

TARTALOM

FELELŐS KIADÓ:

Szabó Zoltán (ÁKMI)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. habil. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:

Csordás Csaba

Dr. Gulyás András

Dr. Lánzos Pál

Rétháti András

LEKTORI TESTÜLET:

Apáthy Endre

Dr. Boromisza Tibor

Csordás Mihály

Dr. habil. Farkas József

Dr. habil. Fi István

Dr. habil. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos

Huszár János

Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre

Dr. habil. Mecsi József

Molnár László Aurél

Pallay Tibor

Dr. Pallós Imre

Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső

Dr. Schváb János

Schulek János

Dr. Szakos Pál

Dr. habil. Szalai Kálmán

Tombor Sándor

Dr. Tóth Ernő

Varga Csaba

Veress Tibor

2 Előszó • Preface

3 Ágh György
Az M9 autótút szerepe és jelentősége

4 Pócs István – Mátai József
Megelőző tervek és vizsgálatok az új szekszárdi
Duna-híd helyének kijelölésére

5 Kliment Mihály
Az autótút tervezési munkái és engedélyezési folyamata

7 Kovács Zsolt – Iványi Miklós – Teiter Zoltán –
Dr. Koller Ida
A Duna-híd ártéri hídjainak, a mederhíd
alépitményének és az autótút egyéb hídjainak
az építési terve

15 Kovács Magdolna – Dankó János – Kun-Gazda Erzsébet
Az autótút és a Duna-híd mérnöki munkái,
minőség-ellenőrzésének rendszere

17 Kliment Mihály – Pozsár László – Oláh László –
Ament András
Az M9 autótút kiemelkedő jelentőségű
műszaki megoldásai

26 Rikker István – Tóth István János – Vas Pálné
Az autótút építése

34 Pálfay Antal – Beloberk László –
Dr. Lakits Pálné
Kezelési és üzemeltetési feladatok

36 Ágh György – Sztrakay Józsefné
Az építető részvétele az előkészítésben és
a megvalósításban

39 Nemzetközi Szemle

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület

mérnöki tudományos havi lapja.

Felelős szerkesztő: 1952-2002 Dr. Nemesdy Ervin egyetemi tanár

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

Nagyjelentőségű esemény zajlott 2003. július 4-én a késő délelőtti órákban Szekszárd térségében. Egy nagyívű fejlesztési szándék első lépéseként felavatták és a forgalomnak átadták az M9 autótút 20,6 km hosszú szakaszát és hazánk jelenleg leghosszabb, Szent László királyunknak szentelt Duna-hídját.

Mint az ünnepségen is többször elhangzott, az utak és a hidak összekötnek, emberi kapcsolatokat tesznek szorosabbá, illetve újakat hoznak létre, alapvető jelentőségűek a társadalmi, kulturális és gazdasági élet fejlődésében. Az átadott új Duna-híd és autótút minden bizonnyal kulcsa lesz az érintett települések előrehaladásának, de meghatározója a tágabb térségnek is. Fontos szerepe lesz a vidék olyannyira fontos fejlesztésében, oldva az úthálózat főváros központúságát.

Tervező és építő mérnökök, közlekedési és gazdasági szakemberek, az engedélyezésben és ellenőrzésben résztvevők magas színvonalú munkájával, a helyi önkormányzatok állandó és elengedhetetlenül fontos támogatásával, számtalan más, nélkülözhetetlenül fontos résztvevő segítségével valósulhatott meg az álom, hogy 73 év után először épült új híd a Duna Budapest alatti szakaszán.

Ez nem jöhetett volna létre az építés közel két éve során a résztvevők közvetlen, napi kapcsolata és az óhatatlanul felmerülő – mindenképpen az előrelépést szolgáló – érdemi viták és a kölcsönös megértés szándéka nélkül.

A Szemle célszáma szakterületenként törekszik bemutatni a híd és a hozzákapcsolódó mintegy 20 km autótút tervezésének, engedélyeztetésének folyamatát, a létesítmény hálózati jelentőségét a korábbi vizsgálatok ismertetésével együtt az új híd helyének pontos kijelöléséig. A cikkírók külön foglalkoznak az autótút és a műtárgyak építése során alkalmazott kiemelkedő jelentőségű műszaki megoldásokkal, az út és a híd mérnöki munkáival, továbbá minőségellenőrzésének rendszerével. Az építető beszámol a megvalósítás során szerzett tapasztalatairól, az üzemeltető pedig az új létesítmény kezelésével és üzemeltetésével kapcsolatos speciális követelményekről.

A szerzők bő képanyaggal illusztrálták cikkeiket, ezek egy része terjedelmi okokból nem kerülhetett közlésre. A szerkesztők igyekeztek kiszűrni az átfedéseket az egyes cikkek tartalma között. Ez teljesen nem sikerülhetett, hiszen ugyanazon építmény-együttesről van szó, csak a szereplők és nézőpontjaik különbözőek.

Bízunk abban, hogy e példaértékű munkának és együttműködésnek lesz hazánkban folytatása, minél több hasonló jelentőségű építményről számolhatunk be.

An important ceremony was held on July 4th 2003 in the late morning hours near Szekszárd. As a first step of a massive development plan, a new bridge was inaugurated and opened across the Danube together with a 20.6 km expressway section. Being the longest bridge over the Danube in Hungary, it is devoted to King St. Laszlo.

As it was mentioned during the ceremony several times, roads and bridges are connecting people, tightening relations and creating new ones between them. Roads are essential tools to the development of society, culture and economy. The new bridge and road will certainly represent a key to the progress of the communities nearby but also of the larger region. They will play an important role in the rural development, easing the concentration of the network to the capital city Budapest.

Civil engineers in design and construction, transportation and business professionals, quality control and supervisor authority officers did a high quality job, having constant and crucial support by local authorities and other stakeholders. A 73 year old dream to build a new Danube-bridge south of Budapest was fulfilled as a result of their work.

All these could not happen without the straight daily contacts between the participants. A will to mutual understanding was also necessary to settle disputes being unavoidable in similar situations.

This thematic issue of the Journal is presenting the network role of the project, the process of planning and approval from the early studies to the decision about the final site of the bridge. Authors are reporting about the new technologies used during the construction of the road and bridges, the role of the Engineer and the quality control system. The investor explains its experiences during the implementation and the operator writes about the new requirements concerning maintenance and operation.

A rich photo collection was sent in by the authors but not all is published due to size limits of the issue. The editors did efforts to eliminate overlaps between articles. The result could not be perfect because after all it is the same project only the players and their views are different.

We are convinced that this outstanding action and cooperation will continue and the journal can report on similar large-scale constructions.

Ágh György¹

A gyorsforgalmi utak építése a legsürgetőbb feladat megoldásával, a fővárosi és a fővárosba vezető sugárutak forgalmi túlterheltségének a megszüntetésével kezdődött. Az arányos területfejlesztés miatt ma már nemcsak a budapesti, a főváros környéki utakon és az országot érintő nemzetközi közlekedési folyosókon, hanem a vidéki nagyvárosokat átszelő és az azokat összekötő országos főutakon is szükséges a forgalomlefolys gyorsítása, a közlekedés biztonságának növelése. A régi utak kapacitásbővítése, korszerűsítése továbbra is nélkülözhetetlen, de önmagában már nem elégséges. A mai igények alapján haszthatatlanná vált az országos gyorsforgalmi úthálózat teljes kiépítése.

1. Az M9 autótút forgalomba helyezett szakaszának jelenlegi szerepe

Az M1, az M3, az M5 és az M7 gyorsforgalmi útszakaszok forgalomba helyezését követően nyilvánvalóvá vált, hogy a Budapest központú, sugaras főúthálózati rendszer továbbfejlesztése sugárirányú autópályákkal csak a megfelelő gyűrűirányú gyorsforgalmi utak kiépítésével együtt teszi lehetővé az ország területre-szeinek arányos fejlesztését, a szegényebb térségek fölzárkóztatását.

A gyűrűirányú új kapcsolatok megteremtésében kulcsfontosságú a gyorsforgalmi utakhoz új dunai átkelőhelyek létesítése az ország északi, középső és déli részén, amit a gyorsforgalmi úthálózat 2006-ra készített bővítési terve is tartalmaz.

A már elkészült M0 autótút déli Duna-hídján kívül északon az M0 autótút északi, az ország középső részén a Dunaújváros- és délen a Szekszárd-térségi Duna-hidak megépítése szükséges, gyorsforgalmi közlekedésre alkalmas műszaki jellemzőkkel.

Az M9 autótút forgalomba helyezett, a 6. sz. és az 51. sz. főutak közötti szakaszának jelenlegi szerepe tehát az, hogy a Duna partjai mentén haladó két országos főút összekötésével olyan dunai átkelést tegyen lehetővé, amely az országos gyorsforgalmi úthálózat külső gyűrűjének legfontosabb déli láncszemét alkotja. Az útszakasz forgalomba helyezése az első lépés a Dunántúl és az Alföld déli részei közötti gyors-

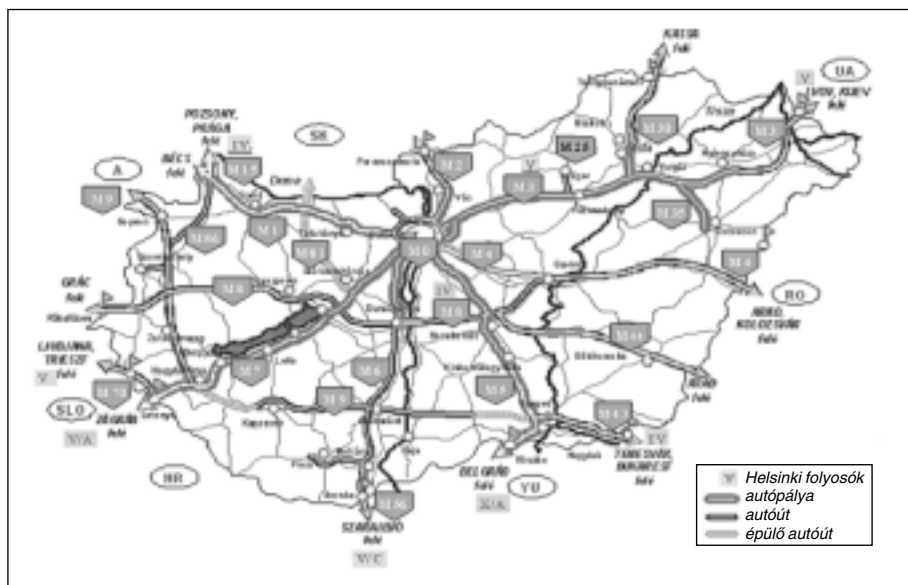
forgalmi összeköttetés megteremtésének. Az M9 autótút közel 21 km hosszú szakasza a továbbépítésig egyelőre elsősorban a szűkebb környezet, Szekszárd, Tolna, Mőzs, Bogyiszló, Fajsz és Dusnok gazdasági föllendülését segíti.

2. Az M9 autótút továbbépítése, jelentősége

A 2015-re kiépítésre javasolt gyorsforgalmi úthálózati tervben, az 1. ábrán látható módon az M9 autótút az M7 autópályával tervezett csomópontja két különböző irányú szakaszra bontja.

Az osztrák országhatártól induló, Sopront, Zalaegerszeget és Nagykanizsát érintő észak–dél irányú tervezett M9 autótút feladata elsősorban a Dunántúl nyugati határszéli városainak, településeinek a kiszolgálása gyorsforgalmi úttal, de részt vesz az osztrák, a szlovák, a horvát és a szlovén észak–dél irányú nemzetközi forgalomban is.

A Nagykanizsát, Kaposvárt, Szekszárdot és Szegedet érintő kelet–nyugat irányú M9 autótút szakasz



1. ábra: A 2015-re javasolt gyorsforgalmi úthálózat

elsősorban az ország déli határszéle menti városok, települések kiszolgálását gyorsforgalmi úttal, a Dunántúl és az Alföld déli részeinek összekapcsolását célozza, de részt vesz a szlovén, a horvát és a román kelet–nyugat irányú nemzetközi forgalomban is.

Az M9 autótút 2x1 sávval forgalomba helyezett 6. sz. és 51. sz. főutak közötti szakaszának jelenlegi szerepe tehát a kétirányú továbbépítéssel fokozatosan növekszik, majd nemzetközi jelentőségűvé válik. Forgalmi kapacitásának bővítése előbb-utóbb elkerülhetetlen lesz, ezért olyan autótút és Duna-híd készült, amelynek 2x2 forgalmi sávú autópályává bővítése a forgalom zavarása és a műtárgyak bontása nélkül bármikor elvégezhető.

¹ Létesítményi mérnök, NA Rt.

MEGELŐZŐ TERVEK ÉS VIZSGÁLATOK AZ ÚJ SZEKSZÁRDI DUNA-HÍD HELYÉNEK KIJELÖLÉSÉRE

Pócs István¹ – Máta József²

Az 1985-ben kiadott Országos Közúthálózat Fejlesztési Terv (OKFT) egyik célja a sugaras úthálózati rendszer átalakítása volt. A kelet–nyugat irányú összeköttetések megteremtésének meghatározó elemei az új dunai átkelések helyei. Ezért az OKFT készítése során, 1983-ban vizsgálat készült a Duna teljes magyarországi szakaszára, amelynek célja a közúti híd építésére alkalmas helyek feltárása volt. A „Közúti átkelőhely igények és lehetőségek a Dunán” (UVATERV) című tanulmány forgalmi, hajózási, vízügyi és területfejlesztési szempontokat vizsgált. A Budapesttől délre eső Duna-szakaszon kilenc, új híd építésére megfelelő partszakaszt tártak fel, közülük a hálózatfejlesztési tervben három helyen: Dunaújvárosban, Szekszárdon és Mohács északi oldalán javasoltak új közúti összeköttetést. Szekszárd térségében öt, híd építésére alkalmas hely adódott az 1503,5 és az 1524,6 fkm között.

1985-ben a 6. sz. főút Tolna megyei szakaszának fejlesztésére és a Szekszárd környéki úthálózat kapcsolatainak kialakítására kiírt országos tervpályázatokat megelőző előkészítő vizsgálatok a Bogyiszló térségi ivóvíz bázis miatt a híd helyét a gemenci erdő és a bogyiszlói főcsatorna közé eső szakaszra tolták. Az 1985-ben elkészült OKFT-ben az új, 59. sz. főút nyomvonala a Dunát az 1498,7 fkm-ben keresztezte.

A KHVM megbízása alapján 1991-ben elkészült Országos Közúthálózat Fejlesztési Program tíz éves távlatban határozta meg az építések sürgősségét, amelyben az 59. sz. főút helyett S9 jelzéssel gyorsforgalmi út építését javasolta. A programot számos társadalmi és hatósági egyeztetés után a közlekedési miniszter előterjesztése alapján a kormány 1991 őszén jóváhagyta. Ezt követően újabb tanulmányterv, majd koncessziós ajánlati terv készült. Az újabb természetvédelmi, környezeti, önkormányzati, vízügyi stb. egyeztetés során – a korábbi megállapodások ellenére – környezetvédelmi okokra hivatkozva kérték a Duna-híd északabbra helyezését.

A KHVM 1993-ban koncesszióba adta az építést. A pénzügyi feltételek megteremtéséhez az EBRD részére 1994 áprilisában elkészült az ún. „Összehasonlító környezeti hatásvizsgálat a szekszárdi Duna-híd és kapcsolódó útszakasz öt változatára” terv, amely Kalooca és a Sió torkolata közötti szakaszon öt hídhelyet és ahhoz csatlakozó útvonalat vizsgált az 1498,7 és az 1514,3 fkm szelvény között (1. ábra).

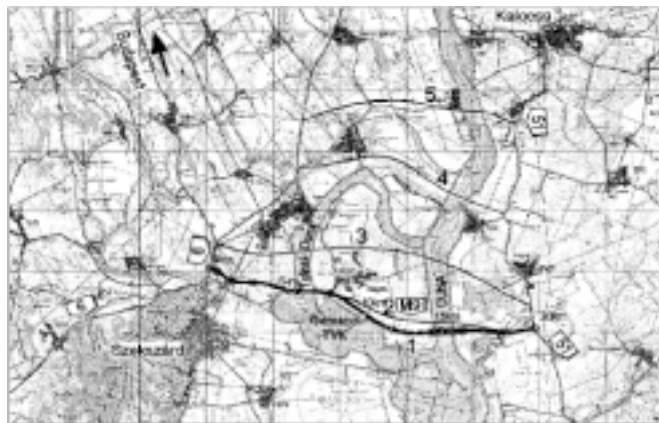
Az S9 gyorsforgalmi utat az úthálózatfejlesztési koncepcióban szereplő Nagykanizsa–Szekszárd–Szeged

tengely részeként első ütemben a 6. sz. főút és az 51. sz. főút között tervezték megvalósítani úgy, hogy folyamatosan tovább épül keleti irányba, legalább az 54. sz. főútig. Az úthálózathoz való csatlakozás szempontjából elsősorban a nyugati irányban voltak különbségek a változatok között.

Az öt vonalváltozatot négy döntési szempont alapján vizsgálták. A műszaki, a pénzügyi, a környezetvédelmi és a gazdasági-társadalmi feltételeket a döntéskor más-más súllyal értékelték.

A vonalváltozatokat *műszakilag* az alábbi szempontok és preferencia súlyok alapján hasonlították össze – geológiai, geomorfológiai, hidrológiai viszonyok: 8%; úthálózati megfelelés: 40%; a hídhely hidraulikai viszonyai: 15%; a hídhely hajózási viszonyai: 10%; forgalmi szerepkör: 7%; területfelhasználás: 12%; építési feltételek: 8%.

A *pénzügyi* összehasonlításakor a beruházási összköltség mellett az S9-en haladó járművek üzemi hosszai is befolyásolták a sorrendiséget.



1. ábra: Az összehasonlító környezeti hatásvizsgálat nyomvonal-változatai

A *környezetvédelmi* összehasonlításakor a forgalmat, a levegő minőségének védelmét, a talajszennyezést, a felszíni és a felszín alatti vizek védelmét, a zaj- és rezgésterhelést, a táji, a természeti, a kulturális és régészeti örökséget, a földhasználatot, a közlekedés biztonságát, a közegészségügyi hatásokat, az építési hatásokat és a szükséges monitoring rendszert vizsgálták.

A *gazdasági-társadalmi* vizsgálatkor a várható hatások mellett a regionális (térségi) kapcsolatok és az érintett települések népességi viszonyai szerepeltek.

Az összehasonlító vizsgálat eredménye alapján a Bogyiszlótól délre vezető, a Dunát az 1498,7 fkm szelvényben keresztező változat bizonyult a legalkalmasabbnak. A további tervezés és az építés ezen a nyomvonalon történt.

¹ Ny. szakfőmérnök, Uvaterv Rt.

² Irodavezető, Uvaterv Rt.

Kliment Mihály¹

1. Tervezési munkák

Az M9 autóút – korábban S9 jelzésű gyorsforgalmi út – tervezése a koncessziós pályázatot elnyert francia-magyar érdekeltségű Új Duna-híd Koncessziós Részvénytársaság (ÚDHK Rt.) megbízásából 1994-ben az engedélyezési tervek elkészítésével kezdődött.

Mivel a koncessziós kötelezettségek az ajánlati tervben leírtakra vonatkoztak, az engedélyezési terveknek is szigorúan az annak alapjául szolgáló tanulmánytervnek kellett megfelelnie. Módosítás egyedül a hidak szerkezeti kialakításában történt.

Az Uvaterv Rt.-ben készült engedélyezési tervvel párhuzamosan ún. Részletes környezetvédelmi hatástanulmány készült. A gyorsforgalmi út a Gemenci Tájvédelmi Körzet közelsége miatt természetvédelmi szempontból, valamint az itt található vízbázisok miatt vízvédelmi szempontból igen érzékeny területen vezet. Erre való tekintettel a tanulmányt igen nagy körültekintéssel, széles körű egyeztetésekkel kellett elkészíteni.

Pénzügyi okokból a koncessziós formában való építés és üzemeltetés meghúzását követően a tervezési munkák 1999-ig szüneteltek. Az ekkor megjelent 2117/1999. (V. 26.) sz. kormányhatározat szerint az építés és az üzemeltetés állami feladattá vált.

Az építő cég kijelölésére még abban az évben építési ajánlati terv készült. Az akkori elképzelés szerint az autóút – már M9 jelzéssel – a 6. sz. és az 54. sz. főutak között épült volna. A következő évben az ajánlati tervet módosítani kellett, az építésre vonatkozó ajánlatot már a most forgalomba helyezett 6. sz. és 51. sz. főút közötti 20,6 km hosszú szakaszra adták a pályázók.

Ezt követően a tervezési munka az építési tervek elkészítésével folytatódott. A tervek az M1 autópálya Győr–országhatár közötti szakaszán 1994-ben elsőként alkalmazott formában és jelöléssel három fázisban készültek. Az első ún. „p” (preliminary = előzetes) fázisban elkészült az építési terv mélységű, de építésre még nem alkalmas terv. Ezt a vállalkozó (a Magyar Autópályaépítő Konzorcium és a Magyar Hídépítő Konzorcium), az építető (a Nemzeti Autópálya Rt.), a kezelő (az Állami Autópálya Kezelő Rt.) és a mérnök (az Általános Mérnöki Iroda Kft.) ellenőrizte és véleményezte, aminek alapján a terveket javították vagy szükség szerint módosították.

A korábban megszerzett építési engedélyek különböző előírásokat tartalmaztak az építési tervekkel (hidakkal, közművekkel, vízügyi és környezetvédelmi építményekkel) kapcsolatos további engedélyeztetési feladatokra. A tervezés ennek alapján a második

tervezési fázisban az ún. „i” (intermediate = közben-ső) fázisú tervek benyújtásával folytatódott az engedélyek, illetve a különféle szakhatósági, közútkezelői és közműüzemeltetési nyilatkozatok megszerzésére.

2. Az engedélyezés folyamata

A nyilatkozatok és engedélyek megszerzését követően a harmadik tervezési lépcsőben elkészültek az ún. „f” (final = végső) fázisú tervek. A tervek ismételt, az előzőekben leírtak szerinti ellenőrzése után megtörtént azok benyújtása építésre alkalmasságot igazoló pecsételésre a mérnöknek.

A munka során a terveket különböző okok és igények miatt több esetben kellett módosítani. Először a tervezési előírásokban időközben bekövetkezett változások és építetői igények miatt 2001-ben elkészült az ún. Engedélyezett tervtől való eltérés terve. Ez azokat a változásokat tartalmazta, amelyek a korábbi koncessziós ajánlat alapján készült engedélyezési tervtől eltértek.

Később különféle okok, pl. a forgalombiztonság növelése, a mezőgazdasági területek jobb megközelíthetősége, az építési költségek csökkentése miatt a tervek egy részét, ezért pedig az építési engedélyt is módosítani kellett.

Végül, mivel lehetőség nyílt az autóút forgalombiztonságának növelésére, valamint az új földhivatali adatok miatt további tervmódosításra, ezt külön határozatban engedélyezték.

A tervezési munka során közel 200 tervet kellett elkészíteni. Ezt a viszonylag nagy mennyiséget az indokolta, hogy az engedélyező és a kivitelező számára a használhatóság miatt a tervek szakáganként és építményenként szétbontva készültek. Ebbe a sorba tartoznak az építési és ezzel együtt a tervezési munka lezárásaként elkészült megvalósulási tervek, valamint a forgalomba helyezés után használandó ún. üzemeltetési és karbantartási utasítások.

- A. Útépítési tervek
- B1. Hídépítési terv (Duna-híd)
- B2. Hídépítési terv (Alul- és felüljáró hidak)
- C. Forgalomtechnikai tervek
- D. Vízépítési tervek
- E. Környezetvédelmi tervek
- F. Növénytelepítési tervek
- G. Közműtervek
- H. Talajmechanikai tervek
- T. Geodéziai és területrendezési tervek

A kezelői és üzemeltetési határok helyrajzi számmal azonosítható kijelöléséhez külön terv készült.

Az építéshez szükséges területek biztosításához terület-igénybevételi és mezőgazdasági, illetve erdőművelés alóli kivonási, a közművek építéséhez szol-

¹ Főtervező, Uvaterv Rt.

galmi jogi, ideiglenes művelés alóli kivonási, valamint rekultivációs tervek készültek.

A tervezést az Uvaterv Rt. mint főtervező irányította, a Duna-híd esetében az ajánlati tervet és a mederhíd felszerkezetének tervét társtervezőként a Pont-TERV Rt. készítette. A munkába a főtervező több alvállalkozót is bevont. Legjelentősebb közülük a Geo-Terra Kft., amely az autótút teljes talajmechanikai tervezési munkáját végezte. További altervezők a G+W Kft. a gázvezetékekkel, a Pantherv Bt. a nagyfeszültségű légvezetékekkel, a Geo-Sivo Kft. a talajvíz megfigyelő kutakkal, valamint a Signalkomplex Kft. a tervezés kezdeti fázisában a jelzőlámpás forgalomránnyítással kapcsolatos tervezési munkában.

A tervezési munka végig az Uvaterv Rt.-nél bevezetett ISO minőségbiztosítási rendszerben történt. Valamennyi terv számítógépen, arra alkalmas programokkal (MOSS, AUTOCAD, WORD, EXCEL) készült. Archiválásuk mind hagyományosan papíron, mind adatállományban CD lemezen megtörtént.

3. Az engedélyezés folyamata

Az autótúttal kapcsolatban a különféle indokok alapján szükségessé vált engedélyek megszerzése minden tekintetben megfelelt a hazai gyakorlatnak. Az engedélyezésre való benyújtás előtt a főtervező minden esetben beszerezte valamennyi, az eljárásban érdekelt nyilatkozatát, illetve részt vett a közigazgatá-

si bejárásán, valamint az ezt megelőzően megtartott lakossági fórumokon.

Az engedélyezési eljárásban a határozatokat három közlekedési felügyelet adta ki. Az autótútra és a rajta lévő felüljárókra a Központi Közlekedési Felügyelet, illetve elődje, a Közlekedési Főfelügyelet; az országos úthálózatba tartozó, valamint az önkormányzatok kezelésében lévő utakra a Tolna és a Bács-Kiskun Megyei Közlekedési Felügyelet adta ki az építési engedélyt.

Környezetvédelmi, vízügyi és természetvédelmi szempontból a Közép-Dunántúli és az Alsó-Duna-Völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség, a vízügyi igazgatóságok, valamint a Duna-Dráva és a Kiskunsági Nemzeti Park vettek részt az engedélyezésben. A környezetvédelmi engedélyt a Közép-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség adta ki.

A közművekkel kapcsolatos építési munkákra mindeneke előtt a tulajdonosok (DÉDÁSZ Rt., DÉMÁSZ Rt., DDGÁZ Rt., DÉGÁZ Rt. Tolnai VCSM Kft.), az elektromos és hírközlési vezetésekre a területileg illetékes műszaki biztonsági és hírközlési felügyelet adtak hozzájárulást, illetve engedélyt.

Az országos közutakra vonatkozóan a Tolna és a Bács-Kiskun Megyei Állami Közútkezelő Kht., a helyi közutakra (földutakra) az önkormányzatok (Szekszárd, Tolna, Bogyiszló, Fajs, Dusnok) adták meg a közútkezelői hozzájárulásokat.

A megvalósítás főbb lépéseit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

Az M9 autótút megvalósításának időbeli áttekintése

1983.	Vizsgálat az Országos Közúthálózat Fejlesztési Terv (OKFT) keretében; a Duna teljes magyarországi szakaszán közúti híd építésére alkalmas helyek feltárására
1985.	Az OKFT elkészítése (Duna-híd helyének kijelölése az 59. sz. főúton)
1991.	Az Országos Közúthálózat Fejlesztés 10 éves programjának meghirdetése (a Duna-híd kijelölt helyének megerősítése – az 59. sz. főút helyett S9 gyorsforgalmi út)
1992.	Tanulmányterv készítése a koncessziós ajánlat kiírásához
1993.	A koncessziós szerződés aláírása
1994. III. n. év	Az engedélyezési terv elkészítése
1995. II. n. év	A környezetvédelmi engedély kiadása
1996. IV. n. év	Az építési engedély kiadása
1997 – 1999.	Területvásárlás, régészeti feltárás, lőszermentesítés
1998. IV. n. év	Az építési engedély érvényességének meghosszabbítása további egy évvel (ÚDHK Rt.)
1999. II. n. év.	A 2117/1999. (V. 26.) sz. kormányrendelet kiadása (Az M9 autótút építéséről állami beruházásban)
1999. IV. n. év	A koncessziós szerződés átruházása az Állami Autópálya Kezelő Kht.-ra
1999. IV. n. év	Az építési jogosultság átruházása a Nemzeti Autópálya Rt.-re
2000. I.-II. n. év	Az M9 autótút és a Duna-híd ajánlati tervének elkészítése
2000. III. n. év	Az NA Rt. szerződést köt a Magyar Autópálya Építő Konzorciummal az A. és a C., valamint a Magyar Hídépítő Konzorciummal a B. szakasz megépítésére
2000. IV. n. év	Az engedélyezési tervtől való eltérés engedélyének a kiadása
2000. IV. n. év	Az NA Rt. szerződést köt az Általános Mérnöki Iroda Kft.-vel a mérnöki feladatok ellátására
2001. I. n. év	Munkaterület átadás, a terület-előkészítési munkák megkezdése
2001. I. n. év	Az autótút utépítési munkáinak megkezdése
2001. III. n. év	A Duna-híd cölöpözési munkáinak megkezdése
2002. IV. n. év	A Duna-híd zárótagjának beemelése
2003. III. n. év	Az M9 autótút forgalomba helyezése

A DUNA-HÍD ÁRTÉRI HÍDJAINAK, A MEDERHÍD ALÉPÍTMÉNYÉNEK ÉS AZ AUTÓÚT EGYÉB HÍDJAINAK AZ ÉPÍTÉSI TERVE

Kovács Zsolt¹ – Iványi Miklós² – Teiter Zoltán³ – Dr. Koller Ida⁴

1. A Duna-híd előkészítő munkái és tervezése

A híd tanulmányterve 1987 júniusában, az ajánlati terve 1992-ben készült. Az Uvaterv Rt. első ajánlati terve 1994-ben, majd a második változat 1998-ban még feszített vasbeton hidat javasolt.

A vállalkozó kezdeményezésére a megvalósult híd engedélyezési tervében a híd mederhídi része acél, az ártéri részek öszvér felszerkezetűek lettek. A kivitelezés 2001-ben kezdődött, a tervezést az Uvaterv Rt. mint főtervező vezette. A híd engedélyezési tervét és a felszerkezetének építési tervét a Pont-TERV Rt. mint társtervező készítette.

Vizsgálócsarnokában makettet készítettek a folyómederről és a hídpillérekről, majd megfelelő nyomással vizet engedtek át a modellen. Festékanyag adagolásával vizsgálták a folyó sodorvonalát és a víz áramlását. Mérésekkel igazolták a tervezett hídpillérek helyzetének megfelelőségét. A hidraulikai kisminta-kísérletek alapján a tervezett hídhely a legkedvezőbb, különös tekintettel a folyó inflexiók szakaszára. A kísérletekből az is kiderült, hogy a pillérek elhelyezése milyen kimosási veszélyekkel jár, és hogyan lehet ezek ellen védekezni.

Ezért megvizsgálták egy mederben elhelyezkedő pillér körül az áramlási viszonyokat is. Megállapították, hogy a Dunának ezen a szakaszán erősebb védekezésre van szükség a mederfenék laza talaja miatt. A pillérek alatt folyóvízi és ártéri finom üledékből álló Duna-hordalék helyezkedik el, mivel a Duna csak Kalocsáig szállít kavicsot, onnantól kezdve finomabb a meder anyaga.

A folyamszabályozási előírás szerint a mederszélesség a híd tengelyében mérve 382 m. Hajózási és vízügyi szempontból legalább 120 m mederpillér tengelytávolság szükséges, és a mederbiztosítás felső síkjának a mederfenékbe kell belesimulnia. A hajózás számára két 100 m széles hajóutat kellett szabadon tartani, és a főmeder közepén legfeljebb két mederpillért lehetett elhelyezni. A meder védelme mellett a part stabilizálása is elkerülhetetlen volt, a hídepítés-kor ehhez is az előzetes mintakísérletek szolgáltattak adatot. Az Uvaterv Rt. a híd alapozásához szükséges cölöpök próbaterhelését már 1999-ben elvégeztette.

2. A híd alapozása

Nagy felkészültséget igényelt a talajmechanikai vizsgálatokkal feltárt, többnyire folyósodásra hajlamos, víz alatti homokrétegekbe fúrt cölöpalapozás megterve-

zése és elkészítése. A kivitelezőnek ehhez alkalmas fúróberendezést kellett beszereznie. A meder alatt a jó teherbírású rétegek viszonylag mélyen voltak, és nagyobb mélységben sem változott kedvezően a talajrétegződés. A felszerkezet szempontjából viszont kedvező, hogy a homok talajokban a támaszok süllyedésének nagy része rövid idő alatt, már az építés közben lejátszódott.

Az alépítmények alapozását a mederpilléreknél 1,3 m átmérőjű, köpenycső védelmével készült fúrt cölöppökkel végezték úszó munkagépről. A hazai hídepítésben 45 m hosszú köpenycsővel először készült fúrt cölöp. A környezetet nem szennyező, végig bélésű csöves technológiát a vízzel telített homok és homokliszt altalaj indokolta. A köpeny mentén a talajfelület eredeti állapotú, nem lazul fel, ami a köpenysúrlódás szempontjából kedvezőbb. Az egy cölöpre jutó maximális teher a mederpillérnél 7697 kN, amihez 19,5 mm süllyedés tartozik. A terv a cölöpök mértékadó terhének a számításához a cölöpcsoport-hatásból származó tényezőt a központos terheknél vette figyelembe.

3. Az ártéri és mederpillérek

A függőleges falú ártéri pillérek folyásirányban lekerekített végű felmenő falai a szárazon épített cölöpösszefogó talplemezeken készültek.

A csúcsíves mederpillérek a folyóvízben, acél köpenyfal védelmében épültek. A száraz munkateret alulról víz alatti beton zárta le. A 20:1 hajlású síkokkal határolt felmenő falakat a két végén egymásba metsződő íves felületek alkotják. A befolyási oldali pillér él gránit kőburkolatú. A MÁSZ+1,0 m szint felett a pillérek fala függőleges.

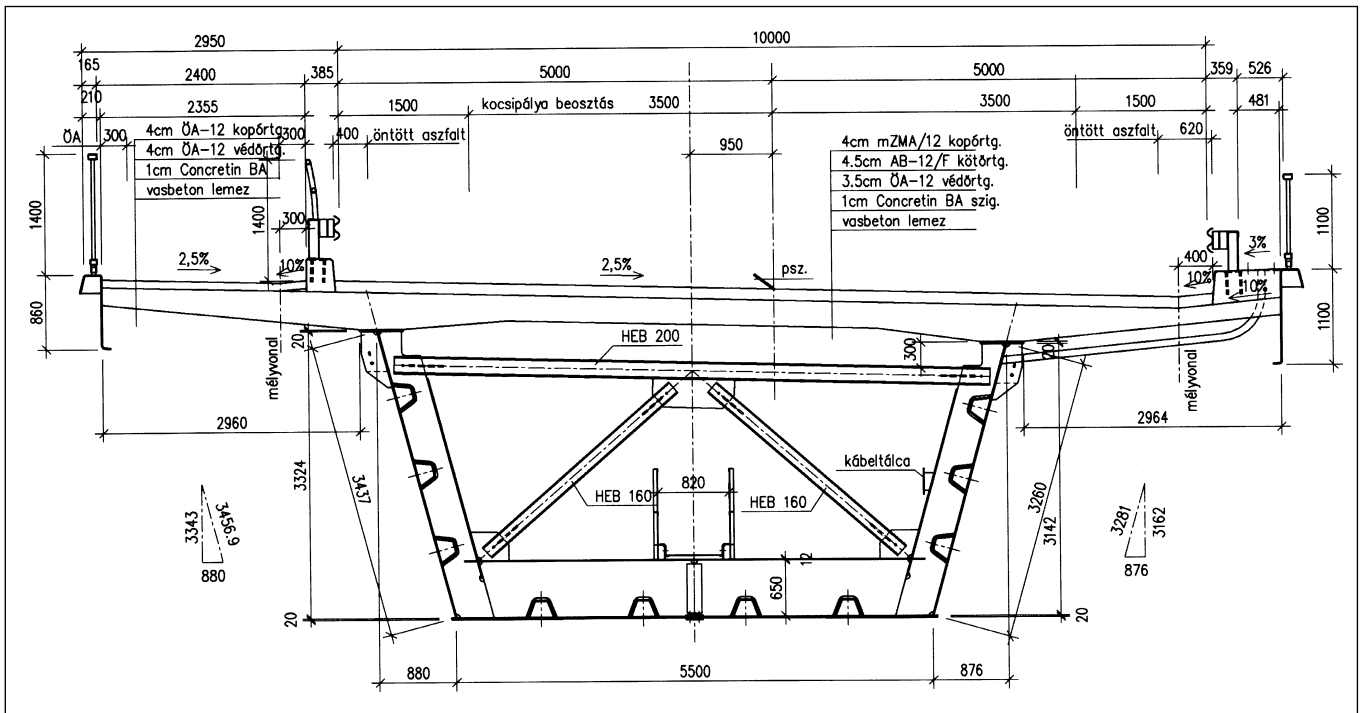
A karcsú és magas pillérek geometriai kialakítása változatosabbá teszi az egyszerű vonalvezetésű, párhuzamos öves felszerkezetű híd megjelenését. A felfelé keskenyedő magas pilléreket karcsúsítják a tetejükön kialakított beékelések, a függőlegesbe átmenő élek és a saruzsámolyok közötti ékes kiharapások árnyékhatásai.

4. Az ártéri hidak felszerkezetete

A mederhíd felszerkezetéhez egy-egy azonos kialakítású ártéri szerkezet csatlakozik. A 3×65,50 m támaszközű ártéri hidak folytatólagos többtámaszú, párhuzamos övű, vasbeton pályalemez acél szekrénytartós öszvér szerkezetűek (1. ábra). A mederhídtól eltérően az ártéri hidakon a kerékpárutat és a közúti pályát a pályalemezhez lekötött vasbeton kiemelt szejely választja el. A három hídszakasz pályacsatlakozásainál vízzáró dilatációs szerkezetek készültek.

¹ Okl. építőmérnök, szakági igazgató, Uvaterv Rt.

² Okl. építőmérnök, irányító tervező, Uvaterv Rt., Híd- és Technológiai Tervező Iroda



1. ábra: Az ártéri híd keresztmetszete

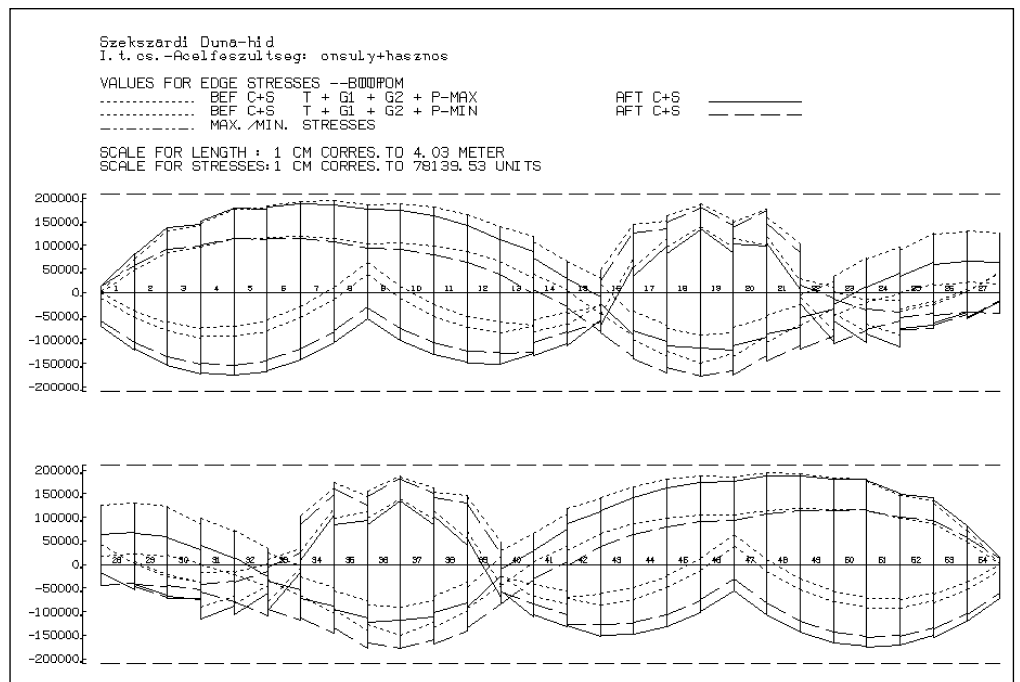
A vasbeton pályalemez lágyvasalással készült. A tervezés során kérdés volt, hogy a szerkezet vasbeton pályalemeze a hagyományos módon, támaszmozgatással mentesüljön a támaszok feletti húzások miatt kialakuló repedésektől, vagy meg kell birkóznia a berepedt pályalemez merevségváltozása által okozott teherbírás-, lehajlás- és repedéstágasság-számítási nehézségekkel. Több lehetőséget is mérlegelve, végül a döntés az acélszálak megtakarítása mellett szólt, vállalva ezzel a többlet statikai vizsgálatokat. Ugyanolyan acélszál-eloszláskor a repedésmentes és a támaszmozgatással is járó változatnál jelentősen nagyobb feszültségek keletkeztek az alsó szélső szálban, mint a berepedéssel dolgozó, támaszmozgatást nem igénylő esetben.

Végeredményben az együttdolgozó vasbeton pályalemez támasz feletti, a repedéskorlátozási követelményeknek megfelelő berepedés megengedésével acélszálakat lehetett megtakarítani, és elkerülhető volt a közben lévő pillérek feletti támaszmozgatás.

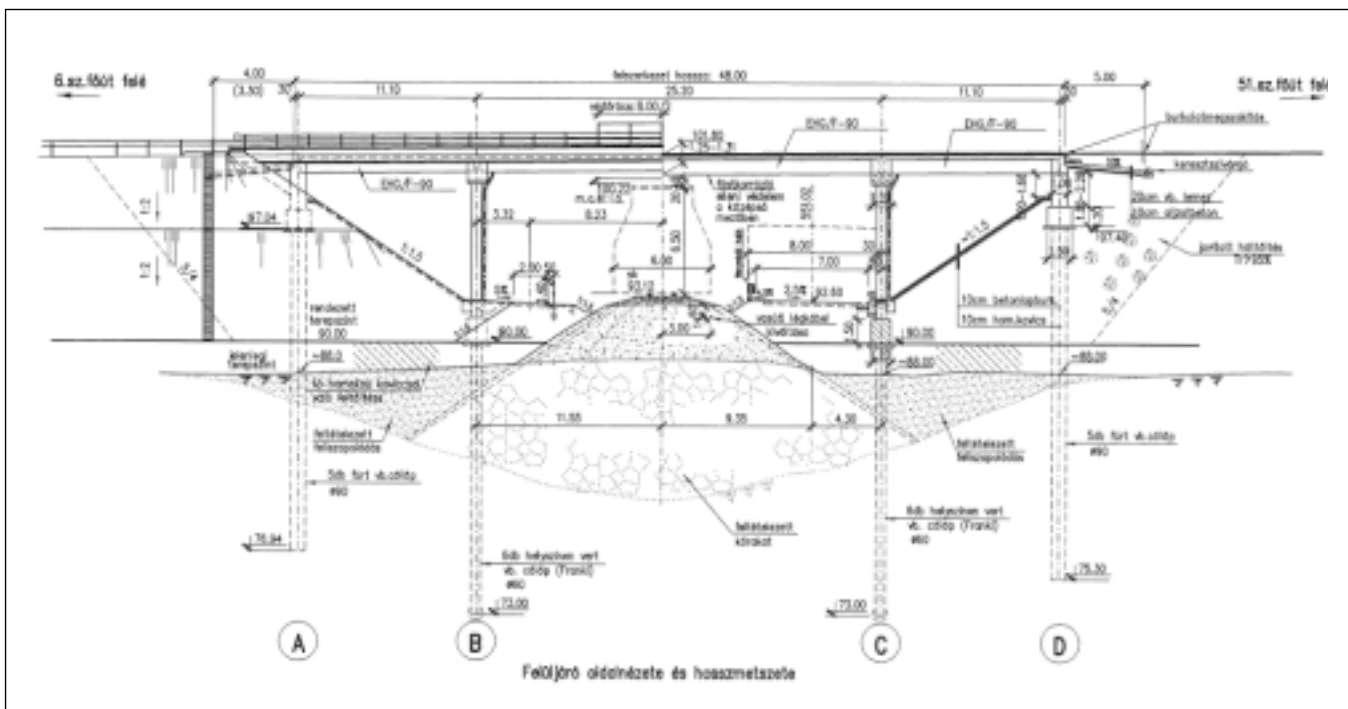
Az alkalmazott korszerű számítógépes programmal lehetséges volt az időben változó merevségű, illetve statikai vázú szerkezet teljes körű modellezése, és az ösvér típusú szerkezeteknél a lényeges hídalkalmazások kézen tartása (2. ábra). Érdekesként említhető,

hogy a mederhíd geometriájához igazodva viszonylag nagy keresztmetszeti merevség eredményeképpen a pályalemez $t=0$ (közvetlenül a próbaterhelés előtti) időben még repedésmentes. Mivel az említett számítógépes modellezés nemcsak a számítást képesíti, hanem az eredmények megjelenítését és dokumentálását is, ezért percekben belül lehetséges volt egy-egy szerkezeti változtatás hatásának kiértékelése, vagyis végső soron az acélszál-eloszlás optimalizálása.

A csomóponti kapcsolatok közül kiemelendő, hogy sem a gerinclemez, sem a fenéklemez hosszirányú merevítő U-bordái nem kapcsolódnak a 4 m-enként elhelyezkedő keresztartókhoz, ami szokatlan az ed-



2. ábra: Alsó és felső acélfeszültségek a megvalósult szerkezeten



3. ábra: Feldjáró hidak hosszmetzete és oldalnézete

digi magyar hídépítésben. Ennek megfelelőségét a végeelemes számításunk és a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke helyszíni mérései is igazolták.

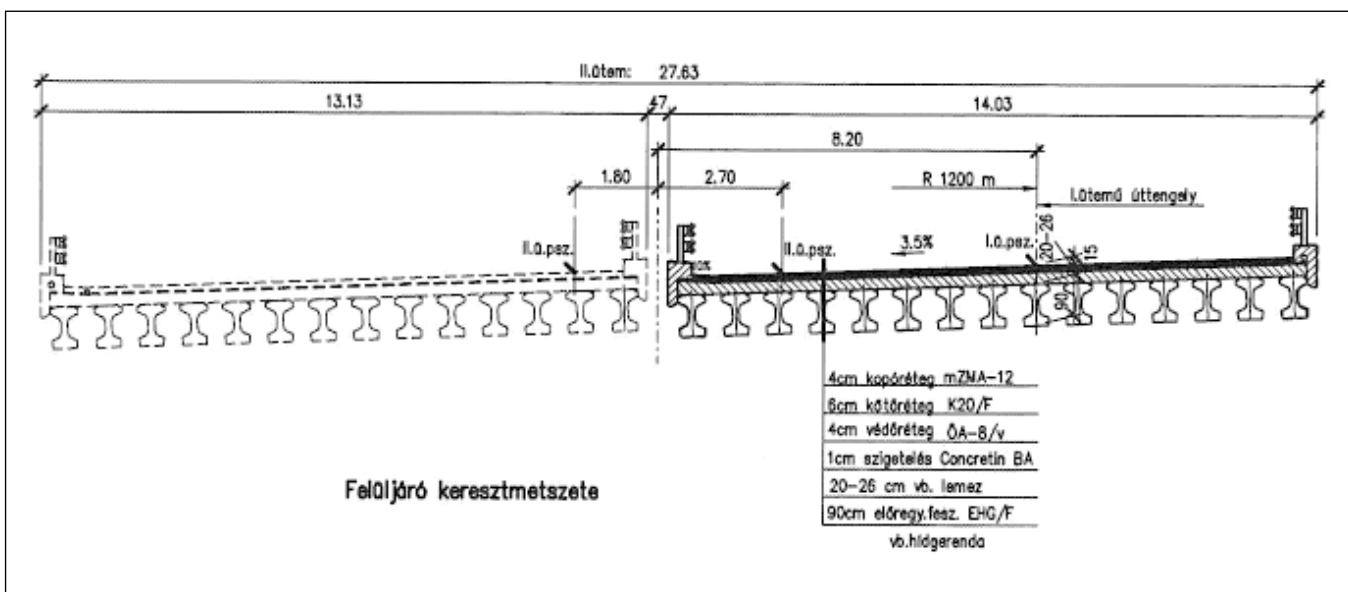
5. Alul- és felüljáró hidak

Az M9 autótűt 11 alul- és felüljáró hídjának építési terve még a tervezéskor, 2000-ben érvényben lévő ME-07-3700:1986 előírásai szerint készült.

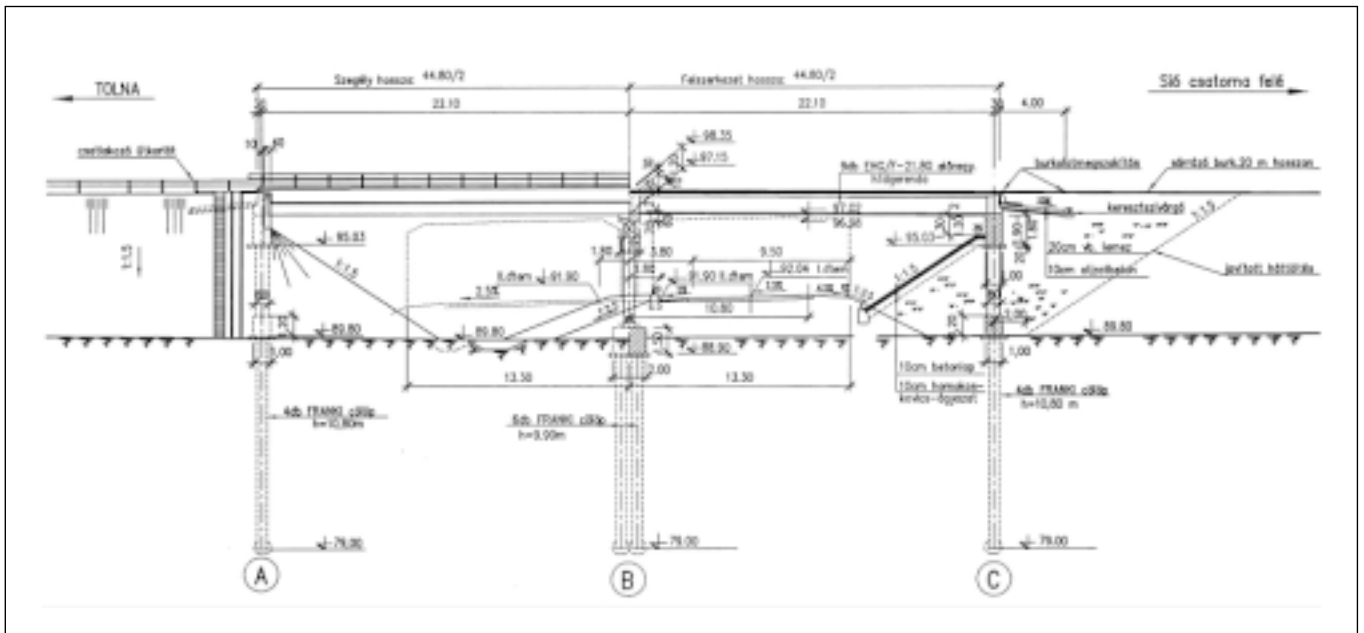
A talajmechanikai adottságok miatt a terv eredetileg minden hídhoz vert cölöpalapozást javasolt. A felüljárók háttöltésről indított cölöpözéssel épültek. Az 1. jelű hídnál, melynél a töltésmagasság kb. 12 m, az altalaj több hónapos konszolidációja után lehetett csak megkezdeni a cölöpözést, s kivitelezési nehézségek miatt az eredeti tervtől eltérően a híd hídfői alá fűrt cölöpöket kellett tervezni és építeni.

A hidak felszerkezetét a 3. jelű híd kivételével – ahol UH-tartók vannak – EHG/F típusú, 90 cm magas feszített vb. hídgerendával együttdolgozó monolit vasbeton lemez alkotja. A felüljárók és a 12. jelű híd 3 rétegű burkolattal, a többi aluljáró és a 11. jelű híd két rétegű burkolattal készült. A főpálya hídjainak teljes felületén műanyag alapú szórt (Concretin BA), a 11. jelű hídon pedig modifikált bitumenes vastaglemez (Parafor-Ponds) szigetelés készült.

Azokon a hidakon, ahol az autótűt hosszeseése 0,5% alatti, a mélyvonal hullámoztatásával és víznyelők beépítésével lehetett elérni a hidak megfelelő víztele nitését. Az 1. jelű hídon a hídfelület mérete miatt víznyelőket kellett betervezni. A 3. és 5. jelű híd alatt a Fekete-ér, illetve a Tolnai-Holt-Duna levezető csatornájának medre betonba ágyazott terméskőburkolattal készült, a 10. és a 11. jelű híd alatt a Vajas-fok (Sár-



4. ábra: Feldjáró hidak keresztmetzete



5. ábra: Aluljáró hidak hosszmetsete és oldalnézete

közi I. főcsatorna) medrének szélét két sorban elhelyezett Gabion zsákokkal, a mederrézsút 40 cm vastag kőszórással kellett megvédeni.

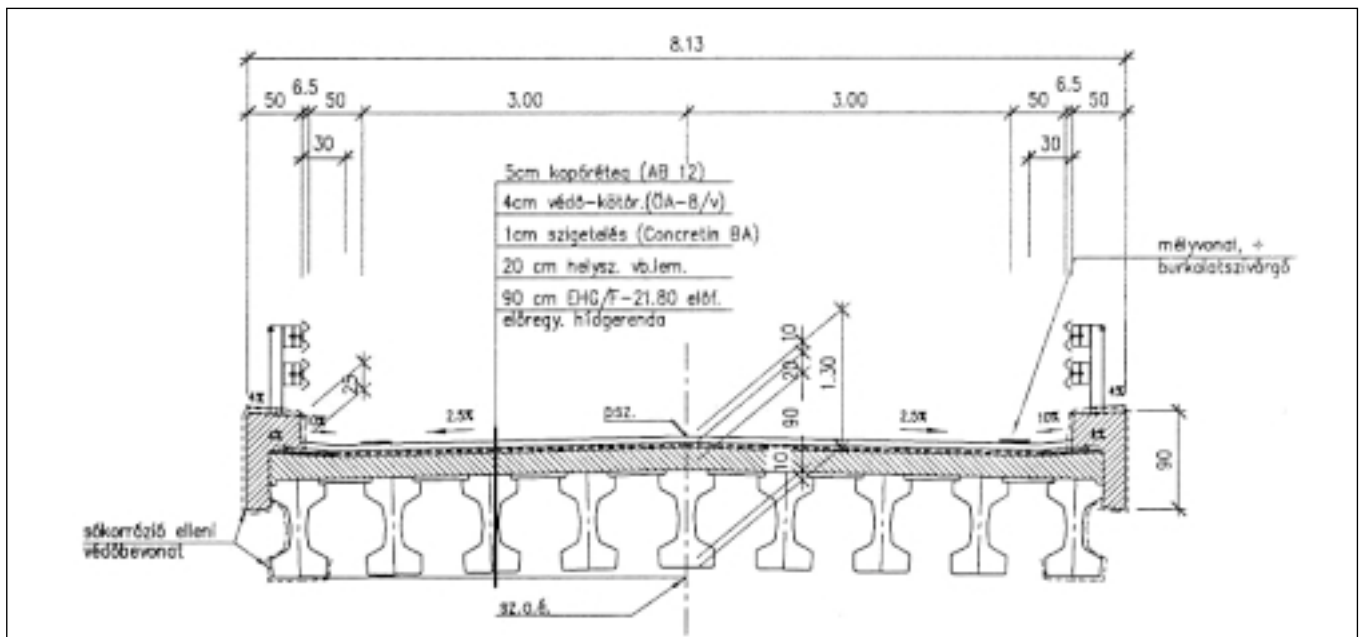
Öt hídon az új műszaki előírások értelmében ket-tős vezetőkorlát, négy hídon pedig kiegészítő csőtággal magasztott vezetőkorlát készült. A 12. jelű hídon a bal oldalon 2,40 m hasznos szélességgel gyalogjárda épült, a külső oldalon 1,40 m magas hagyományos pálcás korláttal.

Az M9 autótút „B” szakaszán a Duna-híd két oldalán az árvédelmi út átvezetésére egy-egy felüljáró épült (8. és 9. jelű hidak). Ezek monolit vasbeton keretszerkezetek, melyek alatt 1,0 m vastag talajcserére volt szükség. A 10 m széles nyíláson 2-2 m járda és 6 m széles, 4,70 m magas úrszelvényű utat lehetett átvezetni. A keretek alsó lemezét modifikált bitumenlemez

szigetelés védi. A keretek felső lemezére szórt műanyagbázisú szigetelés került.

6. Összefoglalás

Az M9 autótút szekszárdi Duna-hídja a folyó olyan szakaszán van, ahol a két parton élő emberek régóta álmodnak szorosabb kapcsolatról. A mederhíd és az ártéri hidak egységes megjelenésével, a pillérek formabontó kialakításával, a természettel harmonizáló, esztétikus szerkezet mindezt most megvalósítja. A gyárban készre hegesztett ártéri híd szerelési egységei, azok újdonságnak számító belső merevítési rendszere, továbbá a helyszínen készülő lágyvasalásos vasbeton pályalemez, amelynek berepedése is megengedett, mind a hazai hídtervezésben résztvevők korszerű gondolkodásmódját tükrözi.



6. ábra: Aluljáró hidak keresztmetsete

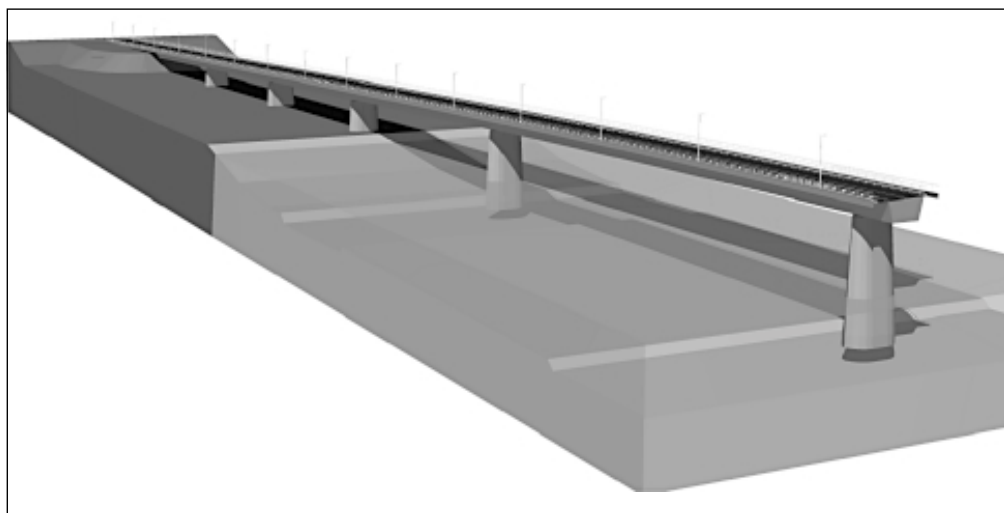
A DUNA-HÍD AJÁNLATI ÉS ENGEDÉLYEZÉSI TERVE, A MEDERHÍD FELSZERKEZETÉNEK ÉPÍTÉSI TERVE

Dr. Knebel Jenő¹ – Mátyássy László² – Fornay Csaba³

1. Előzmények

A szekszárdi Duna-híd építésére 1994-ben készült el az engedélyezési terv. A 2x180 m medernyílású híd nagy költsége miatt nem valósulhatott meg. Az Uvaterv Rt. 2000-ben új ajánlati tervet készített az autóútra és a feszített vasbeton szerkezetű 3x120 m közbenső nyílású Duna-hidra. A Ganz Acélszerkezet Rt. 2000 nyarán ajánlati tervet adott be ortotrop pályalemez acélhid változattal. A Pont-TERV Rt. által készített tervet a Nemzeti Autópálya Rt. elfogadta, és ennek alapján dolgoztatta ki a híd új engedélyezési tervét (1. ábra).

A tervek elkészítésére két cég, az Uvaterv Rt. és a Pont-TERV Rt. együtt kapott megbízást. A Pont-TERV Rt. az engedélyezési terveket és a mederhíd felszerkezetének kiviteli terveit készítette.



1. ábra: Az ajánlati tervhez készített látványterv

2. Az ajánlati-engedélyezési terv

A tervezés kiinduló adatai közül meghatározó jelentőségű volt, hogy a híd két ütemben épül. Először 2x1 forgalmi sávot kell a hídon átvezetni, ez lesz a későbbi 2x2 sávós autópálya jobb oldali pályarésze. A híd meder feletti szakaszának támaszközei a korábbi engedélyezési terv szerint 120 m hosszúak voltak, gazdasági okokból ezeket célszerű volt megtartani.

A híd három fő részből áll:

- a mederhíd 80 + 3x120 + 80 m támaszközökkel,
- a jobb parti ártéri híd és
- a bal parti ártéri híd (mindkettő 3x65,50 m támaszközökkel).

A híd teljes hossza a támaszokon túlnyúló részekkel együtt 917 m. A mederhíd szerkezete ortotrop pályalemez párhuzamos övű folytatólagos acélgerenda-híd. Az ártéri hidak is párhuzamos övű folytatólagos szerkezetek, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó acél főtartóval.

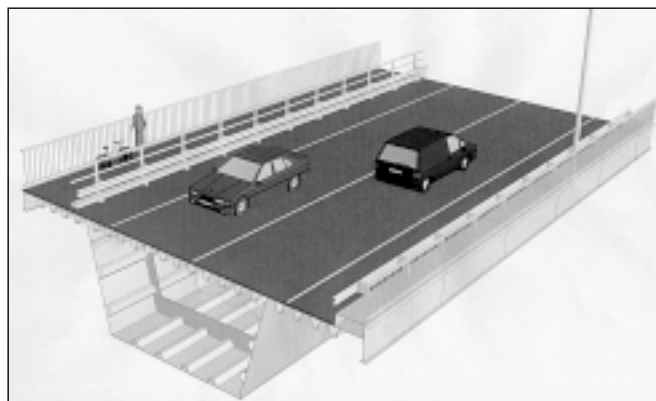
Szerkezetileg a meder- és az ártéri hidak különböző típusuk ellenére egységes képet mutatnak. Nagy csavarómerevsége miatt a hidak főtartója egycellás acél szekrénytartó, a mederhídnál ortotrop acél, az ártéri hidaknál vasbeton pályalemezzel. A szerkezeti magasság a hidak teljes hosszán állandó. A kétütemű építés miatt felsőpályás szerkezet épült (2. ábra).

A forgalmi igényeket a terv teljes mértékben kielé-

gíti és lehetőséget ad a kétütemű építésre. A későbbi autópályává bővítés egyszerűen megoldható.

A hajózási igények a hajózási úrszelvények száma, szélessége és magassága szempontjából teljesülnek.

A gazdaságosság szempontjait az építető Nemzeti Autópálya Rt. kiemelten kezelte. A meder- és az ártéri hidak trapéz keresztmetszetű szekrény főtartói a statikai előnyökön kívül rövidebb alépítményeket igényelnek. A mederhíd ortotrop pályalemez szerkezetének gazdaságosságát jelentősen segítette az alkalmazott gyártási és szerelési technológia. Az acél-

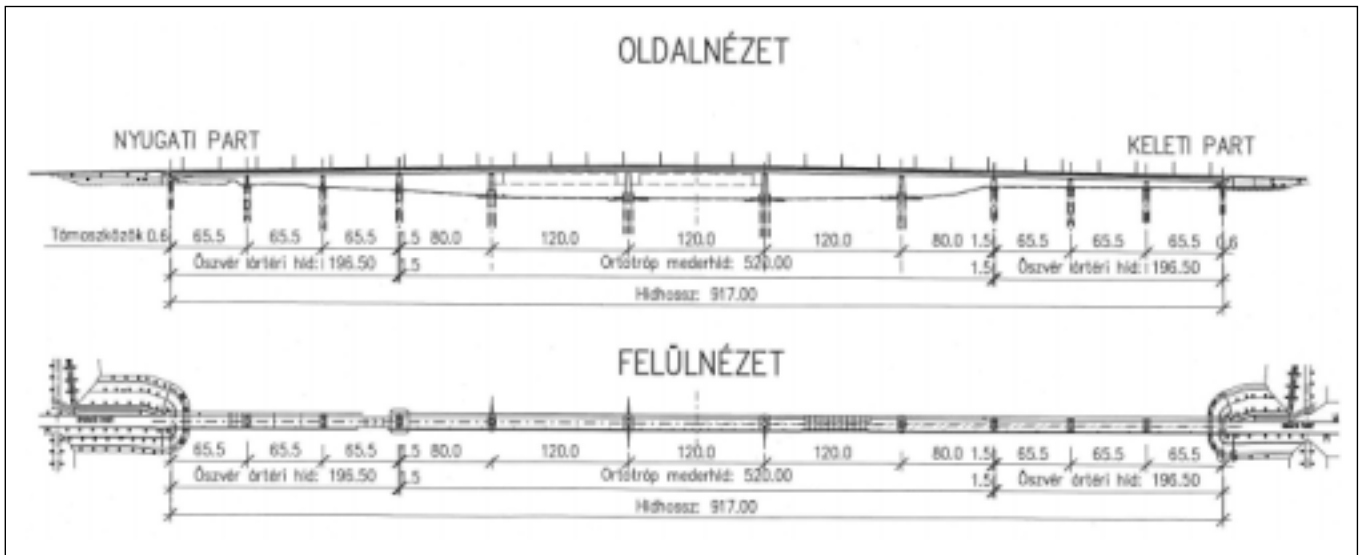


2. ábra: A felszerkezet elrendezése

¹ Főtanácsadó, Pont-TERV Rt.

² Vezérigazgató, Pont-TERV Rt.

³ Tervezőmérnök, Pont-TERV Rt.



3. ábra: Általános terv

szerkezet kis önsúlya lehetővé tette a 100-120 m hosszú egységek helyszínre szállítását vízi úton és beemelését egy darabban. Az ártéri hidak öszvér szerkezete 3x65,50 m-es tartományban a leggazdaságosabb híd típus.

Fenntartási szempontból a tervezett szekrény förtartó előnyös, a belső rész védett az időjárástól. A szekrény belseje a híd teljes hosszán járható.

Esztétikai szempontból a híd egységes megjelenését kell kiemelni (3. ábra). A híd jól illeszkedik a környezetbe, mint keskeny szalag halad át a Duna felett. Külső megjelenése a híd mázolásával a későbbiekben tetszés szerint változtatható a kor divatos színeivel.

3. A mederhíd felszerkezetének kiviteli terve

3.1. A felszerkezet főbb jellemzői

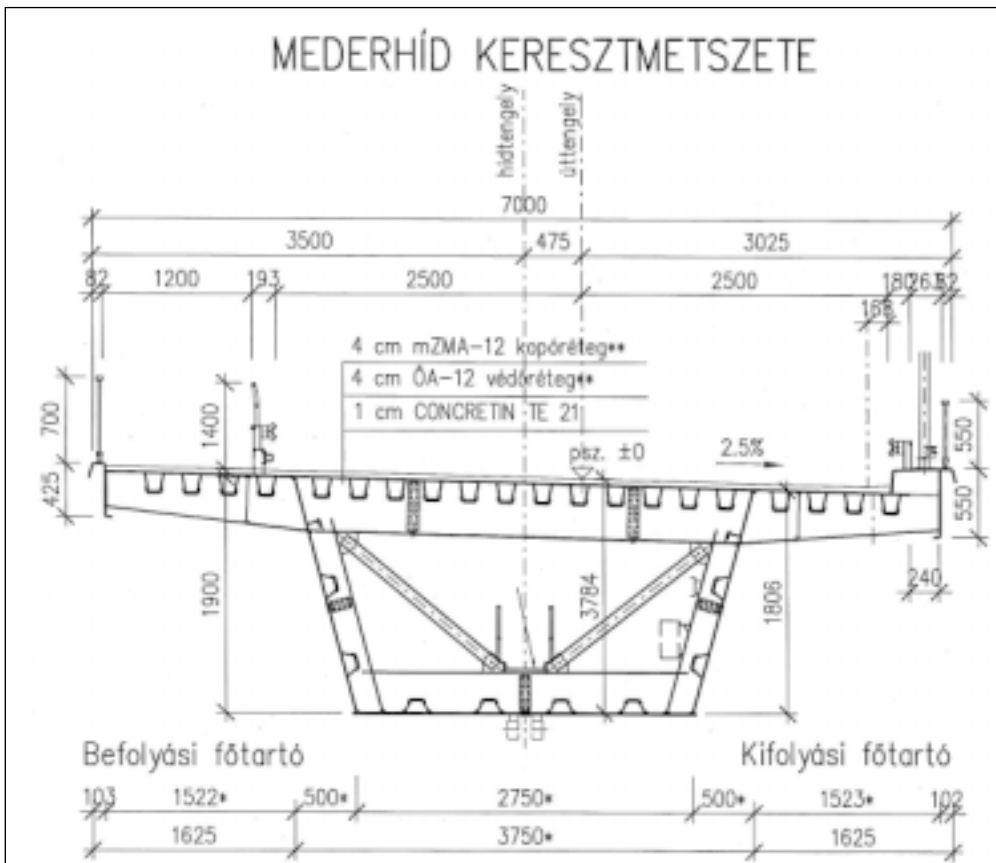
Mindkét felszerkezet szekrényes keresztmetszetű ferde gerincek határolják, melyeket 4 m-enként keresztartók tagolnak. A gerinceket és a fenéklemezt hosszirányban trapéz keresztmetszetű hajlított bordák merevítik (4. ábra). A támasz és a vég-keresztartók tömör kialakításúak, a saruk és az emelőhelyek megtámasztására is szolgálnak.

A pálya kialakításakor figyelemmel kellett lenni a későbbi autópályává bővítés lehetőségére, amikor a jelenlegi kerékpárút is a kocsipálya részévé válik. Alap

os átgondolást igényelt, hogy a belső szegélyt az autópálya teljes kiépítésekor el kell távolítani és a jelenlegi szegélyt át kell alakítani.

4. A felszerkezet statikai számítása

A híd két förtartós, zárt keresztmetszetű, változó inerciájú ötnyílású folyótárolagos gerendatartó. A számításhoz felvett statikai modell térbeli rúdszerkezet. Az alkalmazott RM7 (TDV Graz, Ausztria) rúdszerkezeti számító célprogram, illetve annak acélhidak számításához kidolgozott keresztmetszet számító kiegészítő modulja lehetőséget ad az ún. „intelligens” rúdkeresztmetszetekre. Ezeket saját síkjukban vé-



4. ábra: A mederhíd keresztmetszete

geselem-módszerrel modellezve a keresztmetszeti jellemzők és a feszültségek egyidejűleg számíthatók.

A programmal figyelembe vehetők a különböző szerkezeti elemek (pálya-, gerinc- és fenéklemez, hossz-bordák) vastagságának változásai, valamint a pálya- és fenéklemez együttműködő szélességei, így a statikai modell jól követi az inerciák változását. A programmal figyelembe vehető a jármű mint mozgó teher. A két szegély mentén és a közepen végighaladó egységjármű okozta terhelésből megkaphatók a nyomtéli burkolóábrák, vagyis a program automatikusan minden elemre előállítja a mértékadó teherállást. A nagy koncentrált erőbevezetések helyénél, vagyis a támaszkereszttartóknál külön helyi vizsgálat készült, véges elemes analízissel.

A különleges és összetett szerelési mód megkívánta a szerelési állapotok kitüntetett módon kezelését. A csepeli szerelőtéren az egyes hídrészek vízre helyezése, az építés helyszínén az emelés, a beúsztatás, a megfelelő helyzetű véglap beállítások sajtózással, az összekapcsolás és az emelőbarkák kiállása mind külön vizsgálatot igényeltek. Mindezek eredményeként kellett megerősíteni egyes kereszttartókat, a fenékbordát és a fenéklemezt egy-két kritikus szakaszon.

Munkaszervezési okokból szükség volt a szegélytartók és a korlát elhelyezésére még a híd teljes elkészülte előtt. Ezek pontos beállításához a mért és a számított hidalak összevetésével kellett meghatározni a még hátralévő alakváltozásokat.

5. Az acélszerkezet szerkezeti megoldásai

A felszerkezet építésének módja a tervezésre is hatással volt. A szerelési egységek összeállítása a cse-

peli szerelőtelepen történt, innen öt darabban vízi úton szállították a hidat az építés helyszínére.

Ez a technológia lehetővé tette, hogy – a magyar hídépítésben eddig még nem alkalmazott megoldásként – az ortotrop híd keresztirányú illesztéseit Csepelen teljesen készre hegesztve gyártsák le, csak a szekszárdi helyszínen készített illesztésekhez kellett nagy szilárdságú feszített (NF) csavarokat alkalmazni. A hosszillesztések gyártástechnológiai okokból továbbra is NF csavarokkal készültek.

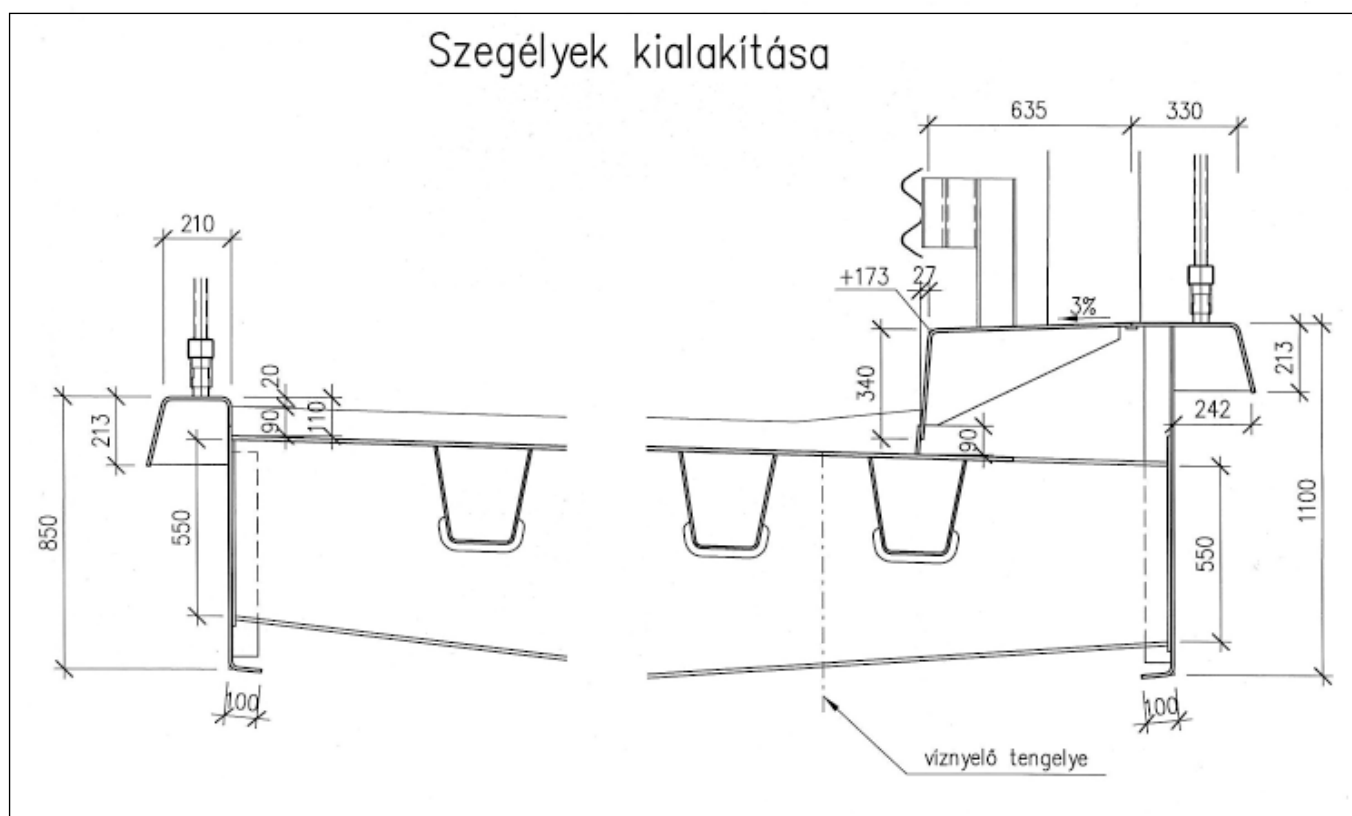
Az alkalmazott gyártási és szerelési technológia a gazdaságossági szempontokon túl, külön-külön is lehetővé tette a minőség javítását és a tervezett hidalak pontos beállítását.

A gerinc és a fenéklemez trapéz szelvényű merevítő bordáit a helyszínen behegesztett ún. „ablakos” megoldással illesztették. A támasz- és végkereszttartókra „T” szelvényű merevítések kerültek, melyek a saruk hőmozgásából származó külpontos erőket vezetik be a főtartóba.

6. A hídtartozékok

A hídon épülő közvilágítás szerelvényei a kereszttartók kiosztásához alkalmazkodnak. A korlátok az új szabvány előírásainak megfelelően horganyzott kivitelben készültek, nyitott vagy végeiken nyitott zárt szelvényeket alkalmazva, kerülve a helyszíni hegesztéseket (5. ábra).

A szekrényes szerkezetű híd zárt belső terét technológiai és hídfenntartási okokból nyílások törnek át, melyeket a madarak ellen hálók védenek. Ezek a nyílások szellőztetik a szekrényt, és így hatékonyan egészítik ki a korrózióvédelmi rendszert. A belső terek víz-



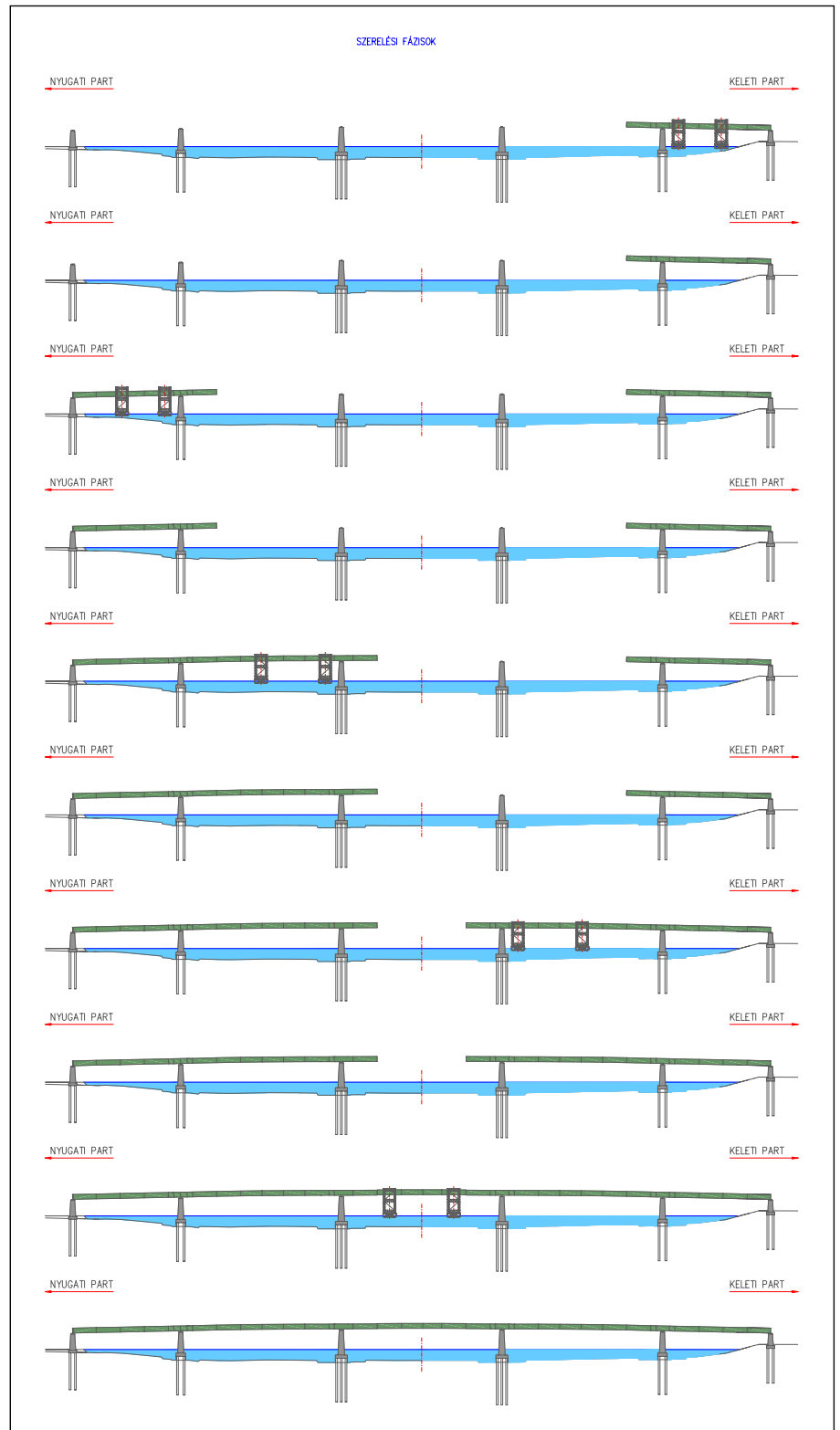
5. ábra: A szegélyek kialakítása

gálatát üzemi járda teszi lehetővé, melynek hajlított lemez szelvényét keresztartók támasztják alá. A főtartót az alépítményeken acélból készült fazéksaruk – a mozgó saruknál teflon lemezzel – támasztják alá. A mederhíd két végén vízzáró gumibetétes MAURER dilatációs szerkezeteket építettek be.

7. A szereléstechológia

A mederhíd acélszerkezetét a Ganz Acélszerkezet Rt. csepeli szerelőtelepén öt részletben állították össze. Az eddigi szokásoktól eltérően az előszerelt híd egységeket nem szedték szét, hanem úszó – emelő szerkezetre csúsztatták, és egy darabban úsztatták le a Dunán az építés helyszínére. Itt emelőszerkezet felemelte és a pilléreken elhelyezett sarukra tette a hídrészt. Az újabb szakaszok beemelésékor a támaszok emelésével, illetve süllyesztésével állították be a véglapokat. Az elemeket feszültségmentes állapotban kapcsolták össze.

A korábbi gyakorlatnak megfelelően a szerelés minden fázisára, kezdve a csepeli szerelőtelepen a vízre helyezéstől, a helyszíni emelési és összekapcsolási műveletekig részletes tervek készültek, statikai számítással ellenőrizve (6. ábra). Lényeges része volt a tervezési munkának a mindenkorai hídalak meghatározása, melyet az építés közben folyamatosan ellenőriztek. A szerelés közben az alátámasztási viszonyok változása a felszerkezet kialakítására is visszahatott, ezért a végleges tervek elkészítéséhez ezeket a vizsgálatokat is el kellett végezni.



6. ábra: A szerelés fázissterve

AZ AUTÓÚT ÉS A DUNA-HÍD MÉRNÖKI MUNKÁI, MINŐSÉG-ELLENŐRZÉSÉNEK RENDSZERE

Kovács Magdolna¹ – Dankó János² – Kun-Gazda Erzsébet³

Az építetővel kötött szerződés alapján az Általános Mérnöki Iroda Kft. (ÁMI) az előkészítő munkával mint mérnök 2001 elején kezdett foglalkozni. Az együttműködés alapjait az M3 autópálya Füzesabony és Polgár közötti szakasza mérnöki feladatainak ellátása során az ÁMI Kft. már lefektette. Az M9 autótút azonban sajátos követelményeket támasztott a mérnök elé.

Az akkor már kilencéves múltra visszatekintő iroda megalakulásától kezdve mérnöki szolgáltatásokat nyújtott. Megrendelői körét elsősorban a hazai közlekedési infrastruktúra fejlesztésével foglalkozó állami szervek, intézmények alkották. Az infrastruktúra területén megjelenő magánbefektetők is adtak megbízásokat különféle tanulmányok elkészítésére, fejlesztések megvalósítására.

Az M9 autótút mérnöki felügyeletére megkötött szerződés – mint a többi projekt esetében is – főként a FIDIC előírásai alapján tartalmazta a mérnök kötelezettségeit, különleges feltételekben rögzítve a megrendelő saját igényeit.

A mérnök felügyelete a beruházás minden területére kiterjedt:

- a résztvevők szerződéses kötelezettségeinek a teljesítése,
- a határidők betartása és betartatása,
- a tervezési folyamat felügyelete,
- az anyagok, építmények minőségének az ellenőrzése,
- az építési, beszállítási és vizsgálati jogosultságok ellenőrzése,
- a teljes útépítési folyamat felügyelete,
- a projekt teljes körű pénzügyi ellenőrzése.

A mérnöktől elvárt követelményrendszer széles körű szakmai tapasztalattal rendelkező lebonyolítói szervezet felállítását igényelte, amely összetételénél, képzettségénél és gyakorlatánál fogva megfelel a magas színvonalú műszaki elvárásoknak, valamint képes a lebonyolítással együttjáró, nagy mennyiségű ellenőrzési és adminisztrációs feladatok ellátására is. A mérnök szervezetének a szükséges mértékig illeszkednie kellett a megrendelői szervezet felépítéséhez, tartva a megfelelő szintű munkakapcsolatokat.

Az ÁMI Kft.-t – az M9 esetében is – egy központi irányító szervezet és egy, a helyszíni munkákat végző kirendeltség alkotja. Ennek szakmai tevékenységét egy-egy útépítésért és hídépítésért felelős beruházási főmérnök vezeti.

A szakembergárdát alapvetően út-, közmű- és hídépítő mérnökök, geodéták, geotechnikai és minőség-biztosítási mérnökök alkotják, az építési fázis megha-

tározott igényeinek megfelelően, szükség szerint más, speciális mérnöki területek szakértőinek a bevonásával (pl. geotechnika, korrózióvédelem stb.).

A változó elemek és szakági összetételek mellett a felügyelet rendszere alkotja a vázat, amely minden esetben kiterjed a terv, az anyag, a keverék, a technológia, a beépítés, az építményrész, az építmény és a teljes létesítmény minőségének, valamint a mennyiségi és pénzügyi kérdéseknek az ellenőrzésére.

Az M9 autótút esetében a tervezés korábbi, hat évre visszanyúló időszakába az ÁMI Kft. nem kapcsolódott be, a vállalkozási szerződést is a mérnök szerződésének megkötése előtt írták alá. Ugyanakkor az ajánlatkérési dokumentációban és az ajánlatban foglalt közös értelmezése, a tender műszaki előírásaiban rögzítettek esetenkénti pontosítása, már a mérnök részvételével és felügyeletével folyt.

Erre annál is inkább szükség volt, mivel az ajánlatkérési dokumentációhoz és az abban foglalt műszaki specifikációhoz képest – a Duna-híd esetében – a vállalkozó által javasolt gazdaságosabb megoldást fogadták el. Ennek következtében mind a terveket, mind a műszaki specifikációkat, a tételek tartalmát, a költségvetéseket át kellett alakítani, illetve ki kellett egészíteni a vasbetonra vonatkozó előírásokat az acél-szerkezetekre vonatkozó specifikációkkal.

A végleges tervek az építéssel párhuzamosan készültek, beépítve az egyes szakhatóságokkal végzett, építés közbeni egyeztetések eredményeit. A mérnök munkájára szükség volt a kivitelezés és a tervellenőrzés során is, mivel az autótút építése a tervezési munkával együtt folyt.

Az építés alatt a mérnök ellenőrizte a vállalkozó által elvégzett munkák minőségét, mennyiségét, megfelelőségét, a tervezett építési ütemterv és a tervezett pénzügyi ütemterv megvalósulását. Szükség esetén olyan módosításokra szólította fel a vállalkozót, amelyekkel betartható volt a szerződésben vállalt határidő és költségkeret.

A fenti feladatok két fő terület köré csoportosíthatók:

- minőség-ellenőrzési rendszer,
- monitoring rendszer (műszaki és pénzügyi monitoring).

1. Minőség-biztosítás

Az építés során a minőség-biztosítás három pilléren alapult:

- a vállalkozó saját minőség-ellenőrzési rendszere,
- mérnöki felülvizsgálat, szükség szerint szakértő bevonása,
- kontroll laboratóriumok tevékenysége.

A vállalkozó érdekkörében működő vizsgálólaboratóriumok végezték azokat a szükséges vizsgálatokat, amelyeket az elkészült és a mérnök által felülvizsgált, jóváhagyott mintavételi és minősítési ter-

¹ Okl. építőmérnök, vezérigazgató, ÁMI Kft.

² Üzemmérnök, beruházási főmérnök, ÁMI Kft.

³ Okl. építőmérnök, főmunkatárs, ÁMI Kft.

vek szerint kötelezően el kellett végezni. A mérnök kötelessége ez esetben a vizsgálólaboratóriumok jogsultságának a megállapítása, valamint a minták, mérési eredmények megfelelősége esetében azok elfogadása, az egységes minősítési rendszer kialakítása volt.

A vállalkozó technológusai készítették az egyes építményekre és részműveletek elvégzésére vonatkozó technológiai utasításokat, amelyek felülvizsgálata és jóváhagyása szintén a mérnök feladata volt.

A mérnök minőség-biztosítási rendszere több szintű, és az építési folyamat során előforduló összes szakterület széles körű szakági ismereteit felölelő rendszer. A mérnök által végzett ellenőrzési munkák a következők:

- a vállalkozó által beszállítandó, felhasználandó anyagok, berendezések ellenőrzése,
- az építési folyamat ellenőrzése,
- a kész építmények ellenőrzése.

Ez a felsorolás adta a mérnök minőség-biztosítási tevékenységének a vázát, ami azonban a létesítmény sajátosságaiából, összetettségéből adódóan mind folyamatában, mind szakmai összetételében tartalmazott speciális követelményeket, különféle kihívásokat jelentve a mérnöknek. A mérnök ugyanis nemcsak ellenőrzött, hanem aktív résztvevője is volt a beruházásnak. Tevékenysége ugyanolyan fontossággal kiterjedt a hibák megelőzésére, mint amennyire törekedett a már feltárt hibák okainak a kivizsgálására és kijavításuk leggazdaságosabb módjának a megtalálására.

A kontroll laboratóriumok tevékenységüket a Nemzeti Autópálya Rt. megbízásából végezték. A három laboratórium – a Közlekedéstudományi Intézet Rt., az Építésügyi Minőség-ellenőrző Innovációs Kht. és a TLI Technológiai, Laboratóriumi és Innovációs Kft. – a saját szakterületén, a KTI koordinálásával a vállalkozói vizsgálatok 10-10%-ában, összesen 30%-ban azonos tartalmú és módszerű vizsgálatot végzett, mint a vállalkozó, biztosítva ezzel a független minőség-ellenőrzést, valamint az elkészített létesítmény fokozott minőségi követelményeit. A minőség-ellenőrzés hármasszűrője a legmagasabb szinten valószínűsíti a hibafelismerést.

A kontroll laboratóriumok bevonása a munkába tanúsítja a megrendelő elkötelezettségét a minőség-biztosítás és a létesítmény magas színvonalú megvalósítására. A mérnöknek is megnyugtató további ellenőrzési lehetőséget jelentett az egymást segítő együttműködés a laboratóriumok munkatársaival.

Néhány kiragadott példa az M9 autópálya építése során felmerült kérdések közül, amelyek a minőség-ellenőrzés területén egyedi intézkedéseket igényeltek:

- A dunántúli szakasz töltésépítése több gondot okozott, a mérnökre igen nagy felelősség hárult a megfelelő víztartalmú töltésanyag bedolgozásának az ellenőrzése során. Az egyes rétegek tömörségi és teherbírási eredményei megfelelték ugyan, de a beruházás résztvevői kételkedtek a földmű megfelelőségében, hiszen mindenki tanúja volt az időjárás és a körülmények okozta nehézségeknek. Ennek feloldására, illetve az esetleg később jelentkező minőségromlások megelőzésére a mérnök a gyakorlatban nem szokványos, átfogó vizsgálatot végezte-

tett el a Geo-Terra Kft.–Vituki Rt.-vel. Ez a megépült földmű utólagos, teljes kiterjedésében vett mintákon végzett vizsgálatot jelentette. Eredményképpen a beruházás minden résztvevője megnyugodhatott: a földmű megfelelő, hosszú ideig alkalmas a pályaszerkezet által közvetített terhelés felvételére.

- Az autópálya legnagyobb részben védendő természeti környezetben halad, amelynek megóvása érdekében az építés ideje alatt is szigorú környezetvédelmi előírásoknak kellett megfelelni. Az építés alatt a talaj, a talajvíz és a levegő szennyeződések mértékét ún. környezetvédelmi monitoring rendszer figyelte. Ennek folyamatos ellenőrzése és a szabályok betartása a mérnök feladata és felelőssége is volt.
- Sajátos kihívást jelentett a Duna-híd építésének mérnöki felügyelete. A híd acélszerkezetének gyártásakor, az elkészült elemek vízi szállításakor, beemelésekor, a helyszíni vasbeton szerkezeti elemek készítésekor, valamint a vasbeton és acélszerkezetek korrózióvédelménél a mérnök speciális szakértelme és ellenőrző munkája elengedhetetlen volt.

2. Monitoring tevékenység

A monitoring tevékenység a Nemzeti Autópálya Rt.-vel, illetve a vállalkozó Magyar Autópályaépítő Konzorciummal és a Magyar Hídépítő Konzorciummal közösen kialakított rendszerben, a Primavera számítógépes programmal működött.

A rendszer nyomon követte az egyes építmények műszaki és pénzügyi helyzetét annak érdekében, hogy a műszaki előrehaladás alapján értékelni lehessen a vállalkozó munkáját, a határidő betarthatóságát, valamint a kritikus utak és a rendelkezésre álló tartalék idők elemzését.

A szerződés alapján – figyelembe véve mindazokat a megállapodásokat, amelyeket az építető, a vállalkozó és a mérnök a rendszer eredményes működtetése érdekében hoztak – a monitoring rendszer vezetőjénél futottak össze havonta azok az adatok, amelyekkel a Primavera számítógépes programban feldolgozva a mérnökön keresztül a feladatok teljesítésére és a kitűzött cél eléréséhez szükséges információkhoz jutottak az érintettek.

A monitoring rendszerbe havonta bevitt adatok képezték az alapját a különböző elemzéseknek, meghatározva a műszaki előrehaladást, a tervezett készítéshez viszonyított helyzetet, az esetlegesen szükségessé váló átütemezéseket, valamint mindezek pénzügyi vetületeit. Az adatok elemzése után következhetett a visszacsatolás, ami a szükség szerinti beavatkozást jelentette az építési folyamatba.

A monitoring rendszer segítséget nyújtott a mérnöknek, hogy a megváltozott műszaki tartalom, valamint a műszaki szükségszerűségekből elrendelt pótmunkák pénzügyi követelményeit figyelemmel kíséresse. A mérnök teljes körű felügyelete rendkívül sokrétű folyamat. Jelentős keretét adják az előzőekben ismertetett tevékenységek, amelyek napi, heti, havi rendszerességgel, általában előre ütemezhetőek, a keretet azonban a létesítmény sajátos körülményeiből, műszaki adottságaiból következő feladatok töltik ki.

Kliment Mihály¹ – Pozsár László² – Oláh László³ – Ament András⁴

1. Az autóút és környezete

Az M9 autóút Dunaföldvártól kb. 50 km-re délre, Bajától kb. 20 km-re északra biztosít új közúti kapcsolatot a Duna két oldala között. A nyomvonal Szekszárdtól kb. 5 km-re északra a 6. sz. főút Sió-híd és a 63. sz. főút közötti szakaszától indul és Bogyiszló községtől délre halad a Duna irányába. A folyót az 1498,8 fkm-ben épült 917 m hosszú Duna-híddal keresztezi, majd Dusnok községtől délre csatlakozik az 51.sz. főúthoz. A 20,6 km hosszú autóút végig mezőgazdaságilag művelt területen, illetve 1050 m hosszón a Duna árvédelmi töltései között vezet (1. és 2. ábra).

A 6.sz. főúti körforgalmú csomópontból kiindulva kb. 350 m hosszón nyárfaerdőt keresztez, majd az 5112. j. Dunaszentgyörgy-Szekszárd közötti út szintén körforgalmú csomópontja után Szekszárd – Palánk településrész északi része mellett haladva felüljáróval keresztezi az egyvágányú Rétszilas-Bátaszék vasútvonalat. Ezt követően kb. 4 km hossz után, egyedül az ún. Fekete-eret keresztezve, eléri a Tolnai Holt-Dunát. Az árvédelmi töltések közötti kb. 950 m hosszón ártéri erdőket és a medret keresztezve épült. A szakasz kb. 7 km hosszón mezőgazdaságilag művelt területen vezet tovább.

Az autóút a Tolnai Holt-Duna után kb. 1 km-el



1. ábra: Dunántúli szakasz



2. ábra: Alföldi szakasz

Bogyiszló község és a Sió árvédelmi töltése között kb. 2,5 km hosszón a védett, ún. Orchideás erdő mellett épült. A Dunát egy, hazánkban jelenleg leg-hosszabb 11 nyílású híddal, a hajózási vízszint felett 9 m-el keresztezi. Utána ismét csak mezőgazdaságilag művelt területeken, két nagy erdőterület között haladva éri el az 51. sz. főutat, ahol szintén körforgalmú csomópont épült. Közben a Duna bal parti töltése után kb. 5 km hosszón a Molnár-foki csatornát és a Vajas fokot keresztezi.

Az említett körforgalmakon kívül az autóúton Bogyiszlónál egy külön szintű, a Duna után fajszi területen a széles, jó állapotú, kavicsolt út. Porongi úton egy csatlakozó csomópont épült.

Az autóút több táblaközi földutat keresztez. A két oldal közötti kapcsolatot tolnai területen egy, bogyiszlói területen két földúti aluljáró biztosítja, a táblák megközelítését pedig az autóút mellett épült ún. párhuzamos földutak teszik lehetővé.

Külön híd építésével kellett gondoskodni a 17,8-18,6 km szelvények között jobb oldalon az autóút, a Vajas foki és a Molnár-foki csatornák által bezárt kb. 40 ha-os terület megközelítéséről az 51.sz. főút felől, meglévő földútról az ún. Hajcsár úton.

Az előzőekben leírtak alapján természetes, hogy ebben a környezetben élénk vadmozgás várható. Az autóutat mindkét oldalon 2,4 m magas drótfonatos, faoszlopú kerítés határolja (3. ábra), a két oldal közötti vadmozgásokat a Fekete-éren átvezető híd alatti keskeny 2,5 m



3. ábra: Védőkerítés átvezetése árok felett

¹ főtervező, Uvaterv Rt.

² geológus mérnök, ügyvezető igazgató, Geo-Terra Kft.

³ okl. közlekedésszervező mérnök, irányító tervező, Geo-Terra Kft.

⁴ okl. mérnök, ügyvezető, Petik és Társai Kft.

széles, valamint a Vajas-fok felett átvezető híd alatt 10 m széles vadátjáró biztosítja. Vadmozgás lehetséges a Duna ártéri hídjai alatt is. Az állatok bejutását három helyen – két, a gemenci erdő felé vezető földúton és egy helyen az úm. fajszi csomópontban – kellett ún. vadátjárást akadályozó rácsokkal megakadályozni.

A vizes és erdőterületek közötti hullómozgásokat a Tolnai Holt-Duna árvédelmi töltései között megépített 4 darab 1 m átmérőjű, beton csőáteresz, ún. hullóátjáró és a rávezető hullóterelő hálók teszik lehetővé. Átjárók épültek még az Orchideás erdő után két és a Duna-híd után egy helyen.

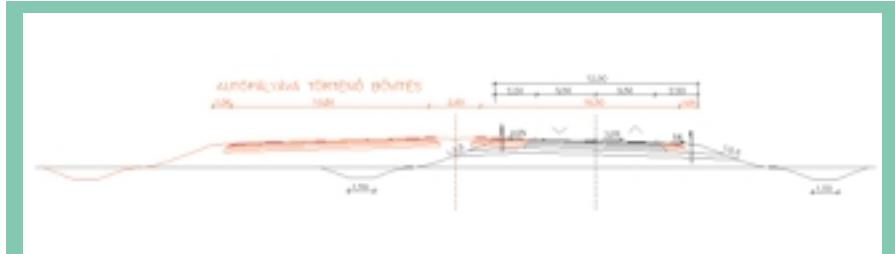
Az autótút mellett nem csupán szokványos, bár nagy mennyiségű növényt (fát, cserjét, bokrot) ültettek, hanem három helyen véderdőt, illetve ún. kompenzációs erdőt is telepítettek. A vasút előtt bal oldalon 200 m hosszon 20 m szélességben, az Orchideás erdő és az autótút között kb. 21 ha-on véderdőt telepítettek. Gemencről elvágva, az apróvadak búvóhelyének bővítésére egy, Bogyiszló alatt lévő 1,4 ha-os erdő új telepítéssel 4 ha-ra bővült.

Az autótút környezetvédelmi szempontból igen érzékeny területen épült. A kezdeti kb. 2,7 km hosszú, valamint a Duna utáni kb. 1,7 km hosszú szakaszon vízbázis B védőzónáját keresztezi. A vízfolyások, a település és a gemenci erdő közelsége miatt a környezetvédelmi engedély ún. monitoring rendszer kiépítését írta elő.

Ez a rendszer az építés megkezdése előtt felvett állapotából kiindulva folyamatosan működik. Méri a felszíni és a felszín alatti vizek minőségének változ-

sát, a talajszennyezettséget, a levegő minőségét, valamint a zajterhelés és porszennyezettség változását. A talajvízre vonatkozó adatok az autótút jobb oldali talpárkán kívül 8 helyen telepített általában 8 m mély megfigyelő kutakból nyerhető.

Az autótút első ütemben 2x1 forgalmi sávval épült, amely a távlatban autópályává történő bővítés jobb pályarésze lesz (4. ábra).



4. ábra Az M9 autótút keresztmetsvénye egyenesben és $R \geq 3000\text{m}$ sugarú ívben

2. KIEMELKEDŐ JELENTŐSÉGŰ MŰSZAKI KÉRDÉSEK

Az autótút számos, a következőkben ismertetett műszaki szempontból megkülönböztetett figyelmet és átgondolt megoldást igénylő kérdést vetett fel.

2.1. Körforgalmú csomópontok a dunántúli oldalon

Az autótút az 1995-ben kiadott építési engedély szerint szintbeni útcsatlakozással indult a 6. sz. főútból és ugyancsak szintben keresztezte az 5112. j. utat. A kiviteli tervezés első fázisában a forgalombiztonság növelésére a terv módosult, kiegészülve a két csomópont összehangolt jelzőlámpás forgalomirányításával. Végül, több egyeztetést követően az NA Rt. a közútkezelővel egyetértésben hozzájárult a két körforgalmú csomópont megépítéséhez.

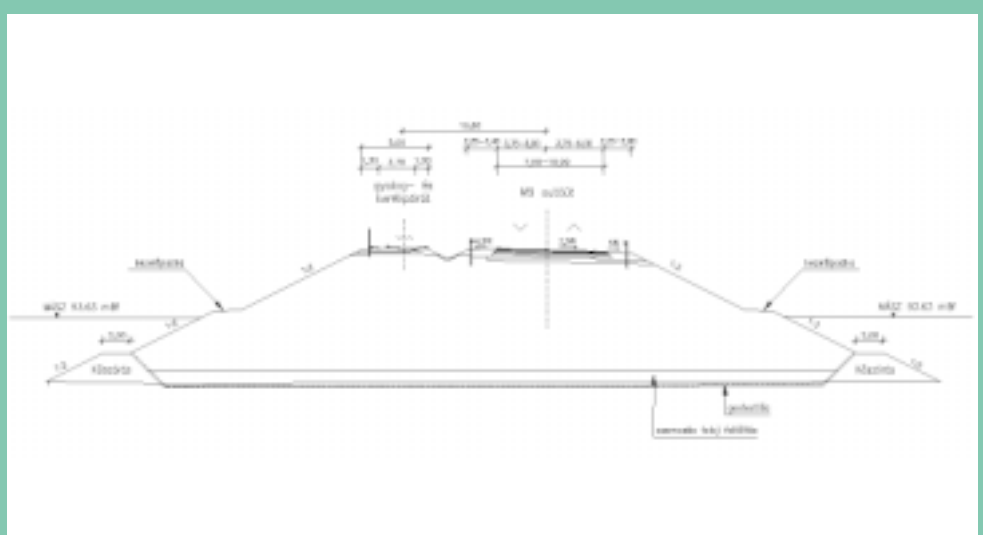
A 6. sz. főúti szekszárdi csomópont háromágú, kiemelve a csomópontból a Budapest–Pécs irányt (5. ábra). Az 5112. j. úti Palánki csomópont a meglévő út korrekciójával négyágú. A csomópontok forgalomtechnikai kialakítása az ÚT 2-1.206 előírásnak megfelelő.

2.2. Vasútvonal keresztezése

A megépült autótút egyik, mind tervezési, mind pedig építési szempontból bonyolult műszaki kérdése volt a Rétság–Bátaszék vasútvonal külön-



5. ábra: 6. sz. főúti körforgalmú csomópont



6. ábra: M9 autópálya keresztmetsvénye a Duna árvédelmi töltésein belül megépült szakaszon

szintű keresztezése. A tervezett nyomvonal a vasútvonal két oldalán lévő belvíztavat ún. kopolyát keresztezett. Ezek a tavak az 1956-os dunai jeges árvíz idején keletkeztek. A tengely eltolása északi irányba a védett ún. Kabszeg tó, délre a palánkpusztai vasúti megállóhely miatt nem volt lehetséges. A megvalósított műszaki megoldást a 4. fejezet ismerteti.

A magas töltést kétoldalt párhuzamos földút határolja, a részű oldalát 3m széles kezelőpadka szakítja meg a gépi fenntartás által megkövetelt szinten. Az autópályáról a kezelőpadkára kiszélesített útpadkáról, kivehető szalagkorláton át lehet ráhajtani.

Szintén magas töltés épül kerékpárúttal a Duna árvédelmi töltései között, ahol a töltést mindkét oldalon kőszórás támasztja meg (6. ábra).

2.3. Tolnai Holt-Duna keresztezése

Az autópálya közel 1 km hosszon áthalad a Tolnai Holt-Duna árvédelmi töltései közötti területén (7. ábra). Ezen a szakaszon az autópálya keresztezi a Holt-Duna levezető csatornáját, vízzel telt medrét és ártéri erdejét. Ugyanakkor a Sió árvédelmi töltése – amely a szakaszt délről határolja – és a Holt-Duna meder közötti kb. 40-50 m széles sáv a laza, folyós homok altalaj miatt buzgárveszélyes terület.

Az autópálya átvezetésére a terv szerint először a mederhosszon kellett kb. 1 m mély mederkostrást,



7. ábra: A Tolnai Holt-Duna keresztezése

valamint a buzgárveszélyes területen 0,5 m vastag humuszleszedést végezni. Ezt követően a 4. fejezet szerinti töltésalapozást végezték el. A töltést a vízfelület felül a hullámverés ellen 2 m koronaszélességű, vízepítési terméskőből készült trapéz keresztmetszetű kőszórás védi.

2.4. Bogyiszlói csomópont

Az építési engedély szerint Bogyiszló község területén, az autópálya és a településből a Sió gátra,

illetve a gemenci erdőbe vezető földút keresztezésében szintben forgalmi csomópont épült volna. Az építés során előtérbe került az a korábbi szándék, hogy itt a várható lassújármű és gyalogos forgalom keresztezése miatt, a forgalombiztonság jelentős növelésére külön szintű csomópont épüljön.

Az építető következetes munkájával megszületett döntés megnyitotta a lehetőséget egy féllóhere típusú, a korlátozott területfelhasználás miatt csökkentett, három kérdésben szabványelőírás alóli felmentéssel építési engedélyt kapott, biztonságos csomópont kiépítésére (8. ábra).

Az autópálya közel 9 km hosszon Bogyiszló külterületén vezet. Ezen a szakaszon három aluljáró és egy külön szintű csomópont épült. Ez utóbbi ugyan biztosítja a község közúti kapcsolatát az autópályához, de a

várható közel 1000 j/nap forgalom bevezetése a köz-ségbe jelenlegi állapotában aggályos. A külön szintű csomópontból érkező forgalom a Szekszárdi utca 3 m széles burkolt útjához csatlakozik. Továbbvezetése a szűk beépítésű szakaszon gyakorlatilag megoldatlan. Egy elkészült tanulmányterv alapján a közeljövőben döntés várható a külön szintű csomópontból Tolna felé – az 51165. j. úthoz – kapcsolatot biztosító kb. 1,4 km hosszú, a települést elkerülő út megépítésére.



8. ábra: Zsilipes műtárgy az öntözőcsatornán

2.5. Vadátjárást akadályozó rácsok alkalmazása

Az autót út egyedinek, s a műszaki átadás-átvételi, valamint a forgalomba helyezési eljárás tanúsága szerint újszerűnek minősíthető építményei a korábban már említett ún. vadátjárást akadályozó rácsok.

Ezek kettéosztott vasbeton vályún, az úttengelyre merőlegesen elhelyezett 6 cm átmérőjű, gördülő acélcsövek 4,5-5,5 cm rácsmérettel. A rácsok hossza 6 m, szélessége két helyen 5 m, a fajszi csomópontban 7 m. Az „A” terhelési osztályra méretezett görgős rácsok megakadályozzák az állatok rátévedését az autót útra, ugyanakkor lehetővé teszik a járművek áthajtását.

A bejárások során az érintett közlekedési felügyelet az átjárók forgalombiztonságának növelését szorgalmazták. A közútkezelő bevonásával is kialakult közös javaslat alapján a Porongi úton az átjárót „Egyetlen úttest” „Sebességkorlátozás 10 km” táblákkal, valamint a burkolatba két oldalon elhelyezett ún. fekvőrendőrökkel és prizmákkal erősítették meg.

Az átjáró forgalomba helyezéséhez a GKM Közúti Főosztálya hozzájárult. Mindamelllett az átjáró fogadtatásánál tapasztaltak miatt a Nemzeti Autópálya Rt. – tervezői javaslatra is – kezdeményezte a vadátjár-

rást akadályozó rácsokra vonatkozó tervezési és alkalmazási előírások kidolgozását.

2.6. Esetleges dunai árvíz esetén bekövetkező extrahavária kezelése

A 12 km szelvénytől egy nagyobb dunai árvíz, ún. extrahavária – a Duna töltés gyengébb szakaszán, az autót úttól kb. 500 m-re északra (Karasi foknál) valószínűsíthető gátszakadás – esetén az autót út mentett bal oldala víz alá kerülhet. Az autót út ekkor gátat képez, amelynek hatását 3 helyen – vízműtani számításokkal igazolt módon méretezeten – elhelyezett 1 m nyílású csőátereszek ellensúlyozzák. A megoldás lehetővé teszi, hogy az északi oldalon felgyülemelő víz az autót út töltését hosszabb ideig nem egyoldalról terhelve a déli, kb. 300 ha-os terület elárassza. Ez szükséges ahhoz, hogy az elárastott terület a Sió-Duna töltés szegletében a töltés átvágásával, vagy szivattyúzással később levezethető legyen.

2.7. Öntözött területek keresztezése

Az autót út két szakaszon – a 15,8 – 16,5 km szelvények között, és a 19,2 – 20,2 km szelvények között, öntözött területeket keresztez. Vízellátásukat a Vajsfok felől öntözőcsatornák biztosítják. A keresztezésben egy-egy 1,6 m nyílású vasbeton csőáteresz épült, a felvizi oldalon zsilipes műtárggyal (8. ábra).

2.8. Belvízviszonyok

Tervezéskor mértékadó helyzetnek, alapállapotnak lehetett tekinteni a 2000. májusi országosan is szokatlanul hosszantartó és nagy belvízkárokat okozó időszakot. Ekkor az M9 autót út környezetében is jelentős területeken belvizek jelentek meg. Különösképpen kritikus volt a helyzet a 6.sz. főút és az 5112.j. út közötti szakaszon, amelyet helyenként 0,5-0,8 m-magas belvíz borított, valamint a vasútvonal két oldalán, ahol a belvíztavak vízszintje kilépve a medrétől gyakorlatilag a legnagyobb volt tekinthető. De a Bogyiszló utáni szakaszon a Duna töltésig, majd a túloldali töltéstől több száz méter hosszon több dm magas belvíz borította a tervezési területet.

Nehézségei ellenére ugyanakkor ez az állapot kel-

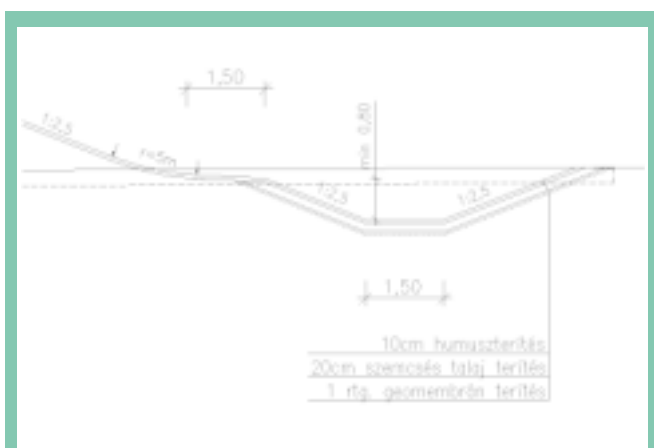
lő támpontot adott a szemcsés talaj feltöltésű töltés-alapozás megtervezéséhez, valamint az autót két oldala közötti vízkiegyenlítődésk érdekében csőáteresz elhelyezéséhez a szükséges helyeken.

2.9. Vízvezetés rendszere

Az autót a dunántúli oldalon a 6.sz. főúttól kb. 3 km hosszon, az alföldi oldalon kb. 2 km hosszon víz bázis védőterületén halad át. Teljes hosszon a terep közel vízszintes, a Dunán kívül a két vízfolyás (Fekete ér, Vajas fok), egy csatorna (Mohár fok), valamint a Tolnai Holt-Duna jöhetett szóba befogadóként.

Az autót által érintett térségben a csapadékvíz elvezetés megoldására külön tanulmány készült. A műszaki követelmények és lehetőségek, valamint ezek gazdasági kihatását is mérlegelve az alábbi vízvezetési megoldás született.

A dunántúli oldalon a víz bázis felett vezetett szakaszon – azon az oldalon ahol a burkolatról csapadékvíz folyhat az árokba – ún. geomembránnal bélelt tározó-párologtató árok, a többi szakaszon szikkasztó, illetve a talajviszonyoktól függően tározó-párologtató árok épül (9. ábra).



9. ábra: Bélelt árok kialakítása

Az alföldi oldalon a víz bázis felett szintén bélelt tározó-párologtató árkokat, ezt követően a Molnár és a Vajas foki csatornába bekötött gravitációs árkokat, majd szikkasztó, illetve az altalajtól függően tározó-párologtató árkokat kellett építeni.

A vízfolyásokba való bevezetés környezetvédelmi előírások alapján iszap-olajfogókon, valamint az illetékes természetvédelmi igazgatóság kérésére növényzettel benőtt ún. puffertározókkal történt.

Az árkokat a fenékmélységtől függően föld-

nyelvek választják el egymástól. Ez lehetőséget ad arra is, hogy havária, szennyezőanyag esetleges kiemelése esetén a rövidebb árok szakaszok könnyebben kezelhetők legyenek.

Az autótúton a szükséges oldalakadály távolság (1,50 m) miatt vízvezető szegély nem épül. Helyette a rézsúváll védelmét ún. gyeppnemez terítés biztosítja (10. ábra).

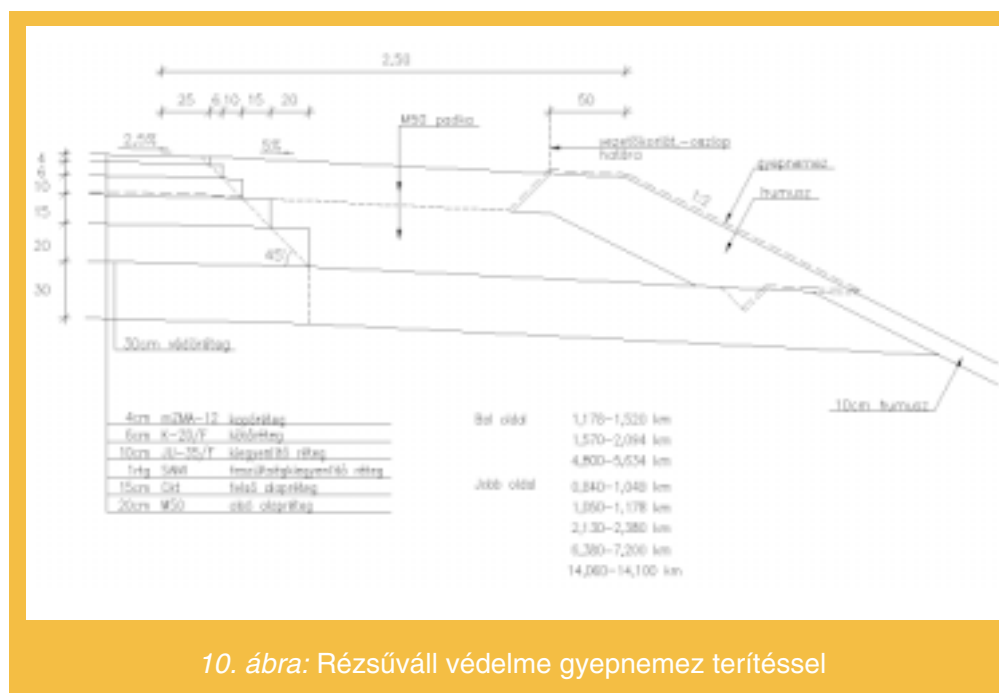
Külön vizsgálat készült a palánkpusztai településrész környezetének vízvezetésére. Ennek lehetséges módja, hogy megfelelő vízkormányzással a településen összegyűlekező vizet az autótú alatt két helyen épített 1 m átmérőjű csőáteresszel és a vasútvonal alatti műtárgy felhasználásával egy, az autótú vasútvonal utáni jobb oldalán lévő nádas területre, mint tározóba vezessék. Onnan a víz egy levezető medren keresztül a Fekete érbe, majd a létesítendő szivattyútelepen keresztül a Sió csatornába juthat. Az autótú építésével a nádas területig történő vízvezetés kiépült, a további elvezetés külön beruházás keretében valósulhat meg.

2.10. Felmentések a szabványelőírások alól

A tervezés során két alkalommal összesen hat, az alábbiak szerinti kérdésben kellett felmentést kérni a vonatkozó (ME-07-3713:1994 és ÚT 2-1.201) szabványok előírásai alól.

1. felmentési kérelem:

- A szekszárdi és palánkpusztai csomópontok közelsége (2 km helyett 400 m) miatt. A felmentés eredményeként az autótú a két csomópont között főúti jelzésű, autótúti jelzést csak a második után kap.
- Az autótú 2x1 forgalmi sáv kialakítása, az előírt 2x2 sáv helyett. Az autótú első ütemben a végleges 20,25 m koronaszélességű pálya jobb oldali részéként 2x1 sávval, 12 m koronaszélességgel épült. A műtárgyknál a bal oldali pályarész kiépítése biztosított, a területigénybevétel a második ütem kiépítését többnyire lehetővé teszi.



10. ábra: Rézsúváll védelme gyeppnemez terítéssel

2. felmentési kérelem (Bogyiszlói külön szintű csomópont kialakítása)

- Az egyik, ún. déli csomóponti ágban biztosított 280 m-es csomóponti távolság miatt 500 m helyett.
- A két, ún. déli és északi csomóponti ágakban burkolt út csatlakozása miatt.
- A csomóponti ágakban biztosított $V_1=40$ km/ó tervezési sebesség miatt az előírt $V_1=50$, ill. 60 km/ó helyett.

Mindkét esetben a kérelmek a KHVM, illetve a GKM Közúti Főosztálytól megkapták a felmentést.

2.11. Szabványváltozás kérdése

Az engedélyezési terv készítésekor az ME-07-3713:1994. Közutak tervezése szabvány volt érvényben. A terv – három kérdésben előírás alóli felmentéssel erre alapozva – készült. Időközben a tervezési előírások változása, az ÚT 2-1.201 Közutak tervezése Útügyi Műszaki Előírás várható megjelenése miatt – több egyéb kérdés mellett is – az alábbi két lényeges pontban a korábban kiadott építési engedélytől való eltérést 2000-ben engedélyeztetni kellett.

Az autópályatervezési sebessége az új előírás szerint $v_1 = 110$ km/ó. Tekintettel arra, hogy az ehhez tartozó $R=13000$ m sugarú domború lekerekítés a Duna hídon jelentős szerkezeti átalakítással és többletköltséggel járt volna, az eredetileg tervezett $R=10000$ m-es domború lekerekítő ívet meghagyva a hírhoz vezető szakaszon 100 km/ó sebességkorlátozást kellett előírni.

A 2117/1999.(V.25.) Kormányhatározatnak megfelelően kialakított országos gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésnek és az új szabványnak megfelelően távlatban 20,25 m helyett 26,60 m széles koronával, elválasztósávval kialakított autópályai keresztmetszet épül. Ennek lényeges kihatása volt az alul- és felüljárók hossz-, illetve keresztmetszeti, valamint magassági kialakítására.

2.12. Pályaszerkezet, tömörségi és teherbírás előírások

Az építendő Nemzeti Autópálya Rt. az alábbi pályaszerkezet kialakítását írta elő, alapozva a BME e célból elkészített szakvéleményére:

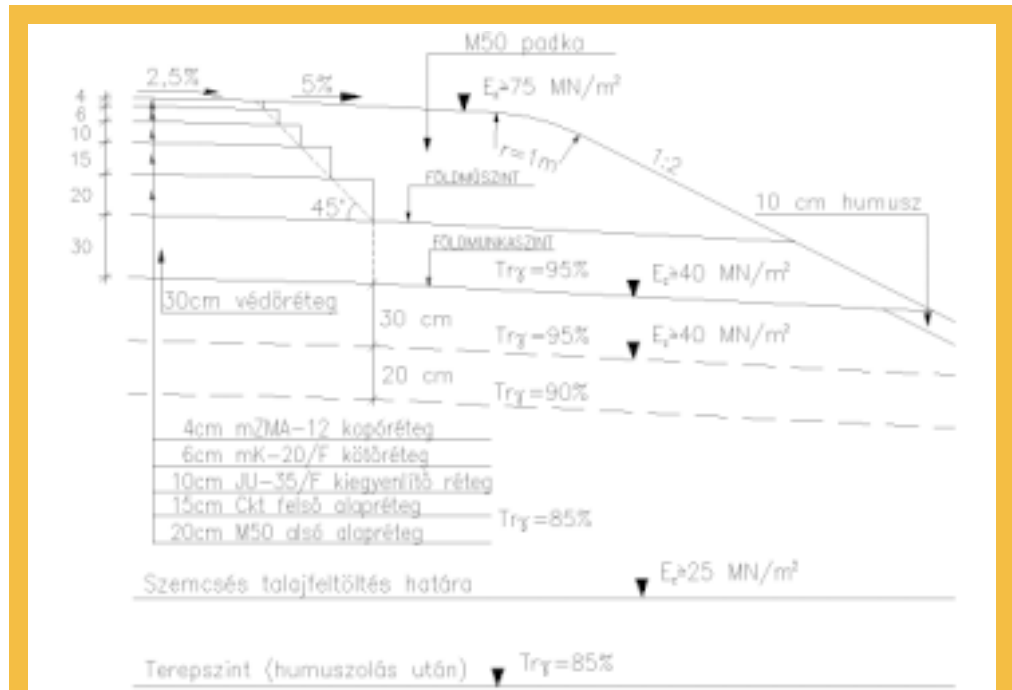
4 cm mZMA-12	kopóréteg
6 cm K-20/F	kötőréteg
10 cm JU-35/F	kiegyenlítőréteg
1 rtg. SAMI	feszültségkiegyenlítő réteg

15 cm CK ₁	felső alapréteg
20 cm M50	alsó alapréteg

Építés során a vállalkozó kezdeményezésére a SAMI réteget elhagyták, helyette mK-20/F réteg építését írták elő. Így a megépített pályaszerkezet:

4 cm mZMA-12	kopóréteg
6 cm mK-20/F	kötőréteg
10 cm JU-35/F	kiegyenlítőréteg
15 cm CK ₁	felső alapréteg
20 cm M50	alsó alapréteg

A pályaszerkezet alatt a teljes hosszán 30 cm szemcsés talaj védőréteg épült. Az így kialakított pályaszerkezet az ÚT 2-1.202 előírás szerint a legnagyobb (K, TF = 10 + 30 x 10⁶) forgalmi terhelési osztálynak felel meg (11. ábra).



11. ábra: Az M9 autópályaszerkezetének, tömörségi és teherbírás előírások

Egyéb pályaszerkezetek:

6. sz. főúti csomópont

4 cm	mZMA-12 kopóréteg
6 cm	K-20/F kötőréteg
10 cm	JU-35/F kiegyenlítőréteg
15 cm	CKt felső alapréteg
20 cm	M50 alsó alapréteg

51. sz. főút

4 cm	AB-12/F kopóréteg
6 cm	mK-20/F kötőréteg
10 cm	JU-35/F kiegyenlítőréteg
15 cm	CKt alapréteg

Csomóponti ágak

4 cm	mZMA-12 kopóréteg
6 cm	mK-20/F kötőréteg
10 cm	JU-35/F kiegyenlítőréteg
20 cm	CKt alapréteg

Földút burkolt szakasza

4 cm	AB-12 kopóréteg
7 cm	JU-35 kiegyenlítőréteg
15 cm	M50 alapréteg

3. A DUNA-HÍD GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATA

A tervezett Duna híd építéséhez részletes talajmechanikai szakvélemény készült, amelyhez több előtanulmány (talajmechanikai szakvélemények, geodéziai- és mederfelvétel) állt rendelkezésre.

A szakvélemény a hídtengely nyomvonalában, a tervezett pillérkiosztásnak megfelelő helyeken kitézött dunai mederfúrások, parti fúrások és nehéz dinamikus verőszondázások, valamint földradar mérések és azok eredményei alapján készült.

A Duna medrében a 3 db mederfúrást a HÍDÉPÍTŐ Rt készítette a HÍDÉPÍTŐ SPECIÁL KFT úszótagjáról a mederfenék alatt 30 m-ig (12. ábra).

A mederfúrások készítésekor a „parti” geodéziára még nem lehetett támaszkodni olyan szinten, hogy onnan ki lehessen tűzni a fúrásponthoz. Ezért a hajózási adatok alapján kellett meghatározni a hídtengelyt, magassági értelemben a Dombori pusztánál 1506,08 fkm szelvényében lévő vízmérce $\pm 0,00 = B83,52$ mf alapján a Duna 10cm/km vízszint esésével számolva.

A fúrások 324, 241 és 203 mm átmérőjű bélésű csövekkel készültek. A furatok a hidraulikus talajtöréssel szembeni védelem miatt állandóan vízzel voltak feltöltve. A fúrás folyóméterenkénti 1-1 db talajminta-vétel a folyós talajoknál iszapolóval, egyéb talajoknál kanalas mintavevővel történt.

A parti fúrásokat UGB fúróberendezéssel 220 mm átmérőjű bélésű cső védelmében kellett elkészíteni (13. ábra).

A felállás az adott terepviszonyok mellett, a tervezett pillérek helyén kijelölt fúrásponthoz nagy nehéz-



12. ábra: Mederfúrás készítése

gégekbe ütközött. A Duna-híd engedélyezési tervének elkészítése során egy jobb parti pillér helyén gyakorlatilag ellehetetlenült a fúrás, mert azt sem a víz felől bárkával, sem a part felől teherautóval nem lehetett megközelíteni. A fúrások mélysége itt is a terepszinttől 30 m volt, ezért ezeket a gát talpában lévő 1-1 db 15 m-es fúrással kellett kiegészíteni. A meder és a parti fúrások mintái 24 óránként kerültek a budapesti laboratóriumba.

A dinamikus szondázások, a parti fúrások mellett készültek a terepszinttől számított 30 m mélységig. Az előbbieken felsorolt vizsgálatok fúrásszelvényei alapján a tényleges rétegződésnek megfelelő rétegszelvény felvételét a megfelelő megbízhatóságú kiegészítő vizsgálatként elvégzett földradar mérések tették lehetővé.

A tervezett híd nyomvonalán készített feltárások, talajmechanikai vizsgálatok a kiértékelés szempontjából kedvező, gyakorlatilag „homogén”



13. ábra: Parti fúrás készítése

talajrétegződést mutattak. A parti fúrások max. 5 m mélységig agyagos homokot, majd alatta, illetve a mederfúrásokban 20-23 m mélységig laza, végül közepesen tömör állapotú helyenként iszapos, nagyrészt kavicsos homok réteget tártak fel.

A fúrásokból vett több mint háromszáz talajmintából a leggazdaságosabb alapozási szerkezet megtervezéséhez közel száz laboratóriumi vizsgálat készült. A vizsgálatok alapján egyértelműen nagytérű és jelentős mélységű cölöpalapozást, illetve cölöpcsoportokat kellett javasolni.

4. AZ AUTÓÚT GEOTECHNIKAI TERVEZÉSI MUNKÁI

Az M9 autópálya nyomvonalán a különböző tervfázisokban több vizsgálat készült. A korszerű talajvizsgálati módszereket alkalmazva részletes talajfeltárások készültek a nyomvonalon és minden egyes műtárgynál, amelyek megalapozták a terv geotechnikai szakvéleményét. A talajmechanikai fúrásokon kívül statikus (CPTu) és dinamikus szondázások készültek, a laboratóriumban számítógéppel vezérelt műszereken triaxiális és nyíróvizsgálatokkal kiegészülve.

Az M9 autótöltésig terjedő kb. 15 km hosszú szakasza a Duna ártéri síkságán helyezkedik el, kelet felől a folyó határolja. A Duna völgy mai területe a pleisztocén időszakban megsüllyedt, a törésvonal a Dunántúl az Alföld határán húzódik. A Duna völgyben sok régi morotva, holtág tárolt időként vizet, mocsarak láncolata húzódott végig, vékonyabb-vastagabb tőzegréteget, szerves talajokat alakítva ki. A völgyszakaszt a gátrendszer kiépítése előtt évről-évre rendszeresen elöntötték az árvizek és csak kisebb szigetek álltak ki a vízből. Nagy és tartós árvizeknél a terület jelentős része a feltörő vizek miatt ma is víz alá kerülhet.

A Duna-völgy éles, nyugati határvonalán a térszíni formák hirtelen megváltoznak. A völgy idősebb földtani felépítéstől függetlenül alakult ki a pleisztocén folyamán és jelenleg 12-22 km szélességben húzódik É-D felé. Szélét meredek falak alkotják. A holocén ártéri szintjeinek magassága 85-90,0 mBf. A középső pleisztocén, folyóvízi képződmények a Duna völgyben fejlődtek ki. A pleisztocén összlet vastagsága 10-50 m. Felszíni jellemző talajfajták: folyóvízi homok, löszös homok, iszap. A Duna folyó keresztezését követően a Duna-völgyi főcsatornáig terjedő szakasz a Duna-völgy. Itt főleg finomszemű, az öntések szétterülő anyagából felhalmozott kőzetlisztes üledékek települtek. A Duna gyakori mederváltoztatása miatt az öntés és a mederhordalék egymással keveredik, megnehezítve a pontos rétegtani elhatárolást. A völgy sík K-i széle a hátsági lépcső előtt mélyen fekszik. Itt a Duna-völgy szabályozása előtt, mocsaras, magas talajvízállású helyek láncolata húzódott. Ma a Duna-völgyi főcsatorna vezeti le a terület vizeit.

A Duna-völgyben uralkodó talajfajta a folyóvízi homok, a felszínt borító kötött fedőréteg (iszap, agyag, öntéstalajok), hátság területén lösz jellegű iszapos homokliszt és szélhordta finom homok (futóhomok) talajok jelentkeznek.

A talajvíz a Duna-völgyben 2-4 m mélyen helyezkedik el. A talajvíztűkór ingadozása a Duna mentén nagy (4 m-es ingadozás a part menti kutakban gyakori). A Dunától távolabb 2-3 m ingadozás lehetséges. Az évszakos ingadozás 1 m körüli.

A részletes talajfeltárás igazolta a geológiai leírásban foglaltakat, így várható volt, hogy az autótöltés része nem kedvező altalajviszonyok között épül.

A töltésalapozásra, altalaj erősítésre, talajcserére előírt szakaszokon túlmenően a földmunkagépek mozgásának biztosítására további szakaszokat kellett kijelölni, talajerősítést szolgáló műszaki textília terítését és homokos kavics beépítését feltételeesen előírva. A beépítés szükségességét, vagy annak elhagyását rendszeres, szükség esetén rendkívüli tervezői művezetés keretében a helyszínen kellett eldönteni.

További különleges műszaki megoldásra volt szükség az „A” szakaszon, a Rétszilas – Bátaszék vasútvonal keresztezését megelőző illetve követő kb. 30-80 m-es szakaszon mind az útépítésnél, mind az 1. sz. műtárgy alapozásakor, valamint a Tolnai-Holt-Duna ártéri területén haladó kb. 1,1 km hosszú szakaszon.

Az autótöltés haladva felüljáróval keresztezi a vasútvonalat. A töltésmagasság a szakasz elején és végénél kb. 7, illetve 11 m, a legnagyobb töltésmagasság a felüljárót követően 13,5 m. Magas talajvízállás a mélyterületet 0,3-0,7 m magas víz borítja, amely esetenként a tó DK-i oldalán egy rövid terepszakaszon – mint bukón – átjutva DK-i irányban másik mély területre, egy mesterséges csatornába, majd onnan a Fekete-ér vízfolyásba folyik.

A tó feltöltését megelőzően a feliszapolódott üledékreteg eltávolítására 1 m vastagságú vízalatti kotrást, majd a tó feltöltését durva szemcsés talajjal kellett előírni a 90,0 mBf szintig. Vízépítési kő beépítését nem lehetett javasolni, mert az zavarta, vagy lehetetlenné tette volna a híd alapozását.

Az itt tervezett magas töltést szakaszosan kellett megépíteni, I. ütemben 93,5 m szintig, II. ütemben 97,0 m szintig, majd végül III. ütemben a teljes magasságig, közben 3 m széles kezelőpadkát közbeiktatva.

A tó feltöltésével járó esetleges duzzasztás a környező területen kismértékű talajvízszint emelkedést okozhat. E jelenség káros hatásának elkerülésére, az optimális felszíni vízrendezés kialakításához, a Fekete-ér vízfolyásba történő lecsapolás, illetve a Sió-csatornába való bevezetés lehetőségének feltárására vízrendezési tanulmány készült.

Az 1. sz. híd alapozásának tervezésénél meghatározó volt az a körülmény, hogy miután az 1956. évi árvíz elmosta a vasúti töltést, a helyrehozatal érdekében kb. 840 vagon különféle építési betontörmelék, sérült vasbeton vasúti keresztaljat, vízépítési követ építettek be. A vasúti pálya újjáépítését követően mindkét oldalon egy-egy 5-8 m mély tó maradt vissza.

Ebből eredően a talajfeltárás idején (2000. májusában) a leendő hídfők helyén fúrások nem készülhettek. A tó szemcsés talajjal történt feltöltését követően 2001. novemberében elkészültek a kiegészítő talajfeltárások és szondázások. A verőszondák a hídfők

vonalában, a kitűzött cölöpök helyén készültek. A szondázási eredmények alapján megállapítható volt, hogy a tervezett hídfők helyén a Franki cölöpök lehajthatók lesznek és nem lesz szükség a gátszakadás után beszórt vízépítési kövek eltávolítására.

A pillérek alá leverendő Franki cölöpök környezetében a nagytérű fúrás kőszakadást talált. Azért hogy az odahordott köveket, betonarabokat, egyéb anyagot ne kelljen kotrással eltávolítani, a hídnylást megnövelték és a Franki cölöpalap rendben elkészülhetett. A hídfők esetében az alapozást a konszolidáció lezajlása után, a negatív köpenysúrlódás elkerülésére a megépült földműről kellett végrehajtani. A komlói zúzottkőből megépült háttöltés olyan „jó minőségűnek” bizonyult, hogy lehetetlenné tette a Franki cölöpök lehajtását és így fúrt cölöpöket kellett ide beépíteni. A folyósodásra hajlamos egyes talajrétegek megnehezítették a kivitelező munkáját, de végül sikerült megépíteni a megfelelő teherbírású cölöpöket.

A hídtól kb. 4 kilométerre az autót keresztezi a Tolnai Holt-Duna levezető csatornáját, majd ártéri területén haladva érinti a vízzel telt medrét is. A terepszint ezen a szakaszon az úttengelyben mérve 87,3-88,0 mBf, a tó vízszintje 87,4 mBf volt. A Holt-Dunát érintő szakaszon a terepelőkészítést (erdőirtás, tuskóirtás) és mederkotrát követően az élővízben a tervezett töltésláb vonalában lábazati megtámasztásként szolgáló, vízépítési kőből kőszórás készült a Holt-Duna vízszintje +1,0 m szintig (88,6 mBf). A töltés alsó rétege 90,0 mBf szintig durva szemcsés talajból épült. A lábazati kőszórás és a mellé épült homokos kavics közé szemcsekimosódás elleni védelemül műszaki textíliát kellett beépíteni.

A 90,00 mBf szint felett épült a tényleges úttöltés további szemcsés terepfeltöltéssel. A Sió mértékadó árvízszintjéből (MÁSZ) adódóan (92,95 m) az illeté-

kes vízügyi igazgatóság közlése szerint az autót és a Sió gát közötti kb. 1 km hosszú terület buzgárveszélyes (korábbi számítások szerint a buzgárveszéllyel szembeni biztonság nem éri el a $n = 1$ értéket).

Az állékonyság, a biztonság növelésére több lehetőség adódott. Leghatékonyabb a MÁSZ és az alvizi oldali terepszint közti szintkülönbség, a szivárgást előidéző H víznyomómagasság csökkentése, többnyire az alvizi oldali terepszint feltöltésével. Miután a H víznyomómagasságból adódó felhajtóerő legnagyobb mértékben az alvizi oldalon, a gát lábvonalaiban lép fel, a buzgárképződés veszélye – eltekintve a talajreagződésből adódható ellentmondásoktól itt a legnagyobb. A felhajtóerő a töltéslábtól távolodva fokozatosan csökken. A Sió gát töltése és az épülő autótöltés közötti területen a terepet B 90,00 mBf szintig kellett feltölteni. Ezáltal a H víznyomómagasság 2,95 m-re csökkent, az általa állékonyság pedig az alábbiak szerint alakult:

$\mu A(K) = 2,24$ (kötött fedőréteg felszakadás elleni biztonsága)

$\mu A(K+A) = 2,03$ (buzgárveszéllyel szembeni biztonság)

A nyomvonalon több általános, más utak és autópályák építéskor is tapasztalható gond jelentkezett. Az építési szakaszok jó részén kellett talajerősítést, geotextíliát, -rácst, homokos kavicsot alkalmazni és a töltésépítés során különös figyelmet kellett fordítani a töltésbe beépítendő talajok minőségére és állapotára. A töltéssüllyedések megfigyelése a süllyedésmérési eredmények alapján folyamatos volt.

A talajmechanikai tervezési munkát megkönnyítette, hogy a kivitelezés alatt nagyon jó volt a munkakapcsolat az főtervezővel, a mérnökkel és a kivitelezővel.

HIRDETÉSEK ELHELYEZÉSE, DÍJAI

A felelős szerkesztő jóváhagyásával szakmai hirdetés jelentethető meg a lapban.

A hirdetési díjak a következők:

Borító II. oldal	1/1 színes	250.000,- Ft + ÁFA
	1/1 fekete-fehér	220.000,- Ft + ÁFA
Borító III. oldal	1/1 színes	250.000,- Ft + ÁFA
	1/1 fekete-fehér	220.000,- Ft + ÁFA

További információ: Ciceró Kft. • Tel./fax: 301-0594, 311-6040

Az M9 autótút kivitelezésére a Magyar Autópályaépítő Konzorcium (MAK) – tagjai: Vegyépszer Építő és Szerelő Rt. (Vegyépszer Rt.) és Betonút Szolgáltató és Építő Rt. (Betonút Rt.) –, valamint a Magyar Hídépítő Konzorcium (MHK) – tagjai: Vegyépszer Rt. és Ganz Acélszerkezet Rt. – kapott megbízást. A kivitelezés folyamatába több kis- és középvállalkozót vontak be.

Az autótút a 6. sz. és az 51. sz. főút között, 20,571 km hosszban 2x1 sávval épült. Az országos közutakhoz (a 6. sz. és az 51. sz. főúthoz, valamint az 5112. j. úthoz) körforgalmú csomópontokkal csatlakozik.

A főutakat összekötő M9 autótút három szakaszban valósult meg egyidejűleg, 2003. június végi határidővel: a 6. sz. főút és a Duna-híd a 0 és a 14,1 km közötti „A”, a Duna-híd és az 51. sz. főút a 16,1 és a 20,6 km közötti „C” szakaszon, valamint a Duna felett átívelő híd a 14,1 és a 16,1 km közötti „B” szakaszon. A nyomvonalon a mezőgazdasági forgalom számára a forgalmi csomópontokon, a keresztező és párhuzamos földutakon kívül 11 alul- és felüljáró híd épült.

A feladatok megosztása a Magyar Autópályaépítő Konzorciumon belül: MAHÍD 2000 Rt.:

- hídépítések.

Betonút Rt.:

- útépítés, pályaszerkezet építés (B. szakasz),
- vízépítés,
- forgalomtechnika,
- környezetvédelem, vadvédő kerítés,
- növénytelepítés,
- erdőtelepítés,
- rekultiváció,
- a Duna-hídhöz csatlakozó 6 építmény pályaszerkezet-építése.

A kivitelezés során építményenként határozták meg a mintavételi és minősítési terveket, az építési technológiákat és az elkészült művek minősítését. Természetesen a pénzügyi elszámolás alapját is ez az építményjegyzék határozta meg.

1. A kivitelezési munkák és körülményei

A kivitelezés 2001 márciusában kezdődött, és 2003. június közepén fejeződött be.

A körülményekre jellemző, hogy az autótút hazánk egyik legértékesebb természetvédelmi területe (a gemenci erdő mint a Duna-Dráva Nemzeti Park része)

határán, vagy ahhoz meglehetősen közel, valamint védendő ivóvíz bázist érintve halad. E körülmények mind az építés során, mind az autótút kialakításánál rendkívüli megoldásokat kívántak.

A dunántúli oldalon számos váratlan akadály gátolta a folyamatos munkavégzést (rendkívül rossz talajadottságok, megfelelő töltésanyag hiánya, régészeti lelőhely felbukkanása, rendkívüli időjárás, árvíz stb.).

Nehézségét a geotechnikai szakvéleményből idézett néhány mondat szemlélteti. „A tervezett autótút a Duna ártéri síkságán helyezkedik el... A Duna-völgyben sok régi morotva, holtág tárolt időnként vizet, mocsarak láncolata húzódott végig, vékonyabb-vastagabb tőzegréteget, szerves talajokat alakítva ki... A völgyszakaszt, a gátrendszer kiépítése előtt évről évre rendszeresen elöntötték az árvizek, és csak kisebb szigetek álltak ki a vízből. Nagy és tartós árvizeknél a terület jelentős része ma is víz alá kerül a feltörő vizek



1. ábra

miatt. A talajvíz a Duna völgyben 2-4 m mélyen helyezkedik el. A talajvíztükör ingadozása a Duna mentén nagy, 4 m-es ingadozás a part menti kutakban gyakori. A Dunától távolabb 2-3 m ingadozás lehetséges. Az évszakos ingadozás 1 m körüli.” Az idézet az ideai tavaszi állapottal igazolható. A főpálya két oldalán kialakított árkok május elejéig szinte csónakázhatóak voltak (1. ábra).

A 2001. év a fa- és cserjeirtással, humuszolással és különböző töltésalapozásokkal, kevés töltésépítéssel múlt. Jelentős, kb. 10 hónap idővesztést okozott az anyagnyerőhelyek jogi rendezése. Jóllehet

¹ Okl mérnök, Vegyépszer Rt.

² Okl. üzemmérnök, Betonút Rt.

³ Okl építőmérnök, okl szakmérnök, Betonút Rt.



2. ábra

2002-ben már rendelkezésre álltak a kiviteli tervek és a szükséges töltésanyag az építést nem lehetett elkezdni, mivel az időjárás csapadékosá vált, és árvíz is levonult a Dunán (2. ábra).

A B. szakaszon a Duna-híd és a gát közötti munkaterületet kétszer öntötte el a víz. A híd hosszának meghatározását nyilván alapos műszaki és gazdasági mérlegelés előzte meg. Megjegyzendő és tanulságos tapasztalat azonban, hogy hosszabb ártéri hidakkal a kivitelezési nehézségeket, a jelentős töltéssüllyedést, a töltésalapozás többletmunkáját, rengeteg kőburkolást el lehetett volna kerülni.

Gondot okozott a szállító utak karbantarthatósága. Szállítani csak a nyomvonalban illetve a nyomvonal mentén végig kiépített szállító utakon lehetett. Eső után a töltésfelületek mindig korábban váltak alkalmassá töltés építésre, mint a szállító utak szállításra. A szállító utak folyamatosan épültek a főpályával, rengeteg többlet gép- és anyagköltséget (geotextília, georács és kőszórás miatt) okozva. Voltak időszakok, amikor 150 db nagy súlyú és nagy kapacitású tehergépkocsi szállított. Nem volt ritka eset, hogy a szállító úton ugyanakkora gépi erőforrás dolgozott, mint a főpálya földmunkáján. A töltések pályaszerkezeti rétegei JU-35/F szintig 2002 végére jórészt elkészültek, de a téli időszakban kb. 3,5 km földmunka tükörszintet consolidál kellett stabilizálni,



3. ábra

hogy a további pályaszerkezet építésnek ne legyen akadálya.

Ez év február elejétől a munka folyamatos volt. A csapadékmentes több hónapos időszak lehetővé tette, hogy az autópálya jó minőségben és határidőre elkészüljön. Az elültetett fák, cserjék és fű a hosszú száraz és rendkívüli meleg időjárást azonban nem tudják elviselni. A telepítés befejezése és az utángondozás ezért az év őszének feladata lesz.

2. Földműépítés

A 6. sz. főúti körforgalmi csomópont a 0+365 km szelvényig belvizes lefolyás nélküli terület. A töltésépítéshez víz alatti kotrás vált szükségessé 0,5 m vastagságban, majd szemcsés anyag (komlói Z0/50 kő) beépítés kb. 80 cm vastagságban, utána töltésépítés, függőárokka (3. ábra).

A Rétság–Bátaszék vasútvonal előtti és utáni szakaszok belvizes területén geotextíliát, georácsot, majd ezekre szemcsés talajt kellett teríteni a becsült belvízszint fölé 0,80-2,00 m magasságig. A vasútvonal két oldalán egy 1956-os dunai jeges ár okozta töltésszakadás miatt keletkezett 5-8 m mély belvíztavakat homokos kavicsal töltötték fel. Erre geotextília, georács és ismét feltöltés került, utóbbi 2 m vastagságban Z0/50 komlói kőből (4. ábra).

Az autópálya kb. 400 m hosszon a Tolnai-Holt-Duna vízzel telt medrén halad keresztül. A szakaszon erdőirtást, tuskóírást és mederkotrás követően az élővíz-



4. ábra

ben, a tervezett töltésláb vonalában kőgát épült, lábazati megtámasztásként is szolgáló vízepítési kőből. Erre homokos kavics feltöltés került a meder 86,2-87,3 mBf fenék szintje fölé a 90,00 mBf. szintig.

A homokos kavics feltöltésre került az autótűt 4-5 m magasságú töltése. A terület buzgárveszélyes, így az út jobb oldalán futó Sió-gát és az autótűt közötti szakaszt terhelésként szintén komlói Z0/50-es kőből kellett feltölteni (5. ábra).

A földmű építése a szokásos módon és gépekkel, gyakorlatilag csak töltés építéséből állt. A földmunka általában megfe-



5. ábra



6. ábra

lelő minőségű anyagát a környéken nyitott anyagnyerőhelyekről lehetett beszerezni. Ez alól kivételt jelentett a bogyiszlói anyagnyerőhely, melyet szárítással, aprítással lehetett töltésépítésre alkalmassá tenni. Hosszú munkaterületen kellett kiteríteni az anyagot, majd a nap és a szél hatását kihasználva több menetes mezőgazdasági tárcsázással lehetett kiszárítani és utána bedolgozni, tömöríteni (6. ábra).

A földmű elkészülte után 30 cm vastagságban védőréteg épült a korona teljes szélességében, a dunántúli oldalon komlói Z0/50 kőből, az alföldi olda-

lon dunavarsányi homokos kavicsból. A védőrétegre a pályaszerkezeti alsó alaprétégként 20 cm vastag komlói M0/50 került.

3. A pályaszerkezet építése

Az M9 autótűt pályaszerkezete:
 4 cm mZMA-12 kopóréteg,
 6 cm mK-20/F kötőréteg,
 10 cm JU-35/F kiegyenlítő réteg,
 15 cm CK₁ felső alaprétég,
 20 cm M50 alaprétég.

A Betonút Szolgáltató és Építő Rt. az M9 autótűt összesen 20

cm vastag aszfalt pályaszerkezetének építéséhez korszerű aszfaltkeverő telepet létesített Szekszárdon, mely a későbbiekben lehetővé teszi a térség aszfalt burkolatú útépítési beruházásainak a kiszolgálását.

A 15 cm CK_1 felső alapréteg építését az alföldi oldalon Dúnokra telepített folytonkeverő állította elő, a dunántúli oldalt a szekszárdi keverő telepről szolgálták ki.

A beépítést Vögele finisher végezte hengeres tömörítéssel és hőmérséklettől függően 1-2 napos korban mikrorepszétséssel (7. ábra). A tervezett pályaszerkezet a kivitelező javasla-



7. ábra



8. ábra

tára a SAMI réteg elhagyásával módosult. Helyette a CK_1 rétegen mikrorepszétsé, a tervezett kötőréteg K-20/F helyett pedig mK-20/F készült, elasztomerrel modifikált PmB-A 30/60 típusú bitumenből. Az aszfaltkeveréket a dunántúli oldalra a Betonút Rt. szekszárdi, az alföldi oldalra a MASZ bajai keverőtelepe szállította. Az aszfaltréteget korszerű gépekkel, a szokásos módon építették be (8. ábra).

A 7,50-es burkolatszélesség és a 12 m-es koronaszélesség mellett a ferde gerincű átmenetek kivitelezése bedolgozási nehézséget okozott. További



9. ábra

gondot jelentettek az mZMA-12 kopóréteggel építendő felüljáró hidak és az azokat követő átmenetek, mivel a félautópálya szélességű felüljárók 7,50 m-es burkolatszélessége 12,13 m-re változott, és a szélesség változást 1:25 átmenettel kellett kivitattani.

A 9. ábra szemlélteti az elkészült autótutat, amikor az előzőekben felsorolt kivitelezési körülmények feledésbe merülnek. Az M9 autótút és a Dunán átvezető híd megépülésével újabb közúti kapcsolat jött létre Duna-földvár és Baja, az ország keleti és nyugati része között.

A DUNA-híd építése

Dobó Gábor¹ – Horváth Szabolcs² – Kovács Rezső³

1. Bevezetés

A híd építését a Nemzeti Autópálya Rt. megbízásából fővállalkozóként a Magyar Hídépítő Konzorcium (Vegyépszer Rt., GANZ Acélszerkezet Rt.) nyerte. A Vegyépszer Rt. hídépítésre szakosodott leányvállalata, a Mahíd 2000 Rt. a Ganz Acélszerkezet Rt. alvállalkozójaként végezte a szekszárdi Duna-híd építésénél az összes alépítményi és ártéri felszerkezeti vasbeton munkát.

2. Az ártéri hídszerkezetek készítése

A Ganz Acélszerkezet Rt. az ártéri hidak gyártását a Közgép Rt-től rendelte meg, a helyszíni szerelést a Közgép Rt a Ganz-BVG Kft.-vel közösen végezte. Az Uvaterv Rt. által tervezett öszvér szerkezetű híd 26 db szerelési egységből állt, közülük egy egység két fél elemből készült. Az elemek hossza 14–17 m, a súlya 20–31 tonna között változott.

Az elkészült szerelési egységeket részleges hosszban a gyárban előszerelték. Ártéri hidanként öt előszerelési szakasz készült. Az előszerelést a túlelemelési bázisrajz szerint, az egyes szerelési egységek végeiben a keresztartók tengelyében alátámasztott, szintezett padban végezték. A beállítás után következett a pontos geometriai levágás, majd a fenék és a gerinc lemezek egyik oldali készre fúrása.

Az üzemi festést követő helyszínre szállítás tervezésekor – egyrészt az aránylag magas ferde gerinc, másrészt a jobb part nehéz járművekkel való megközelíthetlensége miatt – felmerült a vízi szállítás lehetősége. A kikötő ütemezési és uszály kihasználási gondok miatt ez végül úgy módosult, hogy az elemeket négyesével kamionnal szállították a Duna Bács-Kiskun megyei oldalára, onnan a tolnai oldalra vízen szállították tovább.

A helyszínre érkezett fél elemeket úgynevezett „x” és „y” járműkre helyezték. Az 5 db talpas, a szerelés előrehaladtával előrébb szerelt „y” jelű állvány és a rajtuk elhelyezett pódiumok alkalmasak voltak a támasztáson kívül a fenék és a gerinclemez kapcsolatának a kiépítésére is. Az elkészült hidak alá Maurer típusú sarukat építettek be, amelyek aláöntését a Ganz-BVG Kft végezte. A vasbeton pályalemez betonozása hidanként három ütemben készült.

3. A mederszerkezet készítése

A Ganz Acélszerkezet Rt. az elmúlt két évtizedben sok hasonló hidat épített, így a gyártásra a már jól bevált



1. ábra: Az ártéri híd szerelése

technológiát tudta alkalmazni. Egy teljes híd keresztmetszet hét egységből állt. Az egyes panelegységeket legyártották, majd pedig egy keresztmetszeti egység teljes összeállítását végezték el. A beállítás után az NF csavaros illesztések furatait végleges átmérőre dörzsölték.

A kész panelegységeket szemcsetisztítás után alapozó és közbenső festékréteggel látták el a Pannokorr Kft. festőüzemében.

3.1. A mederszerkezet előszerelése

A hidak szerelése, a szerkezeti kialakítás, a méretek, a helyszíni adottságok esetenként változnak, a szekszárdi Duna-híd azonban minden eddiginél több újdonsággal szolgált. Itt ugyanis teljesen elmaradt a helyszíni előszerelés, ezzel megtakarítható volt a tároló és szerelőtér általában költségigényes kialakítása. A szokványostól eltérően a helyszíntől 140 km-re fekvő Ganz-BVG Kft. telephelyén szerelték össze az öt üsztatási egységet véglegesen.

A hídszakaszokat erre a célra telepített, kétsínés vágánypáron mozgó hídbehúzó kocsikon szerelték össze bakdaru segítségével (2. ábra). A szerelés folyamán vágták pontos méretre a hegesztett kapcsolatok egyik oldali ráhagyással gyártott varrat éleit és elkészültek a hegesztett, illetve csavarozott kapcsolatok. A geodéziailag pontosan beállított hídrész elké-

¹ Főmérnök, Mahíd 2000 Rt.

² Projektvezető, Ganz Acélszerkezet Rt.

³ Műszaki igazgató, Hídépítő Speciál Kft.



2. ábra: Előszerelő terület

szülte után a festők hordták fel a fedőréteget. Mind ezek után a híd megindulhatott a Duna irányába, ahol már az emelőmű várta.

3.2. Előszerelő terület és úsztatási előkészületek

A gyakorlatilag teljes keresztmetszetében megépült hídszerkezetek vízre juttatási fázisainak főbb ütemei a következők voltak:

1. ütem Kihúzás kb. 22 m-re.
2. ütem Beállítás a hídszerkezet kiálló konzolvége alá az 1. emelőbárkával, teherátvétel.
3. ütem A híd húzása a meder felé (parti guruló kocsikon és egy bárkán).
4. ütem A 2. emelőbárka beállítása a végleges helyére, átterhelés, az 1. emelőbárka kiállása.
5. ütem Húzás.
6. ütem Az 1. emelőbárka beállítása a végleges helyére.
7. ütem Húzás, a hídszerkezet rögzítése a bárkához a ferde rögzítő kötelekkel.
8. ütem Kiegészítő (párna) bárkák beállítása, a közbenső merevítés kiépítése.
9. ütem A szállítási alakzat összeállítása.
10. ütem A vontató és toló hajók csatlakozása.



3. ábra: Úsztatási előkészületek a csepeli szerelőtéren

Hídúsztatások

A hídrészeket a Duna 1638,00 fkm szelvényéből az 1499,00 fkm szelvényébe kellett szállítani, azaz 139 km vízi szállításra volt szükség. Tekintettel a híd 66-120 m közötti hossz méreteire, nyilvánvaló volt, hogy a hárosi és a dunaföldvári Duna-híd alatt csak a folyásiránnyal párhuzamos hídhelyzetben lehet átvezetni.

Az előzetes tervek szerint a hidak közötti szabad Duna-szakaszokon – hasonlóan az esztergomi Mária Valéria Duna-híd úsztatási alakzatához – a hidat a folyásirányra merőlegesen elhelyezve, az emelőbárkákat pedig „hajós hagyományok szerint folyásiránnyal párhuzamosan” utattatták volna.

Mivel a hidak alatt csak 90 fokkal elforgatva lehetett szállítani, a szükséges átfordítást biztonságos távolságban kellett volna tervezni, majd ezt követően újra visszafordítani normál állapotba. Az emelőbárkák 80 m-es hossza – „kis gázzal és nagy jóindulattal” gyakorlatilag minden vízállás tartományban lehetővé teszi a mederpillérek közötti áthajózást.

Az előkészítési munkák előre haladásával, a szállítás-ütemezési, célszerűségi és navigációs biztonsági okokból alakult ki végül is a ténylegesen végrehajtott változat. A módszer lényege a hidak alatti alakzat állandósítása az egész úsztatásra. Ehhez a következő jelentős műszaki és gazdasági hatású kiegészítő, módosító intézkedésekre is szükség volt:

- További két db bárka beépítése az alakzatba a vontatóhajó rácsatolásának megoldására.
- Az eredetileg tervezett géphajók teljesítményének szükség szerű megnövelése/kiváltása a módosított alakzat formája és annak úszáshelyzete(i) miatt. (Az eredeti alakzattal az úsztatást kevesebb bárkával, kisebb géperővel hajtották volna végre, de hosszabb idő alatt, s több kockázattal járó kényeszerű manőverrel a hidak környezetében, a hajóforgalom nagyobb mértékű korlátozásával)
- A szállítmány vezérgépeként tervezett Clark Ádám úszódaru toló hajó szerephez jutott, melyhez új pozíciót kellett számára találni az úsztatási alakzatban.
- Meg kellett, illetve lehetett változtatni az utazási tervet is, vagyis a hidak alatt „hegymenetnek álcázott ereszkedés”, a további nyílt Duna szakaszokon pedig „teljes gázzal előre” volt a jelszó. A „rondókat” (vagyis a 180 fokos fordulatokat) emiatt kellett végrehajtani.

Az úsztatás indítása előtt az alakzatot még a csepeli előszerelő terület mellett 90°-kal befordították. A tényleges indítási napon az említett két kiegészítő bárkát állították be a folyásirányra merőlegesen álló emelőbárkákra eresztve, vagyis a konzolosan előre nyúló hídrész alatt és egymás mellett rögzítve.

Tekintettel arra, hogy az úsztatás során minden irányból jelentkező erőhatások kezelésére fel kellett készülni, az egyes bárkákat egymáshoz is rögzítő kötelekkel stabilizálták a híd és a bárkák helyzetét pozicionáló ferde rögzítő köteleken kívül. A 107 m hosszú hidak esetében a közbenső párnabárkák és az emelőbárkák között összesen 2,5 m, illetve a 120 m-es

hidak esetében kb. 8,0 m további hézag átkötését kellett megoldani távolságtartó acélszerkezettel. E méretek az emelőbárkák alátámasztási távolságaiból és a bárkák szélességi méreteiből adódódtak.

Helyszíni beúsztatások, hajós műveletek

A szekszárdi helyszíni manőverek igen hasonlóak voltak az esztergomihoz. A bal parti első híd esetében a kisebb vízállás és a part közelsége óvatosságra intő volt. A jobb partnál a csatlakozó ártéri hídrész még nem volt a helyén, tehát a beállást egyszerűbben lehetett végrehajtani a vontató és toló hajók nélkül, hozzávetőlegesen 2500 tonna súlyú úszó alakzattal (4. ábra).



4. ábra: A hídelemek elhelyezése

A harmadik elem a 6. mederpillérre támaszkodik, illetve a második elem konzolosan kinyúló részéhez „levegőben” illesztették és rögzítették az egyik emelőbárka segítségével, hiba nélkül. Ennek az elemnek a párját emelték be, majd a 66 m hosszú zárótagot, a megmaradó két konzolos rész közé illesztve.

3.3. A mederhíd helyszíni szerelése

A már leúsztatott és beemelt egységeket a helyszínen kellett összekapcsolni, a következő feltételeknek megfelelően:

1. Az illesztés nyomatéki 0-pont közelébe essen.
2. Ha a beúsztatott új hídrész egyik vége pillérre kerül, először oda kell letámasztani.
3. Az illesztési keresztmetszeteket (véglapokat) egymással párhuzamossá kell tenni.
4. A fenék és a gerinc-alsórész csavarjainak az elhelyezésével ideiglenes csuklót kell létrehozni.
5. A fokozatos ráterhelés (a hajó tehermentesítése) közben az illesztést nyomatékmentes állapotban kell tartani a közeli pilléren sajtóval emelve, esetleg egy távoli pilléren süllyesztve a hidat.
6. A pálya hegesztési hézagát úgy kell beállítani, hogy a készre fűrt illesztési lyukak a várható hegesztési zsugorodás mértékével szélesebbek legyenek a hevederéhez képest.
7. Ebben a helyzetben a pályalemezen lévő, és a várható egyenlőtlen hőmérsékletváltozások okozta bő-

logatások megfékezésére méretezett átkötő lemezekkel a hézagot rögzíteni kell.

A bárka ráúsztatással a keresztmetszeteket kellett illeszteni és a gerincek alsó 1 m-es és a fenéklemes külső 500 mm-es szakaszán elhelyezni a csavarokat, nyomatékra húzás nélkül. A csavarokat a korábban a hidra telepített guruló szerelőállványról helyezik el. Ezután először a víz felőli híd emelő bárka lerakja a hídszakasz túlsó végét, majd a part felőli bárka is megkezdi a süllyesztést (a sajtó utánállításával) úgy, hogy a pályalemezek közötti légrés állandó legyen. Legvégül a terhelt keresztmetszet végleges elkészítése és a bárkák kiállása történt.

A hídzárást hasonlóan végezték, a fogadó hídvégek közötti részbe beúsztatva a zárótagot. Az illesztendő keresztmetszeteket azonos magasságúra és véglapszögűre kellett állítani, majd az alföldi fogadó hídrészt ráhúzni a zárótagra. A bárkák kiállása után az illesztések készültek el. A zárótag elhelyezése után hátra volt még a hídtartozékok (szegélyek, korlátok, radarvisszaverő berendezések stb.) komoly helyszíni szerelési munkája.

4. A Duna-híd alapozása

A híd építése 2001 augusztusában a bal oldali ártéren a cölöpözési munkákkal kezdődött egy BG-25 típusú nagy teljesítményű fúrógéppel, mely képes volt az 1,3 m átmérőjű és 25-35 m mélységű ún. „végig beléscsőves” típusú cölöpök elkészítésére.

A híd alépítményét összesen 12 db; 4 db meder, 2 x 3 db ártéri pillér és a két hídfő alkotja. Az ártéri pillérek alatt 6-6 db, a hídfők alatt 5-5 db, a mederpillérek alatt 8-8 db cölöp készült. E munka közben a GANZ Acélszerkezet Rt. előszerelő területén elkészültek az ún. „sejtelemes” íves kialakítású acélszekerények, melyeket a mederpillérek gyors ütemű megépítéséhez alakítottak ki. Az acélszekerényeket vízi úton szállították a Duna-híd építkezésére, ahol a két darab TS bárkából kialakított katamaránra – az ideiglenes kikötőn keresztül – felállt 200 t teherbírású autódaru emelte be őket a végleges helyükre, a mederfenékre.

A sejtelemes acélszekerény belső részén, a 8 darab cölöp helyén teljes magasságban acélcsővek épültek, a későbbiekben készítendő cölöpök mederfenék fölötti részének zsaluzataként. A mederfenéken letett acélszekerények geodéziai elhelyezését 3 darab ideiglenesen előre levert acélcső-cölöp, illetve az azokra rögzített acélkonzolok segítették. Ezután az acélcső zsaluzatok fölé pozícionált katamarán hajó közepén álló cölöpfúró géppel elkészült a mederpillér cölöpalapozása.

A beton szilárdulási idejének kivárása után a vízállás függvényében egy vagy két őrfal elem ráhelyezésével a sejtelemes tartót a víz fölé erősen megmagasították. Ekkor még megegyezett a külső és a belső vízszint. A körülbelül 2,5 m vastag víz alatti betonozás elkészítése és megszilárdulása után az őrfalak belsejéből a vizet kiszivattyúzva kialakították a mederpillér építéséhez szükséges száraz munkagödöröt, ahol elkezdődött a cölöpfejek visszavésése.

Az így kibontott 1,5 m hosszú cölöp hossz-betonvasak képezték a cölöpösszefogó gerenda és a mélyalapozás „szerves” kapcsolatát. Az alaptest külső zsaluzata a bennmaradó sejtelemes acélszekrény volt, mely a Duna legkisebb vízállása esetén se látszik ki a vízből. A pillér felmenő fala a továbbiakban hagyományosan, nagy táblás zsaluzati rendszerrel épült (5. ábra).



5. ábra: A hídpillér építése

Az egy ütemben betonozott 12-13 m magas pillér-fal felvízi orrába a kopásállóság fokozására Szardínia szigetéről származó íves felületű gránitkő tömbök épültek (6. ábra).



6. ábra: A hídpillér gránitkő burkolása

A pillérek építéséhez szükséges kb. 13 000 m³ betont három betongyár szállította. Az építés következő fázisa az őrfal elemek levétele volt, ami után konzolokról folytatódott a pillér további részeinek (szerkezeti gerenda, saruzsámolyok) az építése. A kimosódások ellen kb. 22 000 tonna vízépítési terméskövet, a felszerkezeti munkákhoz 5500 tonna acélt kellett felhasználni.

A Mahíd 2000 Rt. kivitelezte a felszerkezet szükséges vasbeton építési munkáit is (7. ábra). A két darab öszvér szerkezetű ártéri híd vasbeton együttműködő pályalemeze 3 ütemben készült, melyből az első két ütem betonozásához – alátámasztásként, az ideális alak elérésére – ideiglenes segédjármokat is kellett használni. A betonozási ütemek között 10-14 nap kötési időt hagyva 2-2,5 hónap alatt készült



7. ábra: Az ártéri híd felszerkezet építése

el a jobb és a bal oldali együttműködő pályalemez, mely összességében 2x3 ütemben, 850-850 m³ beton bedolgozását jelentette. A legnagyobb ütemben közel 490 m³ betont kellett bedolgozni, amit a helyszínen lévő 4 db betonszivattyú (+1 db tartalék) és az azokat folyamatosan ellátó 33 db mixer segített.

KEZELÉSI ÉS ÜZEMELTETÉSI FELADATOK

Pálfay Antal¹ – Beloberk László² – Dr. Lakits Pálné³

1. Kezelői célkitűzések

Szekszárd környéke egyelőre távol esik az üzemelő gyorsforgalmi úthálózattól, azonban a fejlesztési tervek mai állása szerint a térségben 2006 körül elkezdődik az M6 autópálya építése. Az évtized végéig tehát számolni lehet azzal, hogy Szekszárdnál gyorsforgalmi utak keresztezik egymást, és a keresztezési pont környezetében a jövőben autópálya-mérnökség is létesülhet.

Az M9 autótút átadott 20,6 km hosszú szakasza tehát legkorábban 5-6 év múlva lehet a gyorsforgalmi hálózat szerves része. Jóllehet az autótút a jövőben megvalósuló autópálya jobb oldali pályarészeként épült, a végleges kiépítés ideje még nem tudható.

A megépült szakasz kezeléséért felelős Állami Autópálya Kezelő Rt. (ÁAK) célja:

- megóvni a létrehozott kivételes értéket és fenntartani az átadáskor megvalósult magas kiépítettségi szintet, valamint
- kielégíteni az útszakaszra jellemző különleges forgalombiztonsági igényeket.

A kezelőnek tisztában kell lennie azzal, hogy az útszakasz ebben a kiépítettségében

- vonalvezetésével és a csomópontok közötti hosszú útszakaszokkal sebesség-túllépésre csábít, ugyanakkor nem választja el biztonságosan a szembe haladó járműveket,
- leállást biztosító burkolt felülete nincs,
- végcsomópontjai és egy közbenső csomópontja szintbeli.

További különleges figyelmet igényelnek a gyakran eltérően viselkedő hídfelületek és az érzékeny, acélszerkezetű Duna-híd.

A szakasz hossza miatt önálló üzemeltető egység működtetése nem gazdaságos, ezért az ÁAK Rt. az üzemeltetést (és bizonyos kezelői feladatokat) – átmenetileg – a Tolna Megyei Állami Közútkezelő Közhatalmú Társasággal szerződéses alapon végezteti.

2. A kezelés és az üzemeltetés elkülönülésének tapasztalatai

A magyar gyorsforgalmi hálózat történetében nem ez az első eset, hogy egy szakaszt más kezel és más üzemeltet. Így működött együtt az Első Magyar Koncessziós Autópálya Rt. és a Magyar Transroute Rt. az M1 Győr–országhatár szakaszán, így dolgozik az M5 autópályán a Magyar Intertoll Rt. is az Alföld Koncessziós Autópálya Rt. megbízásában.

¹ Üzemeltetési igazgató, ÁAK Rt.

² Híd osztályvezető, ÁAK Rt.

³ Üzemeltetési mérnök, ÁAK Rt.

A kezelés és az üzemeltetés szétválásának az alábbi előnyei vannak:

- A szerződéses viszonyban pontosan meghatározottak a feladatok és az elvárások.
- A kezelőnek nem kell megalkudnia saját üzemeltetési hiányosságaiával.
- Megvannak a meghatározott üzemeltetési színvonal költségei, számon kérhető a finanszírozás.

A kezelői felelősség szerződéses üzemeltetéssel is egyértelmű. Az ÁAK Rt. továbbra is fenntartja magának a jogot a kezelői állásfoglalások és hozzájárulások kiadására, a vagyonnevelés feladataira, a forgalmi renddel és a baleseti helyzettel összefüggő, továbbá a fenntartással és felújítással kapcsolatos teendőik ellátására.

3. Az üzemeltetés színvonala, feltételei, sajátosságai

Az útszakasz üzemeltetését az Országos Közutak Kezelési Szabályzatában meghatározott I. szolgáltatási osztálynak megfelelő színvonalon kell végezni. A 12 m koronaszélességű I. rendű főúti keresztmetszet több üzemeltetői gondot jelent. A leállósáv hiánya miatt burkolaton kívüli karbantartási munka az útpályáról nem, hanem a töltéslábnál lévő kétoldali, különféle rendeltetésű (pót-, illetve kezelő-) padkáról végezhető. A vasútvonal felett átvezető magas töltésű szakaszon a töltésoldal közbenső kezelő padkái a koronán elhelyezett kivehető korlátok eltávolítása után, ún. rámpán közelíthetők meg (1. ábra).



1. ábra: Kezelőpadka az autótút magas töltésű szakaszán

Különleges kezelési feladatot jelent a vízvezető rendszer ún. bélelt tározó-párologtató árkaiknak megfelelő karbantartása. A kis esésű szakaszokon alkalmazott árkok túlfolyó rendszerben, csak a környezetvédelmi engedélyben előírt iszap-olajfogókon keresztül vezethetik a vizet az élővízfolyásokba. A műtárgyak ugyancsak a pótpadkákról üzemeltethetők.

Üzemeltetési szempontból sajátos helyzetet tükröz az is, hogy a 20,6 km-en összesen kb. 31,6 km szalagkorlát épült. Egyéb kérdésekben az üzemeltetés feladatai alig különböznek az autópályákon megszokottaktól. A szakasz felügyeletét a napi kétszeri útel-ellenőrzés és a folyamatosan rendelkezésre álló diszpécser-szolgálat végzi.

Az elektronikus meteorológiai érzékelők és a Duna-híd előtt elhelyezett forgalomszámláló hurkok adatai nemcsak az üzemeltető tevékenységét támogatják, de az adattovábbítás mai szintjén a 150 km-re levő kezelőnek is valós idejű tájékoztatást adnak az aktuális paramétereikről (2. ábra).



2. ábra: Meteorológiai mérőberendezés a Duna-hídon

Külön szerződés rögzíti a szakaszra vonatkozó rendőrségi és segélyszolgálati együttműködést. A közlekedőket érintő információkat az ÁAK Rt. központi diszpécser-szolgálatán keresztül juttatja el az Útinformhoz.

4. A hidak üzemeltetése, kezelői feladatok

Az Állami Autópálya Kezelő Rt. kezelésébe kilenc híd, illetve a 917 m szerkezeti hosszúságú Duna-híd kerül.

A sikeres műszaki átadás-átvételi eljárást követően az ÁAK Rt. a hidakat nyilvántartásba veszi és gondoskodik azok műszaki felügyeletéről. A szabályzat szerinti egyedi hídnilyvántartás – a hídtörzslap és mellékletei, így a megvalósulási tervek és az építési iratok is – a kivitelező és az építetető adatszolgáltatása alapján a kezelőhöz kerül. Erre a nyilvántartásra épül a hidak műszaki felügyelete és minden további kezelői, üzemeltetési és fenntartási tevékenység.

A hidakra is vonatkozó üzemeltetési szerződés szerint:

- Az építés időszakában üzemeltetői ellenőrzést kell végezni.
- A megvalósulási terveket és a minősítési anyagot az ÁAK Rt. veszi át, és a szükséges adatokat továbbítja Országos Közúti Adatbank híd-alrendszerébe.
- A hidak műszaki felügyeletét az ÁAK Rt. belső szabályozása szerint kell végezni, összhangban az 1/1999. (I. 14.) KHVM rendelet és mellékleteiben foglaltakkal.
- Hídelőellenőrzést hetente, hídszemlélt félévenként a Tolnai Megyei Állami Közútkezelő Kht. végéz. Az éves hídvizsgálatot a felek közösen tartják.
- A Duna-híd folyamatos (hídmesteri) szemléjét a kht. végzi.
- A Duna-hídra a vizsgálat feltételeit (vizsgáló kocsi stb.) szintén a kht. teremti meg.

Az Állami Autópálya Kezelő Rt. már a tervezés és a kivitelezés időszakában, a különféle műszaki megoldások és a szerkezeti kialakítás kiválasztása során hídszakági állásfoglalásokban, közútkezelői hozzájárulásokban törekedett az érdekkörébe tartozó elvek érvényesítésére.

A szokásos üzemeltetés és karbantartás mellett külön meg kell említeni, hogy a környezeti adottságok miatt az autópálya által kettévágott területek közötti vadátjárást az ökológiai folyosókban a Duna-híd és két, vízfolyás felett átvezető felüljáró – egyúttal vadátjárók is – biztosítja. A környezet védelmét ezeknél a hidaknál az üzemeltetési és fenntartási munkák végrehajtásakor is folyamatosan fenn kell tartani.

A megvalósulási terv részeként a Duna-hídhöz külön kezelési és üzemeltetési utasítás készül. A hídpillé-

rek megközelíthetőségére a Duna árvédelmi töltéséről mindkét hídfőnél ún. lejáró utak épültek. Elkészültek azok a segédberendezések, tartozékok, melyekkel a hídmesteri szemle biztonságosan végrehajtható.

A Duna-híd esetén egyedi üzemeltetési feladatot jelent az új típusú tartozékok takarítása, tisztítása, ütközés miatti cseréje. Ilyenek a kerékpárút felőli korlát szegélyt helyettesítő gerendái, valamint az üzemi járda külső oldalán a forgalombiztonság növelése érdekében elsőként alkalmazott sodronyerősítés az üzemi korlát kézlécében.

A Duna-híd forgalombiztonságára kiható legkritikusabb feladatok az M9 autópálya üzembe helyezett szakaszán télen adódnak. A síkosság-mentesítést és főként az egyedi technológiájú hídtakarítást nemcsak a főpályán, hanem az északi „magas” oldalon elhelyezett kerékpárúton is hatékonyan kell elvégezni. Nem engedhető meg, hogy a kerékpárút felől olvadáskor lefolyó víz ismételt síkosság-veszélyt okozzon.

AZ ÉPÍTETŐ RÉSZVÉTELE AZ ELŐKÉSZÍTÉSBEN ÉS A MEGVALÓSÍTÁSBAN

Ágh György¹ – Sztrakay Józsefné²

1. Az építető feladatai

A beruházás folyamatában az építetői feladatkör három fő részre osztható.

- Az első része az építés előkészítése, az engedélykésztés és a munkaterület megszerzése, a munkakezdetési feltételek megteremtése.
- A második része az építés lebonyolítását végző szervezet (mérnök), valamint az építést végző szervezet (kivitelező) kiválasztása és az építési munka elindítása.
- A harmadik része a beruházáshoz tartozó összes létesítmény engedélyezett tervek szerinti megvalósítása a leendő kezelők igényeinek megfelelően, és az egyes létesítmények átadása üzemeltetésre az illetékes kezelőknek, végső soron a megépült útszakasz forgalomba helyezése.

2. Az építés előkészítése és megkezdése

Az autót építéséhez szükséges munkaterület megszerzését az Állami Autópálya Kezelő Közhasznú Társaság intézte a területtulajdonosokkal való megállapodás alapján vásárlással, szükség esetén kisajátítással. A megszerzett területek lőszermentesítésével, régészeti feltárásával és leletmentésével a '90-es évek végére az Állami Autópálya Kezelő Kht. teremtette meg az építés megkezdésének a feltételeit.

A 2117/1999. (V. 26.) sz. kormányhatározatnak megfelelően az M9 autót állami beruházásként épült. Építetője a kezelői feladatok mellett már építetői feladatokat is ellátó Állami Autópálya-fejlesztő és -kezelő Részvénytársaság lett. Haladéktalanul, még az építési engedély lejárta előtt meg kellett kezdenie a kivitelezési munkákat. Az építető – hogy a kivitelezést idejében megkezdettnek nyilváníttassák – a kivitelező és a mérnök kiválasztását megelőzve, saját hatáskörben végeztetett közműkiváltást, rendelt kisminta kísérletet a tervezett Duna-híd folyammeder alakító hatásainak vizsgálatára és végeztetett helyszíni próba-cölöpözéseket a hídalapozás méretezésének ellenőrzésére. Ezzel párhuzamosan elkészítette az út- és hídepítési munkák vállalkozásba adásához szükséges ajánlati terveket és az ajánlatkérési dokumentációkat.

Az ajánlati terveket az építető a korábbi tervfázisok készítőjével, az Út-, Vasúttervező Részvénytársasággal készítette. A terv figyelembe vette az országos gyorsforgalmi úthálózat távlati fejlesztési ter-

veiben új igényként felmerült autópályává fejleszthetőséget. Az Állami Autópálya-fejlesztő és -kezelő Részvénytársaság és a Nemzeti Autópálya Részvénytársaság között 1999 végén létrejött megállapodás alapján az M9 autót építetője a Nemzeti Autópálya Rt. lett.

Az ajánlati tervek kiadását követő tárgyalások eredményeként az építető 2000-ben szerződést kötött a Magyar Autópályaépítő Konzorciummal az „A” és a „C” szakaszok, valamint a Magyar Hídepítő Konzorciummal a „B” szakasz és a Duna-híd megépítésére, együttesen 2003. június 30-ai befejezési határidővel.

Az építető, szintén 2000-ben az Általános Mérnöki Iroda Kft.-vel kötött szerződést az építés mérnöki munkáira. A két kivitelező konzorcium a három építési szakaszon a 2001. februári munkaterület-átadásokat követően kezdte meg a terület-előkészítő kiviteli munkákat.

3. Az építető részvétele a megvalósulásban

Az építési engedély kiadása és az autót forgalomba helyezése között eltelt évek alatt változtak a megvalósításra vonatkozó műszaki előírások, utasítások, szabványok. Változtak a kezelők, a hatóságok, a szakhatóságok igényei, elvárásai is. A Nemzeti Autópálya Részvénytársaság – mint építető – feladata volt, hogy az építés során felmerült új igényeket, szempontokat megvizsgálja és a rendelkezésre álló pénzügyi fedezet hatékony felhasználásával a tervező, a mérnök, a kivitelező és a leendő kezelő segítségével a legmegfelelőbb műszaki megoldásokat alkalmazva a jogos igényeket teljesítse.

3.1. Az autót autópályává fejleszthetősége költségekímélő módon

A keresztező földutak olyan autótúli aluljáró műtárgyakon vezetnek, melyek nyílásmérete és elhelyezése lehetővé teszi az autót autópályává fejlesztését a megépült létesítmények elbontása, átalakítása nélkül.

Azok a műtárgyak, melyek az autótúti utat vezetik át felüljáróként vasútvonal, vízfolyás, árvédelmi út és a Duna felett, ún. félautópálya hidakként épültek. A távlati új félpálya hídjai független szerkezetként építhetők a meglévő hidak mellé, a jelenlegi autótúti forgalom zavarása nélkül.

A Duna-híd északi oldalán az útpályától kiemelt szegéllyel és korláttal elválasztva járda épült a biztonságos kerékpáros és gyalogos közlekedés számára. A Duna-híd keresztmetszeti kialakításának különlegessége, hogy az autótúti és a kerékpárút együttes átve-

¹ Létesítményi mérnök, NA Rt.

² Hídmérnök, NA Rt.

zetését a híd távlati félautópálya keresztmetszetének teljes hasznosításával, szélesítés nélkül lehetett megoldani.

3.2. Közvilágítás a Duna-hídon

Külterületi út hídjáról lévén szó, nem kötelező közvilágítás ezen a hídon. Az építető azonban fontosabbnak tartotta a közlekedők biztonságának növelését az építési költség csökkentésénél.

A közvilágítás létesítésének indokai:

- Megvolt az áramvétel lehetősége a közvilágításhoz, mivel a Duna-hídon kötelező hajózási jelzőfények és a meteorológiai megfigyelőrendszer áramigénye miatt egyébként is meg kellett oldani a híd áramellátását.
- Az autótút autópályává fejlesztéséig nincs megállási lehetőség a 917 m hosszú hídon a forgalmi sávokon kívül.
- A szembejövő forgalmi sávot kell igénybe venni a műszaki vagy üzemi okból leálló járművek kikerüléséhez.
- A hídszerkezeten – a külterületi autópálya hidaktól eltérően – gyalogos és kerékpáros forgalom is van.
- A megépült közvilágítás változtatás nélkül alkalmas a távlati autópálya félpályájának megvilágítására is.

3.3. A gyalogosok és a lassú járművek autótútra jutásának a megakadályozása

A kilencvenes években a korábbi építetők szintbeli, négyágú csomópontokként tervezték az autótút bogyszlói és fajszi csomópontjait. A legkisebb építési költségre törekedve a keresztező földutakon átjárást tiltó táblákkal és terelőút jelzésekkel kívánták megakadályozni a gyalogosok és a lassú járművek autótútra jutását. Az egyébként jogszerű és szabványos kialakítás nem vált volna be a gyakorlatban, mert a kerülőutak miatt gyakori lett volna a gyorsforgalmi úton rendkívül balesetveszélyes szabálytalan átjárás, áthajtás. A közlekedésbiztonság növelésére olyan megoldások születtek, melyek senkit sem ösztönöznek súlyos balesethez vezető szabálytalanságok elkövetésére és a közlekedési igényeknek is megfelelnek.

A fajszi csomópont „T” alakú, háromágú csomópontként épült. A szabálytalan átjárást, áthajtást mély oldalárok és 2,40 m magas védőkerítés akadályozza meg. Az érintettek előzetes hozzájárulásával az autótútat keresztező forgalmat a mellette kialakított párhuzamos földutak segítségével a Duna irányában 750 m-re épült külön szintű keresztezés vezeti át.

A bogyszlói csomópontban az átjárást a keresztező földúton nem lehetett megszüntetni, mivel a legközelebbi külön szintű keresztezés 2500 m-re épült, és a csomópontban lévő gátórházat is meg kell közelíteni. A jelentkező jogos igények teljesítésére külön szintű csomópontot kellett építeni. Az új híd költségeit nagyrészt az autótút építési költségének hatékonyabb felhasználásával – az érintettek előzetes hozzájárulását megszerezve, a fajszi csomópontban alkalmazott

módszerrel, párhuzamos földutak építésével –, külön szintű földútátvezetés költségeit átcsoportosítva lehetett biztosítani.

3.4. Jelzőlámpás csomópontok helyett körforgalmak

Az autótút tervezésének kezdetekor, az akkori építető a 6. sz. főút és az 5112. j. út M9 autótúttal alkotott csomópontjait jelzőlámpás forgalomirányítással tervezte és engedélyeztette. A megyei utak kezelője, a Tolna Megyei Állami Közútkezelő Közhasznú Társaság azonban az úthálózatába jobban illeszkedő körforgalmú csomópontok építéséhez járult hozzá. Álláspontjának helyességét tanulmánytervi vizsgálatokkal és forgalomtechnikai szakértői véleményekkel is alátámasztotta.

A Nemzeti Autópálya Rt. a csomópont építési jogsultságát megszerezve – mint új építető – megvizsgálta a kezelő kérését és a változtatás költségvonzatait. A körforgalmú kialakítást szinte minden szempontból kedvezőbbnek találva, a jelzőlámpás csomópontokat körforgalmúakra tervezte át a tervezővel és a leendő kezelőkkel, külön gondot fordítva a csomópontok megfelelő geometriai kialakítására.

Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül ismertetjük az építető – több esetben a tervezővel, a mérnökkel, a vállalkozóval és a kezelőkkel szoros együttgondolkodást és közös megoldást igénylő – nem kevésbé fontos feladatait, döntéseit:

- Engedélyesként az érvényes építési engedélyektől való eltérések engedélyeztetése.
- A műszaki tartalom változása miatti szerződés módosítások lebonyolítása.
- Pótmunkák, elmaradó munkák elrendelése.
- A létesítmény elhelyezéséhez helyenként utólagosan szükségessé vált pót-területek megszerzése.
- Az útpálya vízelvezetési rendszerének felülvizsgálata, korszerűsítése, a tározó-párologtató árkok egyszerűsítése, a szikkasztó árkok alkalmazása, a csapadékvíz befogadóba vezetése.
- A tározó-párologtató és a szikkasztó árkok melletti töltéslábak átázás elleni védelmére pótpadkák kialakítása.
- A töltésrézsűk kimosódás elleni védelmére költségkímélő megoldásként gyepnemez terítés.
- A magas töltésrézsűk gépi karbantartásához kezelőpadkák építése.
- A módosított KRESZ alapján az autótúton 110 km/óra emelt sebességhatár miatti intézkedések megtétele.
- Az autótúti ívekben az útburkolat túlemeléseinek, ferdegerinc átmeneteinek menetdinamikai szempontból igényes, autópálya színvonalú kialakítása.
- A két megyét érintő új útbaigazító jelzésrendszer egységes kialakítása.
- A közúti hidak megfelelő keresztmetszeteinek, úrszelvényeinek biztosítása.
- A kezelői határok tervének elkészíttetése, elfogadtatása.

- A bogyzislói csomópont és az országos közúthálózat közvetlen összekapcsolásának kezdeményezése és szorgalmazása.
- Együttműködés az építés közben felmerült gondok megoldásában.
- Közreműködés a műszaki átadás-átvételi eljárások sikeres lefolytatásában és a létesítmény forgalomba helyezésében.

4. Az építető részvétele a Duna-híd építésének előkészítésében és megvalósításában

Az M9 autópályán a Duna-híd mellett 11 alul- és felüljáró híd is épült. Az eredeti építési engedélyezési terv az alul- és felüljáró hidakra zárt hídfős szerkezeteket, a Duna-hídra pedig a legnagyobb nyílásokban 180 m-es támaszközü, vasbeton felszerkezetű hidat javasolt.

Az építési engedély kiadása óta eltelt több mint öt év miatt 2000-ben el kellett végezni a tervek korszerűségi felülvizsgálatát. Az alul- és felüljáró hidak többsége rejtett hídfős, „nyitott” szerkezetűre, a vasbeton felszerkezetű Duna-híd nyílásbeosztása 120 m-re változott.

Nem volt elérhető azonban a híd útpálya szélességének növelése, sem az autópálya kiépítettségű második ütem hídjának cölöpalapozása a Duna medrében.

Az építető kisminta kísérletet végeztetett a 3x120 m-es támaszkiosztásra a Vituki Rt. Hidraulikai Intézet kísérleti hidraulikai osztályával azért, hogy tervezhető legyen a pillérek Dunában okozott mederelfajulásának megelőzése.

Az ajánlati terv készítése során meg kellett fogalmazni olyan alapelveket, amelyek – az érvényben lévő előírások megtartásával – megadják egy gyorsforgalmi úthálózat-szakasz egységes, harmonikus megjelenését. Rögzíteni kellett azokat a technológiákat, amelyekkel betartható a megkívánt határidő és a meghatározott pénzügyi keretek között lehetőség szerint legjobban képviselhetők a leendő kezelő és üzemeltető hosszú távú érdekei.

Az eddigi építetói tapasztalatok alapján a hidak tervezőjével egyetértésben kellett megfogalmazni a FIDIC rendszerű szerződés műszaki előírásait és a mennyiségi tételek tartalmát. A beruházás elején a vállalkozónak korlátoznia kellett az ún. „Alternatív ajánlat” hidakra vonatkozó lehetőségeit. Például a Duna-híd támaszközeit nem lehetett módosítani, hiszen ahhoz új kisminta-kísérlet tartozott volna, aminek időigénye kb. 8 hónap. Olyan előírásokat kellett beépíteni a szerződés szövegtervezetébe, amelyek igazolják a különösen fontos munkafázisokba bevont alvállalkozók megfelelőségét.

Az eredeti építési engedélyben szereplő vasbeton felszerkezetű Duna-híd helyett a vállalkozó ajánlatában szereplő acél felszerkezetű Duna-híd, zárt helyett az alul- és felüljáró hidaknál rejtett hídfős „nyitott” kialakítás, valamint az úttervezés módosításai olyan mértékű változtatást jelentettek, hogy 2000 őszén el kellett készíttetni az „Engedélyezett tervtől való eltérés tervét”, és megszerezni az engedély módosítását.

A munkaterület átadásoknál fel kellett hívni a figyelmet arra, hogy a Duna-meder lőszermentesítése még nem történt meg, ezért a munkálatokat azzal kellett kezdeni.

A szerződés szerint a vállalkozóknak – a Magyar Hídépítő Konzorciumnak, illetve a Magyar Autópálya-építő Konzorciumnak – kellett a kiviteli terveket megrendelniük. Az építető a mérnök feladatkörének ellátására az ÁMI Kft.-vel kötött szerződést. Építettként a tervezés során figyelemmel kellett kísérni a megfelelőséget az ajánlati kiírásnak, a magyar előírásoknak, illetve a szerződésben foglaltaknak. Természetesen adódtak olyan helyzetek, amikor a kiviteli tervek készítésénél többféle megoldás közül lehetett választani, de olyan is, ahol a néha ellentmondásos követelményeknek kellett egyidejűleg eleget tenni.

Folyamatosan ellenőrizni kellett a tervdokumentációkat, szükség szerint kiegészítve azokat. A kész dokumentációkat az építető és az Állami Autópálya Kezelő Rt. is véleményezte. A tervek így megkapták az építetói és kezelői hozzájárulást. Az engedélyeztetés során rendszeres egyeztetés folyt a hatóságokkal.

Az út- és hídepítés, valamint a környezetvédelem határán komoly kérdésként jelentkezett a szabványokban nem szereplő, vadátjárást akadályozó rácsok lehető legbiztonságosabb kialakítása.

Csak számítógéppel vezérelt, minősített betongyárból szállították a hídepítéshez a betont. A receptúrákat, valamint a felhasználni kívánt adalékszereket próbakeverések vizsgálati eredményei alapján fogadták el. A kivitelezés során mixerenként – rendszám feltüntetéseivel – jegyzőkönyv készült a beszállított beton konzisztencia-méréséről. A beton szilárdságát, vízzáróképeségét és fagyállóságát szabványok szerint ellenőrizték.

Minden hidra készült mintavételi és minősítési terv. Ezek előírásait követve megfelelő helyeken, időben, sorrendben és gyakorisággal minden anyagot, kapcsolatot és szerkezetet megvizsgáltak, és csak ezek ismeretében adhatta ki a mérnök a továbbépítési engedélyt.

Az NA Rt. a független minőségellenőrzésre több laboratóriummal is szerződött, melyeknek képviselői folyamatos tájékoztatást adtak az általuk mért eredményekről. Alkalmanként a vállalkozó is felkért független minőségvizsgálókat.

Az építető a kivitelezés során minden héten a helyszínen győződött meg az előrehaladás mértékéről, az elkészült szerkezetek és a vizsgálati eredmények megfelelőségéről. A rendszeres és közvetlen kapcsolattal lehetőség volt a felmerült gondok közös megoldására, különösen a szélsőséges nyári és téli munkavégzés, illetve az olykor feszített ütemű építés során.

A vállalkozó a tervezővel készítette el a helyszíni adatokkal korrigált törzspéldány-terv alapján a megvalósulási tervet, melyből egy-egy példányt a hatóság, a kezelők, az építető és a központi hídtervtár kapott.

A beruházás minden „hidásának” összehangolt, kifogástalan, pontos munkájára volt szükség ahhoz, hogy határidőre, terv szerint, a megszabott pénzügyi lehetőségeket betartva készültek el az autópályák útmutatói.

Az új anyagokkal történő javítás erősebbé, tartósabbá teszi a hidakat

Repairs with High-Performance Materials make Bridges Stronger, Last Longer

R. Deaver, A.-H. Zureick, B. Summers

TR News 2003. május-június (226. szám) p. 46-47. á1.

A helyszíni próbák és laboratóriumi kísérletek Georgia államban egyértelműen bizonyították a karbonszál-kompozitok hatásos és költség-hatékony felhasználhatóságát a hidak megerősítésére és élettartamuk növelésére a forgalom minimális zavarása mellett. A karbonszál 8-10-szer erősebb és 5-ször könnyebb az acélnál, a megerősítésre használt kompozit anyag pedig nem korrodál. Az élettartamuk végéhez közeledő vagy súlyosan károsodott hidak felújítása vagy cseréje drága, és a forgalom nagymértékű korlátozásával jár. 1996-1998 között Georgia államban több híd javítására és megerősítésére sikeresen alkalmazták a karbonszál technológiát. Egy 1962-ben épült és nagy forgalmi terhelést viselő híd szerkezetében repedések alakultak ki, itt a megerősítést előregyártott karbonszál kompozit lapokkal végezték, megakadályozva a repedések további megnyílását. A repedezett és megerősített szerkezet teherbírása a laboratóriumi vizsgálatok szerint 33%-kal nagyobb, mint a karbonszál nélküli esetben. Egy másik, 30 ezer jármű/nap forgalmú hídon egy túlméretes jármű okozott károsodást az egyik beton tartóban, itt a javítást a karbonszál alkalmazásával 2 nap alatt elvégezték. A tartó hagyományos javítása legalább egy hónapos forgalomtereléssel és a becslés szerint négyszeres költséggel járt volna. További kipróbált alkalmazási lehetőség a pillérfejek javítása helyszínen készített karbonszálás megerősítéssel, mellyel az eredeti szilárdsághoz képest 25%-os növekedést értek el. Georgia államban évente mintegy 20 híd esetében alkalmazva ezt a technológiát a megtakarítást a költségekben évente 5 millió dollárra becsülik. A karbonszál technológia széles körű bevezetésétől a hídállomány élettartamának átlagosan 20 éves növekedését remélik.

G. A.

Forgalom előrebecslés többváltozós nemparaméteres regresszióval

Traffic Prediction Using Multivariate Nonparametric Regression

Stephen Clark

Journal of Transportation Engineering

2003. március-április (129. kötet 2. szám)

p. 161-168. á4, t5, h20.

A hatékony forgalomszabályozás különösen az autópályákon számos előnnyel jár: csökkenti az utazási

időt, mérsékli a szennyező anyagok kibocsátását, és kisebb stresszel terheli a járművezetőket. Ha pontosan előre lehetne becsülni az autópálya forgalmának jövőbeni állapotát, akkor aktív megelőző intézkedéseket lehetne tenni a torlódás és a vele járó negatív hatások megelőzésére. A cikk egy mintaillesztési technikán alapuló intuitív módszert ismertet, mely alkalmas a forgalmi jellemzők rövid távú előrebecslésének előállítására. Az alkalmazott eljárás a nemparaméteres regresszió többváltozós kiterjesztése, amely figyelembe veszi a forgalom háromdimenziós természetét. A forgalom három egymással összefüggő fő jellemzője a forgalomnagyság, a sebesség és a foglaltsági mutató. A módszer lényege, hogy a korábbi megfigyelésekből összeállított történeti adatbázis elemeihez hasonlítja a jelenlegi adatokat, megkeres néhány legjobban illeszkedő esetet (a legközelebbi szomszédokat), és ezekből következtet az előrebecsült adatra. A vizsgált adatok ezután bekerülnek a történeti adatbázisba, amely így folyamatosan bővül, frissül. A javasolt módszer elfogadható pontossággal képes az említett három jellemző közül bármelyik kettőnek az előrebecslésére. A bemutatott alkalmazás a London körüli autópálya gyűrű adataival illusztrálja az előrebecslés gyakorlati használhatóságát. 10 perces időtartam előrebecslésének abszolút százalékos eltérése a forgalomnagyság esetén 10-12%, a sebesség esetén 5-6%, a foglaltság esetén pedig 15-20%, ami az irodalomban található példákkal egyező, vagy azoknál jobb eredmény. A valós idejű alkalmazás e célra alkotott elemző program futtatását igényli.

G. A.

A nemzetközi súrlódási index (IFI) alkalmazására irányuló kutatások értékelése

Evaluation of Investigations into the Application of the IFI (International Friction Index)

T.-A. Bennis, L.-B. de Wit

Routes Roads 2003. 2. (318) szám p. 35-51. á4, h9.

Az Útügyi Világszervezet a kilencvenes években nemzetközi kísérletet szervezett a csúszásellenállás és felületi textúra mérések harmonizálása érdekében. A kísérlet eredménye az 1996-ban publikált nemzetközi súrlódási index (IFI). A cikk áttekinti az IFI alkalmazási tapasztalatait Belgium, Franciaország, Dánia, Németország, Hollandia, Magyarország, Mexikó és Új-Zéland kutatási eredményei alapján. Figyelembe veszi a HERMES európai kutatást és az USA-ban illetve Kanadában folyó repülőterei súrlódási vizsgálatokat. Az elkészült tanulmányok egy része az IFI alkalmazásának nehézségeiről számol be, melynek oka a nemzetközi kísérletben részt vevő mérőberendezések sok-

rétúsége. Az európai kutatás során az eredeti 60 km/ó referencia sebesség helyett 30 km/ó referencia sebességet ajánlottak, amely jobban megfelel az Európában használatos mérőeszközök összehasonlítására. A gyakorlati felhasználást nehezíti a különböző mérési eredmények között tapasztalható eltérés. Vízáteresztő aszfalt illetve nyitott és durva textúrájú felületek esetén a modell módosítása indokolt. A különböző eszközökkel mért eredmények eltéréseinek csökkentése rendszeres és egységes kalibrálással lehetséges, az erre irányuló CEN eljárás tesztelése megkezdődött. Megfelelő pontosság esetén a nemzetközileg összehasonlítható módon kifejezett csúszásellenállási adatok az útburkolat gazdálkodási (PMS) rendszerekbe beilleszthetők. A jövőben a különféle mérőberendezések eredményeinek közös nevezőre hozásához reprodukálható referencia felületen végrehajtott szabványos vizsgálat szükséges. Az eltérő alapelveken működő mérőeszközök alkalmas csoportosítása is növelheti az összehasonlítás pontosságát. A cél egy, az egyenetlenség jellemzésére már világszerte használt indexhez (IRI) hasonló nemzetközi súrlódási index kialakítása és elterjesztése.

G. A.

Aszfaltminőségbiztosítás az útépítésben – az elmúlt 50 évben végbement fejlődés nyomonkövetése – 1. és 2. rész

Qualitätssicherung für Asphalt im Straßenbau – Ein Streifzug durch die Entwicklung der letzten 50 Jahre – Teil 1 und 2
Kurt Reinboth
Straße und Autobahn
2003. február, p. 85., és 2003. május, p. 283.

Mind az FGSV-ben, mind a közigazgatásban, gazdaságban dolgozó szakemberek és a kutatók az útépítés minőségének folyamatos biztosítására és javítására törekednek. Ennek a munkának az összefoglaló jellegű áttekintésében az utóbbi 50 év fejlődési irányait, fokozatait, és eredményeit mutatjuk be: így többek között keverékállítási 60-as évek közepén megkezdett, önkéntességi alapon működő, külső szakember által felügyelt önellenőrzése, az 1976-os „évszázad nyarának” tapasztalataiból származó új impulzusok, az FGSV-kollokviumai a nyolcvanas évek közepén, az 50-es évek végén / 90-es évek elején megnövelt erőfeszítések az addig elért minőségbiztosításának javítására. A 90-es években a minőségbiztosítás minőségmenedzsmentté fejlődött, az európai szabványosítás időközben beindult munkájának figyelembevételével. Az első részben a bevezetés után a következő fejezetek olvashatók: „Megfelelő időben történő ellenőrzés utólagos ellenőrzés előtt – új módszer” (2.), „Tovább a minőségbiztosítás felé” (3.), „Az 1976-os

‘évszázad nyara’ – új impulzusok” (4.) és „A nyolcvanas évek közepe – A legfontosabb téma: a minőségbiztosítás javítása” (5.). A második (befejező) rész a következő fejezeteket tartalmazza: „A vezetőségi felméréstől a minőségbiztosításig” (6.), „A 80-as évek vége / 90-es évek eleje – Nagyobb erőfeszítések a minőségbiztosítás optimalizálására érdekében” (7.), „A 90-es évek közepe – Minőségbiztosítás és Európai Szabványosítás” (8.) és „A 2000. évtől kezdve – Jó úton a jövőbe” (9.).

Sz. B.

Szimpla hurokérzékelők alkalmazása dupla hurokérzékelők helyett

Can single-Loop Detectors Do the Work of Dual-Loop Detectors?
Yinhai Wang, Nancy L. Nihan
Journal of Transportation Engineering
2003. március-április (129. kötet 2. szám)
p. 169-176. á8, t4, h11.

Az autópályák modern forgalomszabályozó és forgalmi menedzsment rendszereiben fontos bemenő adatként szerepelnek a valós idejű sebesség és járműosztályozási adatok. Ezeket az adatokat korábban nem lehetett szimpla hurokérzékelőkkel mérni. A dupla hurokérzékelők biztosítják a járművek sebességére és osztályba sorolására vonatkozó adatokat, azonban kevés van belőlük a meglévő autópályákon, és a szimpla hurokok dupla hurokká fejlesztésnek költsége meglehetősen magas. Indokolt ezért olyan algoritmus kialakítása, amely képessé teszi a szimpla hurokérzékelőket arra, hogy helyettesítsék a dupla hurokérzékelőket. A cikkben bemutatott algoritmus képes erre, a szimpla hurokérzékelőn mért adatokból pontos sebesség és járműosztályozás becsléseket határoz meg. Az algoritmus működéséhez megfelel a meglévő elektronika, mert nem igényli a hurokról származó jelalakvizsgálatát, csak a hagyományos foglaltsági adatokkal dolgozik. Két feltétellel dolgozik az algoritmus: egyfelől a vizsgált időszak (5 perc) alatt állandó sebességet tételez fel, másfelől ezen belül legalább két (20 másodperces) időszakban csak személygépkocsik illetve rövid járművek haladnak át a hurkon. Normál autópálya forgalomban ezek a feltételek általában teljesülnek. Az algoritmus fő lépései: a nehéz tehergépjárműveket (12 méternél hosszabb járművek) tartalmazó időszakok elkülönítése, ezután a csak rövid járműveket tartalmazó időszakok felhasználása a sebesség becslésére, végül a becsült sebesség ismeretében a hosszú járművek mennyiségének megállapítása a hosszú járművet tartalmazó időszakokban. A tesztek bizonyították, hogy a módszer térben és időben áthelyezhető.

G. A.