mert a hidépítési betonok egyetlen betongyár számára sem tartoznak a rutinfeladatok közé. Ha a tartaléküzemek keverőmesterei nem tanulják meg, hogyan kell ezekkel a keverékekkel dolgozni, akkor egy esetleges meghibásodás esetén nem tudnak megfelelő minőségben, megfelelő ütemezéssel kiszolgálni bennünket.

Ma Magyarországon, aki betont rendel, készít, forgalmaz, beépít, nincs egyszerű helyzetben. A szabványok megváltozott jogi helyzete, valamint a szabványosításnak ez az átmeneti időszaka nagyobb körültekintést igényel a követelmények pontos megfogalmazásánál. A közutakon végzett munkákon a követelményeket egyértelműen megfogalmazza az utógumi műszaki előírások rendszere (1. táblázat).

1. táblázat: A híd építése során alkalmazott utógumi műszaki előírások

ÚT 2-3.414:2004	Közúti hidak tervezési előírásai IV. Beton, vasbeton és feszített vasbeton közúti hidak tervezése
ÚT 2-3.402:2000	Közúti hidak építése I. Beton, vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezetek építése
ÚT 2-2.203:2003	Közúti hidak korrózióvédelme I. Betonszerkezetek primer (technológiai) védelme

2. táblázat: Követelmények az M0 északi Duna-híd betonösszetételére

Víz-cement tényező	v/c=0,4–0,45
Adalékanyagváz	az adalékanyag A és B határgörbéi között legyen
Szemnagyság	vasbeton szerkezeteknél max. 24 mm
Alkalmazható cementfajta	CEM I 42,5 és CEM I 32,5
Cementtartalom, legalább	300 kg/m <sup>3</sup> (CEM I) (vízaltati betonoknál 400 kg/m <sup>3</sup> )
Cementtartalom, legfeljebb	400 kg/m <sup>3</sup> CEM I 42,5 450 kg/m <sup>3</sup> CEM I 32,5
Számított kloridion-tartalom (a cement tömegére vonatkoztatva)	max. 0,2%

3. táblázat: Követelmények az M0 északi Duna-híd adalékanyagára (Csak mosott és osztályozott homokos kavics adalékanyagot szabad felhasználni!)

Szemmegoszlás, finomsági modulus	Feleljen meg az MSZ 18 293:79 előírásainak
Szemalak	<20 tömeg% lemezes és hosszúkás szem
Agyag- és iszaptartalom	< 3 térfogat%
Vegyiszenyeződés (szulfátion-tartalom)	< 0,1 tömeg%
Kloridion-tartalom (összetevők mért kloridion-tartalmán alapuló számítás szerint)	max. 0,2% (a cement tömegére vonatkoztatva)
Alkáli-érzékenység	MÉASZ ME 04.19:1995, 11.2. ábra

<sup>1</sup> Minőségbiztosítási főmérnök, Hidépítő Zrt. e-mail: benedek.barbara.hid@mail.datanet.hu

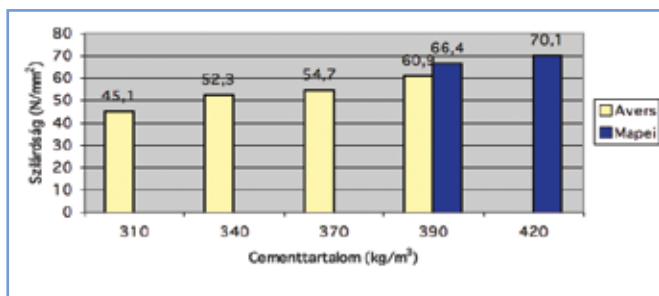


#### 4. táblázat: A keverővízzel szemben támasztott követelmények

Szulfáttartalom	<3600 mg/l
Kloridion-tartalom	<500 mg/l
Szervesanyag-tartalom	<400 mg/l
pH-érték	6<pH<9

Az 1. táblázatban hivatkozott utügyi előírások követelményeit az MO északi Duna-híd betonjaira a 2.–4. táblázatok mutatják. A cementeknek az MSZ EN 197, az adalékszereknek pedig az MSZ EN 934-2 termékszabványban megfogalmazott követelményeket kell kielégíteniük.

A gyártási (keverési) technológia és a receptek helyességének igazolásához próbakeverést kell végezni. Ha egy keverék-összetételt elfogadtak, nem szabad további változtatásokat végrehajtani a keverési arányokban, vagy bármely összetevő típusában, vagy származási helyében. A minősítő vizsgálati eredményeket az 5. táblázatban foglaltuk össze.



1. ábra: Cementtartalom és az adalékszer típusának hatása a szilárdságra

A próbakeverések tapasztalatai:

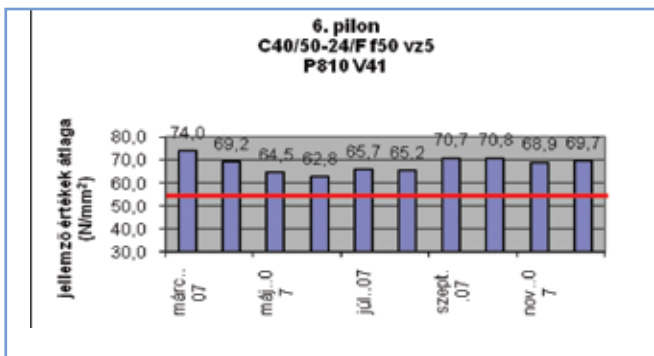
- négy üzem, azonos feltételek, oldalanként azonos alapanyagok mégis a négy eredmény nagy szórást mutat,
- biztonság,
- cementtartalom (CEM I 42,5 N) és szilárdság összefüggése (az 1. ábra szerint 340 és 370 kg/m³ adagolás között érdemben nem növekedett a szilárdság),
- 4. generációs adalékszerek: újszerű hozzáállás mind az üzemekben, mind a munkahelyeken.

A biztonság meghatározásánál a minőség-ellenőrzés tapasztalatai alapján a 130% bizonyult reálisnak. Azokat a betonkeverékeinket, amik ezt nem érték el, újraterveztük, és újraminősítettük. A transzportbeton gyártása, szállítása, bedolgozása a mai technológiai fejlettség szintjén a reálisan és még gazdaságosan elérhető betonminőség körülbelül a C50/60 szilárdsági osztály. Ezen a munkán a feszített vasbeton szerkezetek készítésénél ezeket a határokat feszegettük. Az üzemek ebben a szilárdsági tartományban már igen nagy szórással dolgoznak. Komolyabb üzemi gyártástechnológiai fejlődés nélkül nagyobb előrelépés nem lehetséges.

A kivitelezési munkával párhuzamosan haladt a minőség-ellenőrzés. A vizsgálati eredményeket folyamatosan feldolgoztuk, statisztikákat készítettünk, hogy kiszűrjük, hol van olyan eltérés, amit kezelni kell. Ezt a rabszolgamunkát senki sem szereti, mégis nagyon hasznos. Könnyedén kideríthető, ha egy munkahelyen a mintavételt rosszul végzik, ha deformálódtak a mintavételi sablonok, vagy rossz a rázóasztal. Ezek ugyan „csak” technikai hibák, de könnyedén megállapítható az is, ha valamelyik betonüzem nem az elvártak szerint teljesít, ha önkényesen változtatott az összetételen, vagy éppen műszaki problémája van. Az adatok a változást mutatják, az okok kiderítése már nyomozómunka. A minősítő vizsgálati eredmények 28 nap után érkeztek meg hozzánk, de ha felhasználjuk a tájékoztató törési eredményeket is,

#### 5. táblázat: Próbakeverések összefoglaló eredményei

Keverék	Cement-tartalom (CEM I 42,5) kg/m³	Adalékszer	Jobb part (budai oldal)		Bal part (pesti oldal)		Próba-keverések átlaga	Minősítő érték ÚT 2-3.414 szerint Rbk	Bizton-ság %
			Holcim Pomáz	TBG Pomáz	Holcim Rákospalota	TBG Dunakeszi			
			Rk						
C20/25-24/F	400	1. és 4. generációs folyósítószer kombinációja	48,50	44,70	52,20	53,30	49,70	27	184
C20/25-24/K	310		31,10	44,90	56,80	47,60	45,10	27	167
C20/25-24/K szulfátálló (CEM I 32,5 SR)	320		38,00	46,00	–	–	42,00	27	156
C30/37-24/K f50 vz5	340		51,80	52,70	61,30	43,20	52,30	40	131
C35/45-24/K f50 vz5	370		52,70	52,90	58,70	54,50	54,70	49	112
C40/50-24/K f50 vz5	390		56,80	58,20	63,80	64,90	60,90	54	113
C40/50-16/K f50 vz5	400		60,00	59,00	63,10	59,70	60,50	54	112
C35/45-24/K f50 vz5	390	Csak 4. generációs folyósító	59,90	61,90	75,70	68,10	66,40	49	136
C40/50-24/K f50 vz5	420		75,10	61,70	74,00	69,60	70,10	54	130



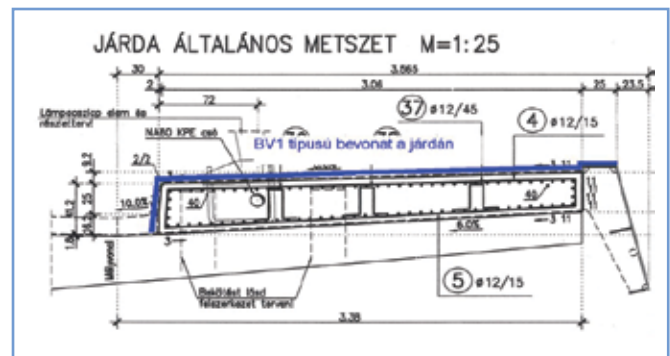
2. ábra: Szilárdságvizsgálati eredmények

jóval korábban jutunk hasznos információkhoz. A feszítésnek feltétele, hogy meggyőződjünk arról, hogy a beton megfelelő szilárdságú-e, ebből adódóan 1-2 napos eredményeink is szép számmal voltak. A beton ebben a korai szilárdulási stádiumban sokkal érzékenyebben reagál a legkisebb változásra is, így az első figyelmeztetés még időben érkezik.

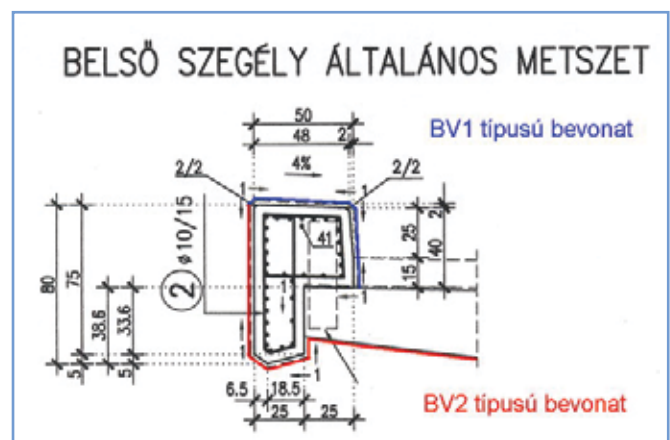
Egy kis statisztika példaképpen: Jól megfigyelhető a nyári hónapokban a nyomószilárdság visszaesése, (2. ábra) erre felhívom minden, betonnal foglalkozó kolléga figyelmét. Ezt a jelenséget annak ellenére is tapasztaltuk, hogy keverékeinkben a folyósítószer adagolását az évszakok függvényében folyamatosan igazítottuk az élethez. Hasonlót kollégáink más projekteken is tapasztaltak az elmúlt években, betongyártól függetlenül. Az eredményekből jól látszik, hogy a pylonbetonok nyomószilárdsága jóval magasabb a követelménynél, ennek ugyan technológiai



3. ábra: Pilonépítés



4. ábra: BV1 típusú bevonat járdán



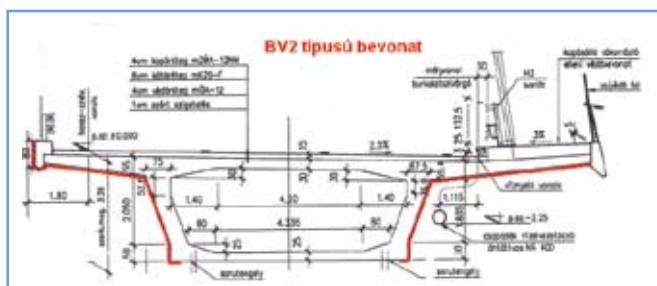
5. ábra: BV1 és BV2 bevonat kiemelt vasbeton szegélyen

oka van, de azt hiszem, senki sem bánja, annak ismeretében, hogy a pylon nem kap semmilyen korrózió elleni bevonatot (3. ábra). Anyagában kell ellenállni a környezet minden károsító hatásával szemben. A szigorúbb betontervezési követelményrendszer, a kötelező próbakeverések, a szigorúbb mintavételi gyakoriság, mind azt a célt szolgálja, hogy nagy biztonsággal készítsünk tartós vasbeton szerkezetet.

## SZEKUNDER VÉDELEM

Másodlagos védelem a korrózióknak erősebben kitett szerkezeteken (sózás, légszennyezés) szükséges. Ez a fajta védelem általában valamilyen bevonatot jelent. Felhordása leginkább a kiemelt vasbeton szegélyeken és járdákon, a felszerkezetek oldalán, és szükség szerint a pillérekben, és a hídfőkön indokolt. A sózásnak leginkább kitett felületek védelmére BV1 típusú (ÚT 2-2.206) repedésáthidaló, műgyanta alapú, kopásálló, érdesített, járható bevonatot használtunk, mely ellenáll a pára- és a széndioxid-diffúzióknak. BV1 bevonat került a vasbeton járda függőleges és vízszintes felületeire, az acélszegély felső síkjára is ráhajtván, valamint a belső oldali vasbeton szegély belső függőleges és vízszintes felületeire (4. és 5. ábra).

Nagyobb mennyiségben használtunk fel BV2 típusú bevonatokat. Ezek rugalmas műgyanták, melyek páraáteresztők, de a széndioxid-diffúzióknak ellenállnak. BV2 típusú bevonat került a vasbeton felszerkezeteken a konzol aljára és a szekrénytartók függőleges felületére (6. ábra), és még egy kis plusz védelem a pylon tetejére. A felső néhány méteren a vasbeton szerkezet bordázott (7. ábra). Az építés közben felmerült, hogy a hó, a jég ezeken a bordákon meg tud ülni. A nagy magasság miatt ezek a részek nehezen ja-



6. ábra. BV2 típusú bevonat vasbeton felszerkezeten



7. ábra: Pilon felső bordázata

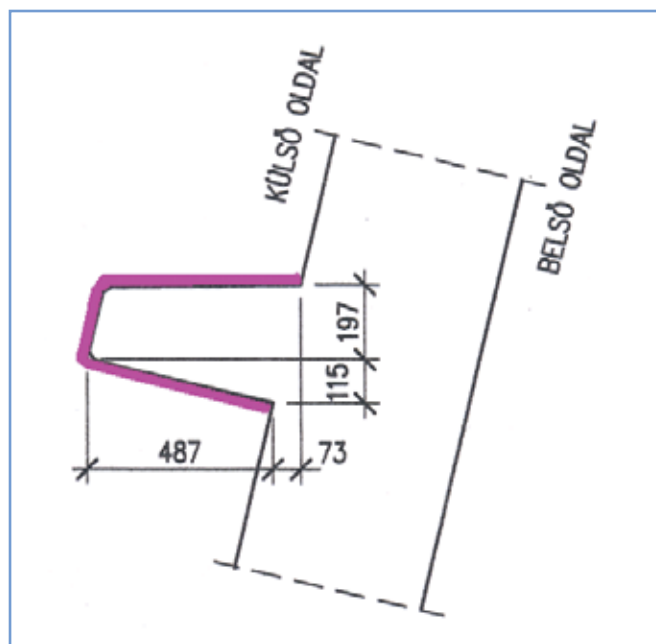
víthatók. Így ezeket a felületeket elláttuk egy kristályosodás elvén működő impregnálással, ezzel a felületet még tömörebbé tettük, hogy lelassítsuk a betonkorróziót (8. ábra).

Ez a híd különlegesen sokféle technológiát vonultatott fel a kivitelezés során. A helyes technológia betartása a változatos, időn-

## QUALITY ASSURANCE OF STEEL STRUCTURES OF THE MEGYERI BRIDGE (PAGE 26)

### B. ÁJPLI

Utiber Transport Consulting Management Ltd. has been working on the preparation and management of the bridge construction project since 2004. The article summarises the problems faced in connection with the steel structures in the preparatory stage. The system of quality assurance and the method of destructive tests on welds undertaken by independent control bodies during welding on site are also described. The pre-assembly/assembly process and the differences between the welding techniques applied on the two sections of the bridge are outlined in brief. The article gives an account of difficulties encountered in site supervision and corrosion protection.



8. ábra: Impregnálás a bordákon

ként szélsőséges viszonyok közepette nagy erőpróba minden kivitelezésben dolgozó kolléga számára, hiszen a követelmények betartásáért mindannyian felelünk. A korróziót kizárni nem lehet, de a sebességét jelentősen csökkenteni igen. A projekt valamilyeni szereplője mindent megtett azért, hogy valóban tartós mérnöki műtárgy készüljön.

## SUMMARIES

### CORROSION PROTECTION OF THE CONCRETE STRUCTURES OF THE MEGYERI BRIDGE

The corrosion protection has two approaches. Primary protection means to find a concrete mix design with high resistance to corrosion. As the bridge consumed about 130 thousand cubic meters of reinforced concrete, the mix design was of crucial importance. A special difficulty occurred as the specification system of concrete was changing during the construction process. At locations where the structure is more exposed to salt or other chemicals, secondary protection was applied in form of various coatings.

### QUALITY ASSURANCE OF CONCRETE STRUCTURES OF THE MEGYERI BRIDGE (PAGE 29)

#### R. RITTERWALD – I. TÉGLÁS

The M0 Northern Danube Bridge project means more than a simple provision of a facility to bridge over River Danube. The 130 000 m<sup>3</sup> of concrete used for the purposes of the project also served the widening of a bridge over a creek, a link to Road 11 bridging over a roundabout, the construction of a smaller bridge to pass over Üdülőtelepi út and a cast-in-situ one at the intersection at Váci út as well as of protecting facilities over gravity canals on the area belonging to the Water Works plant and other structures of water engineering.

# A MEGYERI HÍD ACÉLSZERKEZETI MUNKÁINAK ELLENŐRZÉSE

ÁJPLI BÉLA<sup>1</sup>

## ELŐZMÉNYEK

Cégünk, az Utiber Kft. 2004 óta foglalkozott az M0 északi Duna-híd építésével, a készülő kiviteli tervek így már a mi észrevételeinket is tartalmazhatták. A Duna főága ferdekábeles hídszerkezetének terv-észrevételezésében részt vettek az általunk felkért dán COWI A/S szakemberei. Mivel az említett cég mérnökei tervezték a Dánia és Svédország közötti Øresund hidat, és üzemeltetőként is ismerik a ferdekábeles hidak sajátosságait, rendkívül hasznos tapasztalatokat oszthattak meg a magyar kollégákkal.

## ELŐKÉSZÍTÉS

Az acélszerkezetek terveinek készítését követően is számos kérdést kellett tisztáznunk, például az alapanyagok minősége és a bizonylatolás tekintetében. A kiírás időpontjára megváltozott a bizonylatok szabványa (MSZ EN 10 204:2005), eltűnt a korábbi gyakorlatból ismert 3.1.B műbizonylat (bár a későbbiekben is előfordult még, hogy ilyen bizonylattal szerezték be lemezeket). A megkövetelt bizonylatok az új előírás szerinti 3.1-es típusú műbizonylatok lettek, és mint az szakmailag elfogadott gyakorlat, roncsolásos anyagvizsgálatokkal nem ellenőrzik külön az anyagok minőségét. A 3.1. típusú bizonylatok, bár szakértői ellenjegyzéssel készülnek, napjainkra számos esetben bizonyították, hogy sajnos nem hagyatkozhatunk nyugodt szívvel rájuk. A napi hidépítési gyakorlatban a hegesztés ellenőrzésére alkalmazott nagyszámú roncsolásos gyártásközi vizsgálat azonban némi ellenőrzési lehetőséget biztosít a beszerzett alapanyagok minőségének tekintetében is. Az M0 északi Duna-híd gyártása és szerelése során nem-megfelelő minőségű lemezt nem találtunk.

2005-ben megváltozott az acélok szabványos jelölése is, eltűntek a G2, G3 alcsoportok, amelyeket a terveken kiírtak, tisztáznunk kellett, hogy mit várunk el helyettük. A nyertes ajánlattevővel folytatott szakmai egyeztetés nyomán a J2 +N, K2 +N minőségi követelményt rögzítettük, vagyis a hengerműveknek normalizálniuk kellett az általunk vásárolt alapanyagot, ami bár a legtöbb esetben az S355 J2 és K2 minőségnél már a gyártástechnológia részeként megtörténik – hiszen a G3 alcsoportban ez követelmény volt –, a kiírás kapcsán azonban kötelező lett ennek elvégzése és dokumentálása.

A beszerzett alapanyagok szívósságát jellemző ütőmunkaértékek a mínusz 20 °C-on megkövetelt 27 J helyett (S355 J2) többnyire 100 és 150 J feletti értéket mutattak (ISO-V próbatétel). Érdekes tapasztalat volt, hogy bár mindössze néhány esetben fordult elő 50 J alatti ütőmunkaérték, ami még mindig közel kétszerese a szabványkövetelménynek, a gyártásközi hegesztési próbák során már kisebb probléma adódott velük. Például a pályalemez német származású anyagánál a keresztirányú ütőmunka csak 26J körüli volt, az 50J-os hosszirányú mellett. Az ilyen táblából hosszirányú elhelyezéssel kivágott próbatesteken természetesen a hőhatás-övezeti ütőmunka sem hozta a várt értékeket, hiszen keresztirányú ütőmunka-vizsgálatot jelentett az alapanyag. Az e jelenséget felszínre juttató

vizsgálat ellenőrzése során szemléletesen bemutattuk, hogy a gyártástechnológiából eredő szövetszerkezeti irányítottság még a normalizálás finom szövetszerkezete mellett is jelentős inhomogenitást eredményez az anyag szívósságában.

Az M0 északi Duna-híd mindkét mederhídja tisztán hegesztett kialakítású, minden helyszíni és gyári illesztése hegesztéssel készült. A tervek a jól ismert tervezői gyakorlat szerinti megjegyzéssel: teherhordó „B”, alárendelt „C” minőség – elintézik a varratminőségek megadását, szükséges volt azonban tovább részleteznünk, mely varratokra írjuk elő az ütügyi műszaki előírásban rögzített lényegesen magasabb vizsgálati követelményeket. A dunaújívárosi Duna-híd gyakorlatából megismerten átvettük végül azt a felosztást, ami nagy vonalakban az elemek hosszirányú toldóvarratait „C”, míg a keresztirányú varratait „B” minőségűnek tekinti. (Kivételek természetesen vannak, például a gerinclemezek nyakvarratai „B” minőségűek.)

Komoly szakmai vitát váltott ki a munkálatok megkezdésekor, alkalmazhat-e acél alátétszalagot a kivitelező az egy oldalról hegesztett varratok gyökmegettámasztásához. Bár a dunaújívárosi Duna-híd kivitelezésekor már kerámia alátéteket alkalmazott minden gyártó cég, az északi M0-hídnál az acél alátétszalag alkalmazásának engedélyeztetését próbálta elérni a gyártó, hivatkozva arra, hogy előírásaink nem tiltják az alátétszalag alkalmazását. A tenderkiírás mindenestre kizárta az alátétszalag alkalmazásának lehetőségét, így a lényegesen kedvezőbb tulajdonságokat eredményező kerámialátétes gyökmegettámasztást alkalmazták.

## ÁTTERVEZÉS

A 2006. januári munkaterület-átadást követően a nyár végén megkezdődhetek a gyártás munkálatai a Szentendrei-Duna-híd elemein, a főági híd alapanyagainak rendelése azonban késett. Ennek oka a kivitelező áttervezési szándéka volt, melynek újító ötleteivel a tervezők a szerkezet módosításán dolgoztak. Az építetető elé tárt tervek végül a zárt szekrényes hossztartók helyett nyitott gerincű hossztartókat tartalmaztak, és acélangy megtakarításának esetleges lehetőségét vázolták fel. A mérnök szerepkörét ellátó szakemberek nem tudtak osztozni az áttervezés gondolata által kiváltott lelkesedésben, álláspontunk szerint számos jogi és műszaki problémát vetett fel a módosítás, ráadásul a szerződéses véghatáridő közelsége nem adott lehetőséget ekkora volumenű átdolgozásra, köztük a véleményünk szerint szükséges új szélcsatorna-vizsgálatra és az ismételt független statikai ellenőrzésre. A kialakult helyzetet végül az oldotta fel és zárta le, hogy a közlekedési felügyelet jogi állásfoglalása szerint az áttervezés új engedélyezési eljárás lebonyolítását igényelné, egyszóval a megvalósítást ellehetetlenítené.

## MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A teljes körű minőségbiztosítás megvalósítása érdekében a kivitelező konzorcium mindkét tagja és a jelentősebb alvállalkozók

<sup>1</sup> Létesítményi főmérnök, Utiber Kft., e-mail: ajpli@utiber.hu

is valamennyien auditált minőségbiztosítási rendszert üzemeltettek, valamint minőség-ellenőrző és -vizsgáló szervezetet működtettek, illetve alkalmaztak.

Az építető a minőségbiztosítás érdekében alkalmazta egyrészt a munkálatokat folyamatosan felügyelő mérnök szervezetet, valamint építetői független minőség-ellenőrzést, ún. kontrollvizsgálatokat végeztetett az állami beruházásokra e feladatra kijelölt intézménnyel (Magyar Közút Kht.).

A kontrollvizsgálatokat végző MK Kht. az acélszerkezetek gyártása és szerelése vonatkozásában az ÉMI Kht.-t mint akkreditált alvállalkozó szaklaboratóriumot alkalmazta. Az ÉMI a roncsolásos varratvizsgálatokat további laboratórium bevonásával, az ÁÉF-laborral együtt végezte. Az alkalmazott laborok tekintetében lényeges szempont volt, hogy a kivitelezőtől függetlenek legyenek, vagyis a kontrollvizsgálatokat nem végezte olyan labor, aki a kivitelező megbízásából is végzett vizsgálatokat.

Az építető a kontrollvizsgálatokon felül szakfelügyeletet is rendelt a Magyar Közút Kht.-tól. Ezt a szakértői tevékenységet az MK Kht. a KTI bevonásával végezte el.

Az említett ellenőrző szervezetek között jó együttműködés alakult ki, a vizsgálatok után a mérnök telefonon vagy személyesen értesítést kapott az ellenőrzések eredményeiről, majd a vizsgálatok elkészülő jegyzőkönyveit is rövid úton megkapta, hogy az esetleg szükséges intézkedéseket időben foganatosíthassa.



1. ábra: Gyártásközi hegesztési próba készítése



2. ábra: Merevítőtartó szekrényeinek hegesztése forgatópadban

A munkálatok megkezdése előtt egyeztetettük a roncsolásos ellenőrző vizsgálatokat és a kontrollvizsgálatokat, hogy milyen módon és milyen mennyiségben ellenőriztessük a kivitelezővel, és tőle függetlenül is az acélszerkezetek gyártását. Ezen vizsgálati mennyiségekre nem szerepel konkrétum egyetlen előírásunkban sem, mennyiségét a nyílásonkénti bizonylatolás, minősítés igénye, és az elfogadott napi gyakorlat határozta meg. Az egyeztetések végeredményeként viszonylag nagyszámú roncsolásos vizsgálatot irányoztunk elő, de az M0 északi szektor beruházása előtt megkezdett dunaújvárosi híd építésének gyakorlatától eltérően a gyártásközi hegesztési próbák nem készültek duplázott méretben, és a gyártónak nem kellett a fél próbalemezeket megőriznie későbbi vizsgálatokra. Ahol fel is merült később valamilyen gyanú vagy probléma, ott annak kivizsgálásához minden esetben elegendőek voltak a próbatételek maradt anyagok, utólag sem látjuk szükségét a duplázott próbatételeknek.

A roncsolásos varratvizsgálatok gyártásközi hegesztési próbalemezei a mérnök képviselőjének jelenlétében készültek (1. ábra), ahol az fizikailag lehetséges volt, ott a szerkezet valamely varratának folytatásában, ahol ez nem volt lehetséges, ott a szerkezeten készülő varrat mellett, azzal azonos körülmények között (2. ábra). A roncsolásos vizsgálatokat ezután a gyártó által megbízott akkreditált vizsgáló laboratórium végezte a próbalemezekben. Ezekből a hídnyílásonként elkészített próbatételek sorozatokról függetlenül készültek a kontroll-laboratórium számára hegesztett próbalemezek, melyek gyártása szintén a mérnök felügyelete mellett folyt.

## SZERELÉSTECHNOLÓGIA

Az acélszerkezetű Szentendrei-Duna-híd és a főág hídja elemeinek előszerelése – csakúgy, mint a közelmúltban gyártott Duna-



3. ábra: A csepeli előszerelőterület munka közben



4. ábra: A Szentendrei Duna-ág híd egységének vízre tétele Csepelen

hidaknál – a Ganzacél Zrt. csepeli területén történt (3. ábra). A Szentendrei-Duna-híd esetében az elemek összeállítása és egymáshoz toldása nyomán teljes hídnylásokat: 120,6/126,1/84,5 m hosszúságú úsztatási egységeket állítottak össze, majd úsztaták a helyszínre (4. ábra). Mivel külön hídként épült a jobb és a bal pálya, összesen hat ilyen úsztatási egységet szállítottak ki.

A főág hídjának tervezett szereléstechológiájából eredendően a merevítőtartó elemeit csak 6–10–12 m hosszúságú, de mindkét pályát magába foglaló teljes keresztmetszettel állították össze.

A csepeli terület korlátozott méretei a hídgeometria adottságaiból és a tisztán hegesztett kialakításból adódó nehézségeken felül további nehezítést jelentettek a főág hídjának összeállítási folyamatában, és meglehetősen bonyolult organizációs feladatot eredményeztek. Az egymást követő elemeket nem próbálhatták össze a korábbi gyakorlatból ismert előszereléssel, hanem egymástól függetlenül gyártották le azokat, és a Duna felett, a Clark Ádám úszódaru által felemelt helyzetben találkoztak először a megelőző elem lemezeivel.

Az előszerelés ezen módszerét az első elemek összeállítása után sikeres előszerelő-telepi illesztési próbával ellenőriztük. A későbbiekben azonban felváltva készültek a pilon meder felőli és part felőli oldalára a következő elemek, mindez ráadásul a két pilonhoz megduplázva, így nem volt lehetőség a következő elem készítéséig az előző elemet hasonló összeillesztési próbához visszatartani. Szerencsére a keresztmetszeti adottságok, a viszonylag karcsú szerkezet alakíthatósága lehetővé tette a kisebb eltérések kezelését, és nagyobb probléma nélkül sikerült az 51 elemet a helyszínen összeilleszteni.

## HEGESZTÉSTECHNOLÓGIA

A hídépítési gyakorlat napjainkra átalakult, a korábbi szegecselt, később csavarozott szerkezetek után a hegesztéstechnológia és az alapanyagok gyártástechnológiájának fejlődésével a hídépítő szakma egyre inkább a hegesztéssel történő illesztések felé fordult. A szoros kivitelezési ütemezésre és a feladat nagyságrendjére való tekintettel a nyertes konzorcium két külön alvállalkozóval szerződött a két mederhíd gyártására és szerelésére, a hidak szerkezeti különbségein, és a szerelés tervezett technológiáján kívül így a hegesztési technológia is lényegesen különböző volt a két híd esetében. Míg a főág hídjának szerelése konzervatívabb, addig a Szentendrei-Duna-híd szerelése látszólag költségesebb, és újszerűnek mondható hegesztéstechnológiával készült. Mivel a fedettívű hegesztésre a nagy termelékenység, a hegesztett kötések biztos minősége, valamint a helyszíni körülmények melletti munkavégzésre való alkalmasság egyaránt jellemző, ahol az lehetséges volt, mindkét gyártó előszeretettel alkalmazta az eljárást, bár különbségek ezen technológián belül is adódtak. A pályalemez hegesztését mindkét kivitelező fedettívű eljárással végezte, tömör huzalok alkalmazásával. Az egyéb varratok készítése, a fenéklemezek és a pozícióhegesztési feladatot jelentő gerinclemez toldás, illetve a trapézbordák illesztésének hegesztése a két híd esetében már lényegesen eltért. Így adódott, hogy egy beruházáson belül két nagyon hasonló gerinclemez toldóvarratánál ellenőrizhettük a bevont elektródás kézi ívhegesztés munkálatait, az elektródák szárítását, kezelését éppúgy, mint a portöltetű huzalok fogyóelektródás alkalmazását, gázvédelemmel kombinálva.

A portöltésű hegesztőhuzalok alkalmazásán kívül több más újszerű hegesztéstechnológiai eljárást alkalmaztak az MO északi Duna-híd beruházáson, a főág hídjának esetében a gyöksor fogyóelektródás hegesztése több helyen impulzusív eljárásval-



5. ábra: Trapézborda nyakvarrat hegesztése fedett ível

tozattal készült, míg a Szentendrei-Duna-híd pályalemezét merevítő trapézbordák felhegesztését portöltetű huzalal kombinált fedettívű hegesztéssel végezték (5. ábra).

## HELYSZÍNI MUNKAVÉGZÉS

A helyszíni szerelésen rendkívüli nehezítést jelentett, hogy a főág hídja szerelésének jelentős munkamennyisége a 2007/2008. évek fordulójára, téli időszakra esett, és nagyon komoly erőfeszítéseket kívántak a Duna felett a téliesítési feladatok. A minőségbiztosítás tekintetében meglehetősen kockázatos időszak következett, tovább rontva a helyzetet a munkavégzés intenzitásának növelésével, melyre a vésszesen közelgő véghatáridő kényszerítette a kivitelezőt. A gyorsítás éjszakai műszakok bevezetését is igényelte, ahol a téli hideg, és a munkavégzők fáradtsága, valamint a vezetés alacsony létszáma nagy nehézséget jelentett a varratok megfelelő minőségben történő elkészítése, és e munkavégzés minőségbiztosítása számára. Néhány ilyen próbálkozás után a mérnök az éjszakai munkavégzés tiltására, később komoly feltételek teljesítése ellenében esetenkénti engedélyezésére kényszerült. Az éjszakai műszakok, a rohanó kivitelezési ütem és a téli időjárás együttese eredményezte számunkra a legnehezebb kivitelezési időszakot.

## KORRÓZIÓVÉDELEM

A korrózióvédelem tárgyköre volt a beruházáson a legparázslóbb viták színtere. A konzorcium ajánlatában szereplő bevonatrendszer hosszas egyeztetések után megváltozott, mind gyártóját, mind az alapozóréteg típusát tekintve. Heves viták kísérték a teljes korrózióvédelmi rétegrend gyártóművi felhordásának szándékát is. Miután ezen vitákon túljutva a korrózióvédelmi munkák peremfeltételeit meghatároztuk, fennakadtunk a festék ÉME-engedélyében előírt felületi érdességének biztosításán. Az előírt  $R_{\text{vs}}=20-40 \mu\text{m}$  érdesség ugyanis annyira finom, hogy a hídépítésben alkalmazott szemcseszórásos eljárással meg sem közelíthető. Hosszas vizsgálódás és egyeztetés után elfogadtuk a kivitelező által felkért korrózióvédelmi szakértők javaslatát, és  $60-100 \mu\text{m}$  érdességtartomány biztosításának igényét rögzítettük, melyet tűs érdességmérő műszerrel mérettünk. Amilyen nehezen indultak a festési munkálatok az egyeztető tárgyalások vitái által elhúzódó kezdéssel, annyira gördülékenyen ment utána a megvalósítás. A hídépítésben már jelentős gyakorlattal rendelkező korrózióvédelmi szakcégek komoly minőségi problémák nélkül, megfelelő ütemben hordták fel az elfogadott bevonatrendszert, esztétikus megjelenést, és mindannyiunk által remélten tartós korrózióvédelmi megoldást eredményezve.

# A MEGYERI HÍD BETONÉPÍTÉSI MUNKÁINAK ELLENŐRZÉSE

RITTERWALD ROLAND<sup>1</sup> – TÉGLÁS ISTVÁN<sup>2</sup>

Az M0 északi Duna-híd projekt nem csak egy Duna folyam feletti áthidalást takar. A beruházás mögött rejlő mintegy 130 ezer m<sup>3</sup> betonmennyiségben benne foglaltatik egy patak-híd szélesítése, egy körforgalmú csomópont feletti átívelés a 11-es út átvezetésére, egy kisebb híd építése az Üdülőtelepi út feletti átjárásra, egy monolit híd készítése a Váci úti csomópontban, védőműtárgyak építése a Fővárosi Vízművek területén lévő gravitációs csatornák feletti közlekedésre és egyéb vízepítési műtárgyak.

A kisebb hidak építése – melyek között található monolit és előregyártott szerkezet is – viszonylag szokványosnak mondható szerkezetek lévén, betontechnológiai és műszaki ellenőrzési szempontból egyaránt rutinszerű feladatnak tekinthető, de nyilvánvalóan nem lebecsülendő, hogy komoly odafigyelést igényel ezeket is pontos, precíz, szép esztétikai megjelenéssel, megfelelő minőségben elkészíteni. A nagy híd öt hídrészből álló szerkezet: bal parti ártéri híd 149,55 m; főági híd 591,00 m; szentendrei-szigeti-híd 560,25 m; Szentendrei-Duna-híd 332,25 m; jobb parti ártéri híd 219,10 m; és hozzá jön még a két hídfő, ezek szélessége 4,45 m. A két meder feletti áthidalás acél felszerkezetű, az ártéri részek szakaszosan betolt vasbeton szerkezetek. A főági híd pilonjai feszített vasbeton szerkezetűek.

A betonok készítésére és szállítására a Holcim–TBG alkotta kkt. szerződött, ők készítették fel mindkét parton betongyáraikat a feladatra. A próbakeverések során tettek tanúbizonyosságot afelől, hogy alkalmasak a feladatra. Pesten és Budán a fő- és tartalékgyárak azonos adalékszerrel, cementtel és adalékanyaggal egészítették ki egymást – erre ilyen mértékű beruházásnál számtalan esetben szükség volt. A szükséges betontípusok racionalizálása után készültek el a betonreceptúrák, majd ezek alapján a próbakeverések, illetve alkalmassági vizsgálatok.



1. ábra: Levésendő cölöpök

A betonok próbakeverésénél mindig előkerülnek az „örök slágerok”: lehet-e adalékolt a cement, a víz-cement tényező mennyi lehet, mivel mosott-osztályozott az adalékanyag, lehet-e pótolni a finomrészt kiegészítő anyaggal, milyen adalékszer legyen.

A jelenleg érvényben lévő útügyi műszaki előírások szerint CEM I, vagy CEM II/A minőségű cement használható. Ennek alapján a cölöpökhöz és cölöpösszefogó gerendákhoz CEM II/A-S 42,5 N típusú cementet alkalmaztunk, a többi szerkezethez sajnos tiszta portlandcement, kiegészítve ezt egyik kishídnál CEM I 32,5 SR szulfátálló cementtel. A víz-cement tényezővel 0,44-ig mentünk el C20/25 betonminőségnél, a szilárdság növekedésével ezt visszavettük, a C40/50 szilárdságnál 0,38-ig. Ehhez természetesen szükség volt folyósítószerre. Ezt kezdetben az Avenarius szolgáltatotta. A technológus javaslatára a harmadik és negyedik generációs adalékszer keverésével csökkenthető volt a folyósítószer nagy hatékonysága, kedvezőbben lehetett vele dolgozni. Majd a felszerkezetek indulásakor ezt a Mapei Dynamon SR3 típusú vegyszere váltotta fel. Tanulság ezzel kapcsolatban, hogy nagyon jó hatékonysággal dolgoznak a negyedik generációsnak mondott „laborvegyszerek”, melyekre nyilván szükség van, de víz hiányában egyik vegyszer sem működik! A munkahelyen való adagolásuk sajnos nem egyszerű, ezért a korrekt bedolgozás érdekében a konzisztencia mértéke megfontolandó. (Természetesen a nagy-szilárdságú betonok más kategóriába tartoznak.) A negyedik generációs vegyszerek igen nagy hatékonyságuk mellett sajnálatos módon a pumpálhatóságot nehezítik. A mosott-osztályozott adalékanyagból a beton szempontjából károsnak mondott agyag és iszap kimosódik, ezeknek pótlása – mivel kiegészítő anyag nem használható hídbetonoknál – csak cementtel lehetséges.

A betonozások indítása azonos forgatókönyv szerint zajlott. A betongyárban történt terülmérések megfelelőisége után a bedolgozás előtt a helyszínen mértük a területet és hasonlítottuk



2. ábra: Kéregelem elhelyezése

<sup>1</sup> Létesítményi mérnök, Utiber Kft., e-mail: ritterwaldr@utiber.hu

<sup>2</sup> Létesítményi mérnök, Utiber Kft., e-mail: teglasi@utiber.hu



3. ábra: Talpgerenda betonozása



4. ábra: Pályalemez betonozása

össze az értékeket, ennek alapján lehetett a következő keverékek konzisztenciáját beállítani. Tapasztalataim szerint az MSZ EN 206-1:2002 szerinti F3 konzisztencia osztály felső határán lévő 46–48 cm terülésű betonokkal lehet mind pumpálhatósági, mind pedig bedolgozhatósági szempontból megfelelően dolgozni.

Érdekesége volt még a munkának, hogy a mederpillérek építéséhez vasbeton kéregelemeket kellett készíteni. A vállalkozó organizációs okok miatt, (az ottani betongyarakra támaszkodva) egy másik munkaterületére, Dunavecseré szervezte a Szentendrei-Duna-híd kéregelemeinek készítését; illetve a Duna magas vízállása miatt egy magasabb partot keresve a Galvani úti munkaterületre helyezte a főági kéregelemek építését. A munkavégzés a cölöpözésekkel indult. Az ártéri cölöpök 120 cm átmérőjűek, a mederben lévők 150 cm-esek, alépitményenként különböző darabszámmal. A pilonok alatt 46 darab 150-es cölöpöt helyeztek el. Több esetben egy-egy cölöp alatt a kiscelli agyagban homokos kavics lencsék kerültek elő, ezért ezeket a cölöpöket tovább kellett fúrni, hogy a cölöptalp az agyagba kerüljön. Folytatódott a munka a cölöpösszefogó gerendák, pillérek, fejezések építésével. A folyamatos műszaki ellenőrzés kiterjedt a geodéziai ellenőrzésre, a betonacél mintavételekre, a zsaluzat és a betonacél pozícióinak ellenőrzésére, illetve a betonbedolgozás és az organizálás ellenőrzésére.

A vasbeton felszerkezetek egységesen szakaszosan betolt, folytatódó szekrény-keresztmetszetű, feszített szerkezetek. Építésükhöz toló támaszokat kellett építeni, a jobb és bal parti híd-

nál a hídfők mögé, a szentendrei-szigeti-hídnál pedig a szélső nyílásban. A különböző hosszúságú felszerkezeti egységek (zömök) hosszirányú feszítése burkolócsőben elhelyezett pászmás kábelekkel történt, utólagos kiinjektálással. A betolás befejezése után szabadon vezetett csúszóbetétes kábelekkel egészült ki a szerkezet. Egy zöm betonozása két ütemben készült, mindösszesen zömönként hétnapos ciklusokban. Először a fenéklemezt betonozták a gerinckel és diafragmákkal, majd utána a pályalemezt. A jobb ártéri híd érdekessége, hogy ívben van, és oldal-esésváltás van a hídon. A szentendrei-szigeti-híd különlegessége, hogy a tolópad 10,0 m magasságban készült el, innen történt a szerkezet tolása, illetve ez az ág is ívben helyezkedik el.

A főági híd pilonjainak építése Magyarországon egyedülálló feladat volt, így az ellenőrzése is komoly figyelmet és állandó jelenlétet igényelt. A mederpillér fejezékében helyezték el a pilon indító betonacéljait és feszítőrúdait. A pilonok feszített vasbeton, szekrény-keresztmetszetű pilonszárakból kialakított „A” betűt formáló térbeli keretszerkezetek. Belül négyszög keresztmetszetűek, felfelé csökkenő falvastagsággal. Feszítésük 40 mm-es, utólag injektált rudakkal történt. A pilonok anyagkiszolgálására száranként a pillérek két végére egy-egy toronydarut telepítettek. Zsaluzására a Peri cég önkúszó rendszerét választotta fővállalkozó. Az átkötő folyosóig 4,07 m-es ütemekkel készült a szerkezet, majd e szint felett a kábelbevezetések miatt csökkent az ütemmagasság. Az induló szinten a jellemző pontok kitűzése nem jelentett gondot. Ezután került felállításra a belső zsaluzat. Ezen zsaluzat felső élén voltak ki-



5. ábra: Pilon feszítőszerelvényei



6. ábra: Pillér és kúszózsaluzat





7. ábra: Pilon szerelvényei



8. ábra: Pilon vasszerelés

jelölve a tervezett beállítási pontok. Majd a betonacél-szerelés kezdődött, a feszítőrudak és burkolócsövek beépítésével folytatódott, végül a külső zsaluzat bezárása történt. Ezek a folyamatok megállás nélkül zajlottak és a műszaki ellenőri jelenlét is folyamatos volt. A zsaluzat mérése, beállítása a partról történt, mintegy 150 m-ről. A vállalkozó és a mérnök geodétája egymástól különböző állásból, de együtt mért és ellenőrzött, így kiküszöbölhető volt a tévedés lehetősége, illetve ha nem egyeztek az adatok, azok visszaellenőrizhetők voltak. A mérés pontosságát 1 cm-re korlátozta a tervező. A zsaluzat pontos beállítása után volt egy szemrevételezés, ez alapján esetleges betonvas-pozíció, mennyiség, vagy betonfedés-kiigazítás, ezután indult a betonozás, az alsó ütemeknél betonpompával, majd fentebb toronydarura akasztott távirányítós nyitású konténer segítségével. Ellenőrizni kellett a parton lévő labornál a beton minőségét, konzisztenciáját, majd a bedolgozást egyaránt. Előzetes kísérletek után, 24 óra múlva Schmidt-kalapácsos roncsolásmentes vizsgálattal kellett ellenőrizni, hogy megvan-e a tervező által megkövetelt  $26 \text{ N/mm}^2$ -es kizsaluzhatósági szilárdság, majd pedig amelyik ütemnél szükséges volt, próbakockán végzett törésvizsgálattal kellett igazolni a  $32 \text{ N/mm}^2$ -es minimális szilárdságot a feszítéshez. Ha ezek megfeleleltek, folytatódhatott a munkavégzés. Az átkötő folyosó szintje felett a szárazban a kábelbevezetések miatt földemek is épültek, ezekben helyezték el a kábelfogadó acélszerelvényeket. Így épült a pilon a szerkezeti gerenda tetejétől 99,68 m szintig, és erre került egy 8,32 m magas irányfény árbc.

Betontechnológiai szempontból említést érdemel a pilon felső részén elhelyezkedő bordázat betonja is. A zsaluzatban akaratlan volt vibrálás szempontjából hozzáférhetetlen részek. Ezek miatt szükség volt egy kisebb szemmagyságú, nagyobb képlékenységgel – meg sem merem említeni, de közel öntömörödő – beton tervezésére. Nyilvánvalóan a C40/50 szilárdság megtartásával! Erre készült egy 16-os szemmagyságú, emelt vegyszertartalmú, 430 kg CEM I 42,5 cementet tartalmazó keverék F4-es konzisztenciával.

Összességében ennek a Magyarországon egyedülálló beruháznak a betonjaival és betonozásaival kapcsolatban elmondható, hogy különösebb probléma nélkül dolgozták be a már említett 130 ezer  $\text{m}^3$  betont. Ráadásul nem mindennapi körülmények között és igen nagy szilárdsággal. Ez mindenképpen az ebben részt vevő cégek és személyek hozzáállásának és munkájának köszönhető.



9. ábra: Pilonkonzol



10. ábra: Esti kivilágítás

# A MEGYERI HÍD AZ ÉPÍTETŐ HÍDMÉRNÖKÉNEK SZEMÉVEL

SZTRAKAY JÓZSEFNÉ<sup>1</sup>

Az első magyar közlekedési miniszter szavai irányt mutatnak: *„Arrul tán senki sem kételkedik, hogy jól rendezett közlekedések mindenfelé emelik a birtok becsét, fölélesztik – mert jutalmazták – a szorgalmat, sokszorozzák a jövedelmet, s ez által tehetősbé teszik a nemzetet, s ez most mindenkifelett, mire törekednünk kell.”* (gróf Széchenyi István)

Az M0 autópálya északi szektora 2. és 11. sz. főút közötti szakaszának tervezése 1974-ben kezdődött. Először az Uvaterv készítette el a Budapesti Autópálya Körgyűrű előtervét, majd később, 1993-tól az Unitef'83 Rt., illetve szaktervezője, a Céh Rt. lett a tervező. A változatok közötti döntés előkészítése érdekében ún. „Lakossági egyeztetési terv” készült, majd 1993 márciusában rögzítésre került a nyomvonal. A társadalmi zsűri döntése alapján 1994-ben a 2. és a 6. sz. változat kombinációja, „6M”, majd „7M” jelöléssel került megtervezésre. A Környezet- és Természetvédelmi Főfelügyelőség másodfokon 1999. szeptember 29-én kiadta az M0 északi szektor 75+700–79+142 km-szelvények közötti 3442 m-es szakaszára a környezetvédelmi engedélyt, amely 2004. szeptember 30-ig volt érvényes. Az építési engedély kiadásához Szigetmonostor és Budakalász nem járult hozzá, a környezetvédelmi engedélyben előírt közúti híd és az elkerülőút elmaradása miatt. Az elutasító határozatot a Nemzeti Autópálya Rt. megfellebbezte, majd a Közlekedési Főfelügyelet – másodfokon – kiadta az építési engedélyt.

Feladatunk volt az engedély 1.7. pontjában foglalt tisztázása, nevezetesen: az M0 északi szektorában nem kellett hézagaiban vasalt beton kopóréteget építeni, annak előírását csak egy lehetőségként kellett értelmeznünk. A 2303/2001. (X. 19.) Korm. határozat kimondta, hogy 2015-ig „...az M0 autópálya keleti és északi szektorai, az 51. sz. főút és a 10. sz. főút között”-i hálózati elem kiépítését meg kell valósítani. 2002. január 30-án az Unitef-Céh Rt. részéről Hunyadi Mátyás, a híd főtervezője, Beloberk László, az Állami Autópálya Kezelő Rt. hídosztályvezetője és jómagam részletesen felülvizsgáltuk a Duna-híd 1994-ben készített, 7M változatú engedélyezési tervét és korszerűségi felülvizsgálatot tartottunk. Az eltelt nyolc év alatt változtak a hídtervezéssel kapcsolatos előírások. Azok az – 1994-ben rögzített – alapelvek, melyek szerint a Duna főágán átvezető híd Budapest impozáns kapuja legyen, illetve, hogy a kábelhidat már az első ütemben úgy kell megépíteni, hogy az a távlatban 2x3 sáv átvezetésére alkalmas legyen, továbbra is megmaradtak. A híd nyílásbeosztása – a már meglévő engedélyek miatt – nem változott.

Tekintettel arra, hogy a környezetvédelmi engedély szakhatósági kikötései kimondják, hogy: „...gépjárműforgalomra alkalmas út nem csatlakoztatható az M0 autópálya ezen szakaszán a Szentendrei-szigetre”, nem volt szükséges a hossz-szelvény mélypontjára tervezni a szentendrei-szigeti ártéri hidat – ami vízvezetés szempontjából is kedvezőbb megoldást eredményezett. Az 1994-es terv szerint a vízszintes vonalvezetés a mederhidakon egyenes, azonban a Szentendrei-sziget hídján  $R=750$  m sugarú bal ívben

volt, tehát két helyen is a hídra esett volna a burkolattülemelés átforgatása. Azért, hogy ez elkerülhető legyen, módosítani kellett a vízszintes vonalvezetést. A 2001 decemberében készített útépítési terv a Duna-hidak kezdő- és végszelvényében eltért a 7M változatú Duna-hídterv adataitól. Meg kellett teremteni az összhangot. Az akkor érvényes előírás ME 07-3700:1994 (Hidak létesítésének általános szabályai) 3.3.1.1. pontja kimondta: „Írányonként elválasztott felszerkezetű hidakon ... légrés alakítandó ki.” Ennek az előírásnak minden csatlakozó hídon eleget lehetett tenni, a kábelhídon viszont – szerkezeti okokból – nem lehet légrést kialakítani, itt kiemelt szegélybe helyezett biztonsági korlátrendszerrel lehet elválasztani a forgalmi irányokat. A 7M változat szerkezetépítési terve és az építész terv is tartalmazott az autópálya-üzemeltetéstől merőben eltérő „kiegészítő egyéb funkciókat”. Többek között: rádióadó, kislátó, kiállítás, vendéglátó-ipari egység, közcélú sikló, látvány-lépcsőház, nyilvános WC-k, mosdók, harangjáték, kikötő a pesti hídfőnél, parti parkoló, gyalogos acélhíd a vasbeton ártéri hídra felfüggesztve, a budai hídfőnél szobrok, a Szentendrei-Dunán sziklákkal körülvett mesterséges sziget, a Szentendrei-szigeten műdombok, a felszerkezeten burkolatfűtés, virágtartós mellvédfalak, növényzuhatag, amely „helyettesíti a zajárnyékoló falat” stb.

A korszerűségi felülvizsgálat eredményeként 2002. március 12-én kiadtuk a tervezési diszpozíciót, ami – a hídépítés XXI. századi technikai lehetőségeit kihasználva, nagy méreteit meghazudtolva végtelenül elegáns és finom megjelenés mellett – kizárólag a hídon való közúti, kerékpáros-, gyalogosközlekedés, illetve a rendszeres hídvizsgálat biztonságos lebonyolításához szükséges terv-változtatásokat és kiegészítéseket tartalmazta. A tervező kérésére a két kábelsík kialakítást elrendeltük. Ebben az időszakban az MSZ előírásai már nem voltak kötelezőek, a szakmánkat érintő MSZ EN előírásoknak csak egy része lett honosítva és az ágazati szabványok egyáltalán nem, vagy csak részben tartalmaztak előírásokat a kábelhíd méretezésére vonatkozóan. Ezért 2003-ban felkértük dr. Medved Gábor ny. egyetemi tanárt, tervezési diszpozíciónk kábelhíd-méretezésre vonatkozó kiegészítésének elkészítésére. A „Ferdékábeles híd tervezési, méretezési előírásai” című dokumentációban foglalta össze azokat az elveket, számítási módokat és teendőket, amit a tervezőnek be kellett tartania. A kábelhíd tervezésére kiadott diszpozíciókat javaslatára 2003-ban meg is változtattuk: a merevítőtartó nem egycellás zárt, hanem kétszokrányos nyitott keresztmetszetűre lett módosítva.

A kiviteli terv szintű ajánlati dokumentáció 2004-ben készült el, az Unitef-Céh Mérnökiroda Kkt. generáltervezésében, a Céh Zrt. szaktervezésében. Annak érdekében, hogy a híd építése mielőbb elkezdhető legyen, a talajviszonyok feltárásának ellenőrzésére próbacölöpözést, azok próbaterhelését és kiértékelését is elvégeztettük már az ajánlati tervek készítésének idején. Az eredmények azt igazolták, hogy a betervezett cölöpök hossza és darabszáma megfelelő. A hídfőket, a pilonokat és a szerkezet va-

<sup>1</sup> Hídmérnök, NIF Zrt., e-mail: Sztrakay.Jozsefne@nif.hu

lamennyi bejáratát vagyonvédelmi szempontok miatt zárhatóra rendeltük, a kábelek is vandálbiztos védelmet kaptak. A későbbi viták és félreértések elkerülése érdekében az építető akkor jár el helyesen, ha pontosan kiválasztja az előírások adta lehetőségek közül a legjobbat, a legmegfelelőbbet, vagy – ha ilyen nem talál – megfogalmazza azt. Ezért 2004-ben – természetesen a megelőző beruházásokon szerzett tapasztalataink alapján – megírtuk az M0 északi Duna-híd ajánlati dokumentációjába beépített műszaki előírásokat.

Hangsúlyozva írtuk elő a magyar nyelvű megfelelőségigazolást minden alkalmazni kívánt termékre és technológiára vonatkozóan. Különösen figyeltünk a szerkezeti acélok, a cement, a gránit minőségi követelményeire (BME Mérnökgeológiai tanszék), a szórt, kent, műanyagbázisú hídszigetelés vegyszerállóságának előírásaira (ÉMI Vegyészeti osztály, Magyar Közút Kht. Győri MVO), hogy csak néhányat említsünk. Az acélszerkezetek és kábelek korrózió elleni védelmét meg kellett tervezni. Elfogadva ajánlásunkat, a Céh Rt. ezzel a feladattal szak-altervezőt bízott meg (Vekor Kft.), ez a terv is fontos része lett az ajánlati dokumentációnak. Társaságunk 2004. december 22-én meghirdette a tárgyalásos (előminősítéses) közbeszerzési eljárást. A beérkező ajánlatok kiértékelését követően – közel egy évig tartó műszaki egyeztetés és ajánlatmódosítás-sorozat eredményeként – 2006. január 6-án létrejött a nyertes vállalkozóval, az M0 Északi Duna-híd Konzorciummal (Hídépítő Zrt., Strabag Zrt.) a vállalkozási szerződés, bruttó 61,9 milliárd Ft összeggel.

A munkák megkezdése előtt a híd teljes területén – beleértve a Duna-ágakat is – roncs- és robbanószer-mentesítést, illetve régészeti feltárást kellett végezteni. A megelőző régészeti feltárást társaságunk megbízásában a Pest Megyei Múzeumok Igazgatósága végezte, az építés közbeni – víz alatti – feltárást a vállalkozó megbízására történt, már a kiviteli szerződés keretein belül.

A megvalósítás közel két éve alatt folyamatosan közreműködünk a vállalkozó által készített kivitelterv-készítés folyamatában. Csak társaságunk egyetértő nyilatkozatával és a leendő kezelő – az ÁAK. Zrt. képviselőinek – véleményével járultunk hozzá a kiviteli tervek Nemzeti Közlekedési Hatósághoz, jóváhagyásra történő felterjesztéséhez.

Azokban az esetekben, amikor azt tapasztaltuk, hogy – nem lehetett teljes körűen (ütközési kísérlettel) igazolni a biztonsági korlátrendszerek megfelelőségét (jelenleg nincs Európában olyan passzív biztonsági berendezés, amelynek 25 cm acél kiemelt szegélyen végezték volna el az MSZ EN 1317-1, -2 szerinti ütközési kísérletét), vagy ahol – egy esetleges ütközés esetén a hatástartományban nem állt rendelkezésre akadálytalanul a korlátrendszer szabad alakváltásának lehetősége, ott nem járultunk hozzá az MSZ EN 1317 szerinti műszaki fogalmak, jelölések terveken vagy írásos anyagokban való használatához. Jelen voltunk a Szentendrei-Dunán megépített pontonhíd építésével, üzemeltetésével kapcsolatos tárgyaláson, ahol meg egyezés született – napra, órára lebontva – a pontonhíd felnyitásának, zárásának időpontjaira. Ez a megállapodás biztosította a későbbiekben a Szentendrei-Dunán való hajózás zavartalan lehetőségét és a szentendrei-szigeti ártéri híd építésének kiszorgálását, betonellátását.

Szárazföldről, hajóról, uszályokról, csónakból, állványokról figyelhattuk meg hazánk első ferdekábeles két kábelsíkú, hárfa elrendezésű, leghosszabb, legmagasabb pilonú, legnagyobb pályafelületű hídjának alapozását, az alépítmények, a felmenő szerkezetek, a pilonok – hazánkban még nem járatos – építését,

a jobb és bal parti, valamint a szentendrei-szigeti ártéri hidak feszített vasbeton szekrénytartóinak szakaszos előretolással épített szerkezeteit. Az acélhidak gyártását rendszeresen látogattuk a Ganz Zrt. és a Közgép Zrt. telephelyein. A csepeli szerelőtéren az acélhidak szerelését, a korrózió elleni bevonatok készítését és mindezek minőség-ellenőrzését kísértük figyelemmel (1. ábra). Az acélhidak elemeinek rendkívül izgalmas és érdekes vízi szállítását (2. ábra) a budapesti hidakról láthattuk, érdeklődő honfitársainkkal együtt. Társaságunk Mérnök Lebonyolítási és Szakértői



1. ábra: Korrózió elleni bevonat ellenőrzése



2. ábra: Hídelemek vízi szállítása



3. ábra: Kábelszerelés

osztálya a Magyar Közút Kht.-val kötött szerződés keretében biztosította a független – kontroll-minőségellenőrzést.

A kábelek szerelésével, feszítésével, a hídalak építés közbeni és végleges helyzetével foglalkozó munkamegbeszéléseken alkalmunk volt bepillantani a különleges, egyedi feladat szépségeibe, nehézségeibe (3. ábra).

A nagyon nagy és hihetetlenül összetett feladat minden időpillanatban folyamatos odafigyelést igényelt: a kilenc híd építési naplónak jelölésrendszerétől kezdve a betongyárakban felhasznált cement hőmérsékletén, a nedves gránit minőségén, a folyamatos geodéziai méréssorozaton, a meleg acél pályalemezen végzett aszfaltozáson, a Duna vízállásán, a minősítések irataira vonatkozó térképen, a toronydaru kitámasztásán, az üvegfal szerelésén keresztül a szél sebességéig, hogy csak néhányat említsek. A hetenként megtartott termelési és minőségi kooperációk alkalmával naprakész információkhoz juthattunk a híd építésének minden részletére kiterjedően. A nekünk feltett kérdésekre jól, gyorsan és egyértelműen kellett válaszolnunk.

A hidak statikus és dinamikus próbaterhelésének előzetes szakvéleménye szerint a kilenc híd elenyésző százalékos eltéréssel lefedti a tervezett, várt viselkedést. Nagyon sok ember nagyon sok, összehangolt, nehéz és kifogástalan munkájának eredménye a megépült Megyeri Duna-híd. Bízom benne, hogy emeli a „birtok becsét”.

## SUMMARY

### THE MEGYERI BRIDGE FROM THE VIEW OF THE DEVELOPERS BRIDGE ENGINEER

The National Infrastructure Development Corporation (NIF Co.) is responsible for the implementation of motorway developments, for the enforcement and keeping to the quality standards and to ensure the cost effectiveness of the projects. The paper describes the role of their staff, their findings and actions during the implementation process.



# A MEGYERI HÍD ÉPÍTÉSÉNEK ÉRDEKESSÉGEI, TANULSÁGAI A MÉRNÖK SZEMSZÖGÉBŐL

DOBÓ GÁBOR<sup>1</sup>

Különlegesen érdekes, újszerű műszaki részeket tartalmazó beruházáson részt venni sajnos kevés mérnöknek adatik meg Magyarországon. Kivételek azonban szerencsére vannak: amikor 2004 elején az MO északi ferdekábeles Duna-híd építésének mérnöki tenderét kiírták, akkor kerültem az Utiber Kft.-hez. Majd miután sikeresen elnyerte cégünk a szóban forgó beruházás lebonyolítói teendőit, szerencsére már az építés kezdetétől részt vehettem a munkában.

A híd tervezése már jóval korábbra nyúlik vissza és építészeti szempontból több lehetséges változat után jutott a kizárólag funkcionális szempontokat előtérbe helyező, ugyanakkor esztétikailag is magas szintű megvalósuláshoz.

A 2004. év igen hasznos előkészületi munkák végzésével telt el: tervellenőrzés, építési peremfeltételek átbeszélése, kialakítása, az építési terület nagy részén kezelőként részt vevő Fővárosi Vízművek Zrt. munkatársaival való egyeztetések, az építés alatti organizációs utak vizsgálata; a lehetőségek mérlegelése. Munkánk kezdeti szakaszában ébredtünk rá arra, hogy ilyen környezetvédelmi szempontból frekvenciált helyen a munkavégzés feltételei érdekes, szinte megoldhatatlan peremfeltételeket támasztanak a kivitelezői ajánlati kiíráshoz beteendő szükséges környezetvédelmi követelmények szempontjából. A Szentendrei-szigeten, illetve a bal oldali ártéren már korábban kijelölt területek szélesítése (1. ábra), megduplázása, megközelíthetősége, az átjárási feltételek (a Fővárosi Vízművek gyűjtőcsövei felett) egyeztetése sokszor több hónapig tartó tárgyalások sorát vonta maga után.

Vizsgálódásaink során derült fény arra a szerencsés tényre, hogy az építendő Duna-híd vonalától délre – ahol nyilvánvalóan bármine-



1. ábra: Terepelőkészítés a pesti oldalon

mű környezetszennyezés vízbázisvédelmi problémát okozhat – az itt elhelyezkedő pesti oldali kútsor az idők folyamán már elkolmálódott, így nagy részét meg is szüntették, illetve nem használták. Lényegileg a Szentendrei-szigeten lévő kútsor pár eleme működött csak folyamatosan az építkezés kezdetétől a kifolyási irányban.

Az építkezés végén elmondhatjuk, hogy szerencsére az építkezés folyamán semmilyen olyan esemény nem történt, mely ezekre a kutakra nézve bármiféle kárt okozott volna. Természetesen, hogy ezt elmondhassuk, a beruházás során a kivitelezőnek első tevékenységei közé kellett, hogy tartozzon a környezetvédelmi monitoring rendszer kiépítése. E rendszer, melynek ún. nulla-állapotú mérőszora az első kapavágások előtti, építés által érintetlen terület lényeges jellemzőit rögzítette a felszín alatti, felszín feletti vizek, a levegő- és talajszennyeződésre vonatkozóan. Rögzítette a növényzet akkori állapotának mértékadó jellemzőit is. Ennek a mérőszorozatnak a környezetvédelmi engedélyben meghatározott időnként az építkezés alatt, illetve az forgalomnak való átadás után folyamatosan elvégzett illetve elvégzendő feladata a kivitelezőnek. A folyamat végén egy teljes mérőszorozatot adtunk át az üzemeltető részére, aki a továbbiakban is végzi ezeket a méréseket. Annyi talán elmondható, hogy az építkezés alatti méréseink igazolták azt a tényt, hogy elfogadható szint fölötti környezetszennyezést nem okoztunk. Ennek feltétele az volt, hogy az összes beszállításra és beépítésre kerülő földanyag kémiai vizsgálatát elvégeztettük, mely eredményeket összeegyeztetve a Fővárosi Vízművek által előre megkötött szennyezési határértékekkel, adtunk engedélyt a beépítésre.

Előzetesen részletes tervben dolgoztattuk ki a kivitelezővel az esetleges környezeti havariák elleni gyors intézkedés módját és rendszerét, melyet a Vízművek illetékeseinek véleményezése után fogadtunk el és tartattuk be a fővállalkozóval.

Az építkezés során a munkahelyen több hónapot munkával eltöltő földmunkagépek szállító teherautók, cölöpözögépek, vízi szállító egységek, beközeledő mixerek százait, ezreit figyelembe véve, az előbbiekben említett környezetszennyezési havária hiánya a kivitelező és a mérnök részéről komoly figyelmet igényelt.

Az organizáció érdekességeiről talán még annyit, hogy a budai oldal irányából az összes olyan anyag, amelyik a Szentendrei-Duna-híd sziget felőli pillérétől a főág hídjának sziget felőli vízi pilléréig az alépitményekbe beépítésre került összes anyag (betonacél, kb. 45 ezer m<sup>3</sup> beton, illetve zsaluzati anyag, valamint föld- és kőanyag a Szentendrei-Dunán megépült ideiglenes pontonhídon kellett, hogy bejusson a munkaterületre. Erre azért volt szükség, mert a Szentendrei-szigeten az anyagbeszállítás céljából történő hosszirányú közlekedést a Fővárosi Vízművek megtiltotta, így ezen peremfeltétel már az ajánlati kiírásban is szerepelt.

<sup>1</sup> Beruházási főmérnök helyettes, Utiber Kft., e-mail: dobo@utiber.hu

A 2005-ös év az ajánlati tenderkiírás, illetve annak értékelésén kívül sajnos jogi problémák kezelésével kellett, hogy teljen, így a kivitelező kiválasztása csak az év legvégén vált lehetségessé. A meghatározott időnként megtartott kooperációs értekezleteken a beruházóval és tervezővel megegyeztünk abban, hogy a kivitelezés elhúzódása miatt – jogerős építési engedéllyel a kezünkben – megkönnyítjük és lerövidítjük a majdani fővállalkozó feladatait a próbacölöpözés elvégzésével. Mivel a tervező kiviteli szintű terveket készített (a megrendelő igénye alapján), ennek közvetlen folytatása, tulajdonképpen befejezése a próbacölöpözés, illetve a munka eredményének beépítése a tervek végleges adataiba.

Érdekességként megemlítenéd, hogy a generáltervezést végző Céh Zrt., mivel még ún. kivitelezési munkát eddig nem végeztetett a próbacölöpözés lebonyolításánál, peremfeltételeinek biztosításánál nagymértékben igénybe vette segítségünket.

Már az első gépek és anyagszállító teherautók beérkezésénél felmerültek a problémák, mivel a kis volumenű anyagszállítás érdekében senki nem várhatta, hogy megépítsük a majdani pontonhidat a Szentendrei-Dunán, így a szóban forgó munkák elvégzéséhez az összes gépet és anyagot ideiglenes engedéllyel, hosszirányban juttattak a munkaterületre, melyből főleg a Szigetmonostori Önkormányzatot illetően keletkeztek problémák.

A 2006. év elején a nyertes fővállalkozónak, az M0 Északi Duna-híd Konzorciumnak (Hídépítő Zrt.–Strabag Zrt.) átadott munkaterületen a felvonulási és munkahely-biztosítási munkálatok után azonnal kezdődhetett volna a tényleges mélyalapozás, azaz a fűrt vasbeton cölöpök készítése, ha nem szól közbe a kemény tél után a Dunán levonuló hosszan tartó tavaszi árvíz.

Az árvíz miatt kieső hónapok végeztével gőzerővel beindultak a cölöpözési munkák (2. ábra), melyeknél ha figyelembe vesszük az elkészítendő mélyalapok nagy számát (mintegy 460 darab), komoly teljesítményként könyvelhető el az a tény, hogy 2006. év végére szinte teljes mennyiségük elkészült.

A Duna főágán a vízi pillérek építéséhez szükséges vasbeton kéregelemek a mozgathatóság, beemelhetőség miatt három részben készültek el a Duna-partján, majd a víz alatti összeállítás után nyitottak össze. Minden pillér alatt 46, 20-25 m hosszúságú, 150 cm átmérőjű fűrt vasbeton cölöpök biztosítják a híd önsúlyából és hasznos terheléséből keletkező igénybevételek komolyabb (1-2 mm-nél nagyobb) süllyedés, elmozdulás nélküli átadását a teherviselő altalaj részére. A 46 cölöp egy kisebb folyón akár az egész híd építéséhez is elegendő.



2. ábra: Cölöpkészítés

A cölöpök vonatkozásában még megemlítenéd, hogy szerencsére az egész híd nyomvonala (mintegy 2 km hosszban) kb. 20 m mélységben a jó teherbírási értékkel rendelkező, ún. kiscelli agyagréteg fölött helyezkedik el, így az ebbe legalább 1-1,5 m mélyen belefűrt cölöpök ún. állócölöpként voltak figyelembe vehetőek a statikai számításnál.

Az egyébként megszokott módszerekkel készülő cölöpösszefogó gerendák, pillérek építése után különböző módokon kezdődtek a felépítményi munkák. A budai és pesti oldali ártéri hídnál a hídfőkről indított, már a hazánkban is komoly referenciával rendelkező, ún. betolt feszített vasbeton szekrényhíd keresztmetszetek készültek, a már szinte megszokott légréssel bal és jobb pályaként, különálló módon.

Érdekesebb feladat volt az ugyanilyen technológiával megépülő, Szentendrei-sziget feletti ártéri hídszakasz (kb. 560 m hosszúságú rész), amely eddig nem szokványos, egyedülálló módon mintegy 10 m magasban elkészített beépítőpadon készült, és innen kerültek kitolásra az elkészült részek. Ilyen magasságban a toláshoz szükséges vízszintes erők fölvételére a végleges pillérektől teljesen független, hatalmas keresztmetszetű vasbeton építményeket kellett ideiglenes jelleggel megépíteni, melyeket a híd betolása után elbontottak. Mondanom sem kell, hogy ezen betolásoknál egy megakadás esetén fellépő erőnövekmény milyen romboló hatással lehetett volna az egész építményünkre, ha erre nem fordít különös figyelmet, és nem küszöböli ki a kivitelező.

A Szentendrei-Duna feletti ortotrop acél gerendahíd munkálatairól talán elmondható napjainkban, hogy már standard építési technológia, a 144 m-es középső nyílás azon belül azonban meglehetősen nagyak mondható. A 100-120 m hosszúságban, előszerelő területen legyártott és a helyszínre pontonra épített úszó-emelőművel odaszállított (3. ábra), onnan pedig az elkészült pillérekre „kis lépések” technológiájával (nem daruval) helyére emelt acélszerkezeti elemek már több hazai Duna-hídnál sikeresen bizonyítottak (pl. szekszárdi Szent László Duna-híd).

Végére hagyván a „desszertet”, teljesen újszerű, érdekes és izgalmas feladat volt a főági híd felszerkezetének megépítése, melyhez először az elkészült pillérek tetejére kettő, egyenként 100 méter magas, „A” alakú, monolit feszített vasbeton pilon építésére volt szükség (4. ábra). A két oldalra a mérlegelv alapján a ferde kábelekre 12 méter hosszúságú, teljes autópálya-szélességű acél szerkezeti egységeket függesztettek fel. Ezek adják tovább a ferde kábelen keresztül a pilonba, lényegében a pilonszáron keresztül a pillérbe jutó nyomóerő útján az igénybevételeket



3. ábra: Hídtelep beúsztatása



4. ábra: Daru a pilonhoz támasztva

a cölöpök irányába. Természetesen az egyenlőtlen hasznos terhekből, illetve az időjárás viszonyokból keletkező apró nyomatékokat is el kell viselni a pilonoknak, ezeket a statikai feltételeket biztosítják a közepén üreges, kb. 20 m<sup>2</sup> vízszintes felületű, 60–100 centiméteres falvastagsággal rendelkező, C40/50-es szilárd-sági osztályú betonból készülő, feszített pászmákat is tartalmazó pilonszárak. A teljes hídon az összesen 88 ferde kábel lehetővé teszi a híd élete során bármikor, hogy a kábelerők változtatásával a híd alakját befolyásolhassuk. A kábelek feszítését a hídpálya alatti merevítőtartókban lévő ferdekábel-végződéseket a forgalom zavarása nélkül bármikor lehet egységenként utánfeszíteni, míg az esetleges kábelerő-elvétel a pilonszárakban található felső lehorgonyzások csavarorsójánál kezelhető.

A déli szárakban ún. ferde lift (sikló), az északi szárakban pedig lépcsőházak szolgálják a felkapaszkodást a ferde kábelek felső lerögzítő kamráihoz, melyek 11 emeleten sorakoznak egymás fölött. Ezek a szintek láthatóak az „A” alakú pilon felső háromszögében, ahol hagyományos függőleges lift biztosítja a közlekedést, egészen a piloncsúc alatti szintig, ahonnan kimászva a felső csúcson lévő teraszra, csodálatos kilátás nyílik egész Budapest északi felére, illetve a környező dombokra, hegyekre és síkságokra.

2007-ben a fent említett pilonépítéseken kívül a munka kritikus úton lévő lényegi részévé vált a főági híd felszerkezeti elemeinek összeállítása, melyek vízén szállítható módon, 12 méteres elemenként kerültek a helyszínre. Ilyen elemből azonban több, mint ötven szükségeltetett a teljes híd megépítéséhez. A szorgos munkával elkészített, mindaddig két oldalról – a pesti oldalról, illetve a sziget irányából – kiszolgált építkezés fordulópontja, ünnepléses része volt 2008. júniusa, amikor a zárótag beemelésére sor kerülhetett. Az ilyenkor szokásos hordógurításon az ott lévő építők, résztvevők öröme kívül a két pilon is felsőhajthatott, mivel ettől a naptól már egymás segítségére is számíthattak a terhek viselésében.

Rendkívül rövid idő maradt a véghatáridőig, az ún. befejező (szigetelési, acél- és betonkorrozó-védelmi, korlátépítési, dila-



5. ábra: Ideiglenes korlát

tációépítési, üvegfal-kivitelezési, zajvédőfal-készítési) munkák elkészítésére (5. ábra). Sok esetben szinte egymás munkáját akadályozva tudtak csak a felvonuló kivitelező egységek egymás mellett, időnként egymás alatt, vagy mindegyikük fölött (pilonokon) dolgozni.

Összességében megemlítésre méltó teljesítmény az, hogy a körülbelül két és fél év alatt mintegy 120-130 ezer m<sup>3</sup> mennyiségű beton beépítésénél komolyabb minőségi kifogás nem merült föl, betonvisszabontás ügyében nem kellett intézkednünk.

Az acélszerkezeti munkák korrózióvédelmét nézve érdekesség, hogy a négyrétegű védelemből – alapozóréteg, két közbenső, illetve egy fedőréteg – gyakorlatilag az első három réteget gyárban, előszerelő területen optimális körülmények között kivitelezettük, míg a fedőréteg felhordása a beépítést követően, a helyszíni hegesztések, javítások szintrehozása után, egyszerre került a teljes felületre. A második közbenső festékréteg tetején időközben kialakult krétásodást sweepléssel készítettük elő a negyedik réteg felhordásához.

Az építkezés bonyolultságát, nagyságrendjét talán jól jellemzi az ezernél több technológiai utasítás és minősítési mintavételi terv, illetve a teljes híd minősítését lefedő, mintegy 250 dossziét kitevő minősítési dokumentáció, valamint az egész irodát megtöltő megvalósulási tervek mennyisége.

## SUMMARY

### THE MEGYERI BRIDGE FROM THE VIEW OF THE ENGINEER

An independent and skilled third party to the contract, the so called Engineer has the task to ensure that the contract between the Developer and the Contractor will be managed effectively. The paper describes the role of their staff, their findings and actions during the implementation process.

# A JÖVŐ ÚTJAI – A KÖZÚTI INFRASTRUKTÚRA KUTATÁS-FEJLESZTÉSI STRATÉGIAI TERVE

**HIGHWAYS OF THE FUTURE—A STRATEGIC PLAN FOR HIGHWAY INFRASTRUCTURE RESEARCH AND DEVELOPMENT  
US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION  
[HTTP://WWW.TFHC.GOV/INFRASTRUCTURE/PUBS/08068.PDF](http://www.fhrc.gov/infrastructure/pubs/08068.pdf)**

Az USA Közlekedési Minisztériumának Szövetségi Útügyi Hivatala 2008. júniusban tette közzé a közúti infrastruktúra kutatás-fejlesztési stratégiai tervét.

A közúti szakirányításnak napjainkban számos kihívásra kell válaszolnia:

- a meglévő közúti infrastruktúra élettartamának kiterjesztése,
- az infrastruktúra építése, felújítása és rehabilitációja oly módon, hogy
  - o minimálja az építési tevékenység hatását a zsúfolt utakon,
  - o optimális költség-haszon arányt biztosítson a felújításkor,
  - o alkalmazkodjék a jövőbeni változó igényekhez,
- a természeti és emberi eredetű veszélyhelyzetek (földrengés, hurrikán, árvíz, terrorcselekmények) kezelése kevésbé sebezhető infrastruktúra tervezésével a veszteségek csökkentésére, gyors helyreállítási technológiákkal a következmények enyhítésére.

Az utakat és hidakat integrált rendszerként célszerű kezelni, mert az alapvető szerkezeti különbségek ellenére kutatás-fejlesztési igényeik egy része azonos, ezért az erőforrások rövid és hosszú távon egyaránt így használhatók fel a leghatékonyabban.

A közúti infrastruktúra kutatás-fejlesztési céljai:

- új ismeretek megszerzése, elméleti és gyakorlati módszerek, irányelvek, vizsgálati eljárások kialakítása, melyek
  - o biztonságos, környezetbarát, hosszú élettartamú, a katasztrófáknak ellenálló, költséghatékony, magas szolgáltatási színvonalú közúti infrastruktúra létesítését célozzák,
  - o az állami tulajdonú infrastruktúra hatékonyabb karbantartását és üzemeltetését támogatják, figyelembe véve a finanszírozási igények és a korlátos lehetőségek eltérésének realitását,
- megfelelő műszaki szakértői kapacitás biztosítása a közúti infrastruktúra nemzetgazdasági jelentőségű kutatás-fejlesztési igényeinek kielégítésére.

A javasolt stratégiai kezdeményezés és kutatási program várható eredményei:

- országosan alkalmazható, integrált infrastruktúrateljesítmény-megfigyelő rendszerek, vagyongazdálkodási modellek,
- tartós és megbízható viselkedésű új anyagok,
- gyorsabb építési idejű, de mégis megbízhatóbb és ellenállóbb kivitelezési rendszerek,
- fejlett infrastruktúrateljesítmény-előrebecslő és -tervező modellek,
- hatékony állapotvizsgálati, megóvási és rehabilitációs módszerek és technológiák,
- integrált közúti infrastruktúra-tervezési, szerződési, építési és karbantartási gyakorlati módszerek.

Középtávú (5 éves) célkitűzés a kutatási eredmények gyakorlati felhasználásával a legkorszerűbb technológiai ismeretek tényleges alkalmazásba vétele 7 szakterületen:

1. Az infrastruktúra hosszú távú teljesítménye – hosszú távú közúti infrastruktúra-viselkedési program és adatbázis fejlesztése, az utak és hidak információinak együttes kezelésével a fejlesztendő integrált vagyongazdálkodási rendszerek támogatására a teljes élettartam figyelembevételével történő tervezés, építés és megóvás érdekében.
2. Tartós infrastruktúra rendszerek – tartós és öngyógyító rendszer-elemek fejlesztése a működési teljesítmény javítására, a fenntartási igények és költségek, valamint a teljes élettartamköltségek csökkentésére, jelentősen javítva a biztonságot mind a normál üzemben, mind veszélyhelyzetek esetén.
3. Gyorsabb közútépítés – gyorsabb kivitelezési, rehabilitációs és rekonstrukciós módszerek az utak és szerkezetek számára, figyelembe véve a torlódások miatti és a biztonsági igényeket, továbbá az elöregedő infrastruktúra kérdéskörét (az USA hídjainak átlagéletkora 42 év).
4. Környezetérzékeny közúti infrastruktúra – az építési és karbantartási munkák káros környezeti hatásainak mérséklése, törekvés a közúti közlekedési létesítmények fizikai, kémiai és esztétikai megfelelőségére.
5. Teljesítményelvű szerződések – átfogó teljesítményelvű előírások kialakítása a szerződő felek (közúti szakirányítás és kivitelező) közötti egyensúlya, az innováció elősegítése, a tervezési elvárások és a tényleges teljesítmény jobb összhangja, valamint az újszerű szerződési formák és építési gyakorlat támogatása érdekében.
6. Teljes körű, integrált infrastruktúra-vagyongazdálkodás – az előző szakterületi célkitűzések eredményeit felhasználó eljárások, rendszerek, eszközök és technológiák alkalmazása a vagyongazdálkodás teljes körűvé tételére, beleértve a gazdasági és fizikai tervezés, a szerződés, a kivitelezés, a megóvás és a karbantartás elemeit.
7. Alapvető kutatás-fejlesztési létesítmények és képességek biztosítása – a célok elérését szolgáló szaktudás és technika rendelkezésre állása, közúti infrastruktúra-kutatási adatrendszer létrehozása.

A tervezett célok elérése jelentős beruházásokat igényel, mert szükséges az erőforrások bővítése mind az emberi, mind a finanszírozási, mind a létesítményi oldalon. Az eredmények az egész nemzetgazdaság javát szolgálják, javítva a közúti infrastruktúra biztonságát, teljesítményét és költséghatékonyágát, emellett mérsékelve a közúti építési, fenntartási és rehabilitációs munkák környezeti hatásait. A stratégiai terv eredményei lehetővé teszik a közúti torlódások csökkentését, és az utazások biztonságosabb lebonyolítását.

G. A.



# ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK ÉS TERVEZÉSI ÚTMUTATÓK ELŐKÉSZÜLETBEN

A Magyar Útügyi Társaság gondozásában készül illetve elkészült sok új műszaki előírás tervezete. Folyamatban van az előírások összehangolása, majd a közmegegyeztetés után ütemezett sorrendben lépnek hatályba az új előírások.

## Előírások száma és címe

ÚT 1-1.123	Közúti jelzőtáblák műszaki szabályzata (JTSZ) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 1-1.204	Jelzőlámpás Forgalomirányítás Szabályzata (FISZ) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-0.012	Tengelysúly-ellenőrző mérőhelyhálózat telepítésének feltételei; tengelyterhelés-, össztömeg- és járműméret-ellenőrzés (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.102	Közúti vezetőkortát <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.107	Automatikus számlálóállomások forgalmi adatainak felhasználása a szolgáltatási színvonal megállapítására <i>Új</i>
ÚT 2-1.109	Országos közutak keresztmetszeti forgalmának meghatározása <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.114	Közúti jelzőtáblák. A jelzőtáblák megtervezése, alkalmazása és elhelyezése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.119	Közutakon folyó munkák elkorlátozása és ideiglenes forgalomszabályozása <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.124	Közúti jelzőtáblák. A feliratok betűi, számjegyei és írásjelei <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.125	Közúti jelzőtáblák. Veszélyt jelző táblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.126	Közúti jelzőtáblák. Áthaladási elsőbbséget jelző táblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.127	Közúti jelzőtáblák. Tilalmi jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.128	Közúti jelzőtáblák. Utasítást adó jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.129	Közúti jelzőtáblák. Különleges szabályokat jelző táblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.130	Közúti jelzőtáblák. Tájékoztató jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.131	Közúti jelzőtáblák. Útbaigazító és utaló jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.157	Közúti jelzőtáblák. Az útbaigazító jelzőtáblák megtervezése, alkalmazása és elhelyezése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.132	Közúti jelzőtáblák. Kiegészítő jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.134	Közúti jelzőtáblák. Belső átvilágítású jelzőtáblák és jelképek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.161	Közúti visszatartó rendszerek I. A biztonsági korlátok feltartóztatási fokozatai a közutakon <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.164	Közúti fénytörő elemek, szerkezetek elhelyezési feltételei <i>Új</i>
ÚT 2-1.165	Intelligens forgalomszabályozó és információs rendszerek alkalmazása I. <i>Új</i>
ÚT 2-1.202	Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.203	Kerékpárforgalmi létesítmények tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.205	Üzemi utak létesítése közúti völgy- és folyami hidak mellett (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.206	Körforgalmú csomópontok tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.208	Akadálymentes közúti létesítmények (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.209	Előzési és kapaszkodószakaszok tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.211	A gyalogosforgalom közúti létesítményeinek tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.212	A közúti tömegközlekedés utas- és járműforgalmi létesítményeinek tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.215	Közutak víztelenítésének tervezése (A KTSZ kiegészítése) <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.216	Közművek elhelyezése közterületen (A KTSZ kiegészítése) <i>Új</i>
ÚT 2-1.219	Jelzőlámpás forgalomirányítás tervezése, telepítése és üzemeltetése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.227	Útépítési földművek 1. Közúti földművek építése <i>Új</i>
ÚT 2-1.228	Útépítési földművek 2. Töltésépítés zagytéri pernyéből <i>Új</i>
ÚT 2-1.229	Útépítési földművek 3. Töltésépítési kohósalak <i>Új</i>
ÚT 2-1.233	Közúti biztonsági audit egységes módszertana <i>Új</i>
ÚT 2-1.301	Közlekedési zaj számítása és csökkentése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.403	Közúti visszatartó rendszerek II. Acélkorlátok hidakon <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.502	Kerékpárutak, gyalogutak és járdák pályaszerkezete <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-1.503	Kisforgalmú utak pályaszerkezetének méretezése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-2.126	Habosított bitumennel keverőtelepen készülő útpályaszerkezeti alapréteg <i>Új</i>
ÚT 2-2.201	Közúti hidak fenntartása <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-2.202	Közúti hidak korrózióvédelme III. Acélszerkezetek védelme <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-2.206	Közúti hidak korrózióvédelme 2. Kész betonszerkezetek <i>Átdolgozás</i>

ÚT 2-2.210	Hídvizsgálat 1. Hídmesteri kötelezettségek <i>Új</i>
ÚT 2-2.211	Hídvizsgálat 2. Fővizsgálat tartalmi és formai követelményei <i>Új</i>
ÚT 2-2.401	Szórósó. Technikai nátrium-klorid <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-2.403	Szórósó. Technikai nátrium-klorid kloridion-tartalmának meghatározása <i>Új</i>
ÚT 2-3.201	Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.301-21	Útépítési aszfaltkeverékek. Üzemi gyártás-ellenőrzés <i>Új</i>
ÚT 2-3.306	Útburkolatok felületi bevonata. Kötőanyag kipermetezésével és zúzalék kiszórásával készült felületi bevonatok <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.315	Útburkolatok felületi bevonata. Hideg keveréses és terítéses technológiával készült felületi bevonatok <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.402	Közúti hidak építése. 1. rész: Beton-, vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezetek <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.406	Közúti hidak szigetelése II. Vasbeton pályalemezű hidak felszerkezetének szigetelése és aszfaltburkolata <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.409	Közúti hidak szigetelése II. Acél pályalemez szigetelése és burkolata <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.411	Közúti hidak tervezési előírásai I. Általános létesítési szabályok <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.412	Közúti hidak tervezési előírásai II. Erőtani számítás <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.413	Közúti hidak tervezési előírásai III. Acélhidak <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.414	Közúti hidak tervezési előírásai IV. Beton-, vasbeton és feszített vasbeton hidak <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.415	Közúti hidak tervezési előírásai V. Öszvéhidak <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.416	Közúti hidak tervezési előírásai VI. Fahidak <i>Új</i>
ÚT 2-3.419	Átrepedő hídszegélyek vizsgálata <i>Új</i>
ÚT 2-3.420	Közúti műtárgybetonok <i>Új</i>
ÚT 2-3.421	Szekunder betonvédelem fejlesztése <i>Új</i>
ÚT 2-3.422	Tégla- és kőboltozatos hidak állagmegóvása, korszerűsítése <i>Új</i>
ÚT 2-3.423	Szigetelés és aszfaltburkolat nélküli Nsz-NT betonból készülő hídfelszerkezetek tervezése és építése <i>Új</i>
ÚT 2-3.504	Kationaktív bitumenemulziók. Követelmények <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.506	Hidegen bedolgozható kátyúzóanyagok (hígított bitumen, bitumenemulzió és speciális kötőanyagú keverékek) összetétele, gyártása, bedolgozása, minősítése <i>Átdolgozás</i>
ÚT 2-3.601-2	Útépítési zúzottkővek és zúzottkavicsok 2. Betonkeverékek <i>Új</i>
ÚT 2-3.601-3	Útépítési zúzottkővek és zúzottkavicsok 3. Útalapok <i>Új</i>
ÚT 2-3.708	Bontott útépítési anyagok újrahasználata II. Telepen történő hideg újrahásznosítás <i>Átdolgozás</i> Intelligens forgalomszabályozó és információs rendszerek alkalmazása II. <i>Új</i> Talajba kerülő szerkezetek szigetelése <i>Új</i> Hídszerkezetek graffiti elleni védelme <i>Új</i> Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei 14. Víztartalom <i>Új</i> Útpályaszerkezet-megerősítés keresztmetszeti kialakítása és követelményei <i>Új</i> Közvilágítás (Közforgalmi területek mesterséges megvilágítása) <i>Új</i>

### Tervezési útmutatók

TÚ 7	Útüzemeltetés és fenntartás <i>Átdolgozás</i>
TÚ 9	Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének segédlete <i>Átdolgozás</i>
TÚ 19	Betonburkolatú és kompozitburkolatú útpályaszerkezetek tervezésének segédlete <i>Új</i>
TÚ 20	Útpályaszerkezetek életciklus-elemzése <i>Új</i>
TÚ 21	Helyi közutak kezelése <i>Új</i>
TÚ	Geoműanyagok alkalmazása az útépítésben <i>Új</i>
TÚ	Kerékpárforgalmi létesítmények tervezésének segédlete <i>Új</i>
TÚ	Közterületek tervezése <i>Új</i>
TÚ	Aszfaltburkolatok fenntartása <i>Új</i>
TÚ	Útpályaszerkezetek komplex tervezése <i>Új</i>
TÚ	Vizsgálati kézikönyv 2009. <i>Új</i>



*A megvalósult kábelhíd (fotó: Nyíró György)*



*A híd díszvilágításban (fotó: Nyíró György)*

700 Ft