

TARTALOM

Erdődi László – A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve	2
Solymossy Imre – Az Északi vasúti Duna-híd tervezése	9
Dr. Horvát Ferenc – Vasúti pálya átvezetése a hídon	14
In memoriam Sárkány László	23
Bogó Viktor – Az újpesti Duna-híd acélszerkezetének gyártása és szerelése	24
Szabó Zsolt – Északi vasúti Duna-híd és Öbölági híd próbaterhelése	26
Dr. Dunai László – Új típusú öszvérhidak	34
Dr. Nemeskéri-Kiss Géza – Megemlékezés az egykori szegedi vasúti Tisza-hídról	38
Ludvigh Eszter, Horváth Zoltán – Vasúti műtárgyak zaj- és rezgéscsillapítási lehetőségei	43
Orbán Zoltán – Mérnöki szerkezetekkel kapcsolatos kutatások az UIC-ben	46
Vörös József – Tartószerkezeti Eurocode-ok, Eurocode 1: a tartószerkezeteket érő hatások	48
Bemutakozik a Közlekedésképzési Szemle	55
Dr. Balogh Tamás – A hazai vasútfejlesztés nemzetközi összefüggései	56
Dr. Farkas György, Kovács Tamás – Tartószerkezeti Eurocode-ok	61
Könyvajánló	65
Dr. Iványi Miklós, dr. Iványi M. Miklós – Tartószerkezeti Eurocode-K Eurocode 3	66
Pál Gábor – Metróállomás tervezése a Kelenföldi pályaudvar alatt	74
Hatvani Jenő – Előre gyártott vasbeton termékek beépítésének tapasztalatai	80
Erdei László – Hempel-bevonatok a vasúti hidakon	85
Oltványi József, Segesvári Judit – Folyami vasúti hidak vízmosás elleni védelme	88
Reno matrac víz alatti beépítésével	93
Vizi Gábor – A műanyagok jelentősége a vasútépítésben	96
Balázs Béla – A MÁV KfV Kft. híddiagnosztikai fejlesztései	101
Megemlékezés dr. Szittner Antalról	102
Reiner Gábor – Vasúti műtárgyak tervezése a Pont-Terv Zrt.-nél	110
Szautner Csaba – Modern betonjavító habarcsok	110

INDEX

László Erdődi – Last three years of the MÁV Co's bridge service	2
Imre Solymossy – Planning of the Northern railway Danube-bridge	9
Dr. Ferenc Horvát – Leading through the railway on a bridge	14
In memory of László Sárkány	23
Viktor Bogó – Production and assembling of the Northern Railway Danube-bridges	24
Zsolt Szabó – The load test of northern railway Danube-bridges	26
Dr. László Dunai – Bridge constructions all over the world, composite bridges of new type	34
Dr. Géza Nemeskéri-Kiss – The former railway Tisza-bridge was constructed 150 years ago	38
Eszter Ludvigh, Zoltán Horváth – Noise and vibration damping possibilities of railway engineering structures	43
Zoltán Orbán – Research in connection with engineering structures in UIC	46
József Vörös – Eurocode 1 Effects on trussing	48
Transport-construction Review introduces itself	56
Dr. Tamás Balogh – International relations of domestic railway development	61
Dr. György Farkas, Tamás Kovács – Eurocode 2 Design of concrete structures	65
Book recommendation	66
Dr. Miklós Iványi, Dr. Miklós Iványi M. – Eurocode 3 Steel Bridges	74
Gábor Pál – Planning of a metro station under Budapest-Kelenföld railway station	80
Jenő Hatvani – Experience of installation of prefabricated reinforced concrete products	85
László Erdei – Hempel coatings on railway bridges	88
József Oltványi, Judit Segesvári – Protection of river railway bridges against watercourse	93
Gábor Vizi – Importance of plastics in railway construction	96
Béla Balázs – Bridge diagnostic developments of MÁV Central Rail and Track Inspection Ltd.	101
In memory of Antal Szittner	102
Gábor Reiner – Designing of railway bridges at Pont-Terv Co.	110
Csaba Szautner – Modern mortars for concrete repairing	110

Köszöntő

Tizenöt évvel ezelőtt kezdtük el a Vasúti Hidász Találkozók sorozatának megszervezését, éppen a szegedi régióban. Tizenöt év egy híd életében nem nagy idő. Éppen tizede annak a 150 esztendőnek, ami a szegedi vasúti Tisza-híd építése óta eltelt. Ez a híd igazi távlatokat nyitott a vasúti közlekedésben, hiszen Európát átszelő vasútvonal haladt át rajta. Hogy tizenöt évvel ezelőtt miért Szegedre esett a választás, ma már nehéz lenne megmondani, de minden bizonnyal közrejátszott, hogy a nagy folyók völgye miatt itt található a legtöbb folyami híd, és itt volt a legtöbb vállalkozó kedvű hidász, akik segítettek az első konferencia megszervezésében.

Jó érzés visszagondolni a korábbi sikeres konferenciákra, visszalapozni a Sínek Világa különszámait, amelyek a találkozók előadásait tartalmazzák, hiszen kezdettől fogva különszámok tették értékesebbé, maradandóvá a konferenciát. Szívesen ajánlom kedves olvasóinknak ezt a visszalapozást. Jó érzés a lapok hasábjain fiatalágunkat látni, az akkor pályájuk kezdetén levő előadók és cikkírók mára elismert szakemberré váltak. Jó látni, hogy más körülmények között milyen eredményeket értünk el, és talán megmosolyogjuk, hogy akkor mire voltunk büszkék. Ez a visszaemlékezés hozzásegít ahhoz is, hogy azokra a kollégákra emlékezzünk, akik rendszeres előadói voltak konferenciáinknak, és a szakmai ismereteken túlmenően sok emberséget tanulhattunk tőlük, de sajnos már nincsenek közöttünk. A teljesség igénye nélkül szeretnék néhányukról név szerint is megemlékezni: *Forgó Sándor, dr. Horváth Ferenc, dr. Koiss Iván, dr. Kollár Lajos, dr. Medved Gábor, dr. Szittner Antal.*

Folyamatos átalakuláson megy keresztül a MÁV, ezen belül a hídszolgálat szervezete. Vannak olyan változások is, amelyek kedvezőtlenül érintettek bennünket. Ilyen például a vasúti áru- és személyszállítás további visszaesése, a gazdaságtalanul üzemeltethető mellékvonalak üzemszüneteltetése és a vasúttal kapcsolatos átfogó koncepció hiánya. Ezek nagymértékben nehezítik a hatékony munkát. Ugyanakkor büszkék is lehetünk, hiszen a tizenöt év alatt számtalan új híd épült, illetve átépült, mint például a nagyrákosi völgyhidak, az új Sió-hidak és az idén átépült Újpesti vasúti híd. Régi vágyunk vált valóra a hidász szakmémőki képzés megvalósulásával, és büszkék lehetünk arra, hogy azon szép számmal vesznek részt munkájuk mellett hidász kollégáink. A tizenöt év során többször is sikerült a hídvizsgáló és hidász munkavezetői tanfolyam megszervezése.

Összegezve a tizenöt évet: tartalmas időszak áll mögöttünk. Konferenciáinkkal hagyományt teremttünk. Az első konferencián útjára indított hídvizsgáló kalapácson egyre tömöttebb kötegben sorakoznak a rendezvénynek helyet adó szervezeti egységek emlékszalagjai, szaporodnak az egy-egy terület hídállományát bemutató szakkönyvek, és egyre színesebb, tartalmasabb kiadványok jelennek meg konferenciáinkról.

Ez a folyamat határozott fejlődést mutat. Azt mutatja, hogy van értelme a szakmai konferenciák és ezek között a Vasúti Hidász Találkozók megszervezésének. Van haszna a folyamatos képzésnek, tapasztalatszerzésnek, tanulásnak, van jövője a vasúti hidászatnak, hiszen a hidak távlatokat nyitnak.

Vörös József



A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve

Erdődi László

osztályvezető

MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág

Pályalétesítmenyi Főosztály

Híd és Alépítményi Osztály

✉ erdodil@mav.hu

☎ (1) 511-3070, (30) 382-7662

Az elmúlt időszakot a változás jellemezte. A szervezet-racionalizálás, a tevékenység átszervezése folyamatosan jelen van életünkben. A MÁV szervezeti egységeinek önállósodása, holding szervezetbe integrálása, a pályavasút küszöbön álló önállósodása, a társadalmi háttér, a vasúti szállítás, közlekedés feltételrendszerének, megítélésének megváltozása, az európai uniós előírásokra való áttérés jelentősen hat a munkánkra, a velünk szemben támasztott elvárásokra.

A karbantartás, felújítás, beruházási feladatok forráshiánya, a felügyeleti tevékenység jelentőségének felértékelődését vonta maga után.

A szervezetejlesztés eredményeként a Pályavasúti Üzletágon belül szakmai főosztályok alakultak. A Pályalétesítmenyi Főosztályon a Működési és Szervezeti Szabályzatban meghatározott tevékenységek

átértékelését, osztályok közötti újraelosztását követően a hidak, alagutak üzemeltetési feladatain túl az alépítményi szakterület jelentős részét is átvette osztályunk. Feladataink 2008. augusztus 1-jétől a következők szerint változtak.

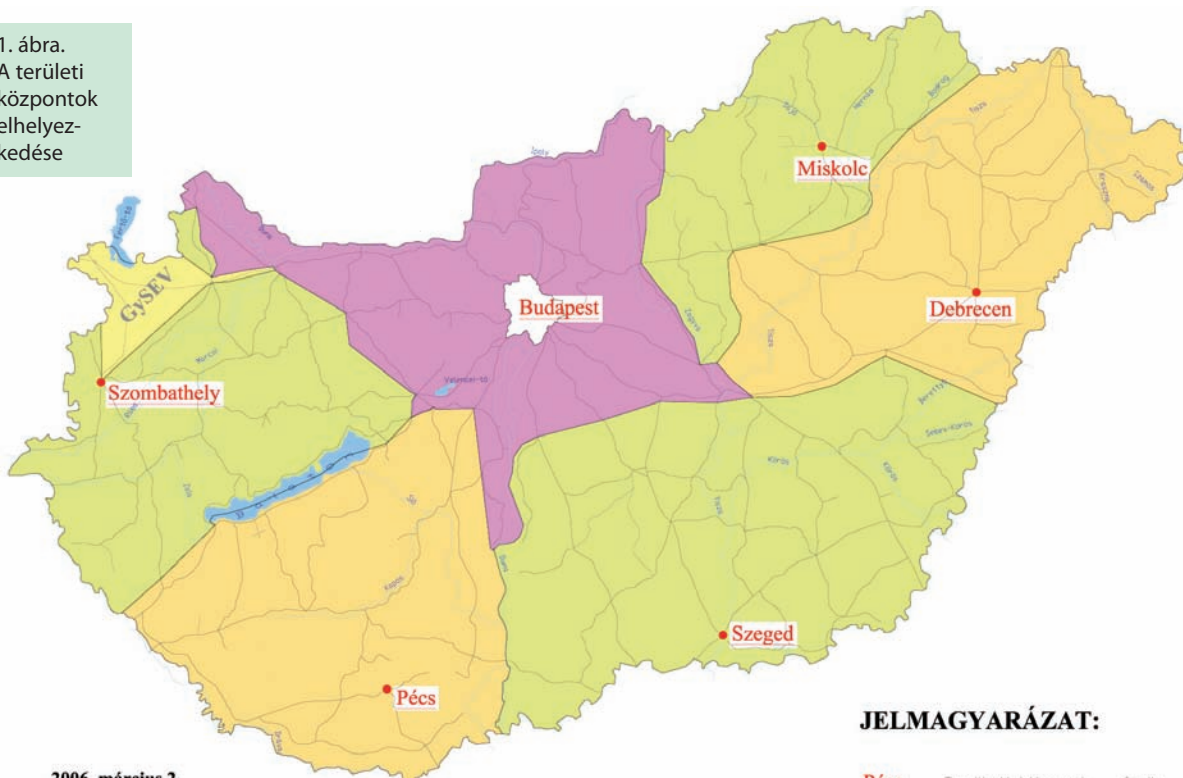
- hidak, áterezsek,
- földművek,
- alagutak, görgetegfogók,

Summary

The article gives information on the last three years of the MÁV's bridge service, presenting the performed tasks of supervision, maintenance, reconstruction and investment. It shows the activities of the technical regulating, the education and technical literature. Beyond the actually existing difficulties, it gives a perspective for the reader by giving the main features of the requested tasks.

- támfalak, bélésfalak,
- a felszíni víztelenítő rendszerek,
- mélyszivárgók,
- rézsű-, part- és sziklavédművek,
- utak,
- árvízi létesítmények.

1. ábra.
A területi központok elhelyezkedése



2006. március 2.

JELMAGYARÁZAT:

Pécs Területi központ 6 db

Nevünk Híd és Alépitményi Osztályra változott. A régiós, területi központokra épülő üzemeltetési szervezet alapvetően nem változott, de az üzemeltetési tapasztalatok alapján kiigazítások történtek.

A legjelentősebb változás a pályás, hidász szakaszmérnökségek létrejötte.

Az új Pályafenntartási Alosztályok, illetve Budapesten a Híd és Alépitményi Alosztály irányítása alatt megalakult szervezeti egységekbe integrálódott a pályás, a hidász főpályamesteri szakasz.

A III. fokú vizsgálatokat továbbra is a területi hidszakértő mérnökök végzik a területi központok Pályalétesítményi Osztályainak létszámában, egyben irányítják, ellenőrzik a II. fokú hidvizsgálatokat.

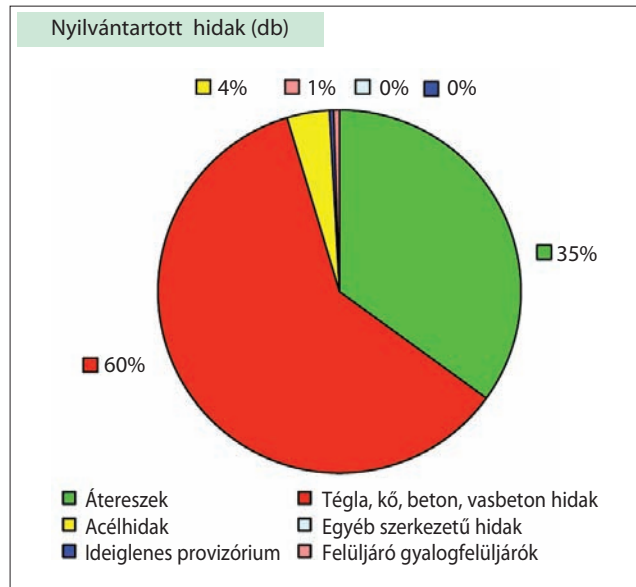
Az 5,0 méter nyílás feletti hidak II. fokú hidvizsgálatát a hidász szakaszmérnökök végzik, s irányítják és ellenőrzik a pályamesterek, főpályamesterek által a 2,0–5,0 méter nyílásig terjedő hidak vizsgálatát. Egy régióban több hidász szakaszmérnök között oszlik meg a vizsgálandó hidállag. A szakaszmérnökök közül egy megbízott hidász szakaszmérnök („főépítésvezető”) irányítja a hidász szakaszmérnökséget. Feladata a számára előírt II. fokú hidvizsgálatok elvégzése mellett a hidász főpályamester („építésvezető”) által vezetett hidász szakaszmérnökség tevékenységének, a szakaszon végzett hídfelügyeleti, nem tervezhető hídkarbantartási, hídgondozási feladatok ellátásához szükséges feltételek, a programok összeállításának, végrehajtásának ellenőrzése, koordinálása. Munkája során a vizsgálatokban érintett többi szakaszmérnökkel is konzultál.

A főpályamester, pályamester a szakaszmérnök szakmai irányítása, felügyelete mellett felelős a szakaszmérnökség feladatát képező hídfelügyeleti, nem tervezhető hídkarbantartási, hídgondozási feladatok végrehajtásáért. Végzi és irányítja a 2,0 méter és ennél kisebb műtárgyak II. fokú vizsgálatát és a pályán kívüli műtárgyak felügyeletét.

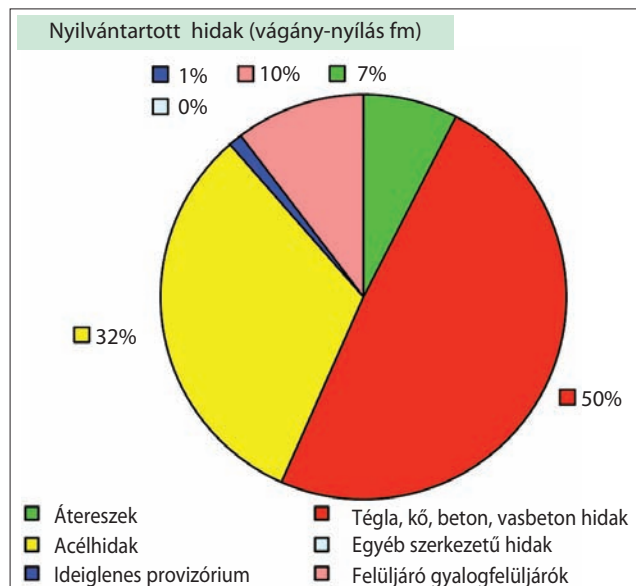
A felügyeleti előírások módosulása következtében a III. fokú hidvizsgálatok nem terjednek ki valamennyi hídra és átereszre. Az 5,0 méternél kisebb nyílású hidaknál csak akkor kell III. fokú vizsgálatot végezni, ha azt a híd, áteresz állapota vagy rendkívüli esemény miatt a II. fokú vizsgálatot végző kéri, illetve ha központiag elrendelik.

1. táblázat. A hidászok életkora

	Legfiatalabb	Átlagéletkor	50 év feletti (fő)
Területi főmérnök (HAO)	37	52	6
Területi hidszakértők	27	49	7
Hidász szakaszmérnökök	30	44	11
Főpályamesterek	42	55	5



2. ábra. A vasúti hidak szerkezet szerinti megoszlása

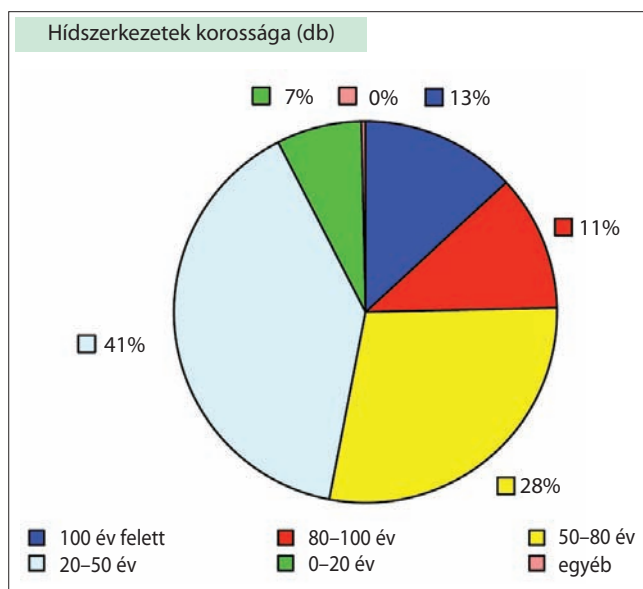


3. ábra. A vasúti hidak szerkezet szerinti megoszlása

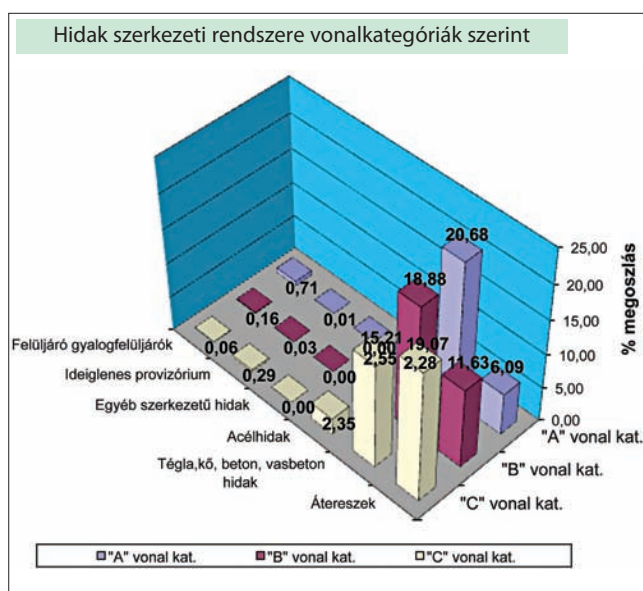
Mint látható, a II. fokú vizsgálat szerepe, jelentősége megnőtt. A vizsgálatok szakszerű, érdemi információt eredményező elvégzése elengedhetetlen a gépi feldolgozást biztosító MÁV HGR-be (hídgazdálkodási rendszerbe) történő bevitellel együtt. Az így megnövekedett hidvizsgálati feladatok elvégzésének biztosítása céljából tettük lehetővé a 2,00 méter és kisebb nyílású átereszek hidász pályamesteri szintű vizsgálatát (1. ábra).

Az operatív irányítás központjai, a Pályavasúti Területi Központok nem változtak.

A Budapesti Pályavasúti Területi Központban a hidak, alépitmény felügyeletét ellátó Híd és Alépitményi Alosztály működik. Innen irányítják, ellenőrzik a Bp. Ferencváros, Bp. Angyalföld, Komárom és Szabadbattyán központokkal működő hidász szakaszmérnökségeket. A többi régióban – Miskolcon, Debrecenben, Hódmezővásárhelyen, Dombóváron, Sárváron



4. ábra.
A vasúti híd-
szerkezetek
kor szerinti
megoszlása



5. ábra.
A vasúti híd-
szerkezetek
kor szerinti
megoszlása

videsen komoly szakemberhiánnyal kell számolni a nyugdíjkorhatár módosítása ellenére is. Erre a szakmai feltételeknek megfelelő utánpótlás nem áll rendelkezésre. Várhatóan ez lesz a legnagyobb kihívás az elkövetkezendő években.

Hídjaink állapota

A Pályavasúti Üzletág által kezelt létesítmények nyilvántartott értékének az osztályunk felügyelete alá tartozó hidak, áterezsek 15 százalékát, az alépítmények 26 százalékát képviselik.

A pályáinkon található 8579 híd és áterezsz szerkezeti kialakítás és kor szerinti megoszlását a 2-5. ábra szemlélteti.

A hidak jelentős része (52%-a) ötvenéves vagy korosabb. A műtárgyak 95 százaléka fa-, kő-, téglakő-, beton-, vasbeton szerkezetű. Vonalkategóriánkénti eloszlásukat az 5. ábra szemlélteti.

Darabszám szerint csak 4 százalék az acélhidak aránya, de jól látható a 3. ábrán, hogy jelentőségük, a 32 százalékos összes híd hosszban belüli arányukkal, jóval nagyobb.

Az A vonalkategória a nemzetközi törzshálózatokat magába foglaló vonalcsoporthoz, melyek gondjain enyhítenek az EU-s finanszírozású vonalrehabilitációs projektek – habár korántsem érintenek minden vonalat. Ezért az ütemes menetrend szerinti közlekedés feltételeinek biztosítására jócskán marad feladat. A rendelkezésre álló erőforrások túlnyomó többségét ezek a vonalak emésztik fel a hídkarbantartás, -felújítás terén is.

A hazai fő- és mellékvonali hidakra az egységes közlekedéspolitikai koncepció kiforrotlansága miatt költeni a felügyeleten túl csak a közvetlen balesetveszély-elhárítás erejéig lehet.

A vasúti hidak legtöbbször a vonalak kiépítési idejéből származik, vagy a háborús pusztítások után épült. Élettartamukból adódóan üzemeltetésük kiemelt feladat. Állagmegóvásuk a légköri korróziós veszélyeztetettség növekedése folytán valamennyi műtárgytípusnál, de elsősorban az acélszerkezetek esetében okoz gondot.

Kiemelt jelentőségű, hogy 2009. május végére elkészült az újpesti vasúti Duna-híd és a hozzá csatlakozó vonalszakaszban található további hidak.

A 60 méternél hosszabb hidakban alapvető változás sem állagukban, sem állapotukban nem történt.

– a volt hidász főpályamesteri szakaszokon működik a hidász szakaszmérnökség. A hidász szakaszmérnökségek létszáma 161 fő a főpályamesterig bezárólag. Ez a létszám az elmúlt átszervezések során jelentősen nem változott, a szakaszmérnökségre háruló feladatok elvégzésére még éppen alkalmas. A változó feladatokhoz, képzettségi igényekhez igazodóan a híd szerkezeti lakatos mellett új, hídvizsgáló és hídkarbantartó szakmunkás munkakörök jelentek meg.

A szakemberállomány az elmúlt három évben jelentősen nem változott, csak egységesen korosodik. Kivétel a pécsi régió, ahol három mérnökkel sikerült a létszámot fiatalítani. Országosan a hidászok életkora az 1. táblázatban látható.

A létszám-racionalizálás és a bérek alakulásának következtében nagyon leszű-

kült annak a lehetősége, hogy betanulási időszakra, konkrét munkakör nélkül ifjú mérnököket vegyünk fel. Ha mégis van felvételre lehetőség, már kiképzett, szakvizsgázott emberekre lenne szükség, és ez a piacról nem megoldható. Ennek veszélye, hogy olyan embereket bíznak meg vasúti hidak vizsgálatával, felügyeletével, akiknek szakmai és gyakorlati ismereteik nincsenek.

Ennek a beláthatatlan következményeket magában rejtő helyzetnek a kiküszöbölése komplex feladat, amelyben szerepe van a munkakör fölött rendelkező munkáltatói jogkör gyakorlójának, a felvétel során a munkakör értékelését, minősítését elvégző, közreműködő humán partnernek, valamint a szabályozási feltételeket felügyelő Híd és Alépítményi Osztálynak is.

Az átlagéletkor minden munkakörben közel azonosan magas, ami jelzi, hogy rö-

Ezeknek a hidaknak az üzemeltetése több pénzt, nagyobb odafigyelést igényel, mivel ötvenéves kor után a hidak romlási folyamata felgyorsul, hetven év után fokozott felügyeletet ír elő a szabályzat, és a hidak átépítését, felújítását tervezni kell. A romlási folyamat a fáradási repedések megjelenésével válik leginkább észrevehetővé. Erre mutatott példát a Felsőzsolca–Hidasnémeti vasútvonal Novajdrányi hídjánál, a végkereszttartó bekötésénél tapasztalt fáradási repedés már három évvel ezelőtt is. Sajnos ez az állapot a fokozott felügyelet és sebességkorlátozás bevezetése mellett még mindig fennáll, és a megszüntetésére még most is csak terveink vannak.

Felügyeleti tevékenység

1995–2007 között folyamatosan zajlott a számítógépen vezetett hídállag-kimutatóból a számítógépes hídgyazdálkodási rendszer kialakítása, melynek eredménye a vizsgálatok során rögzített hibatípus és hozzárendelt mennyiségek alapján a MÁV HGR szakértői rendszerben előálló hídértékelő szám.

A 6. ábra a hídértékelő szám átlagértékeinek vonalkategória szerinti eloszlását mutatja.

A vonalkategóriánkénti értékeknél – figyelembe véve, hogy a szakértői rendszer a vasúti forgalomban kiemelkedő jelentőséggel bíró nemzetközi vonalakat kiemeli – látható, hogy a B és C vonalakon a hídállapotok jelentősen romló szintet jeleznek (2. táblázat).

2. táblázat

Hálózati besorolás	Vonalszorzó
A1	9
A2	7
B1	5
B2	3
C	1

Ebből eredően a korábbiaknál is kiemeltebben kezeltük a híd felügyeletet, a hídvizsgálatokat. A hidász szakaszok, szakaszmérnökségek feladata a saját kivitelezésű karbantartási munkákról áttolódott a hiba és zavarelhárításra, a hídvizsgálatok előkészítésére, a hídvizsgálatokban való részvételre. Ezért tartjuk fontosnak a hídvizsgálatban részt vevő fizikai humán erőforrás megfelelő szakirányú felkészültségét. A fizikai létszám részére 2007-ben három hónapos hídvizsgálói és hidász munkavezetői tanfolyam keretében biztosítottuk az új elvárásokhoz való felkészítést. Ennek a szakmai rétegnek a képzésére korábban 2001-ben volt lehetőség.

A III. fokú hídvizsgálatokhoz kapcsolódóan támaszkodunk a MÁV KfV Kft. által biztosított híddiagnosztikai vizsgálatokra. Olyan rendszerek kerültek az elmúlt évek közös fejlesztései során bevezetésre, amelyek a mérést, vizsgálatot követően a helyszínen biztosítják a kiértékelt dokumentáció elkészítését a III. fokú hídvizsgálatainknál és a nem tervezett, például idegen beruházásban megvalósuló, vasúti kezelésbe kerülő hidak forgalomba helyezésekor egyaránt.

A felügyeleti tevékenység területen két célkitűzésünknel lemaradásban vagyunk.

A tervezettnél lassabban halad a hídgyazdálkodási rendszer továbbfejlesztése.

2007-ben jutott odáig a HGR program, hogy a vizsgálatok során keletkező nagy mennyiségű adatot csak folyamatos rendszergazdai beavatkozások révén képes kezelni. Korszerűbb, Windows alapon futó, könnyű, tetszés szerinti lekérdezési lehetőséget biztosító, az országos hídállag-nyilvántartó rendszerrel kompatibilis verzió kidolgozásának még csak az előkészítésénél tartunk.

A másik terület, ahol három év elteltével is még mindig lemaradásban vagyunk, a meglévő hidak H.4. utasítás szerinti statikai felülvizsgálata. Sajnos a pénzügyi források hiánya lassítja az utasítás bevezetésekor a hatóság által elfogadott ütemes teljesítést. Az acélhidak közel egyharmadán nem került sor a vizsgálatokra.

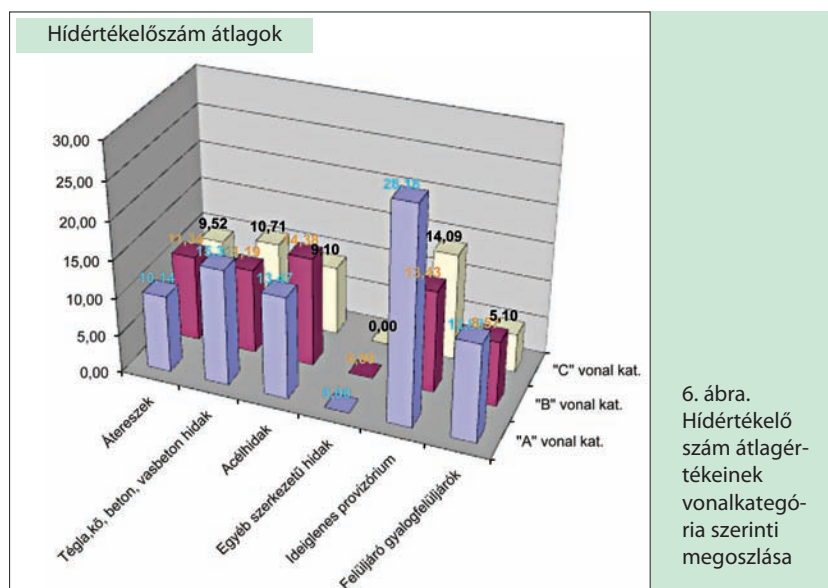
Az elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy több hídnál a számítás elvégzését követően korlátozást kellett bevezetni, például a sarvasi Hármas-Körös-hídon (180 kN, 20 km/h), a kiskörei Tisza-hídon (160 kN, 10 km/h).

Karbantartás, felújítás

A karbantartás, felújítás terén az elmúlt évek legjelentősebb változása a tevékenység kihelyezése, vállalkozásba adása volt. Az első három év a szereplők felkészültségéből eredően tanulóidőnek tekinthető. A kiírást elkészítők ismerethiánya, a nyertes vállalkozók alapvetően más profilú tapasztalata sok tanulsággal szolgált. A jelenlegi ciklus már alaposabb kiírást, a vállalkozói oldalon jobb felkészültséget hozott, de a késői pénzügyi letisztulás, a kiírás értelmezésbeli, műszaki tartalmi eltérései még most is eredményeztek, eredményeznek megrendelői-kivitelezői vitákat, hosszan tartó pontosításokat. A közeledést olykor nehezíti az igénybe vett alvállalkozók alkalmassági hiányosságainak eltérő értelmezése. Mindkét oldal képviselőitől jelentős energiákat igényelt a megrendelői, üzemeltetői, kivitelezői feladatok, hatáskörök összehangolásának folyamatos finomítása, amit személycserék is nehezítettek.

Jelentős változás a vágányzárigénylés rendjének teljes megváltozása, a Vasúti Pályakapacitás Elosztó belépésével.

A 2009. évi tevékenységet terheli a gazdasági válság hatása, az üzleti terv hiá-



6. ábra. Hídértékelő szám átlagértékeinek vonalkategória szerinti megoszlása

nya, a több lépcsőben végrehajtandó megszorítások.

Az elmúlt időszak gyerekbetegséigin túljutva, a 2010–2013-as ciklus nyílt közbeszerzésre történő előkészítése, a vágányzári program kivitelező nélküli összeállítása, a nyertes kivitelező felé történő kiaiánlása, a feladatverv lehető legnagyobb pontossággal történő meghatározása nagy kihívást jelent a hidász kollégáknak. A hosszú ciklusidő, a kihelyezett tevékenységen kívüli források terhére elvégezhető munkák elmaradása, a források beszűkülése miatt a maximális gondosság mellett is jelentős bizonytalanságot rejt magában.

Évek óta problémát jelent a karbantartási tevékenységen belül a műtárgyak korrózióvédelme. A korábbi évekhez hasonlóan jelentkezik a kívánatos mázolás ciklusidőtől való egyre jelentősebb elmaradás. Ez az a munka, amelynek a több éve fennálló forráshiány miatti halasztása ugyan nem jelent azonnali balesetveszélyt, ám a műtárgyakon olyan mértékű romlás történik, amelynek hatása nehezen prognosztizálható, ezért a biztonságra veszélyes. Ezen a területen fennálló több évtizedes elmaradás káros jelei már tapasztalhatók több hídstruktúránknál (pl.: felsőszolcái Sajó-híd, ahol acélszerkezet-erősítést kellett végezni a mázolást megelőzően), és tapasztalható az évek óta tolódo szolnoki Tisza-hídon, a Déli vasúti összekötő híd acélszerkezetén is. Ezek a munkák – több milliárd forintos költségük miatt – a bázis alapú karbantartás-, felújítástervezés metodika mellett tervezhetetlenek. Egyedi híd munkákra is erősen korlátozott a lehetőség.

A Budapesti régióban kiemelten kezelik a Pongrác úti felüljáró felújítását, valamint a győri Rába-híd régóta esedékes felújítását, melyet a források szükségessége miatt szintén több éve kezdtek meg, és jelenleg is tart.

Beruházási, felújítási munkák

A felújítási munkák számbavételénél nem hagyhatók ki az EU-finanszírozásban elkészülő vonali rehabilitációs munkák.

Ilyen volt az elmúlt időszakban, a 2008-ban elkészült Ukk–Zalaszentiván vonalszakasz átépítése, ahol 34 műtárgy átépítésére is sor került (pl.: Marcal-híd, Széplaki-patak-híd, 22 db kerethíd). 2009-ben készült el Zalaölvő–Zalaegerszeg vonalszakaszon 9 db híd,

és készül még a Boba–Ukk szakaszon 21 db műtárgy.

Befejeződött a Bp. Ferencváros–Vecsés vonalszakasz felújítása, amelynek során elkészült a Bihari, Száva, Kőér úti hidak felújítása, acélszerkezet-megerősítése, a Fertő úti rácsos hidak felszerkezetének cseréje tartóbetétes vasbeton szerkezetre, Pestszentlőrinc vasútállomáson gyalogos-aluljáró, a Lakatos utcánál gyalogos-felüljáró, Ferihegy I. terminálnál vasúti megállóhely és gyalogos-felüljáró építése.

A Budapesti elővárosi projekt részeként Érd Diósi úti különszintű keresztezések kiváltására Érd alsón és Érd felsőn épült kétnyomú közutat átvezető aluljáró, valamint gyalogos-aluljárók az önkormányzattal közösen indítva a beruházást. A hidakhoz telepített liftek, a hidak közötti mélyvezetésű út és műtárgyainak üzemeltetési kérdései még mindig tisztázatlanok.

További vonalátépítések előkészítése folyik, például a Szolnok–Szajol állomásköz, benne a Zagyva-híddal és a szolnoki Tisza-híddal. Megkezdődött a Budapest–Székesfehérvár vonalon a Tárnok–Székesfehérvár vonalszakasz felújításának kivitelezése a műtárgyak építési munkáival.

Zajlik a Mezőtúr–Gyoma vonalszakasz felújítása is, benne a mezőtúri Hortobágy–Berettyó-csatornahidak átalakításával, felújításával, a gyomai Hármaskörös-hidak megerősítésével, teljes korrózióvédelmével. Gyalogos- és utasaluljáró épül Mezőtúron, valamint utasaluljáró Gyomán.

Az elmúlt években épülő gyalogoslétesítményi beruházások sajátossága, hogy az akadálymentesítés kapcsán karfalfitek, liftek, rámpák létesülnek. A karfalfitek MÁV-Start és NIF által épített létesítményeknél is kerültek beépítésre, ám ezek az akadálymentesítés minden feltételének nem felelnek meg, nem megoldott a felügyeletük, ezért jelentős részük üzemképtelen. Most vizsgáljuk az előírásoknak megfelelő kialakítások lehetőségeit. E tapasztalatok alapján a jövőben a rámpás, illetve a liftes megoldásokat támogatjuk. Ha nehezen is, de kialakult a MÁV átalakuló szervezeteinek (PVÜ PLF, IGI ISZE, IK Kft.) együttműködési rendje, a liftek telepítésének módja, üzemeltetési előírásai, így a most és a jövőben épülő liftek üzembe helyezése, üzemeltetése már gördülékenyebben, a használatbavételi eljáráshoz illeszkedve zajlik.

Elkészült az Újpesti vasúti híd és a hozzá csatlakozó budai parti nyílás, a pesti

oldalon az Öbölági rácsos szerkezet, a Váci úti híd átépítése, a hidak felújítása. Megkezdődött az esztergomi vonal rehabilitációjának tervezése.

Egyedi hídberuházási keretből az algyői Tisza-híd felújítására, korrózióvédelmi munkák elvégzésére kerül sor. A hídstruktúran az utóbbi időkben a hegesztett pályalemez-főtartó alsó öv találkozásánál, a pályatartó-keresztartó bekötéseknél nagyobb számú repedés jelentkezett, a javítás az MSC Kft. tervei alapján a felesleges kapcsolatok feloldásával, a zárt alsó öv kivágásával történik. Ezt követően kerül sor a korrózióvédelmi bevonat felújítására.

A bajai Duna-híd felújítási munkáinak III. ütemét sikerült a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központtal közösen finanszírozva 2008-ban kiírni, és 2009 márciusában megkezdeni. Az elkészült célvizsgálatok eredményeként már körvonalazódik a IV. ütem műszaki tartalma (a híd erőtanai számítása során igazolt pillérbefogás meglétéhez a pillérek környezetének rendezése, a pillérek erősítése, javítási munkái, a kisebb acélszerkezeti javítások).

Továbbra is épülnek idegen érdekből MÁV-kezelésbe kerülő hidak (pl. Duna City Ingatlanfejlesztő Kft. Beöthy úti közúti aluljáró).

Ezekkel a hidakkal legalább annyi munkánk van (vagy még több), mint a saját beruházásban épülő, a MÁV fejlesztési céljait szolgáló műtárgyakkal, hiszen a tervek egyeztetése, üzemeltetői hozzájárulás kiadása, építési felügyelet, vizsgálat és próbaterhelés, állagba vétel elsősorban a hidász kollégák feladata. Itt nehezíti a dolgunkat a Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. tulajdonosi hozzájárulási feltételeinek rendezetlensége.

További feladatok

A rehabilitációs munkák előkészítésében való közreműködés – legyen az tervezői, kivitelezői tender anyagának felülvizsgálata, véleményezése, nyertes tervezőkkel történő tervezői konzultáció, nyertes kivitelezőkkel tervezési, technológiai konzultáció, tervek véleményezése, jóváhagyása, üzemeltetői állásfoglalások megadása, építetők ellenőrzés – jelentős energiákat kötött és köt le a mai napig is. Mindez oly módon, hogy az üzemeltetési feladatok során a területi főmérnök, hídszakértő mérnök, hidász szakaszmérnök ellenőr-

zési, üzemeltetési feladatai, a kiszervezett munkák előkészítése ne sérüljön.

Mindemellett folyamatosan változó szabályozási környezetben működünk. Az EU előírásainak utasításainkban, rendeleteinkben való megjelenítése, beépítése, az EU-előírások megismerése állandó kihívást jelent, és szüntelen tanulást kíván a kollégáktól.

Műszaki szabályozás

A szabályozás aktuális állása:

H.1. sz. ME, a vasúti hidakra vonatkozó műszaki előírások gyűjteménye

MÁV H.1.1. sz. ME, Vasúti hidak létesítésének általános előírásai (kiadás alatt)

A H.1.1. ME az MSZ-07-2306/1-90T Vasúti hidak létesítésének általános előírásai szabványtervezet, valamint a 103/2003. (XII. 27.) GKM számú rendeletben kiadott Országos Vasúti Szabályzat I. kötet (a továbbiakban: OVSZ I.) alapján került kidolgozásra.

Kiadására a MÁV és a vasúti hatóság jóváhagyása után kerül sor.

MÁV H.1.2. sz. ME Vasúti hidak erőtani számítása

A H.1.2. ME az MSZ-07-2306/2-90T Vasúti hidak erőtani számítása című szabványtervezet, az ENV 1991-3 európai előszabvány, valamint az OVSZ. I. alapján került kidolgozásra Utasításként 2006-ban. Az Utasítást a Közlekedési Főfelügyelet 1483/1/2006. KF számon hagyta jóvá, és a MÁV Zrt. P-3305/2006. számon léptette hatályba.

A vonatkozó végleges európai szabványok honosítása jelenleg folyamatban van. Kiadásukat követően az Utasítás átdolgozása és műszaki előírásként történő kiadása szükséges.

MÁV H.1.3. sz. ME, Vasúti acélhidak és betonral együttműködő acélhidak és szerkezetek tervezése (felülvizsgálat és átdolgozás alatt)

A címben említett hidak és szerkezetek tervezésére jelenleg a közúti acélhidak tervezése tárgyú MSZ-07-3702:87 szabvány és ennek kiegészítéseként kiadott, a vasúti acélhidak tervezése tárgyú MSZ-07-2306/3-90T szabványtervezet hatályos, melyet a Közlekedési Főfelügyelet 6030/1993. KF számon hagyott jóvá, és a MÁV 100797/1993. 6.B./H számon helyezett hatályba.

A hatályos előírások felülvizsgálata megtörtént, annak alapján elkészült az acélhidakra vonatkozó előterjesztési anyag, amely véglegesítése után a H.1.3.a) jelzést kapja, és a MÁV, valamint a vasúti hatóság jóváhagyása után kerül kiadásra.

A honosítás alatt lévő vonatkozó európai szabványok alapján azok hatályba lépését követően szükséges lesz a címben említett hidakra vonatkozó műszaki előírások kidolgozása. Az új műszaki előírást az európai szabvány mintájára két részletben tervezzük kidolgozni és kiadni. Az acélhidakra vonatkozó H.1.3.a) jelzéssel, az együttműködő acél-beton hidakra vonatkozót pedig H.1.3.b) jelzéssel.

MÁV H.1.4. sz. ME, Vasúti vasbeton, feszített vasbeton és betonhidak tervezése (kiadás alatt)

A címben említett hidak tervezésére jelenleg a beton-, vasbeton és feszített vasbeton közúti hidak tervezése tárgyú MSZ-07-3709 szabvány és ennek kiegészítéseként kiadott, a vasúti vasbeton, feszített vasbeton és betonhidak tervezése tárgyú MSZ-07-2306/4-90T szabványtervezet hatályos, melyet a Közlekedési Főfelügyelet 6030/1993. KF számon hagyott jóvá, és a MÁV 100797/1993. 6.B./H számon helyezett hatályba.

A hatályos előírások felülvizsgálata megtörtént, annak alapján elkészült a vasúti vasbeton, feszített vasbeton és betonhidak tervezése című anyag, mely H.1.4. ME jelzéssel kerül a MÁV és a vasúti hatóság jóváhagyása után kiadásra.

A honosítás alatt lévő vonatkozó európai szabványok alapján, azok hatályba lépését követően szükség lesz a műszaki előírás átdolgozására.

MÁV H.1.5. sz. ME, Vasúti hidak nyilvántartása, műszaki felügyelete, karbantartása (kiadás alatt)

A címben említett előírás jelenleg a Vasúti Hídszabályzat IX. fejezete, amelyet a Közlekedési Főfelügyelet 428/0/2002. KF számon hagyott jóvá, és a MÁV 43/2002. PHMSZ számú Utasításként helyezett hatályba.

A D.5. sz. pályafelügyeleti utasítás 2006. évi módosítását és a mérnöki létesítmények diagnosztizálása területén történt fejlődést is figyelembe véve megtörtént az Utasítás felülvizsgálata és átdolgozása, mely H.1.5. ME jelzéssel kerül a MÁV és a vasúti hatóság jóváhagyása után kiadásra.

MÁV H.1.6. ME, Vasúti hidak alapozása
A 108150/1981. MÁV számon kiadott 1976. évi Vasúti hídszabályzat óta ezt a fejezetet nem korszerűsítették. A biztonság azonos szintű megítélése céljából szükséges a korábbi előírás felülvizsgálata és átdolgozása. Az átdolgozott előírás H.1.6. ME jelzettel kerülne kiadásra.

H.2. sz. Utasítás, A vasúti beton és vasbeton hidak építésére (hatályát veszti)

Az Utasítást 112881/1983. számon hagyta jóvá a MÁV Vezérigazgatósága. Az előírások változása következtében a beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetekre vonatkozó nemzeti és a honosított harmonizált európai szabványok a szükséges előírásokat tartalmazzák. Ezért ez az utasítás korszerűtlensége miatt, a MÁV H.1.4. ME életbelépésével pótlás nélkül hatályát veszti.

H.3. sz. Utasítás, A vasúti hidakon közlekedtethető járművek elbírálásához

A H.3. sz. Utasítás a vonalhálózaton ma közlekedő járművek adatait tartalmazza, melyet a Közlekedési Főfelügyelet 1881/1/2006. KF számon hagyott jóvá a hatóság és a MÁV Zrt. P-1801/2006. számon az eredeti betű és számjellel helyezett hatályba.

H.4. sz. Utasítás, A meglévő vasúti acélhidak teherbírásának és tartósságának megállapítására

A témában korábban azonos jelzettel és címmel kiadott Utasítás 2000-ben átdolgozásra került, melyet a Közlekedési Főfelügyelet 1094/2000. KF számon jóvá

Erdődi László a KTMF hídépítési és fenntartási szak sikeres elvégzését követően 1979-ben a miskolci Épület és Hídfenntartó Főnökségen kezdte pályafutását a MÁV-nál. Ezt követően a Miskolci Igazgatóság II. osztályára került, ahol 15 évet töltött. Közben elvégezte a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karát, ahol diplomát szerzett. 2007-től a MÁV Vezérigazgatóság Hídosztályán dolgozik. 2008. február 1-jétől a PLI Mérnöki Létesítmények osztályának, 2008 augusztusától a Híd és Alépítményi Osztálynak a vezetője.



Félig ellopott vasúti híd üzemszüneteltetett vasútvonalon

hagyott, és a MÁV P-5747/1998. számon helyezett hatályba.

H.5. sz. Utasítás, A vasúti híd provizóriumok

Az ideiglenes hidakra (provizóriumokra) vonatkozó Utasítást az 1/12/1956 KPM I./híd számon adták ki. A jelenleg érvényes Utasítás felülvizsgálata és átdolgozása szükséges. Az átdolgozott előírás H.5. ME jellel kerülne kiadásra.

H.6. sz. Utasítás, A rendkívüli küldemények továbbítására

A meglévő és hatályos Utasítás nem önálló hidász utasítás, használata a MÁV-nál H jelöléssel honosodott meg, ezért az Utasítás jelzetének megváltoztatását nem tartjuk szükségesnek. A közös pályáshidász Utasítás megtartása továbbra is szükséges. (Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a hidász utasítások számozása folyamatos maradjon.)

H.7. sz. ME, Vasúti vágányok alatt átvezetett vezetékek tervezése és kivitelezése

A címben említett témakörben jelenleg a KPM által kiadott 112521/1970. 6.E sz. rendelet a „Kötelező irányelvek a fővasúti vágányok és ezekből kiágazó iparvágányok alatt átvezetésre kerülő vezetékek tervezésére és kivitelezésére” előírás hatályos.

A jelenleg érvényes rendelet felülvizsgálata és átdolgozása szükséges. Az átdolgozott előírás H.7. ME jellel kerülne kiadásra.

Oktatás, szakirodalom

Az elmúlt három év eredményei között könyvelhetjük el a sikeres hidvizsgálói és

munkavezetői tanfolyam megszervezését. A megfelelő színvonalon megszervezett oktatás nagymértékben segítette hidvizsgálóink és munkavezetőink elméleti ismereteinek fejlődését.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen beindult az Eurohidász szakmérnöki továbbképzés, amelyen a MÁV Zrt. hidászaik közül nyolc fő vesz részt.

A gazdasági megszorító intézkedések miatt jóval kevesebb lehetőség nyílik szakmai, tudományos konferenciákon való részvételre, pedig ez a továbbképzés, új ismeretszerzés kiváló módja lehetne.

A szakirodalmi tevékenység területén változatlanul tudunk sikereket felmutatni a Sínek Világa szakmai lapban, és mostani konferenciakiadványaiban megjelent híddal kapcsolatos írások ezt alátámasztják.

Rendkívüli események

A rendkívüli eseményekről nyilvántartást vezetünk. Ennek célja az előidéző okok csoportosításával statisztika készítése, amelyet felhasználunk a megelőző intézkedések kidolgozásánál.

Az elmúlt három évben az eltulajdonítások és az ütközéses balesetek száma volt a legnagyobb. 2006-ban, a vasúti hidász találkozónkat követő időszakban, három esetben történt hídtartozék-eltulajdonítás és négy esetben közúti magas jármű vasúti híd alá szorulása. 2007-ben hét esetben loptak el vasúti hídról járdalemezt vagy hídkorlátot, illetve terelősínt. 2008-ban a Hódmezővásárhelyi székelyhű, riasztóval felszerelt hidász szakaszunkra törtek be, két hídnál talál-

tak háborús lőszeret, 12 esetben hídtartozék-eltulajdonítás történt, egy esetben provizóriumeltulajdonítás közben érték tette az elkövetőket, illetve egy budapesti vasúti gyalogos-aluljárót használtak lopott tartozékok gyűjtésére. Két esetben fordult elő híd alá szorulás közúti járművel, és ugyancsak két esetben végeztek engedély nélküli vasútkeresztelés-kialakítást töltés megbontásával, illetve fúrásával. Ez év elejétől napjainkig két hídnál loptak el hídtartozékot, és két hídnál történt közúti járművel vasúti híd alá szorulás.

Ezeket az eseteket kívül meg kell említeni az üzemszüneteltetett vasútvonalakban lévő hidakon a helyrehozhatatlan szerkezetmegbontással járó eltulajdonításokat.

Rövid összefoglalómmal igyekeztem azokat a területeket ismertetni, amelyeket fontosnak tartottam. Remélem, sikerült az elmúlt három év rövid bemutatása, és az olvasó ízelítőt kapott feladatainkról, célkitűzéseinkről. ◀

Összefoglalás

A MÁV hídsgazdálkodás elmúlt három évéről számol be a cikk, bemutatva a szervezeti változásokat és azok következményeit, valamint a felügyelet, karbantartás, felújítás, beruházás terén elvégzett munkákat. Ismerteti a műszaki szabályozásban, az oktatásban kifejtett tevékenységet. A jelenleg fennálló nehézségek mellett a feladatok felvázolásával ad perspektívát az olvasónak.



Az Északi vasúti Duna-híd tervezése

Solymossy Imre

műszaki igazgató

MSc Kft.

✉ si@mschu.hu

☎ (1) 252-2559

A térképeken Újpesti vasúti hídként szereplő, vagy a köznyelvben Északi összekötő vasúti hídként emlegetett szerkezetek megnevezésével nem értettünk egyet, ezért a terveinken „Budapesti Északi vasúti Duna-híd” néven szerepeltettük. Az újpesti jelzőhöz van a legkevésbé köze, mert helyszínrajzilag a kerület határa a vasúti töltés északi oldala, így sokkal inkább lehetne angyalföldi vagy óbudai a megnevezése. Az összekötő jelzőt is tévesen használták és használják ma is, mert ez az átkelő nem kötötte össze a különálló vasúttársaságok pályahálózatát, mint ahogy a Déli összekötő vasúti Duna-híd annak idején (1. ábra).

A háborúban lebombázott híd helyett új vasúti híd tervezése dr. Korányi Imre irányításával már a háborút követő években elkezdődött. Két változatra készült el tanulmányterv (1950), azonban vasanyaghiány miatt katonai készletből csak félállandó híd épült. A Közlekedési Minisztérium megbízásából 1985–1986 között az UVATERV részletes tanulmányt készített a Duna- és Tisza-hidak állapotáról és fejlesztési igényéről. A tanulmány a közúti, vasúti és közös üzemeltetésű hidak helyzetét is vizsgálta. Az Újpesti híd tekintetében az 1992–1995 közötti időszakra ütemezte az 1954 óta félállandó jelleggel üzemelő híd átépítését. Az átépítés akkor elmaradt, így 1997-ben, amikor ismét megtörtént a folyami vasúti nagyhidak helyzetértékelése, a MÁV vezetése a közlekedési minisztériummal egyetértésben a 2002–2005 közötti időszakban történő átépítés mellett döntött. Ennek alapján kezdte el az MSc Kft. a híd tervezését 1999-ben, további tervezők (FŐMTERV, MÁVTI) bevonásával.

Döntés-előkészítő tanulmány: 1999–2000

A MÁVTI Kft.-vel közösen vizsgáltuk a híd helyét, figyelembe véve a főváros fejlesztési elképzeléseit is az aquincumi közúti Duna-hídra vonatkozólag. Felmerült a lehetősége annak, hogy a közúti híd kerüljön a meglévő pillérekre, mert a modern, sínfékes vasúti járművekről lé-

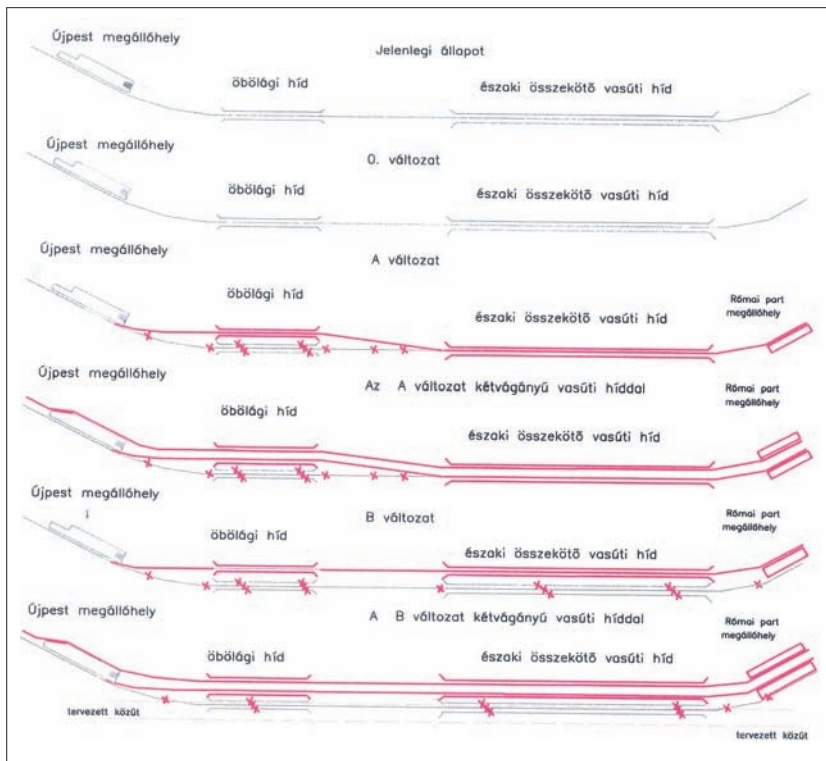


1. ábra. Az Újpesti vasúti híd Óbuda és Újpest között

nyegesen nagyobb fékezőerő adódik át a több mint százéves pillérekre, mint a közúti terhelésből származó. Vizsgáltuk azt is, hogy egy- vagy kétvágányú szerkezet létesüljön (2. ábra), illetve felmerült egy „emeletes” hídszerkezet gondolata is. Ez utóbbi esetben az alsó ív ortotróp pályalemeze kétvágányú vasúti felépítménnyel, a felső ív kétszer két sávú közúti pályával létesült volna.

A 93,00 méter tengelytávolsággal épült pillérek a szabványos hajózási úrszelvény 100 méteres szélességét nem teszik lehetővé. Az egyik változatban javasoltunk egy olyan felső ívvel merevített rácsos szerkezetet (3. ábra), mely-

Solymossy Imre okl. építőmérnök, az MSc Kft. műszaki igazgatója, a Közlekedés – Unió Kft. szakmai igazgatója, a Vasúti Hidak Alapítvány Kuratóriumának tagja. Széles körű szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű közúti hidak, vasúti hidak, támfalak és aluljárók tervezésére, illetve ezek tervezésének irányítására terjed ki. A vasúti hidak tervezése és a hídszerkezetek fejlesztése terén végzett kimagasló tevékenységéért 2008-ban megkapta a Korányi Imre-díjat a vasúti hidász szakma legmagasabb szakmai kitüntetését, amelyet a Visegrádi Négyek Mérnökkamaráinak konferenciáján vett át.



2. ábra. A pálya vezetésére elképzelt változatok

lyel a támaszközt megduplázza a szabványos kétirányú hajózóút 180 méteres szélessége áthidalható. Természetesen az ehhez tartozó pilléreket meg kellett

volna erősíteni, és a fékezőerőre is méretezni.

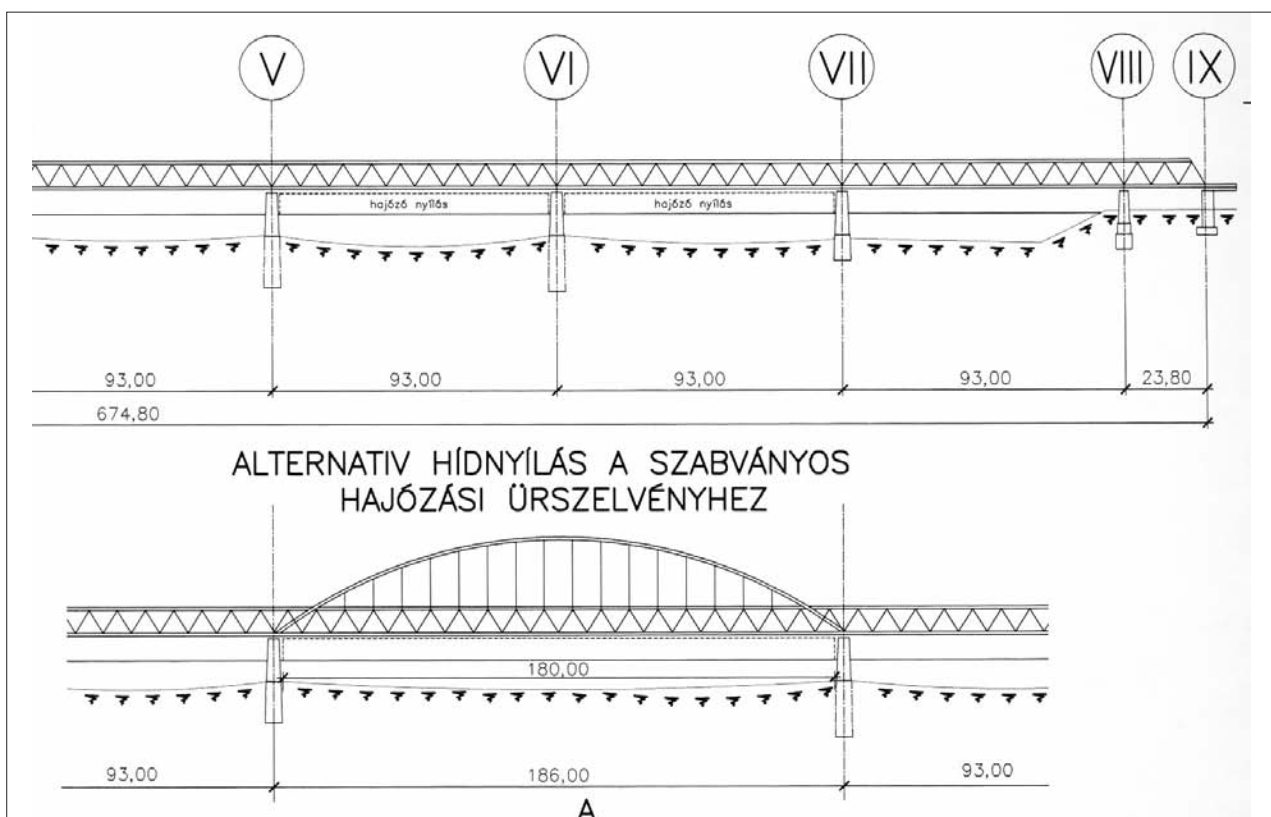
A tanulmányterv alapján a döntést az építési költségek és a lehető legkisebb

vágányzari igény határozta meg, a meglévő alépítmények megtartásával egységű folytatólagos rácsos szerkezet tervezését írták elő.

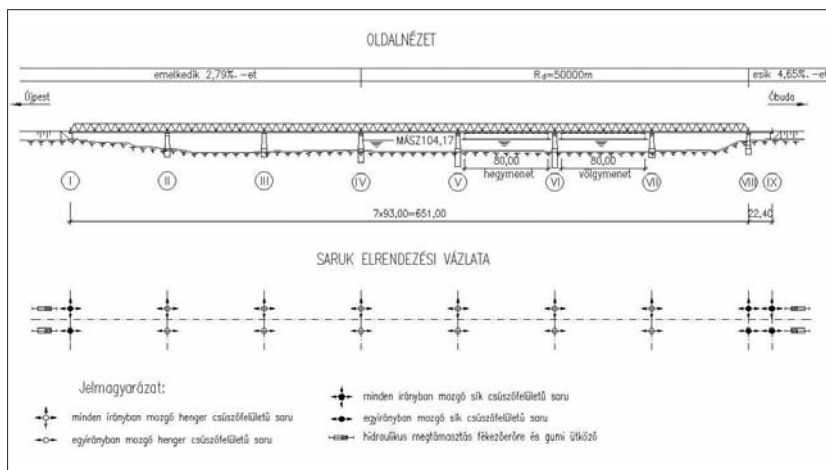
Engedélyezési terv: 2001

A keszon alapozású pillérek falazatából vett magminták a gránitburkolat mögötti kitöltőbeton erős károsodását mutatták a vízszint ingadozásának kitett szakaszon. A morzsalékos, kötőanyagától kimosódott beton teljes keresztmetszetben való injekciós javítást írtuk elő az összes pillérenél. A gránitburkolat a sérült részek cseréjén túl a fugázás javítását és felületi tisztítást igényelt. A mértékadó árvízszint feletti mészkő burkolatú pillértest rendbehozatalát hasonló módon javasoltuk. A szerkezeti gerendákat a háború utáni újjáépítéskor nagyszilárdságú betonból, erősen vasalva építették újjá, így csak kisebb javításokat igényeltek. A folytatólagos felszerkezet támaszvonalai gyakorlatilag a pillértengelyekbe kerültek, az óbudai parti pillérenél a korábban lépcsős kialakítású szerkezeti gerendát ezért át kellett építeni.

A hídfők szintén új szerkezeti gerendákat kaptak, és a hídon áthaladó közművek fogadására a falazat mögött üzemi helyisé-



3. ábra. Felső ívvel merevített rácsos szerkezet (alternatív elképzelés)



4. ábra. A Duna-híd és saruinak általános elrendezése

geket alakítottunk ki. Új töltéslezáró szárnyfalakat és a gyalogosforgalom részére feljárólépcsőket is terveztünk.

A folyómeder feletti $7 \times 93,0$ méter támaszközű, szimmetrikus rácsos, alsópályás acélhidat úgy alakítottunk ki, hogy az ortotrop pályaszerkezete a parti pillér után $22,4$ méteres támaszközzel folytatólagosan hidal át az óbudai hídfőre. A szokatlan nyílásarány ellenére így statikailag meg lehetett feleltetni a szerkezetet, s dilatációt sem kellett elhelyezni a hídon. Az acélszerkezet teljes hossza $674,4$ méterre adódott. A hossz-szelvény a hajózónyílások és az óbudai szélső medernyílás felett $50\,000$ méter sugarú domború ívben halad (4. ábra). Ez lehetővé tette, hogy a népszigeti oldalon a vasúti pályaszintet ne kelljen megemelni. A folytatólagos szerkezetről átadódó fékezőerőt hidraulikus sarukkal javasoltuk szétszítani a pillérek között.

A keresztmetszeti kialakítás annyiban tér el a szokványos Edilon felépítményű rácsos acélhidakétól, hogy közforgalmú

gyalogjárdát és kerékpárutat, valamint városi közműveket is át kellett vezetni a hídon. A befolyási oldali konzolokra $2,40$ méter széles kerékpárút került a keresztbordás acélszerkezetű pályatáblákra. Az alattuk elhelyezett kábelcsatornában futnak a 10 és 120 kV-os elektromos kábelek. A kifolyási oldali gyalogjárda $2,00$ méter széles, ez alatt van a 400 milliméter átmérőjű gázcső, továbbá a távközlési és egyéb kábelek. Ugyancsak erre az oldalra került a MÁV üzemi kábelek csatornája. A konzolvégeken lévő szegélytartókra kerültek a hidvilágítás oszlopai, és itt futnak végig a hajózási jelzések kábeli is.

Tenderterv: 2004–2005

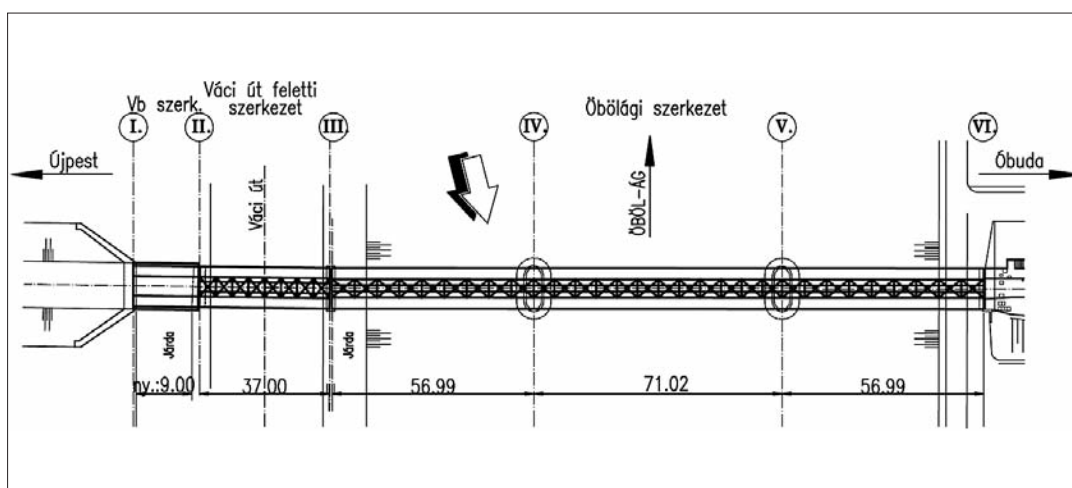
Az angol és magyar nyelvű feliratozással készült tenderterv műszaki tartalma a Duna-híd vonatkozásában alig tér el az engedélyezési tervtől. Az építési engedélyben előírták, hogy az eddigi gyakorlattól eltérően a vasúti pályáról nem lehet köz-

vetlenül levezetni a csapadékvizet a folyóba, ezért a vízvezetést is meg kellett tervezni, valamint pontosabb súlyszámítások és mennyiségkimutatás készült.

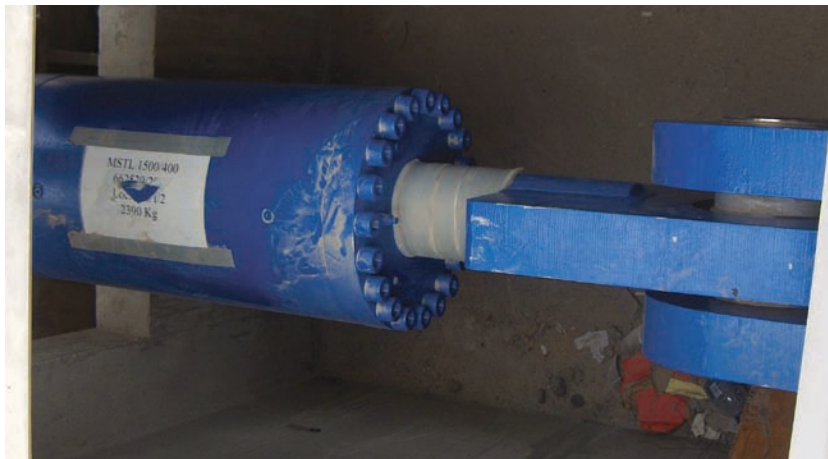
Érdemi változást jelentett, hogy a tenderkiírás kiterjedt az Öbölági és a Váci úti műtárgyak (5. ábra) felújítására, el kellett készíteni az ezekre vonatkozó terveket is. A főváros kezelésében lévő közforgalmú gyalogjárdák téli jégmentesítő sózása komoly korróziós károsodást okozott a vasbeton járdalemezekben, az acélkonzolokban, sőt még a vasúti terhet viselő szerkezeti elemekben is. Az északi oldali járdát korábban már javították, hasonló módon kérte a MÁV a déli oldal felújítását is. Ésszerű volt ezeket a munkákat, valamint a vasúti forgalom korlátozása szempontjából meghatározó acélszerkezeti erősítési és pályaszerkezeti korszerűsítési munkákat a Duna-híd átépítéséhez amúgy is szükséges vágányzári időszakra ütemezni.

Kiviteli terv: 2007–2008

A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. által kiírt kivitelezői tendert a Hídépítő Zrt. által vezetett Északi Híd 2005 Konzorcium nyerte meg, a generáltervezői szerződést a kiviteli tervekkel követte meg az MSc Kft. A vasúti pálya korrekciójának, a MÁV üzemi kábelek kiváltásának és végleges elhelyezésének, valamint a hajózási jelzéseknek a terveit a MÁVTI Kft. készítette. A városi közművekkel kapcsolatos tervezési munkákkal a Mély-Terv Kft.-t bíztuk meg. A szerkezettervezési munkákba bevontuk a Céh Zrt.-t, ők készítették a Váci úti hidak, valamint az Öbölági híd közforgalmú járdaszerkezetének felújítási kiviteli terveit.



5. ábra. A Duna-híd keresztmetszete



1. kép. Hidraulikus féktámasz a hídfőkamrában



2. kép. Műgumi ütköző bakok

Az engedélyezési és tendertervekhez képest néhány kisebb módosítást, pontosítást hajtottunk végre a kivitelezői technológiai lehetőségekhez és igényekhez igazodva. A helyszíni rúdbekötések kivételével az összes többi kapcsolat és csomópont hegesztett kivitelű lett, szélesebb Edilon

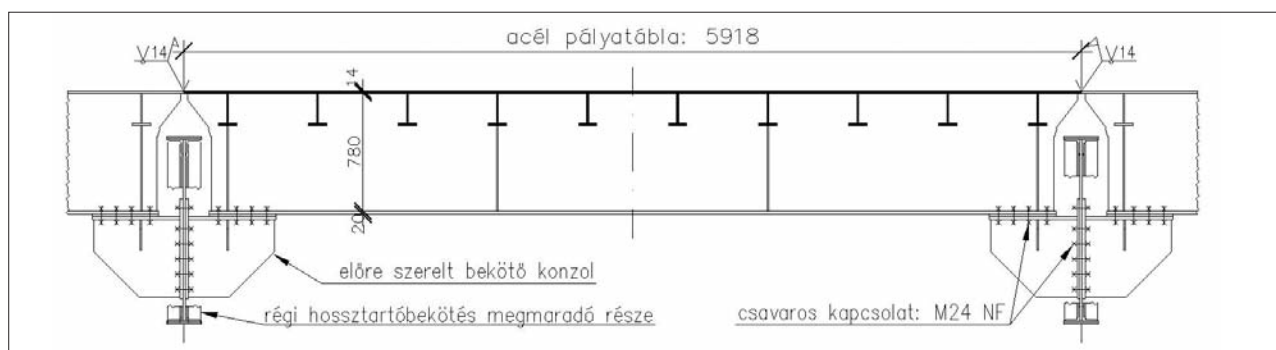
vályú készült, s a csapadékvíz levezetésére Bárczy-féle olajleválasztós víznyelőket terveztünk be.

A Duna-híd esetében a szerkezeti kialakítás szempontjából változást jelentett, hogy hidraulikus féktámaszok és műgumi ütközők közvetítésével a fékezőerőt teljes

Summary

The planning of the new railway bridge instead of the bridge bombed down in the war has already started in the years following the war, but due to the lack of iron material only a semi-permanent bridge was constructed. Between 1985-86 a detailed study was made about the state and development necessity of the Danube and Tisza bridges. This study scheduled the reconstruction of the railway bridge of Újpest for the period of 1992-95, for the replacement of the bridge has been operating as a semi-permanent bridge since 1954. Finally the decision was made in 1997 for the reconstruction of the bridge for a final structure. The article shows the main details of the planning from the plans for preparing the decision to the taking over plans.

egészében a közműkamrákkal amúgy is megerősített hídfőkre hártottuk (4. ábra, 1., 2. kép). A német Maurer cég javaslatára hengeres csúszo felületű saruk kerültek a pillérekre, s hagyományos értelemben vett fix saru egyáltalán nincs az alátámasztási rendszerben. A fékezőerő hatására a felszerkezet kismértékben megmozdul, de a hídfőknél a 2-2 darab hidraulikus féktámasz azonnal megfogja. Az esetlegesen egy irányban történő elkúszást a műgumi ütköző bakok korlátozzák, így a ± 200 milliméter mozgástartományú egyedi sín-dilatációs szerkezetek nem tudnak kimerülni. A hengeres csúszo felületű saruk pedig a kimozdult hídszerkezetet is középpontos felé kényszerítik. Ezáltal elérhetővé vált, hogy a pillérekre ne jusson nagyobb



6. ábra. Az Öbölági híd pályatáblája és bekötése a kereszttartóba



3. kép. A híd, ahogy a tervező elképzelte 1.

vízszintes erő, mint a korábbi kéttámaszú szerkezetek sorozatánál.

A vágányzári időben végzendő munkák csökkentése céljából az Öbölági híd ortoróp pályaszerkezetét úgy alakítottuk ki, hogy a keresztartókra még forgalom alatt NF csavaros kapcsolattal felszerelhető konzolok az acél pályatáblákat nemcsak szerelés közben támasztják alá, hanem egyben a nyíróerőre való bekötést és a hosszartók alsó övének átkötését is jelentik (6. ábra).

További feladatokat adott a bontási és szerelési technológiai tervek készítésében való közreműködés, emelési segédszerkezetek, ideiglenes alátámasztó jármók, szerelő- és mázolóállványok tervezése. Az Öbölági és a Váci úti hidak részletes korróziós állapotvizsgálatát is el kellett

készíteni, a bontás után feltárt hibák javítására pedig tervezői művezetés keretében intézkedtünk. A próbaterhelési tervek és számítások is lényeges részei a tervezői munkának, s jelentős időráfordítást igényeltek a megvalósulási tervek is.

A korszerűsítési munkák végeredménye a 3., 4. képen látható. ◀

Irodalomjegyzék

Tanulmány a magyarországi Duna- és Tisza-hidak műszaki fejlesztésére. UVATERV, 1985–86.

Dr. Nemeskéri-Kiss Géza: Az újpesti Duna-híd története és jövője. Mélyépítéstudományi Szemle, 1987.

Folyami vasúti nagyhidak helyzetértékelése. Előterjesztés 1997. MÁV Rt. PHMSZ

Összefoglalás

A háborúban lebombázott híd helyett új vasúti híd tervezése már a háborút követő években elkezdődött, azonban vasanyaghiány miatt katonai készletből csak egy félállandó híd épült. 1985–1986 között részletes tanulmány készült a Duna- és Tisza-hidak állapotáról és fejlesztési igényéről. A tanulmány az Újpesti vasúti híd átépítését az 1992–1995 közötti időszakra ütemezte az 1954 óta félállandó jelleggel üzemelő híd kiváltására. Végül 1997-ben született meg a döntés a híd végleges szerkezetre történő átépítésére. Az MSc Kft. a híd tervezését 1999-ben kezdte meg. A cikk bemutatja a tervezés fontosabb részleteit a döntés-előkészítő tervektől az átadási tervekig.

Budapesti Északi összekötő vasúti Duna-híd és térségének átépítése. Döntés-előkészítő tanulmány, 1999, MSc Kft.

Vörös József: Az újpesti vasúti híd története. MAGÉSZ Acélszerkezetek, 2007. IV. 4.

Takács László: A budapesti Északi vasúti Duna-híd újjászületése. Sínek Világa, 2007. 3–4.sz.

Kikina Artúr: Az Északi vasúti Duna-híd újjászületése, tervezése. Sínek Világa, 2008. 1–2. sz.



4. kép. A híd, ahogy a tervező elképzelte 2.



Vasúti pálya átvezetése a hídon

Dr. Horvát Ferenc

főiskolai tanár

Széchenyi István Egyetem

✉ horvat@sze.hu

☎ (96) 613-544

A híd a vasúti pálya kialakításának folytonosságát megszakítja, s rövidebb-hosszabb szakaszon szerkezetében és viselkedésében erőteljesen eltérő alátámasztási viszonyokat teremt a felépítmény számára. A vasúti pálya hídon történő átvezetése során műszaki követelmények egész sorát kell kielégíteni.

A megoldás milyenségét számos körülmény befolyásolja, s ezek közül az alábbiak a legfontosabbak:

- a híd és a csatlakozó vasúti pálya szerkezeti jellemzői,
- a híd dilatáló hossza,
- a fellépő dilatációs erők-mozgások nagysága,
- a pályasebesség,
- a járműterhelés és az abból származó igénybevételek,
- a híd főtartóinak statikai rendszeréből következő saját alakváltozásai, valamint az abból a vágányra jutó igénybevételek nagysága,
- a sín-alátámasztási pontokban megengedhető erők nagysága, illetve a hídszerkezetre átadható erők nagysága,
- a zaj- és rezgéscsillapítás megkövetelt mértéke,
- a kisiklott jármű elleni védelem szükségessége,
- megfelelő víztelenítés,
- a karbantartás műszaki és gazdaságossági szempontjai.

A fenti felsorolás is alátámasztja, nem véletlen, hogy a vasúti hidakon olyan sokféle felépítményszerkezet fordul elő. Ezek számát növelik az olyan újdonságok, mint a nagysebességű pályák hidjai is alkalmazott merevlemez felépítményi megoldások.

A hidak osztályozásának (rendszerbe foglalásának) számos szempontja van (például a főtartó statikai rendszere, a főtartó szerkezeti kialakítása, keresztmetszeti kialakítás, a felszerkezet anyaga, a főtartók száma, a pálya elhelyezése a főtartóhoz képest). Témanknak megfelelően a vasúti hidakat a

rajtuk fekvő pályakialakítás szerint az alábbiaknak megfelelően osztályozhatjuk:

- *nyíltpályás hidak*, amelyeken a felépítményt gerendatartók támasztják alá,
- *zártpályás hidak* esetén a felépítményt pályalemez támasztja alá, s ezen belül további osztályozás tehető
 - zúzottkő ágyazat átvezetéses hidak,
 - diszkrét sín-alátámasztású (ágyazat nélküli) hidak, amelyek esetében a sínalátámasztások vagy a helyszínen készülnek (például ragasztott felépítmény), vagy a híd felszerkezete felett a vágánymezők bebetonozásával hozták létre a vágányt,
 - folyamatos alátámasztású, rugalmasan beágyazott sínekkel kialakított hidak (Edilon rendszer).

Az acél felszerkezetű *nyíltpályás hidakon* a vasúti felépítményt keresztaljak, ritkábban hossz- vagy magánaljak alkalmazásával alakítják ki. A sínszálak ezekre vannak lekötve járatos leerősítési megoldásokkal. Az ilyen hidak nagy előnye, hogy alacsony a vasúti felépítmény szerkezeti magassága és így annak önsúlya is. Ugyanakkor a híd tartószerkezete a legnagyobb mértékig ki van téve az időjárás hatásainak, a korrózióveszélynek. Az aljak lefogása a hossztartók felső övének átfúrását is igényel(het)i, amely tartószerkezeti oldalról (repedések kiindulási helye) és korrózióvédelmi szempontból sem előnyös. További ismert gond az 1,80 méteres hossztartó tengelytávolság és a sítengely távolság különbségéből keletkező nyomaték, felső övszögacélokra és a gerinclemezre gyakorolt káros hatása.

A híd felépítményszerkezete központosító léces megoldással is kialakítható. Ez

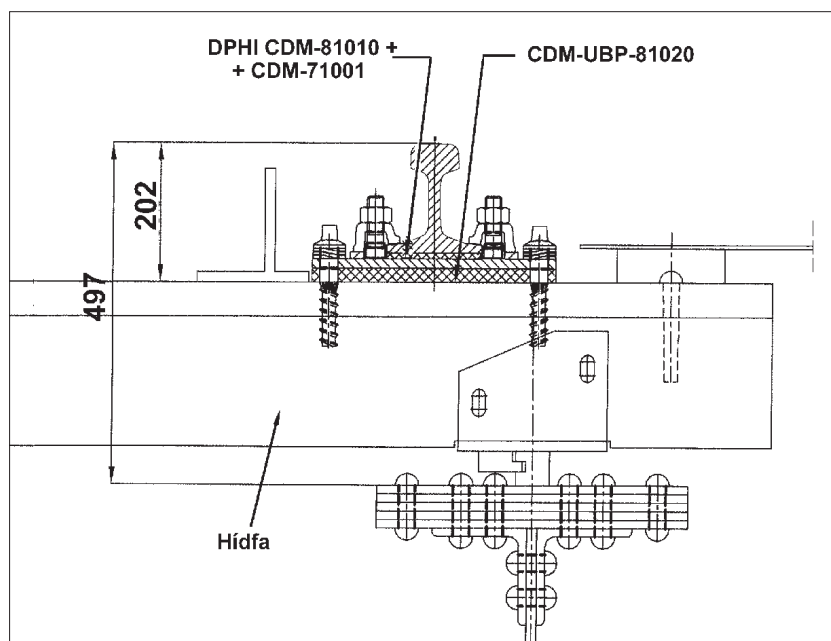
a tartószerkezetre jutó járműteher szempontjából előnyösebb, és egyúttal elmarad a keresztaljak főtartókhöz csavarokkal történő rögzítése. A hézag nélküli pálya mozdulatlan szakaszába eső, akár 40 métert meghaladó hosszúságú ilyen híd felett a vágány megszakítás(ok) nélkül átvezethető úgy, hogy – leszámítva a hídfák központosító szögacéljai és a központosító lécek közötti súrlódást – a hídszerkezet akadálytalanul dilatálhat.

A hazai gyakorlatban a nyíltpályás hidakon a vasúti vágány elsősorban hídfás kialakítású. Történtek próbálkozások vasbeton keresztaljak alkalmazására is, ezeken azonban külön gondot jelent a merev aljak rugalmas felfekvésének biztosítása az acélszerkezetre, valamint a keresztaljak rögzítése.

A *zártpályás hidak* acél, vasbeton, feszített vasbeton anyagúak lehetnek. Egyik nagy csoportjukat az jellemzi, hogy a *zúzottkő ágyazat átvezetésével* vannak kialakítva. Az ilyen megoldás előnye, hogy nem bontja meg a zúzottkő ágyazatú vágány szerkezeti homogenitását, a vágányról megfelelő elosztással jut a teher a hídszerkezetre, a vágány rugalmas alátámasztá-

Summary

The article summarizes the most important technical requirements and the different railway track superstructure solutions on bridges. It introduces the result of a steel bridge reconstruction, where the goal was to reach better sound and vibration damping. Article speaks about the solution in case of discrete fastening system and embedded rail system on steel and reinforced concrete bridges. There is a short chapter about the requirements of track superstructure on bridges, which are built on high speed lines. At the end the article deals with the different types of expansion joints.



1. ábra. A Budafoki úti hídon épített CDM-ISO-FERPONT megoldás

sú, jó a zaj- és vibrációcsökkentés. Ugyanakkor hátrány, hogy nagyobb a szerkezeti magasság és az önsúly, mint a nyíltpályás híd esetén. Gondot okozhat a nagygépes vágányszabályozás végrehajtása is. Meg kell oldani a zúzottkő anyag erőteljes aprózódással szembeni védelmét, és meg kell akadályozni az ágyazatnak a járműforgalomból adódó rezonancia miatti szétfolyását is, valamint az ágyazatot alátámasztó „teknő” víztelenítését, amely korróziós problémák forrása.

A zártpályás hidak másik nagy csoportját az *ágyazat átvezetése nélküli megoldások* jelentik. Egyik alcsoportjukat a *diszkrét sín-alátámasztású* megoldások adják. Ezek általában alátétlemezzel szerelt, komplett sínleerősítések. Az alátétlemez alatt előre gyártott rugalmas lemez (elasztomer) fekszik, vagy helyszíni alöntést alakítanak ki, s a lehorgonyzások is a helyszínen készülnek. Ahol a finomszabályozás miatt szükséges, ott a beton és az alátétlemez közötti magasságkülönbséget alálemezzel vagy (változó magasságú) habarcsalöntéssel egyenlítik ki. A megoldások bizonyos fokú szabadságot adnak a vágány megkívánt irány- és fekszintjellemzőinek kialakítása, a nyomtáv biztosítása érdekében. Ugyanilyen fontos szempont a fenntartási kérdések hatékony kezelése, a könnyen végrehajtható cserék kívánalma. A szerkezetek lehetőséget adnak olyan beavatkozásokra is, mint például az elasztomerek cseréje a sínalátámasztások rugóállandója értékének meg-

változtatása érdekében. Erre a fokozottabb zaj- és rezgéscsillapítási tulajdonságok érvényesítése miatt lehet szükség. További előny a hosszú (több évtizedes) élettartam, a megbízhatóan tartós fekvésgeometria, a kis karbantartási igény, a kis szerkezeti önsúly és magasság, a jó korrózióállóság, a kőborárammal szembeni tökéletes szigeteltség (elsősorban egyenáramú vontatásnál fontos szempont).

A diszkrét sín-alátámasztású megoldás úgy is kialakítható, hogy feszített beton-aljakra leköttött vágánymezőket helyezünk el irányra, magasságra, nyomtávra kiszabályozottan a híd felszerkezetére, majd a vágányt betonozással rögzítjük. Ez a megoldás a nagysebességű vasútvonalak merevlemez felépítményének kifejlesztése során született (például Rheda-rendszer).

A másik alcsoportot a *beágyazott sínekkel kialakított hidak* képezik. Ennek az Edilon rendszernek is nevezett megoldásnak a jellegzetessége, hogy nincsenek



1. kép. A DPHI CDM-81010 + CDM-71001 elasztomer

hagyományos értelemben vett sínleerősítő alkatrészek. A sínatorna kiöntő anyaga rögzíti a sínzálakat, s méretezéssel meghatározható paraméterek biztosítják a folyamatos sínalátámasztás és oldalmegtámasztás rugalmasságát.

Vasúti felépítményszerkezeti megoldások hídon

Akár új híd építéséről, akár meglévő hidak vasúti pályaszerkezetének átépítéséről van szó, a megoldások kialakítási szempontjai között sok az azonosság. A kis szerkezeti magasság és önsúly előny új építésnél is, de főleg olyan korszerűsítések esetében fontos, amelyek a sebesség emelése és/vagy a tengelyteher növelése miatt tartószerkezeti megerősítést is kívánnak. Lakott területeken, illetve azok közelében egészen magasfokú a zaj- és rezgéscsillapítási igény. Lényeges szempont a kivitelezés (építés-átépítés) gyors lebonyolíthatósága is.

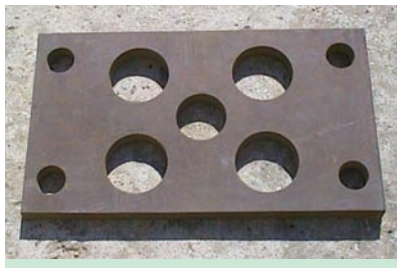
Az alábbi alfejezetekben néhány műszakilag érdekes példa bemutatása következik.

Hídfás felépítmény zaj- és rezgéscsillapított átépítése

A központosító léces, hídfás felépítménykialakítás nagy hátránya, hogy a sínek rugalmatlan alátámasztása miatt nagy a hídszerkezet dinamikus járműteher miatti igénybevétele, gyors a hídfák elhasználódása, sérülhet a gerendatartók felső övlemeze, nagy a környezetre gyakorolt zaj- és rezgés hatás.

A belga CDM nv/sa cég CDM-ISO-FERPONT rendszerű megoldásával 2001-ben épült át a Budapest-Ferencváros pu.–Budapest-Kelenföld pu. vonalszakasz 96/97 szelvényében lévő Budafoki úti híd önálló hídszerkezeten fekvő bal vágánya és csatlakozó szakasza. (Pályasebesség 80 km/h, ágyazatátvezetés nélküli, gerinclemezes, felsőpályás hídszerkezet, 2 × 16,6 méter támaszköz, híderendás, központosító léces megoldás, a hídfák távolsága 0,60 méter.) A híd a hézag nélküli kialakítású vágány mozdulatlan szakaszába esik, a hídszerkezet rövid hossza miatt dilatációs szerkezet nincs a vágányban. (Gyakorlatilag ez a projekt volt a Déli összekötő vasúti híd vágányátépítését megelőző ellenőrző próba.)

A felújítás vágányszerkezeti szempontból az átépítés előtti állapothoz képest csak a hídfák felső síkja felett okozott változást. A megoldás az 1. ábrán látható.



2. kép. A CDM-UBP-81020 elasztomer

Az 54 E1 rendszerű sínek megmaradtak csakúgy, mint az Sk1 3 rendszerű leerősítések. A CDM-ISO-FERPONT rendszerben a sinalátámasztások rugalmasságát két síkban beépítendő rugalmas lemezek biztosítják. A sántalp alá DPHI CDM-81010 + CDM-71001 kombinált rugalmas közbetét (1. kép), az alátétlemez alá pedig CDM-UBP-81020 rugalmas lemez (2. kép) épült be. A sántalp alatti elasztomer rugóállandója 35,0 kN/mm, a hídgerendán fekvőé pedig 30,3 kN/mm, a 18–68 kN terhelési tartományban húrmodulusként értelmezve.

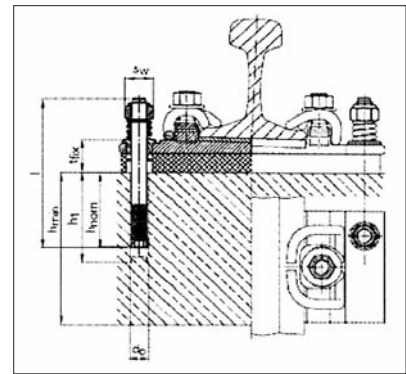
A csatlakozó, zúzottkő ágyazatban fekvő faaljas vágányban (10-10 db aljon) a hídhoz képest a különbség csak annyi volt, hogy az alsó elasztomer méretei a felette lévő alátétlemezéhez igazodnak,

s ezért – a rugóállandó megfelelőége miatt – a gyengítések (2. kép) területőszege eltért a hídfák feletti elasztomerek gyengítésétől (1., 2. kép).

A 2. ábra a zaj- és rezgésmérési helyeket mutatja. A mérések az átépítés előtt és után is megtörténtek, s az eredmények az alábbiakban foglalhatók össze.

Rezgésmérési eredmények

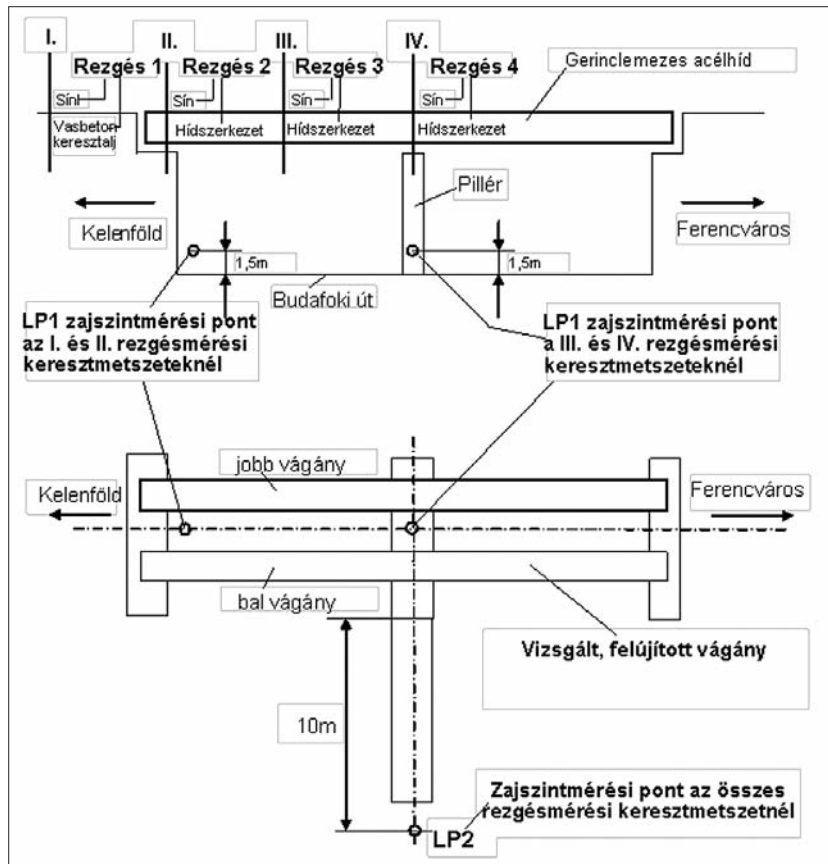
- II. rezgésmérési keresztmetszet: a híd kelenföldi hídfőjénél a rezgésyorsulás szintjének csökkenése a sín és a hídszerkezet között a vizsgált 16–1600 Hz frekvenciatartományban kb. 5–10 dB-t tett ki;
- III. rezgésmérési keresztmetszet: a hídon a hídfő és a pillér között nyílasközépen a rezgésyorsulás szintjének csökkenése a sín és a hídszerkezet között a vizsgált 16–1600 Hz frekvenciatartományban kb. 5–8 dB volt;
- IV. rezgésmérési keresztmetszet: a hídon a pillér felett a rezgésyorsulási szint csökkenése a sín és a hídszerkezet között a 16–50 Hz frekvenciatartományban 5–15 dB-re adódott (nagyobb mértékű változások a kisebb frekvenciáknál voltak), az 500–630 Hz frekvenciatartományban nem volt tapasztalható vál-



3. ábra. Hilti rendszerű leerősítés HRT horgonyokkal

tozás, a 630–1600 Hz frekvenciatartományban 5–15 dB mértékű javulást lehetett mérni (nagyobb mértékű változások a nagyobb frekvenciáknál adódtak).

A III–IV. rezgésmérési keresztmetszetekhez tartozó zajszintmérési eredmények egyértelműen tükrözték a 630 Hz feletti frekvenciatartományban a jelentős zajszintcsökkenést. A teljes sávú zajszintekre vonatkozóan meg lehetett állapítani, hogy a bal vágány hídszerkezetének mérésénél tapasztalt nagyobb vonatsebességek következtében fellépő nagyobb rezgésszinteket a mért zajszintek csak kisebb mértékben követték.



2. ábra. Zaj- és rezgésmérési helyek

Zárpályás vasbeton híd diszkrét sinalátámasztással

A diszkrét sinalátámasztásoknál az ékesbordás acél alátétlemez rögzítő horgonyok fogják le a vasbeton lemezhez. Az alátétlemez alá az alátámasztás rugalmasságát adó anyag kerül. Ez lehet előre gyártott elasztomer vagy helyszíni kiöntésű anyag. A réteg rugalmas tulajdonságait úgy alakítják ki, hogy a terhelő erő nagyságának megfelelő összenyomódást szenvedjen el. A magasabb rugóállandójú rugalmas lemez vagy alóntés összenyomódása ugyanazon teher alatt kisebb, mintha a lágyabb kialakítást jelentő kisebb rugóállandóval rendelkezne. Ezért fontos a pályaparaméterek (tengelyteher, sebesség, alátámasztások távolsága), a szerkezeti megoldások és a rugalmas alátámasztás rugóállandójának összhangját megteremteni. A járműkerék alátámasztási pont feletti áthaladásakor a réteg rugalmasan összenyomódik, majd visszarugózik, ezzel együtt az alátétlemez felemelkedik, amit az alátétlemez fölé, a horgonyszárra szerelt rugó szabályoz, azaz a lefogásnak „felülről való rugalmasságot” biztosít. A sínszalat rugalmas leszorítók fog-

Lehorgonyzás típusa *	Elasztomer t (mm)**	Közúti vasút Q = 150 kN	Metró Q = 180 kN	Nagyvasút Q = 225 kN	
		V _{max}	70 km/h	80 km/h	80 km/h
HRA M22x220a M22x220b M22x270 M22x310	10	○	○	○	○
	20	○	○	○	○
	30	○	○	○	○
HRC M22x215	10	○	○	○	○
	20	○	○	○	○
	30	○	○	○	○
HRC-DB M22x225	10 +26 mm alálemezelés vagy aláöntés	○	○	○	○
HRT M22x215	10	○			
	20	○			
	30	○			
HRT-WH M22x200	10	○	○	○	○
Alkalmazási feltétel	R _{min} (V _{max})***	70 m (25 km/h)	200 m (60 km/h)	350 m (80 km/h)	3000 m
	Sínalátámasztások távolság(max.)	750 mm	750 mm	700 mm	650 mm

* Az alátétlemez (alátámasztás) kialakítása: ○ és ● = a lehorgonyzások száma alátámasztásonként
** Az elasztomer rugalmassága: t = 10mm -> c = 20-30 kN/mm
t = 20mm -> c = 10-20 kN/mm
t = 30mm -> c = 5-10 kN/mm
*** Javasolt sebesség: V_{max} a túlelérés és a szabad oldalgyorsulás megengedett értékének függvénye

4. ábra. A Hilti rendszerű leerősítések választéka

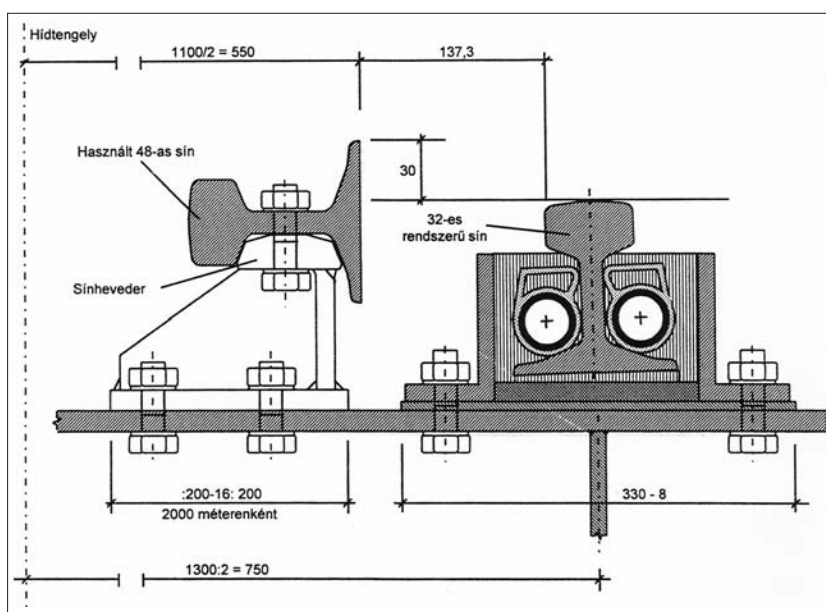
ják le, a sínalaplatt pedig Neoprén közbetét fekszik.

Ilyen megoldás a 3. ábrán látható kialakítás is. A lehorgonyzás Hilti, a rugalmas alátétlemez pedig Getzner gyártmányú.

A Hilti cég öt különféle lehorgonyzás-típust ajánl használatra, amelyek közül a választás az adott vasúti pálya meghatározó paraméterei és a sínalátámasztással

szemben zaj- és rezgéscillapítási okokból megfogalmazott rugalmasság szerint történik. Ez utóbbi alapján 10, 20, 30 milliméter vastag elasztomer használható, ezek statikus rugóállandója (c) úgy csökken, ahogyan az elasztomer vastagsága (t) nő:

- t = 10 mm c = 20–30 kN/mm
- t = 20 mm c = 10–20 kN/mm
- t = 30 mm c = 5–10 kN/mm



5. ábra. Kiöntött síncsatornás felépítmény acélhídon

Ahol fokozott a zaj- és rezgéscillapítási követelmény, ott 5–10 kN/mm statikus rugóállandójú elasztomer kell alkalmazni.

A hazai paramétereknek megfelelő, a választás alapjául szolgáló adatokat – a Hilti cég javaslata alapján – a 4. ábra foglalja össze.

A Hilti horgonyok fém elemeinek (anyacsavar, rugó, horgonyszár) felületeit a korrózióvédelem érdekében cinkkel futtatják be, 10 µm vastagságban. Ha a cinkbevonatú horgonyokra védősapkát húznak, akkor normál körülmények között 40 évre, erősen korrózív környezetben 25 évre növekszik a lehorgonyzások élettartama.

Folyamatos, rugalmas sín-alátámasztású, beagyazott sínekkel kialakított vágány

Ez, a röviden kiöntött síncsatornás felépítménynek is nevezett megoldás vasbeton és acélhídon egyaránt alkalmazható. A hid vasbeton lemezében vagy az ortotróp acél pályalemezen síncsatornákat alakítanak ki, s ezekben helyezik el a nyomtávra, síndőlésre, irányra és magasságra kiszabályozott sínszalakat, majd az egész síncsatornát (a nyomkarima számára szükséges hely biztosításával) rugalmas anyaggal kiöntik. A sínkamráknál, hogy a kiöntőanyag mennyiségét csökkentsek, előre gyártott profilelemeket vagy PVC-csőveket helyeznek el takarékküregként. A sínszalakat a kiöntőanyag rögzíti minden értelemben, így külön leerősítésekre nincs szükség.

A megoldás előnyei az alábbiak:

- hatékony zaj- és rezgéscillapítás, a rezgés-híd tökéletes megszakítása révén,
 - alacsony szerkezeti magasság és önsúly,
 - alacsony fenntartási igény,
 - gyors és gazdaságos építhetőség.
- Ezekon felül még további vasúti pályaszerkezeti előnyök is felsorolhatók:
- gondos építéssel kiváló és tartós vágánygeometria érhető el,
 - dinamikai szempontból a pálya viselkedése egyenletes,
 - a sínszalak függőleges és hosszirányú folytonos alá- és oldaltámasztásának rugalmassága pontosan tervezhető érték, a kiöntőanyag fajtája és vastagságának megválasztása révén,
 - kedvező a sínszal igénybevétele a folytonos alá- és oldaltámasztás miatt,
 - nincs oldalirányú kivetődésveszély,
 - a sínszal villamos szigetelése megfelelő,
 - létezik beöntött síncsatornás dilatációs szerkezet.



6. ábra. Silent Bridge hídszerkezet

A kiöntött síncsatornás felépítmény acélhídon történő alkalmazására az 5. ábra mutat példát.

Meglévő híd átépítések során történő alkalmazásánál hátrány, hogy az ortotróp acéllemezen utólagos átalakításokra van szükség a síncsatorna falának lefogása és a terelőelem rögzítése miatt. A keresztirányú vízkivezetés miatt helyenként pedig meg kell szakítani a síncsatornát.

Az acélhidak zajhatása több forrásból származik. Az acélsíneken gördülő acélkerekek az emberi fül számára sokszor igen kellemetlen, ún. *elsődleges zajokat* okoznak, s ezeket, a négy gerjesztési oknak megfelelően, négy csoportba soroljuk:

- *gördülési zaj:* ezt a zajt a gördülő kerék okozza az egyenes, illesztés nélküli sínszálon;
- *ütközési zaj:* a keréknek pontszerű sínfolytonossági hiányon (például kitérőn, átszelésen, síndilatációs szerkezeten) történő áthaladásakor keletkezik (lökterésszerű zaj és a gördülési zajnál is erőteljesebb);
- *ívben ébredő zaj:* meglehetősen magas hangszínezetű, csikorgó zaj az 500–2500 Hz tartományban;
- *fékezési zaj.*

Dr. Horvát Ferenc (55) főiskolai tanár a győri Széchenyi István Egyetem (és jogelődjei) oktatója 1975 – az intézmény Győrbe költözése – óta. A gyakorlatban művelt főbb szakmai területei: vasúti pálya- és állomástervezés, felépítményi szerkezetek, vágánydiagnosztika. Oktatói munkája mellett szakterületével kapcsolatban jelentős kutatómunkát végzett. Több szakkönyv szerzője, számtalan elméleti és gyakorlati szempontból kiemelkedő cikket és tanulmányt írt. A tudományos konferenciák kedvelt és elismert előadója.

Végül meg kell említeni a hídról lesugárzó testhangot, ez a *másodlagos zajhatás*.

Az acélszerkezetű, ágyazatátvezetés nélküli hidak mindig lényegesen zajosabb szakaszai a vasúti pályának, mint a hagyományos kialakítású pályaszakaszok. Korábbi ORE nagyvasúti mérések eredményei szerint nyíltvonalakon a hagyományos hídszerkezetek az 1000 Hz alatti tartományban 2–11 dB (A) zajszintnövekedést jelentenek az alépítményen fekvő, ágyazattal kialakított vágányhoz képest. A zajcsökkentés viszkoeasztikus anyagoknak azon pontokon-rétegekben történő alkalmazásával lehetséges, ahol a rezgési amplitúdó a legnagyobb. A pályaszerkezetekben alkalmazott rugalmas anyagokkal általában 3–10 dB (A) mértékű zajcsökkentés valósítható meg.

Az Edilon rendszerű vágánnyal megalakított Silent Bridge („csendes híd”) azért különösen érdekes, mert még a normál zúzottkő ágyazatú pályánál is kisebb a zajhatása (6. ábra). A megoldás a Silent Bridge Group, a Holland Railconsult, az edilon)(sedra és a Heerema cégek közös fejlesztése. Mára már több mint ötven ilyen szerkezetű híd épült Hollandiában, Írországból, Portugáliában és Svédországból. A híd kialakítását optimalizálták, a szerkezetet egyetlen darabban emelik a helyére. A sín alatti vastag tartó kedvezően rezgéscsillapító. A zajhatás csökkenthető a szerkezeti magasság és a vízszintes szerkezeti lemezek vastagságának helyes megválasztásával. A sín Edilon Corkelast anyaggal rugalmasan ágyazott, aminek következtében a hídszerkezetbe jutó rezgések nagysága csökken. A gördülési zajhatást az mérsékli, hogy a sínben ébredő rezgésszint csillapított, és a sín akusztikailag bezárt.

Az anyagköltségek kb. 10 százalékkal magasabbak a hagyományos tartószerkezettel kialakított acélhídhöz képest, de a

kétféle híd építési költségei azonosak. Ezt az egyszerű szerkezettel és az „integrált terelőelem” megoldással érték el. Előny a relatíve rövid építési idő, az elérhető nagy előregyártási fok révén. A karbantartási költségek lényegesen alacsonyabbak, mint egy hagyományos acélhíd esetében.

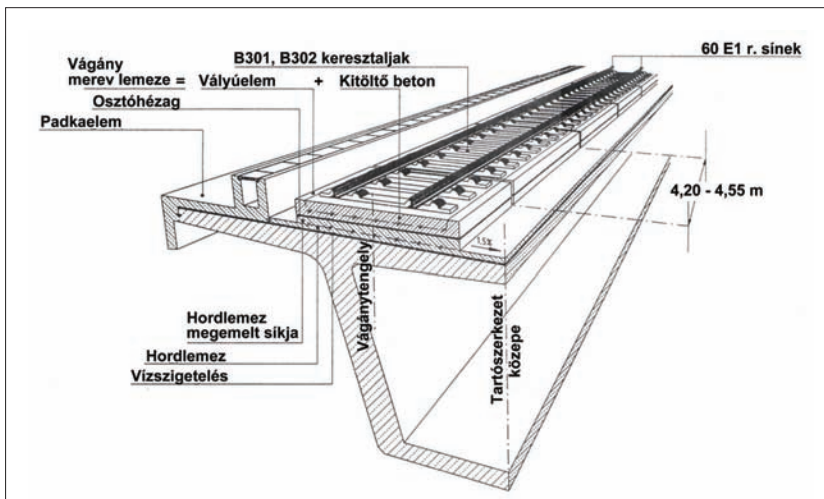
Az átépítés előtti és utáni zajmérések eredményei alapján a Tilburgban (Hollandia), a Cecilien út felett épült Silent Bridge szerkezeten a zajszint csökkenése (frekvenciától függően) a 12 dB (A) értéket is elérte.

Nagysebességű, merevlemez vasúti pályák átvezetése hídon

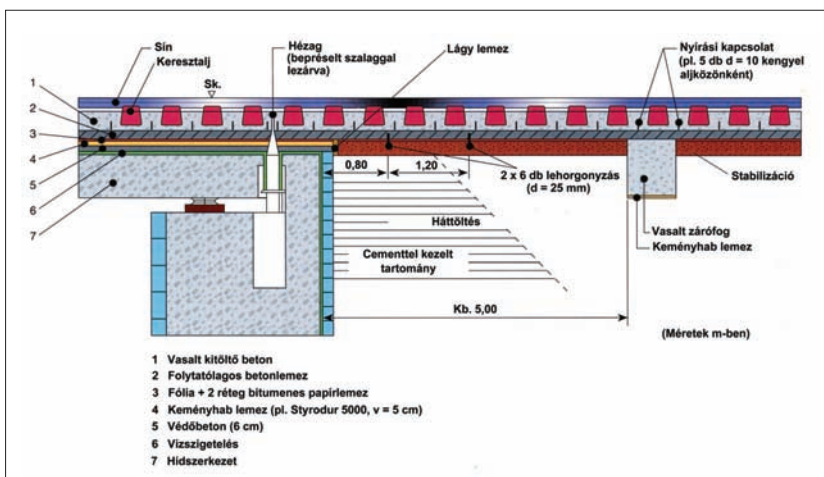
A nagysebességű vasutak ($V \geq 200$ km/h) vonalvezetése a nagy sugarak és kis emelkedők alkalmazása miatt egyre inkább elszakad a tereptől, a pályák hosszú szakaszai hidakra vagy alagutakba kerülnek. Ezt követeli meg a környezetvédelem is (a tájba való legkevésbé zavaró beavatkozás igénye) és a lakott területeken, illetve azok közelében a beépítettségéből, illetve a zaj- és rezgéscsillapítási igényből fakadó kötöttségek. A nagysebességű forgalom utazásikömfort-igénye, a drága és időigényes szabályozási munkák elhagyhatósága, azaz a hosszú távon tartós vágánygeometria igénye újabb indok volt, hogy megszülessen és azóta is folyamatosan fejlődjen a merevlemez felépítmények családja.

A merevlemez (németül Feste Fahrbahn = FF) rendszerek hidakon történő átvezetése műszaki feladatok megoldásának egész sorát jelenti. Ezek alapján lehet eldönteni, hogy a folyópálya merevlemez megoldását a hídon változtatás nélkül át lehet-e vezetni? A merevlemez felépítménytől a DB (Deutsche Bahn) legalább 60 év üzemi élettartamot vár el. Hidak esetében megköveteli, hogy a nemkívánatos süllyedések megfelelő alapozási móddal ki legyenek zárva. Figyelembe kell venni a járműteherből és a hőmérsékletváltozásból származó hídfelszerkezeti hosszirányú mozgásokat, valamint a feszített vasbeton anyagú tartószerkezet kúszása és zsugorodása miatti, illetve az alátámasztások feletti tartóvégék elfordulása miatti alakváltozásokat.

A merevlemez felépítmény fekvési pontosságával gond lehet a feszített vasbeton tartószerkezet kúszása és zsugorodása miatt kialakuló felboltozódás következtében, ezért ilyen hidakon a fel-



7. ábra. Hosszú hidakon alkalmazott Rheda-rendszerű pályakialakítás



8. ábra. A hídhoz csatlakozó átmeneti szakasz kialakítása

építmény csak ezeknek a jelenségeknek a lecsengése után építhető meg. A maradó különbségek magassági szabályozással egyenlíthetők ki.

Merevlemez felépítmény alkalmazása esetén különbség van a rövid (25 métert nem haladó hosszúságú) hidak, illetve a hosszú hidak között. Rövid hidaknál nem kell erőátadó kapcsolatot létesíteni a vágány merev lemeze és a hídszerkezet között, minden hosszirányú erőt a sínek kell felvennie. A járműteher és a hőmérséklet-változás miatt a sínek és a híd tartószerkezete között fellépő vízszintes síkú mozgásokat az alábbi módok valamelyikével lehet biztosítani:

- a mozgásokat csökkentett szorító hatású leerősítésekkel lehet biztosítani, ha az aljak a híd tartószerkezetéhez fixen vannak rögzítve, vagy alj nélküli kialakítás esetén az alátétlemezek közvetlenül a híd pályalemezébe horgonyoztak;

- a hídszerkezet a vágány merev lemeze alatt hosszirányban szabadon elmozdulhat (Züblin-rendszer, egyszerűsített Rheda-rendszer);
- a vágány aszfalt vagy beton hordrétegén szabadon elmozdulhat (gerendatartók esetén 10 méter, keretszerkezetek esetén 20 méter támaszközig alkalmazható megoldás);
- kiöntött síncsatornás felépítménynél a sínek a tartószerkezettel összekapcsoltak, ezért már viszonylag kis támaszköz (15 métertől) esetén is szükség van dilatációs szerkezet alkalmazására.

A 25 méternél hosszabb hidak pályakialakításának koncepcióját a 7. ábra mutatja. A sínek folytonosan haladnak végig a hídon. A leerősítések csökkentett szorítóhatásúak (például módosított Ioarv 300 leerősítés), ami kicsiny hosszirányú eltolási ellenállást eredményez. A merevlemez kb. 4,5 méter hosszú szakaszokra

osztottak, és fogakkal kapaszkodnak a hordlemez megemelt síkjához. Tehát a pályalemez és a hídszerkezet között erőátadó kapcsolat van.

A hídon kialakított merevlemez felépítmény és a földanyagú alépítmény, illetve a merevlemez felépítmény és a zúzottkő ágyazatú felépítmény között a kiegyenlítő alátámasztási rugalmasságkülönbség és az esetlegesen fellépő süllyedéskülönbségek miatt átmeneti szakaszt kell kialakítani (8. ábra). Cementkötésű, ék alakú háttöltés készül, ami teherelosztó úszólemezzel is kiegészíthető. A merevlemez – zúzottkő ágyazatú felépítményátmenetnél 10 méter hosszán a zúzottkő alatt hidraulikus kötésű teherelviselő réteg épül. Kiegészítő intézkedés lehet az ágyazatragasztás is az átmeneti szakaszon.

A mozgó saru feletti végén a hídszerkezet a hőmérséklet-változás miatt hosszmozgást végez, ehhez hozzáadódik még a teher alatti lehajlásból származó mozgás, amit a kialakítással kezelni kell. Követelmény a merevlemez felépítmény megszakítása is, hogy a hídsaru cseréje – a híd megemelésével – végrehajtható legyen. Fontos a kialakított hézag befolyó vizektől való védelme.

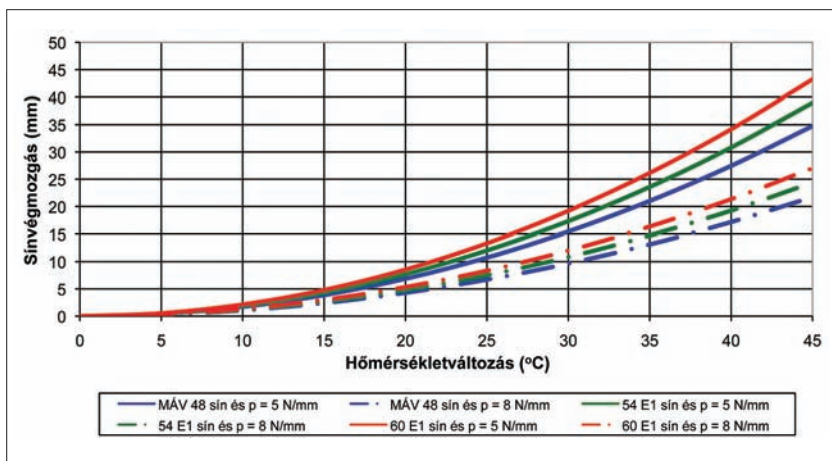
Síndilatációs szerkezetek

Amennyiben mód van rá, a síndilatációs szerkezetek alkalmazását kerülni kell. Ezek nemcsak drága szerkezetek, hanem megszakítják a sínszalag folytonosságát, és többletkarbantartást is igényelnek. Elhagyásuk azonban csak akkor lehetséges, ha a hídon átvezetett vasúti felépítmény úgy alakítható ki, hogy az a híd hőmozgását káros mértékben nem akadályozza.

A síndilatációs szerkezet(ek) szükségességét a híd anyaga, dilatáló hossza, a fix és a mozgó saru helyzete, a hídon, valamint a csatlakozó pályaszakaszon alkalmazott felépítmény kialakítása, viselkedése határozza meg.

A síndilatációs szerkezet alkalmazásának szükségességét eldöntő és a szükséges nyitást meghatározó számításokhoz az MSZ-07-2306 T szabvány 2.1.4. és 2.2.3.2. pontjai alapján az alábbi értékek használhatók fel:

- a híd feltételezett építési hőmérséklete: +10 °C
- az egyenletes hőmérséklet-változás teljes értéke



9. ábra. A sínvégmovement értékei a hőmérséklet függvényében

- acélhíd és ösvértartós hídszerkezetekre ± 35 °C
- vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezetekre ± 25 °C
- a hőtágulási együtthatók (α):
 - acélhíd és ösvértartós hídszerkezetekre 0,000012 1/°C
 - vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezetekre 0,000010 1/°C

Hézag nélküli pálya esetén a híd fix sarujánál beépített szerkezettel csak a csatlakozó folyópálya dilatációs mozgásait kell kiegyenlíteni, hiszen a hídszerkezet a mozgó saru felé dilatál. A zúzottkő ágyazatú csatlakozó folyópályában kialakuló maximális sínvégmovement értéket a sín keresztmetszeti területe, az egy sínzálra jutó hosszirányú ágyazati ellenállás és a kialakuló maximális sín hőmérséklet-vál-

tozás határozza meg. Kiszámításának összefüggése:

$$\Delta z = \alpha \cdot \frac{\alpha E A \Delta t}{p} \cdot \Delta t - \frac{p \cdot (\alpha E A \Delta t)^2}{2 \cdot E \cdot A} = \frac{\alpha^2 \cdot E \cdot A}{2p} \cdot \Delta t^2$$

ahol α = lineáris hőtágulási együttható (1/°C)

E = sínacél rugalmassági modulusa (N/mm²)

A = sínzál keresztmetszeti területe (mm²)

p = ágyazat egy sínzálra eső hosszirányú ellenállása (N/mm)

Δt = sín hőmérsékletének változása (°C)

A 9. ábra eltérő sínrendszerekre és két-féle hosszirányú ágyazat-ellenállási értékre mutatja meg a sínvégmovement nagyságát

a sín hőmérséklet $\Delta t = 45$ °C nagyságú változásának függvényében. A teljes mozgási tartomány 90 °C hőmérséklet-változás esetén, közepes nagyságú (5 N/mm/sín) hosszirányú ágyazati ellenállás figyelembevételével 60 E1 r. sínre 86,4 mm, 54 E1 r. sínre 78,0 mm és MÁV 48 r. sínre 69,5 mm. A síndilatációs szerkezet szükséges maximális egyirányú mozgása még a szerkezet beállítási hőmérsékletétől és beállítási értékétől is függ.

A következő eset az, amikor a síndilatációs szerkezettel csak a hídszerkezet dilatációs mozgásait kell kiegyenlíteni. Ez például akkor fordul elő, amikor közös pilléren a megelőző hídszerkezet mozgó és a követő hídszerkezet fix saruja található.

A lineáris hőtágulás alapösszefüggése segítségével számítható a hídhossz függvényében a hídszerkezet dilatációs mozgásának nagysága:

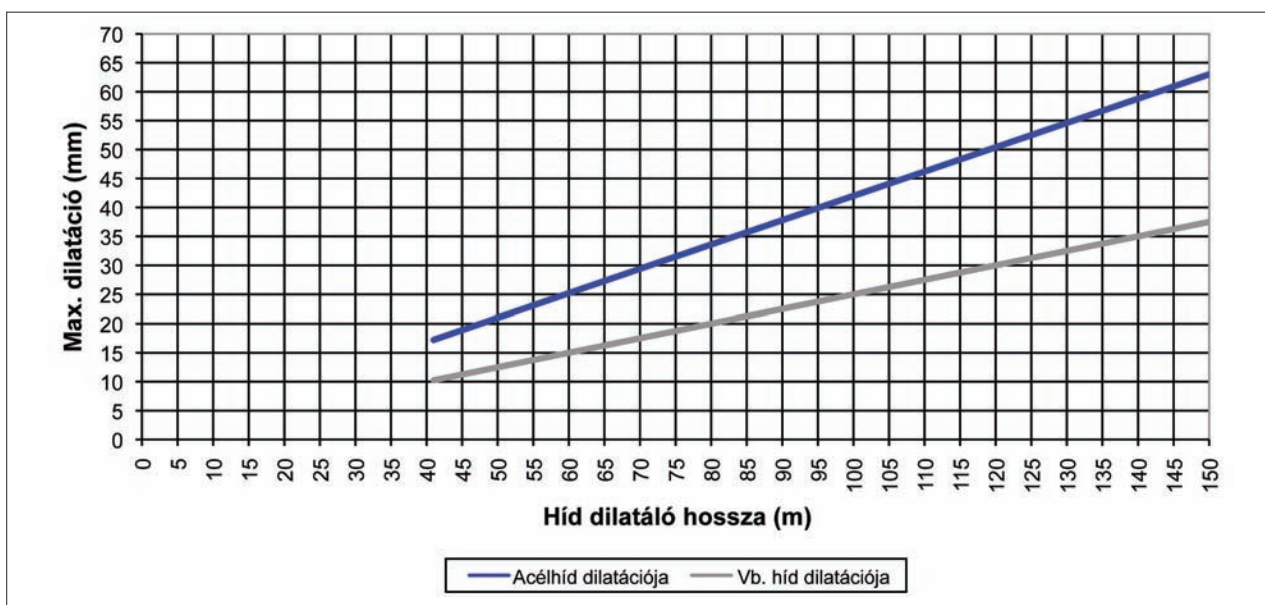
$$\Delta \ell = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

ahol L = dilatáló hídhossz (m)

Acélhíd (± 35 °C), illetve vasbeton híd (± 25 °C) $L = 150$ m dilatáló hosszra számított értékeket mutat a 10. ábra.

A síndilatációs szerkezet szükséges maximális egyirányú mozgása a fentiek szerint egyszerűen számítható.

Ha a hídszerkezet mozgó sarus végénél csak egy síndilatációs szerkezetet alkalmazunk, akkor annak fel kell vennie a hídszerkezet és a folyópálya dilatációs mozgásának összegét. Hézag nélküli kialakítású,



10. ábra. Acél-, illetve vasbeton híd dilatációs mozgásának nagysága – a sínvégmovement értékei a hőmérséklet függvényében



3. kép. Nagynyitású, VM rendszerű síndilatációs készülék a nagyrákosi völgyhídnál

zúzottkő ágyazatos felépítményű folyópálya esetén a híd előtti megszakításnál a szélső hőmérsékletre tartozó legnagyobb sínvégmegmozgás, a sínrendszertől függően, közepes (5 N/mm/sín) hosszirányú ágyazati ellenállást feltételezve 34,7–43,2 milliméter. Ehhez adódik hozzá a síndilatációs készülékkel ellátandó híd hosszúsága függvényében a legnagyobb hőmérséklet-változáshoz tartozó dilatációs mozgás értéke.

A vasúti pálya és a híd dilatációs mozgásának összege kisebb kell hogy legyen, mint az alkalmazandó síndilatációs szerkezetre megadott maximális egyirányú mozgás értéke. Ha ez nem teljesül, akkor a hídszerkezeten elhelyezett síndilatációs szerkezet közelében, a folyópályában (ikerkészülékként) egy újabb síndilatációt is el kell helyezni, vagy ikerdilatációs szerkezetet kell alkalmazni.

Kiegészítő megoldással (például ágyazatragasztással) a csatlakozó pályában az ágyazat hosszirányú ellenállása jelentősen növelhető, ami által a síndilatációs készülék szükséges egyirányú mozgásának értéke csökkenthető. Ehhez azonban a hosszirányú ágyazat-ellenállás tényleges értékét hitelesen ismerni kell.

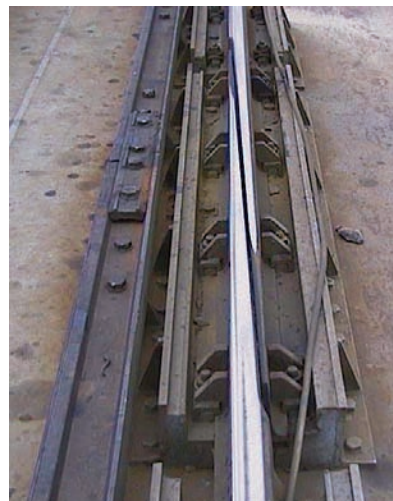
Nagynyitású, VM rendszerű síndilatációs és VM-D rendszerű iker-síndilatációs készülék

A nagynyitású, VM rendszerű síndilatációs készülék $V \leq 160$ km/h sebességű, $Q = 225$ kN statikus tengelyterhelésű vágányba építhető be. A készülék névleges nyitása ± 200 mm. A síndilatációs készülék gyári ívesítéssel $R_{\min} = 1600$ m legkisebb sugarú íves vágányba építhető be. Az áttervezéssel biztosítható legkisebb ívesítési sugar 600 méter. Leköthető fa-, illetve

beton keresztaljakra is. A fősín és megvezetésének célszerű kialakításával, valamint az erősítő sínek számának növelésével a névleges nyitás (a működési elv változatlansága mellett) áttervezéssel ± 600 milliméterig növelhető. A VM rendszerű síndilatációs készüléket 60 rendszerű kivitelben gyártják. Hossza névleges középállásban 13 000 milliméter.

A síndilatációs készülék egy pár fixen leköttött (álló) síncsúcsból és a hozzájuk illeszkedő, hosszirányban elmozduló (dilatáló) egy pár fősínből áll. A fősínek szabad vége a vágánytengelyhez képest kifelé hajlik, míg a csúcs hegye felőli vége a dilatációs mozgást végző pályaszakaszhoz csatlakozik. A síndilatációs készülék alapkivitelben mindig a hídra kerül, zúzottkő ágyazatba (3. kép).

Amennyiben a készülék hézag nélküli pályát szakít meg, akkor a fősín csatlakozik a hézag nélküli pályához, így az a léleg-



4. kép. Wisselbouw Nederland bv gyártotta beágyazott, 54 rendszerű síndilatációs készülék vb. hídon

ző szakasz mozgását is képes kiegyenlíteni. Ha a hídfő előtti és a hídon lévő pálya egyaránt hézag nélküli, akkor a fősín a hídfő előtti pályaszakaszhoz csatlakozik. Ha a híd több, dilatációs hézaggal megszakított hídrészből tevődik össze, akkor a fősín a hosszabb hídrész sínmezőjéhez csatlakozik.

Ha valamilyen okból síndilatációs készülék a hídon nem helyezhető el, de a dilatációs mozgás mértéke nagynyitású készüléket kíván, akkor 60 rendszerű, VM-D típusú iker-síndilatációs készüléket kell beépíteni. Ilyen épült a zalaegerszegi deltavágányban a Zala-hídnál. A készülék hossza névleges középállásban 21 024 milliméter. A hídfőn elhelyezkedő berendezésben egy pár fixen leköttött, mindkét végén csúcsban végződő síncsúcs mellé simul a mozgást végző két pár fősín. Az egyik fősínpár vége átnyúlik a híd dilatációs hézaga fölött a hídra, és a hídon lévő sínekhez csatlakozik. A fix síncsúcs ellenkező végéhez simuló fősínpár a pályához csatlakozik. Így az iker síncsúcsokkal a két pár kényszerpályán mozgó fősín egy-egy külön-külön működő dilatációs készülékként épül fel. A pálya felőli lélegző mozgásokat az egyik készülékrész, a híd felőli dilatációs mozgást a másik (hídközei) készülékrész veszi fel, illetve egyenlíti ki.

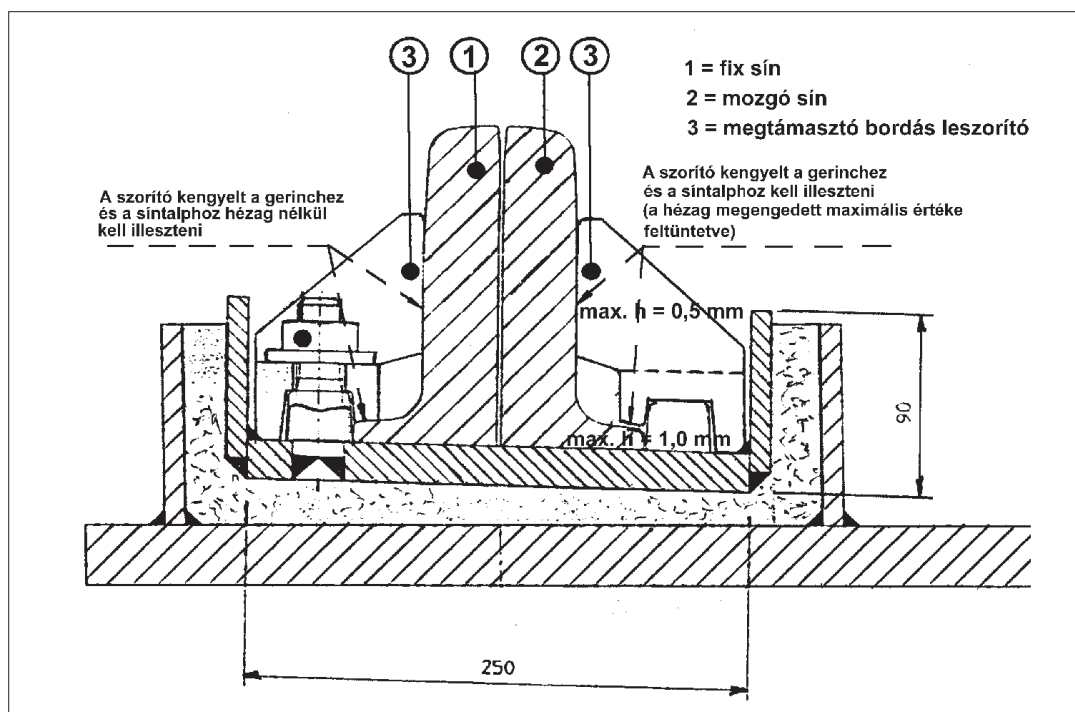
Ha a hídon, illetve a csatlakozó pályában eltérő ágyazású (rugalmasságú) a sín alátámasztása, úgy a hídfőn átmeneti szakaszt kell kialakítani.

Csökkentett szorító hatású leerősítéssel szerelt Csilléry-féle síndilatációs szerkezet

Ez a szerkezet Edilon típusú felépítményrelel rendelkező hidaknál alkalmazható, adott dilatáló hosszig. A szerkezetben mindkét csúcs csökkentett szorító hatású Skl U12 leszorító rugókkal van rögzítve. Mivel a megoldás mindkét oldalon biztosítja a csúcsok elmozdulását, így a mozgó saruval rendelkező oldalon beépített szerkezet a csatlakozó hézag nélküli pálya lélegző mozgását és a híd mozgását egyaránt fel tudja venni. Ezzel az ikerbeépítésű síndilatációs készülék kiváltható.

A csökkentett szorító hatású leerősítéssel szerelt Csilléry-féle síndilatációs szerkezet

- acélhid esetén
 - 54 E1 r. csatlakozó felépítmény esetén $L = 64$ m,
 - 60 E1 r. csatlakozó felépítmény esetén $L = 53$ m,



11. ábra.
A készülék
metszete

- vasbeton híd esetén
 - 54 E1 r. csatlakozó felépítmény esetén $L = 88$ m,
 - 60 E1 r. csatlakozó felépítmény esetén $L = 72$ m
 dilatáló hídhosszig alkalmazható.

A Wisselbouw Nederland bv által gyártott, 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs készülék

Az 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs szerkezet (4. kép) $V \leq 120$ km/h sebességű és $Q = 225$ kN maximális statikus tengelyterhelésű vasúti pályákba építhető be. Változtatás nélkül alkalmazható $R \geq 1000$ méter sugarú ívekben, ennél kisebb sugarú beépítés esetén a szerkezetet gyárilag ívbe kell hajlítani.

A síndilatációs készülék csak a beágyazott felépítményszerkezettel épített híd végén helyezhető el, a csatlakozó folyópályában nem. Ezt a tényt már a hídszerkezet kialakításánál, az építési vagy a felújítási terv készítése során figyelembe kell venni, hiszen a dilatációs szerkezet speciális acélcsatornába kerül (11. ábra). A négy részből álló csatorna teljes hossza 4290 milliméter.

A VA 50 típusú kiöntőanyaggal készített Edilon rendszerű felépítmény esetében 10 méter dilatáló hosszat meghaladó híd esetében a mozgó saru felőli oldalon síndilatációs készülék beépítése szükséges, a kiöntőanyag és a csatorna fala közötti kötés megszakadásának elkerülése érdekében. A VA 60 típusú kiöntőanyaggal ké-

szített Edilon rendszerű felépítmény esetében acélhidnál 14 méter, míg vasbeton hidnál 20 méter dilatáló hossz meghaladásakor kell a mozgó saru felőli oldalon síndilatációs készüléket beépíteni.

Ha az 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs készüléknek csak a folyópálya dilatációs mozgásait kell kiegyenlítenie (alkalmazás a fix saru felett), akkor a híd dilatáló hosszára való tekintet nélkül beépíthető.

Ha az 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs készüléknek csak a hídszerkezet dilatációs mozgásait kell kiegyenlítenie, akkor

- acélszerkezetű és öszvértartós híd esetében maximum 128 méter,
- vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezet esetén maximum 215 méter lehet a dilatáló hídszerkezeti hossz.

Acélhidak és öszvértartók esetén, amikor a hídszerkezet és a csatlakozó zúzottkő ágyazatos, hézag nélküli pálya együttes dilatációs mozgásait kell kiegyenlítenie, a hídszerkezeten elhelyezett beágyazott síndilatációs szerkezet közelében, a folyópályában egy Csillery-féle szerkezetet is el kell helyezni. Azonban ebben az esetben sem lehet a dilatáló acél hídszerkezet, öszvértartó 128 méternél hosszabb.

Vasbeton és feszített vasbeton hidak esetén 60 méter hídhosszig elég egy darab beágyazott síndilatációs szerkezetet elhelyezni a mozgó saru fölött, a híd és a csatlakozó zúzottkő ágyazatos, hézag nélküli pálya együttes dilatációs mozgásának fel-

vételére. Ezt meghaladó hídhossznál a hídszerkezeten elhelyezett beágyazott síndilatációs szerkezet közelében, a folyópályában egy Csillery-féle szerkezetet is el kell helyezni. Azonban ebben az esetben sem lehet a dilatáló vasbeton, feszített vasbeton hídszerkezet 215 méternél hosszabb. ◀

Irodalomjegyzék

512-175. sz. Hazai megfelelőségigazolás ágyazatátvezetés nélküli, hídfás vasúti acélhidak vágányaiban, valamint zúzottkő ágyazatban fekvő faaljas vágányokban CDM-ISO-FERPONT rendszerű zaj- és rezgéscsillapító ágyazás kialakítására. Széchenyi István Főiskola, Győr, 2001. 10. 15., 108 p.

Korszerű vasút – Korszerű vasúttechnika. Vasútépítés és pályafenntartás II. kötet. MÁV Rt., Budapest, 1999, 253 p.

Oostermeier, K., van der Horst, H. és Paanakker, B. „Gräuscharme Stahlbrücken“, Der Eisenbahningenieur, 2003. évi 4. szám, pp. 44–46.

Feste Fahrbahn, Hestra-Verlag. Darmstadt, 1997, 114. p.

512-135. sz. Hazai megfelelőségigazolás az utrecht Wisselbouw Nederland bv által gyártott, Edilon típusú felépítményhez használható, 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs készülékre. Széchenyi István Főiskola, Győr, 2000. 07. 20., 52. p.

512-135/K sz. Kiegészítő nyilatkozat az utrecht Wisselbouw Nederland bv által gyártott, Edilon típusú felépítményhez használható, 54 rendszerű, beágyazott síndilatációs készülék hazai megfelelőségigazolásához. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2003. 05. 26., 23. p.

In memoriam Sárkány László

(1949–2001)

*Látjátok feleim,
egyszerre meghalt /
és itt hagyott minket
magunkra. Megcsalt. /
Ismertük őt. Nem volt
nagy és kiváló, /
csak szív, a mi szívünkhöz
közel álló.*

Kosztolányi Dezső: Halotti beszéd

Ebben az évben ünnepel-
nénk Sárkány László
osztályvezető születésé-
nek 60. évfordulóját.

Tragikus hirtelenséggel,
fájdalmasan fiatalon érte a halál
2001. május 17-én.

Vasutascsaládba született 1949.
február 27-én. Pályafenntartási
technikusként 1967-ben kezdte
vasúti szolgálatát Szegeden.

A kötelező katonai szolgálat
letöltése után pályafenntartási,
épület- és hídfenntartási terüle-
ten alapozta meg azt a szakmai
és gyakorlati tudást, amely – ki-
váló emberi karakterével páro-
sulva – egész későbbi életvitelét
meghatározta. Győrben szerzett
üzemmérnöki oklevelet, majd
vonalbiztosi, osztályvezetői
beosztással ismerték el szakmai,
emberi kvalitásait. Később a
Szegedi Üzletigazgatóság pálya-

létesítményi igazgatóhelyettesé-
nek nevezték ki.

A bekövetkezett szervezeti vál-
tozások után a Délkelet-magyar-
országi Regionális Felügyeleti
Irodát – későbbi nevén Területi
Felügyeleti Osztály – vezette
élete végéig. Felismerve a gaz-
dálkodási folyamatok mélyebb
ismereteinek szükségességét,
negyvenes évein túl is tanult:
jeles eredménnyel lett okleveles
közgazdasági szakmérnök 1996-
ban. A Sínek Világa folyóirat
szerkesztőbizottsági tagjaként,
a hazai és külföldi szakiroda-
lomhoz is közel tudott kerülni.
Szívesen és nagy szorgalommal
tanult és tanította a fiatal szak-
embereket, segítette szakmai
beilleszkedésüket. A felügyelőbi-
zottság elnökeként munkálko-
dott a MÁV Épületkarbantartó
Kft. gazdaságos működése érde-
kében. Vezetői munkásságát
névéhez köthető kiemelkedő
teljesítmény jellemezte.

Tevékenyen közreműködött
a szegedi igazgatósági székház
külsőjének megújításában, és
a menetjegyiroda kialakítása,
valamint a főpályamesteri szaka-
szok rekonstrukciója szervező-,



irányítómunkáját dicsérik.

A mindig csendes szavú, jó
humorú, színvonalasan tenisz-
ező, kiemelkedő szaktudású vas-
úti szakember arra is figyelmet
fordított, hogy szolgálatot telje-
sítő munkatársainak is komfor-
tos, jó felszereltségű munkahe-
lyet biztosítson.

Munkakapcsolatait a megbízha-
tóság és a korrekt partnerség
jellemezte. Többszörös Kiváló
Dolgozóként, Igazgatói és
Vezérigazgatói Dicséret birtoká-
ban, 1998-ban a Vasút Szol-
gálatáért kitüntetéssel is elis-
merték kiemelkedő szakmai
munkásságát.

A 60. születésnapra és halálának
8. évfordulójára emlékeztek sír-
jánál, a szatymazi temetődom-
bon virágaikkal és koszorúkkal
munkatársai, barátai, tisztelői.

Szentes Bíró Ferenc



Az újpesti Duna-híd acélszerkezetének gyártása és szerelése

Bogó Viktor

építésvezető

Közgép Zrt.

✉ bogoviktor@kozgep.hu

☎ (20) 969-7195

2007 februárjában írta alá a NIF Zrt. és az Északi Vasúti Híd Konzorcium azt a szerződést, amelynek keretein belül megkezdődött az újpesti Duna-híd felújítása. A konzorcium tagjai a többi között a Hídépítő és a Közgép Zrt.

A meder feletti 4700 tonnás, 640 méter hosszú új acélszerkezet, valamint az Öböláji híd és a Váci út feletti híd is az átépítés részét képezte. Az átépítéshez felhasznált acélszerkezetek szabvány szerinti minősége S235JR+N; S235J0+N; S235J2+N; az MSZ EN 10025-2:2005 (DIN EN 10025-2:2004). Az anyagok 2007 júniusában érkeztek a Közgép Zrt. Haraszi úti üzemébe. Júliusban megkezdődött a szerkezet gyártása a rácsrudakkal, majd folytatódott az övrudakkal, pályaszerkezettel és a szélrácsokkal.

A szerkezeti elemek gyártási idejének csökkentése érdekében a Közgép Zrt. szakemberei számos technikai és technológiai



1. kép. Kétféjes fedőporos trapéz-borda hegesztőgép

Summary

The article shows the reconstruction of the Danube Bridge in the aspect of steel construction building which was finished in an exceedingly short time, all together in 90 days. However we get a complete picture about the whole bridgework and the joint works to. Beside of the published stories, it gives you a good overview about the whole working process and the serious accomplishment reached through the fulfilment of the job.



2. kép. Ortrotróp pályatábla a forgatópadban

újítást vezettek be. A rácsrúd leszabott és revetlenített alkatrészeit például a termelékenységek növelése érdekében külön erre a célra átalakított kétféjes fedőporos trapéz-borda hegesztővel, hegesztőpadban (1. kép) végezték. Az üzemi műveletek közül a legösszetettebb feladatot az ortrotróp pályaszerkezet gyártása jelentette, melynek kapcsán 15 méteres elemeket állítottak össze, több szerkezeti elem toldásával (hossztartók öv- és gerinclemezei, hossz-bordák és pályalemezek). Az összeállításához itt szintén célkészülékeket használtak. Hogy biztosított legyen a megfelelő hegesztési pozíció, a hegesztés forgatópadban történt (2. kép).

A Közgép Zrt. üzemében gyártott körülbelül 15 méteres darabokat közúton a csepeli előszerelő telepre szállították, ahol 31 méteres hídelemeket állítottak össze, majd azokat bárkára helyezve, 93 méteres hídelemeket építettek, melyek egy komplett nyílás áthidalását tették lehetővé. A projekt legnehezebb része a határidő tartása volt, hisz a régi híd leemelésére és az új híd beépítésére összesen 90 nap vágányzár állt rendelkezésre. Ennek teljesítése rendkívüli szervezést igényelt, amelyhez a Közgép Zrt. egyes részlegein dolgozók és az alvállalkozók kifogástalan együttműködésére volt szükség.

A Nagy-Duna felett elbontott hídszerkezet több mint ötven éven keresztül provizórikus (félállandó) szerkezetként üzemelt. Itt teljes felszerkezetcsere, míg az Öböláji hídnál ortrotróp pályalemez beépítését végeztük. Az átépített hídszerkezetekre Edilon rendszerű felépítmény került.

A Nagy-Duna-hídnál 90 nap alatt kellett elbontani a régi, 5000 tonnás hídszerkezetet, és egyidejűleg a szabaddá váló hídfőkön és pillérekén megkezdődött az új híd felépítése. A szétszerelés, elbontás a népszigeti hídfőnél kezdődött 500 tonna emelőkapacitású autódaru és két közbenő segédjáróm alkalmazásával. Az első 90 méteres nyílást öt darabban kellett elbontani, majd ezt követően a többi nyílást két úszódaru segítségével két darabban emeltük le a helyükről. A két úszódaru közül a Clark Ádám maximális emelőkapacitása 200 tonna, míg az Atlas úszódarué maximum 300 tonna. A vízről végzett emelések során emelőfüleket szereltek a felső övrúd meghatározott helyeire, utána egy bárkát a hídelem alá helyezve az azon lévő emelőállvánnyal aláemelve, a hajódaru tartása mellett megkezdődött az elem kettévágása és az első, majd ezt követően a második fél hídelem levétele (3. kép). A hídelemeket, miután a bárkára helyezték, kohóméretre vágták. A bontással párhuzamosan folyó



3. kép. Régi hídelem leemelése

építés egyik legfontosabb lépése az új acél saruzsámolyok elhelyezése volt, melyek beállításához pontos geodéziai mérésre volt szükség.

Az új híd különlegessége, hogy nincs fix alátámasztása. A hosszirányú fékező- és indítóerőből származó vízszintes erőket hídfőnként két-két Maurer típusú hidraulikus támasz veszi fel. Ezek mozgási tartománya a dilatációs mozgásnak megfelelően ± 200 milliméter (4. kép). A megnövekedett vízszintes erők felvételére a hídfőket alkalmassá kellett tenni, így azokat jelentős mértékben átépítették.



4. kép. Hidraulikus lengéscsillapítók



5. kép. Az első emelési egység

Az építés leglátványosabb mozzanata az új hídelemek beemelése volt, ez a budai (9. emelési egység, 8. nyílás) „kis” nyílás kivételével a vízről történt. Ez utóbbit egy 200 tonnás autódaru emelte a helyére. Miután hajóban felúszatták Csepelről, és a rácsos szerkezeten elvégezték a felületvédelmet, beemelték a helyükre az elemeket. Az első (népszigeti) nyílást áthidaló elem két darabból állt. Azt követően, hogy egy közel 70 méteres darabot felemeltek (5. kép), a II. mederpillérre részlegesen betolták az első nyílásban felépített ideiglenes segédjármokra, majd ezután a hídelem Buda felé eső oldalához hozzátoldva a közel 20 méteres darabot betolták a helyére. A két hídelem összekapcsolása NF csavaros kapcsolattal történt (6. kép), míg a pályalemez toldását kerámia-alátétes hegesztéssel végeztük. Ahhoz, hogy a hevederes kapcsolatokat össze lehessen szerelni, a helyszínen gondos előkészítésre, valamint precíz fúrásra volt szükség. Mindemellett



6. kép. Hídelemek összekapcsolása

biztosítani kellett, hogy a két összekötendő hídelem a megfelelő geometriával kapcsolódjon egymáshoz. A további nyílások beemelése egy emelési egységben, körülbelül 500 tonnás súllyal és 93 méteres hosszal történt, ami a két úszódaru együttlátogatását igényelte. Mivel a teherbírásuk jelentősen eltért, az emelési pontokat aszimmetrikusan határozták meg, hogy teherbírásuknak megfelelő teher jusson mindkettőre a beemelendő „híd” súlyából. A hídelemek összeszerelését követte a híd besabályozása, végleges pozícióba helyezése és a hidraulikák beszerelése. Ezt követte a vasúti felépítmény beépítése, a járda- és kerékpárkonzolok felszerelése. Az Edilon vályú kiépítését követően a MÁV Zrt. szakembereivel szorosan együttműködve történt az összehesztett sín pontos vízszintes és magassági beállítása, majd kiöntése. A rugalmas kiöntőanyag biztosítja a vasúti forgalomból keletkező rezgés és zaj csillapítását. A „nagy” híd építésével egyidejűleg történt az Öbölági és Váci út feletti híd átépítése és a hozzájuk csatlakozó, illetve köztük lévő vasúti pálya átépítése. A két rövidebb híd kapcsán jóval kisebb beavatkozás volt előzetesen tervezve, de a régi hidak átépítése során számos, előre nem látott feladatot kellett megoldani a szerződésben meghatározott határidőn belül. Ez komoly elhivatottságot, áldozatot követelt mind a tervezők, mind a szerelést és a gyártást végző üzem dolgozóitól. Végül a 90 napos vágányzár után, a sikeres terhelési próbát (7. kép) követően – kezdetben csak csökkentett sebességgel – elindult a vasúti forgalom. A vasúti forgalom mellett vasúti jelzőörök segítségével történt a vasúti úrszelvény nem érintő szerkezeti részek építése, mint

például a nagy híd esetében a járda, illetve a kerékpárkonzolokon a közművek kiépítése és a pályatáblák felszerelése, a korlátok elhelyezése. Végül a beépített szerkezetek felületvédelme következett.

A feszített tempójú, eredményes munkavégzést követően a hídfelújítás szerkezeti állapotban 2008. december 20-ára elkészült, majd a rövid téli szünet után 2009 februárjában az acélszerkezeti hibajavításokkal, befejező munkákkal és felületvédelemmel folytatódott a munka. 2009 májusában, a szerződés aláírását követően alig több mint két évvel később, megkezdődött a hidak műszaki átadása, melynek sikeres befejezésével a lakosság és az utazóközönség egy modern, műszaki és esztétikai szempontból megfelelő hidat vehet használatba. ◀



7. kép. Próbatelhelés kezdete

Bogó Viktor okleveles építőmérnök, a Közép Zrt. dolgozója. Az M0-s északi kis-Duna-ági hídszerkezet építésénél munkahelyi mérnökként dolgozott. Azt követően az újpesti Duna-híd felújításán építésvezetőként tevékenykedett. Jelenleg a vásárosnaményi II. Rákóczi Ferenc Tisza-híd felújításának megbízott építésvezetője.



Északi vasúti Duna-híd és Öbölági híd próbaterhelése

Szabó Zsolt

tervezőmérnök

MSc Kft.

✉ joe@mschu.hu

☎ (1) 252-2559

A Budapest–Esztergom vasútvonal 15/18 hm szelvényében található Öbölági hídszerkezet, valamint a 20/27 hm szelvényben lévő Duna-híd munkálatainak előkészítéséről, tervezéséről, kivitelezéséről folyamatos tájékoztatást adtunk korábbi számainkban. Az építés befejezésének közeledtével jelentős állomáshoz érkezett a beruházás. 2008. szeptember 16. és november 19. között több lépcsőben megtörtént a két hídszerkezet próbaterhelése. Ezúttal e két próbaterhelés előkészületeit, annak végrehajtását és eredményeit ismertetjük.

Előzmények, a próbaterhelés előkészítése

Öbölági hídszerkezet

A jelenlegi hídszerkezet helyén az 1896-ban elkészült 5 darab kéttámaszú hídszerkezet állt. Parti nyílása párhuzamos övű, míg a belső három nyílás parabola alakú



1. kép. 1896–1944



2. kép. 1955–2007



3. kép. 2008–

felső övű acélszerkezet volt (1. kép). A műtárgyak alapjai pneumatikus alapozással készültek. A hidat 1944 decemberében több bombatámadás érte, végül felrobbantották.

A híd pótlására tervezett, a most felújított híd a Duna hajógyári öbölága felett épült 1955-ben, az 1951. évi VH szerinti A jelű teherre. Négytámaszú, szimmetrikus rácsosazású, alsópályás, zárt, hídfás pályaszerkezetű, szegecselt acélszerkezet 56,99 + 71,02 + 56,99 méter támaszközökkel (2. kép). A szerkezet konzoljain 2,5-2,5 méter hasznos szélességű kerékpár-, illetve gyalogút épült, melyek tartószerkezete a konzoltartókra és hosszartókra támaszkodó 7 centiméter vastag vasbeton lemez. Az aszfaltburkolatú vasbeton lemez a konzoltartókra, illetve a 2 darab gyalogjárda-hossztartóra és a szegélytartóra támaszkodik. Az alépítmények közül a két közbenső vízi pillér, a népszigeti oldali hagyományos tömör hídfő, a Váci út melletti pedig üreges, ajtóval ellátott, közös pillér. A hidat 1954-ben a Mélyépítő Tervező Vállalat tervezte, tervezői *Hidas Márton* és *Rudas Veronika* voltak.

A felújítás során az Öbölági vasúti híd hídfás – központosítóléces felépítmény helyett új ortotróp pályalemez felépítményt kapott Edilon rendszerű sínleerősítéssel (3. kép). Az üzemi járda bordáslemezeit kicserélték. Az ortotróp pályalemezről és az üzemi járdáról lefolyó csapadékvizet új csatornán keresztül, olajsűrűn át a pilléreknél az Öbölágba, a hídfőnél és a Váci úti pillérnél a közüzemű

Summary

In the former volumes of the series of articles we gave continuous information about preparation, planning, execution of Újpest railway Danube bridge on Budapest-Szentendre railway line. The investment has achieved an important purpose with the completion of the construction work. The load testing of the bridge happened between 16 September and 19 November 2008.

This articles describes preparation and execution of the load testing and its results.

csatornába vezetik el. A főtartó rúdjaiknak korrodált részeit megerősítették, illetve pótolták. A népszigeti hídfő térfalat kismértékben vissza kellett bontani, és a pályacsatlakozásnál új bordás kiegyenlítő elem épült.

A híd teherbírása az MSZ 07-2306/2-90T szerinti U jelű teher.

Helyszínrajzilag egyenesben fekszik, de a kezdőpont felőli hídfőnél a vasúti pálya átmeneti ívben vezet át a csatlakozó Váci út feletti műtárgy pályaszerkezetéről.

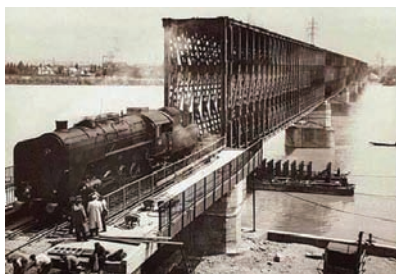
Az alkalmazott szerkezeti acélok '37' szilárdsági osztályba tartoznak (S235JR, S235J0).

Duna-ági hídszerkezet

Az eredeti nagy Duna-hidat, amely a Népsziget és Óbuda között a Duna főmedrét



4. kép. 1896–1944



5. kép. 1955–2007

hidálja át, 1894 és 1896 között építették (4. kép). Ennek acélszerkezete a háború alatt, 1944 decemberében erősen megsérült, illetve tönkrement. Egyetlen megmaradt áthidaló szerkezetét Simontornyán építették be az ott felrobbantott híd pótlására. Az alépítmények közül a népszigeti hídfő és a Népsziget felőli első pillér felrobbant, a többi megrongálódott.

A háború után a Budapest–Esztergom vasútvonal helyreállításakor a hidat 1953 és 1957 között újjáépítették. A tönkrement hídfő és pillér felépítése, valamint a többi alépítmény sérüléseinek kijavítása után hadihíd-készlet felhasználásával szerelték össze a 2008-ban elbontott felszerkezetet, amely 7 darab 92 méter támaszközü, K-rácsos alsópályás és egy 21,60 méter támaszközü felsópályás hídszerkezetből állt. A K hadi híd szerkezettervezője dr. Feimer László mérnök alezredes volt. Az újpesti Duna-híd újjáépítési terveit Schüller Frigyes készítette. A hídszerkezeteket az 1951. évi Vasúti Híd-szabályzat szerinti C jelű teher viselésére tervezték. Az eredetileg ideiglenes jellegűnek szánt, csavarozott, hídfás pályaszerkezetű acélszerkezeteken (5. kép), amelyek kétoldali konzolokon 2,2-2,2 méter szélességű vasbeton lemezes kerékpár-, illetve gyalogút épült, időközben korlátozni kellett a forgalmat. A vonatsebességet 10 km/h-ra csökkentették, a híd déli járdáját a vasbeton lemez rossz állapota miatt lezárták.

A meder feletti új híd felszerkezete hét-nyílású, rácsos, felső szélráccsal lezárt, alsópályás szerkezet, 7 × 93 méteres tá-

maszközökkel, amely a budai parti nyílásban az ortotróp lemezes alsó öv folytatásaként, 22,40 méter támaszközü, gerinclemez, felsópályás hídszerkezetként folytatódik (6. kép). A teljes hosszában folytatódó acélszerkezet a felújított pillérekre és az átalakított hídfőkre támaszkodik. Az ortotróp pályalemez Edilon rendszerű rugalmas ágyazású 60-as sínrendszerű vasúti felépítményt támaszt alá. Az acélszerkezetek hegesztettek, feszített csavaros helyszíni kapcsolatokkal.

A híd az MSZ-07-2306/90T szerinti U jelű teher viselésére alkalmas, szerkezete a csatlakozó pálya tervezett 80 km/h kiépítési sebességén túlmenően a távlati 100 km/h vonatsebességnek megfelelő kialakítású. A felszerkezet északi oldalára konzolokon nyugvó, acél járólemez, 2,40 méter hasznos szélességű kerékpárút, déli oldalára 2 méter széles, azonos szerkezetű gyalogjárda került.

A híd helyszínrajzilag egyenesben fekszik. Magassági vonalvezetése: a kezdőpont felőli hídfőnél 2,79‰ emelkedés, a két hídfő között $R = 50\,000$ méter domború lekerekítés, a végpont felőli hídfőnél 4,65‰ esés.

Az alkalmazott szerkezeti acélok '37' szilárdsági osztályba tartoznak (S235JR, S235J0, S235J2).

Próbaterhelési terv

A próbaterhelések végrehajtására, a mérési igények, módszerek és eszközök meghatározására a híd tervezője, az MSc Kft. (Solymosy Imre főtervező, Gál András, Szabó Zsolt, Póta András tervezőmérnökök) próbaterhelési tervet készített. Az egyes teherállások során keletkező lehajlásokat és szélsőszerű feszültségeket LUSAS

R14 és AXIS VM 8+ végeleemes programokkal számították.

A tervezési munka tartalma

Öbölági hídszerkezet:

- Mérési helyek, vizsgálatok:
 - lehajlás (felhajlás) minden nyílásban,
 - saruk összenyomódása,
 - véglapelfordulás a hídvégeken,
 - keresztartók vízszintes elmozdulása (hajlítása) a Népsziget felőli nyílásban (hídfőnél, nyílasközépen és pillérnél),
 - feszültségmérés két pályatáblán (támasznál, illetve mezőben) 12-12 helyen,
 - feszültségmérés 4 darab keresztbordán 3-3 helyen,
 - dilatációs mozgások mérése,
 - önrétegszám meghatározása.
- A mért eredmények előzetes meghatározása számítással a próbaterhelésnél alkalmazott terhek figyelembevételével.

Duna-ág hidja:

- Mérési helyek, vizsgálatok:
 - lehajlás (felhajlás) minden nyílásban,
 - saruk összenyomódása,
 - véglapelfordulás a hídfőknél,
 - fékező szerelvény lassulásmérése, elmozdulások a hídvégeken,
 - hengeres csúszófelületű saruk elmozdulása járműáthaladásra, előzetesen kimozdított helyzetből,
 - feszültségmérések a VIII. sz. pillér környezetében,
 - támasz feletti keresztartó alul-felül 3-3 helyen, a pályalemezen kétirányú bélyeggel,
 - a pillértől számított 2-2 keretállás felezőjében a hosszartók jellemző pontjain (14 helyen),
 - ágyazási tényező változásának mérése az óbudai hídfőnél,



6. kép. 2008–



7. kép

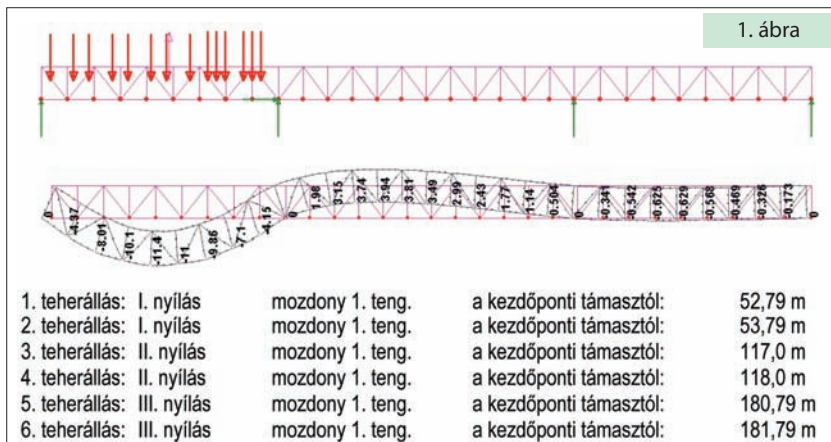


8. kép

- dilatációs mozgások mérése,
- fékező szerelvény lassulásmérése, elmozdulások a hídvégeken,
- önzregésszám meghatározása.
- A mért eredmények előzetes meghatározása számítással a próbaterhelésnél alkalmazott terhek figyelembevételével.

A próbaterhelési eredmények kiértékelése

Mindkét hídszerkezet esetén a mérési eredményeket elektronikus úton, digitálisan rögzítették, majd feldolgozták. Ez azért lényeges, mert így voltak kiküszöbölhetőek a leolvasásból és adatrögzítésből eredő véletlen mérési hibák. Ugyanakkor a digitálisan rögzített mérési eredmények feldolgozása és dokumentálása az elvárható legmagasabb színvonalon készülhetett. A mérési és számítási eredmények összevetése után összefoglaló szakvélemény készült.



Hidak próbaterhelése

A próbaterhelést a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. Híd osztálya végezte.

A próbaterhelés vezetője: a MÁV Zrt. Pályalétesítmenyi Főosztály részéről *Legeza István* mérnök főtanácsos, hídszakértő mérnök. A MÁV KfV Kft. részéről *Nagy Ákos* osztályvezető, hídszakértő mérnök.

A hidak hagyományostól eltérő kialakításúak, ezért a használatbavételi engedély kiadásához a lehajlásméréseken kívül statikus és dinamikus feszültség- és elmozdulásméréseket is kellett végezni.

E mérések célja a tényleges erőjáték (az esetleges teherbírási hiányok, tartalékok) feltárása, az erőtanai számítás igazolása, illetve tapasztalatgyűjtés a jövőben ilyen kialakítással készülő szerkezetek számításához.

A méréseket a Vasúti Hídszabályzat IX. fejezet (2002) előírásai szerint kellett elvégezni.

A próbaterheléshez külön statikai számítás készült, melynek statikai váza (modellje) és kiinduló feltételei a kiviteli terv statikai számításával megegyezők. A mérési eredményeket ezekkel a számítási eredményekkel kellett összevetni.

Az elmozdulásmérési eredményeket még a próbaterhelés során értékelni kellett.

A tengelysúlyok pontosításához mérlegelési jegyzőkönyv állt rendelkezésre.

Az öbölági hídszerkezet próbaterhelése

Alakfelvételi mérések

A hídon geodéziai módszerrel végzendő alakfelvételi mérésekhez észlelési pontokat kellett kijelölni a főtartókon minden keresztartó felett a jobb és bal oldalon, valamint a hídfőkön, melyeket próbaterhelés előtt és próbaterhelés után be kellett szintezni, majd a mérési eredményeket be kellett kötni a hidhoz telepített magassági

	Számított lehajlás (mm)	Mért lehajlás (mm)	Számított lehajlás (mm)	Mért lehajlás (mm)	
	1. teherállás		2. teherállás		
I. nyílás	Főtartó bal oldal	11,65	12,0	11,51	12,1
	Főtartó jobb oldal	11,65	11,7	11,51	11,6
II. nyílás	Főtartó bal oldal	-3,98	-4,4	-3,94	-4,3
	Főtartó jobb oldal	-3,98	-4,3	-3,94	-4,5
III. nyílás	Főtartó bal oldal	0,636	0,75	0,629	0,46
	Főtartó jobb oldal	0,636	0,45	0,629	0,47
	3. teherállás		4. teherállás		
I. nyílás	Főtartó bal oldal	-3,96	-5,1	-3,89	
	Főtartó jobb oldal	-3,96	-5,0	-3,89	
II. nyílás	Főtartó bal oldal	16,5	18,1	16,35	18,0
	Főtartó jobb oldal	16,5	17,3	16,35	17,1
III. nyílás	Főtartó bal oldal	-4,4	-3,5	-4,41	-3,6
	Főtartó jobb oldal	-4,4	-3,4	-4,41	-3,5
	5. teherállás		6. teherállás		
I. nyílás	Főtartó bal oldal	0,59		0,58	
	Főtartó jobb oldal	0,59		0,58	
II. nyílás	Főtartó bal oldal	-3,68	-3,6	-3,64	-3,6
	Főtartó jobb oldal	-3,68	-3,6	-3,64	-3,7
III. nyílás	Főtartó bal oldal	12,03	12,8	11,89	10,9
	Főtartó jobb oldal	12,03	11,6	11,89	11,15

1. táblázat. Mérési eredmények

alaphoz is. A megkövetelt pontosság $\pm 1,0$ milliméter.

A méréseket Leica DNA03 digitális szintezőműszerrel (hiba: 0,3 mm/km) a hozzá tartozó invarléccsel végezték.

Az alakfelvételi mérésekből nyert adatok szerint a hídfők és pillérek sínkoronasintjei a tervezett magasságba épültek, a nyílásokban az eltérés a mérési pontosság megengedhető hibahatárán belül maradtak.

Saruk mérése

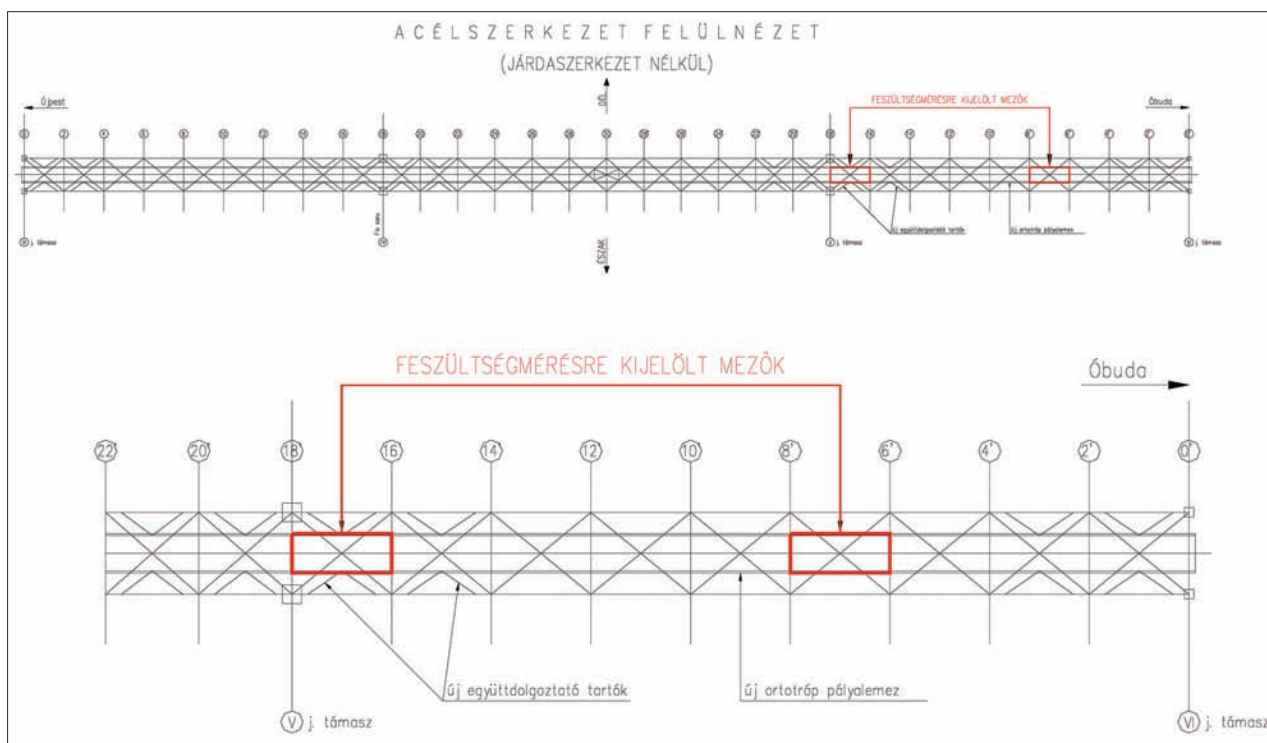
A hídfőkön és a pilléren a saruk mellett telepített Lipot (Lineáris potenciométer adatrögzítő elmozdulásmérő, pontosság 0,01 milliméter) rendszert alkalmaztak a saru benyomódásának, esetleges felemelkedésének a mérésére.

Alakváltozás-mérések

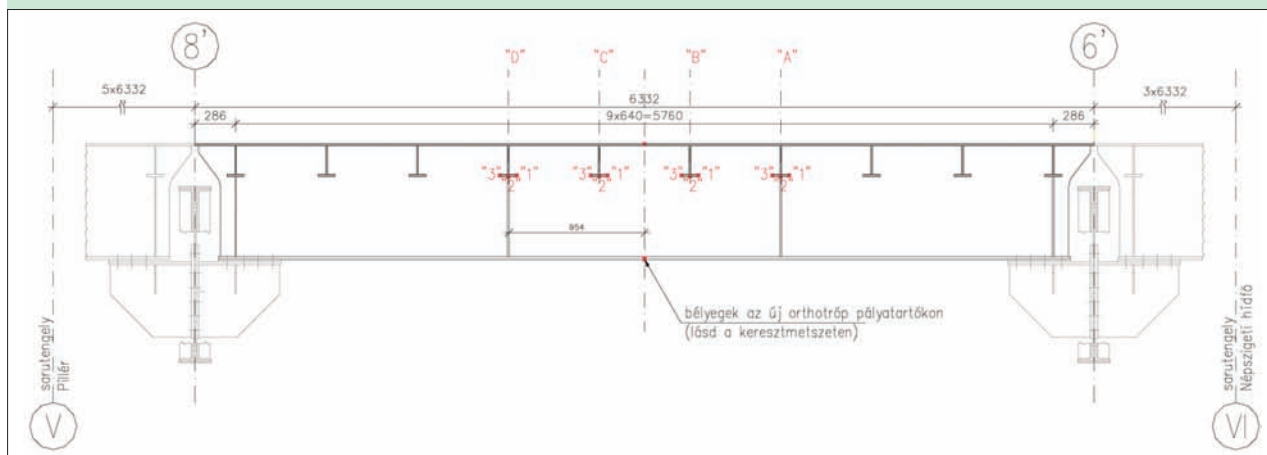
A teljes és a maradó elmozdulásokat a próbaterhelés alatt a különféle teherállásokban, minden nyílásban egy-egy keresztmetszetben a híd jobb és bal oldalán kellett mérni. A főtartókra erősített jeladók mérése Deditec adatrögzítő elmozdulásmérő rendszerrel történt (7. kép).

A felszerkezet függőleges alakváltozásának mérésére 2008. szeptember 19-én került sor M62 típusú mozdony után kapcsolt 4 darab FCCPP zúzottkővel megrakott vasúti kocsival (8. kép).

A próbaterhelő járművek elhelyezését a hídon az 1. ábra mutatja, a mért és számított eredmények összehasonlítását az 1. táblázat tartalmazza.



2. ábra. Feszültségmérési helyek az óbölégi hídszerkezet 8'-6' mezőjében



Hosszmetszet

A végpelfordulás és kereszteloszlások mérése minden lépteteskor a felszerkezet főtartóján, az alsó övön, a fix támasznál ideiglenes mérőállványra erősített és a főtartó véglaphoz bekötött, 2 darab érzékölvel ellátott Lipot mérőrendszerrel történt.

A mérési eredmények a számított értékeket tükrözték.

Feszültségmérések

A feszültség mérése 2008. október 15-én került sor 2 darab M61 jelű mozdony alkalmazásával.

A nyúlásmérő béllyegeket a statikai számítás szerint helyezték el (2., 3. ábra).

A feszültségek változását a 4. a)–4. e) ábrákon mutatjuk be, a feszültségértékek N/mm²-ben értendőek.

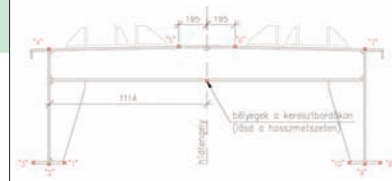
Önrezgésszám meghatározása

A híd két főtartója alatt 2-2 darab rezgés-gyorsulás érzékölőt kellett elhelyezni, amelyek egyidejű jelrögzítéssel vették fel a dinamikus terhelés (lassú és gyors próba) hatására keletkező, a sajátlendésekre jellemző gyorsulás-idő függvényeket.

Az alkalmazható frekvenciatartomány 0,5–1000 Hz.

A jelfeldolgozást kétsatornás FFT analízátor alkalmazásával végezték. A gyorsulás jelek frekvenciaelemzésével határozták meg a hajlító és csavaró lengések frekvenciáját.

A mért sajátfrekvencia-értékek a számítottéhoz képest – az általánosan bevett gyakorlattal ellentétben, ahol hasonló eredmények adódnak – kisebb-nagyobb

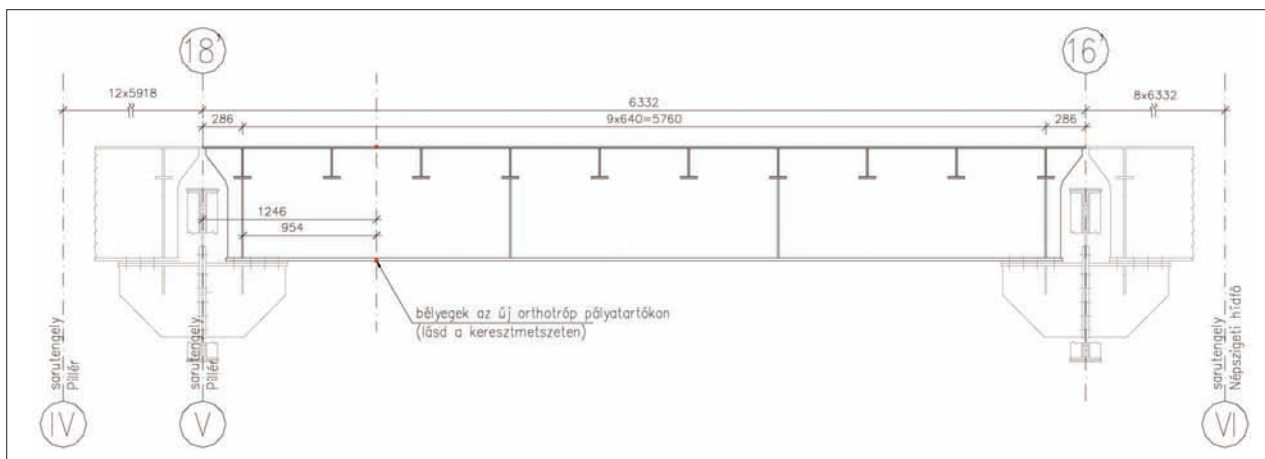


Keresztmetszet

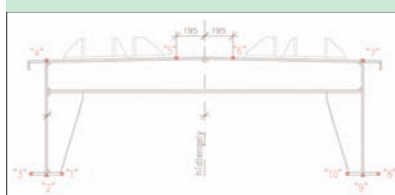
eltérést mutattak, ezért a kivitelezési munkák befejezése után (állványok elbontása, gépek elszállítása stb.) a híd végleges állapotában a vizsgálatot megismételték.

A mérési eredmények értékelése

A mérési eredményeket a Vasúti Híd-szabályzat és a Közlekedési Főfelügyelet Vasúti Felügyeletének vonatkozó előírásai szerint kell értékelni. Az előzetes próbaüzemi forgalomba helyezési engedély fel-



3. ábra. Mérési helyek a 18'-16' mezőben keresztirányú normálfeszültségek a keresztbordák alsó övlemezének közepén – hosszmetset



Keresztmetszet

tétele, hogy a mért, statikus teherből keletkező alakváltozások a fenti előírásokban rögzítettek kielégítsék.

A lehajlás- és elmozdulásmérések értékelése:

- A próbaterheléskor kapott lehajlások szélső értékei (a teher alatt) egymáshoz viszonyítva általában egyeznek, illetve a számítottakhoz képest ~10 százalékkal maradnak el.
- A mért támaszponti szögforgások jól egyeznek a számítottal.

- A vizsgált keresztartók elmozdulásaiból kapott alak (alaprajzi) jól egyezik a számítottal. Az elmozdulások értéke azonban eltér, amiből arra következtetünk, hogy a fix sarus pillér teteje néhány millimétert mozog a teher hatására.

A feszültségmérések értékelése:

- A számított eredmények szélső értékei általában nagyobbak, mint a mérték.
- A nyílasközépen (8'-6' mező) lévő mérési eredmények meglepően egyeztek a számítottakkal.
- Csak a 18'-16' mező pályalemez-feszültségeinél látható lényegi eltérés a mért és számított értékek között.
- A hosszartó gerince fölötti pályalemez mért és számított feszültségi vonatkozásaira jellemzőkben (alakjukban)

egyezőek. A feszültségek szélső (max.-min.) helyei azonos teherállásokból származnak.

- A keresztbordák mért feszültségein nem láthatók a kerekek/forgószámolyok áthaladásából adódó hullámok, valószínűleg a sín és sínvályú teherelosztó hatása miatt.

A Duna-ági híd szerkezet próbaterhelése

Alakfelvételi mérések

Az alakfelvételi mérések az öbölági szerkezettel analóg módon, ugyanazon műszerek használatával történtek.

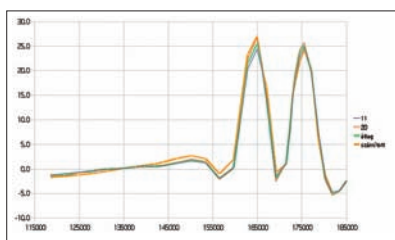
Az alakfelvételi mérésekből kinyert adatok szerint a hídfők és pillérek sínkoronaszintjei a tervezett magasságba kerültek, a nyílásokban az eltérés a mérési pontosság megengedhető hibahatárán belül maradt.

Saruk mérése

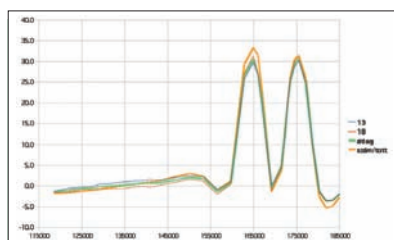
A hídfőkön és a pilléren végzett alakfelvételi mérések az öbölági szerkezettel analóg módon, ugyanazon műszerek felhasználásával történtek.

Alakváltozás-mérések

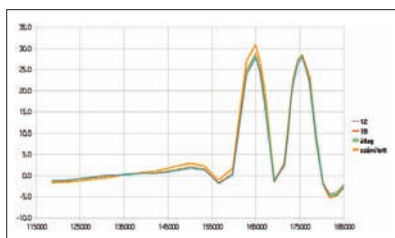
A teljes és a maradó elmozdulások mérését az öbölági szerkezettel analóg módon, ugyanazon műszerek felhasználásával végezték.



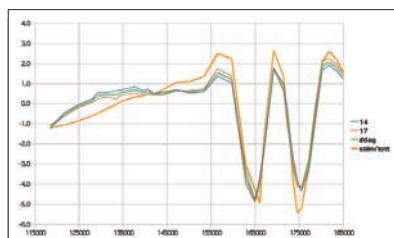
4. a) Hosszirányú normálfeszültségek a hosszartó alsó övlemezének belső oldalán



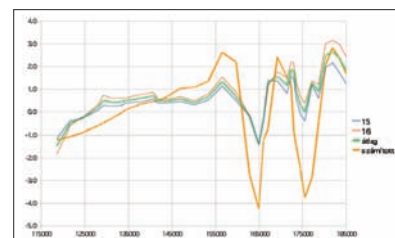
4. c) Hosszirányú normálfeszültségek a hosszartó alsó övlemezének külső oldalán



4. b) Hosszirányú normálfeszültségek a hosszartó alsó övlemezének tengelyében



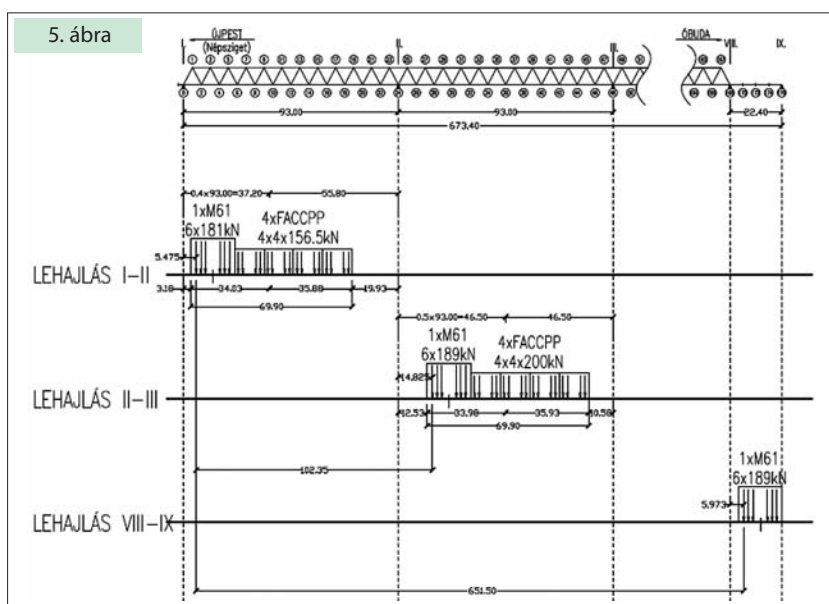
4. d) Hosszirányú normálfeszültségek a pályalemezen a hosszartó gerincének síkjában



4. e) Hosszirányú normálfeszültségek a pályalemez közepén



9. kép



	nyílás	mérési hely	teher	számított [mm]	mért [mm]	eltérés [%]
lehajlás	I	FT bal oldal	M61+4FACCPP	37,9	34,7	9,3%
		FT jobb oldal			34,4	10,3%
	II	FT bal oldal	M61+4FACCPP	33,5	30,2	10,8%
		FT jobb oldal			30,8	8,6%
	VI	FT bal oldal	M61+4FACCPP	33,5	30,1	11,4%
		FT jobb oldal			30,4	10,3%
	VII	FT bal oldal	M61+4FACCPP	38,6	34,5	11,9%
		FT jobb oldal			34,9	10,7%
VIII	FT bal oldal	M61+4FACCPP	11,8	8,5	38,5%	
	FT jobb oldal			9,1	29,3%	

2. táblázat

A felszerkezet függőleges alakváltozásának mérése két ütemben zajlott. Először 2009. szeptember 21-én az I., II., VI., VII., VIII. nyílásokat mérték M61 típusú mozdony után kapcsolt, 4 darab, FACCPP zúzottkővel megrakott vasúti kocsi alkalmazásával (egyidejűleg ugyanezen teherre történt a sarubenyomódások mérése is). A III., IV., V. nyílások leterhelésére 2008. november 19-én került sor M44 mozdony és hat, zúzottkővel megrakott kocsi felhasználásával (9. kép).

A próbatelhelésnél alkalmazott teherállásokat a szélső és közbenső mezőben az 5. ábrán mutatjuk be.

A számított és mért értékek – a kis alakváltozási értékeken kívül – közel azonos nagyságot mutattak, a mért értékek minden esetben a számítottak alá estek (2., 3. táblázat).

A véglapelfordulás és kereszteloszlások mérése minden lépteteskör a felszerkezet főtartóján, az alsó övön, a fix támasznál ideiglenes mérőállványra erősített és a főtartó véglapához bekötött, 2 darab érzékelővel ellátott Lipot (Lineáris potenciométer adatrögzítő elmozdulásmérő) rendszerrel történt.

A IX. jelű, óbudai hídfő M61 mozdony hatására mért véglapelfordulása a számított értékhez közeli eredményt hozott.

Feszültségmérések

A VIII. jelű pillér körüli feszültségmérési helyek meghatározásakor igyekeztünk könnyen hozzáférhető, egymástól nem távoli, ugyanakkor a szerkezet erőjátékára jellemző pontokat kiválasztani. A statikus feszültségváltozások mérését (10. kép) a statikai számításban megadott helyeken, M61 mozdony léptetésével végezték el 2008. október 16-án.



10. kép

	nyílás	mérési hely	teher	számított [mm]	mért [mm]	eltérés [%]
lehajlás	III	FT bal oldal	M44+6kocsi	36,5	33,6	8,7%
		FT jobb oldal			33,6	8,7%
	IV	FT bal oldal		-11,6	-10,3	12,2%
		FT jobb oldal			-10,0	15,6%
	V	FT bal oldal		2,6	1,6	63,4%
		FT jobb oldal			1,6	65,4%
	III	FT bal oldal	M44+6kocsi	-11,6	-8,3	39,3%
		FT jobb oldal			-8,2	41,0%
	IV	FT bal oldal		36,6	31,0	17,9%
		FT jobb oldal			30,4	20,3%
	V	FT bal oldal		-11,6	-10,3	12,2%
		FT jobb oldal			-10,4	11,1%
III	FT bal oldal	M44+6kocsi	2,6	3,3	-19,8%	
	FT jobb oldal			3,5	-24,3%	
IV	FT bal oldal		-11,6	-10,2	13,3%	
	FT jobb oldal			-9,7	19,1%	
V	FT bal oldal		36,5	31,6	15,6%	
	FT jobb oldal			31,5	15,9%	

3. táblázat

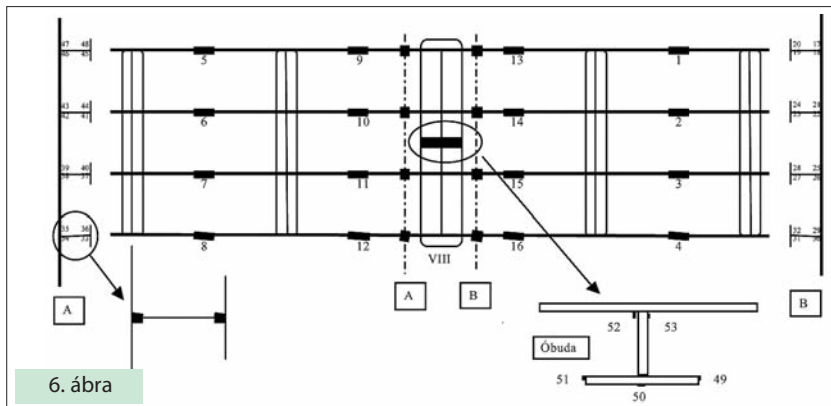
A nyúlásmérő bélyegek helye és jelölése a 6. ábrán látható.

A VIII. pillér keresztartó gerinclemez normál feszültségi pontjai hídtegelvényben a pályalemeznel, illetve alsó övnél (kétoldalt, varrat mellett) a 7. ábrán láthatók. A feszültségek teherállásonkénti változását a 8. a)–d) ábra mutatja. A mérési helyek az ábrafelirat alapján azonosíthatók.

Önrezgésszám meghatározása

A híd szerkezet sajátfrekvenciáját az öböl-ági módszerrel analóg módon végezték.

A mért sajátfrekvencia-értékek a számítottéhoz képest – az általánosan bevett gyakorlattal ellentétben, ahol hasonló eredmények adódnak – kisebb-nagyobb eltérést mutattak, ezért a kivitelezési munkák befejezése után (állványok elbontása, konzolok elkészülte stb.) a végleges állapot fennállásakor a vizsgálatot megismétlik.



6. ábra

A mérési eredmények értékelése

A lehajlás- és elmozdulásmérések értékelése:

- A próbaterheléskor kapott lehajlások szélső értékei (a teher alatt) egymáshoz viszonyítva általában egyeznek, illetve a számítottakhoz képest -10 százalékkal maradnak el. Az óbudai kis nyílásban az eltérés a kis értékeket figyelembe véve elfogadható.

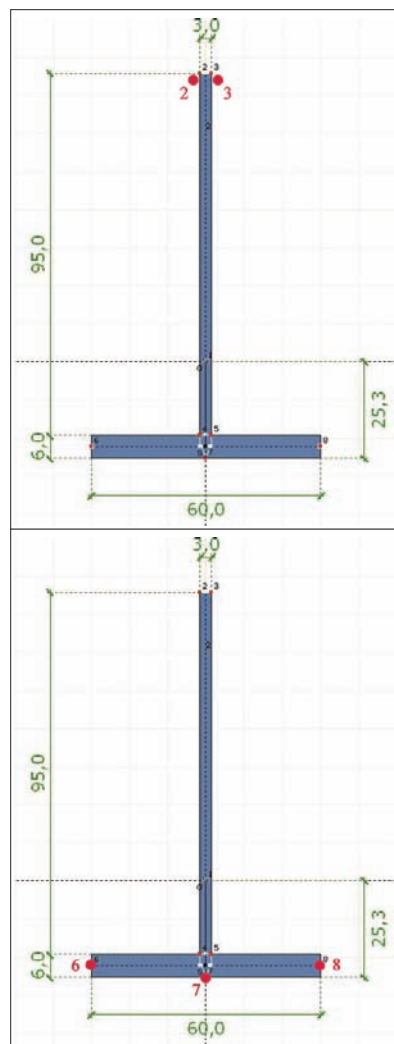
- A mért támaszponti szögforgások jól egyeznek a számítottal.

- A dilatációs mozgási eredmények jól követik a számítási módszert.

A feszültségmérések értékelése:

- A szélső és vasúti hosszartók mérési eredményei egyeznek a számítottakkal.

- A VIII. pillér mért feszültségei alulmaradnak a számítottaknak, de az eltérés kis feszültségi értékek, illetve lokális térbeli összetett feszültségi állapot miatt elfogadható.



7. ábra

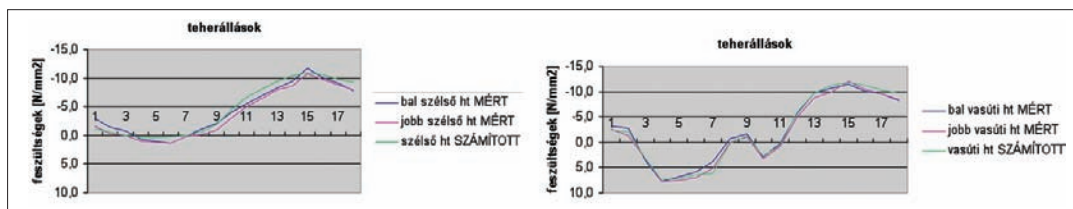
Hidraulikus féksaru mérések

A 2009. november 9-én két M44 mozdonny közé kötött, 12 zúzottkőves kocsival végzett fékpróba mérési eredményei megmutatták, hogy a hidraulikus féksaru (11. kép) a fékező szerelvénnyel hatására – az alkalmazott számítási módszernek megfelelően – fix saruként működik.

A tervezett mérési programból hátra van még a híd hosszirányú, tartós teherrel (hidraulikus sajtóval) történő kímoldítása a gömbcsésze felületű sarukon, majd az erő megszűntével, a híd szerkezet visszaállási mértékének a meghatározása a mérés előtti helyzethez képest. Ez a mérés a cikk megjelenéséig nem készült el.

Összefoglalás

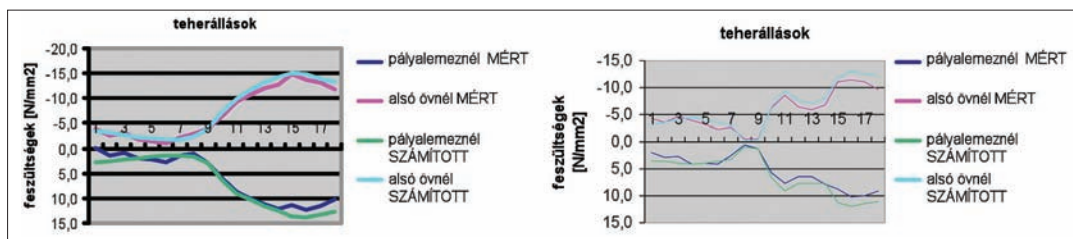
A fővárost Esztergommal összekötő vasútvonalon fekvő északi vasúti Duna-híd harmadik szerkezete az alkalmazott műszaki megoldásokkal a kor igényeinek messzemenőkéig megfelel. A Közlekedési



Szélső ht első övlemez hosszirányú normál feszültségei a 166–168 mező közepén (a gerinclemez vonalában)

Vasúti ht első övlemez hosszirányú normál feszültségei a 166–168 mező közepén (a gerinclemez vonalában)

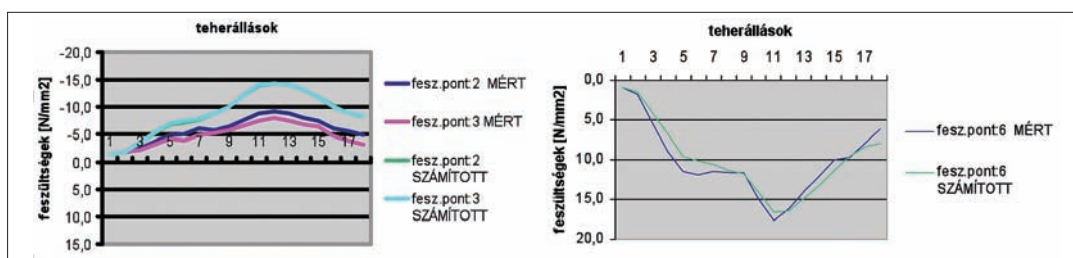
8. a) ábra



Bal szélső ht gerinclemez hosszirányú normál feszültségei 168=VIII. pillértől 1493 mm-re Óbuda felé (kétoldalt, varratnál, pályalemeznél és az alsó övnél)

Bal vasúti ht gerinclemez hosszirányú normál feszültségei 168=VIII. pillértől 1493 mm-re Óbuda felé (kétoldalt, varratnál, pályalemeznél és az alsó övnél)

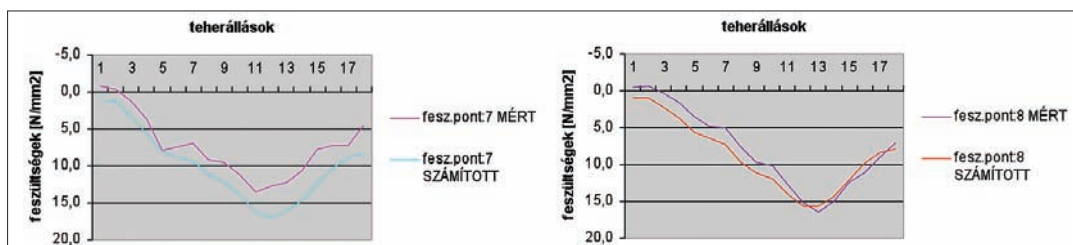
8. b) ábra



VIII. pillér keresztartó gerinclemez normál feszültségei hídtengelyben a pályalemeznél (kétoldalt, varrat mellett, fesz.pont: 2-3)

VIII. pillér keresztartó gerinclemez normál feszültségei hídtengelyben az alsó övnél (fesz.pont: 6)

8. c) ábra



VIII. pillér keresztartó gerinclemez normál feszültségei hídtengelyben az alsó övnél (fesz.pont: 7)

VIII. pillér keresztartó gerinclemez normál feszültségei hídtengelyben az alsó övnél (fesz.pont: 8)

8. d) ábra

Főfelügyelet által jóváhagyott próbaterhelési terv készítése során nemcsak a szabályzati előírások betartására törekedtünk, hanem arra is, hogy a hasonló híd-szerkezetek tervezéséhez és üzemeltetéséhez is hasznos adatokat gyűjtsünk. Az alkalmazott számítási modell, továbbá a szerkezet valóságos viselkedése között meglepően nagy hasonlóság a korszerű számítási eljárások alkalmazásának, a próbaterhelés alapos és precíz előkészítésének és végrehajtásának, valamint a szakértelem és a vasúti hidak tervezésében megszerzett tapasztalatoknak köszönhető, de egyúttal igazolja a kivitelező lelkiismeretes munkáját is.

A hosszú előkészületi munkák és egyeztetések után a szoros határidők miatt szinte lehetetlennek tűnő tervezési és kivitelezési feladatba befektetett emberfeletti munka 2008 végére meghozta gyümölcsét. Befejeződött a próbaterhelés, és ma már menetrend szerint közlekednek a hídon a vonatok. Köszönet és elismerés illeti mindazokat, akik e mérnöki alkotás megszületésének cselekvő részesei voltak. ◀

Irodalomjegyzék

Vasúti hidak a Budapesti Igazgatóság területén (Vasúti Hidak Alapítvány, 2006)
Próbaterhelési tervek, kiértékelő jelentések (MÁV KfV Kft., MSc Kft.)



11. kép

Szabó Zsolt (1976) okl. építőmérnök, 1999-től az MSc Kft. tervezőmérnöke. Szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű közúti, valamint vasúti hidak, támfalak és aluljárók tervezésére terjed ki. Tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, illetve a KTE Mérnöki Szervezetek Szakosztályának.



Új típusú öszvérhidak

Dr. Dunai László

egyetemi tanár

Budapesti Műszaki és

Gazdaságtudományi Egyetem

Hidak és Szerkezetek Tanszéke

✉ Idunai@epito.bme.hu

☎ (70) 310-2526

Az acél-beton együttműködő hidak – magyar szóhasználatban öszvérhidak – története több mint százéves múltra tekint vissza.

A világon az első két öszvérhíd Franciaországban épült 1907-ben. Tömeges alkalmazása azonban a megfelelő elméleti és kísérleti háttér miatt a második világháború utáni időszakig várattott magára. Igen sokféle szerkezeti kialakítású öszvérhidak jelentek meg az 1950–60-as években. A fejlődés az 1980-as évekre a két főtartós nyitott és zárt szekrény-keresztmetszetű megoldásokat érlelte ki, amelyekben az együttműködést hegesztett csap-

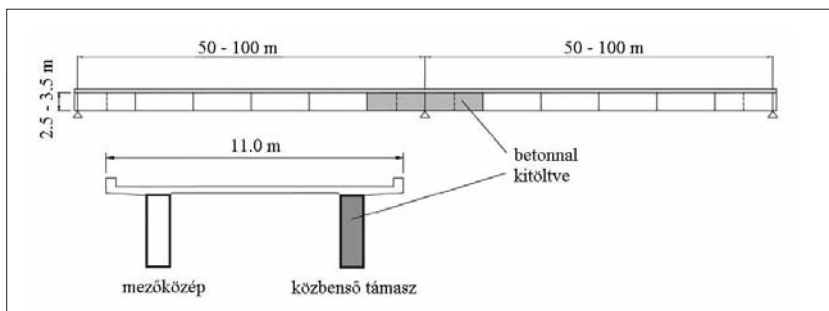
os kapcsolatok biztosítják. Napjainkban az ilyen típusú öszvérhidakat széleskörűen alkalmazzák világszerte, és az utóbbi évtizedekben nálunk is igen sok épült (például oszlári M3-as Tisza-híd, szekszárdi Duna-híd ártéri hídja, Budaörsi M1–M7-es autópálya fölötti körhíd, M3-as autópálya Keleti-főcsatorna hídja, napjainkban az M6-os autópálya hídjai stb.).

Az öszvérhidak előnyei, hátrányai és gazdaságos támaszköztartománya jól

ket a hídszerkezetek területén az utóbbi években kimagasló alkotásokat felvonultató távol-keleti országokban – Japán, Korea, Kína – dolgozták ki. Az egyik fejlesztés kibetonozott zártszelvényű főtartót, a másik pedig alsó és felső betonösvével kialakított megoldásokat alkalmaz. Az alábbiakban először ismertetem a fejlesztések alapelvét, majd kutatási eredményeket és alkalmazási példákat mutatok be.

Kibetonozott zártszelvényű kialakított öszvérhidak

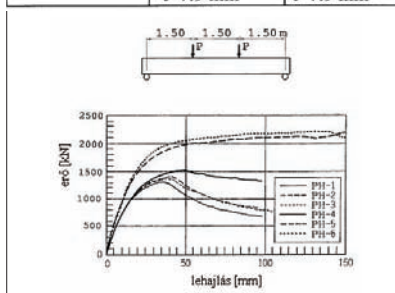
A kibetonozott zártszelvényű főtartós folytatódó öszvérhidak alapötlete az 1. ábrán látható. A téglalap vagy kör keresztmetszetű főtartók teherbírását a közbelső támasz fölött kibetonozással megnövelve, az öszvérkeresztmetszetet alkalmassá teszik a negatív nyomaték felvételére. Az önsúlynövekedés csökkentésére két megoldás kínálkozik: a keresztmetszet részbeni kitöltése betonnal (téglalap alakú keresztmetszetek esetén), vagy különböző sűrűségű – szilárdságú – beton/habarcs



1. ábra. Kibetonozott zártszelvényű öszvérhíd (Nakamura & Momiyama, 2008)

	PH-1	PH-2,3,4		PH-5,6	
kitöltő anyag	-----	habarcs		könnyű adalékanyagú beton	normál-beton
nyomószilárdság (MPa)	-----	0.29	0.98	4.90	29.40
keresztmetszet					

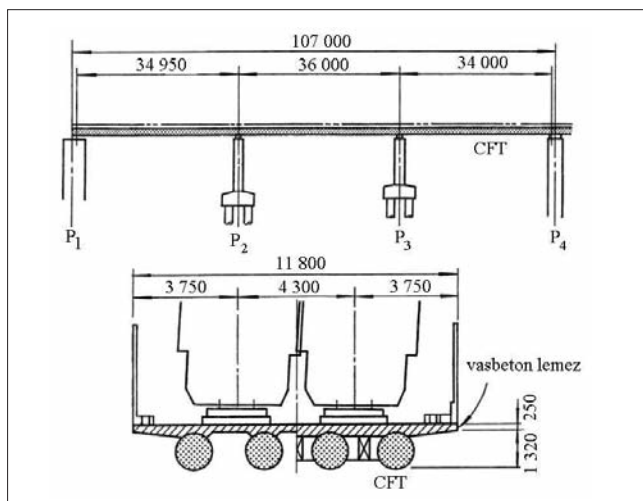
2. ábra. Kibetonozott csőgerenda kísérleti vizsgálata (Nakamura et al. 2002)



ismert. A hátrányok közül az egyik legkomolyabb a negatív nyomaték kezelése folytatódó kialakítás esetén, a közbelső támasz környezetében. Az utóbbi évtized nemzetközi fejlesztései jórészt ennek a problémának a – legalábbis részbeni – kiküszöbölésére irányulnak. Ebben a cikkben két fejlesztési irányt ismertetek, eze-

Summary

The paper gives an outline on two directions of the recent research and development on steel-concrete composite bridges. The first solution aims to carry the negative moment of the hogging area by concrete filled circular or narrow box sections. This idea is applied in the construction of a railway bridge on the Shinkansen network in Japan. The second proposal applies double concrete slab to increase the stiffness and the strength over the internal support. The recent research on this field created the background for the practical application of this solution. Finally the paper mentions such bridges in which prestressed concrete slabs and steel webs are applied in composite action.



3. ábra.
Kibetonozott
csőgerendás
vasúti
öszvérhíd
(Nakamura
et al. 2002)

szakaszos alkalmazása. A kibetonozás kedvező hatása azonban nemcsak a teherbírásban jelenik meg, hanem – főleg vasúti hidak esetén – a zaj- és rezgéscsökkentésben is.

A fenti ötletek alapján az utóbbi évtizedben jelentős kísérleti és elméleti kutatásokat hajtottak végre például Japánban Nakamura et al. (2002), Nakamura & Morishita (2008), Kínában Lu et al. (2009), Ausztráliában Thayalan et al. (2009). A Nakamura által vezetett kutatócsoport kísérleti vizsgálatait mutatja be a 2. ábra, ahol hat különböző módon kibetonozott kör keresztmetszetű gerenda próbatest és azok teherbírási eredményei láthatók. A könnyű- és normálbetonnal kitöltött gerenda nyomatóki teherbírása körülbelül 80 százalékkal nagyobb az acél csőszelvényhez képest. A zajmérésre vonatkozó vizsgálatokat hét különböző keresztmetszet esetén hajtották végre: acél I szelvényű öszvér, acél csőszelvényű öszvér, részben és teljesen kibetonozott acél csőszelvényű öszvér (különböző sűrűségű betonnal), valamint vasbeton téglalap keresztmetszet. A mért zaj- és rezgésszintek igazolják a kibetonozás hatékonyságát a zajscsökkentésben is.

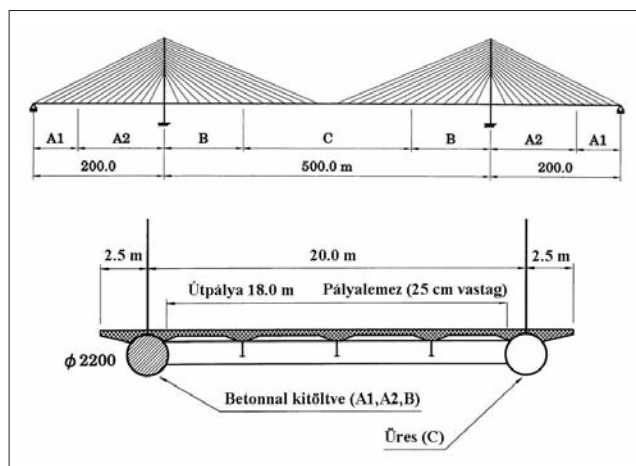


1. kép. Fejes csapos nyírt kapcsolat a csőgerendán (Nakamura et al. 2002)



2. kép. Szerkezetkész kibetonozott csőgerendás öszvérhíd (Nakamura et al. 2002)

A kutatások eredményeit felhasználva, az új típusú rendszer alkalmazásával megépítették a japán gyorsvasút – Shinkansen – 3. ábrán látható öszvérhídját (Nakamura et al. 2002). A négytámaszú, 107 méter hosszú hídban négy kibetonozott öszvérszerkezetű csőgerenda két vasúti pályát támaszt alá. A csövek átmérője 1300 milliméter, a maximális falvastagsága 22 milliméter, szakítószilárdsága 500 MPa (a tengerparti környezet miatt légköri korrózió ellenálló acélból készült). A csőgerendák helyszíni kapcsolat



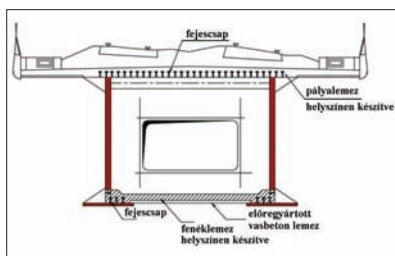
4. ábra.
Kibetonozott
csőgerenda
ferdekábeles
öszvérhídban
(Nakamura
et al. 2009)

latai hegesztettek. A pályaszerkezet acél-szállal erősített, 35 MPa nyomószilárdságú betomból készült. A csőgerendák kitöltésére a közbenső támaszok környezetében könnyűbetont (27 MPa), a közbenső részekben pedig habarcsot (5 MPa) használtak. Az együttműködő nyírt kapcsolat a mezőben a szokásos fejes csapos (1. kép), a közbenső támaszok környezetében azonban nagyobb merevségű és teherbírási perfbond (lyukas laposacél + acélbetét) kialakítású. A szerkezetkész öszvérhíd a 2. képen látható. A szerzők által végzett elemzések alapján az új öszvérhídrendszert hatékonynak és gazdaságosnak találták az adott alkalmazási funkcióban.

A rendszer alkalmazhatóságát vizsgálta ferdekábeles hidak esetén Nakamura et al. (2002) és (2009). A vizsgált szerkezet keresztmetszete és oldalnézete a 4. ábrán látható. Paraméteres vizsgálattal elemezték a rendszer hatékonyságát, az optimális acél-összsúly érdekében. A vizsgálatok konklúziója az volt, hogy a 900 méter hosszú mintahíd adott kialakítással körülbelül 8000 tonna tömegű acélból (pilon + merevítőtartó + kábel) megépíthető az új rendszer alkalmazásával.

Alsó és felső betonövel kialakított öszvérhidak

Folytatólagos öszvérhidak közbenső támasz fölötti megerősítése lehetséges oly módon is, hogy az alsó övet is együttműködőként alakítják ki (Shim, 2005). Erre mutat egy példát az 5. ábrán látható szerkezeti kialakítás (Kim & Shim, 2009). A kétpályás, ágyazátvetétes vasúti híd keresztmetszete két főtartós, a pályalemez is öszvér kialakítású. A mezőben csak a felső pályalemez, a támasz környezetében pedig dupla betonövet alkalmaznak, az



5. ábra. Öszvérkeresztmetszet dupla betonövvel (Kim & Shim, 2009)

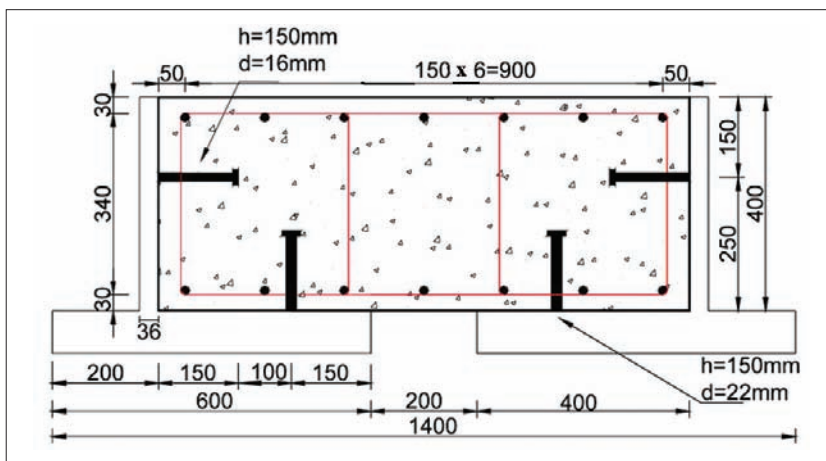
5. ábrán látható módon. A támasz felett az alsó acélövre és gerincre elhelyezett fejescsapok biztosítják az öszvérhatást az előre gyártott panelel kialakított alsó vasbeton lemezzel. Az alsó nyírt kapcsolatban tehát szerepelnek a szokásos kialakítású – övön elhelyezett – függőleges (álló) és a gerincen lévő vízszintes (fekvő) csapok. A dupla betonöves megoldás előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

- megnöveli az öszvérhidak gazdaságos alkalmazhatóságának tartományát (megközelíti az acél ortotrop pályalemezes hidakét),
- a támaszkörnyezet merevségének növelésével csökkenti a híd alakváltozásait, és
- megszünteti az alsó acélöv kifordulási problémáját, illetve a gerinc is kedvezőbb feszültségeloszlásúvá válik horpadás szempontjából.

Az alsó öv megerősítéséből adódó önsúlynövekedés nem jelentős, a pillérek esetén ez csak kismértékű igénybevétel-többletet okoz.

A szerkezeti kialakítás legkényesebb pontja a vegyesen alkalmazott álló és fekvő fejescsapok alkalmazása. Az Eurocode 4 (2005) tartalmaz méretezési eljárást mind a két elrendezésre; fekvő esetben figyelembe veszi a nyíróerő átadásából adódó felhasító hatást is (Kuhlmann & Kurschner, 2001). A vegyes elrendezésre kísérleti vizsgálatokat hajtott végre Kim & Shim (2009). A 6. ábrán látható próbatesten kinyomó kísérletet hajtottak

Dr. Dunai László 1983-ban szerezte meg építőmérnöki oklevelét. Végzés után a BME Acélszerkezetek Tanszékén doktori ösztöndíjas, majd kutatóként és 1989-től oktatóként dolgozott. 2002-ben a BME habilitált doktora, 2008-ban az MTA doktora fokozatot szerzett. Jelenleg a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékének egyetemi tanára. Oktatási és kutatási tevékenysége acél- és öszvérszerkezetekre irányul.



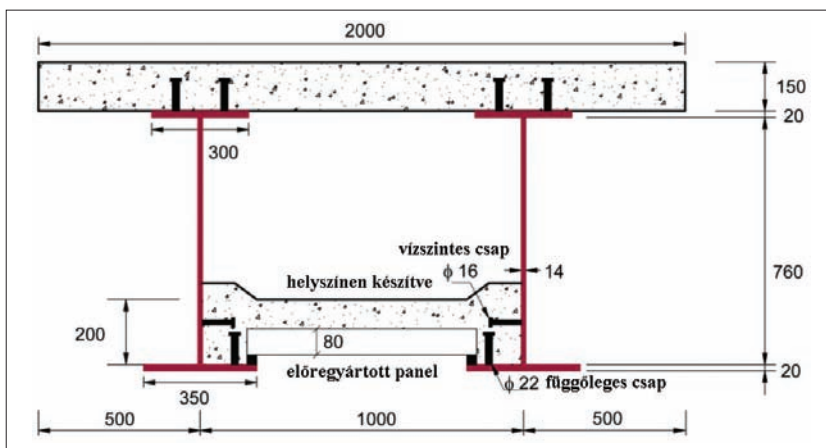
6. ábra. Kinyomó kísérlet vegyes csapelhelyezéssel (Kim & Shim, 2009)



3. kép. Felsőpályás közúti híd, feszített vasbeton övekkel, rácsos gerinccel (fotó: Mizoguchi, S.)

vége. Az eredmények alapján az álló és a fekvő csapok ellenállásaiból kiindulva határozták meg a vegyes kialakítás méretezéséhez szükséges tervezési ellenállást. Ezt követően 11 méter hosszú hídmodelleken ellenőrizték a közbenső támasz környezetében az együttműködést; a modell

keresztmetszete a 7. ábrán látható. A kísérletek azt mutatták, hogy a tervezett nyírt kapcsolat megfelelő volt a dupla betonöv képlékeny nyomatékának kialakulásához. Az eredményekből meghatározták az alsó betonöv effektív szélességét is. Az elvégzett kutatás alapján lehe-



7. ábra. Dupla betonövű hídmodell (Kim & Shim, 2009)

Összefoglalás

A cikk áttekintést ad öszvérszerkezetű hidak kutatás-fejlesztésének két új irányáról. Az egyik megoldás cső-, illetve keskeny téglalap keresztmetzetű főtartók közbenső támasz feletti kibetonozásával teszi hatékonyabbá a negatív támasznyomaték felvételét. Ezt a megoldást alkalmazták a japán gyorsvasúthálózaton. A másik javaslat a támaszkörnyezetben alsó betonöv alkalmazásával növeli a merevséget és a teherbírást. A közelmúltban végrehajtott kutatások megteremtették a rendszer gyakorlati alkalmazásának lehetőségét. A cikk végül említést tesz olyan hosszirányban feszített vasbeton övekkel kialakított hidakról, ahol a rácsos vagy trapézlemez acélgerinc együttműködik az övekkel.

tőség nyílik a dupla betonövű öszvérhidak gyakorlati alkalmazására, amit a kutató-fejlesztők elsősorban vasúti hidak esetén tartanak perspektivikusnak.

A fentiekben bemutatott rendszerhez hasonló megoldások, amelyekben az övek hosszirányban feszítettek és az alsó betonöv a híd teljes hosszára kiterjed, gyakoriak az utóbbi évtized hídépítési gyakorlatában. Bár ezekben az acélgerinc és a betonövök együttműködése megoldott, mégsem tekinthetők klasszikus öszvérszerkezetnek. Az övek kialakítása miatt közelebb állnak a feszített vasbeton hidakhoz. A szerkezeti kialakítás és viselkedés alapján tehát a két híd típus határterületén helyezkednek el. Ez indokolja, hogy a szakirodalom inkább körülírja a szerkezetet, de nem jelent meg egységesen alkalmazott megkülönböztető elnevezés; leg-

többször talán hibrid szerkezetként emlegetik. Ezekben a hidakban a cél a vasbeton gerinc helyettesítése kisebb normálmerevségű elemekkel, amelyek vagy rácsos, vagy acél trapézlemez. A gerinc tehát egyrészt csökkenti az önsúlyt, másrészt kedvezőbbé teszi a feszítőerő bevitelét az övekbe. A gerinc és az övek együttműködését nyírt kapcsolattal oldják meg. A rendszer alkalmazását az alábbi japán példák illusztrálják:

- Katsurajima-viadukt: felsőpályás közúti híd, rácsos gerinccel (3. kép);
- Ritho-híd: felsőpályás közúti híd, trapézlemez gerinccel (4. kép); megjegyzés: a jelenleg kivitelezés alatt álló M43-as autópálya Tisza-hídját ilyen rendszerrel tervezték (tervező: Pont-Terv Zrt.);
- Yamaguragawa-híd: alsópályás vasúti nyitott híd, rácsos gerinccel (5. kép).

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki *Kövesdi Balázs* és *Seres Noémi* doktorandusz hallgatóknak a cikk elkészítéséhez nyújtott segítségükért. ◀◀

Irodalomjegyzék

Kim, H.H., Shim, C.S. (2009): *Experimental investigation of double composite twin-girder railway bridges. Journal of Constructional Steel Research, 65, megjelenés alatt.*

Kuhlmann, U., Kurschner, K. (2001): *Behaviour of lying studs in reinforced concrete slabs. Proceedings of the Symposium on connections between steel and concrete.*

Lu, H., Han, L-H., Zhao, X-L. K. (2009): *Analytical behavior of circular concrete-filled thin-walled steel tubes subjected to bending. Journal of Thin-Walled Structures, 47, 346–358.*



5. kép. Alsópályás vasúti nyitott híd, feszített vasbeton övekkel, rácsos gerinccel (forrás: <http://www.dywidag-systems.com/references/details/article/yamaguragawa-bridge-japan.html>)

MSZ EN 1994-2 (2005) Eurocode 4: *Együttműködő acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 2. rész: Általános és a hidakra vonatkozó szabályok.*

Nakamura, S., Momiyama, Y., Hosaka, T., Homma, K. (2002): *New technologies of steel/concrete composite bridges. Journal of Constructional Steel Research, 58, 99–130.*

Nakamura, S., Morishita, H. (2008): *Bending strength of concrete filled narrow-width steel box girder. Journal of Constructional Steel Research, 64, 128–133.*

Nakamura, S., Tanaka, H., Kato, K. (2009): *Static analysis of cable-stayed bridge with CFT arch ribs. Journal of Constructional Steel Research, 65, 776–783.*

Shim, C.S. (2005): *Research on the double composite twin-girder railway bridges, Proceedings of the 8th Korea–China–Japan Symposium on Structural Steel Construction, 49–57.*

Thayalan, P., Aly, T., Patnaikuni, I. (2009): *Behaviour of concrete-filled steel tubes under static and variable repeated loading. Journal of Constructional Steel Research, 65, 900–908.*



4. kép. Felsőpályás közúti híd, feszített vasbeton övekkel, trapézlemez gerinccel (fotó: dr. Dunai L.)



Megemlékezés az egykori szegedi vasúti Tisza-hídról

**Dr. Nemeskéri-Kiss
Géza**

ny. mérnök-főtanácsos

☎ (1) 466-5617

A múlt évben, 2008-ban ünnepeltük meg az egykori szegedi vasúti Tisza-híd forgalomba helyezésének 150. évfordulóját (1. kép). Ebből az alkalomból október 9-én a szegedi városháza dísztermében A város és folyója című nemzetközi konferencián Vörös József mérnök-főtanácsos ismertette a másfél évszázaddal ezelőtt épített híd történetét. Ugyancsak tavaly, november 21-én nyílt meg Szegeden az a rendkívül érdekes kiállítás, amelyet a Móra Ferenc Múzeum és a Vasúttörténeti Alapítvány Ívek a Tisza felett – 150 éve épült a szegedi vasúti Tisza-híd címmel, sok eredeti dokumentum bemutatásával rendezett. Az alapítvány ezenkívül a 2008. évi VII. Országos Vasutas Fényképpályázatával és Kiállításával is tisztelgett a híres híd emléke előtt.

Ebben az évben van viszont a 150. évfordulója annak a Tisza-híd építését tartalmazó közleménynek, amelyet a híd tervezője és építésvezetője, Ernest Cézanne francia mérnök (2. kép) 1859-ben jelentetett meg az Annales des Ponts et Chaussées című folyóiratban. Ez az ötvenoldalas, igen részletes tanulmány képezi az alapját a Tisza-híd építéséről meglevő ismereteinknek. A Tisza-hídról való megemlékezésemhez Cézanne összeállításán kívül az eddig megjelent hazai publikációkat használtam fel.

A hidat 1858. december 2-án *Albrecht Habsburg* főherceg, a Magyar Helytartótanács elnöke adta át a vasúti forgalomnak. E műtárgyról ma már sajnos csak múlt időben beszélhetünk, mert azt a második világháború végén felrobbantották. Az *Ernest Gouin* és Társa francia hídépítő cég által annak idején másfél év alatt felépített, 440 méter összhosszúságú Tisza-híd korának legfejlettebb műszaki színvonalát képviselte, és több vonatkozásban is első volt a magyar vasúti hídépítés területén. A híd legfőbb nevezetességei a következők voltak:

- ez volt az első végleges jellegű folyami vasúti hidunk a történelmi Magyarország területén;
- ennek a hídnak az alapozásánál alkalmaztak nálunk először légnomámos eljárást;
- e híd áthidalásai voltak hazánkban az első szegecsléssel kivitelezett vasszerkezetek;



1. kép. Az egykori szegedi vasúti Tisza-híd látképe

- ez volt a MÁV első kétvágányú és első többtámaszú folyami vashídja;
- a volt szegedi vasúti Tisza-híd a mai napig valamennyi eddig létező folyami hidunk közül az, mely a leghosszabb ideig, 86 évig szolgálta a forgalmat.

A híd építésének előzményei

A Tisza-híd építésére a Bécs–Pozsony–Vác–Pest–Szeged–Temesvár–Bazias vasúti fővonal létesítése keretében került sor. E vasútvonal Pestről kiinduló délkelet irányú szakasza volt a *gróf Széchenyi István* által kezdeményezett egyik sugárirányú vasútvonal, melynek kivitelezését a Császári és Királyi Osztrák Államvasút Társaság irányította.

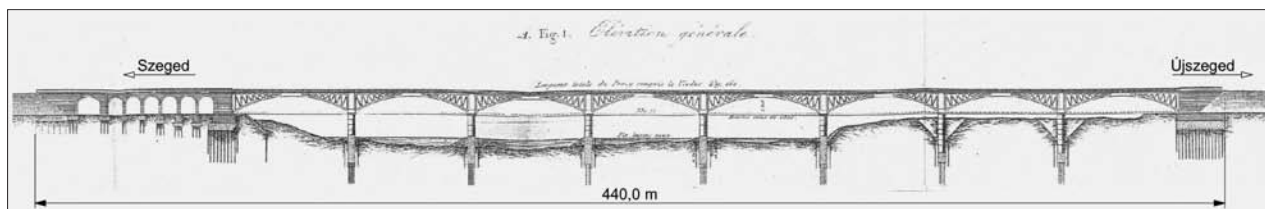
A hídépítés előkészítő munkálatait 1855-ben kezdték meg. A franciák mindenekelőtt több évre visszamenően igen alaposan tanulmányozták a Tisza vízjárását, vízsebességét és vízhozamát. Cézanne tanulmányában a Tisza vízügyi adatait a

Rajna, a Volga, a Nílus és a Mississippi azonos adataival hasonlította össze, és megállapította, hogy az ekkori mérések szerint a Tisza volt a Föld folyói közül egyike a legkisebb esésűeknek. Az előmunkálatok során megkezdték a szükséges talajfeltárási munkákat is. Ezek szerint az altalaj a mederfenék alatt meghatározhatatlan mélységig közel egynemű, agyagos finomhomok, ami kis teherbírása miatt különleges alapozási eljárás alkalmazását tette szükségessé.

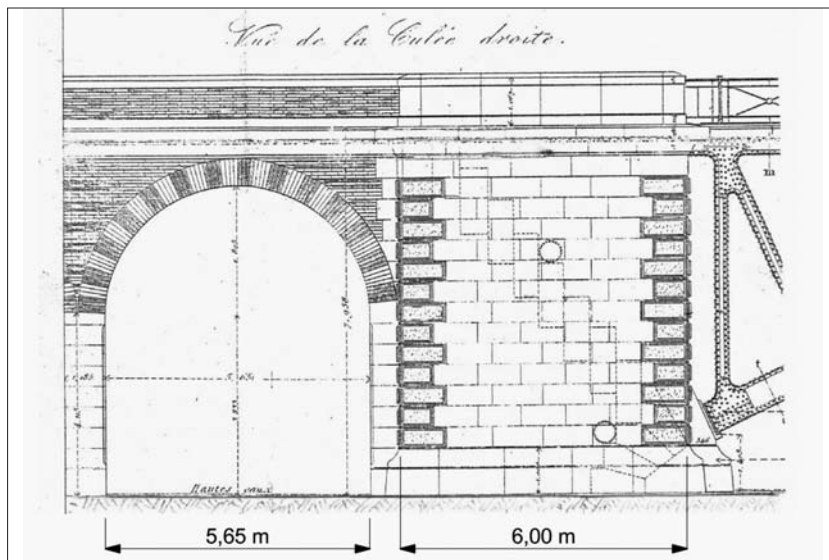
A híd építésére vonatkozó szerződést az Osztrák Államvasút Társaság 1856 no-



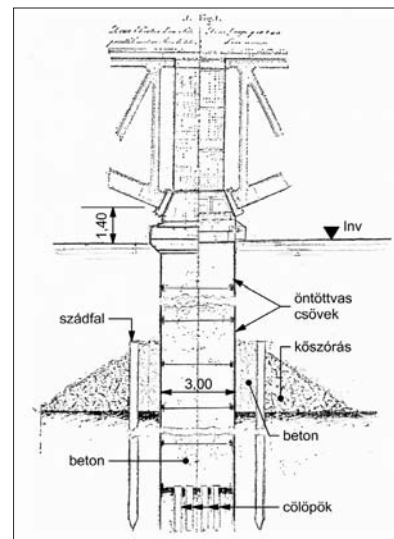
2. kép. Ernest Cézanne mérnök (1830–1876)



1. ábra. A híd általános terve



2. ábra. A jobb parti hídfő oldalnézete



3. ábra. A légnomással alapozott mederpillérek kialakítása

vemberében kötötte meg a kivitelező Ernest Gouin és Társa céggel. Megjegyezzük, hogy ugyanez a cég nyerte meg az 1870-es évek elején a budapesti Margit híd építésére kiírt tervpályázatot a beérkezett 43 pályamű közül.

A híd műszaki ismertetése

Az ismertetéshez Cézanne-nak az 1859. évi tanulmányához tartozó eredeti általános tervét használjuk fel (1. ábra). A híd két fő részből állt: a Tisza jobb partján, az ártéren egy hétnyílású boltozat volt, melyhez a folyó felett egy nyolcnyílású, rácsos, vasszerkezetű híd csatlakozott.

A boltozatsor Szeged felőli első boltozata 8,40 méter nyílású volt, mely alatt egy közutat vezettek át. A többi 5,65 méter nyílású boltozat közül a város felőli negyedik egy iparvágány átvezetésére szolgált. A boltozatok falazatait faragott terméskővel burkolták, maguk a boltívek pedig téglá anyagúak voltak. A boltozatok facölöpökre támaszkodó, szádfalak közötti betonlapokon nyugodtak.

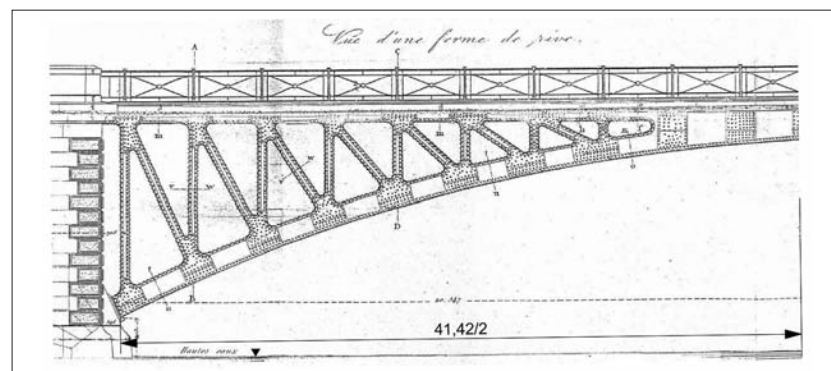
A folyómedret 333,0 méter hosszú, 8 × 41,42 méter támaszközü vashíd hidalta át. A mederhíd két hídfője szintén cölöp-alapozású volt (2. ábra). Az ellenfalak

faragott terméskő burkolatúak voltak. A hídfők felmenő falazatába – az osztrák Hadmérnökség előírásának megfelelően – a hídtengelyre merőleges értelemben, két-két, kb. 30 centiméter átmérőjű öntöttvas csövet építettek be, melyek szükség esetén robbantóaknáknaként szolgálhattak.

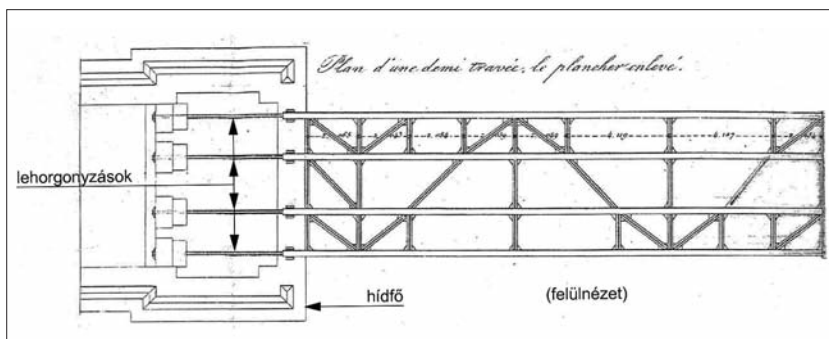
A mederhíd pilléreit 3,00 méter külső átmérőjű, öntöttvas csövekből alakították ki, melyeket pneumatikus eljárással súlyllesztettek le a folyómederbe (3. ábra). A pillérenkénti két csőoszlop tengelytávolsága 4,0 méter volt. Az egyes csőelemek alsó és felső peremén 48 darab, 50 milliméter átmérőjű csavar szolgált

azok összeerősítésére. A csőoszlopok felső részén az áthidaló szerkezetek felfekvésének biztosítására speciális, négyzetes szerkezeti rész csatlakozott, amit 72 darab, 50 milliméter átmérőjű csavar rögzített az alatta levő csőelemhez. A csőoszlopok belseje betonnal volt kitöltve, ami csővenként 12 darab facölöpre támaszkodott. A pilléreket kimosás ellen szádfal-as körülvárás és kőszórással biztosította, jégzajlással szemben pedig faszervezetű jégtörő védte.

A mederhíd 41,42 méter támaszközü áthidalásait négy-négy rácsos szerkezetű főtartók alkotta (4. ábra). A főtartók alsó



4. ábra. A szegecselt vasszerkezetű áthidalás oldalnézete



5. ábra. Az áthidaló szerkezet főtartói felső övének lehorgonyzása a hídfőnél (felülnézet)

öve íves, felső öve pedig egyenes kialakítású volt. A két övrudat oszlopos rácsozás kötötte össze. A főtartókat keresztkötésekkel és szélrácsokkal kapcsolták egymáshoz. A főtartó alsó öveket a pillérek csőoszlopaihoz szintén 50 milliméter átmérőjű csavarokkal kapcsolták. Ez a fix kapcsolat ezeken a helyeken a hídszerkezetek hőmérséklet-változások hatására létrejövő mozgásának lehetőségét nem biztosította. Az áthidaló szerkezetek főtartóinak a felső öveit egymással szintén fixen összekapcsolták, így azok folytonos, töbtámaszú tartót alkottak, melyek végeit a hídfőkbe lehorgonyozták (5. ábra).

A főtartók felső övén 24 × 36 centiméter keresztmetszetű tölgyfa gerendákra volt két vágány részére a vasúti felépítmény lekötve.

Az áthidaló szerkezetek statikai számítása

A Tisza-híd vasszerkezetű áthidaló szerkezetei statikai szempontból többszörösen határozatlan, rendkívül bonyolult tartók voltak. A híd statikai számítását Cézanne grafikus eljárással készítette. Az áthidalásokat kéttámaszú ívekként számította, és azoknak négy különböző terhelési esetre szerkesztette meg a fellépő igénybevételeit. A számításoknál elhanyagolta a hídszerkezet többszörösen határozatlan voltát, és a hőmérséklet-változások hatásának sem tulajdonított különösebb jelentőséget.

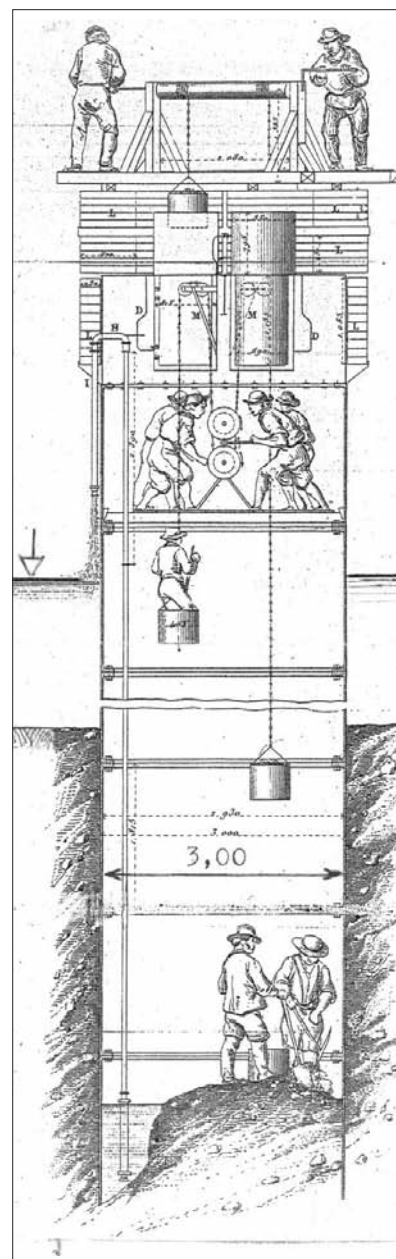
A híd forgalomba helyezése után 46 évvel annak statikai számításával igen behatóan foglalkozott a híres műegyetemi tanár, Kossalka János, akinek 1904-ben a szegedi vasúti Tisza-híd statikai számításának az elemzése képezte doktori értekezésének a tárgyát (3. kép). Kossalka János munkássága annál is inkább időszerű volt, mert a híd 1898. évi fővizsgálata során az áthidaló szerkezeteknél különféle meg-

hibásodásokat észleltek. Ilyen volt például az egymással összekapcsolt felső övrudaknak a hídfőknél tapasztalt kilazulása.

Kossalka János doktori értekezésében egyebek között megállapította, hogy: „Olyan hidat forgalomban tartani, melynek erőviszonyait megbízhatóan áttekinteni nem tudjuk és melyben a szokásosnál tetemesen nagyobb igénybevételek lépnek fel, kockázatos dolog.” Ezek után, Kossalka János javaslatára a hídnál feszültség- és elmozdulásméréseket végeztek. A kapott kedvezőtlen mérési eredmények alapján 1906-ban elrendelték, hogy a hídon azonos időben, egyszerre csak egy vonat közlekedhetett. A későbbi években a hídnál további meghibásodásokat állapítottak meg, ami a MÁV illetékeiseit arra készítette, hogy a hídszerkezetek igénybevételeinek további csökkentése érdekében a kétvágányú hidat egyvágányúvá alakítsák át. Ez meg is történt a megmaradó vágánynak a hídtengelybe helyezésével. Ezek után a híd így üzemelt az 1944. évi felrobbantásáig.



3. kép. Kossalka János professzor (1871–1944)

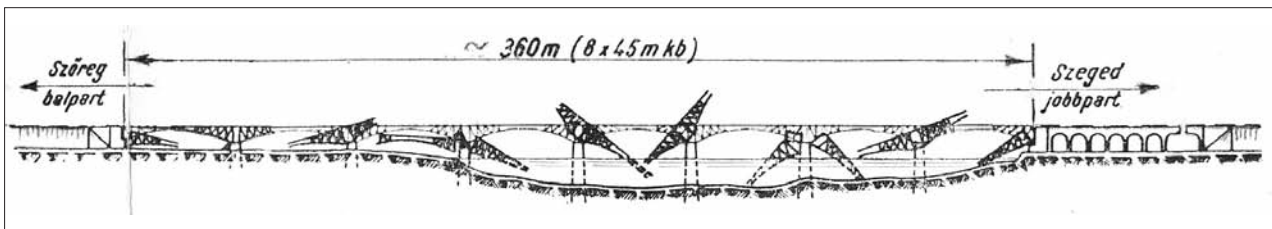


6. ábra. A légnymásos alapozás végrehajtási módja az egykori vázrajz szerint

A légnymásos alapozás kivitelezése

Légnymásos alapozási eljárást hazánkban a Tisza-híd építését megelőzően nem alkalmaztak. Franciaországban is csak néhány évvel korábban, 1841-ben próbálták ki először ilyen alapozási módot a Loire folyó egyik hídjánál.

A pillérek pneumatikus eljárással való alapozásának kivitelezéséhez Párizsban speciális légszilipeket gyártottak. A mederpilléreket alkotó 3,00 méter külső átmérőjű öntöttvas csövek tetején helyezték el az ugyanilyen átmérőjű légszilipet, amibe két, 0,72 méter átmérőjű cső volt beszerelve (6. ábra). Az egyik cső a csőoszlop



7. ábra. A lerombolt Tisza-híd vázrajza (az 1944. októberi állapot)

süllyesztésekor kitermelt talaj eltávolítására, a másik pedig a légnyomásos munkatérben dolgozó munkások be- és kiszilipelésére szolgált. A pillércső alján csak két munkás tudott dolgozni, ők ásták ki az altalajt, hogy a cső ily módon lesüllyeszthető legyen. Amikor a cső süllyesztésével a terv szerinti mélységet elérték, akkor a csőben a légszilip eltávolítása után 12 darab 15 centiméter átmérőjű facölöpöt vertek le az altalaj tömörítése érdekében.

A cölöpözési munka befejezése után a csöveket ismét légnyomás alá helyezték, majd a levert cölöpök felső végét úgy vágták le, hogy azok 1,00 méterre nyúljanak a csőoszlop alsó szintje fölé. Ezt követően kezdődött meg a csövek kibetonozása a felső csőelemig, majd ott egy speciális négyzetes alakú öntvényt helyeztek el, melyre később az áthidalások főtartói támaszkodtak fel.

A légnyomásos munkákat egyszerre több pillérenél, éjjel-nappal, folyamatosan végezték. A munkatérben 3 atmoszféra volt a legnagyobb túlnyomás mértéke. Egy műszak folyamán hat órát dolgoztak a munkások. Cézanne közleményében elismeréssel emlékezik meg a légnyomásos munkában részt vett magyar és francia dolgozókról. Szerinte a német, az olasz és a különböző szláv származású munkások nem bírták úgy a túlnyomásos térbeni nehéz munkát, mint elsősorban a magyarok, akik Algyő térségéből származtak, és akik közül később, a Tisza-híd építésének a befejezése után többen is Franciaországba mentek, ottani hasonló munka elvégzésére.

Abban az időben a légnyomás alatt levő igen szűk munkatérben, villanyvilágítás még nem lévén, olajmécsesekkel világítottak, minek következtében az ott levő levegő erősen elszennyeződött. A hatórás műszakok folyamán a munkások orra és szája sötét korommal telt meg, amitől csak nehezen tudtak megszabadulni. Ezért a légnyomásos alapozási munkát végzők közül sokan kisebb-nagyobb mértékű egészségkárosodást szenvedtek.

Cézanne tanulmányában nagyon részletesen elemzi a pillérek légnyomásos alapozásának a kivitelezését. Véleménye szerint az elvégzett hidépítési munkák közül a legnehezebb és egyben a legkényesebb feladatot a csőpillérek terv szerinti helyzetben való megépítése jelentette. Mint érdekességet említjük meg, hogy – *Móra Ferentől* nyert értesülés szerint – egy alkalommal *Jókai Mór* is Szegedre utazott, hogy megtekintse a Tisza-híd építését, és akkor az egyik pillér alapozásának a légnyomás alatt levő munkatérébe is leszállt.

Az öntöttvas csőelemek gyártása és szállítása

A 3,00 méter külső átmérőjű, 35 milliméter falvastagságú és 1,815 méter hosszú csőelemeket Skóciában, Glasgow-ban gyártották. Összeillesztésüket, kifűrésüket és szükséges esztergályozásukat azonban már Szegeden, a helyszínen végezték. A legyártott csőelemeket Skóciából hajóval a hamburgi kikötőbe szállították, ahol azokat vasúti kocsikra rakták át, és vasúton továbbították Szegedre. E csövek tervezésével, gyártásával és szállításával kapcsolatos tevékenységek összehangolása a hidépítés irányítóinak igen nehéz és bonyolult feladatot jelenthetett, különösen, ha meggondoljuk, hogy abban az időben, másfél évszázaddal ezelőtt, például a telefon is még ismeretlen fogalom volt.

A vasszerkezetű áthidalások gyártása és szerelése

A híd nyolc áthidaló szerkezetének 32 darab 41,42 méter támaszközü rácsos főtartóját Párizsban szegeccsel állították elő. A szegeccselés nagy fejlődést jelentett akkoriban a hidépítés területén, hiszen addig hazánkban még egyáltalán nem volt szegeccsel vashíd, és Franciaországban is túlnyomó részben még csavaroltak voltak az ilyen hidak. A gépi szegeccseléssel készített gyártási egységeket ideiglenesen csavarozással szerelték

össze. A legyártott egységeket vasúton szállították a helyszínre, a Tisza jobb partján kialakított munkahelyre, ahol azokat szintén szegeccseléssel szerelték véglegesen össze. Az egyes főtartókat fektetett helyzetben, különleges szállító-kocsikon húzták be egy munkahídon beépítésük helyére, ott azokat darukkal emelték terv szerinti alátámasztásaikra. Ezután szerelték fel a keresztkötevéket és a szélrácszatot a főtartókra.

A munkahíd

A munkahídat a végleges hídtól az ár elleni oldalon építették fel. Ennek a hídnak az alátámasztásai a fa cölöpjármok, áthidalásai pedig, a hajózányítás kivételével, feszítőműves faszerkezetek voltak. A munkahíd hajózányítását egy 18,0 méter támsközű, 25 tonna tömegű, rácsos vasszerkezet hidalta át, amit a hajók áthaladásakor 3,0 méterrel fel lehetett emelni. A munkahíd azonban nemcsak a végleges híd építésének kivitelezését szolgálta, hanem a Szeged–Temesvár akkor már üzemben levő vasútvonal személy- és teherforgalmát is ideiglenesen azon bonyolították le.

A híd próbaterhelése

A híd próbaterheléséhez az egyes áthidalásokat először külön-külön, majd később az egész hidat végig 8000 kg/m megoszló teherrel terhelték le. Az áthidaló szerkezetek egyenkénti leterhelésekor azok legnagyobb lehajlása 30 milliméter, a szomszédos nyílásokban pedig a felhajlások mértéke 5-6 milliméter volt. A híd teljes leterhelése esetén a közbenső nyílásokban 12, a két szélső nyílásban pedig 16 milliméter lehajlást mértek. Rendszeresen közlekedő vonatok hatásait is vizsgálták. Ekkor az áthidalások legnagyobb lehajlási értéke a közbenső nyílásokban átlagosan 6,5, a szélsőkben pedig átlagosan 8,0 milliméter volt. A próbák keretében a híd két vágányán egyszerre „nagy sebességgel” mozdonyserelvényeket is közlekedtettek, azonban

ilyenkor mértékadó alakváltozási értékeket nem állapítottak meg.

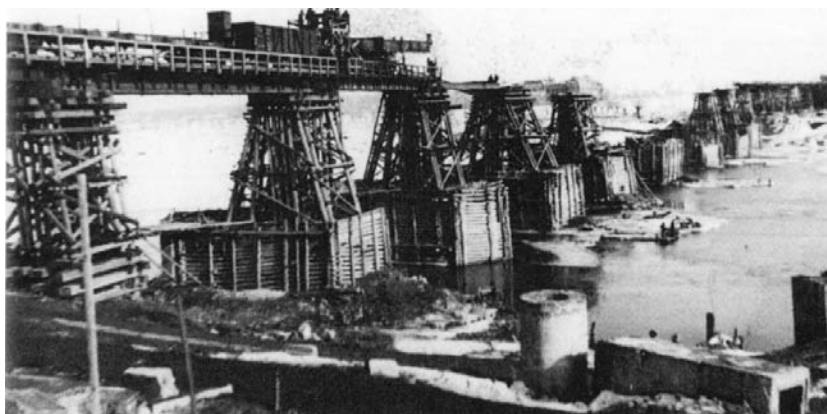
A jobb parttól számított első mederpilér két vascső oszlopát szintén próbaterhelték. Azért választották ki ezeket az oszlopokat terhelési próbára, mert a talajfel-tárások szerint ezeknek a környezetében voltak a legkedvezőtlenebbek a talajviszonyok. A próbaterhelés szerint ezen oszlopok teherbírása elérte az 500 tonnát.

A híd 1944. évi pusztulása és ideiglenes jellegű pótlása

A Tisza-hídat 1944. augusztus 24-én és szeptember 3-án súlyos légitámadások érték. Az utóbbi bombázás következtében a mederhíd két áthidaló szerkezete a folyóba zuhant. A kialakult hadi helyzet miatt a híd helyreállítására már nem kerülhetett sor. 1944. október 9-én pedig a mederhíd valamennyi, még épen maradt szerkezetét is felrobbantották, és súlyosan megrongálták a 8,4 méter nyílású boltozatot is (7. ábra).

A lerombolt hídtól 15,0 méterre az ármenti oldalon egy jelentős szovjet műszaki alakulat a lakosság és főleg a vasutasok aktív közreműködésével vasúti-közúti szükséghidat épített. Ennek az ideiglenes jellegű hídnak a terveit *Cserta László*, az akkori szegedi vasútigazgató készítette el. A fa cölöpjármokon nyugvó áthidalásokat Differdingen tartókkal alakították ki. A cölöpjármokat a kimosásokkal szemben nagy kőszekrényekkel biztosították. Az éjjel-nappali munkával épített, mintegy 350 méter hosszú szük-

Dr. Nemeskéri-Kiss Géza (1922) okl. hidász mérnök munkáját 1950-ben a MÁV Vezérgazgatóság Hídosztályán vasúti hidak tervezésével kezdte. 1953–55 között az újpesti vasúti híd új-jáépítésének helyszíni munkáit irányította. Részt vett a vasúti hidak mintaterveinek kidolgozásában, valamint a hidakra vonatkozó MÁV-előírások és utasítások kiadásában. A MÁV képviselőjében hosszú éveken keresztül dolgozott a nemzetközi vasúti szervezetek (UIC, OSZZSD) hídalbizottságában. 1968-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen doktori címet szerzett. A külföldi és magyar szakfolyóiratokban mintegy 140 publikációja jelent meg. 1984-ben a Vasúti Hídosztály osztályvezető-helyetteseként ment nyugdíjba. Tevékenységét Jáky József- és Korányi Imredíjjal ismerte el a szakma.



4. kép. A felrobbantott híd helyett épített vasúti-közúti szükséghidat bontása 1947-ben

séghidat már egy hónappal a végleges híd lerombolása után, 1944. november 12-én átadták a forgalomnak.

A szükséghidat legnagyobb nyílása is csak 22,0 méter volt. Annak 17 nagyszelességű alátámasztása miatt a híd környezetében a mederben kimosások keletkeztek, melyek veszélyeztették a szükséghidat állékonyságát. 1946 végén egy alkalommal az ideiglenes híd egy szakasza megrokkant, és ezért december 6-án előbb a vasúti, majd 1947. január 1-jén a közúti forgalmat is a hídon le kellett állítani. A későbbi évek során a szükséghidat elbontották, és a folyómederből a hídroncsokat eltávolították (4., 5. kép).

A MÁV Szegedi Vasútigazgatóság illetékesei az utókor számára a volt Tisza-híd roncsainak egyes maradványait meg akarták őrizni. E nemes törekvés azonban sajnos meghiúsult, mert egy vasgyűjtés alkalmával ezek a rakpartron gondosan tárolt hídroncsok eltűntek, melyeket más vashulladékokkal együtt nyilván beolvastottak.

A híd 1944 végi felrobbantása óta már 65 év telt el, azonban annak újjáépítése egyelőre csak a távlati tervekben szerepel. A jövőbeni Tisza-híd valószínűleg az Adria-tengert a Fekete-tengerrel össze-

kötő transzbalkáni vasút kiemelkedő jelentőségű műtárgya lesz.

Az egykori szegedi vasúti Tisza-híd maga korában minden tekintetben a legmagasabb műszaki színvonalat képviselte, ami érdemessé teszi arra, hogy emlékét a vasúti hídépítés történelme számára megőrizzük. ◀

Irodalomjegyzék

Cézanne, Ernest: Notice sur le pont de la Theiss et sur les fondations tubulaires. Annales des Ponts et Chaussées, 1859. XVII. kötet, 1. fél év.

Kossalka János: A szegedi vasúti Tisza-híd. Doktori értekezés. Magyar Mérnök és Építés Egylet 1904. évi közlönye.

Ruzitska Lajos: A szegedi vasúti Tisza-híd története. Mélyépítéstudományi Szemle, 1957. 5–6 szám.

Ay Zoltán: Ívek a Tisza felett. Vasúttörténeti Alapítvány Szeged, 2209

Nemeskéri-Kiss Géza: Az egykori szegedi vasúti Tisza-híd története. Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1989. 6. szám.

Vörös József: 150 éve épült a szegedi vasúti Tisza-híd. Sínek Világa, 2008. 3–4. szám.

Szabó Gyula: Kiállítás nyílt a 150 éve épült szegedi vasúti Tisza-hídról. Sínek Világa, 2008. 3–4. szám.



5. kép. A felrobbantott híd egyik, folyóba zuhant áthidaló szerkezetének roncskiemelése

Vasúti műtárgyak zaj- és rezgéscsillapítási lehetőségei

A városokon keresztülvezető, a lakott vagy üdülőterületekhez közel fekvő vasútvonalak zavaró hatását leginkább a zaj és rezgés okozza, ezért csökkentésük mára fokozott figyelmet kapott. Vasútvonal mellett, hidakon, műtárgyakon történő szerelvényelhaladásakor jellegében is más, akár 15-20 dB-lel nagyobb zajhatás figyelhető meg, mint az azt követő, földműre épült vágányon. Ez számos okra vezethető vissza, és orvoslása is összetett feladat.



Ludvigh Eszter

vasúti projektmérnök
CDM Kft.

✉ ludvigh.eszter@cdmkft.hu

☎ (26) 540-175



Horváth Zoltán

ügyvezető-rendszermérnök
CDM Kft.

✉ horvath.zoltan@cdmkft.hu

☎ (26) 540-175

A belgiumi székhelyű CDM cégcsoport a magasépítési, ipari, valamint vasúti zaj- és rezgéscsillapítási problémák feltárásában, rendszerek tervezésében, fejlesztésében és gyártásában az elmúlt évek során Európa egyik vezető cégévé nőtte ki magát. Képviselési és partneri hálózatával jelen van a világ szinte minden részén. Hazánkban a cégcsoportot a CDM Magyarország Kft. képviseli. A CDM termékpalettán lévő rugalmas anyagokkal egyszerűen és kis költségárfordítással nemcsak rezgészigetelést, hanem egyéb jótékony hatást is el lehet érni, mind műtárgyakon, mind folyóvágányban.

Vasúti hidak, pályák zaj- és rezgéscsillapítási lehetőségei

A vasúti közlekedés az egyik legjellemzőbb rezgésforrás, amelynek hatása aktív módon a pályaszerkezetben, passzív módon a védendő létesítményben csökkenthető. A gördülőállomány elhaladásakor a jármű dinamikus hatása a különböző hibákkal terhelt kerék-sín kapcsolaton keresztül bekerül a pályába, majd a talajon keresztül eljut a környező épületekbe, ahol rezgéseket kelt, amelyek lesugározva zajt okoznak. A gyakori és túlzott mértékű rezgés felgyorsítja a közlekedési pályák és műtárgyak állagromlását, ami a pályaszerkezeti elemek lecsökkent élettartamában és a fokozódó üzemeltetési, fenntartási, valamint felújítási költségekben is megmutatkozik. A CDM által fejlesztett vasúti rezgéscsillapítási rendszerek az aktív megoldások közé tartoznak, vagyis a

kedvezőtlen hatások csökkentését, illetve terjedésének megakadályozását célozzák a felépítményben elhelyezett rugalmas elemekkel – legyen szó akár hagyományos zúzottkő átvezetéses, közvetlen leerősítésű hídfás vagy vasbeton pályalemez hidakról. A rezgéscsillapítás hatékonysága nagyban függ a bevont tömeg nagyságától, az állandó és dinamikus terhek arányától, illetve a rugalmas anyag tulajdonságaitól: minél lejjebb, minél nagyobb állandó terhelés alá kerül az elasztomer anyag, annál nagyobb lesz a rezgéscsillapítás hatékonysága.

Műtárgyakon átvezetett vágány esetén rezgéscsillapítási beavatkozás alapvetően négy szinten történhet:

1. szint: közvetlenül a sín alatt
 - rugalmas sínalátétekkel (CDM-ISO-SRP, SRS vagy CDM-DPHI), illetve
 - kettős hangolású sínzajtompító elemekkel (CDM-ABSO-RAIL)
2. szint: a sín alátámasztásánál
 - rugalmas alátétlemezzel (CDM-ISO-UBP),
 - keresztalj-alátéttel (CDM-ISO-USP)
3. szint: az ágyazat alatt
 - alágyazati szőnyeggel (CDM-ISO-BAM-C)
4. szint: körbeágyazott vágány
 - CDM-PREFARAIL sínágyazással

E megoldások helyes megválasztásával műtárgy feletti átvezetéseknél nemcsak rendkívül hatékony rezgéscsillapítás érhető el, hanem az ágyazási tényező szempontjából egyenletesebb pályaszakaszok is kialakíthatók. Műtárgyakon az ágyazat alátámasztása merevebb, ezért az ágyazási

tényezője magasabb a hagyományos alépítményen vezetett pályaszakaszokénál, amit ágyazatátvezetéses hidakon sok esetben az ágyazathiány tovább fokoz.

CDM-ISO-SRP, SRS, DPHI, UBP termékek és CDM-ISO-FERPONT rendszer

A CDM-ISO-SRP, SRS és DPHI nevek sántalp alá kerülő rugalmas alátétlemezeket vagy alátétcsikokat takarnak. Általában 5-10 milliméter vastagságúak. A CDM-ISO-DPHI lemez további 1-2 milliméter vastag, a sántalpnál szélesebb réteget is tartalmaz. A sántalp szélességén túllógó fülek visszahajtásával biztosítható, hogy a sántalp és a lekötés közötti fém-fém kapcsolo-

Summary

Bridges are typically sensitive parts of railway tracks because of stiffer support and inhomogeneous bedding. Most of the complaints concerning noise- and vibration come from people who live or work close to railway tracks, or railway bridges. Engineers and permanent way owners can choose from numerous possibilities available to achieve sufficient vibration isolation in these sections (level of intervention, and elasticity of the resilient materials). CDM has been engaged in developing such materials and solutions for more than 30 years, and by now, has become one of the leading solution suppliers that can help avoiding unwanted vibrations and its related consequences.

lat ne jöhessen létre, ami tovább csökkenti a vágány zajkibocsátását.

A CDM-ISO-UBP elasztikus lemezek az osztott leerősítések alátétlemezei alá kerülnek. A lemezek szigetelési tulajdonságai elméletileg a vastagság növekedésével arányosan nőnek, azonban a sínlehajlasi, illetve lassú alakváltozási korlátok miatt az anyagvastagság maximált.

A CDM-ISO-FERPONT rendszer nem más, mint a DPHI típusú rugalmas sínalátét és az alátétlemez alá bekerülő UBP elasztomer anyagok együttes alkalmazása, amelyek méretezésen alapuló kiválasztásával a domináns gerjesztő frekvenciától függően akár 13-15 dBV rezgéscsillapítás is elérhető.



1. kép. CDM-ISO-DPHI füles sínalátét és CDM-ISO-UBP alátétlemez a Déli összekötő vasúti hídon

CDM-ISO-FERPONT rendszer épült be a budapesti Déli vasúti összekötő hídon (2002), CDM-ISO-SRP alátétek kerültek néhány aluljáró átvezetés feletti vágányszakaszba Győr állomáson (2007), valamint CDM-ISO-UBP rugalmas alátétlemezek kerültek be a budapesti MILLFAV egyes szakaszaira is (2004, 2006), (1. kép).

CDM-ISO-USP keresztaljátét

Keresztaljátét vagy másképp: aljapapucs alkalmazásával épített vágány a tapasztalatok szerint számos előnnyel rendelkezik.

Az elsősorban rezgések és a testhangok csökkentése érdekében alkalmazott rugalmas réteg (1) kedvezőbb teherelosztást biztosít, (2) védi az ágyazatot, (3) lassítja a hullámos sínkopás kialakulását és (4) javítja a vágánygeometria tartósságát – így jelentős mértékben, akár 50 százalékkal is csökkenhet a pálya fenntartási igénye. Ezenkívül különféle mérések azt igazolják, hogy a 40–50 Hz feletti tartományban akár 15 dBV értékkel is csökkenhetnek a rezgések. Alkalmazása fokozottan javasolt kissugarú ívekben, rövid hidaknál és rugalmas átmeneti zónákban (pl. hidak fel- és legördülési szakaszán). Az UIC a rendszerrel kapcsolatos irányelveiben felveti, hogy keresztaljátétek alkalmazása esetén az ágyazatvastagságot 10 centiméterrel csökkenteni is lehet (2. kép).

A CDM-ISO-USP réteg jellemző vastagsága 7–15 milliméter. CDM papucssal felragasztott aljak kerültek néhány aluljáró átvezetés feletti vágányszakaszba Győr állomáson (2007), ahol az ágyazat teljes hiánya mellett kellett a megfelelő pályarugalmasságot biztosítani.

Alágyazati szőnyeg

Az ágyazatátvezetési műtárgyakon alkalmazott rugalmas alágyazati szőnyeg a pályában mélyebbre kerül, mint az aljapapucs, ezért az ezzel elérhető rezgéscsillapítás is nagyobb lehet, a 40–50 Hz feletti tartományban akár a 20 dBV értéket is elérheti. Beépítésével csökkenthető az ágyazataprózódás. Rövid hidaknál, keresztvező műtárgyaknál a merevebb pályaszakasz okozta inhomogenitás kiküszöbölhető. Kismértékű ágyazathiány esetén megoldást jelent a pálya rugalmasságának fenntartása szempontjából vagy fordítva: alkalmazása lehetővé teszi az ágyazatvastagság csökkentését hidakon és alagutakban (–10 cm). Eleme lehet átmeneti sza-

Ludvigh Eszter 1995-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen végzett okleveles építőmérnökként, ahol ezután 2004-ig a Vasútépítési, illetve Út- és Vasútépítési Tanszéken oktatott egyetemi tanársegédként, később adjunktusként. 2007 végéig a Strabag Zrt. létesítményi mérnökeként kiemelt közbeszerzési beruházásokban vett részt. 2008 elejétől tevékenykedik a CDM Kft.-ben vasúti projektmérnökként.

kaszoknak zúzottkőves és vasbeton pálya-lemezes vágány között. Használatával csökken a műtárgyszerkezetbe jutó rezgések intenzitása. Ez különösen fontos, ha a létesítményben emberi tartózkodásra szolgáló funkciók is helyet kapnak.

A jellemzően 12–30 milliméter vastagságú, rugalmas CDM-BAM-C réteget a zúzottkő benyomódásának megakadályozására geotextília réteggel együtt szállítjuk. A tekercsben vagy lemezben gyártott anyag beépítése egyszerű, ragasztás nélkül, hézagmentesen, közvetlenül a műtárgy vízszigetelő rétegére fektethető, így egyben annak védelmét is biztosítja. Ezután már közvetlenül beépíthető a zúzottkő ágyazat, amellyel együtt hatékony tömegrugó rendszer alakul ki (3. kép).

Az alágyazati szőnyeg típusának kiválasztásánál elsődleges szempont a megfelelő ágyazási tényező biztosítása. Műtárgy feletti átvezetéseknél a fő cél a műtárgy előtti és utáni pályaszakasz rugalmasságához hasonló értékek biztosítása. Hosszabb hidaknál, illetve kiemelt zaj- és rezgéscsillapítási szempontból már felmerülhet a hagyományos rugalmassági értéktől való jelentősebb eltérés. BAM-C referenciáink közé tartozik a győri vasútállomás néhány műtárgykeresztzése, Székesfehérvár állomásnál egy ágyazatátvezetési hiányos közúti aluljáró (2007) és a Budapesti 4-es



2. kép. CDM-ISO-USP beton- és faaljon

Horváth Zoltán 1996-ban végzett a BME Építőmérnöki Karának szerkezet-építő mérnöki szakán. 2000-ig a CÉH Rt. Beruházási Irodáján dolgozott. 2001-től a zaj- és rezgéscsillapítási rendszerekkel foglalkozó belga CDM cég magyarországi képviselőjét látja el, 2003-tól az önálló leánycég ügyvezetőjeként. (A cég nagyobb vasútépítési referenciái közé tartozik a budapesti Déli összekötő vasúti híd, valamint a 4-es metró kelenföldi végállomási műtárgyának rezgéscsillapítása.)



3. kép. CDM-ISO-BAM-C fektetése aluljáró földmújére

metró Kelenföldi pályaudvar alá eső végállomási műtárgyának rezgésszigetelése (2008–2009).

CDM-PREFARAIL® ágyazott sínek

A CDM-ISO-PREFARAIL® kapcsolószer nélküli, folyamatos rugalmas ágyazású leerősítési rendszer, melynek meghatározó eleme az egyedileg tervezett elasztomer anyagú sínköpeny. A köpeny a sínt a teljes oldalfelületén és talpán is burkolja, így módon biztosítva a leerősítést. A vágány megépítése a legpontosabb és leggyorsabb kivitelezést biztosító fentről lefelé (top-down) technológia szerint történik (4. kép).

Az ágyazott sínes betonlemez vágány előnye az alacsony élettartamköltség, amely annak is köszönhető, hogy hosszú

élettartama alatt számottevő fenntartást nem igényel. Az így épült pályának szabályozási igénye sincs. Az esetleges felmerülő síncsere 6-8 óra alatt, a beton megbontása nélkül elvégezhető.

Vizsgálatok, tapasztalatok, megállapítások

A vasúti vágányban használatos elasztomer anyagokra, illetve rendszerekre vonatkozó UIC irányelvek kidolgozása az utóbbi években fokozottan előtérbe került. Az anyagokra vonatkozó laboratóriumi vizsgálatok és a megkövetelt határértékek megfogalmazódtak. A pályában végzett mérések és üzemeltetői tapasztalatok alapján az UIC olyan ajánlásokat dolgoz ki,

amelyek a beavatkozás módjától, helyétől és mértékétől függően műszaki javaslatokat adnak a beavatkozó fajtajára és anyagára vonatkozóan. A Német Államvasutak (DB) saját tapasztalatai alapján például a pályába beépített rugalmas elemekre vonatkozóan az alábbi táblázatot állította össze. Általánosságban kijelenthető, hogy a keményebb anyagok elsősorban az állagmegóvást segítik, a hatékony rezgéscsillapítás érdekében azonban lágyabb, rugalmasabb anyagokra van szükség (táblázat).

Amennyiben egy munkánál rezgéscsillapítási igény is megfogalmazódik, akkor a beépítendő anyag kiválasztásánál fontos szempont, hogy a dinamikus és statikus merevség (C_{din}/C_{stat}) hányadosa minél kisebb legyen. Az utóbbi évek fejlesztéseinek köszönhetően a CDM anyagokra nagyon alacsony arányszám jellemző ($C_{din}/C_{stat} < 2$). Ezzel nemcsak hatékony rezgésszigetelést lehet elérni, de a vágánystabilitás szükséges mértéke is megmarad (lehajlások, oldalirányú elmozdulások). Optimális rezgéscsillapítási hatás elérése érdekében az anyagok kiválasztásához a vasúti vágányt összetett, nagyobb szabadságfokú rugalmas rendszerként kell figyelembe venni, és az egyes szinteken történő beavatkozásokat körültekintően kell megválasztani. ◀

Irodalomjegyzék

UIC Leaflet "Recommendations for the use of Under Sleeper Pads – USP", Draft version, 2007. dec.

U. Kleinert, M. Krüger, B. Ripke: Applications and benefits of elastics elements in ballasted track – DB AG Experience – Paris 17.10.2006.

P. Carels, K. Ophalffens, H. Beelen, J. Mys, L. Schillemans: Effects of high resilient undersleeper mat in turn-outs built in main line, on track degradation, track stability and ground borne noise levels – 8th International Workshop on Railway noise – 09.09.2004.



4. kép. CDM-PREFARAIL®-GSF rendszer építése hídon

Összefoglalás

Alacsony élettartamköltségek, utazási komfort, nagy sebesség, környezetvédelem – ezek a mai vasúttal szembeni elvárások legjellemzőbb, talán ellentmondásosnak tűnő kifejezései. Azonban ezek nem elérhetetlen igények, amennyiben a műszaki összefüggések feltárása megtörténik, és egyre újabb technikákat, anyagokat alkalmazunk. A vasúti mozgás dinamikája megköveteli a pálya rugalmas, de mégis stabil kialakítását, különösen az érzékeny, merev alátámasztású szakaszokon, műtárgyakon, kitérőkben, dilatációk közelében. Rugalmas anyagok pályaszerkezetbe történő beépítésével jó zaj- és rezgéscsillapítás is el lehet érni, valamint a kedvezőbb teherelosztás miatt a pálya és a műtárgyak állagát is meg lehet óvni. Ennek tudatában a CDM folyamatosan fejleszteti anyagait, részt vesz tudományos kutatásokban, szakmai csoportok munkájában, hogy mindig a technológiai fejlődés élvonalában maradjon.

A DB üzemeltetői tapasztalatai a pályába beépített rugalmas elemekre vonatkozóan

	Lágy sínalátét	Alj-papucs	Alágyazati szőnyeg
Ágyazatvédelem (nyílt vonalon, hídon)	+	+	+
Csökkentett ágyazatvastagság		+	
Hullámos sínkopás	+	+	
Altalaj védelem	+	+	
Rezgésszigetelés	+	+	+
Pontszerű vágányszakaszok ¹	+	+	+
Hidak hangkibocsátása	+ ²	+	+

1. Útátjárók, kitérők és keresztezések, dilatációk, ágyazathiányos szakaszok
2. Különösen nagy rugalmasságú szükséges ágyazat nélküli hidaknál



Mérnöki szerkezetekkel kapcsolatos kutatások az UIC-ben

Orbán Zoltán

okl. építőmérnök
hídszakértő mérnök – MÁV Zrt.
Pécsi Területi Központ

✉ orbanz@witch.pmmf.hu

☎ (20) 931 9120

A Nemzetközi Vasútegyletet (UIC) 1922-ben alapították a vasúti tervezés és üzemeltetés egységesítésének céljából. Az előbbi célokon túl a szervezet ma a vasúttársaságok közötti együttműködés és kommunikáció színtere.

Tevékenységi köre elsősorban a következő területekre terjed ki:

- Vasúti szabványok és előírások megalkotása, különös tekintettel a kölcsönös átjárhatóság kérdéseire;
- A vasúti közlekedés képviselője világ-szinten, külső szervezetekben;
- Nemzetközi projektek levezénylése elsősorban az alábbi területeken: nemzetközi közlekedés, teherszállítás, infrastruktúra-menedzsment és kutatás;
- A vasúttársaságok közötti információcsere elősegítése, nemzetközi továbbképzések szervezése;
- Egyéb nemzetközi szervezetekkel való együttműködés kialakítása és fenntartása.

A szervezetben belül a mérnöki létesítményekkel – elsősorban hidakkal és alagutakkal – foglalkozó szakértői testület neve Panel of Structural Experts – PoSE, amelyet magyarra Szerkezeti Szakértők Testületének lehetne fordítani. A testületnek jelenleg 31 aktív tagja van, összesen

27 vasúti szervezetből. A testület évente két alkalommal ülésezik, és elsődleges feladatainak az alábbi tevékenységeket jelöli meg:

- Vasúti hidakkal és alagutakkal kapcsolatos nemzetközi projektek előkészítése, lebonyolításának koordinálása és eredményeinek közzététele.
- A vasúti hidakkal és alagutakkal kapcsolatos nemzetközi szabályozás kérdéseinek megvitatása.
- A tagvasutak közötti információcsere és szakmai konzultáció megszervezése.

A következő összefoglaló a Nemzetközi Vasútegylet hidakkal és alagutakkal kapcsolatos kutatási projektjeiről, valamint a velük párhuzamosan folyó, hasonló témával foglalkozó hazai kutatásokról számol be.

Hidakkal kapcsolatos projektek

Fenntartható hidak projekt

A projekt 2004-ben indult, és 2007-ben fejeződött be az európai 6. sz. Kutatási Keretprogram részeként, a Nemzetközi Vasútegylet együttműködésével. Számos kutatóintézet mellett a kutatási projektben a következő vasúttársaságok vettek részt aktívan: Network Rail (Nagy-Britannia), VR (Finnország), PKP (Lengyelország), BV (Svédország), SNCF (Franciaország), DB (Németország).

A kutatási projekt fő célkitűzése eljárások kifejlesztése volt meglévő vasúti hidak élettartam-gazdálkodásának támogatására. A projekt munkaprogramja az alábbi témákat foglalta magába:

- Az európai vasúti hídállomány felmérése.
- Az állapotértékelés és diagnosztika módszereinek fejlesztése.

Heinczinger István az UIC vezetésében

Párizsban tartotta az UIC rendkívüli közgyűlését, melynek elsődleges célja új alapszabály elfogadása és ennek megfelelően az új vezetés kijelölése. Elfogadva az új alapszabályt, az UIC tagjai megerősítették igényüket, hogy az UIC egy erős, hatékony globális szervezetté váljon, megfelelő a vasúti szállítás és a fenntartható fejlődés új kihívásainak. A szervezet új elnöke *Yoshio Ishida* (EJRC), alelnöke *Mauro Moretti* (FS), szolgáltatási vezérigazgatója pedig *Jean-Pierre Loubinoux* (SNCF). A végrehajtó bizottság kelet-közép-európai képviselőjévé *Heinczinger Istvánt*, a MÁV Zrt. vezérigazgatóját választották.

- A teherbírás és szerkezeti modellezés módszereinek fejlesztése.
- Híd monitoring rendszerek fejlesztése.
- Hidak megerősítési módszereinek elemzése és továbbfejlesztése.

Boltzott hidak projekt

A projekt eredeti címe: Improving Assessment, Optimisation of Maintenance and Development of Database for Masonry Arch Bridges. A MÁV vezetésével folyó projekt célként tűzte ki új számítási, diagnosztikai eljárások, illetve megerősítési technológiák alkalmazhatóságának vizsgálatát, valamint a meglévők tökéletesítését. A kutatási programban 14 vasúttársaság (MÁV, DB – Németország, Network Rail – Nagy-Britannia, SNCF – Franciaország, RENFE – Spanyolország, REFER – Portugália, SBB – Svájc, CD – Csehország, RFI – Olaszország, JBV – Norvégia, ÖBB – Ausztria, PKP – Lengyelország, Japan Rail – Japán, IR – India) és számos kutatóintézet vett részt.

A projekt munkaprogramja az alábbi fő témakörökkel foglalkozott:

1. munkacsomag: *Boltzott hidak teherbírás-megállapítási módszereinek fejlesztése*
2. munkacsomag: *Boltzott hidak vizsgálati módszereinek fejlesztése*

Summary

The International Union of Railways (UIC) is a worldwide organisation for railway administrations. It coordinates international activities related to rail transport such as research and development, standardisation, collaboration and information exchange. The paper gives a short summary on the UIC projects related to engineering structures (primarily bridges and tunnels) and introduces relevant domestic research projects at the Hungarian Railways.

3. munkacsomag: *Boltozott hidak felújítási módszereinek elemzése és fejlesztése*

4. munkacsomag: *Boltozott hidak adatbázisának fejlesztése*

A projekt 2003-ban kezdődött és 2008-ban fejeződött be, egyik legfontosabb eredménye egy új, boltozott hidakkal foglalkozó UIC döntvény megalkotása (UIC 778-3R).

A projekt lezárásaként az UIC székházában tartott szakmai fórumon ismertettük a projekt eredményeit. Az UIC vezetősége és a szakmai fórum résztvevői gratuláltak az elvégzett munkához, és köszönetüket fejezték ki a MÁV vezetőségének a munka irányításáért.

A munka folytatására újabb projektjavaslatot készítettünk elő, amely az alábbi problémakörökkel foglalkozna:

- Boltozott hidak használhatósága
- Boltozott hidak fáradása
- Elsőrendű teherbírás megállapítási módszer fejlesztése
- Dinamikus hatások elemzése
- Károsodások hatása boltozott hidak teherbírására
- Boltozott hidak élettartam-gazdálkodása

Meglévő hidak dinamikus viselkedése és teherbírásának növelése (BRIDCAP)

A projekt meglévő hidak teherbírásának megállapításával és teherbírás-növelési lehetőségeivel foglalkozott. Különös figyelmet fordítottak a kisnyílású hidak dinamikai viselkedésére és dinamikai jellemzőinek mérési lehetőségeire. A mérési eredményekből egy adatbázist szerkesztettek.

A projekt résztvevői: BV (vezető), CD, DB, IR, JBV, KTH, ÖBB, SBB, SNCF, NR.

Vasúti hidak hibakatalógusa és vizsgálati módszerei

A projekt legfontosabb eredménye egy új döntvény kidolgozása (UIC 778-4R).

Orbán Zoltán a MÁV Zrt. Pécsi Területi Központjában dolgozik hídszakértő mérnökként, egyetemi adjunktus a Pécsi Tudományegyetemen. Fő érdeklődési területe: meglévő hidak és szerkezetek diagnosztikája, teherbírásának értékelése és rehabilitációja. A Nemzetközi Vasútegylet hidakkal és alagutakkal foglalkozó szakértői testületének tagja. 2003-tól 2008-ig az UIC Boltozott Hidak nemzetközi kutatási projektjének vezetője.

A döntvény a vasúti hidakon található károsodásokat foglalja össze, útmutatást ad vizsgálatukra, valamint felújítási és karbantartási lehetőségeikre vonatkozóan. A döntvény végleges verziójának megjelentése 2009 nyarára várható.

Alagutakkal kapcsolatos projektek

Alagutak fenntartása projekt

A projekt 2000-ben indult a francia vasutak vezetésével. Tagjai: BS, BV, CFF/SBB, CIE, DB, FS, JBV, OeBB, REFER, RTRI, SNCB, SNCF/RFF.

A munka eredményeként elkészült az alagutak diagnosztikai és fenntartási kérdéseivel foglalkozó új UIC döntvény (UIC 779-10), amely az alábbi témakörökkel foglalkozik:

- Alagutak gazdálkodása (Élettartam, Élettartamköltség, Fenntartási koncepciók, Alagútállomány gazdálkodása, Adatbázis-kezelés, Beavatkozások tervezése)
- Alagutak fenntartása (Problémák, A fenntartáshoz szükséges adatok, Állapotfelmérés, Statikai ellenőrzés, Célirányos diagnosztika)
- A teljesítőképesség javítása (A beavatkozások alapelvei, korlátai)
- A beavatkozások kivitelezése (Feltételek, Karbantartási munkák, Felújítási munkák)

A döntvényhez kapcsolódó háttéranyagok egy vasúti alagutakra vonatkozó hibakatalógust is tartalmaznak.

A döntvény hangsúlyozza, hogy az állapotfelmérésnél és a beavatkozások előkészítésénél egyre inkább előtérbe kerülnek a roncsolásmentes és kis roncsolással járó diagnosztikai módszerek.

Alagutak szellőztetése (Air and Smoke in Railway Tunnels) projekt

Az SNCF vezetésével folyó projekt 2008-ban indult. Különös figyelmet szentelnek alagutak tüzesetekkel kapcsolatos biztonsági kérdéseinek. A projekt első szakmai jelentését 2009 júniusára tervezik.

Hazai k + f tevékenységek

A korábbiakban bemutatott nemzetközi projektek témájához kapcsolódóan az alábbi hazai kutatási projektek indultak.

Vasúti hidak új megerősítési technológiáinak kidolgozása

A MÁV vonalhálózatán található hidak állapotának folyamatos romlása, az átlagéletkor emelkedése, a karbantartási keretek

Összefoglalás

A Nemzetközi Vasútegylet (UIC) a vasúttársaságokat tömörítő szervezet, amely a vasúti közlekedéssel kapcsolatos tevékenységeket (kutatás, fejlesztés, szabványosítás, információcsere és együttműködés) fogja össze. A cikk rövid áttekintést nyújt a Nemzetközi Vasútegylet mérnöki szerkezetekkel (elsősorban hidakkal és alagutakkal) kapcsolatos kutatásairól, valamint beszámol a velük párhuzamosan folyó, hasonló témával foglalkozó hazai kutatási projektekről.

szüksége szükségessé teszi korszerű, tartós megerősítési technológiák alkalmazását az európai normáknak megfelelő biztonság maradéktalan teljesítése, valamint a hidak átépítési idejének kitolása érdekében.

A kutatás célja a meglévő hídszerkezetek anyagaival kompatibilis, jó együttműködést biztosító, tartós javítást eredményező technológiák kifejlesztése.

Mérnöki létesítmények megbízhatóságának és élettartamának megállapítása diagnosztikával támogatott valószínűségelméleti módszerekkel

A kutatás során különböző anyagú és kialakítású hidak és mérnöki létesítmények biztonság szintjének megállapítására dolgozunk ki valószínűségelméleten alapuló eljárást. Az eljárás időszakonként végrehajtott diagnosztikai vizsgálatok eredményeit használja fel, amely lehetőséget biztosít a szerkezetek károsodási folyamatainak nyomon követésére, valamint a beavatkozások szükséges időpontjának megállapítására. A kutatás eredményeként olyan értékelési rendszert kapunk, amellyel adott károsodási szintről kiindulva a szerkezetek várható élettartamát meg tudjuk becsülni, illetve az adott megbízhatósági követelményeknek megfelelően a beavatkozásokat optimálisan tudjuk ütemezni. Az elméleti kutatásokon kívül az állapotértékeléshez szükséges roncsolásos és roncsolásmentes diagnosztikai módszerek adott célú alkalmazhatóságát vizsgáljuk.

Vasúti alagutak nemzetközi előírásainak összehangolása a hazai előírásokkal

A projekt célja a hazai és a nemzetközi előírások figyelembevételével a vasúti alagutak létesítésére, vizsgálatára, karbantartására vonatkozó egységes szabályozás megteremtéséhez szükséges javaslat elkészítése. ◀◀



Tartószerkezeti Eurocode-ok, Eurocode 1: a tartószerkezeteket érő hatások

Üörös József

ny. mérnök-főtanácsos
MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág

✉ preflex@t-email.hu

☎ (30) 921-1796

Az Eurocode rendszerben az Eurocode 1 előírásai a tartószerkezet anyagától független előírásokat tartalmaznak a tartószerkezeteket érő hatások meghatározásával. Az Eurocode 2, Eurocode 6, valamint az Eurocode 9 szabványelőírások az anyagtól függő előírásokat tartalmazzák. Jelen cikkben a tartószerkezeteket, ezen belül a vasúti hidakat érő hatásokkal foglalkozunk.

Az áttekinthetőség kedvéért felsoroljuk a Tartószerkezeti Eurocode-program szabványelőírásait, melyek általában több részből állnak. Konferenciánkon, és így a Sínek Világa e számában az alábbi Eurocode előírásokkal foglalkozunk.

- EN 1990 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- EN 1991 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
- EN 1992 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
- EN 1993 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
- EN 1994 Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
- EN 1995 Eurocode 5: Faszervezetek tervezése
- EN 1996 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
- EN 1998 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre
- EN 1999 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése

Az EN 1991 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 6. fejezete foglalkozik a vasúti forgalomból származó hatásokkal és a vasúti hidakra működő egyéb hatásokkal.

Általános szabályok (1) vonatkoznak a vasúti forgalomból származó dinamikus hatások, a centrifugális erők, az oldallökő erő, vontatási és fékezőerők, az elhaladó vonat által keltett aerodinamikai hatások meghatározására.

A vasúti üzemből származó hatások (2) a következők:

- függőleges terhek: 71. tehermodell, SW (SW/0 és SW/2), üres szerelvény HSLM tehermodell,
- földművek függőleges terhei,
- dinamikus hatások,
- centrifugális erők,
- oldallökő erő,
- vontatási és fékezőerők,
- elhaladó vonat által keltett aerodinamikai hatások,
- a villamos felsővezetékéből, továbbá a vasúti felépítményhez tartozó
- egyéb felszerelésekből származó hatások
- végül a kisiklásból származó rendkívüli hatások (3)

Ezeket az előírásokat a MÁV H.1.2. Utasítás tartalmazza, így a vázlatos ismertetés részletei az utasításban megtalálhatók. Két helyen apróbb eltérés van a MÁV és az Eurocode előírás között, ezekre külön felhívjuk az olvasó figyelmét.

Az erőtani számítás során figyelembe vett élettartam

Az erőtani követelmények kielégítésének igazolása során a hid tervezett élettartamát az alábbiak szerint kell figyelembe venni.

Állandó jellegű hidaknál: 100 év

Félálló hidaknál: (15) 50 év

Ideiglenes hidaknál: 5 év

Félálló hidaknál a szerkezetet érő hatásoknál minden olyan hatást figyelembe kell venni, amely az élettartam alatt bekövetkezhet (pl.: áthaladt tengelyek

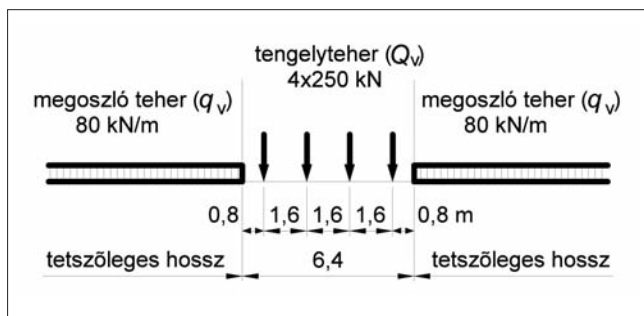
száma és terhelése, forgalomváltozás, víz-állás, várható fejlődés stb.). A félálló hidak adott célból (pl.: bányaművelés, állandó jellegű híd 5 évnél hosszabb időre történő kiváltása), de az állandó jellegű hidaknál rövidebb időtartamra létesülnek, így a hazai viszonyoknak jobban megfelelő 50 év élettartamot vettük alapul. Ha az ideiglenes hidak (provizóriumok) egyes szerkezeti eleme (pl.: áthidaló szerkezete), mely többszöri felhasználásra készül, akkor élettartamát a félálló hidra vonatkozó követelmény szerint 50 évre kell meghatározni. Az aléptímen azonban rövid időre, legfeljebb 5 évre tervezhető.

Terhelő erők és hatások

Állandó jellegű hidak erőtani számításában a terhelő erőket és hatásokat a későbbiekben ismertetettek szerint kell figyelembe venni. Félálló hidak erőtani számításánál a terhelő erőket és hatásokat is ugyan-ezen előírások alapján kell figyelembe venni, de a meteorológiai terhek és hatások (hőmérséklet, jég, szél) értékét 0,9 szorzóval lehet csökkenteni. *Ideiglenes hidak* erőtani számításában a terhelő erőket és hatásokat ugyancsak ezen előírások alapján kell figyelembe venni, de a meteorológiai terhek és hatások értéke 0,8 szorzóval csökkenthető. Ezeket a hidakat a 2.3. pont szerinti forgalmi teherre lehet méretezni.

Summary

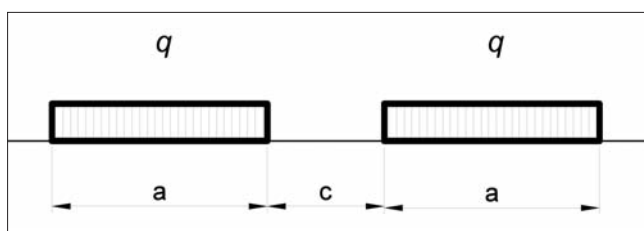
In Eurocode system the prescriptions of Eurocode 1 contain regulations independent from the material of the trussing by determination of the effects on trussing. Eurocode 2 – Eurocode 6 and Eurocode 9 standard prescriptions contain regulations dependent on the material. In this article we are dealing with the effects on trussings, and inside this with the effects on railway bridges.



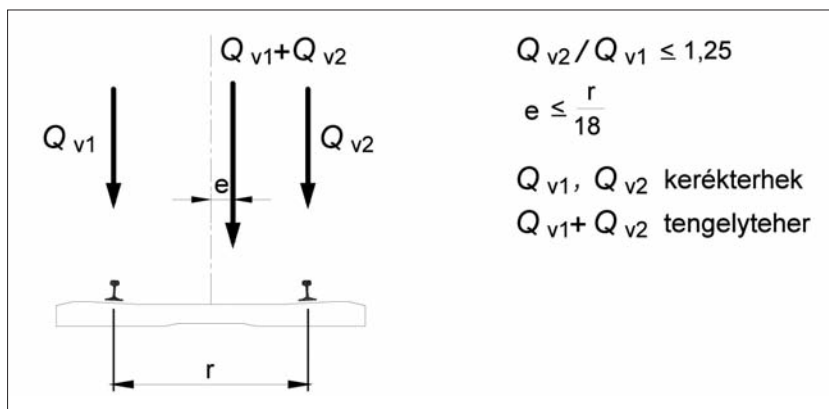
1. ábra. U-jelű teher

SW teher típusa	q [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15	5,3
SW/2	150	25	7,0

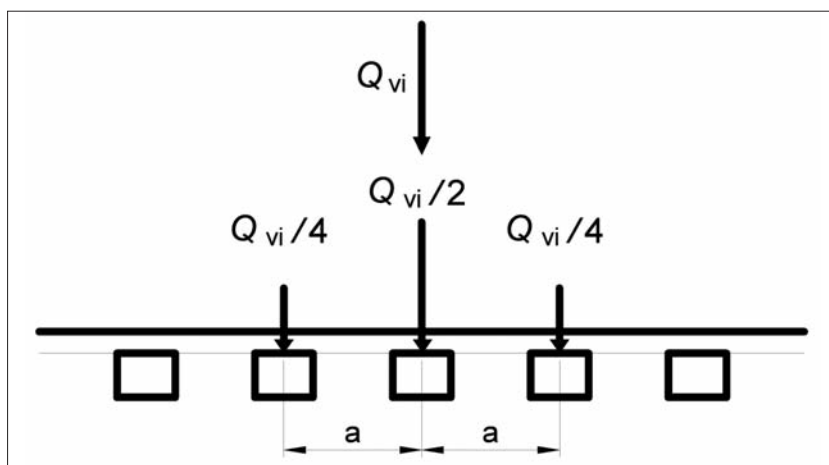
1. táblázat. Az SW/0 és az SW/2 jelű teher paraméterei



2. ábra. SW-jelű teher



3. ábra. U-jelű teher külpontossága



4. ábra. Kerékteherk hosszirányú elosztása a sín közvetítésével

Esetleges jellegű terhek és hatások

Járműteherként az U-jelű (Eurocode szerinti Terhelési Modell 71) terhet, az SW/0 és SW/2 jelű terheket, valamint az üres kocsisor terhet kell figyelembe venni.

A rendes és széles nyomtávolságú vasutak állandó és félállandó hidjait az 1. ábrán feltüntetett U-jelű teherre kell méretezni, az α rendeltetési tényező figyelembevételével. Általános esetben az U-jelű teher tengelyterhei hosszirányban egyenletesen megosztó terhelésként vehetők figyelembe. Ágyazattérvezetéses egyenes tengelyű hídon a járműteher 3,0 méter széles sávon ható egyenletesen megosztó teherként vehető figyelembe (1. ábra).

Az U-jelű teher azon részeit, amelyek tehermentesítően hatnak, figyelmen kívül kell hagyni. Kettőnél több azonos előjelű hatásábraszakaszt csak megosztó terheléssel kell terhelni. Rövid hatásábraszakaszok terhelésekor az U-jelű teher egyes tengelyei, amennyiben ellenkező értelmű hatást okoznak, elhagyhatók.

SW-jelű terhek

Az előírás hatálya alá tartozó hidak folytótárolagos többtámaszú főtartóit az U-jelű terhen felül (nem egyidejűleg), az SW/0 jelű teherre is meg kell vizsgálni. A többi hídnál az SW/0 és az SW/2 típusú terhet csak akkor kell alkalmazni, ha azt az engedélyező hatóság külön előírja. Paraméterei az 1. táblázat szerint határozhatók meg (1. táblázat, 2. ábra).

Üres kocsisor teher

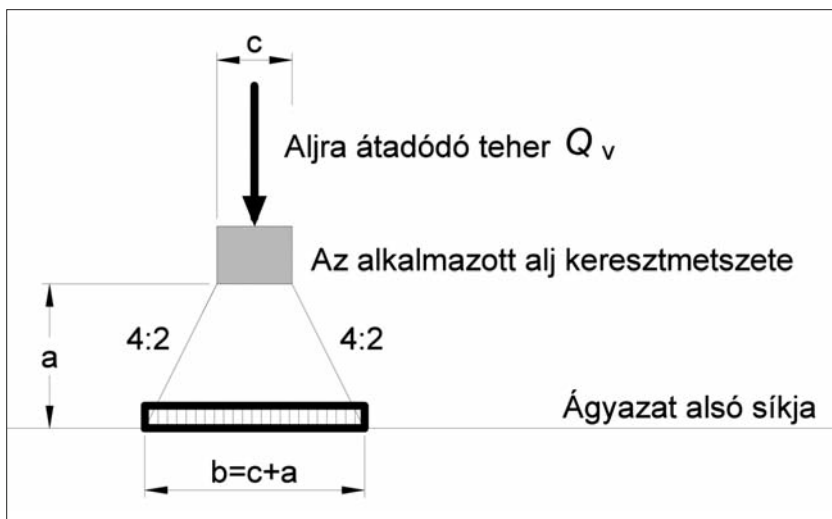
Néhány, különleges ellenőrzésnél (például szélteher hatásainak figyelembevételénél) használható az üres kocsisor teher. Ennek hatását függőlegesen egyenletesen megosztó terheléssel kell figyelembe venni, melynek értéke: MÁV-előírás szerint 12,5 kN/m, Eurocode előírás szerint 10,0 kN/m.

Az U-jelű teher külpontossága

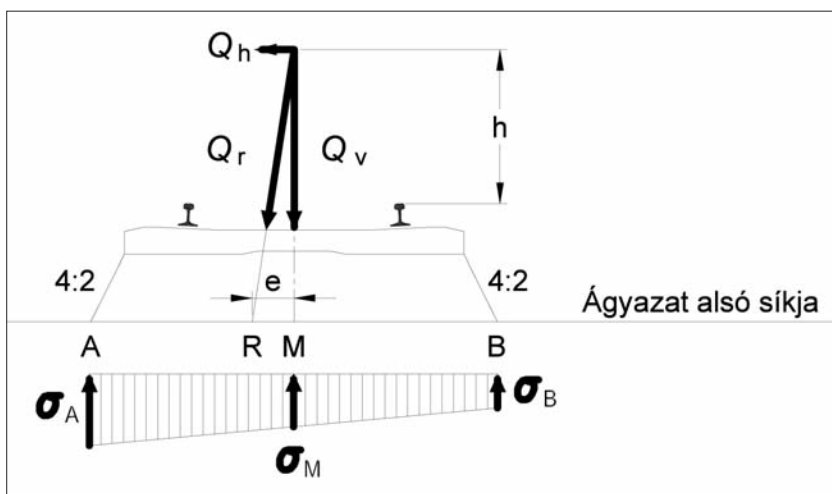
Teher külpontosságot csak az U-jelű tehernél kell figyelembe venni, az

$$e = \pm \frac{r}{18}$$

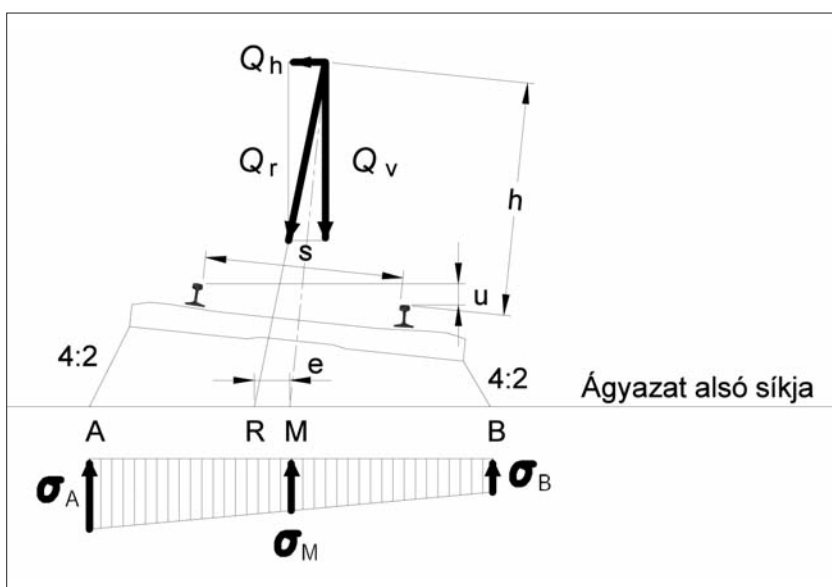
képlettel, abból a feltételezésből kiindulva, hogy a függőleges terhek külpontossága



5. ábra. Teher hosszirányú eloszlása az alj és az ágyazat által



6. ábra. Terhek keresztirányú eloszlása aljak és ágyazaton keresztül, túlelemelés nélküli pályán



7. ábra. Terhek keresztirányú eloszlása aljak és ágyazaton keresztül túlelemeléssel kialakított pályán

ga, az egy tengelyen levő két kerék 1,25 : 1,00 arányú egyenlőtlen súlyeloszlásából adódik (3. ábra). Ennek figyelembevételével mind normál, mind széles nyomtáv esetén ennek az értéke 85 milliméternek vehető.

A sín és az ágyazat teherelosztó hatása

A tengelyterhek, illetve kerékterhek síneken, aljakon, ágyazaton történő megosztását, illetve megosztását közelítésképpen a 4., 5., 6., 7. ábra szerint kell figyelembe venni. A teherelosztás egyaránt alkalmazható az U és az SW jelű terhekre. Kerékterhek (Q_{vi}) hosszirányban elosztható a sín közvetítésével három aljra (alátámasztási pontra). A 4. ábra szerinti teherelosztást hossztartó konzolnál nem szabad figyelembe venni.

A teher ágyazaton keresztüli hosszirányú eloszlásánál az ágyazat teherelosztó hatását az azt megtámasztó síkra kell vonatkoztatni. Korábbi előírásainkban laposabb hajlás szerepel, az Eurocode viszont a 4 : 1 hajlást írja elő. A MÁV-előírásoknál az 5. ábra szerinti közbenső értéket határoztunk meg.

A keresztalj alatti 35 centiméter vagy ennél vastagabb ágyazat esetén a járműterhet az átfedések figyelmen kívül hagyásával a pályalemezen egyenletesen megosztónak kell tekinteni.

Ívben fekvő híd túlelemelés nélküli ágyazatátvezetési pályán esetén a keresztirányú teherelosztást a 6. ábra mutatja, míg ágyazattúlelemeléses pályán esetén a keresztirányú eloszlás a 7. ábra szerint veendő figyelembe. Utóbbinál két esetet kell vizsgálni, a V-hez tartozó Q_r és az álló vonatához tartozó Q_v hatásából adódó teherelosztást.

Járműterhek figyelembevétele hidakon, vágányszám alapján

A 2. táblázat alkalmazása az alábbiak szerint történik:

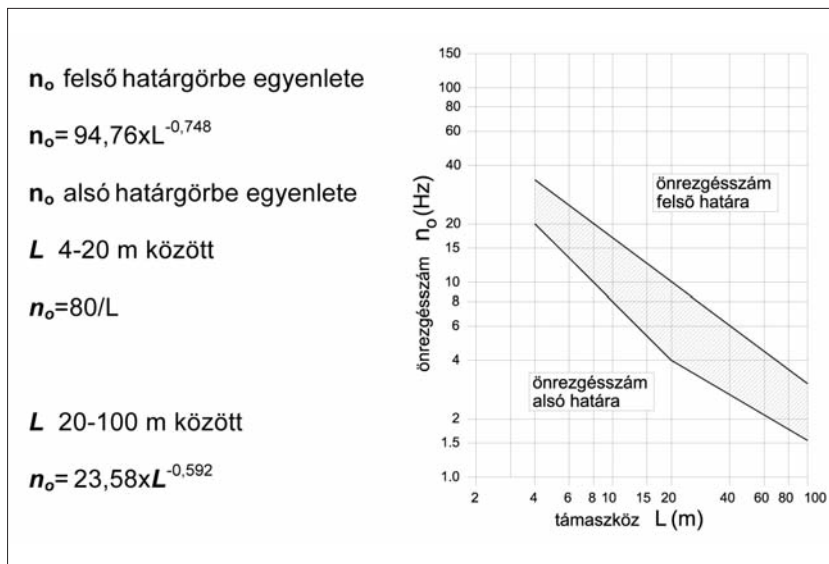
- A terhek számításánál α figyelembe veendő.
- Az A és a B eset közül a kedvezőtlenebb alkalmazandó.
- A + jel jelenti, hogy a folytatólagos többtámaszú szerkezetet az U jelű terhelésen kívül az SW/0 jelű terhelésre is ellenőrizni kell.
- Az SW/2 jelű teher alkalmazását esetenként a hatóság írja elő

Vágányok száma a hídon	Terhelt vágány	Normál terhelés		Speciális teher
		A eset	B eset	
1	egy	1,0(U _n +SW/0)		1,0 SW/2
2	egyik	1,0(U _n +SW/0)		1,0 SW/2
	másik	1,0(U _n +SW/0)		1,0(U _n +SW/0)
3 vagy több	valamelyik	1,0(U _n +SW/0)	0,75(U _n +SW/0)	1,0 SW/2
	egy további	1,0(U _n +SW/0)	0,75(U _n +SW/0)	1,0(U _n +SW/0)
	a többi		0,75(U _n +SW/0)	

2. táblázat. Járműterhek figyelembevétele hidakon

n	-3	-2	-1	0	1	2	3
α	0,75	0,83	0,91	1,00	1,10	1,21	1,33

3. táblázat. Az α tényező értékei n függvényében



8. ábra. Az n_o önrezgésszám határai a támaszköz függvényében

Meghatározó hossz / Lφ /	Dinamikus tényező / φ ₂ /	Dinamikus tényező / φ ₃ /
3,61 m-nél kisebb	1,67	2,0
3,61 – 41,7 m	$\phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82$	$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73$
41,7 m -nél nagyobb	1,05	1,075

4. táblázat. Dinamikus tényező meghatározása a támaszköz függvényében

Az a rendeltetési tényező értékei:

- a) A fővonalak hídjainál α = 1,21
- b) A mellékvonalak, valamint a csak személyforgalmú vonalak hídjainál, ha az engedélyező hatóság mást nem ír elő α = 1,0
- c) Az SW/0 jelű terheket az a) és b) pontokban előírt, az SW/2 jelű tehernél

az engedélyező hatóság által előírt α tényezőt kell figyelembe venni.

d) Iparvágányok hídjainál annak a vasútvonalnak az α tényezőjét kell figyelembe venni, amelyikhez az iparvágány csatlakozik.

A b) és a c) pontban említett esetekben a választható α tényező a következő lehet:

α = 1,1ⁿ ahol, n -3 és +3 között felvehető egész szám (3. táblázat).

Dinamikus tényező

A mozgó járműteher okozta dinamikus hatások figyelembevételehez, a statikusan számított igénybevételeket dinamikus tényezővel kell szorozni. A dinamikus tényező α tényezővel szorozott U jelű tehernél, valamint az SW jelű teher minden típusánál használandó, azonban nem kell figyelembe venni azoknál az erőhatásoknál, amelyek a fenti terhek függőleges hatásain túl egyéb hatásokból keletkeznek (centrifugális erő, fékező- és indítóerő, oldallökő erő). A dinamikus tényező figyelembe veszi a szerkezetet érő vibrációs hatások miatti igénybevétel-növekedést, de nem számol rezonanciahatásokkal és a szerkezeti elemek káros rezgésével, ezért a későbbiekben ismertetett értékek csak 220 km/h sebességig alkalmazhatók azoknál a hídszerkezeteknél, ahol a szerkezet önrezgésszáma a 8. ábrán megadott határokon belül marad.

A híd elemeinek önrezgésszáma az állandó teher alatti alakváltozás függvénye. Hajlításnak kitett kéttámaszú szerkezet önrezgésszáma az alábbi képlettel is meghatározható:

$$n_o [Hz] = \frac{17,75}{\sqrt{\delta_0}}$$

ahol: δ₀ a lehajlás értéke milliméterben az állandó teher hatására.

A δ₀ számításánál az E rugalmassági moduluszt a rövid ideig ható teher figyelembevételel kell megadni. Az U és SW jelű tehernél alkalmazandó Φ₂ és Φ₃ dinamikus tényezőket a 4. táblázat tartalmazza.

A MÁV előírásai szerint Φ₂ tényezőt ágyazatátvezetéses és rugalmas közvetlen sínleerősítéses (Edilon rendszerű) hidaknál lehet használni, míg a Φ₃ tényezőt közvetlen sínleerősítéses hidaknál kell alkalmazni. Az Eurocode a választást a pálya állapotától teszi függővé. Azoknál a műtárgyaknál (elsősorban boltozatoknál és vasbeton kerethidaknál), ahol a földtakarás zúzottkő ágyazattal együtt nagyobb, mint 1,0 méter, ott csökkenthető a dinamikus tényező értéke az alábbi képlet alapján:

$$\phi_{cs} = \phi_{2,3} - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

Ahol a h a takarás vastagsága méterben a boltív felső tetőpontjától vagy a pályalemez síkjától a pályaszintig.

Centrifugális erő

Ha a hídon a vasúti vágány körívben vagy átmeneti ívben fekszik, a járművek súlypontjában ható centrifugális erőt is figyelembe kell venni, ami a következő képlettel számítható:

$$Q_h = Q \frac{V^2 f}{127r} \quad q_h = q \frac{V^2 f}{127r}$$

Q = koncentrált teher [kN], q = megosztó teher [kN/m]

V a híd tervezési sebessége [km/h]

r az ívsugár méterben. Változó ívsugár esetén középértékkel kell számolni.

f csökkentő tényező, amit 120 km/h-nál nagyobb sebesség esetén kell figyelembe venni. Értéke az alábbi képlet alapján számítható:

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \left(1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

Ha a hídon levő pálya csak részben van ívben, akkor L_f a mértékadó hatásábrának az íves pályaszakaszra eső hossza. Az f értékét az 5. táblázat tartalmazza.

A centrifugális erőt a sínkorona felett 1,80 méterre kell felvenni, az ív középpontjától kifelé ható eredővel.

120 km/h feletti sebességnél az alábbi lehetőségeket kell figyelembe venni, és a kedvezőtlenebb igénybevétellel kell számolni.

a) Az U jelű teherből a teljes függőleges teher vektoriálisan összegezendő a $V = 120$ km/h sebességhez tartozó centrifugális erővel;

b) Az U jelű teherből az f tényezővel csökkentett függőleges terhet kell vektoriálisan összegezni a maximális sebesség feltételezésével meghatározott, és az f tényezővel csökkentett centrifugális erővel.

A centrifugális erő számításánál az α tényezőt csak abban az esetben kell figyelembe venni, ha értéke egynél kisebb. A centrifugális erőt nem kell dinamikus tényezővel szorozni. Azokat a híd tartókat, amelyek igénybevételeit a centrifugális erő csökkentené (például belső hosszartók), a csökkentés figyelembevétele nélkül kell méretezni. Ilyen esetben megvizsgálandó, hogy gyártási szempontok miatt nem célszerű-e azonos szerepű tartószerkezeteket egységesen a nagyobb igénybevételre méretezni. A centrifugális erő számításánál a tervezési sebességet kell figyelembe venni. SW jelű teher esetén a sebességet 80 km/h értékben kell felvenni.

L_f [m]	V [km/h]				L_f [m]	V [km/h]			
	≤120	160	200	220		≤120	160	200	220
2,88	1,00	1,00	1,00	1,00	20	1,00	0,83	0,71	0,66
3,00	1,00	0,99	0,99	0,99	30	1,00	0,81	0,68	0,62
4,00	1,00	0,96	0,93	0,92	40	1,00	0,80	0,66	0,60
5,00	1,00	0,93	0,89	0,87	50	1,00	0,79	0,65	0,59
6,00	1,00	0,92	0,86	0,83	60	1,00	0,79	0,64	0,57
7,00	1,00	0,90	0,83	0,80	70	1,00	0,78	0,63	0,57
8,00	1,00	0,89	0,81	0,78	80	1,00	0,78	0,62	0,56
9,00	1,00	0,88	0,80	0,76	90	1,00	0,78	0,62	0,55
10	1,00	0,87	0,78	0,75	100	1,00	0,77	0,61	0,55
12	1,00	0,86	0,76	0,72	120	1,00	0,77	0,60	0,54
15	1,00	0,85	0,74	0,69	≥150	1,00	0,76	0,60	0,53

5. táblázat. f értéke a támaszköz és a sebesség függvényében

Oldallökő erő

A járművek által okozott a sínkoronára ható vízszintes erőt, az oldallökő erőt koncentrált teherként kell figyelembe venni, merőlegesen a vágánytengelyre. Egyenes és íves pályán egyaránt alkalmazandó, ez utóbbinál a centrifugális erővel együtt. Az oldallökő erő nagysága normál és széles nyomtávolságú pálya esetén egyetlen 100 kN nagyságú erő. Az oldallökő erő értékét semmilyen csökkentő tényezővel (például f) nem szabad mérsékelni, és csak a függőleges vonatterheléssel együtt alkalmazható. Nyílt pályás hidakon a koncentrált vízszintes terhek ugyanúgy megoszthatók, mint a függőleges kerékterhek (4. ábra). Ágyazátvezetéses hidakon a koncentrált vízszintes erő vágánytengely irányban 2,00 méter hosszban egyenletesen megosztható. Hídpályaszerkezeten levő földfeltöltés esetén a földnyomás számításakor, a koncentrált vízszintes teher vágánytengely irányban 4,00 méter hosszban megosztható (például hídon, boltozaton mellvéd fal közötti földfeltöltés esetén).

Indító- és fékezőerő

Az indító- és fékezőerő a sínkorona szintjén hat, és a vizsgált szerkezeti elemhez tartozó hatásszakaszon, a két sínzálon egyenletesen megosztható kell feltételezni. Értékét normál és széles nyomtávolság

ság esetén az alábbiak szerint kell meghatározni vágányonként, függetlenül a pálya hevederes vagy hézag nélküli kialakításától.

- Indítóerő U és SW jelű teher esetén:

$$Q_i = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ [kN]}$$

- Fékezőerő U , $SW/0$ jelű teher esetén:

$$Q_f = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ [kN]}$$

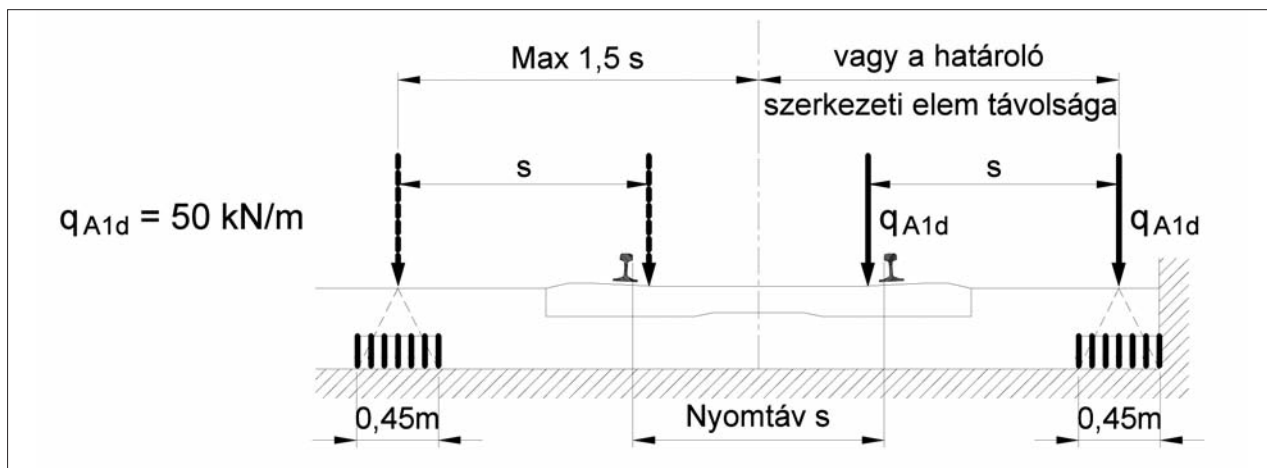
- Fékezőerő kizárólag $SW/2$ jelű teher esetén:

$$Q_f = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]}$$

Ahol L a vizsgált szerkezeti elemhez tartozó hatásszakasz hossza, pilléreknél és hídfőknél a felszerkezet azon részének hossza, amely a vizsgált alépítménnyel kapcsolatban van. Az SW jelű tehernél a hatásszakasz hosszának, csak a szerkezet SW -vel terhelt hosszát kell tekinteni. Az indító- és fékezőerő mindig együtt vizsgálható a függőleges terheléssel.

Kétvágányú szerkezetnél feltételezhető, hogy a legkedvezőtlenebb esetben az egyik vágányon fékezőerő, a másik vágányon egyidejűleg azonos irányban indítóerő hat. Kétnél több vágány esetén csak két vágányon kell azonos irányban ható indító-fékező erővel számolni.

Nyílt pályás híd legfeljebb 80 km/h sebességig építhető. Ezeknél a hidaknál az



9. ábra. A I. tervezési állapot

indító- és fékezőerőknek a hídszerkezetre történő átadását megfelelő szerkezeti kialakítással kell biztosítani.

Járműteherből adódó földnyomástöbblet

Földnyomásnak az ellenfalakra jutó hatását az ellenfalak mögötti közlekedési terhelésre, az *U* jelű teher alapján, egy egyenletesen megoszló helyettesítő terheléssel kell figyelembe venni. Ennek értéke 156 kN/m vágányonként (52 kN/m², 3,0 m szélességben). Normál és széles nyomtávú vasút esetén a terhelést 4,40 méter vágánytengely-távolságonként egy nem korlátozott kiterjedésű földtömeg hatása helyettesítheti. A helyettesítő feltöltés 18 kN/m³ térfogatsúly feltételezésével képezhető, az alj felső síkjától számított magassággal. Ágyszatlezáráskor méretezé-

sénél ezt az értéket az *U* jelű teher tengelyterhének koncentrált helyettesítésével kell számítani.

Vasúti járművek kisiklása hídon

A kisiklott járműveket helyettesítő teherrel kell figyelembe venni, centrifugális és egyéb kiegészítő teher nélkül.

Többvágányú szerkezeten a helyettesítő terhet azon a vágányon kell figyelembe venni, amely a szerkezetben vagy annak egy részében a legkedvezőtlenebb igénybevételt okozza. A többi vágány egyidejű megterhelése nem szükséges.

Terelőberendezéssel ellátott vágány esetén az alábbiakban ismertetett helyettesítő teherrel nem kell számolni.

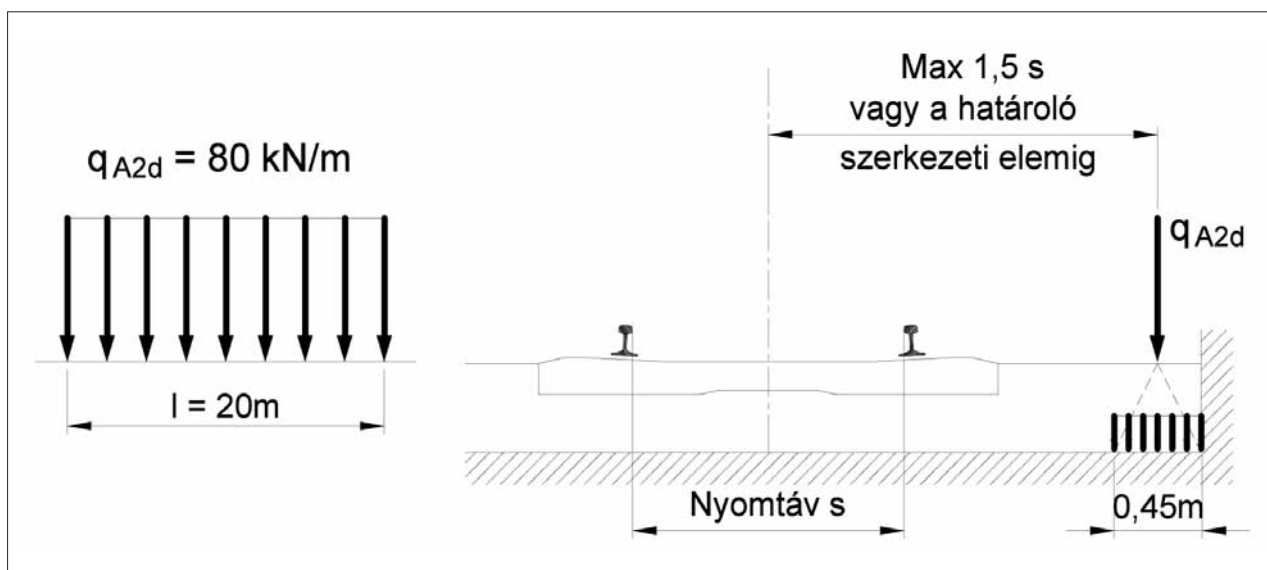
Normál és széles nyomtáv esetén kétféle hatást kell külön-külön megvizsgálni.

I. tervezési állapot: amikor a mozdony vagy nehézjármű a 9. ábrának megfelelően úgy siklik ki, hogy az még a vágányzónában (pályán) marad.

A 9. ábrán jelzett kétvonalas függőleges teher 6,40 méter hosszúságú, q_{A1d} 50 kN/m teher, amely a vágánytengellyel párhuzamosan, mindkét oldalon maximum 1,5 *s* távolságon belül, a szerkezet teherviselése szempontjából a legkedvezőtlenebb helyzetben helyezkedik el.

A pályaszerkezet vizsgálatakor a keresztaljakon kívül eső vonal menti teher, ágyszatátvezetési hídon 0,45 méter széles sávra elosztható. Ebben a tervezési állapotban a fő teherviselő szerkezet tönkremenetele nem engedhető meg, azonban más szerkezeti elemek helyi károsodása megengedett.

A II. tervezési állapot: amikor a mozdony vagy nehézjármű a 10. ábrának



10. ábra. A II. tervezési állapot

Irány a vágány-tengelyhez viszonyítva	Oszlopok távolsága kisebb, mint 8,0 m	Oszlopok távolsága nagyobb, mint 8,0 m
Hosszirányban	1000 kN	2000 kN
Keresztirányban	500 kN	1000 kN

6. táblázat. A helyettesítő erők értékei

megfelelően úgy siklik ki, hogy az még éppen a hídon marad. Ebben a megvizsgált állapotban a híd nem borulhat fel, és nem omlhat össze. A helyzeti állékonyság igazolása során a vizsgált tartószerkezet szélén egy legfeljebb 20 méter hosszú, vonal menti függőleges terhet kell működtetni, aminek nagysága 80 kN/m.

Vörös József a Hídépítő Vállalatnál kezdte pályafutását 1964-ben technikusként. Mérnöki diplomáját 1974-ben szerezte. Építésvezetőként több nagy folyami híd építését irányította. Munkáját az új vasbeton-építési technológiák bevezetése jellemezte (szabadon szerelés, szabadonbetonozás, szakaszos betolás). A szabadonszerelés első hazai alkalmazásáért 1976-ban megosztva Állami Díj kitüntetést kapott. A Budapesti Műszaki Egyetemen, a Közlekedési Távközlési Főiskolán és a Baross Gábor Oktatási Központban oktatott. Számtalan cikke, tanulmánya jelent meg különböző szaklapokban. Megalakulása óta kurátora a Vasúti Hidak Alapítványnak. 2007-ben a Magyar Köztársaság Lovagkereszt kitüntetésében részesült.

A I. és II. tervezési állapotokat egymástól függetlenül kell megvizsgálni.

Vasúti járművek kisiklása híd alatt

A vasúti pályát áthidaló műtárgy védettnek tekinthető vasúti jármű ütközése ellen, ha alátámasztó oszlopai a vágánytengelytől legalább 3,5 méterre vannak.

Amennyiben ez a távolság nem biztosított, úgy a sínkorona felett 1,80 méter magasságban ható, a 6. táblázatban megadott helyettesítő terhet kell figyelembe venni.

Közúti járművek ütközése vasúti hídhoz

Közút feletti vasúti áthidalás esetén a közúti járművek ütközőerejét figyelembe kell venni. A jármű ütköző hatását az útburkolat szélétől 10 méteren belül levő alátámasztó oszlop esetén az útpálya felett 1,50 méter magasságban, a forgalmi sáv irányával párhuzamosan ható 1000 kN vízszintes, és ezzel nem egyidejűleg működő, erre merőleges 500 kN nagyságú, vízszintes statikus erővel kell figyelembe venni.

Ha a vizsgált szerkezeti elem keresztmetszetének tehetetlenségi főtengelye a forgalmi sáv irányával nem párhuzamos, de a bezárt szög legfeljebb 10 fok, az erők a főtengely irányába vehetők fel. Ha a bezárt szög 10 foknál nagyobb, a ferde hajlításra tekintettel kell lenni.

A számítás egyszerűsítése céljából megengedett az ütközőerő főtengely irányú felvétele, de a számításba vehető erő nagysága vetület irányban nem csökkenthető, bármely főtengely irányban 1000 kN.

Amennyiben a vasúti hídszerkezet a közúti járócsík felett 5,50 méternél alacsonyabban kerül elhelyezésre, akkor közúti járműütközést kell feltételezni. Ebben az esetben a hídszerkezetre merőlegesen és vízszintesen ható 1000 kN statikus eltolóerőt és azzal nem egyidejűleg ható 500 kN statikus felemelőerőt kell ütközőerőként figyelembe venni. A rakományütközést a legkedvezőtlenebb igénybevételt okozó helyen kell feltételezni.

Villamos felsővezeték-szakadás hatása

Hídszerkezethez horgonyzott felsővezeték szakadásából származó egyoldali vízszintes húzóerőt a vágánytengely irányába működő 20 kN értékű statikus teherként kell figyelembe venni.

Egy vágány esetén egy vezeték, kettőtől hat vágány esetén két vezeték, hat vágánynál több esetén három vezeték egyidejű szakadásával kell számolni, a legkedvezőtlenebb hatás figyelembevételével. ◀

Tolna megyei vonatbaleset: lezárult a vizsgálat, a kár 124 millió forint

A pécsi vasútvonalon még tavaly augusztus elején, a Kurd és Szakály-Högyész szakaszon kisiklott egy személyvonat, a balesetben nyolcan sérültek meg. A MÁV a balesetért közvetlen felelősséget, személyi mulasztást nem állapított meg, a kár 124 millió forint. A baleset okai:

1. Az említett pályaszakaszon vágánykivetődés keletkezett. A kivetődés helyén áthaladó vonat tömege és sebessége hatásaként a sínekre ható erő jelentősen nőtt, a vágány tovább torzult, és a vonat utolsó négy kocsija kisiklott. Az utolsó kocsi a siklást követően az oldalára borult. A kedvezőtlen talajviszonyok, a talaj vizesedésre hajlamossága, a vízelvezetés nem kellő

hatásfoka, a szennyezett ágyazat, a magas sínhőmérséklet miatt kialakult hőmérsékleti erő, a sínek semleges hőmérséklet-különbségének együttes hatása miatt megbomlott, elérte a kritikus határt, és a vonat alatt a vágány kivetődött.

2. A vágánykivetődés lehetséges okai között szerepelt az, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat mérése szerint 2008. július 24-én 08.00 órától július 25-én 08.00 óráig a baleset térségében 70 milliméter csapadék esett, amely a talajba szivárgott, az altalaj átázott, és ennek hatására a vasúti pálya aléptítményében kedvezőtlen alakváltozások következtek be.

A pályafelügyeleti tevékenység ellátása az előírások szerint történt, az észlelt és dokumentált hibákat az éves karbantartási munkálatok során kijavították.

A MÁV balesetvizsgáló bizottsága a balesetért közvetlen felelősséget, személyi mulasztást nem állapított meg.

Híd épül Dánia és Németország között

A dán parlament jóváhagyta a Dániát Németországgal összekötő balti-tengeri Fehmarn-szoroson átívelő híd tervét. A 20 kilométeres híd a tervek szerint 2018-ra épül fel, és a Hamburgtól északra fekvő Fehmarn-szigetet köti majd össze a Koppenhágától délre eső Lolland-szigettel. Kettős villamosított vasúti pálya és négysávos autópálya halad majd keresztül rajta. Az építmény várható költsége eléri a 32 milliárd dán koronát.

Bemutatkozik a Közlekedésépítési Szemle

Ez év januárjától új név szerepel az 59. évfolyamát kezdett újság címodalán: Közlekedésépítési Szemle. A mintegy tíz éve megszokott Közúti és Mélyépítési Szemlét a lap változóban lévő profiljához jobban igazodó név váltja. Bár eddig sem zárkoztunk el a közúti szakterületen kívül eső témájú cikkek közlésétől, a jövőben mindenféle közlekedési ág létesítményeivel szívesen foglalkozunk, beleértve a különböző közlekedési ágak közötti kapcsolatokat is. Továbbra is az építményeket, az infrastruktúrát tartjuk a középpontban, de a lehatárolás – ahogy eddig sem volt – ezután sem lehet éles, a létesítményeket emberek és járművek veszik igénybe, az infrastruktúra szűkebben vett műszaki szempontjai gyakran nem választhatók el a társadalmi, gazdasági és környezeti kérdésektől.

Az elmúlt évben a lap kiadója megváltozott: jelenleg a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ adja ki a lapot. Nőtt a lap terjedelme, a korábbi 28 oldal helyett 40 oldalon kínálunk olvasnivalót. Egyrészt örülünk annak, hogy régi és új szerzőink igen aktívak a cikkek írásában és mindig megtöltik a lapot, másrészt sajnáljuk, hogy a megnövekedett terjedelem ellenére is szerzőink esetenként hosszabb várakozásra kényszerülnek. Változatlanul foglalkozunk új létesítmények igényes műszaki részletezettségű, képekkel gazdagon illusztrált ismertetésével. E cikkek szerzői a tervezésben és a megvalósításban kulcsszerepet játszó kollégák. A cikkek másik nagy csoportja stratégiai kérdéseket tárgyal, ilyenek voltak például a Nemzeti Út-, Hídfelújítási Programmal foglalkozó korábbi számunk-

ban, de ilyenek a rendszeresen megjelenő hálózatfejlesztési kérdésekkel foglalkozó írások is. Cikkeinknek mintegy fele tudományos jellegű, bár a „tudomány” szó felelős szerkesztő elődöm, dr. Nemesdy Ervin professzor egykori szerény döntése nyomán az utóbbi időben nem szerepelt a lap címében.

Továbbra is bátorítjuk gyakori szerzőinket, de az újabb szerzőket, a fiatalabb szakembereket, kutatókat és a doktoranduszokat is cikkek küldésére – a közlekedésépítési szakterület szereplőinek színvonalas publikációs fórumot kínálunk. Reméljük, hogy olvasóink érdeklődéssel olvassák a Közlekedésépítési Szemlét.

*Dr. Koren Csaba
egyetemi tanár
felelős szerkesztő
koren@sze.hu*

Háromszázhatvannal hasított az új szuperexpressz

A csehországi Velim vasúti tesztközpontban elvégzett négy hónapos tesztorozat végeztével a francia Alstom cég a nagyon nagysebességű vasúti gyártás piacvezetője megkezdte a világ leggyorsabb vonata, az AGV első „igazi” kipróbálását. A TGV-nél is gyorsabb új szuperexpressz a tesztek során 360 km/h-s, azaz tervezett normál üzemi sebességével fut a francia keleti nagysebességű vasútvonal egy 170 kilométeres szakaszán, Champagne-Ardenne és Lorraine állomások között. 2007 áprilisában ugyanez a jármű ezen a vonalszakaszon állította fel az 574,8 km/h-s vasúti sebességi világrekordot.

Fokozottan őrzik a síneket

Fokozott ellenőrzést tartanak a Dél-Dunántúlon azokon a vasúti pályaszakaszokon, ahol évek óta „szünetel” a forgalom. Az akció a Hír TV szerint megkésettnek tűnik, a gazdasági válság ugyanis a tolvajokat is megviselte. A színesfém átvételi ára zuhant, ezért most nem éri meg sánt lopni. Az érintett szakaszokon egyébként alig van mit elvinni, ami mozdítható volt, azt már korábban leszerelték. A Pécsi Vasúti Igazgatóságához tartozó pályaszakaszokon 2007-ben 20, 2008-ban 33 esetben

loptak el különböző anyagokat, elsősorban vasat és színesfémeket. A kár meghaladta a 25 millió forintot. A további bűncselekmények megelőzésére egy hónapos akciót szervez a MÁV a rendőrséggel, a polgárőrséggel, valamint a vám- és pénzügyőrséggel. Idén eddig két esetben indult büntetőeljárás vasúti lopásért a pécsi igazgatóság területén. A magyarázat a gazdasági válságban keresendő. A fémek iránti kereslet visszaesett, az átvételi ár csökkent, az elkövetőknek már nem éri meg kockáztatni a lebukást. Pécsi Vasúti Igazgatóság területén 1250 kilométer hosszú vasútvonal van, ennek 13 százalékán, csaknem 160 kilométeren szünetel – a hivatalos megfogalmazás szerint – átmenetileg a forgalom.

Vasúti projekteket finanszíroz Brüsszel, köztük a Budapest–Nyíregyháza vonal tanulmányát

Tizenegy vasúti beruházás finanszírozását jelentette be a közelmúltban az Európai Bizottság, köztük a Budapest–Keleti/Miskolc–Nyíregyháza gyorsvasútvonalra vonatkozó előkészítő tanulmányok készítését. Összesen 1,7 milliárd euró értékű finanszírozásról van szó, ebből a magyar projektekre 8 millió euró jut. Antonio Tajani közlekedési biztos Veronában írta alá a finanszírozási rendeleteket. A bizottság

kiemelte: „ez a lépés nagyban hozzájárul a Brenner-alagút, valamint a Torino és Lyon közötti Mont Cenis-alagút megvalósításához, továbbá a Trieszt és Divaca közötti vasútvonal előkészítési munkáinak elindításához”. A tizenegy finanszírozási határozat a következő projektekre vonatkozik: Lyon–Torinó vasútvonal: vasúti összeköttetés a franciaországi bázislagúttal (4,7 millió euró); Lyon–Torinó vasútvonal: a határátkelési szakaszra vonatkozó tanulmányok és munkálatok (671,8 millió euró); Tervezési tanulmányok a Ronchi dei Legionari Sud és Trieszt közötti szakaszra vonatkozóan (24 millió euró); Tervek és tanulmányok a Trieszt és Divaca közötti határátkelési szakaszra (50,7 millió euró). Előkészítő tanulmányok a Budapest–Keleti/Miskolc–Nyíregyháza vasútvonalra (8 millió euró); Tanulmányok/munkálatok a Brenner-alagút Fortezza és Verona közötti szakaszának déli vasúti összeköttetésére (58,81 millió euró); Munkálatok az Erfurt és Halle/Gröbers közötti szakaszon (57 millió euró); Munkálatok a Kundl/Radfeld és Baumkirchen közötti szakaszon (58,3 millió euró); A Brenner bázislagúton végzett munkálatok (592,65 millió euró) A Brenner bázislagútra vonatkozó tanulmányok (193,35 millió euró); Genovai vasúti csomópont: tanulmányok a Genova Voltri–Genova Brignole szakasz korszerűsítésére (5,05 millió euró).



A hazai vasút- fejlesztés nemzetközi összefüggései

Dr. Balogh Tamás

szakíró

✉ balogh.tamas@eum.hu

☎ (20) 920-7506

Milyen lehetőségek vannak napjainkban egy transzeurópai alternatív vasúti főirány kialakítására? A hazai vasútfejlesztés ma – a transzkontinentális közlekedési folyosók kivételével – jórészt nincs tekintettel a tágabb nemzetközi, nagytérségi és az országon belüli regionális összefüggésekre, térszerkezeti folyamatokra.

A fejlesztést részben idejélmúlt koncepciókra alapozzák. Például azok után, hogy Szlovákia és Oroszország megállapodást írt alá arról, hogy az orosz fél a saját széles nyomtávú vasúthálózatának Bécs felé vezetését Ukrajnán keresztül Szlovákia területén oldja meg, alaptalan azt feltételezni, hogy továbbra is indokolt milliárdos fejlesztésekkel záhonyi átrakót fejleszteni azon az alapon, hogy Magyarország lesz a „Kelet kapuja”, és az orosz széles nyomtávú hálózat Magyarországon keresztül csatlakozik az európai hálózatokhoz. Ennek ellenére nincs jele annak, hogy bármilyen mértékben hozzáigazították volna a hazai vasútfejlesztési prioritá-

sokat a realitásokhoz. Pedig a „keleti kapu” funkció Constanța – Románia fekete-tengeri kikötőjén – keresztül is megvalósítható. Ez a kikötő ugyanis a Kínából Európába tartó konténerhajó-forgalom végállomása (a kínai árut szállító hajók ugyanis Afrika megkerülése helyett a Vörös-tengeren és a Szuezi-csatornán keresztül érnek európai vizekre, és ha már ott vannak, nem a távoli „northern range” kikötőit választják, hanem a sokkal közelebbi délkelet-európai kikötőket).

A nemzetközi megalapozottságú hazai fejlesztések (pl.: az európai közlekedési folyosók, a TEN-hálózat hazai elemei) jellemzően Budapest-központú sugárirányú

fejlesztések (1. ábra). Ez annak ellenére így van, hogy léteznek olyan megoldások, amelyek a partikuláris (az országnak csak egy-egy kisebb térségét érintő) vasúti közlekedési problémák megszüntetését biztosító megoldásokat a szélesebb európai összefüggésbe helyezik, és a kontinens egésze számára jól használható közlekedési lehetőséget kínálnak. A hazai fejlesztések tervezésénél és megvalósításánál mégsem jellemző, hogy a helyi és a nemzetközi fejlesztési igények összehangolására törekedjenek.

Az alábbiakban konkrét példán keresztül vizsgáljuk azt, hogy lehetséges-e, s ha igen, hogyan a helyi és a nemzetközi fejlesztési igények összehangolása. Ahhoz ugyanis, hogy az európai térségi együttműködés, az egymás felé forduló és elszigeteltségüket közös programokkal feloldó határregiók ideája, a „varratmentes Európa” ne csak ábránd maradjon, a gondok megfogalmazása és a megoldásukra alkalmas projektek kellenek, amelyek a szűkebb térség érdekei mellett lehetőség szerint az egész unió számára is kézzelfogható értéket, előnyt képviselnek.

1. Miért nem lehet Budapest és Belgrád érintése nélkül vasúton eljutni az Adriától a Fekete-tengerig?



1. ábra. Magyarországot érintő páneurópai folyosó

A Rijeka (Fiume)–Constanța transzbalkáni vasút

A magyar Dél-Alföld, illetve a szomszédos román és szerb határtérség határon átnyúló együttműködésében ilyen tartósan jelen lévő probléma a transzverzális vasúti kapcsolatok hiánya, amelynek gyökerei a második világháborúban, illetve a szegedi vasúti híd elpusztításában és helyreállításának elmaradásában keresendők. A szűkebb térségi kapcsolatok megszakítása a kontinens egésze számára hátrányos helyzethez vezetett: Európa közepén – az Adriától a Fekete-tengerig, Rijekától (Fiumétól) Constanțaig – ma nem lehetséges vasúton eljutni Budapest és Belgrád megelőző érintése nélkül (a Helsinki IV., V/B és X. számú vasúti folyosók ugyanis csak

3. Hiányzó hálózati elemek pótlásával a kapcsolat helyreállítható - a 2.000 km-es hálózat használhatósága 14 km-en és egy 500 m-es hídon múlik!



2. ábra. Hiányzó hálózati elemek

Budapesten vagy Belgrádon keresztül biztosítják az elérést). Ez indokolatlanul meghosszabbítja az elérési útvonalat és időt, növeli a szállítás idejét és költségét, vagyis csökkenő versenyképességet okoz. A két főváros között ráadásul kialakult egy kb. 400 kilométer széles – a vasúti közlekedés szempontjából üres – zóna, ahol nem lehetséges a nyugat-kelet irányú személyszállítás és árufuvarozás.

A hiányosság felszámolására az 1990-es évektől kezdve több megoldási javaslat született:

- 1997. november 21. A magyarországi Dél-alföld, a Nyugat-román Régió és a szerbiai Vajdaság részvételével megalakult a Duna–Körös–Maros–Tisza Euro régió (DKMT), amely 1998-ban Stra-

tégiai Tervében szerepeltette a Szeged–Temesvár vasút helyreállítását.

- 1998. Útjára bocsátják a DKMT három nyelven, azonos tartalommal megjelenő folyóiratát, az Euro-Triót. Ebben jelennek meg először a Szeged–Temesvár vasút fejlesztésének makrotérségi összefüggései, a Rijeka (Fiume)–Szeged–Temesvár–Constanța vasútvonal fejlesztésének ötlete (ötletgazda: *dr. Balogh Tamás*).
- 2000. szeptember. A Magyar Államvasutak Tervező Intézete (MÁVTI) a DKMT megbízásából a régióban együttműködő államok vasúttársaságaival közös megvalósítási tervet készít a Szeged–Temesvár vasúti kapcsolat helyreállítására, amelyet 2001 áprilisában Kikindán, 2001. május 23-án Temesváron mutattak be az érintetteknek.
- 2001. szeptember 18. A balkáni stabilitási paktum képviselői Szegedre látogatnak, ahol bemutatják nekik a Szeged–Kikinda–Zsombolya–Temesvár vasúti kapcsolat helyreállítási tervét. A résztvevők szerint a vasútfejlesztést biztonságpolitikai szempontok – Szerbia háború utáni elszigeteltségének oldása – is indokolják.
- 2005. Dr. Balogh Tamás elkészíti a Rijeka (Fiume)–Zágráb–Dombóvár–Baja–Szabadka–Szeged–Temesvár–Orsova–Craiova–Bukarest–Constanța vasútvonal, azaz a „Transzbalkáni Vasút” kialakításának egyszerűsített megvalósíthatósági tanulmánytervét,

amely a partikuláris (Szeged–Temesvár) probléma megszüntetését biztosító megoldást szélesebb európai összefüggésbe helyezi (lényegében a TEN-T rendszerbe illeszti), és a kontinens egésze számára jól hasznosítható közlekedési lehetőséget kínál.

- 2005. A MÁV EU Programigazgató-sága javaslatot tett a projekt beillesztésére az NFT II.-be.
- 2005. év vége A Dél-alföldi Regionális Fejlesztési Tanács (DARFT) megbízást ad az UVATERV-nek a Baja–Szeged–Arad (illetve Szeged–Temesvár) vasúti kapcsolat előzetes megvalósítási tanulmánytervének elkészítésére, amely 2006 júniusára készült el.

Világossá vált, hogy a DKMT, mint az egykori nagy múltú vasúti hálózatok csomópontjában fekvő határon átnyúló együttműködés, a transznacionális vasúti kapcsolat lehetősége nélkül tartósan nem tud működni! Bár egykor az Orient expressz járta a vonalat (Szeged–Temesvár–Constanța), ma a kapcsolat részben háborús pusztítás, részben tudatos visszafejlesztés miatt nem működik. Pedig a helyreállításához semmi olyat nem kell csinálni, ami nem volt meg már korábban is: csak olyasmit kell a térség lakóinak a rendelkezésére bocsátani, amivel már ezelőtt is rendelkeztek (pl.: szegedi vasúti híd, Szeged–Pécs összeköttetés stb.).

Az is egyértelművé vált ugyanakkor, hogy a hiányzó hálózati elemek pótlásával a kapcsolat helyreállítható – a 2000 kilométeres hálózat használhatósága 14 kilométeren és egy 500 méteres hídon múlik (2. ábra)! Arra tekintettel, hogy a transzbalkáni vasút nem új hálózat (hanem korábban működő hálózatok nyomvonalát használja) négyötöd részben semmilyen beavatkozást nem igényel! Sőt, a teljes nyomvonal egyes szakaszain egyfajta korszerűsítés is megindult (igaz, egyelőre nem azzal a céllal, hogy Rijeka és Constanța között Szegeden keresztül közlekedhessenek a vonatok):

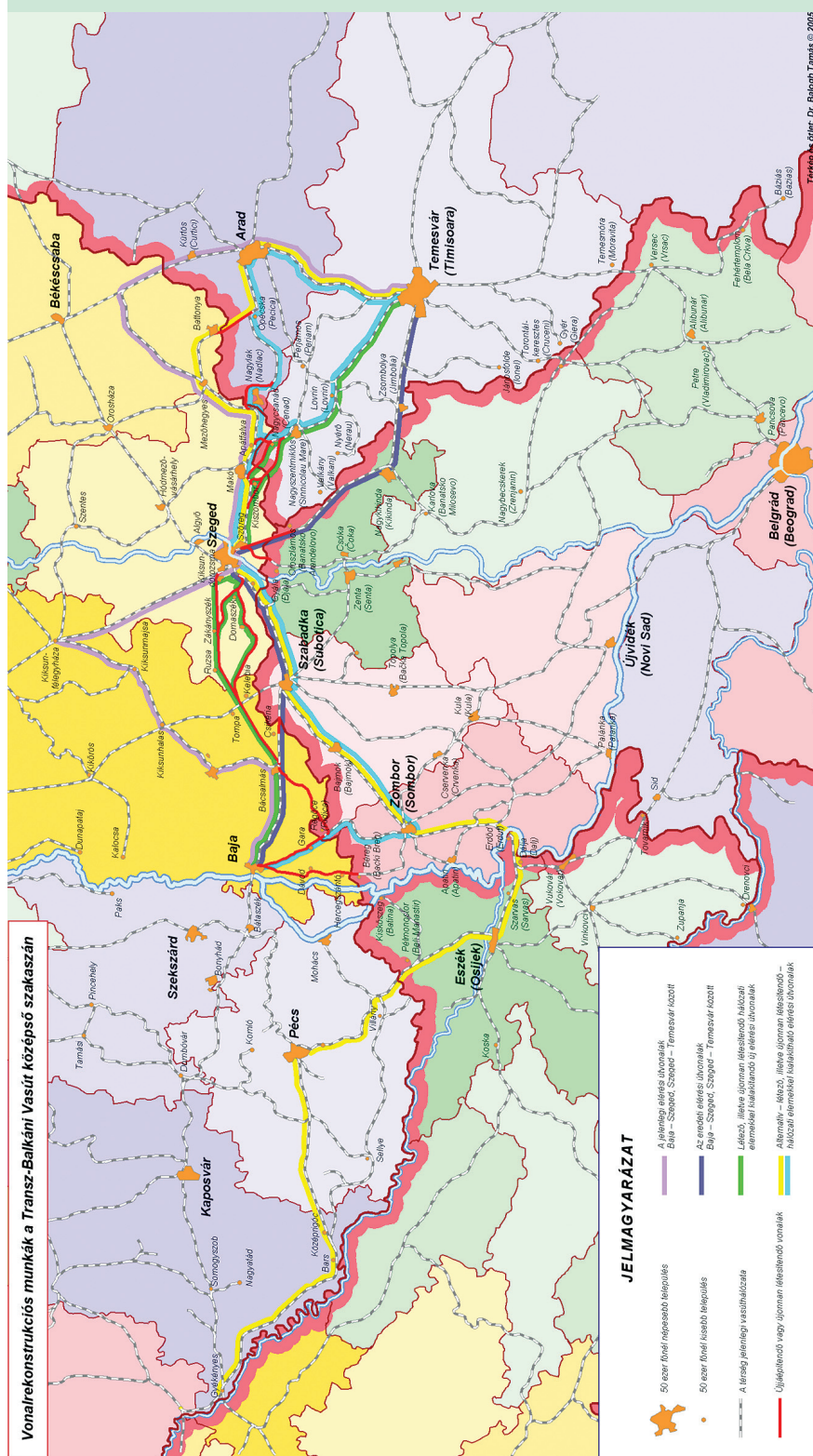
- a Fiume–Dombóvár szakaszt (az V/B Helsinki folyosó része) már korszerűsítik;
- a Temesvár–Constanța szakaszt (a IV. Helsinki folyosó és a 22-es TEN-T kiemelt projekt része) már korszerűsítik;
- a Dombóvár–(Baja–Szeged)–Temesvár szakaszon (az V/B és a IV. folyosó/22-es TEN-T projekt között) mindössze 14 km-nyi szakaszon hiányoznak egyes műtárgyak vagy a felépítmény, illetve szorul felújításra az alépítmény.

Summary

International based domestic developments (e.g.: European Transport corridors, elements of TEN network) are characteristically the Budapest centric radial developments. This is so, in spite of that such solutions exist which take the solution of particular (when only smaller regions of the country are affected) railway transport tasks into a wider European context, and offer a well usable transport possibility for the whole continent. The reader can get acquainted with such possibility from the article.

- Alépitmény-megerősítés: Újszentiván–országhatár 6 km, országhatár–Banatso Arandjelovo (Oroszlámos) 6 km;
- Új építés: Szegedi közúti-vasúti híd építésével a Nagállomás átmenő pályaudvari funkcióinak helyreállítása) (3. ábra).

3. ábra. Vonalrekonstrukciós munkák a transzbalkáni vasút középső szakaszán



A transzbalkáni vasút ráadásul kiválóan illeszthető a TEN-T kezdeményezés kiemelt projektjeihez. Új, önálló prioritási tengely lehet a déli, délkeleti megközelítés biztosítására! Az EU TEN-T programban egyedileg fejlesztendő kiemelt vasúti projektjei között jelenleg csak nagyon kevés dél-, illetve délkelet-európai projekt van. Az irányokat tehát még nem jelölték ki teljeskörűen. De vannak veszélyek! Magyarországon a közlekedési politika ugyanis nem akarja fejleszteni a szegedi irányt (kivéve az európai gyorsvasutat, ahol az OTRT módosítása már a szegedi irányt tartalmazza), ehelyett két külön vasutat fejleszt: egyet délre (Budapest–Kelebia) és egyet délkeletre (Budapest–Lőkösháza) kétszeres költséggel. Pedig a Budapest–Szeged vonal a déli és a délkeleti irányt is képes lenne kiszolgálni (délre a Szeged–Szabadka–Belgrad vonalon, délkeletre pedig a Szeged–Temesvár–Bukarest vonalon, ha a szegedi vasúti híd felépül) egyszeres költséggel. Vagyis feleslegessé tenné a Budapest–Kelebia és a Budapest–Lőkösháza szakaszok fejlesztését! Ám ha nem teszünk semmit, akkor a TEN-T romániai eleme (a 22-es kiemelt projekt) Lőkösházánál csatlakozik a magyar hálózatra: a Lőkösháza–Arad–Brassó–Bukarest és a Lőkösháza–Arad–Temesvár–Bukarest vonal Aradon egyesül, s Arad óriási versenyelőnyre tesz szert a Dél-Alföldhöz képest. Mindezt megerősíti, hogy Magyarországgal ellentétben Románia tudatosan készül erre a szerepre: már egy évtizede fejlesztik az aradi vasúti csomópontot. Kamionátrakót, multimodális szállítási kapacitásokat létesítettek, a magyar fél pedig még csak fel sem ismerte a veszélyt. Ha Arad lesz az elosztópont, Szeged még az átmenő forgalomból sem fog részesedni (a dorozsmai kamionterminál is bezárhat). Különösen nyomatékosá teszi ezt az a tény, hogy amint az M5-ös autópálya leért a magyar–szerb határig, az addig vasúton utazó forgalom áttért az olcsóbb közútra. Ennek a terhelése többszörösére nőtt, a vasút meg pang. Több autópálya várhatóan már nem lesz (az M43-as még ezután épül). Az optimálisabb környezeti terhelés, jobb kihasználtság érdekében tehát a vasút fejlesztendő. A pályavasútra vonatkozó új, vállalkozásélénkítő szabályozás is

indokolhatja a transzbalkáni vasút kereskedelmi vállalkozáskénti üzemeltetését. Ráadásul, mivel a transzbalkáni vasút érinti Szerbiát is, az EU-val létesítendő szerb társulási jogviszonyra tekintettel politikailag is kedvező környezetben ösztönzőleg hathat, az eddig szerb részről támasztott akadályok is könnyebben elhárulhatnak.

A transzbalkáni vasút jelentette transzkontinentális perspektíva a határon átnyúló együttműködés elszigeteltségének oldásához is hozzájárul. A helyreállítás a térség nagyvárosait nemcsak egymással, de – túlzás nélkül – az egész világgal összekötné. A nyomvonal multimodális szállítási kapacitásokkal is rendelkező nagy belvízi kikötőkön halad keresztül (Baja, Szeged, Temesvár, Orsova, Rusze), valamint eléri a két tengert és a nagy közép-európai tengeri kikötőket (Velence, Trieszt, Fiume, Constanța, Várna). Rijeka (Fiume) és Trieszt ráadásul a tengerparttal nem rendelkező országok tranzitjogáról is rendelkező 1982-es ENSZ Tengerjogi Egyezményben Magyarország számára kijelölt tengeri kikötő (a többihez képest kedvezményes megközelítési és kikötőhasználati jogokkal). A transzbalkáni vasút ezenkívül a Helsinki folyosókhoz való közvetlen kapcsolódás révén a folyosók nagyvárosainak könnyebb elérhetőségét is lehetővé teszi (a végpontokon Hamburggal, Kijevvel, Isztambul, Szalonikival stb.). A nyomvonal tetejébe Triesztnél kapcsolódik a TEN-T Network 6. számú (PP6-os) prioritási tengelyéhez, amely az Alpok előterében Lyon és Budapest között (Lyon–Milánó–Velence–Trieszt–Ljubljana–Budapest vonalon) kiépülő, vegyes üzemű (nagysebességű és tehervonati) „gördülő autópálya”. Ezen előnyöknek köszönhetően a helyreállítás a világkereskedelemben is biztosíthat bizonyos előnyt: hiszen a rövidebb/gyorsabb elérhetőség = olcsóbb szállítmányozás = versenyképesebb hazai termékek. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a transzbalkáni vasút végpontjai más nagy európai és ázsiai vasúti és vízi úti közlekedési rendszerekhez kapcsolódnak: Velencéből Milánón keresztül közvetlenül elérhető London, Bordeaux, Madrid és Lisszabon. Constanțăból a Fekete-tengeren keresztül (rakományáttrakással) elérhető Isztambul, Jeruzsálem, Mekka, Bagdad, Baku (TRACEKA), vízi úton pedig a Volga–Don-csatornán keresztül constantai egyszeri (!) átrakással

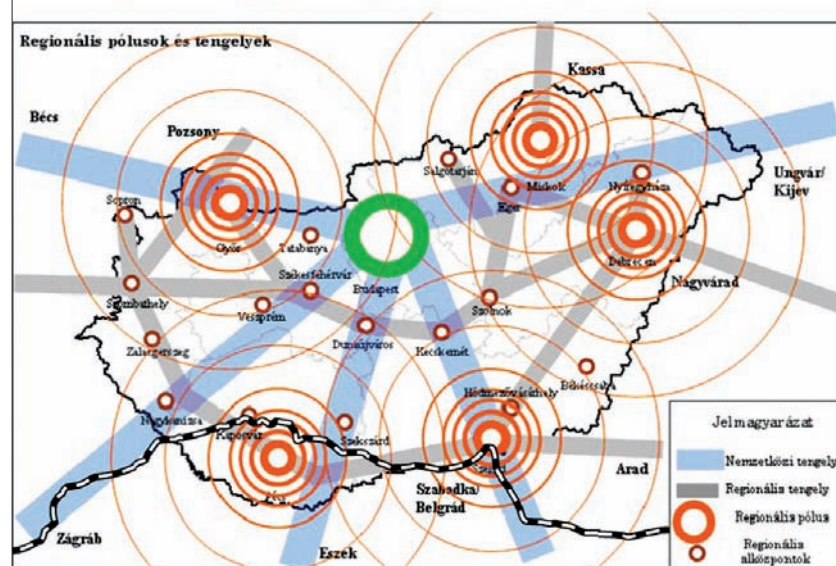
a Kaszpi-tengeri országok kikötői, s ezen országok vasúti rendszerein keresztül Közép-Ázsia és a Táv-Kelet.

A transzbalkáni vasút nyomvonalát érintő helyreállításokat – s ezzel egyedülálló új transzkontinentális közlekedési útvonal megnyitását – tehát több körülmény indokolja:

- A magyar vasútpolitika jövőjéről szóló 2003-as kormányzati vitaanyag szerint az optimális méretű európai vasúti rendszer meghatározásának alapja a versenyképes áru fuvarozás, a tömegközlekedési jellegű (a lakosság igényeihez, teherbíró képességéhez és környezettudatosságához igazodó) személyfuvarozás, valamint az egységes piacot kiszolgáló, határokon átvélő infrastruktúra.
- Ezt mintegy megerősítette az Európai Bizottságnak a fő transeurópai közlekedési tengelyek szomszédos országokra való kiterjesztésére vonatkozó közlekedéspolitikai iránymutatásokról szóló, 2007. január 31-ei közleménye [COM (2007) 32], amely szerint: „A Bizottság úgy ítéli meg, hogy a páneurópai folyosó/térség kiterjedését aktualizálni kell, hogy abban tükröződjön az EU bővítését követő új geopolitikai összefüggések, és hogy jobban összekapcsolják a transeurópai hálózatok fő tengelyeit a szomszédos országokéval. Ezért [...] javaslatot tesz [...] a Földközi-tenger, a Fekete-tenger és a Kaszpi-tenger térségeinek, valamint [...] a tengerparttal

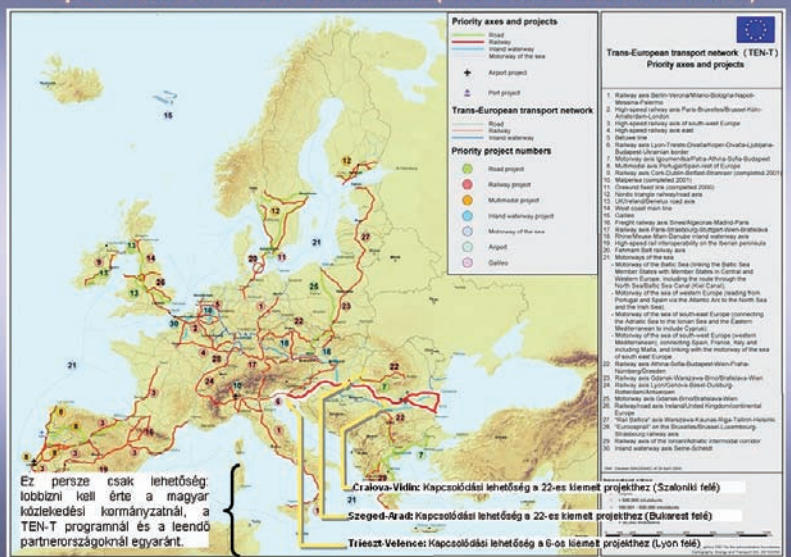
Dr. Balogh Tamás felsőfokú tanulmányait a Szegedi Tudományegyetem Jogi Karán végezte, ahol 1999-ben jogi diplomát és európai szakjogász minősítést, 2003-ban pedig társadalombiztosítási szakjogász minősítést szerzett. 2003-ban elvégezte az Európai Közigazgatási Intézet (European Institute of Public Administration), 2004-ben pedig a Tempus Közalapítvány Strukturális Alapok Képző Központjának tanfolyamait, melyek eredményeként további elméleti ismeretekkel egészítette ki az Európai Bizottságban és az Európai Unió Strukturális Alapjainak felhasználására vonatkozó pályázatok írásában szerzett gyakorlati tapasztalatait. Meghívott előadóként nemzetközi jogot oktat a Szegedi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar Nemzetközi Jogi és Európa-jogi Tanszékén. Munkájáért 2003-ban Szent Kristóf-érmeket kapott, 2004-ben pedig – hazánk uniós csatlakozásáért végzett munkája elismeréséül – miniszteri kitüntetésben részesült. Több, a vasúttal és a hajózással kapcsolatos közlekedési, közlekedéstudományi munka szerzője, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Hajózástörténeti és Hajómodellező Klubjának elnöke. Publikációi a transeurópai vasúti kapcsolatok fejlesztése, az osztrák–magyar haditengerészet története, a nemzetközi közjog, az európai regionális politika (határon átnyúló együttműködések).

A fejlesztés illeszkedik a kijelölt nemzeti fejlesztési főirányokhoz - a déli regionális tengelyen még sincs vasúti fejlesztés !



4. ábra. Nemzeti fejlesztési főirányok

8. A fejlesztés illeszkedik a nemzetközi fejlesztési főirányokhoz – kapcsolható a Ljubljana-Szeged-Arad-Nagyszomben horizontális kapcsolathoz és a TEN-T hálózathoz (a PP6 és a PP22 korridorhoz)



5. ábra. Nemzetközi fejlesztési főirányok

nem rendelkező országok összekapcsolására.”

- Bár elegendő kapacitásokkal rendelkeznek, a Közép-Európából a tengerentúlra tartó szállítások túlnyomó részét jelenleg mégsem a régió legnagyobb tengeri kikötői (Rijeka, Koper, Trieszt), hanem a jól kiépített közúti és vasúti kapcsolatokkal rendelkező észak-európai kikötők (Hamburg, Bremen-haven, Rotterdam) bonyolítják le. A közép-európai kereskedelemről származó közvetítési díjak így a közép-európai országok helyett Németország és Hollandia bevételeit növelik, míg a magas kikötői díjtételek és a hosszú vasúti és közúti szállítási költségek, beépülve a közép-európai kereskedők termékeinek árába, azok versenyképességét rontják. Erre tekintettel a fejlesztés elsődleges indoka a transzbalkáni vasút révén biztosított rövidebb idejű elérhetőség lehet, amely az alacsonyabb szállítási költségek révén fokozza a hazai termékek versenyképességét. Ezt növelheti az önálló magyar tengeri áruszállítási kapacitás esetleges újbóli megjelenése, amelynek a rijekai (fiu-me) kikötő a legalkalmasabb báziskikötője lehetne.
- Az ENSZ 1982-es Tengerjogi Egyezménye, amelyet néhány kivételtől eltekintve világszerte elismernek, egyebek között a tengerparttal nem rendelkező államok jogait és köteleseit is szabályozza. Ennek alapján – mivel Magyar-

ország összes szomszédja az egyezmény részese – hazánkat is megilleti a tengerhez való korlátozásmentes kijutás és visszajutás joga, valamint az átmenő forgalom szabadsága. A tranzitállam (amelyen keresztül halad a tengerparttal nem rendelkező ország tengerhez vagy onnan visszafelé irányuló forgalma) az áthaladást túrni köteles, arra semmilyen vámterhet, adót vagy más díjat nem vehet ki, a felhasznált szállítóeszközök vonatkozásában a helyben szokásos díjknál magasabb díjakat nem állapíthat meg. Amennyiben az áthaladáshoz és a hajóforgalom kiszolgálásához használható infrastruktúra nem megfelelő (vasútvonalak, autópályák, kikötői árumozgatási és raktárkapacitások stb.), akkor a tengerparttal nem rendelkező állam jogosult azok fejlesztésére, saját kapacitások kialakítására, s a tranzitállam ezt nem akadályozhatja meg.

Ennek ellenére a transzbalkáni vasút fejlesztésének további sajnálatos sajátossága, hogy – bár a fejlesztés illeszkedik a kijelölt nemzeti fejlesztési főirányokhoz – a déli regionális tengelyen még sincs vasúti fejlesztés! Az Országos Fejlesztéspolitikai Konceptió a területi kiegyenlítés érdekében speciális társadalmi, gazdasági mutatóikra és teljesítőképességükre tekintettel központi funkció betöltésére alkalmas nemzetközi és regionális növekedési pólusokat és ezeket összekötő nemzetközi, illetve regionális

tengelyeket jelölt ki az ország területén (4. ábra). A döntően infrastrukturális fejlesztéseket lefedő tengelyek legfőbb sajátossága, hogy a nemzetközi tengelyek a regionális központokat kötik össze a fővárossal (illetve a nemzetközi pólussal), a regionális tengelyek pedig a regionális pólusokat kötik össze egymással (5. ábra). A Dél-Dunántúl és a Dél-Alföld regionális pólusait összekötő Pécs–Szeged regionális tengely kialakítása szintén a koncepció része, ám a két pólus között korábban meglévő vasúti összeköttetés újbóli rendelkezésre bocsátására nem tér ki. Erre tekintettel különösen fontos, hogy a két régió tervezőinek egymásra tekintettel elkészített tervdokumentumai a transzbalkáni vasút középső szakaszán szükséges fejlesztéseket a Pécs–Szeged regionális tengelyen zajló infrastruktúra-fejlesztések közé felvegyék. Ezek a fejlesztések a transzbalkáni vasút megvalósításától függetlenül közvetlenül is elősegítik a kapcsolattartás lehetőségének kialakítását, javítását a regionális központok között a regionális tengelyek mentén.

A fejlesztés sorsa tehát – számtalan nyilvánvaló előnye ellenére – bizonytalan. Pedig már minimális és evidens lépések is jelentősen hozzájárulnának a sikerhez. A legelső teendő ugyanis nem a hiányzó beruházások azonnali megkezdése. Már az Európai Területi Együttműködés Operatív Program is lehetőséget biztosíthatna a megvalósítás lehetőségének felmérésére, közös igényfelmérésre és tervezésre. Ennek érdekében elegendő lenne, ha a transzbalkáni vasút megvalósíthatósági tanulmánytervének támogatása beépülne a magyar-horvát és a magyar-román Európai Területi Együttműködés Operatív Programba egységes szakmai tartalommal, s az érintett országok és régiók tervezőinek egymásra tekintettel elkészített tervdokumentumai a transzbalkáni vasút középső szakaszán (Dombóvár–Baja–Szeged–Temesvár között) a szükséges fejlesztéseket felvennék a tervezett infrastruktúra-fejlesztések közé. Emellett érdemes lenne tudakozódni annak a lehetőségéről, hogy a PP6-os TEN-T projekt mintájára a transzbalkáni vasút is beilleszthető lenne-e a TEN-T kiemelt projektjei közé, alapítható-e nemzetközi befektetői csoport (és ha igen, milyen feltételekkel) a beruházás megvalósítására. ◀◀

Tartószerkezeti Eurocode-ok

A Tartószerkezeti Eurocode-ok végleges EN változatait az illetékes európai szabványosítási szervezet (CEN) 2002 áprilisa óta folyamatosan bocsátja ki. Ezzel párhuzamosan a magyar szabványügyi testületben (MSZT) előre meghatározott program szerint folyik ezek honosítása és a szükséges nemzeti mellékletek (NM) kidolgozása.



Dr. habil Farkas György

egyetemi tanár
BME Hidak és Szerk. Tansz.
✉ farkas@vbt.bme.hu
☎ (1) 463-1751



Kovács Tamás

egyetemi adjunktus
BME Hidak és Szerk. Tansz.
✉ kovacst@vbt.bme.hu
☎ (1) 463-1743
☎ (1) 463-1743

Az Eurocode rendszerében az Eurocode 2–Eurocode 6 szabványcsoportok anyagától függő előírásokat tartalmaznak, és döntően az adott anyagból készülő tartószerkezetekre vonatkozó tartóssági és erőtan követelményeket részletezik. Az alábbiakban a beton anyagú tartószerkezeteket tárgyaló Eurocode 2 szabványcsoporttal foglalkozunk.

Az Eurocode 2 (EN 1992)

Az Eurocode 2 szabványcsoport EN változata összesen 4 szabványkötetet foglal magába, míg ennek ENV változata összesen 9 szabványkötetből állt. Ennek az a magyarázata, hogy az ENV sorozatban kötetenként külön tárgyalt témaköröket az egységesítést követően egyetlen kötetbe vonták össze, melynek eredményeképpen a kötettség jelentősen lecsökkent. A tárgyalt témakörök nem változtak, ugyanakkor a tartalmi részletek kismértékben módosultak (pl. néhány összefüggés felépítése megváltozott). Ennek következtében a megmaradó szabványkötetek számozása is módosult, de azok általános rendszere megmaradt.

Az Eurocode 2 tartalmi szempontból legnagyobb részét az erőtan követelmények ellenállás-oldali jellemzőinek meghatározása képezi. A kötet fő címe: Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. Az EN 1992 kötetek magyar nyelvű változatainak elkészítése az MSZT munkaprogramjában elkezdődött, a munka jelenleg folyamatban van.

Témakörök

Az EN 1992 az alábbi témakörökkel foglalkozik, melyek egyben az Eurocode 2 egyes kötetének témakörét is jelentik. A felsorolásban közvetlenül megadjuk az EN kötet pontos címét.

EN 1992-1-1: Betonszerkezetek tervezése. Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

EN 1992-1-2: Betonszerkezetek tervezése. Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre

EN 1992-2: Betonszerkezetek tervezése. Hidak

EN 1992-3: Betonszerkezetek tervezése. Gátak és folyadéktároló szerkezetek

A betonszerkezetek tervezésével kapcsolatos alapelveket és az előírások zömét az EN 1992-1-1 kötet tartalmazza, elsősorban épületjellegű tartószerkezetekre megfogalmazva. Az épülettől eltérő, egyedi szerkezet típusokra vonatkozó egyedi adatokat, tartóssági és erőtan követelményeket és méretezési előírásokat a további alkötetek tartalmazzák. Az alábbiakban a fenti témakörök (alkötetek) legfontosabb előírásait foglaljuk össze.

Mindegyik szabványkötet külön fejezetben tartalmazza az adott kötetben előforduló azon jelöléseket és szakkifejezéseket, melyek a többi kötetben nem, vagy csak ritkán fordulnak elő, azaz nem általános érvényűek, ennél fogva nem található meg az Eurocode 0 általános fogalmakat és szakkifejezéseket tartalmazó listában.

Summary

The Structural Eurocodes have been published by the CEN from April, 2002. Their adaptation process into Hungarian standards including the elaboration of the belonging national annexes started the same time within the The Hungarian Standards Institution. The Eurocode 2 group of standards deals with the design of concrete structures and more precisely with the determination of the resistance properties of structures made of usual pure, reinforced and prestressed, as well as of rarely used high-strength, lightweight and lightly reinforced concrete. Majority of principles and application rules are included in the "head" standard of this group, EN 1992-1-1. Its main topics are: Material-dependent specifications regarding structural safety, material properties, durability requirements, structural analysis, verification of ultimate and serviceability limit states, detailing rules. As a general character of Eurocode 2, the serviceability criteria closely reflect on the durability aspects (environmental classes) and the operating conditions of the structure.

Tervezési állapot	Beton γ_c	Betonacél γ_s	Feszítőacél γ_s
Tartós és ideiglenes	1,5	1,15	1,15
Rendkívüli	1,2	1,0	1,0

1. táblázat. Anyagi parciális tényezők

Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (EN 1992-1-1)

A kötet általános felépítése a következő:

- I. Jelölések, hivatkozások és definíciók
- II. Az Eurocode 0 (A tervezés alapjai) és az Eurocode 1 (Hatások) szabványcsoport témaköréhez kapcsolódó kiegészítések és anyagtól függő előírások
- III. Anyagjellemzők
- IV. A betonszerkezetek tartósságával kapcsolatos előírások
- V. Az erőtani számítás végrehajtásával és a statikai modellek felvételével kapcsolatos előírások
- VI. Teherbírási határállapotok vizsgálata
- VII. Használhatósági határállapotok vizsgálata
- VIII. Általános (a vasalás kialakításával kapcsolatos) és adott szerkezeti elem-típusokra vonatkozó szerkesztési szabályok
- IX. Speciális előírások
 - Előre gyártott szerkezetekre
 - Könnyűbeton szerkezetekre
 - Vasatlan és gyengén vasalt szerkezetekre

Anyagtól függő, a tervezés alapjaival kapcsolatos előírások

Az Eurocode-ban a tartószerkezeteket az osztott biztonsági tényezőssé méretezési módszerrel tervezik. Az ellenállásoldalon megjelenő biztonsági paramétereket a vonatkozó, anyagtól függő előírások adják meg. Az Eurocode szabványok kidolgozásakor elfogadott egységes álláspont szerint a tartószerkezetek biztonsági szintjére

vonatkozóan az egyes Eurocode szabványok ajánlott értékeket adnak meg, de ezektől – a Nemzeti Mellékletekben meghatározott biztonsági paraméterek révén – az Eurocode általános elveinek betartásával nemzetileg el lehet térni. Az Eurocode szabványokban megadott és ajánlott értékeket 50 éves tervezési élettartam és $\beta = 3,8$ megbízhatósági index (kb. 10⁻⁴ tönkremeneteli valószínűség) figyelembevételével határozzák meg. Az ehhez tartozó parciális tényezőket a különböző tervezési állapotokban a betonra, a betonacélra és a feszítőacélra vonatkozóan az 1. táblázat tartalmazza.

Bizonyos feltételek teljesülése esetén (kiemelt szintű minőség-ellenőrzés, megvalósult geometriai és szilárdsági adatokon alapuló tervezés) az anyagi parciális tényezők 1. táblázatban megadott értékeit csökkenteni lehet.

Anyagjellemzők

Az Eurocode 2-ben a beton anyagú tartószerkezetek tartósságával kapcsolatban megfogalmazott követelményekkel (lásd később) összhangban, és az ezzel kapcsolatos kutatások eredményeként az alkalmazható betonosztályok köre örvedetes módon jelentősen túlmutat a jelenlegi hazai építési gyakorlaton. Így a szabvány alkalmazási tartományában legmagasabb szilárdsági osztály C90/105. A magasabb betonszilárdsági osztályok alkalmazásában rejülő előnyök remélhetőleg jelentősen át fogják alakítani a jelenlegi hazai tervezési elveket is. A számítástechnika szerkezet-tervezésben való elterjedése lehetővé teszi, és egyben igényli a hagyományos téglalap

Farkas György okleveles építőmérnök, mérnöki matematikai szakmérnök, tanszékvezető. Kutatási területek: vasbeton és feszítettbeton szerkezetek modellezése, megerősítése, utófeszített födémlemez, szerkezetek dinamikája, nagy teljesítőképességű betonok. A fib Magyar Tagozatának tagja.

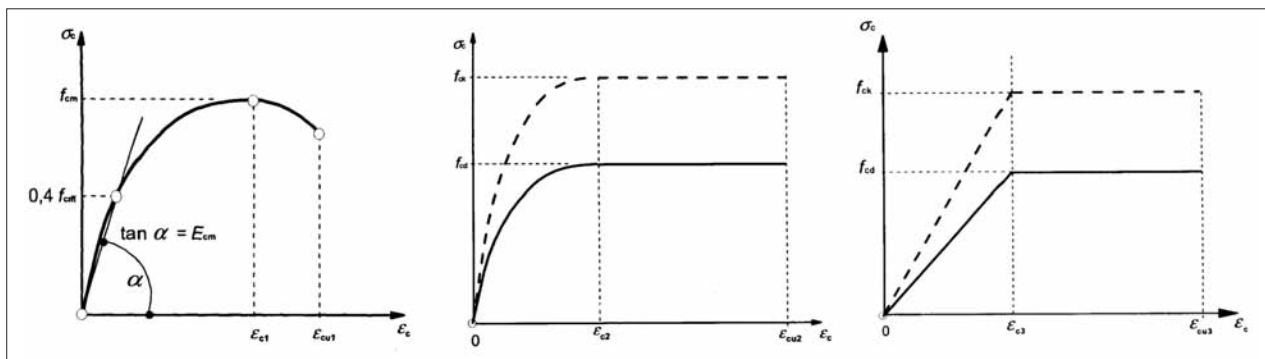
Kovács Tamás a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Építőmérnöki Szakán kapta meg diplomáját 1997-ben. 1997–2001. között a BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszéke doktorandusz hallgatója, majd 2001-től ugyanitt segédmunkatárs, 2002-től egyetemi tanársegéd, 2005-től egyetemi adjunktus.

alakú σ - ϵ diagram mellett a folytonos függvénnyel leírható idealizált σ - ϵ diagramok alkalmazását, és ezt az Eurocode 2 is elősegíti (1. ábra).

A beton szilárdsági jellemzőinek, valamint az egyéb, időtől függő tulajdonságok (beton kúszása és zsugorodása, az acélok relaxációja) leírásához időfüggvények állnak rendelkezésre. Az acélok esetén a tönkremenetelhez tartozó nyúlások korlátozásával lehetőség van a felkeményedés hatásának figyelembevételére.

A betonszerkezetek tartósságával kapcsolatos előírások

Az Eurocode 2 egyik legelőremutatóbb előírása, hogy a betonra vonatkozó tartóssági követelményeket egységes formában fogalmazza meg, továbbá a tartóssággal kapcsolatos használhatósági követelményekben megjelenő megengedett értékek szintén a tartóssági követelmények függvényében határozhatók meg. Ennek alapja az, hogy a tervezés során a tartó-

1. ábra. Idealizált beton σ - ϵ diagramok

szerkezet előre látható működési körülményeit leíró, ún. környezeti osztályokba (2. táblázat) kell besorolni a szerkezetet, melyet a beton megnevezésében is fel kell tüntetni.

Természetesen ugyanezt a környezeti osztályozást elsősorban a gyártókra vonatkozó EN-206 is tartalmazza. A tartóssággal és a használhatósággal kapcsolatos követelmények meghatározásánál a környezeti osztályokon kívül elsősorban a tervezési élettartamot, az alkalmazott betonszilárdsági osztályt, a szerkezeti kialakítást, az alkalmazott feszítés típusát, valamint a minőség-ellenőrzés szintjét kell figyelembe venni.

Az erőtani számítás végrehajtásával és a statikai modellek felvételével kapcsolatos előírások

Részletes előírások és elvek állnak rendelkezésre a statikai modell alapját képező idealizált szerkezet felvételéhez, különös tekintettel az együttdolgozó lemezszélességek, a megtámasztások modellezése, a geometriai imperfekciónak mértéke és típusa tekintetében. Az erőtani számítás vonatkozásában az analízis módjának (lineárisan rugalmas számítás, lineárisan rugalmas számítás korlátozott igénybevétel-átrendezőzés figyelembevételével, képlékeny számítás, nem-lineáris anyagi viselkedés figyelembevételével) lehetőségei és korlátai, valamint ezek feltételei (elfordulási képesség) rögzítve vannak. A stabilitásvesztési feladatok esetén (pl. oszlopok vizsgálata) a másodrendű hatások számításában az ENV-hez képest újdonságként jelentkezik a kúszás hatásának figyelembevétele. A külpontosan nyomott szerkezeti elemek vizsgálatára az EN két lehetséges módszert ismertet, az egyik az ún. névleges merevségen alapuló, nyomatéknövelő tényező alkalmazásán alapuló módszer (ez az ENV-hez képest újdonság), valamint a hazai gyakorlatban alkalmazott, és az ENV-ben is szereplő külpontoság-növekmények módszerén alapuló számítás. A feszítés hatásainak figyelembevételével több alfejezet is foglalkozik, a feszültségvesztések számításához összefüggések állnak rendelkezésre.

Teherbírási határállapotok vizsgálata

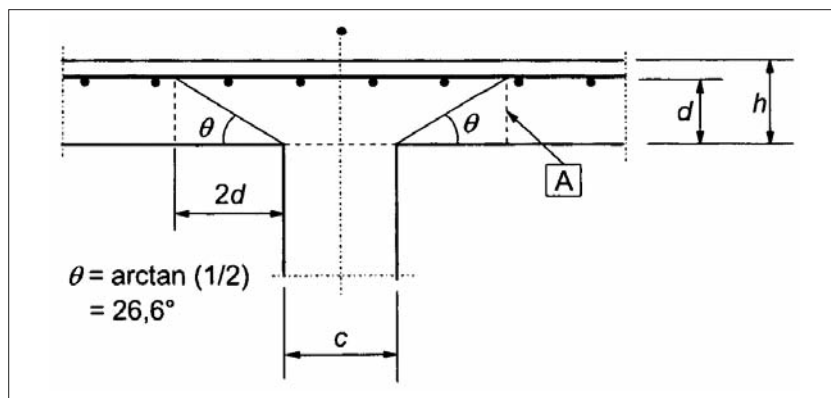
A teherbírási határállapotok vizsgálatával foglalkozó fejezet a különböző igénybevételek hatására teherbírási határállapotba került keresztmetszetek vizsgálatával foglalkozik.

A hajlított-nyomott keresztmetszet vizsgálata a megszokott elvek szerint történik, a hazai gyakorlathoz képest egyetlen újdonság a beton összenyomódásának a teherbírási határállapotban történő korlátozása a keresztmetszet magassága mentén. A beton magasabb szilárdsági osztályokban megfigyelhető ridegebb viselkedésére tekintettel a beton törési összenyomódását (3,5‰) C50/60 szilárdsági osztály felett csökkenteni kell (pl. C90/105 esetén 2,6‰-re), továbbá a hagyományos téglalap alakú beton σ - ε diagram alkalmazása esetén e szilárdsági osztály felett a nyomószilárdságot is redukálni kell (pl. C90/105 esetén 20%-kal).

A nyírási teherbírás vizsgálatának legfontosabb eleme az, hogy a nyírási vasalással ellátott keresztmetszetek esetén a nyírási teherbírást a változó dőlésű rácsrúd módszere alapján kell meghatározni. Ebben az esetben a keresztmetszet betonrészének tulajdonított nyírási teherbírási hányad nem vehető figyelembe, ugyanakkor a nyírási vasalásnak tulajdonított teherbíráshányad mértéke függ a nyomott betonrudak (bizonyos korlátok között felvett) dőlésszögétől. A nyírási teherbírás keresztmetszetre működő nyomóerő figyelembevétele nélkül kiszámított felső korlátja csak a beton nyomószilárdságának 50 százalékát kitevő nyomó-

Jelölés	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
1. Nincs korróziós kockázat		
X0	Vasalás vagy beágyazott fém nélküli beton esetén: valamennyi környezeti körülmény, kivéve azokat, ahol fagyás/olvadás, koptatás, víznyomás vagy kémiai korrózió fordul elő. Vasbeton vagy beágyazott fémeket tartalmazó beton esetén: nagyon száraz	Vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett kitöltő és kiegyenlítő beton Nagyon csekély, legfeljebb 35% relatív páratartalmú épületben lévő vasbeton
2. Karbonátosodás okozta korrózió		
XC1	Száraz vagy tartósan nedves	Csekély relatív páratartalmú épületben lévő beton. Állandóan víz alatt lévő beton
XC2	Nedves, ritkán száraz	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek
XC3	Mérsékelt nedvesség	Mérsékelt vagy nagy relatív páratartalmú épületekben lévő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton
XC4	Váltakozva nedves és száraz	Víznek kitett betonfelületek, amelyek nem tartoznak az XC2 osztályba
3. Nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió		
XD1	Mérsékelt nedvesség	A levegőből származó kloridnak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton
XD2	Nedves, ritkán száraz	Úszómedencék. Kloridokat tartalmazó ipari vizeknek kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton
XD3	Váltakozva nedves és száraz	Kloridot tartalmazó permetnek kitett hídemelek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók fódémei
4. Tengervízből származó klorid által okozott korrózió		
XS1	Sós levegőnek kitéve, de nincs közvetlen érintkezés a tengervízzel	Tengerparton vagy annak közelében lévő szerkezetek
XS2	Állandóan tengervízbe merülve	Tengervízben épült szerkezetek részei
XS3	Árapállal, felcsapódással vagy permettel érintkező zónák	Tengervízben épült szerkezetek részei
5. Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül		
XF1	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Függőleges betonfelületek esőnek és fagnak kitéve
XF2	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal	Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, amelyek ki vannak téve fagnak és a levegő által szállított jégolvasztó anyag permetének
XF3	Nagymérvű víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Esőnek és fagnak kitett vízszintes betonfelületek
XF4	Nagymérvű víztelítettség jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel	Útburkolatok és hid pályalemezek jégolvasztó anyagoknak kitéve. Jégtelenítő anyagok közvetlen permetének és fagnak kitett betonfelületek. Fagnak kitett tengeri szerkezetek a felcsapódási zónában
6. Kémiai korrózió		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet (külön táblázat szerint)	Természetes talajok és talajvíz
XA2	Mérsékelt agresszív kémiai környezet (külön táblázat szerint)	Természetes talajok és talajvíz
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet (külön táblázat szerint)	Természetes talajok és talajvíz

2. táblázat. Környezeti osztályok



2. ábra. Átszúródási modell

feszültségek esetén csökkentendő. Számítási modell és kialakítási elvek állnak rendelkezésre a rövid konzolok esetére, a T alakú keresztmetszetek fejlemezé és gerince közötti nyírás figyelembevételére, valamint a különböző időpontban egymásra betonozott szerkezeti elemek közötti együtdolgoztató kapcsolat nyírás teherbírásának számítására. A csavarás számítás modellje a nyírás modellel összhangban a változó dőlésű rácsrúd módszerére épül. Az átszúródási teherbírás számításakor a feltételezett átszúródási kúp ferdesége $26,6^\circ$ (2. ábra), azaz a kritikus kerület oszlopszéltől mért távolsága a hasznos magasság kétszerese ($2d$). Ez jelentős mértékben eltér a hazai gyakorlattól ($0,5d$), sőt kismértékben az ENV-változattól is. Átszúródási vasalás megléte esetén a betonnak tulajdonított nyírás teherbírás 75 százaléka vehető figyelembe.

Az Eurocode 2 a térbeli feszültségállapotban lévő zónák (pl. koncentrált erőbevezetési helyek, iránytörések, támaszok

környezete) számításához rácsmodellekre épülő számítási módszereket ad meg.

Használhatósági határállapotok vizsgálata

A használhatósági határállapotok vonatkozásában a normálfeszültségek korlátozását, a repedezetség ellenőrzését és az alakváltozások ellenőrzését kell elvégezni. Közelítő számítások esetén lehetőség van a repedéstágasság és az alakváltozások mértékének számszerű kiszámítása helyett (pl. az acélfeszültségektől vagy a keresztmetszet oldalarányaitól függő) egyszerűsített eljárások alkalmazására.

A betonban keletkező axiális nyomófeszültségeket a hosszirányú repedések és az ezzel együtt járó tartóssági problémák, valamint a túlzott mértékű kúszás elkerülése érdekében kell korlátozni. Az acélbetétekben keletkező húzófeszültségeket pedig a képlékeny alakváltozások és az ezzel együtt járó túlzott mértékű repedezetség megelőzése érdekében kell korlátozni.

A repedezetség mértéke a tartószerkezet tartóssága szempontjából kritikus tényező. Emiatt az ezzel kapcsolatos összes követelmény a szerkezetet a szokásos üzem során körülvevő környezet agresszivitásának mértékétől, azaz a már említett környezeti osztályba történő besorolástól, valamint a tartószerkezetben alkalmazott szerkezeti megoldások korrózióra való érzékenységétől függ. Az épületekre vonatkozó repedezetségi követelményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A táblázatban nem szereplő környezeti osztályok esetén a környezet agresszivitásának egyedi elbírálására van szükség (pl. parkolóházaknál).

Az alakváltozások korlátozására az esztétikus megjelenés, a csatlakozó szerkezetek megfelelő működése és a tartószerkezet tervezett funkciójának biztosítása érdekében van szükség. Az alakváltozások számításához algoritmus áll rendelkezésre a tartószerkezet repedezetségének mértékétől függő, különböző merevségű szakaszok hatásának (a húzottbeton merevítő hatásának) figyelembevételére.

Általános (a vasalás kialakításával kapcsolatos) és adott szerkezeti elemtípusokra vonatkozó szerkezeti szabályok

A vasalás kialakítását szabályozó szerkezeti szabályok részletezik az acélbetétek elhelyezési távolságával, a hajlítási átmérővel, a lehorgonyzási tulajdonságokkal és toldásokkal, valamint a környező beton bedolgozását befolyásoló elhelyezéssel kapcsolatos követelményeket.

A szerkezeti elemekre vonatkozó szerkezeti szabályok elsősorban a minimális

Környezeti osztály	Vasbeton és tapadásmentes feszítéssel ellátott szerkezeti elemek	Tapadásos feszítéssel ellátott szerkezeti elemek
	kvázi-állandó hatáskombináció	gyakori hatáskombináció
X0, XC1	0,4	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		dekompreszió

3. táblázat. A repedezetségre vonatkozó használhatósági követelmények épületek esetén

Szerkezeti kategória	Dekompresziós állapot ellenőrzéséhez alkalmazott hatáskombináció	Repedéstágasság	Maximális repedéstágasság w_{max} [mm]
A	karakterisztikus	-	-
B	gyakori	karakterisztikus	0,2
C	kvázi-állandó	gyakori	0,2
D	-	gyakori	0,2
E	-	kvázi-állandó	0,3

4. táblázat. A repedezetségre vonatkozó használhatósági követelmények hidak esetén

acélmennyiségeket és a megfelelő összekötő vasalási rendszer kialakításával kapcsolatos előírásokat jelentik.

Speciális előírások

E fejezetekben a hagyományostól valamilyen módon eltérő szerkezetek kialakításával vagy erőtani viselkedésükkel kapcsolatos elvek és előírások találhatók. Így például részletes előírások vonatkoznak az előre gyártott elemek kapcsolatainak kialakítására, a hőközléssel gyorsított beton-szilárdulás következményeire, a könnyűbeton szerkezetek tervezésére és a vasaltalan vagy a gyengén vasalt szerkezetek számítására.

Tervezés tűzterhelésre (EN 1992-1-2)

E kötetben az EN 1991-1-2 jelű kötetben ismertetett tűzhatásnak kitett beton anyagú tartószerkezetek tűzhatásra való tervezésével kapcsolatos előírások találhatók.

Részletes méretezési előírások találhatóak acélok magas hőmérséklet okozta szil-

árdságcsökkenésének figyelembevételére. A tűzhatás különböző formái következtében a tartószerkezeten és a keresztmetszeten belül létrejövő hőmérséklet-eloszlást függvények formájában adja meg a szabályzat. A betonszerkezetek tűzhatásra való tervezését a betonfedés mértékének növelésével vagy a számításba vett geometriai méretek csökkentésével („hámozással”) kell végrehajtani.

Hidak (EN 1992-2)

A hidak tervezése alapvetően a fent részletezett EN 1992-1-1 szerint történik. Ott, ahol a hidak szerkezeti kialakítása tekintetében vagy a tartóssággal kapcsolatban és ennek eredményeként az erőtani követelményeket illetően fokozottabb követelményekre van szükség, ezeket az EN 1992-2 kötet adja meg. Ilyen például a repedezettséggel kapcsolatos követelmények rendszere. A tartószerkezetet körülvevő környezet agresszivitásának mértékétől (a környezeti osztályba sorolástól),

valamint a tartószerkezetben alkalmazott szerkezeti megoldások korrózióra való érzékenységtől függően meghatározott ún. szerkezeti kategória (A–E) szerint differenciált, repedezettségre vonatkozó követelményeket hidak esetén a 4. táblázat tartalmazza.

A szerkezeti elemek méretezése az EN 1992-1-1-ben közölttel azonos elvek szerint és azonos módon történik.

Gátak és folyadéktároló szerkezetek (EN 1992-3)

E kötet nagyméretű, funkcióját tekintve folyadéktárolásra vagy azok visszatartására alkalmazott szerkezetek tervezésével foglalkozik. Emiatt a kötetben elsősorban a vízzárási követelmények teljesítésével kapcsolatos előírások találhatók meg. E szerkezetek sajátossága, hogy az őket terhelő folyadékteher tartós hányada magas, amit a hatások tervezési értékének számítása során figyelembe kell venni. ◀

LÁNCCHÍD FÜZETEK 12.



KÖZÚTI ÉS VASÚTI HIDÁSZ ALMANACH

2008



TERVMELLÉKLETTEL

Közúti és vasúti hidász almanach 2008

A hidászszakma egy esztendejének eredményeit, eseményeit foglalja össze az évente megjelenő hidász almanach.

A kiadvány célja, hogy az adott évről a lehető legteljesebb képet nyújtsa szakembereknek és a hidak iránt érdeklődőknek egyaránt.

Az évkönyv állandó rovata az eseménynaptár, a szakirodalmi bibliográfia, a mérnökportré, valamint a hídkezelők beszámolója. Évről évre változó fejezetekkel egészül ki az évkönyv.

Így a legutóbbi almanachban helyet kapott a hidász szakszolgálat fényképes név- és címjegyzéke, továbbá a nagyobb nyílású vasúti és közúti hidak tételes táblázata is.

Az almanach kivehető, nagyalakú termelléklete aktuális nagy hidat ismertet (eddig megjelent: Kőröshegyi völgyhíd, Pentele híd, Megyeri híd, Északi vasúti híd, régi Margit híd).

A teljes sorozat elérhető digitális formában is a www.elsolanchid.hu címen. A hidász évkönyv sorozat ötödik kötete 2009 nyarán jelenik meg.

Tartószerkezeti Eurocode-K Eurocode 3

Az acélszerkezetek tervezési stratégiájában az elmúlt években jelentős átrendeződés következett be:

- Megjelentek, illetve megjelennek az Eurocode szabványrendszer egyes részei, és ezzel új, alternatív tervezési módszerek alkalmazására kerül sor.
- A modern acélszerkezetek területén a félkész termékek, így a melegen hengerelt és hidegen hajlított szelvények választékának kibővülése hozott lényeges tervezésméleti, módszertani és minőségügyi változást.
- A számítástudomány eredményeinek alkalmazásával a tervezési módszertan számottevő átalakuláson megy keresztül.

Az Eurocode szerinti tervezési stratégia megismeréséhez számos „forrást” biztosít az Európai Unió, ezek modernizálni kívánják az egyetemi oktatást, a szabványok megismerését, alkalmazását mind tartalmi, mind módszertani szempontból, harmonizálni akarják a tananyagokat, figyelembe véve az ipar követelményeit.

Az elmúlt évtizedekben több európai projektben vettünk részt, melyek segítsé-

Summary

European Union ensures several resources for learning the strategy of planning according to Eurocode. These resources wish to update the academic education, knowing the standards and application both from the content and from methodology point of view, want to harmonise the curriculums taking the requirements of industrial and engineering life into consideration.

The present compostructure represents the parts considered to be the most important. By the chapters 1-7 of the compilation we follow the appropriate chapters of EN 1993-1-1 helping with this the orientation. Chapter 8 deals with the representation of EN 1993-1-8 Planning of relations complementary standard, since in the field of steel structures this chapter is very important in connection of further parts.



Dr. Iványi Miklós

a műszaki tudomány
doktora, egyetemi tanár

PTE Pollack Mihály Műszaki Kar

✉ steelivanyi@epito.bme.hu



Dr. Iványi M. Miklós

statikus tervezőmérnök

Uvaterv Zrt.

✉ ivanyi@uvaterv.hu

☎ (1) 371-4215

gével jelentős változás következett be ezen a területen:

Leonardo da Vinci-program:

SSEDTA-1 (1997–1999)

SSEDTA-2 (1999–2001)

„Structural Steelwork Eurocodes – Development of a Trans-National Approach”

A programok eredményeit könyvben foglaltuk össze. [Iványi 2001]

Jelen összeállítás természetesen az adott keretek között a legfontosabbnak ítélt részek vázlatos ismertetését fogalmazta meg feladatként. Az összeállítás 1–7. fejezetével követjük az EN 1993-1-1 szabvány megfelelő fejezeit, ezzel is segítve az eligazodást. A 8. fejezet az EN 1993-1-8 Kapcsolatok tervezése kiegészítő szabvány ismertetésével foglalkozik, mivel acélszerkezetek területén ez a fejezet nagyon fontos, a további részek vonatkozásában a szakirodalom a teljes szabványcsaládra hivatkozik. [Iványi 2002]

A hidak tervezése alapvetően az EN 1993-1-1 szerint történik. Ahol a hidak szerkezeti kialakítása területén vagy fokozottabb követelményekre van szükség, ezeket az EN 1993-2 kötet adja, részleteket l. [Iványi 1998].

1. Általános bevezető

Az Eurocode 3 szabványcsalád az előkészítő, véglegesítési folyamat során számos „átrendezéssel” ment keresztül, végül is a következő rendszer alakult ki:

EN 1993-1 Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

EN 1993-2 Acélhidak

EN 1993-3 Tornyok, antennatornyok, kémények

EN 1993-4 Silók, tartályok, csővezetékek

EN 1993-5 Acélcölöpök

EN 1993-6 Darumegtámasztó szerkezetek

Az EN 1993-1 általános szabályok kiegészítésére további részeket csatoltak:

EN 1993-

1- 1 Acélszerkezetek tervezése: általános és épületekre vonatkozó szabályok

1- 2 Acélszerkezetek tervezése tűzterherre

1- 3 Hidegen alakított elemek és burkolatok

1- 4 Rozsdamentes acélok

1- 5 Lemezszerkezetű elemek

1- 6 Héjszerkezetek szilárdsága és stabilitása

1- 7 Keresztirányban terhelt lemezszerkezetek szilárdsága és stabilitása

1- 8 Kapcsolatok méretezése

1- 9 Acélszerkezetek fáradási szilárdsága

1-10 Acéltanyag kiválasztása a törési szívósság és a vastagságjellemzők figyelembevételével

Dr. Iványi Miklós egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora. Több mint négy évtizede tanít a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, valamint hét éve a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Karán. Szakterülete a stabilitásmélet, e témakörben számtalan nemzetközi konferencia fűződik nevéhez. Több tankönyv és szakkönyv szerzője, a Vasúti Hidak Alapítvány kuratóriumának tagja.

1-11 Húzott acélszerkezetek méretezése
1-12 Kiegészítő szabályok nagy szilárd-
ságú acélokra

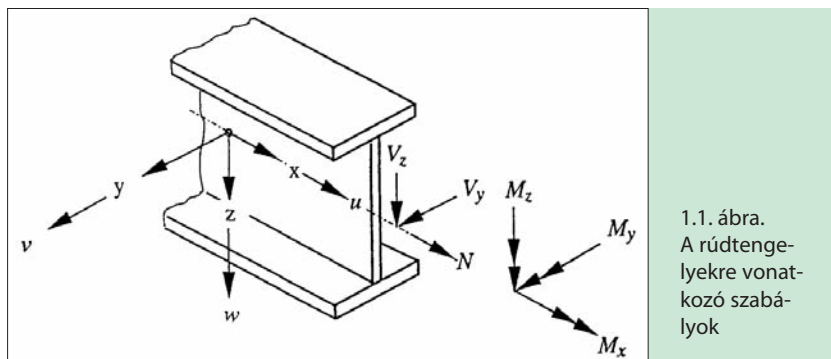
1.1. Feltételezések az EC 3 alkalmazá- sa esetén

A következő alapfeltevések érvényesek az EN 1990 alapján:

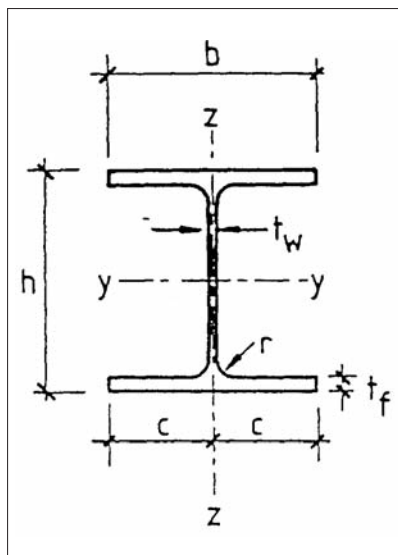
- A szerkezetet megfelelően képzett és tapasztalt személyek tervezik.
- Megfelelő minőség-ellenőrzés van a gyárban, az építési helyszínen.
- Az építést megfelelő szaktudással, tapasztalattal rendelkező személyek végzik.
- Az építőanyagok és termékek megfelelnek az Eurocode-nak vagy a vonatkozó anyag-, illetve termékspecifikációnak.
- A szerkezetet megfelelő módon fenntartják.
- A szerkezetet rendeltetészerűen használják.

1.2. Rúdtengelyre vonatkozó szabályok

A rúdtengelyekre vonatkozó szabályok (1.1. ábra).



1.1. ábra.
A rúdtengelyekre vonatkozó szabályok



1.2. ábra. A keresztmetszet méretei és tengelyei

A hengereltacél I szelvény keresztmetszeti méreteire és tengelyeire használt jelölések (1.2. ábra).

2. A tervezés alapelvei

2.1. Alapkövetelmények

A szerkezetet úgy kell megtervezni és megépíteni, hogy

- elfogadható valószínűséggel megtartsa a megkívánt használati állapotát, figyelembe véve tervezett élettartamát és költségét;
- megfelelő megbízhatósággal ellenálljon minden erőnek és hatásnak, ami építése, használata során érheti, és a fenntartási költségekhez viszonyítva megfelelően tartós legyen.

A szerkezetet úgy kell megtervezni, hogy olyan események miatt, mint robbanás, ütközés vagy emberi mulasztás, a kiváltó okhoz képest aránytalan módon ne rongálódjon meg.

Az előző követelmények kielégíthetők megfelelő anyag kiválasztással, tervezéssel,

részletkialakításokkal, a gyártás, építés és használat ellenőrzésének a létesítmény sajátosságait figyelembe vevő előírásrendszerével.

2.2. Meghatározások és osztályozások

2.2.1. Határállapotok

A határállapotok azok az állapotok, amelyeken túl a szerkezet már nem elégíti ki az előírt tervezési követelményeket.

A határállapotok csoportjai:

- teherbírasi határállapotok,
- használhatósági határállapotok.

A teherbírasi határállapotok azok a határállapotok, amelyek a szerkezet összeomlásához vagy más olyan tönkremeneteli formájához kapcsolódnak, amelyek az emberek biztonságát veszélyeztethetik.

A használhatósági határállapotok azok a határállapotok, amelyeken túl a meghatározott használati feltételek már nem teljesülnek.

A tervezési állapotok csoportjai:

- tartós állapotok, amelyek a szerkezet rendeltetészerű használati feltételeinek felelnek meg;
- ideiglenes állapotok, például építés vagy javítás közben;
- rendkívüli állapotok.

2.2.2. Hatások

2.2.2.1. Meghatározások és elvi csoportosítás

Az (F) hatás lehet:

- a szerkezetre ható erő (közvetlen hatás) vagy
- terhelő alakváltozás (közvetett hatás), például hőmérsékleti hatás vagy támaszsüllyedés.

A hatások csoportjai:

(i) időbeni változások szerint:

- állandó hatások (G), például a szerkezetek, a szerelvények, az ideiglenes és rögzített berendezések önsúlya;
- változó hatások (Q), például esetleges terhek, szél- vagy hőterhek;
- rendkívüli terhek (A), például robbanás vagy járművek ütközése;

(ii) térbeni változások szerint:

- állandó hatások, például az önsúly;
- változó hatások, amelyek különböző elrendezésben jelentkeznek, például mozgó esetleges terhek, a szél- vagy a hőteher.

2.2.2.2. A hatások karakterisztikus értékei

Az F_k karakterisztikus értékeket

- az EN 1991 Eurocode 1 vagy más teherszabvány írja elő, vagy
- a megrendelő, esetleg a tervező a megrendelővel való egyeztetés alapján határozza meg, összhangban a vonatkozó teherszabványban található vagy az illetékes hatóság által meghatározott minimális értékekkel.

Dr. Iványi M. Miklós okl. építőmérnök, eurotervezési szerkezetépítő szakmérnök. 1993-tól az Uvater, Ut-, Vasúttervező Zrt. munkatársa. Beosztása: 1993 tervezőmérnök, 2000-től irányító tervező. Főbb munkái: Lágymányosi Duna-híd-tervek készítése, M3-as autópálya oszlári Tisza-híd mederhíd-felszerkezet tervei, M9-es autópálya a szekszárdi Duna-híd ártéri hidak felszerkezettervei, M43-as autópálya Tisza-híd kiviteli tervek, M7-es autópálya Mura-híd kiviteli tervek, M44-es autópálya Körös-híd tanulmánytervek.

A hatások tervezési értékei:

$$F_d = \gamma_F F_k,$$

ahol γ_F a hatás parciális biztonsági tényezője.

A γ_F használatának speciális esetei:

$$G_d = \gamma_G G_k$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k \quad \text{vagy } \gamma_Q \psi_i Q$$

$A_d = \gamma_A A_k$ (ha A_d közvetlenül nincs előírva)

ahol ψ kombinációs együttható.

2.3. Tervezési követelmények

2.3.1. Általános előírások

Igazolni kell, hogy egyetlen vonatkozó határállapot sincs túllépve.

Minden vonatkozó terhelési állapotot és teherkombinációt figyelembe kell venni.

A hatások feltételezett irányának vagy helyzetének lehetséges eltérését figyelembe kell venni.

A számításokat az összes mértékadó paraméter figyelembevételével megfelelő tervezési modellekkel (ha szükséges, akkor kísérletekkel kiegészítve) kell elvégezni. A tervezési modell elég pontos legyen ahhoz, hogy a szerkezet viselkedését megfelelően írja le, feleljen meg a gyártás valószínűsíthető színvonalának és a tervezés alapjául szolgáló információk megbízhatóságának.

2.3.2. Teherbírási határállapotok

2.3.2.1. Ellenőrzési feltételek

A szerkezet statikai egyensúlyi, teljes elmozdulási vagy alakváltozási határállapotának vizsgálata esetén igazolni kell, hogy

$$E_{d, \text{dst}} \leq E_{d, \text{stb}},$$

ahol $E_{d, \text{dst}}$ a destabilizáló hatások tervezési értékét,

$E_{d, \text{stb}}$ a stabilizáló hatások tervezési értékét jelenti.

Törési vagy alakváltozási határállapot esetén egy keresztmetszetet, szerkezeti elemet vagy egy kapcsolatot (fáradást kivéve) ellenőrizni kell:

$$S_d \leq R_d,$$

ahol S_d a belső erő vagy nyomaték tervezési értéke,

R_d a megfelelő tervezési ellenállás.

2.3.2.2. Hatások kombinációi

Minden teherkombinációnál a hatáskövetkezmény E_d tervezési értékeit a hatások tervezési értékeiből a kombinációs szabályok szerint kell meghatározni az EN 1990 és EN 1991 szabványok alapján.

2.3.3. Használhatósági határállapotok

Minden teherkombinációnál a hatáskö-

	f_v folyáshatárának és f_u szakítószilárdságának névleges értékei			
	Vastagság t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_v [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_v [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025				
S235	235	360	215	340
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	490
S450	440	550	410	550

3.1. táblázat. Az EN 10025 szerinti szerkezeti acélok

vetkezmény tervezési értékeit a hatások tervezési értékeiből a kombinációs szabályok szerint kell meghatározni.

3. Anyagok

3.1. Szerkezeti acél

Melegen hengerelt acélok anyagjellemzői (3.1. táblázat)

Duktilitási követelmények

A szerkezet vagy a szerkezet elemeinek globális analízise során az acélszámítási követelményei a következők:

- az előírt minimális f_u szakítószilárdság és f_v folyáshatár arányára igaz, hogy $f_u / f_v \geq 1.1$
- az $5.65 \sqrt{A_0}$ (ahol A_0 az eredeti keresztmetszet területe) bázishosszon mért szakadó nyúlás nem kisebb mint 15%.
- a feszültség-nyúlás diagram alapján az f_u szakítószilárdsághoz tartozó ϵ_u szakadó nyúlás legalább 15-szor nagyobb az f_v folyáshatárhoz tartozó ϵ_v folyási nyúlásnál ($\epsilon_u \geq 15\epsilon_v$).

Anyagi együtthatók tervezési értéke

Az acélok anyagi együtthatóit a számítások során a következő értékekkel kell figyelembe venni:

- rugalmassági modulus:
 $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$
- nyírási modulus:
 $G = E/2(1+\nu) \approx 81\,000 \text{ N/mm}^2$
- Poisson-tényező:
 $\nu = 0.3$
- lineáris hőtágulási együttható:
 $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ ($T \leq 100 \text{ °C}$ esetén)
- sűrűség:
 $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

4. Tartósság

Acélszerkezeti elem tervezett használatának és élettartamának megfelelő tartósság biztosításához a tervezési szakaszban a következő, egymással összefüggő tényezőket kell figyelembe venni:

- a szerkezet tervezett használata,
- a megkívánt gyártási kritériumok,
- az elvárt környezeti feltételek,

- az anyagok összetétele, tulajdonsága és gyártása,
- a különböző anyagok egymáshoz kapcsolásának hatása,
- az elemek alakja és szerkezeti részletek,
- a kivitelezés minősége és az ellenőrzés szintje,
- a különleges védőeszközök,
- a megfelelő fenntartás a tervezett élettartam folyamán.

A külső és belső környezeti feltételeket fel lehet becsleni a tervezési szakaszban abból a célból, hogy megállapítsuk a jelentőségüket a tartóssághoz viszonyítva, biztosítva a megfelelő tartalékokat az anyagok védelméhez.

Kiemelt figyelem szükséges azokban az esetekben, amikor a különböző anyagoktól várjuk el az együttműködést, mert ilyenkor az anyagokban elektrokémiai jelenségek léphetnek fel, megfelelő feltételeket biztosítva a korrózió kialakulásához.

Figyelembe kell venni a környezeti feltételeket, melyeket a gyártási idő, beleértve a szállítást és a helyszíni tárolást, jelentősen befolyásol.

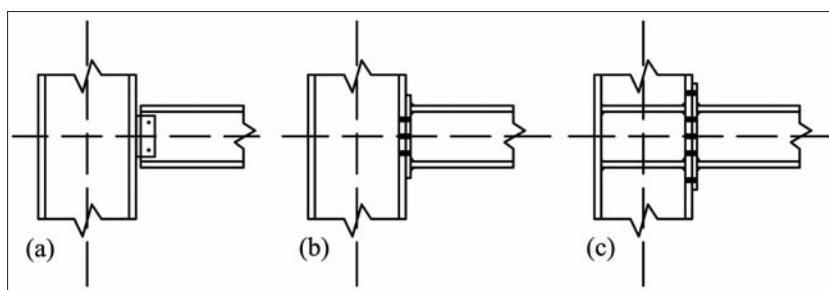
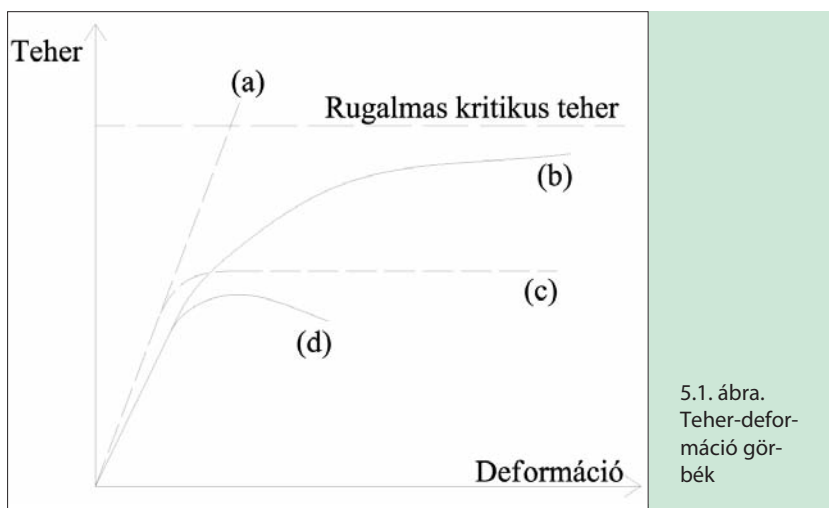
A megfelelő acélszámítás kiválasztása mellett az acélszerkezetek tartósságát a szerkezeti részletek megfelelő megtervezése is lényegesen befolyásolja.

5. Szerkezeti analízis

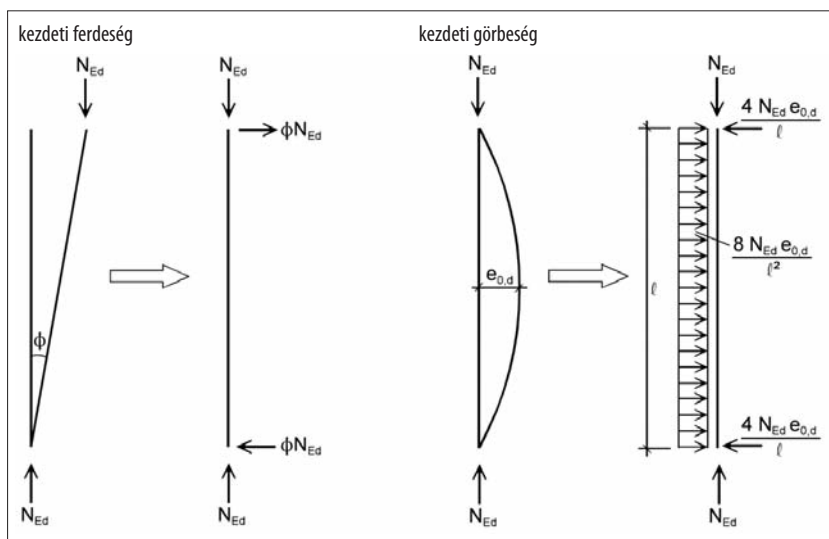
5.1. Szerkezeti modellek

A keresztmetszetek szilárdságának és a szerkezeti rudak stabilitásának meghatározása előtt áttekintjük a globális analízist, amely erők, nyomatékok megállapítására szolgál (5.1. ábra):

- elsőrendű rugalmas – kezdeti geometriai alak és lineáris anyagviselkedés,
- másodrendű rugalmas – deformált geometriai alak és lineáris anyagviselkedés,
- elsőrendű képlékeny – kezdeti geometriai alak és nem-lineáris anyagviselkedés,
- másodrendű képlékeny – deformált geometriai alak és nem-lineáris anyagviselkedés feltételezésével.



5.2. ábra. Tipikus oszlop-gerenda kapcsolatok: (a) Egyszerű csomópont; (b) Félfolytonos csomópont; (c) Merev csomópont



5.3. ábra. Imperfekciók helyettesítése ekvivalens vízszintes terhekkel

A szerkezeti kapcsolatok tipikus kialakításait oszlop-gerenda kapcsolatok eseteire az 5.2. ábra mutatja.

5.2. Globális vizsgálat

5.2.1. Szerkezet deformált alakjának hatása

A belső erők, igénybevételek meghatározhatók

- elsőrendű vizsgálattal, a szerkezet kezdeti geometriájának felhasználásával;

- másodrendű vizsgálattal, a szerkezet deformációinak figyelembevételével. Elsőrendű vizsgálat alkalmazható, ha

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{crit}}{F_{Ed}} \geq 10$$

ahol: α_{cr} az a tényező, amellyel a tervezési terhet megnövelve adódik a rugalmas elmozduláshoz tartozó instabilitási teher

F_{Ed} a szerkezet tervezési terhe
 F_{crit} a rugalmas kritikus teher globális instabilitás esetén

Imperfekciók:

- (a) globális imperfekciók keretekre és megtámasztó szerkezetekre
- (b) lokális imperfekciók a szerkezeti rudakra

5.2.2. Szerkezet deformált alakjának számításba vétele

A kezdeti ferdeség és kezdeti görbeség helyettesíthető az oszlopokat terhelő vízszintes erőkkel (5.3. ábra):

A szerkezet lehetséges elfordulási hatása is figyelembe vehető megfelelő eltolódások alkalmazásával:

5.2.3. Imperfekciók megtámasztó rendszerek globális analiziséhez

Megtámasztó szerkezetek imperfekciója kezdeti görbeséggel adható meg (5.4. ábra):

$$e_0 = \alpha_m L / 500$$

ahol: L a megtámasztó rendszer támaszköze

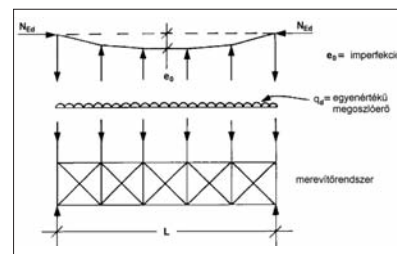
$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$$

m a megtámasztott elemek száma

A megtámasztó szerkezetek imperfekciós hatása helyettesíthető egyenértékű stabilizáló erővel:

$$q = \sum N_{Ed} 8 \frac{e_0 + \delta_q}{L^2}$$

ahol: a megtámasztó rendszer síkbeli lehajlása δ_q teher és bármely, elsőrendű analízisből számított külső teher együttes hatására. Másodrendű elmélet esetén $\delta_q = 0$ alkalmazható.



5.4. ábra. Ekvivalens stabilizáló erő

Az NED erő az L támaszközön egyenletesen oszlik meg.

5.3. Keresztmetszetek osztályozása

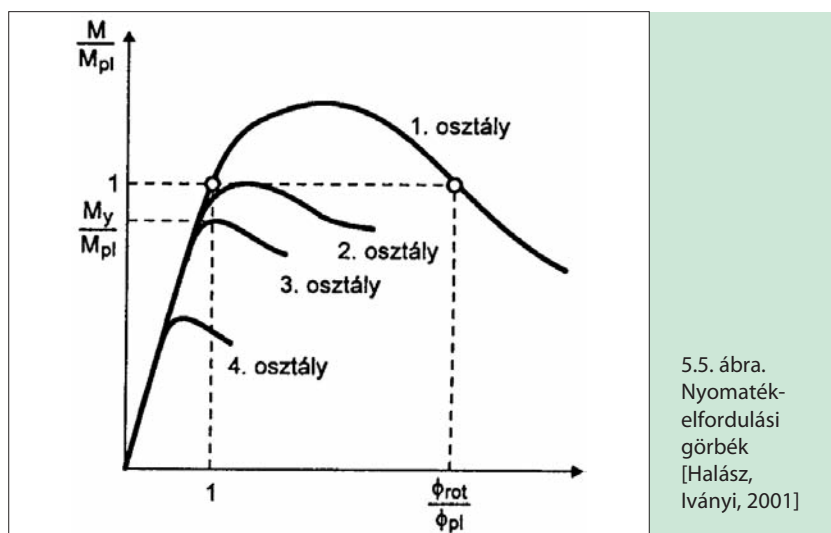
Négy keresztmetszeti osztály definiálható (5.5. ábra):

Az 1. keresztmetszeti osztályba azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a képlékeny vizsgálat által megkívánt elfordulási képességgel rendelkező képlékeny csuklók alakulhatnak ki.

A 2. keresztmetszeti osztályba azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a képlékeny nyomatéki ellenállás kialakulhat, de elfordulási képességük korlátozott.

A 3. keresztmetszeti osztályba azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a számított nyomott szélsőszálfeszültség elérheti a folyáshatárt, de a helyi horpadás (lemezhorpadás) megakadályozza a képlékeny nyomatéki ellenállás kifejlődését.

A 4. keresztmetszeti osztályba azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a nyomatéki, illetve nyomási ellenállás meghatározása során a helyi horpadás hatására kifejezetten tekintettel kell lenni.



5.5. ábra. Nyomatékelfordulási görbék [Halász, Iványi, 2001]

5.4. Keresztmetszet követelményei a képlékeny és rugalmas globális analízis esetén

5.4.1. Méretaránykorlátok

A különböző keresztmetszeti alakok lemezelemeinek szélesség-vastagság követelményeit, hosszú lemezcíkok 1., 2. és 3. keresztmetszeti osztályok méretaránykorlátait az EN 1993-1-1 tartalmazza. [Iványi 1998]

5.4.2. 4. osztályú keresztmetszetek hatékony (effektív) keresztmetszeti jellemzői [EN 1993-1-5]

A lemezhorpadás hatására hatékony keresztmetszetek alakulnak ki, melyeket a lemez megtámasztásának a feszültség eloszlásának és a lemez szélesség-vastagság arányában határoznak meg.

A hatékony keresztmetszet a ρ tényezőtől függ:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$$

A ρ csökkentő tényező a következő lehet:

– belső nyomott lemezelemekre:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$$

– szabad peremű lemezelemekre:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4\epsilon\sqrt{k_\sigma}}$$

ahol

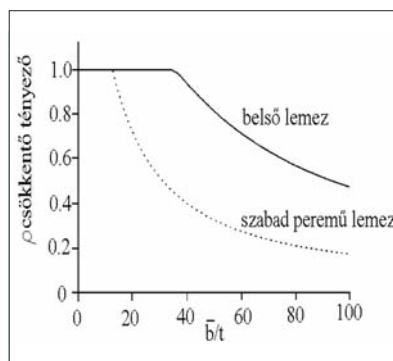
ψ feszültségarány

\bar{b} a vonatkozó lemezszélesség

k_σ a ψ feszültségaránytól függő horpadási tényező

t lemezvastagság

σ_{cr} a lemezhorpadási rugalmas kritikus feszültség $\sigma_{cr,p}$ [EN 1993-1-5]



5.6. ábra. ρ csökkentő tényező alakulása

Az 5.6. ábra bemutatja állandó megoszlású nyomófeszültséggel terhelt belső és szabad peremű nyomott lemezelemek b/t arányának alakulását $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ esetre.

6. Teherbírási határállapotok

6.1. Általános elvek

Parciális tényezők:

$\gamma_{M0} = 1.00$ parciális tényező keresztmetszeti osztályokra

$\gamma_{M1} = 1.00$ parciális tényező rudak stabilitásvizsgálatára

$\gamma_{M2} = 1.25$ parciális tényező húzott keresztmetszet szakadása esetén

6.2. Keresztmetszetek ellenállása

6.2.1. Általános vizsgálat

A keresztmetszetek ellenállását a következő jelenségek befolyásolják:

- a teljes keresztmetszet képlékeny ellenállása
- a kötőelemek furataival gyengített szelvény ellenállása
- „shear lag” hatások [EN 1993-1-5]
- a nyírási horpadási ellenállás [EN 1993-1-5]

Rugalmas vizsgálat esetén a keresztmetszet kritikus pontján teljesíteni kell:

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

ahol $\sigma_{x,Ed}$ helyi hosszirányú normálfeszültség tervezési értéke a vizsgált pontban,

$\sigma_{z,Ed}$ helyi keresztirányú normálfeszültség tervezési értéke a vizsgált pontban,

τ_{Ed} helyi nyírófeszültség tervezési értéke a vizsgált pontban.

Minden keresztmetszeti osztályra a lineáris kombináció használható.


Konzervatív megközelítés:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

ahol a nyírási hatás redukáló hatása figyelembe veendő az egyes komponensek esetére.

6.2.2. Hajlítás, nyírás, normálerő és keresztirányú erők interakciója

A 3. keresztmetszeti osztály esetén a rugalmas ellenállás interakciós formulája a 6.1. táblázatból vehető.

Hengerelt vagy hegesztett szelvények	$V_{Sd} \leq 0,5 V_{Rd}$	$V_{Sd} > 0,5 V_{Rd}$
	$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} \leq 1 - n$	$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} \leq 1 - n - \rho$
	$n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = \frac{N_{Sd}}{A f_y \gamma_{M1}}$	$\rho = \left(2 \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$

6.1. táblázat. Kéttengelyű (ferde) hajlítás interakciós formulái

A 4. keresztmetszeti osztály esetén kimutatható:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

ahol A_{eff} egyenletesen nyomott keresztmetszet hatékony értéke

W_{eff} effektív keresztmetszeti tényezők
 e_N a nyomás hatására eltolódott effektív keresztmetszet súlyponti helyei.

6.3. Szerkezeti rudak stabilitási ellenállása

6.3.1. Állandó keresztmetszetű nyomott rudak

(1) A nyomott rudak kihajlási ellenállását ellenőrizni kell:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

A nyomott rúd tervezési kihajlási ellenállása:

1., 2. és 3. keresztmetszeti osztály esetén

$$N_{b,Rd} = \chi A \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

4. keresztmetszeti osztály esetén

$$N_{b,Rd} = \chi A_{eff} \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

ahol χ a kihajlási módnak megfelelő csökkentő tényező.

(2) Kihajlási görbék

Nyomóerő esetén a χ kihajlási csökkentő tényező meghatározható a λ dimenzió nélküli karcsúság figyelembevételével:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad ,de \chi \leq 1,0$$

ahol: $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad 1., 2. \text{ és } 3. \text{ keresztmetszeti osztályra}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}} \quad 4. \text{ keresztmetszeti osztályra}$$

α imperfekciós tényező (6.2. táblázat)

N_{cr} a kihajlási módhoz tartozó rugalmas kritikus erő

$L_{cr} = \beta L$ kihajlási hossz a vizsgált kihajlási síkban

β kihajlásihossz-tényező

i a megfelelő tengelyre vonatkozó inerciasugár, a teljes keresztmetszet adataiból számolva

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \epsilon$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

f_y N/mm²-ben

Kihajlási görbe	a_0	a	b	c	d
Imperfekciós	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

6.2. táblázat. Adott kihajlási görbéhez tartozó α imperfekciós tényezők

6.3.2. Állandó keresztmetszetű hajlított rudak

(1) Az oldalirányban nem megtámasztott, az erős tengely körül hajlított gerendák kifordulási ellenállását ellenőrizni kell:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

A hajlított rúd tervezési kifordulási ellenállása:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

ahol:

1. és 2. keresztmetszeti osztály esetén

$$W_y = W_{pl,y}$$

3. keresztmetszeti osztály esetén

$$W_y = W_{el,y}$$

4. keresztmetszeti osztály esetén

$$W_y = W_{eff,y}$$

(W_y meghatározásáról a gerendavégeken levő csavarlyukakat nem kell számításba venni.)

χ_{LT} a kifordulási csökkentő tényező.

(2) Kifordulási görbék

Állandó keresztmetszetű hajlított rudak χ_{LT} kifordulási csökkentő tényezője hasonló a 6.3.1. pontban, a nyomott rúd kihajlási csökkentő tényezőhöz.

A rúd oldalirányú megtámasztásai közötti szakaszra a nyomatékmegoszlás figyelembevételével χ_{LT} módosítható:

6.3.3. Állandó keresztmetszetű hajlított és nyomott rudak

A hajlított és tengelyirányban nyomott rudaknak ki kell elégíteni:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

ahol: N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ és $M_{z,Ed}$ a nyomóerő, az y-y és a z-z tengelyre vett maximális nyomatékok tervezési értékei

ΔM_y , ΔM_z a súlypont eltolódásából származó nyomatékok

χ_y és χ_z a kihajlási csökkentő tényezők

χ_{LT} a kifordulási csökkentő tényező

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} , interakciós tényezők, meghatározásukra két módszer adott (6.3. táblázat).

Km-i osztály	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z} N_{Ed}$

6.3. táblázat. $N_{Rk} = f_y A$, $M_{i,Rk} = f_y W_i$ és $\Delta M_{i,Ed}$ értékei

Az EN 1993-1-1 szabvány hajlított és nyomott rudak vizsgálatára két alternatív lehetőséget ajánl. (A részleteket a Táblázatok című könyv [Iványi 2004] tartalmazza.)

7. Használhatósági határállapotok

7.1. Alapelvek

(1) Az acélszerkezetekre vonatkozó használhatósági határállapotok a következők:

- alakváltozások vagy lehajlások, melyek a szerkezet megjelenését vagy használhatóságát kedvezőtlenül befolyásolják (beleértve a gépek vagy egyéb berendezések üzemzavarait is);
- rezgés, lengés vagy kilengés, mely kellemtelen közérzetet okoz az épület használóinak, vagy károsítja az épületben található javakat;
- alakváltozás, lehajlás, rezgés, lengés vagy kilengés, mely kárt okoz a burkolatokban vagy a nem szerkezeti elemekben.

(2) Az alakváltozásokat, lehajlásokat és rezgéseket korlátozni kell a fenti határok túllépésének elkerülése érdekében.

7.2. Lehajlások

Az acélszerkezeteket és alkotóelemeiket úgy kell kialakítani, hogy a lehajlások azon a határon belül legyenek, amelyben a megbízó, a tervező és az illetékes hatóság megegyezett, és amely megfelel az építmény tervezett használatának és használóinak, továbbá az alátámasztott anyagok természetének.

A szabályzatban lévő adatok tapasztalati értékek. Ezek a számítási eredményekkel való összevetés céljára alkalmazandók, így nem értelmezhetők erőtani követelményként.

8. Szerkezeti kapcsolatok

8.1. Kötelelemek: Csavarozott, szegecselt és csapos kapcsolatok

8.1.1. γ_M parciális biztonsági tényező (8.1. táblázat)

8.1.2. Csavarok f_{yb} folyási szilárdságának és f_{ub} húzási-szakadási szilárdságának nominális értékei (8.2. táblázat)

8.2. Csavarozott kapcsolatok ellenállása

A csavarozott kapcsolatok ellenállásait a 8.3. táblázat foglalja össze.

8.3. Hegesztett kapcsolatok

8.3.1. Hegesztett kötések általános típusai (8.4. táblázat)

8.3.2. Sarokvarratok (8.1., 8.2. ábra)

rudak és keresztmetszetek ellenállása	$\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M1} = 1,00$ és $\gamma_{M2} = 1,25$
csavarozott kapcsolatok ellenállása	$\gamma_{M2} = 1,25$
szegecselt kapcsolatok ellenállása	
csapos kapcsolatok ellenállása	
hegesztett kapcsolatok ellenállása	
palástnyomási ellenállás	$\gamma_{M3} = 1,25$ $\gamma_{M3} = 1,10$
megcsúszási ellenállás:	
– hibrid kapcsolatok vagy fásasztó teher esetén – további esetek	
injektált csavar teherbírasi ellenállása	$\gamma_{M4} = 1,00$
vékony falú, zárt szelvényű rácsos tartók kapcsolatainak ellenállása	$\gamma_{M5} = 1,00$
csapos kapcsolatok ellenállása használhatósági határállapotban	$\gamma_{M6,ser} = 1,00$
nagy szilárdságú csavarok előfeszítése	$\gamma_{M7} = 1,10$

8.1. táblázat. Parciális biztonsági tényezők

Csavarminőség	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

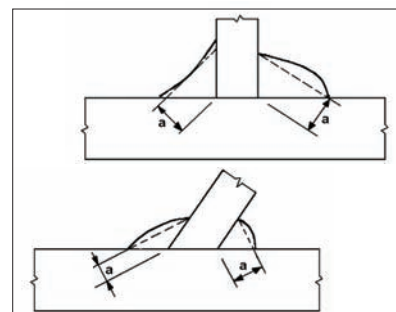
8.2. táblázat. Csavarok folyási és húzási-szakadási szilárdságának nominális értékei

Osztály	Feltétel	Megjegyzés
Nyírt csavarok		
A palástnyomásra működő	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Feszítés nem szükséges Minden minőség 4.6 és 10.9 között
B használati határállapotban megcsúszásnak ellenálló	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Feszített, nagy szilárdságú csavarok (8.8 vagy 10.9) Nincs megcsúszás a használati határállapotban
C teherbírasi határállapotban megcsúszásnak ellenálló	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	Feszített, nagy szilárdságú csavarok (8.8 vagy 10.9) Nincs megcsúszás a teherbírasi határállapotban $N_{net,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M1}}$
Húzott csavarok		
D nem feszített csavarok	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Feszítés nem szükséges Minden minőség 4.6 és 10.9 között $B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$
E feszített csavarok	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Feszített, nagy szilárdságú csavarok (8.8 vagy 10.9) $B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$

8.3. táblázat. Csavarozott kapcsolatok ellenállásai

(1) Hasznos varratosság: A teljes varratosság figyelembe vehető. Ha a varratkezelés és befejezés nem teljes értékű, akkor $2 \times a$ értékkel csökkenthető a teljes hossz (kezdő és végkráter hossza). 30 mm-nél vagy $6 \times a$ méretnél rövidebb sarokvarratok erőátadás szempontjából nem vehetők figyelembe.

(2) Hasznos varratméret a : A sarokvarrat hasznos mérete nem lehet kisebb 3 mm-nél.



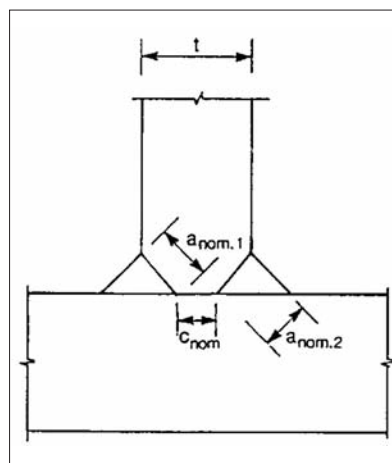
8.1. ábra. Sarokvarratok hasznos varratmérete

Varrattípus	kötéstípus		
	tompakötés	T-kötés	átlapolt kötés
sarokvarrat			
lyukperemvarrat			
teljes beolvadású tompavarrat ¹⁾	 	 	
részleges beolvadású tompavarrat ¹⁾	 		
telivarrat			
horonyvarrat			

¹⁾Esetenként a tompavarratok bármilyen vágásos élmegmunkálás nélkül is kialakíthatók.

8.4. táblázat. Hegesztett kötések típusai

Tompa T kötés:



8.4. ábra. Tompavarrat

A tompa T kötésű varrat teljes beolvadású tompavarratként kezelhető, ha:

$$a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t \text{ (T kötés szárának vastagsága) és}$$

$$c_{nom} \leq \min(t/5; 3 \text{ mm}).$$

Ha a fenti feltételeket nem elégíti ki a T kötés, akkor kétoldali sarokvarratként vagy kétoldali mélybeolvadású sarokvarratként kell számítani, a beolvadási mélység függvényében. ◀

Irodalomjegyzék

Iványi M. (koordinátor) *Acélszerkezetek tervezése az Eurocode 3 szerint Oktatócsomag az EC3 oktatásához.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2001.

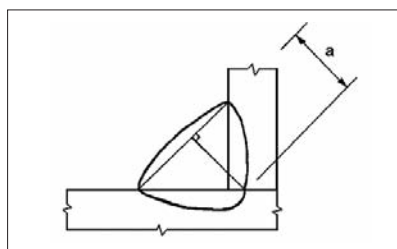
Iványi M. (szerkesztette) *Eurocode – Kézikönyv: Acélszerkezetek – A lemezhorpadás szerepe és vizsgálata.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.

Iványi M. (szerkesztette) *Eurocode – Kézikönyv: Acélszerkezetek Táblázatok és méretezési példatár.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.

Halász O. – Iványi M.: *Stabilitásemélet. Acélszerkezetek méretezésének elvei és módszerei.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.

Iványi M.: *Hídépítéstan. Acélszerkezetek.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998.

Iványi M.: *Táblázatok acélszerkezetek méretezéséhez az Eurocode 3 szerint.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.

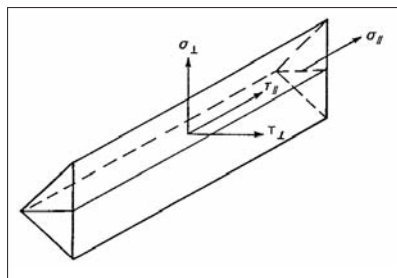


8.2. ábra. Mélybeolvadású sarokvarrat hasznos varratmérete

Sarokvarratok tervezési ellenállása (8.3. ábra):

A sarokvarrat tervezési keresztmetszete $A_w = \Sigma a l_{eff}$.

A sarokvarratban keletkező feszültségek:



8.3. ábra. Varrat feszültségkomponensei

σ_{\perp} a varrattengelyre merőleges normál-feszültség

σ_{\parallel} a varrattengellyel párhuzamos normál-feszültség (varratméretezésnél nem vesszük figyelembe)

τ_{\perp} a varrattengelyre merőleges nyírőfeszültség

τ_{\parallel} a varrattengellyel párhuzamos nyírőfeszültség

A sarokvarratnál a következő két feltétel teljesülését kell kimutatni:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

ahol: f_u – a kapcsolódó elemek szakítószilárdsága közül a kisebb
 β_w – a megfelelő korrekciós tényező.

8.3.3. Tompavarratok tervezési ellenállása (8.4. ábra)

Teljes beolvadású tompavarratok tervezési ellenállása megegyezik az alapanyag tervezési ellenállásával.

Részleges beolvadású tompavarratokat mélybeolvadású sarokvarratként kell méretezni.



Metróállomás tervezése a Kelenföldi pályaudvar alatt

Pál Gábor

ügyvezető

SpeciálTerv Kft.

✉ pal.gabor@specialterv.hu

☎ (1) 368-9107

A Kelenföldi pályaudvar metróállomás Budapest negyedik metróvonalának indulóállomása. Elkészülte után a főváros délnyugati kapujaként intermodális csomópontot képezve teremt kapcsolatot a metró és a vasút között. Az épülő mélyépítési szerkezet az első vasútállomás alatti külön szintű metró-vasúti csomóponti műtárgy hazánkban.

Helyszín

A négyes metróvonal Kelenföldi állomása a Kelenföldi pályaudvar 28 vágánya alatt helyezkedik el kelet–nyugat irányban, merőlegesen a pályaudvar észak–dél irányú vágányaira. Az állomás a metró-vasút

kapcsolaton túl aluljáróként köti össze Kelenföldet és Órmezőt. A metróállomás egy kihúzó műtárgyban folytatódik az örmezői oldalon, amelyhez kapcsolódva buszpályaudvar és a későbbiekben P + R lehetőséget biztosító mélygarázs is készül.

Az Etele téri oldalon az állomás alatti szerkezethez csatlakozik a korábban megépített pajzsindító műtárgy (1. kép). A vasúti pályaudvar alatt elhelyezkedő műtárgy 260 méter hosszú, a hozzá csatlakozó kihúzó műtárggyal együtt 340 méter, melyből a 90 méter hosszú NATM alagút indul. Így a teljes mélyépítési műtárgy hossza 430 méter, vagyis a Kelenföldi állomás a DBR 4-es metró leghosszabb állomása.



2. kép. Földkiemelés a vasúti hidak alól

Előzmények

A metróállomás engedélyezési és tender szerkezeti terveit a Palatium Stúdió építész elképzelései alapján a Főmterv Zrt. készítette. E tervek alapján kiírt FIDIC „sárga” könyv szerinti tendert a Hídépítő Zrt. nyerte 2007-ben. A tendergyőztes kivitelező megbízásából a kiviteli terveket a SpeciálTerv Kft. készítette. A tervezés az épülő teherhordó szerkezetek és a megépítéshez szükséges vasútállomás-átalakítás komplett kiviteli terveinek elkészítését tartalmazza.

Summary

The metro station called “Kelenföld railroad station” is the head point of the 4th metro line of Budapest, it’s located beneath the 28 tracks of Kelenföld railroad station. After its finalization, as a south-west gate of Budapest it creates an intermodal connection between the metro line and the railway system. The structure under construction is the first in Hungary built underneath a railroad station with a separate level junction. The design and construct of this metro station imposed a serious challenge on the designers and contractors. To work on a railroad station in operation requires very strict technological concentration. Applying the top-down excavation method ensured a restricted disturbance of the surface, finishing works can be carried out with an installation not affecting the railway areas. Constructing future structures we hope, that we can use the experiences gained during implementation of technologies not used in Hungary before.



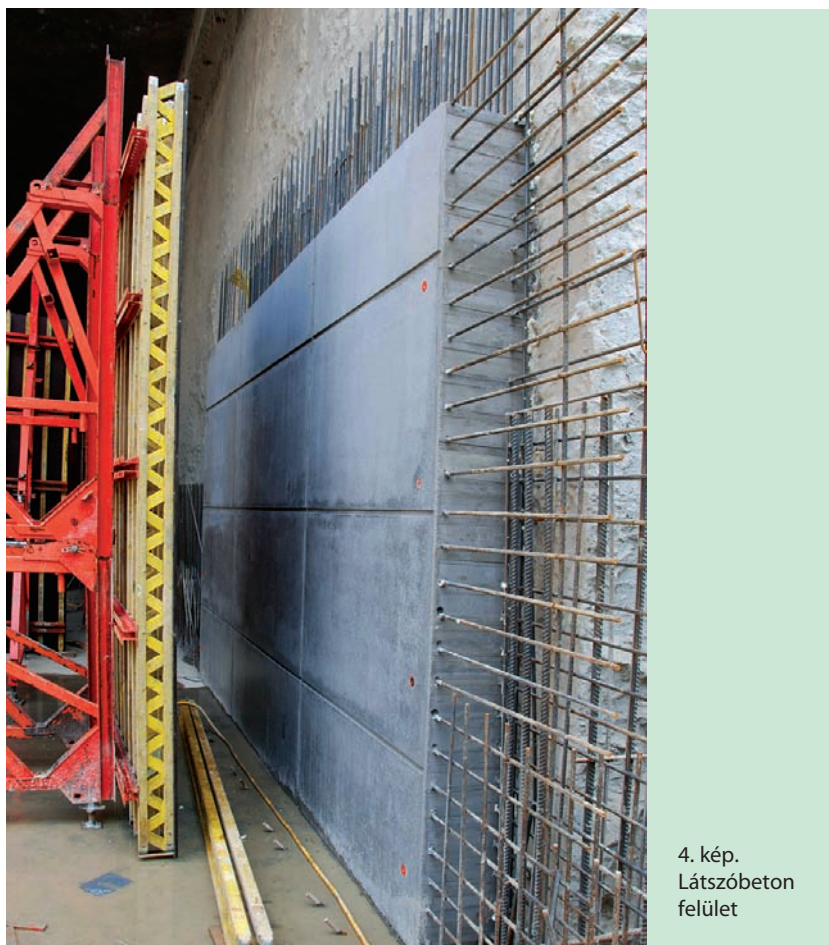
1. kép. Az épülő Kelenföldi pályaudvar metróállomás – légi fotó



3. kép. Alaplemezsíkgig együtemű földkiemelés és résfal-alaplemez kapcsolata lentonok alkalmazásával

Általános ismertetés

A Kelenföldi metróállomás műtárgya a vasúti vágányok alatti szakaszon két, 22-23 méter mélyre lenyúló, 1,00 méter vastagságú résfallal épül, melyek 21,60 méter tengelytávolságban helyezkednek el egymástól. A résfalak felső síkjának visszavésése után rösszfogó gerendák készülnek. A gerendákon csuklós kialakítású vasalt kapcsolattal készül a „zárófödém”, mint ágyazatátvezetéses vasúti híd. A szerkezet „milánói módszerrel” épül, tehát az



4. kép. Látszóbeton felület



5. kép. Ferde kitámasztású födémszakasz helyesen

első födém elkészülte után a felszínt – ez esetben a vasúti pályát – visszaállítva folytatódik a födém alatt a földkiemelés, a továbbépítés. A födém szilárdulása után a felső felületen szigetelést, szivárgókat, ágyazatot és vasúti pályát építenek, míg „alul” a résfalak között kezdődik a földkiemelés (2. kép).

A résfalak között a földkiemelés egy ütemben készül az alaplemez alsó síkjáig, mely kb. –18 méterre található a felszínhez képest. Ezen ideiglenes építési állapotban a résfalakra jutó víznyomást elkerülendő, a réstáblákat ideiglenesen kilyukasztva „beengedték” a kötött vízzáró talajban esetleg található vizeket.

Az alsó sík elérése után szerelőbeton készül, melyet a résfalak belső felületével együtt szórt szigeteléssel látnak el.

Az alaplemez nyomatékibíró kapcsolattal csatlakozik az alaplemezhez. Az erőátadó kapcsolat „lentonok” alkalmazásával történik. A résfalarmatúrába előre elkészített, ideiglenesen műanyag zárókupakkal védett hüvelyeket keresik meg a már kibontott résfalfelületen, és ezekhez csatlakoztatják az erőátadó betonacélokat (3. kép).

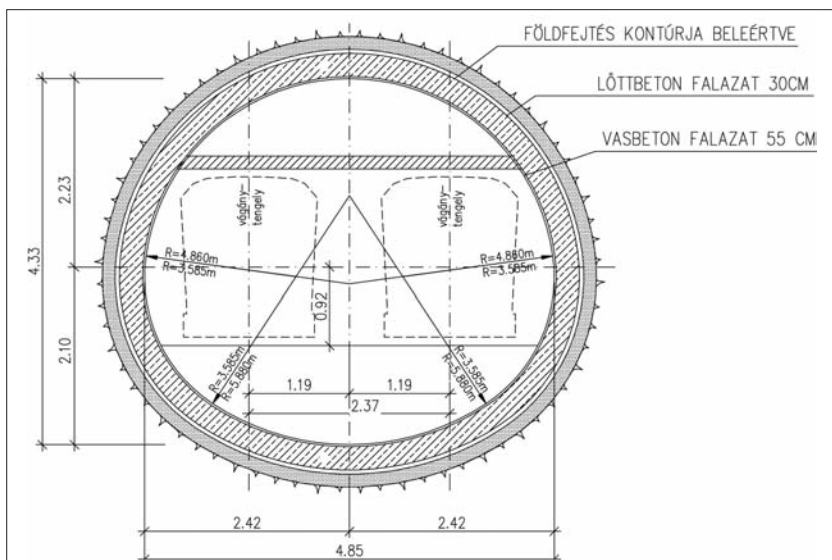
Az alaplemez betonozása után a belsőfalak vasszerelése és betonozása történik. E falak jelentős része látszóbeton felület, melynek esztétikus megvalósításához speciális felületű zsalu, betontechnológia és szigorú technológiai fegyelem szükséges (4. kép).

Az állomás peronok alatti szakaszának legnagyobb részén az építésztervezők által „megálmodott” ferde kitámasztású födém készül (5. kép).

A felső aluljáró szintjéről a vágányok közötti peronokra liftek, lépcsők és mozgólépcsők biztosítják a kapcsolatot. A föld alatti műtárgy építésével párhuzamosan a perontetők is átépülnek. Az építési program minimalizálása miatt a meglévő perontetők formavilágával azonos toldalékok és új perontetők készülnek.

A műtárgy építése a felszínen a vágányokkal együtt a teljes állomást kiszolgáló rendszert keresztezi, tehát a teljes felsővezetési hálózatnak, a jelzőknek és a biztosítóberendezéseknek az egyes építési szakaszoknak megfelelő kiváltásait el kellett készíteni.

Az állomást keresztező építés öt fő építési egységre bontva történik. Az első lépésben az örmezői oldali első nyolc vasúti vágány lezárásával kezdődött az építkezés, majd következtek a „belső” építési egységek, amikor az üzemelő vasúti vágányok-



1. ábra. Alagút-keresztmetszet



6. kép. Monolit vasbeton lemezhid vasszerelése, látszóbeton zsaluzat

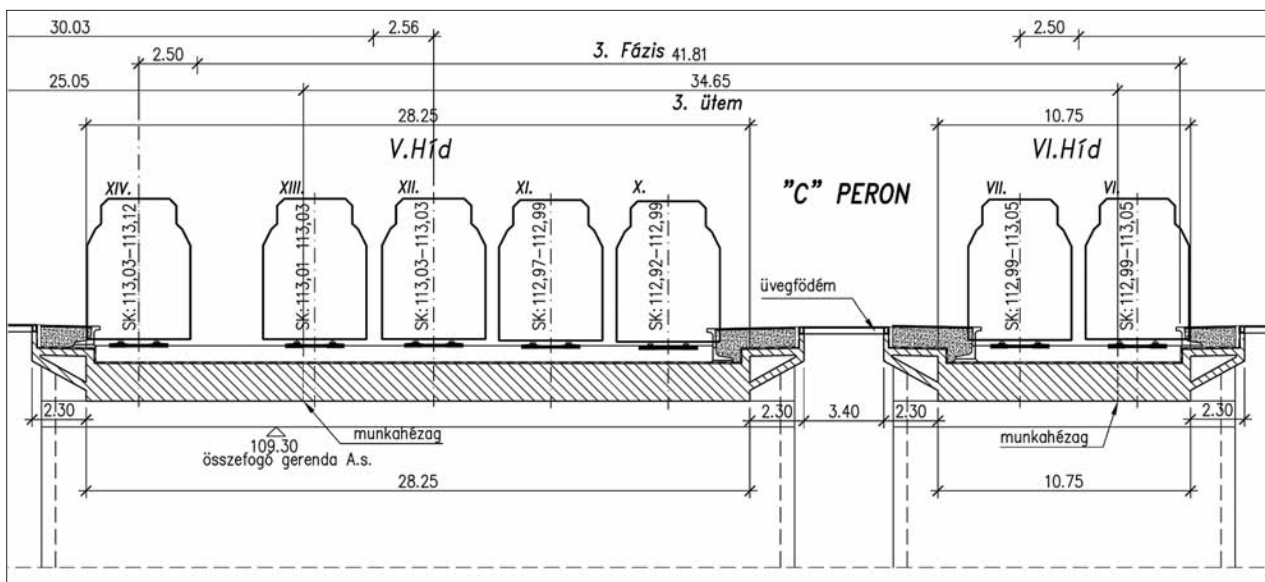
kal körbehatárolt „sziget” kellett a résfal és vasbeton szerkezetépítést szervezni. A beton a meglévő aluljárón keresztül jutott be az utastér korlátozásával, betonozó csöveken keresztül.

Az őrzési oldalon csatlakozó kihúzó műtárgy két szerkezeti egységből: egy 80 méter hosszúságú résfalak között épülő vasbeton szerkezetből és 90 méter hosszú NATM alagútból áll. A vasbeton szerkezet a vasút alatti részhez hasonlóan milánói módszerrel készül, azonban itt nem a záródém, hanem egy közvetlenül a metró-úrszelvény feletti közbenő födém tölti be a kitámasztó funkciót. A NATM: New Austrian Tunneling Method, vagyis új osztrák építési módszerrel készülő alagút egy keresztmetszetben fogadja átmenetileg metróvégállomásként funkcionáló állomás metróúrszelvényeit. Távlatban ennek az alagútnak a folytatásával lehet a metróvonalat kiterjeszteni Budaörs irányába (1. ábra).

Résfalak

A műtárgyépítéssel érintett területen a feltöltés alatt középső oligocén kiscelli agyag található.

A résfalak végleges statikai állapotának méretezése a felszíni terhelések, nyugalmi földnyomás és az oldalfalakon a teljes felületen számításba vett víznyomás figyelembevételével történt, míg az ideiglenes állapot méretezése során talajvízzel mindössze a felső „mállott közepes és kövér agyag”, valamint a „kevésbé mállott közepes és kövér agyag” rétegében számoltak. A mélyebben fekvő „ép közepes és kövér agyagot” vízzárónak tételezve e rétegben



2. ábra. Vasbeton lemezhidak keresztmetszete



7. kép. Az U alaprajzú, három vágányt átvezető 8. lemezhid építése

építési állapotban víznyomást nem vettek figyelembe. Ennek a feltételnek a tényleges teljesülését biztosítandó, a vízzárónak tekintett rétegben a 100 centiméter vastag résfal mögötti esetleges víznyomást megszüntető, acél átvezető csöveket (armatúránként 2-2 db) építettek be.

A vízzáró résfalak 60 és 100 centiméter névleges vastagsággal, a kétoldali részvezető gerendák 20×100 centiméter keresztmetszettel készültek.

A 60 centiméter vastag résfalak a csatlakozó peronlépcsőket, a 100 centiméter vastag rések az aluljáró szerkezetét határolják. A réstáblák vízzáró csatlakozása a kivitelező HBM réselési technológiájának figyelembevételével, CWS szakaszoló szerkezetnek megfelelően történt.

Zárfödém mint vasúti híd

A metróállomás „zárófödémje” monolit vasbeton lemez, mely egyben vasúti hídként funkcionál. Szerkezeti rendszerét tekintve kéttámaszú tartóként viseli az ágyazat súlyát és a vasúti terheket. A földszalun készül monolit vasbeton lemezek vastagsága 1,43–1,60 méterig változó, a felső felületek a támaszaik felé 1,5-1,5 százalékot lejtnek, így a lemezek vastagsága a résfalak külső peremén 1,43 méter.

Az engedélyezési tervek tartóbetétes kialakítású vasbeton lemezhidakkal készültek.

Gazdasági összehasonlító vizsgálatok elemelték a „hagyományos” tartóbetétes, egy „újszerű” fél I tartók alkalmazásával készülő tartóbetétes, monolit és előre gyártott feszített tartós szerkezetek alkalmazását.

A vágányok közötti építés komoly technológiai nehézségeket vetett fel. A belső szakaszokon a kétoldalt üzemelő felsővezetékek rendkívül megnehezítették a nagyméretű elemek daruzását, emiatt az előre gyártott gerendák és a tartóbetétek alkalmazását kizárva monolit vasbeton lemezek készültek.

A 21,60 méter támaszközű lemezhidak fővasalása 40 milliméteres átmérőjű betonacél két sorban elhelyezve, mely még kézi erővel mozgatható (6. kép).

Az aluljáró födémét az építési ütemeknek megfelelően munkahézagok és vízzáró szigeteléssel áthidalt dilatációk tagolják. A dilatációk 8 darab külön dolgozó vasbeton lemezt, vagyis 8 darab, egymás mellett elhelyezkedő vasúti műtárgyat eredményeztek. A lemezhidak egyenként 2-5 darab vágányt vezetnek át (2. ábra).

A lemezhidak peronok felőli szélén látszóbeton felületű konzolok készülnek. Ezek belső ürege a szellőzést biztosítja. A lemezhidak között üvegfüdémek fogják biztosítani az aluljárószint nappali természetes megvilágítását.

A 8. lemezhid alaprajzilag U kialakítással, középen nyitott kialakítással készült. A középső „felhasítása” az aluljárónak az új A1 peronnal történő kapcsolatát biztosítja (7. kép).

Belső vasbeton szerkezetek

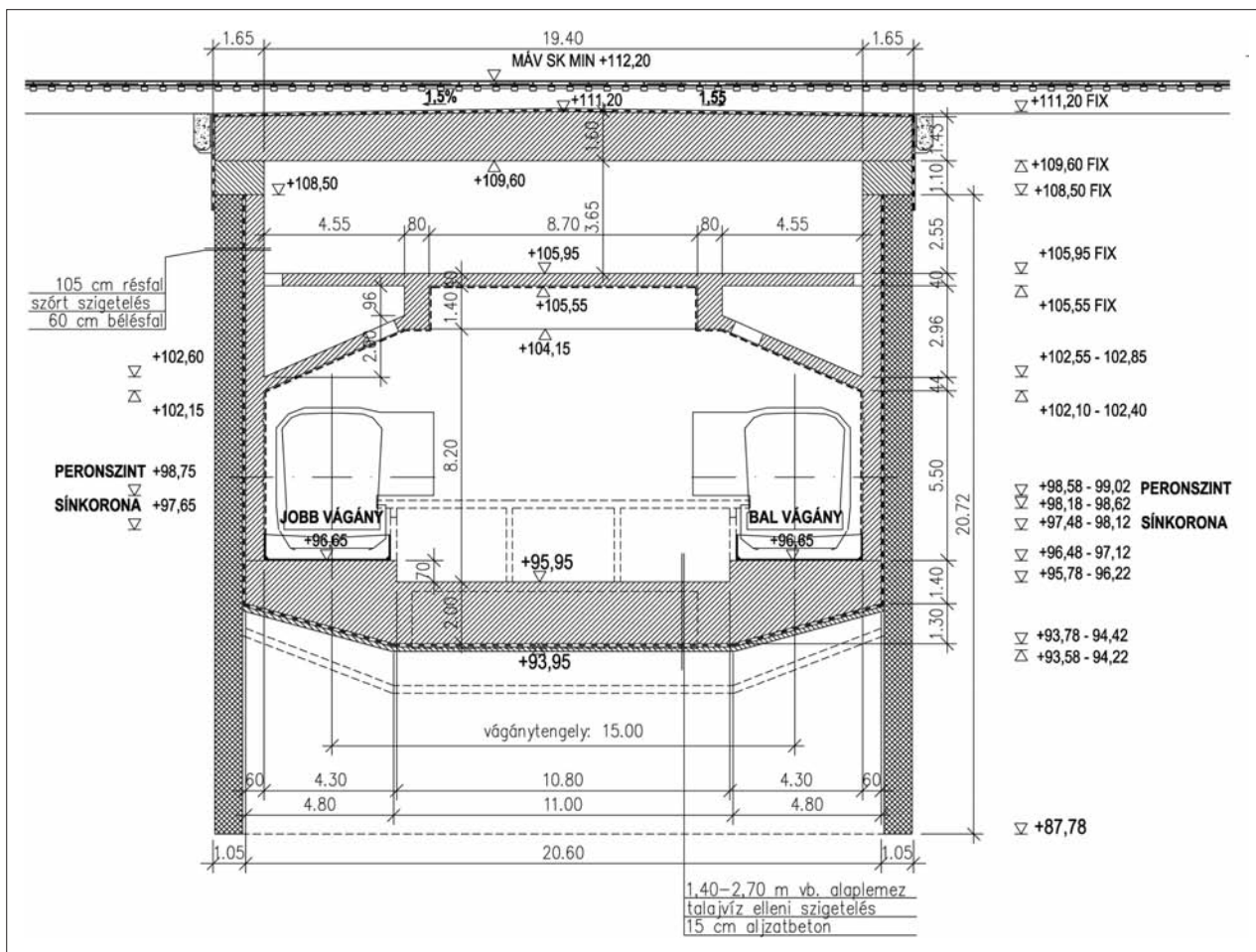
A résfalak között, a zárfödém alatt készülnek a belső vasbeton szerkezetek: az alaplemez, a peronszint, az aluljárószinti és gépészeti tereknél a P+1 jelű födém (3. ábra).

Alaplemez

Az alaplemez hosszirányban a metróvágányok hosszúságát követi (0,25%-os eséssel), keresztirányban 1,40–2,70 méter között változó vastagságú. Az alsó síkja a résfalak melletti 4,80 méteres szakaszon 1,30 méterrel mélyül a műtárgy tengelye felé. A süllyesztékeknél a vastagsága közepesen 1,20 méterre vékonyodik, míg a résfalak mellett 2,20 méter. Alsó síkja a résfalak melletti 4,80 méteres szakaszon 1,85 métert süllyed.

Aluljárószint

Az aluljárószint a peronszint utasforgalmi része felett, a metróvágányok hosszúságával párhuzamos, 0,25 százalék esésű alulbordás vasbeton lemez. Vastagsága 40 centiméter, 7,0 méterenként 1,80 méter magas bordával alátámasztva, melyek $1,80 \times 0,80$



3. ábra. Általános keresztmetszet



8. kép. Ideiglenes lejárórampa: acéldúccokkal kitámasztott hézagos fűrt cölöpfal

méter keresztmetszetű hosszbordába kötnek be. A hosszbordákból ferde lemez indul ki, mely a bélésfalba köt be.

Az üzemi részek felett a lemez vízszintes, 40 centiméter vastag, az örmezői oldalon falakkal, a kelenföldi oldalon 40 × 40 centiméteres pillérekkel alátámasztott.

P+1 jelű földem

A P+1 szint csak az üzemi területeken készül, vastagsága 40 centiméter. Az örmezői oldalon falakkal, a kelenföldi olda-

lon 40 × 40, illetve 100 × 40 centiméteres pillérekkel támasztották alá.

Peronszint

A peronszint esése 0,25 százalékos, az örmezői oldalon 30 centiméter vastag, az Örmező felőli mozgólépcső és a peron között 25 centiméter, a kelenföldi mozgólépcsőtől kezdve 40 centiméter vastag a monolit lemez.

Ideiglenes lejárórampa

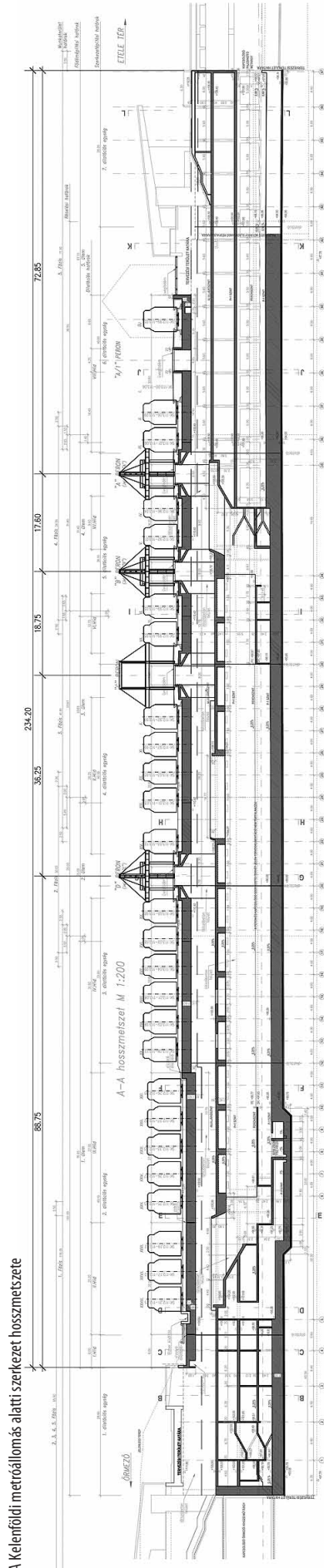
A mintegy 120 000 köbméter föld kiemelését és elszállítását a felszín alatti 18 méteres mélységből nem volt célszerű a többi metróállomásnál alkalmazott módon daruk és konténer alkalmazásával megoldani. A műtárgy délnyugati sarkában a vasútállomás szervizútjához csatlakozó „hagyományos” földszállító tehergépjárművekkel történő földkiszállítást lehetővé tevő lejárórampa épült. E rámpa az örmezői domb oldalában a mélyebb szakaszon kitámasztott fűrt cölöpfal kialakítással, a kisebb mélységű részekben stabilizált földrézszüvel készült. A cölöpfalak ki-

alakítása a szivárgó vizek miatt hézagos. Az alkalmazott CFA fűrt cölöpök átmérője 80 centiméter, hosszuk a bevágás mélységéhez igazodóan változó. Az alkalmazott vasalás az ébredő igénybevételeknek megfelelően erősített. Azokon a szakaszokon, ahol a bevágás mélysége és a szabadon tartandó úrszelvény mérete megengedi, az egymással szemben álló cölöpfalakat acéldúccok támasztják ki. A dúccok HEB300 acélszelvényekből készültek. A hengerelt gerendák a gerendák terheit elosztó vasbeton dúcgerendákra támaszkodnak (8. kép).

Kihúzó műtárgy

Az örmezői kihúzó műtárgy két, 21,17 méter mélyre lenyúló, 1,05 méter széles

Pál Gábor (1970) okleveles építőmérnök, 1999-től a SpeciálTerv Kft. ügyvezetője. Tevékenysége a harmincfős tervező szervezet vezetése, a műtárgytervezések szakmai irányítása és kontrollja. A DBR 4-es metró Kelenföldi pályaudvar metróállomás főtervezője.



résfal között helyezkedik el, amely 25,27 méter tengelytávolságban vannak egymástól. A kihúzó műtárgy teljes hossza 80,24 méter. A résfalakat egy a metróúrszelvény felett elhelyezkedő közbenső, 140 centiméter vastag földem egymáshoz kitámasztja. A résfalak tetején résösszefogó gerenda segíti a résfalak együtdolgozását. A résfalak között a szerkezet alján alaplemez készül, mely a résfalakhoz nyomatekbróan, lentonos kialakítással kapcsolódik.

A szerkezet hossza miatt az alaplemez, valamint a közbenső kitámasztó földem két dilatációs szakaszra oszlik. A résfalak között megadott raszterben oszlopok helyezkednek el, melyek a kitámasztó földem, valamint az arra épülő szerkezet terheit viselik és közvetítik az alaplemezre (4. ábra). A tervezett műtárgyat alulról az alaplemez zárja le és védi a talajvíz betörése ellen. Az alaplemez a réspanelkekhez lentonos kapcsolattal, nyomatekbróan csatlakozik.

A réseelt vasbeton „dobozhoz” csatlakozó NATM alagút két metróúrszelvénynek nyújt elegendő keresztmetszetet. A vágányok közötti távolság 4,75 méter. A sín-

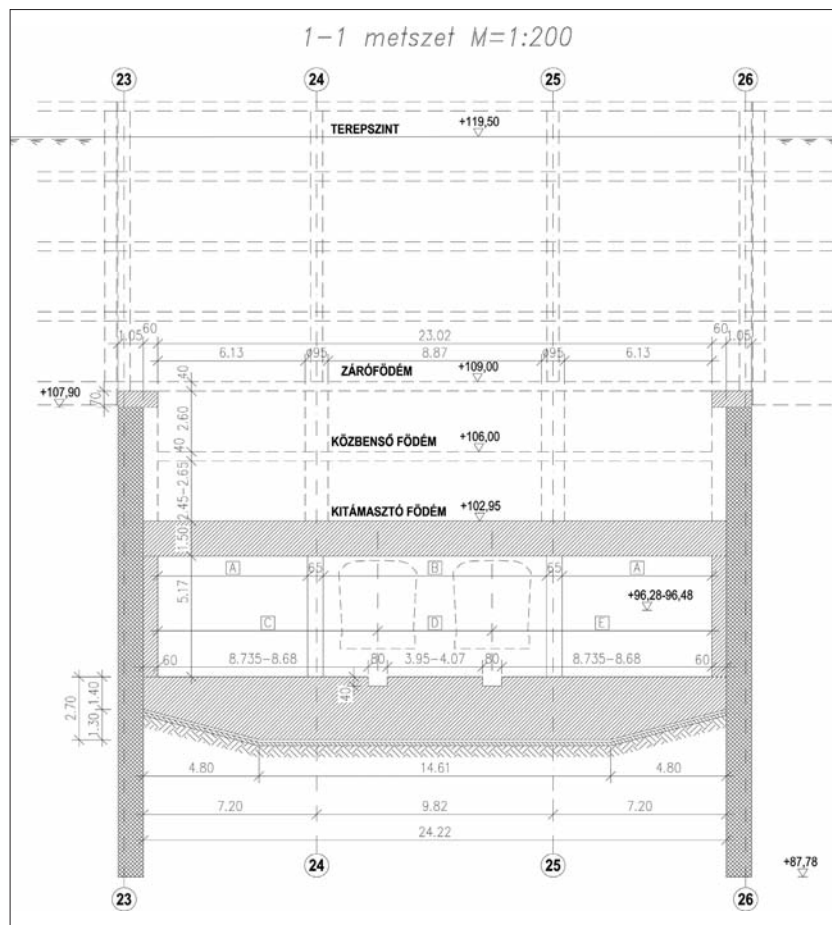
koronaszint és az alagút tengelye közötti függőleges távolság 1,84 méter.

A teljes fejtési felület 97,84 négyzetméter. A fejtés egyoldali oldalvágattal és felbővítéssel készül. A körkörösén zárt hajtás vastagsága 0,30 méter, az ideiglenes oldal fal vastagsága szintén 0,30 méter.

Az alagútépítést folyamatos monitoring rendszer követi, mely felszíni és belső geodéziai ellenőrző méréseket, inklinométeres, extenzométeres és piezométeres méréseket is magában foglal.

Összefoglalás

A Kelenföldi metróállomás építése és tervezése a résztvevők: tervezők, kivitelezők számára komoly kihívást jelentett. Az üzemelő vasúti pályaudvaron végzett munka szigorú technológiai fegyelmet követel. A „milánói módszer” alkalmazása lehetővé tette a felszín időleges zavarását, a befejező munkák vasúti területen kívülre organizálását. A hazánkban újszerű technológiák alkalmazásával megszerzett tapasztalatokat reméljük, felhasználhatjuk a jövő szerkezeteinek építésénél. ◀



4. ábra. Kihúzó műtárgy vasbeton szerkezetének keresztmetszete



Előre gyártott vasbeton termékek beépítésének tapasztalatai

Hatvani Jenő

út-, vasút-, mélyépítési ágazatvezető
Csomiep Kft.

✉ jeno.hatvani@csomiep.hu

☎ (30) 978-7848

A Csomiep Kft. 2006 tavaszán kezdte meg a MÁV-nál alkalmazott vasbeton elemcsaládok korszerűsítését. Az európai szabványoknak megfelelő korszerű termékek tervezése, próbagyártása, minősítése és anyagvizsgálata 2007-ben megtörtént. A kész elemek bemutatása és széles körű megismertetése után sor került az első műtárgyak kivitelezésére. A cikk megjelenéséig a keretelemcsalád elemei a többi között az Ukk–Boba és a Tárnok–Székesfehérvár szakaszokon, a bordás kiegyenlítő lemezek a sávolyi, mezőtúri, gyomaendrődi és sárvári hidaknál épültek be, míg az EU L30 és EU L55 peronelemeinket és a Csomiep–Mócsán-elemeket a fenti szakaszokon, valamint Budapest-Kelenföld állomáson alkalmazták.

A 2007-ben megszerzett ÉME- és MÁV-jóváhagyások után 2009-ben befejezéséhez közeledik több vasúti termékcsaládunk CE minősítésének megszerzése. A Csomiep Kft. által gyártott vasúti elemeket egy korábbi cikkemben a fejlesztés akkori állásának megfelelően mutattam

be. Pár táblázatot, felsorolást érdemes röviden – *dőlt betűvel szedve* – megemlítenem ismét.

Mivel a fejlesztés a kész, bevezetett elemek alkalmazásával nem áll meg társaságunknál, emlékeztetőül idézem a korszerűsítés lépéseit:

1. A MÁV 2006-ban rendszerben lévő vasbeton termékeinek vizsgálata
2. A Csomiep Kft. vasútépítési termékeinek rendszerezése, felülvizsgálata
3. Külföldi, az EU által már elfogadott és bevált termékek és gyártók megismerése
4. A termékkel szemben támasztott követelmények meghatározása a MÁV szakembereivel és tervezőkkel közösen
5. A termékek statikai tervezetése
6. Új típusú betonkeverékek betontechnológiai tervezése (kísérlet, vizsgálat, minősítés)
7. A tervek jóváhagyása
8. Új típusú előregyártó sablonok tervezése, gyártása
9. Próbagyártás
10. Minősítés
11. MÁV-jóváhagyás
12. Piaci bevezetés Magyarországon és a környező országokban

Természetesen a legfontosabb a 13. pont, a beépítések tapasztalatainak gyűjtése és elemzése lett 2008-tól. Ebből az utolsó pontból következően a 4., 5. ponthoz (néha a 2. ponthoz) visszatérve a ciklus sajnálatos – de törvényszerű – módon többször megismétlődik. Kivétel az új elemcsaládok bevezetése, ahol megint az 1. ponttól lehet kezdeni az egész folyamatot.



1. kép. A keretelemek gyártóeszköze

Summary

The article shows the experience of the railway application of prefabricated reinforced concrete elements. Among these there are small structures for drainage, ditch covering elements, platform edge elements and compensatory elements applied at the connection of track and bridge. The author describes his experience to the reader from the product development through the production to the installation.

Sz.	Elem jele	Belméret (m)		Fal- vastagság (mm)	Építési hossz (m)	Emelendő tömeg (t)	Megnevezés
		szélesség	magassága				
1	1,00/1,50-2,00	1,00	1,50	250	2,00	7,7	normál elem
2	1,00/1,50-3,00	1,00	1,50	250	3,00	11,6	normál elem
3	1,00/1,50-V	1,00	1,50	250	2,00	7,7	váltó elem
4	1,00/1,50-F	1,00	1,50	250	3,00	9,1	fejelem
5	1,50/1,50-2,00	1,50	1,50	250	2,00	9,0	normál elem
6	1,50/1,50-3,00	1,50	1,50	250	3,00	13,5	normál elem
7	1,50/1,50-V	1,50	1,50	250	2,00	9,0	váltó elem
8	1,50/1,50-F	1,50	1,50	250	3,00	10,5	fejelem
9	2,00/2,00-2,00	2,00	2,00	250	2,00	11,5	normál elem
10	2,00/2,00-3,00	2,00	2,00	250	3,00	17,3	normál elem
11	2,00/2,00-V	2,00	2,00	250	2,00	11,6	váltó elem
12	2,00/2,00-F	2,00	2,00	250	3,00	11,3	fejelem

Kerethídelemek összefoglaló táblázata

Előre gyártott új típusú kerethíd elemcsalád

Kerethidak gyártásának tapasztalatai:

Társaságunk a 3 méter hosszúságot és egyelőre 18 tonnát is elérő keretek gyártóeszközét egy német, jó referenciákkal rendelkező üzemtől rendelte meg. A gyártóval közösen milliméteres méretpontosságot határoztunk meg.

- A gyártóeszköz teljesíti az elvárásokat: az előregyártási méretpontossági és betontakarási hibák megszűntek, az eltérés milliméteres nagyságrenden belül van;
- A kikísérletezett és minősített öntömörödő beton teljesíti az elvárásokat: nem elégséges betonminőség miatti betonkorrozó megsemmisítése, energiatakarékos bedolgozás, egyenletes minőség, magas minőségű felületek.

Az 1. kép a gyártóeszközt mutatja.

Az új kerethíd elemcsalád

Az alpméreteket a táblázatban találhatók.

Természetesen az e mérethatárok közötti, más geometriájú elemek (1,00/2,00; 1,50/2,00 stb.) gyártása is lehetséges.

Társaságunknál folyamatban van az elemcsalád méreteinek 2,50/2,50 és a 3,00/2,50 méretű elemekkel való kiegészítése is.

Jelenleg a 3,00/2,50 és 3,00/3,00 keretek gyártása és összeépítése 2 U elemből történik, mert a közúti szállításhoz jelentős akadály lehet a túlméretes szerelvény.

Ezeket a keretelemeinket is csapos-tokos kialakítással gyártjuk, így a vízszintes és függőleges csatlakozásokat is vízzáró tömítéssel lehet ellátni (2., 3. kép).



2. kép. 3,00/2,50 keretelem



3. kép. Aluljáróelem csatlakozásai



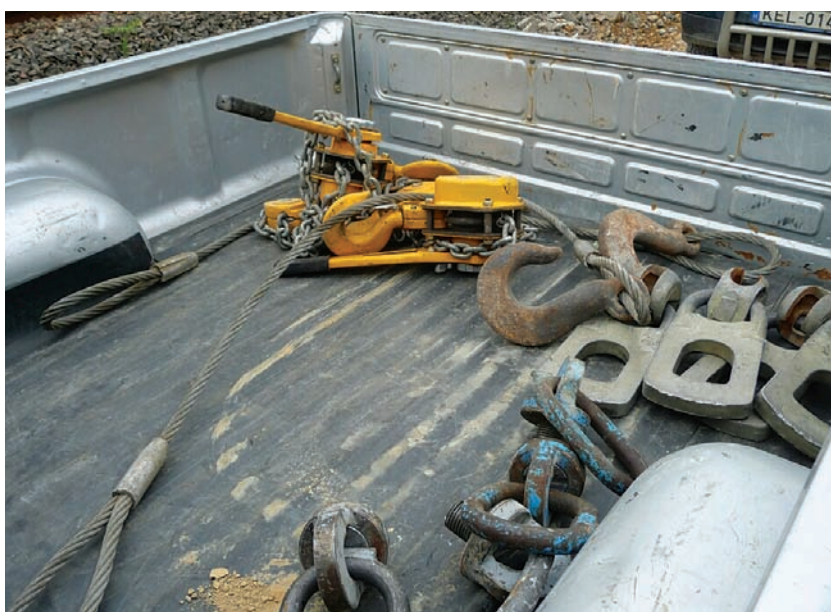
4. kép

Az új kerethidak beépítésének tapasztalatai: az elemcsalád által nyújtott előnyök:

- A keretelemeken a beépítést követően nem kell szigetelést készíteni, mivel az elemek előregyártásakor vízzáró betont alkalmaznak, a keretelemek kielégítik a 0,1 milliméteres repedéstágassági követelményt, és csapos-tokos, vízzáró gumigyűrűs kötással kapcsolódnak egymáshoz (4., 5. kép).
- A kerethídelemek típusterve az MSZ-07-2306 90-T előírásai alapján készült, továbbá figyelembe veszi a tervekészítés



5. kép



6. kép. A beemelő és összehúzó elemek

Hatvani Jenő okleveles építőmérnök.

A BME Építőmérnöki Kar elvégzése után az építőipar különböző területein dolgozott. 1997-től 2005-ig a MÁV Szegedi Területi Igazgatóságán épületdiagnosztikai feladatokat végzett. 2006-tól a Csomiép Kft.-nél elsősorban a vasút igényeinek megfelelő korszerű vasbeton elemcsaládok folyamatos fejlesztésének és az új termékek piaci bevezetésének feladatát látja el.

időszakában (2006) érvényes valamenyi szabványt és szabályzati előírást.

Röviden összefoglalva: a szállított elemek beemelésén és összehúzásán kívül semmilyen más munkafolyamatot nem igényel, a visszatöltés azonnal kezdhető. Ez az idő akár annyi is lehet, mint ameddig egy provizóriumot beépítenének a kijelölt vágányszakaszba, tehát egy rövid vágányzár alatt a kerethíd provizórium nélkül is beépíthető.

Az eddigi beépítéseknél természetesen – lehetőség szerint – jelen voltam. Ez már csak azért is indokolt volt, mert társaságunk biztosította az emeléshez és összehúzáshoz szükséges speciális szerkezeteket. Ne tessék teherautónyi különlegességre gondolni, mellékelem a „szállítmány” fényképét (6. kép).

A beépítéseknél azt is megtapasztaltam, hogy a tervbe vett, pontosan kiszámolt segédszerkezetek mennyisége maximum a fele annak, amire esetleg valóban szükség lehet kinn, a terepen.

Értékes tapasztalatot szereztem a HKVÉP Fernis Zrt. által összeépített keretelemeknél. Itt a csatlakozó elemek pereme alá keskeny acéllemezt helyeztek, hogy eleve kizárják az idegen anyag elemek közé jutását. Majd a következő elemet beemelés után feszített függő helyzetben húzták az előzőbe. Így a szükséges vízszintes erő csak a gumiprofil behajlásához szükséges erő volt. Az elemek nagyon gyorsan, pár percnél épültek be, a köztük lévő hézag néhány milliméteres volt (7., 8. kép).

Előre gyártott vasbeton bordás kiegyenlítő lemez

A kiegyenlítő lemez a vasúti híd és a csatlakozó folyópálya között helyezkedik el.

A megoldás lényege:

A megfelelő önsúllyal és felfekvési felülettel rendelkező előre gyártott betonelemre rugalmas leköttetéssel kapcsolódik a vágány.



7. kép. Összehúzott keretelemek

A pályáról átadódó függőleges erők közül nemcsak az aléptményben nyomó feszültséget ébresztő erőket adja át rugalmasan, hanem a hídszerkezet lehajlása miatt keletkező felfelé ható (kiemelő) erőket is rugalmasan veszi fel a bordás kiegyenlítő lemez, a függőleges elmozdulás korlátozása mellett (9. kép).

Alkalmazásának előnyei:

- A híd és pálya szakaszai között az eltérő ágyazási, rugalmassági viszonyai közötti átmenetet képez. A fokozatos



8. kép. Visszatöltés tömörítéssel



9. kép. Beemelt kiegyenlítő lemez



10. kép. Beépített kiegyenlítő lemez

átmenet nagyobb sebességet tesz lehetővé.

- A kiegyenlítő lemez alkalmazásával megvédjük a hídfő háttöltését, a víz távoltartása üzemeltetéskor jelentős hibaforrás kiküszöbölését jelenti.
- Alkalmazásával csökken a háttöltés süllyedése, nyugodtabbá válik a pálya függőleges mozgása az áthaladó vonatok hatására, így nem keletkezik ágyazathiány vagy ágyazatlazulás.
- Elmarad a költséges gépi utószabályozás és a zúzottkőpótlás az építés és az üzemeltetés szakaszában is (10. kép).

A Csomiep Kft. a következő hidakhoz gyártott kiegyenlítő lemezeket: Mezőtúr–Gyomaendrőd szakasz hídjai bal és jobb vágány; Sávoly, sárvári Rába-híd. A beépítést a Hídtechnika Kft. és a HKVÉP Feris Zrt. végezte.

A hidakhoz egyedi tervek alapján készített, bár sok paraméterben hasonló lemezeket gyártottunk.

A gyártás és a beépítés tapasztalatai alapján a gyártásra vonatkozó MSZ helyett sokkal szigorúbb mérettűréseket kell alkalmaznunk, mivel a megengedett eltérés a centiméteres helyett a milliméteres pontosságot igényli.

A beépítési tapasztalatok alapján a következő lépéseket kell megtennünk:

- a bordás kiegyenlítő lemezek típusterveinek elkészítése: ez hasonlóan a keretelemek rendszeréhez, egyszerűsíti a tervezést, az engedélyezést és a gyártást egyaránt;
- az elemcsalád ÉME és CE engedélyének megszerzése, mivel a típussterv után a bordás kiegyenlítő lemez egyedi elemből sorozatgyártású elemmé válik (11. kép).



11. kép. Működő kiegyenlítő lemez



12. kép. Csomiep–Mocsán-elem

Előre gyártott új Csomiep–Mocsán részümegetámasztó és árokburkoló béleléselem

A Csomiep–Mocsán-elem (12. kép) különösen alkalmas korszerűsítéseknel a bevágásban elhelyezett út-, illetve vasúti pályák szélesítésére anélkül, hogy a teljes bevágási szelvényt meg kellene szélesíteni. Bebizonyosodott, hogy nem csak a sebességnövelés utáni megnövelt elsodrési határt lehet az elemmel kialakítani.

Alkalmazásával néha annyi földmunka takarítható meg, amennyi az elem folyóméterára. Így gazdaságosan alkalmazható a megnövelt, egy méter magas támfalrész.

ÉME- és MÁV-engedélyes termék.



13. kép. Budapest-Kelenföld EU L55 peronjai

Előre gyártott peronelemcsalád

Peronelemek építési tapasztalatai:

A magas peron kialakításához kétféle elemet alakítottunk ki.

Az EU L55 peronelem alkalmazásával úgy építhető át a régi L30-as peron, hogy a konszolidált alapsíkot nem kell megváltoztatni, az átépítés nem jár a pálya zavarásával, a forgalom korlátozásával (13. kép).

Az EU L30/55 peronelem megfelelő állapotú meglévő L30 peronoknál használható. Ennek az átmeneti elemnek az alkalmazásával úgy építhető át a régi L30-as peron, hogy a meglévő elemet fedjük be vele. Az átépítéshez nem kell a forgalmat korlátozni, minimális bontással és visszaépítéssel elkészíthető. Az új SK55-ös peron építésénél 30 százalékkal olcsóbb, ha jó állapotú az átépítendő SK30-as peron.

2009-től ÉME-engedélyes termék.

Az EU L30 peronelem 2009-ben Ukk állomáson került beépítésre. A győri vasútépítők munkáját dicséri, hogy teljesen ki tudták használni az elem nyújtotta lehetőségeket, és minta minőségű peronokat építettek elemeinkből (14. kép).

Rövidesen bemutatjuk a boltozott hidaknál alkalmazott, teherbírást növelő előre gyártott bordás teherelosztó lemez, valamint a CDM rendszerű rugalmas ágyazású útátjáró elem mintaterveit és építési tapasztalatait.

Összefoglalás

Előre gyártott vasbeton termékek beépítésének tapasztalatai

Előre gyártott vasbeton elemek vasúti alkalmazását mutatja be a cikk. Ezek között vízelvezetést szolgáló kisműtárgyak, árokburkoló elemek, peronszegélyek és a pálya, valamint a hidcsatlakozásánál alkalmazott kiegyenlítő elemek találhatóak. A szerző a gyártmányfejlesztéstől a gyártáson keresztül a beépítésig osztja meg tapasztalatait az olvasóval.



14. kép. EU L30 elemekből épített peron, Ukk

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a MÁV, valamint a vasútépítésben járatos tervező, kivitelező cégek szakembereinek. A vizsgálatoknál, felméréseknél, később a kialakítás, tervezés szakaszaiban sok értékes tanáccsal és észrevétellel segítettek munkánkat. Köszönöm, hogy a kecskeméti VII. Vasúti Hidász Találkozó szervezői lehetővé tették, hogy szakmai fórumon is bemutassuk eredményeinket. ◀

Fotók: Elekes Ferenc, Hámori Ottó és Hatvani Jenő

Irodalomjegyzék

MÁV Zrt. PVÜ. PMLI: Technológiai utasítás vasbeton hidak építési és felújítási munkáihoz, P-11852/2004. ÁMF-131-1; 132-1; 133-1; 134-1.

Dr.ing. Karsten Körkemeyer–Klaus Wessing: Fogyójtó csatorna építése nagyméretű, négyzet keresztmetszetű, előre gyártott vasbeton elemekkel. Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V., 2006.

Irányelvek előre gyártott elemekből épülő, 1,0; 1,5; 2,0 m nyílású vasbeton kerethidak tervezéséhez. MSc Kft., 2006.

3/2003. (I. 25.) BM–GKM–KvVM együttes rendelete az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőségvizsgálásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól.



Hempel-bevonatok a vasúti hidakon

Erdei László

kereskedelmi vezető

Hempel Magyarországi

Fióktelepe

✉ ler@hempel.com

☎ (1) 411-0990; (30) 620-0403

A Hempel Magyarországi Fióktelepe, a dán Hempel A/S festékgyártó és forgalmazó cég helyi leányvállalata. A cégcsoport 1915 óta áll fenn, és elsősorban a komoly igénybevételnek kitett acélszerkezetek korrózió elleni védelmére szolgáló festékbevonat-rendszerek terén szerzett magának nemzetközi hírnevet. E területek közé tartoznak, a teljesség igénye nélkül, a tengeri hajók, kikötői daruk, olajipari tartályok és természetesen a közúti és vasúti hídszerkezetek is.

A magyarországi leányvállalatot 2003 áprilisában jegyezték be. Célunk az volt, hogy a magyar korrózióvédelmi piacon meghatározó szereplővé váljunk. Első fontos lépésként sikerült szállítói szerződést aláírnunk hazánk egyik meghatározó acélszerkezet-gyártójával, a KÉSZ Kft.-vel 2004-ben. Kapcsolatunk azóta is töretlen. Komoly erőfeszítéseket tettünk annak érdekében, hogy hidász területen is érvényesülni tudjunk. Ennek első eredménye egy vasúti híd rekonstrukciója volt 2005-ben (Sáp Keleti-főcsatorna híd). Igazán komoly előrelépést 2007-ben sikerült megvalósítani, amikor is összesen 16 kisebb-nagyobb híd karbantartása végződött Hempel festékbevonat-rendszer alkalmazásával. 2008-ban az Északi vasúti összekötő híd elnyerése jelezte azt, hogy a cég hidász területen is sikerrel vetette meg a lábát.



2. kép. Szeged-Algyő Tisza-híd

A következőkben azokat a munkálatokat ismertetem röviden, amelyek valamilyen szempontból kiemelkedőek voltak vagy térségi, vagy országos szinten.

két rétegből álló, etil-cink-szilikát és polisziloxán festékréteg alkalmazása, mindösszesen 200 mikron száraz rétegvastagságban (1. kép).



1. kép. Poroszlói vasúti híd

Poroszlói vasúti híd

A 2007. év legnagyobb méretű, közel 10 000 négyzetméteres karbantartási munkája volt a poroszlói vasúti híd rekonstrukciója. Két okból is különleges volt.

Egyrészt a főtartók belső terében is kellett alakítani egy időtálló festékbevonat-rendszert. Ez a hely szűkössége miatt is nehéz volt, továbbá olyan rendszert kellett alkalmazni, amely képes alacsonyabb felület-előkészítés mellett is jó tapadást biztosítani, a kialakuló, szinte állandó pársnedves környezetben is védelmet nyújtani.

Másrészt elkészült egy különleges és jövőbe mutató bevonat tesztfelülete a híd kültéri szerkezetén. Külföldön már bevált,

Szeged-Algyő Tisza-híd

A híd karbantartása már 2006-ban elkezdődött. A terv akkor is az volt, hogy a jelentős méretű hídszerkezet több lépcsőben kerül felújításra. Az utolsó lépcső az idei évben valósul meg. Ennek a munkának az érdekessége, hogy 2006-ban egy másik szállító rendszerével indultak el a munkálatok, az elmúlt évtől a Hempel által szállított festékek kerültek felhasználásra. Külön odafigyelést igényelt a rendszerek közötti kompatibilitás, valamint az átvonó réteg azonos színárnyalatának biztosítása (vascsillámos DB603 árnyalat). Az összeférhetőség biztonságát külön laboratóriumi teszteredmények is alátámasztották (2. kép).



3. kép. Gyomaendrődi Hármas-Körös vasúti híd

Gyomaendrődi Hármas-Körös vasúti híd

A híd teljes felújítása két évig tartott. A különböző igénybevételek és felületek alapján négy különböző rendszert hordtunk fel. A kevésbé terhelt részeken normál, 240 mikron teljes rétegvastagságú, cinkporos epoxi alapozóval ellátott bevonatot alkalmaztunk. Az erősebben igénybe vett felületeken ennek egy erősített, 320 mikronos verzióját is használtuk. A járófelületek esetében a közbelső rétegbe szórt kvarchomok segítségével csúszásmentes bevonat is készült.

A projekt külön érdekessége, hogy a felület-előkészítés során fény derült arra, hogy az acélszerkezet jelentős része az építéskor cinkkel-fémszórt réteget is kapott. Ezekben a részekben a tapadás gyengesége miatt nem lehetett a cinkporos epoxi festéket alkalmazni, ezért ezt egy felülettoleráns epoxi mastic alapozóval váltottuk ki (3. kép).

Erdei László a Veszprémi Egyetemen szerzett vegyészmérnöki oklevelet 1994-ben. MBA tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen 2004-ben fejezte be, majd 2007-ben korróziós mérnök minősítést kapott (FROSIO).

1995 óta többféle területen különböző beosztásban dolgozik, a szolgáltatás és a termékértékesítés vonatkozásában szerez széles körű tapasztalatot. 2003 óta foglalkozik korrózióvédelmi bevonatrendszerekkel és az ehhez kapcsolódó szakmai tanácsadással!



4. kép. Bajai Duna-híd

Bajai Duna-híd

Ez a munka a cikk írásakor még nem kezdődött el, és a bevonatrendszer kiválasztása sem történt meg. Említésre méltóvá teszi egyrészt a munka mérete, másrészt a kiírt technológia. A finanszírozás, mint oly sokszor, komoly hatással van a technológiára. A híd korábbi felújításakor csak részben került új bevonat a szerkezetre, ezért most olyan helyzet állt elő, hogy

a legregebbi, alkid bázisú rendszer már teljesen leromlott, emiatt teljesen el kell távolítani. A korábban már felújított, epoxi-poliuretán rendszerrel védett részekben azonban a tapadáserőtlenség még ma is elfogadható, ezért mindössze az átvonó réteget kell felújítani, elsősorban az egyseges összkép kialakítása érdekében. Ennek következtében itt is felmerülnek mind összeférhetőségi, mind felület-előkészítési kérdések (4. kép).

M43-as Tisza-híd

A cikk írásakor erről a beruházásról állt rendelkezésre a legkevesebb információ. Itt ugyanis új híd építéséről van szó, ahol a technológia kialakítása több okból is hosszas egyeztetéseket igényelt. Külön említést érdemel a hídszerkezet „öszvér” jellege, valamint a beruházó „különleges” garanciális és élettartam-elvárása. Erre a későbbiekben még visszatérünk!

Északi vasúti összekötő híd

A projektet mind mérete, mind stratégiai fontossága okán ki kell emelni. Komoly előkészületek után került sor a régi hídszerkezet eltávolítására, amely egyedi műszaki megoldásokat igényelt mérete és kialakítása miatt egyaránt. Az új szerkezet szállítása szintén különleges odafigyelést igényelt Csepel és Észak-Pest között, Budapest gazdag hídállománya miatt. A festékbevonat-rendszer kapcsán érdekesség, hogy többféle rendszert alkalmaztunk annak függvényében, hogy új szerkezet készült, vagy régi, felújított szerkezet korrózióvédelmét kellett megoldani (5. kép).



5. kép. Északi vasúti összekötő híd



6. kép.
Fekete-Körös-
híd

Egyéb híd munkák

Az elmúlt két évben összesen 25 hídnál alkalmaztak Hempel bevonati rendszert. Ezek között voltak részleges és teljes felújítások, új építések és karbantartások, számos esetben egyedi igények és különleges műszaki megoldások. Néhány példa:

Mint már korábban említettük, gyakran kell alkalmazkodni a rendelkezésre álló pénzügyi lehetőségekhez, ezért több esetben csak részlegesen újították fel a hidakat. Erre nyújtanak példát a Fehér- és Fekete-Körös-hidak, ahol kizárólag a híd járófelület feletti szerkezetén végeztünk karbantartást (6. kép).

Több alkalommal is vizsgálni kellett az egyes rendszerek közötti összeférhetőségeket. Erre jó példa a ráckevei Duna-híd, ahol a korábbi, klórkaucsum bázisú rendszert nem távolítottuk el teljesen. Mindössze egy kézi-gépi felület-előkészítést tudtunk megvalósítani. Külön vizsgáltuk cégünk felülettoleráns epoxi mastic alapozóját. A tapadásvizsgálat pozitív eredménye alapján a munka a részleges felület-tisztítással valósult meg.

A legkülönlegesebb igénnyel a szemere-telepi gyalogos-felüljáró építéskor találkoztunk. A tűzoltóság makacsul ragaszkodott ahhoz, hogy a teljes szerkezet, közte a járófelület is, minimum 30 perces tűzgátló bevonatot kapjon. Többszöri egyeztetés és műszaki tájékoztatás után voltak csak hajlandóak elfogadni az inkább korrózió elleni védelemre alkalmas rendszer megvalósítását (7. kép).

Festékbevonat-rendszerek

Szakmai körökben közismert, hogy Magyarországon ahhoz, hogy bármely szállító festékbevonat-rendszere alkalmazható legyen hídszerkezeteken, külön engedélyekre van szükség. Ezek az ÉME-



7. kép. Szemere-telepi gyalogos-felüljáró

engedélyek. Vasúti hidak esetében ehhez még hozzájön a külön MÁV általi jóváhagyás is. Cégünk jelenleg 11 különböző bevonattal van jelen ezekben a rendszerekben, tehát a választási lehetőségek szélesek. Külön érdekesség, hogy kivétel nélkül mind epoxi-epoxi-poliuretán felépítésűek. Az eltérések elsősorban az alapozó és az átvonó pigmenttartalmából erednek.

Újdonságok, egyediségek

A fentiek, valamint több más ok is arra ösztönöz bennünket, hogy új technológiai megoldásokat igyekezzünk megvalósítani.

Erre volt példa a poroszlói hídon tesztelt új felépítésű bevonat kipróbálása is. Igyekezzünk olyan termékekkel újítani jóváhagyott rendszereinket, amelyeknél a magasabb szárazanyag-tartalom segít a kibocsátott szerves oldószer anyag (VOC) mennyiségének csökkentésében.

Rendszereink megfelelnek a 2007-ben megújított MSZ EN ISO 12944-5 szabvány szigorított feltételeinek. Ennek lényege, hogy adott korróziós környezet esetében a teljes száraz rétegvastagságok értékét az egyes élettartam-elvárásokkal párhuzamosan emelték.

Tekintettel a kivitelezőkre, igyekezzünk a rétegszámok csökkentésével elősegíteni a kivitelezések rugalmas megvalósítását.

Az utóbbi időben az eddig megszokott elvárásokkal szemben új, lényegesen ma-

Summary

The article try to show Hempel's experience in connection with coating systems for bridges based on Hungarian and international references. In the beginning it shows a short introduction of the company and a historical summarization of Hempel Branch Office in Hungary. In case of all projects it mentions some specialities or curiosities mainly connected by the paints, application technology or specification. Finally it notices some fresh information about standards, newly developed painting systems and warranty requirements.

gasabb és feltételeiben tisztázatlan igények jelentkeztek a garanciával és élettartammal kapcsolatban, amelyek véleményünk szerint sürgős egyeztetéseket igényelnek a beruházók, a fővállalkozók, a kivitelezők és a festékszállítók között, a közös álláspont kialakítása érdekében.

Nemzetközi híd referenciák

Végezetül szeretnénk bemutatni két referenciamunkát Németországból és Angliából, amelyek nemzetközi viszonylatban is alátámasztják tapasztalatainkat és hozzáértésünket (8., 9. kép). ◀



8. kép. Kronprinzen híd, Berlin



9. kép. Tower-híd, London

Folyami vasúti hidak vízmosás elleni védelme Reno matrac víz alatti beépítésével

A folyómedrek és környezetük állandóan változik. A folyami vasúti hidak is ki vannak téve az eróziós folyamatoknak. A káros hatások elleni védelem egyfajta módját, eddigi alkalmazását mutatjuk be.



Oltványi József

műszaki igazgató
Szeviép Zrt.

✉ oltvanyi@szeviep.hu

☎ (62) 624-624



Sebesvári Judit

projektvezető
Szeviép Zrt.

✉ sebesvari@szeviep.hu

☎ (62) 624-624

A vizek okozta kártételek a víz levonulásának szempontjából akadályt jelentő mederpillérek esetében jelentősek lehetnek. Ezek a folyamatok időben változóak és eltérő mértékűek, ami a folyó mindenkori vízmozgásával, vízjárásával magyarázható. Amennyiben a változó vízsebesség a meder anyagára nézve kritikus érték fölötti, akkor kimosódások keletkeznek, ha az alatti, akkor lerakódások jelentkezhetnek. A vízsebesség változását a mederpillérek akadályképző hatásukkal nagyban befolyásolják. A pillérek körül turbulens vízmozgás alakul ki. A hídpillér vízfolyás szerinti felső végén a vízmagasságban duzzasztást, míg az alsó végén örvénylést okoz. Az örvénylések nagyobb vízsebesség kialakulását idézik elő. A mederelfajulások ezeken a területeken jelentős mértékűek is lehetnek. A pillérek mederbelti elhelyezkedésüktől függően más és más mértékben vannak kitéve a vízmozgás okozta eróziós hatásoknak.

Summary

The river beds and their environments are in constant change. The piers of the railway bridges being in river bed are liable to erosion procedures. In protection against harmful effects one kind of method and its application is shown till nowadays by the Structural- and Water-builder Joint-Stock Company (Szeviép Co.)

A vasúti hidak környezetében a medrek ellenőrző geodéziai állapotfelmérését általában ötvenként, valamint a folyón történő nagyvízi levonulás után kell elvégezni. Az ellenőrzések folyamán meg kell vizsgálni a pillérek közvetlen környezetét és a folyómeder bizonyos szakaszát a medermorfológiai szempontok által meghatározott hosszban.

Az elmúlt tíz évben a hidrológiai események sokfélesége megkövetelte a hidak környékének komplex felülvizsgálatát egész Magyarország területén.

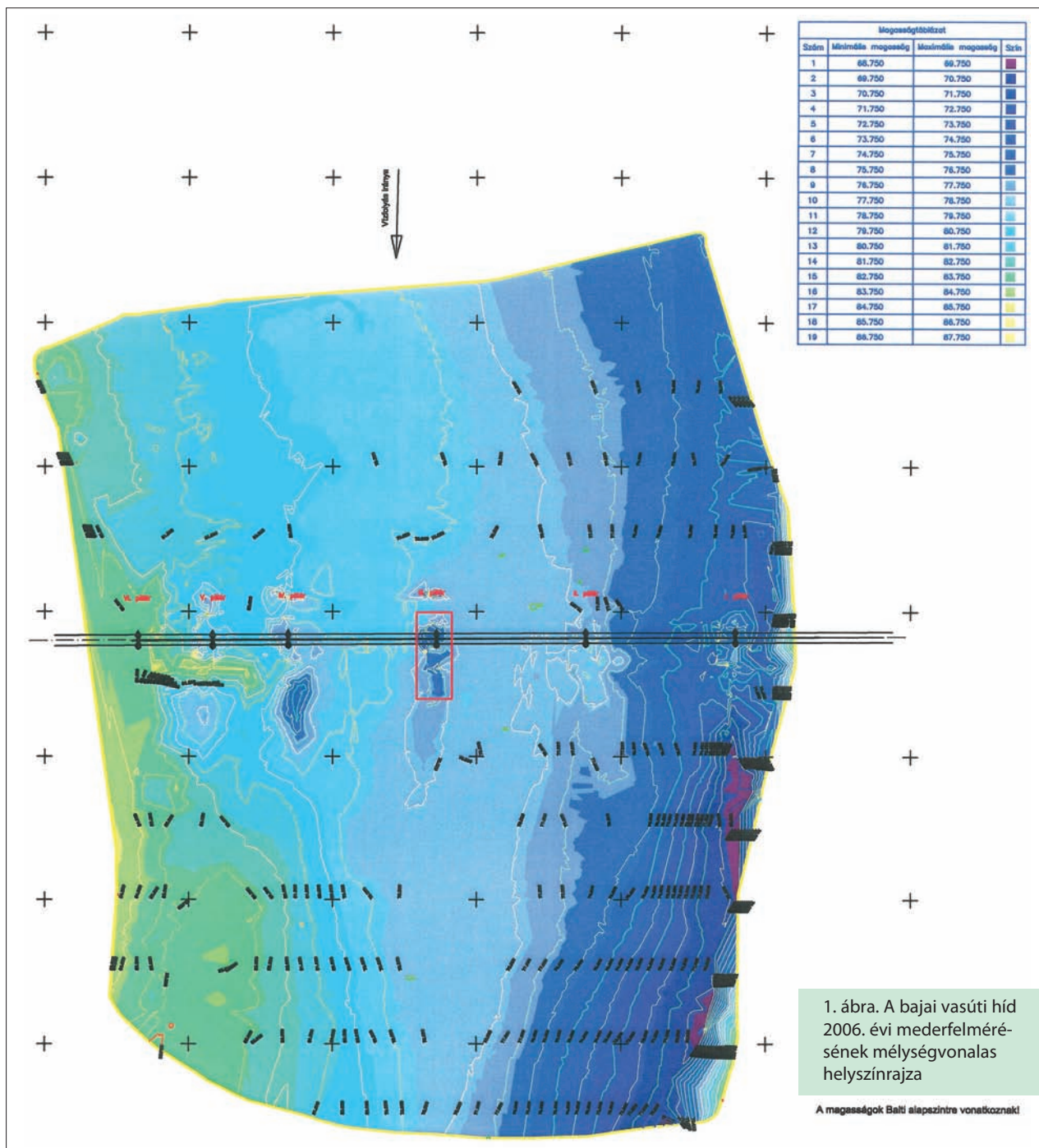
A mérés minden esetben kiterjedt a híd tengelyétől számított 200-200 méteres területre. A mederfelmérést Thales Navigation Z-MAX, ProMark500 típusú centiméteres pontosságú GPS technológiával működő helymeghatározó mérőrendszerrel végezték. A durva ellenőrzés Garmin GPSmap 60Cx típusú kézi GPS készülékkel, a vízmélységek meghatározása Sonar-Lite ultrahangos mélységmérő berendezéssel történt. A kontrollmélységeket 2 centiméter osztású 2,5 centiméter átmérőjű szondarúd alkalmazásával állapították meg. Az alkalmazott rendszer a meghatározott mérés pontossági követelményeit egyértelműen kielégítette. A mérőrendszer lehetővé tette a másodpercenkénti mintavételezést, amely másodpercenkénti EOVS, EOVS és vízmélység egyidejű adathármas rögzítését jelentette. A parti geodéziai méréseket Leica TCR 407 Ultra power típusú mérőállomással végezték

el. A feldolgozás végterméke háromdimenziós felületmodell, valamint 25-5 méterenkénti keresztmetszelvevények.

Az eredmények 11 híd esetében követeltek meg mielőbbi beavatkozást. A Szegei Területi Igazgatóság területére eső jelentős beavatkozásokat a következőkben mutatjuk be.

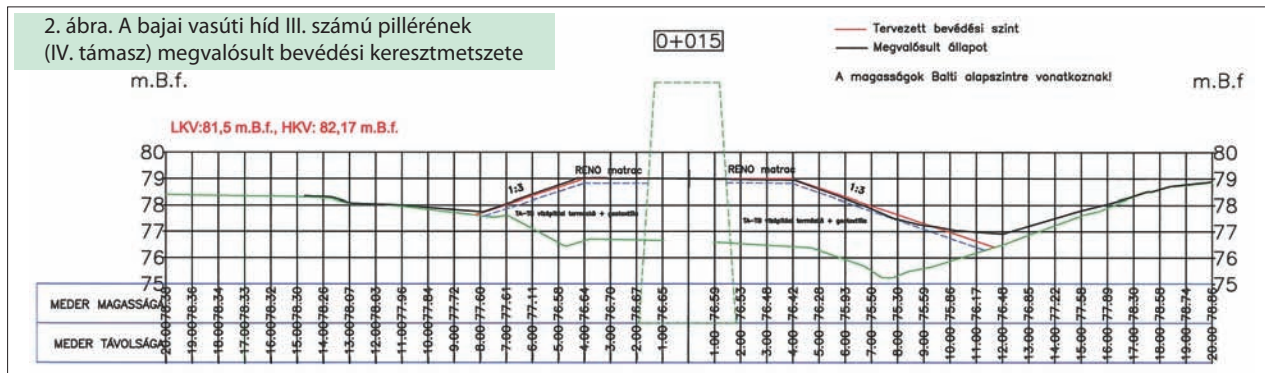
Oltványi József a Szeviép Szerkezet és Vízépítő Zrt. igazgatója. Diplomáját a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Főiskolai Karán védte meg. Ezt követően közgazdász üzemmérnök diplomát szerzett. A 25 éves gyakorlata alatt az ország egész területén, a Dunán és Tiszán egyaránt jelentős vízépítési munkát végzett. Munkája során nagy szakmai tapasztalatot szerzett a folyami hidak pillér- és partvédelmi munkáiban. Ezek közül különösen említést érdemel a Körös-torokvág, valamint az M43 autótűt Tisza-hídjánál végzett part és mederbiztosítási munka.

Sebesvári Judit a Pollack Mihály Műszaki Főiskola Vízgazdálkodási Intézetében 1995-ben építőmérnöki oklevelet szerzett. Ezt követően a JATE Természettudományi Karán 1997-ben okleveles környezetvédő diplomát szerzett. A közgazdasági szakokleveles mérnöki képesítését a Pénzügyi és Számviteli Főiskolán 1999-ben kapta, 2004-ben sikeresen védte meg okleveles építőmérnöki diplomáját a BME Építőmérnöki Karán. A 13 éves szakmai gyakorlat alatt vízmérnöki tervezői, felelős műszaki vezetői és építési műszaki ellenőr jogviszonyt kapott. Az elmúlt időszakban számtalan vízépítési létesítmény tervezését, kivitelezését irányította.



1. ábra. A bajai vasúti híd 2006. évi mederfelméréseinek mélységvonalas helyszínrajza

A magasságok Balti alapszintre vonatkoznak!



A védelmi munkák egy része a mederben lévő pilléreket érintette, más része a mederben található parti pilléreket. A beavat-

kozások módja függ a környezet állapotától, hidrológiai, vízrajzi sajátosságaitól, valamint a hídpillérek elhelyezkedésétől.

A mederpillérek és környezetük védelmének egyik módszere a Reno matrac víz alatti beépítése. Ezt az eljárást Ma-



1. kép. A bajai vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkája, kőszórás készítése

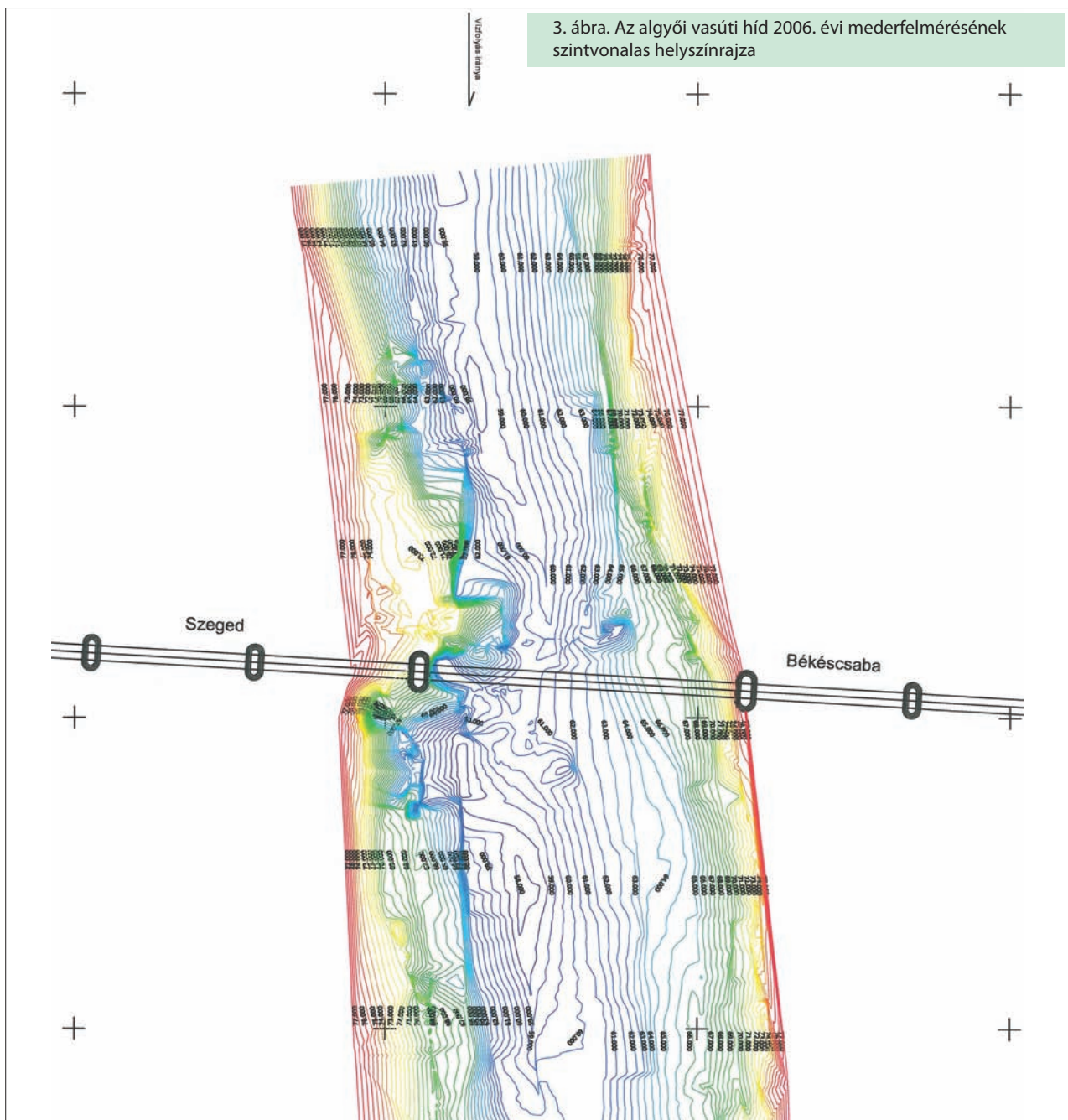
gyarországon a Szeviép Zrt. szabadalmaztatta.

Az eljárás lényege: a pillér közvetlen környezetében lévő kimosódást, túltöltődést előzetes mederkotrással és akadály-

eltávolítással elő kell készíteni. Az előkészített mederfenékre kerül a szűrőszövet a mederanyag kimosódásának megakadályozása érdekében. A szűrőszövetet bűvármunkával rögzíteni kell a mederfenéken. Az így készített mederfenékre kerül a vízépítési terméskő a geometriai előírásoknak megfelelően. A pillérvédelmet meghatározott részsűben kell megépíteni LMA5/40 fagyálló vízépítési terméskőből. A védelem lezárásaként a megadott kialakítás szerint Reno matrac (tűzhorganyzott acélháló 6 × 8 lyukbőség, 2,2 huzalvastagság, méret: 6 × 2 m) kerül. A matracokat a szárazföldön össze kell dolgozni, CP 63/180 vízépítési zúzottkővel meg

kell tölteni és tűzőkapcsokkal össze kell tűzni. Az összedolgozott matracokat speciális hidraulikus beemelő kerettel kell a kijelölt helyre lerakni. A lerakás helyét bűvármunkával ellenőrizni kell. A matracokat szorosan egymás mellé kell helyezni, és össze kell kapcsolni a víz alatt. A helyreállított pillérvédelemről bemérést kell készíteni.

Ugyancsak vizsgálni kell a helyreállított védőmű környezetére gyakorolt hatását. A felülvizsgálatok gyakoriságát akkor lehet csökkenteni, ha további kimélyülések nem tapasztalhatók, a meder a pillérek környezetében egyensúlyba került és konszolidálódott.



3. ábra. Az algyői vasúti híd 2006. évi mederfelmérésének szintvonalas helyszínrajza

A kivitelezéshez felhasználandó anyagok, eszközök

Vízépítési terméskő: LMA5/40 (index kg-ban értendő), vízépítési zúzottkő: CP63/180 (index mm-ben értendő), szűrőszövet (minimum 200 g/m²), Reno matrac (tűzhorganyzott acélháló, méret: 6 × 2 m, 6 × 8 lyukbőség, 2,2 huzalvastagság).

Eszközök és felszerelés

1 db géphajó, 1 db hidraulikus merevgémes úszókotró, 2 db 500 tonnás hordképességű uszály, 1 db életvédelmi motorcsónak, 1 db speciális hidraulikus önkiváló matracberakó keret.

A módszer előnye, hogy rövid idő alatt kiépíthető a komplex pillérvédelem. A műszaki beavatkozás a folyómedrekben közvetlenül végezhető, nem kell száraz munkatér a kivitelezéshez. A kivitelezést csak a folyó hajózhatósági paraméterei befolyásolják. A matracok elhelyezésére a kisvízes időszakban történő kivitelezés a legelőnyösebb. Fenntartási munkát nem igényel, utófelmérésekkel kell a védelem állapotát időszakosan ellenőrizni.

Az 1990-es években már készült pillérvédelmi beavatkozás a makói, az algyői és a bajai vasúti hidaknál. A bajai híd I. számú sodorvonalon lévő pillérének Gabion dobozos védelme a 2008. évi ellenőrző mérések alapján megroskadt, megcsúszott, helyreállítása szükségessé vált a védendő terület kiterjesztésével. A makói vasúti hídnál az ellenőrzések nem mutatnak károsodást sem a pillérvédelemben, sem a környezetében. Az algyői vasúti híd pillérvédelme az 1990-es években csak részben valósult meg. A mederpillér alvízi sodorvonal felőli végét védték csak meg. Az elkészült részleges beavatkozás csupán átmeneti megoldásként szolgált. Az algyői vasúti híd pillérénel a mederelfajulások to-



2. kép. Algyői vasúti híd, Reno matrac beemelő kerettel



3. kép. Az algyői vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkája, Reno matrac beépítése víz alatt



4. kép. A kunszentmártoni vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkái, Reno matracos partvédelem

vább folytatódtak, a védelem nélküli területeken a víz romboló hatása érvényesült.

A parti pillérek védelme érdekében bizonyos esetekben elegendő a szűrőszövetre helyezett kőszórásos védelem. Ez függ a medermorfológiától, a vízfolyás vízrajzi jellemzőitől és hidrológiai sajátosságaitól egyaránt. A bevédések ilyen módjának fenntartását – szükség esetén – a kőszórás időszakos pótlásával kell végezni.

Bátaszék(kiz.)–Baja vasútvonal (789 + 11 hm) bajai Duna-híd pillérvédelmi munkája

A bajai vasúti híd III. pillérének (IV. támasz) védelme készült el 2007-ben. A mélységvonalas helyszínrajz mutatja a meder-

elfajulásokat, valamint jelöli a bevédendő területet. A pillért Reno matrac víz alatti fektetésével védték meg (1., 2. ábra; 1. kép).

Szeged-Tiszai pu.–Békéscsaba vasútvonal (1668 + 73 hm) algyői Tisza-híd

A jobb parti pillér felvízi oldalán jelentős mértékű mederfeltöltődés alakult ki. Ez a feltöltődés nagymértékben korlátozta a víz levonulását, és a sodorvonalon mélyítette a medret. Közvetlenül a jobb parti pillér mellett több mint 10 méteres mélységváltozás volt kimutatható egy jelentős területen, ami a pillér állékonyosságát veszélyeztette. A pillért Reno matrac víz alatti fektetésével védték (3. ábra; 2., 3. kép).



5. kép. A kunszentmártoni vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkái



6. kép. Gyomai vasúti híd, Reno matrac beemelése

Tiszatenyő–Szentés vasútvonal (332 + 00 hm) kunszentmártoni Hármas-Körös-híd

A jobb oldali partél az árvízi terhelések hatására megcsúszott kb. 10-20 centiméterre 50-60 méter hosszban. A 100 fm-es Reno matracos partvédelem készült a pillér védelmében (4., 5. kép).

Gyoma–Dévaványa 481 + 00 szelvény: gyomai Hármas-Körös-híd

A gyomai vasúti híd mederpillérének bevédése Reno matrac víz alatti fektetésével, valamint környezetének rendező mederkotrásával valósult meg (6. kép).



7. kép. Fekete-Körös vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkái



8. kép. Fehér-Körös vasúti híd 2007. évi helyreállítási munkái

Békéscsaba–Kötegyán oh. 660 + 89 szelvény: Fekete-Körös-híd

A bal parti pillér közvetlen környezetében alakult ki medererózió. Az eróziós folyamatok továbbfejlődését szűrőszövetre helyezett kőszórással akadályozták meg (7. kép).

Békéscsaba–Kötegyán oh. 710 + 54 szelvény: Fehér-Körös-híd

A bal parti pillér közvetlen környezetében alakult ki medererózió, a folyamat továbbfejlődése szűrőszövetre helyezett kőszórással szűnt meg (8. kép).

Mezőtúr–Szarvas 139 + 00 szelvény: szarvasi Körös-híd

A szarvasi vasúti híd jobb parti mederelfajulást kőszórással vezetómű kiépítésével akadályozták meg (9. kép). ◀



9. kép. Szarvasi vasúti híd 2007. évi partvédelmi munkái



A műanyagok jelentősége a vasútépítésben

Úízi Gábor

területi főmérnök
MÁV-Thermit Kft.

✉ gabor.vizi@mav-thermit.hu

☎ (56) 413-210, (20) 964-3597

A 20. század végére az üvegszál-erősítésű műanyag kompozitok széleskörűen elterjedtek az ipar területén. Ez főként az építőiparra és a járműgyártásra volt jellemző. Kiemelkedően jó tulajdonságaik okán a vasúti pályáknál is megjelentek, elsősorban a biztonságos közlekedést befolyásoló jelzők és fénysorompók szigetelési pontjainak kialakításánál, továbbá a rezgés és zajvédelem, valamint az olaj és vegyi anyagok gyűjtőjeként.

A MÁV-Thermit Kft. 1997-től foglalkozik a különböző sínrendszerekben szigetelt kötés kialakítására alkalmas polimer kompozit hevederekkel.

Ezek további előnyei:

- könnyűek,
- tökéletes az elektromos szigetelési képességük,
- korróziómentesek,
- jók a mechanikai tulajdonságaik (húzás, nyírás, nyomás),
- hosszú élettartamúak, kiváló a fagy- és UV állóságuk.

2008. januártól megszereztük a Green Track környezetvédelmi gyűjtőtálca és a Green Bridge járólemeztermékek kizárólagos értékesítési és beépítési jogát a MÁV és a GYSEV területén.

Green Track környezetvédelmi gyűjtőtálca

A Green Track környezetvédelmi gyűjtőtálca a vágányok védelmére és a vágányokra hulló anyagok összegyűjtésére szolgál. A tálcacselemek a sín gerincéhez illeszkednek, a feladat ellátásához szükséges esést a gyárban alakítják ki.

A gyártás során először a félkész termék készül el, majd az adott sínrendszernek, aljtávolságnak, alj- és kapcsolószereknek, valamint az igénybevételnek megfelelően alakítják ki a végterméket (normál mosó, üzemanyag-lefejtéshez alkalmas, vegyi anyagoknak ellenálló tálcák).

A beépítés során nem szükséges a jó geometriájú vágányt átépíteni. A csőrendszer telepítése után a tálcacselemek felülről bepattinthatóak és sziloplaszttal vízhatlan szigetelés alakítható ki.



Rétegtelt üvegszövet-erősítésű műanyag heveder

A beépítési idő 15-20 vágányméter naponta.

A Green Track tálcákkal meglévő vasbeton tálcás rendszereket is lehet újraburkolni. Amennyiben megszűnik a vágány funkciója, a tálcák áttelepíthetők, hasonló műszaki adottságú vágányban újra felhasználhatók.

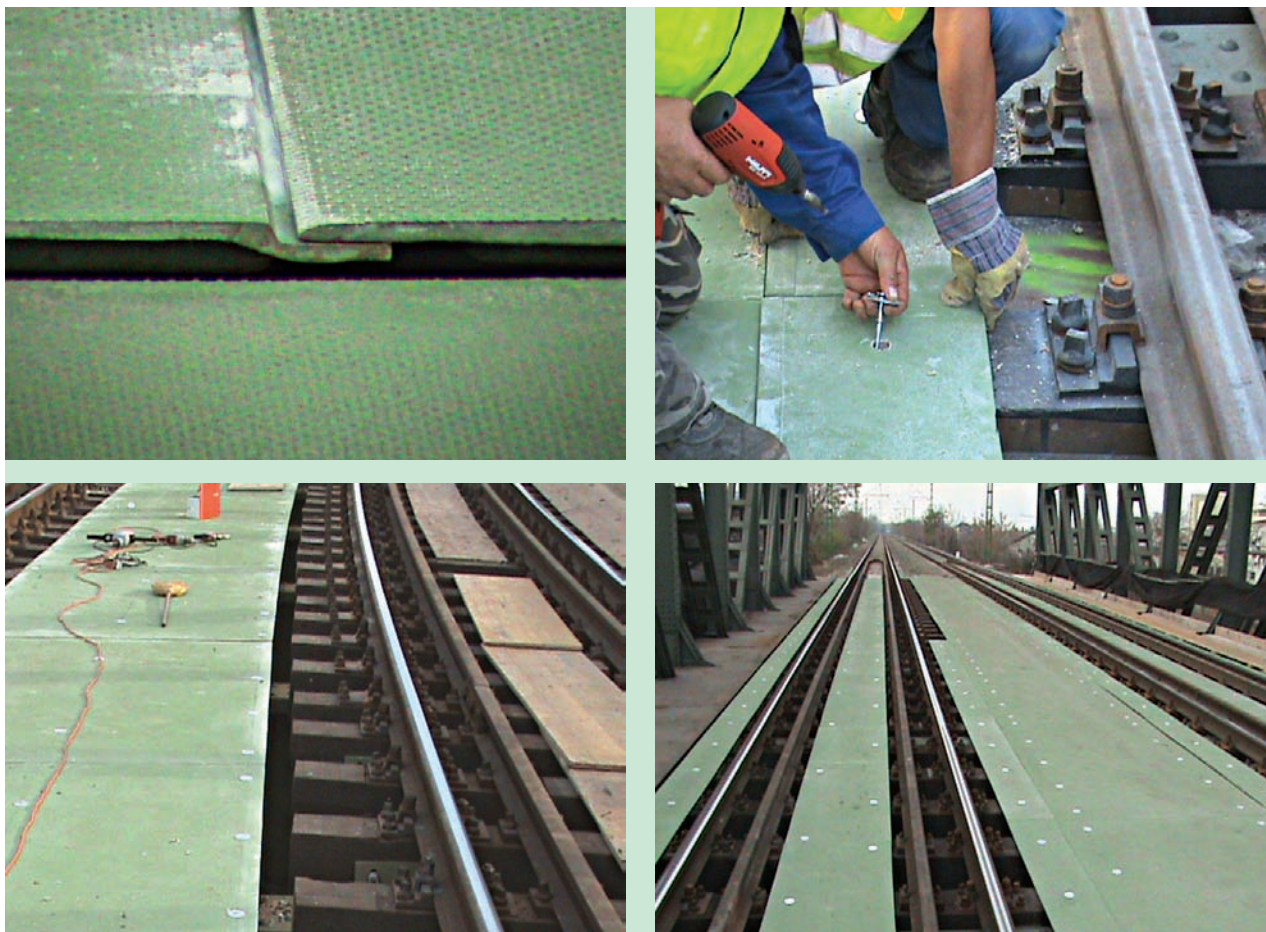
Ajánlott felhasználási területek:

- állomási vonatindító vágányokon, a dízelmozdonyok tartózkodási körzetében,
- állomási olajfeladó és egyéb lefejtő vágányokon,



Green Track környezetvédelmi gyűjtőtálca





Green Bridge hídjárólemezek és felszerelésük

- mozdonyok üzemanyag-töltési helyén,
- szerelővágányokon,
- vasúti járművek mosó-, tisztítóvágányain,
- javítást igénylő meglévő vasbeton tálcák burkolására.

Green Bridge járólemez

A konferenciához szorosabban kapcsolódó termék a Green Bridge hídjárólemez, amely az acél, recés járólemez korszerűbb fajtája, annak kiváltására szolgál.

Napjainkban a környezetvédelemben egyre nagyobb hangsúlyt kap a zaj- és rezgéscsillapítás. Ennek megoldására kitűnő terméket találtunk a Green Bridge járólemezben. Az első magyarországi alkalmazása Budapesten, a Déli összekötő hídon történt, ahol a Nemzeti Színház közelsége miatt meg kellett oldani az acélhídon közlekedő vonatok által keltett zaj csillapítását.

Anyagáról, összetételéről a következőket lehet tudni:

- Szendvicsszerkezetű anyag, üvegszövet- és műgyanta-erősítésű OSB farostle-

mez, kiemelkedő hangszigetelés igénye esetén peműbel hangelnyelő réteggel kiegészítve.

- Súlyja: 16 kg/m² (összehasonlítva a 7 mm vastag acél recéslemez súlyja: 51,8 kg/m²).
- A járólemezek felső rétege mikrotüskékkel van ellátva, így még olajos állapotban is megfelelően csúszásellenálló.
- Alsó felületük minden esetben peműbel szalagon keresztül érintkezik az acéltartókkal.
- A járólemezek 5-8 cm-es átlapolással fedik egymást, erőátadás szempontjából ez megfelelő, de kisebb mérethiányokat is lehet ezzel korrigálni.

A kivitelezés során nagy hangsúlyt kell fektetni a pontos felmérésre, a tervek elkészítésekor szintén törekedni kell a pontosságra, a hid- és pályaszerkezetek utólagos (járólemezek gyártása közbeni) változtatását kerülni kell.

A Green Bridge hídjárólemez érzékeny pontja az OSB farostlemez megfelelő szigetelése a nedvesség ellen. Kísérleti jelleggel néhány táblánál (ahol szükséges volt, az üvegszövet burok megsértése a lemez helyszíni beszabásánál) sikeresen alkal-

maztuk a vágott felület sikaflax műgyantával való kezelését. Ez idáig rugalmas, vízmentes az utószigetelt felület, a lemezen elváltozás jelei nem láthatók.

A kivitelezés során szükségszerűen át kell fúrni a lemezt a szigetelési pontoknál, itt a furat palástját ecetsavmentes szilikonnal kell szigetelni. Ezután lehet becsavarni a rozsdamentes Hilti leerősítő szerkezet. Hídfába rozsdamentes tárcsás facsavart hajtunk be, az acéltartóba menetes szeget kell belőni, és ezután menetes tárcsával kell azt lezárni.

Előnyei a kivitelezésnél:

- Az elemeket két ember könnyen tudja mozgatni.
- Gyorsan szerelhető, hat fővel napi 50 m² elvégezhető, az elemek bonyolultságától, darabszámától függően.
- A helyszínen nem kell mázolni, javítani.

Ajánlott felhasználási területek:

- Acélszerkezetű hidaknál a recéslemez kiváltására, a karbantartási költségek csökkentése céljából, egyben a zaj- és rezgésártalom csökkentésével a környezet védelmét is megvalósítva.

Summary

Glass-fibre reinforced polymer composite materials have been widely spread in the industry (construction, vehicle production, etc.) lately. The author takes a Hungarian railway construction company, the MÁV-Thermit Ltd. to demonstrate both introduction and application of some polymer composite products at the national railway company. In this course, product information as well as technical details and application advantages will be discussed regarding ecofriendly waste collecting tray and drainage system 'Green Track', low-noise railway bridge elements 'Green Bridge' and various product lines of Russian company Apatech. All of above products meet high requirements of railway construction, have low weight to reduce costs and long life-cycle to enlarge the same of railway or track elements. Due to ready-to-use (prefabricated) product elements, train stops will decrease. Products are developed environment-friendly and free to change their site of application. The author is chief engineer at the MÁV-Thermit Ltd. who has many years experience that let him recommend above high quality products to colleagues in the railway construction.

- Vasbeton lemezes gyalogos-felüljárók (és lépcsők) burkolatának lecserélésére. A főtartók terhelését elosztja, ezáltal élettartamukat meghosszabbítja. Itt is csökkennek a karbantartási költségek, továbbá a környezeti terhelés mértéke.
- Gyalogos-aluljáróknál a folyókák recés-lemez-fedelének kiváltására.
- Váltóhajtóművek fedelének pótlására (különösen ott, ahol a fémtolvajok miatt hiányzik).
- Kábelcsatornák lefedésére, fedelük pótlására.
- Burkolt árkok lefedésére.

Az Apatech cég műanyag termékei

A MÁV-Thermit Kft. figyelemmel kíséri az orosz Apatech cég műanyag kompozit hídszerkezeteit, vízelvezető elemeit, kábelcsatorna-termékeit, melyek forgalmazására az Európai Unió területén szerződésben kapott felhatalmazást.



Műanyag alapanyagú hídszerkezetek



Ezekre a szerkezetekre is jellemző a könnyű súly, ami által szállítási, rakodási költségeket lehet megtakarítani, valamint kisebb méretű és olcsóbb alapozást tesznek lehetővé.

Alkalmazásukkal a vasútüzem minimális zavarása valósul meg; a kivitelezés során számottevően csökken a vágányzári órák száma. Figyelembe véve hosszú élettartamukat (egyes termékeknel a gyártó ötven évre vállal garanciát az anyagra!), rendkívül jelentős mennyiségű karbantartási órát és anyagköltséget takaríthatunk meg, mert a korróziómentesítés és a mázolás szükségtelen.

A műanyag kompozit termékek tulajdonságainak összefoglalása

- A vasútépítésben megkívánt jó mechanikai tulajdonságokkal (húzás, nyomás, nyírás, csavarás) és megfelelő biztonsági tartalékokkal rendelkeznek.
- Kis szerkezeti súlyuk okán az építési (szállítási, rakodási) költségek jelentősen csökkennek.
- A kivitelezés teljes mértékben előre gyártott elemekkel történik, a helyszínen csak szerelési, tömítési munka folyik. A vágányzári idő a minimálisra csökken, mert a munka szakaszosan is végezhető.
- Anyaguk az ultraviola sugárzásnak, fagynak ellenáll, élettartamuk hosszú, a következő vágányátépítési ciklust eléri vagy meghaladja.
- Karbantartási költségük töredéke az acélszerkezetekhez és a vasbeton szerkezetekhez viszonyítva. Semmilyen felületi kezelést (homokszórást, festést, mázolás) nem igényelnek.
- Jelentős környezetvédelmi hatások van, főleg a zaj- és rezgéselnyelés területén.
- Természetes közegben nem lépnek reakcióba más anyaggal, és nem bomlanak.

• Amennyiben a beépítés helyén megszűnik funkciójuk, áttelepíthetők máshová. Megállapíthatjuk tehát, hogy a műanyag kompozit szerkezeteknek helyük van a vasútépítés területén is. Alkalmazásukkal komoly előnyöket lehet elérni az eddig használt acél- és vasbeton szerkezetekkel szemben.

A MÁV-Thermit Kft. továbbra is nagy figyelemmel várja a hídepítésben, vasútépítésben és fenntartásban dolgozó kollégák segítő véleményét, tapasztalatait a vasúti felépítményi szerkezeteket érintő problémákkal kapcsolatban, a közös és legeredményesebb megoldások kidolgozása érdekében. ◀

Vízi Gábor 1986-ban érettségizett a szolnoki Jendrassik György Szakközépiskolában, ahol egyidejűleg dízelmozdony-szerelői szakképesítést szerzett. Tanulmányait Győrben, a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán folytatta, ahol 1990-ben diplomázott vasútépítési és pályafenntartási üzemmérnöki szakon. Szakmai munkáját a MÁV szolnoki Pályafenntartási Főnökségen 1990–1997 között pályamesterként, szakaszmérnöként, majd a hézag nélküli pályák ügyintézőjeként végezte. 1997 óta dolgozik a MÁV-Thermit Kft.-nél, kezdetben régióvezetői, majd vállalkozási csoportvezetői munkakörben. 2008-tól a kelet-magyarországi terület főmérnöki feladatainak ellátására kapott megbízást. Pályafutása során beléivódott a pályafenntartásra jellemző felelősségtudat, a biztonságos pályaállapot fenntartásának igénye és szelleme. Kivitelezői oldalról is mindig ennek a legmagasabb szintre emelését és megtartását tartotta céljának. 2008-ban költségzakértői szakképesítést és felelős műszaki vezetői jogosultságot szerzett. A Közlekedéstudományi Egyesület és a Magyar Mérnöki Kamara tagja.



A MÁV KfV Kft. híddiagnosztikai fejlesztései

Balázs Béla

hídszakértő mérnök

MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.

✉ mavkfv@mavkfv.hu

☎ (1) 347-4010

A korszerű hídvizsgálatok a szemléleti vizsgálatoktól egyre jobban eltolódnak a híddiagnosztika, az egzakt módon mérhető és számszerűen értékelhető hibafeltárás irányába. A híddiagnosztikának (a hídállapot vizsgálatának) hibafeltárási és megfelelőséget bizonyító célja van. Megbízható adatokat kell szolgáltatni a híd kezelőjének, üzemeltetőjének a hídszerkezet egészéről, illetve egyes részeiről, hogy döntéseihez ezeket az adatokat céltudatosan felhasználhassa. A cél tehát a döntés-előkészítés.

A hídvizsgálat (diagnosztika) a kivitelezés megkezdésével indul, és végigkíséri azt, ahol a feladat a tervszerűség és az előírt minőség érvényesülésének dokumentálása a cél. A használatbavétel után a rendszeres és kiegészítő hídvizsgálatok során a diagnosztika feladata, hogy feltárja, módszeresen értékelje az esetlegesen előforduló hibákat, hiányosságokat és az azokat előidéző okokat. A rendszeres hídfenntartás (karbantartás és felújítás) első lépése a károsodások felismerése, diagnosztizálása. A következő lépés a diagnózis, a hibák és hiányosságok feltárása, amely tartalmazza

a károsodások elemzését, azok mértékének megállapításával.

A hibák és hiányosságok feltárásához szükséges:

- az előzmények és az előzetes vizsgálatok eredményeinek ismerete,
- megfelelő vizsgálati program,
- szakképzett személyzet és vizsgálati tapasztalat,
- az elvárásokat és a korszerű követelményeket is kielégítő vizsgálati módszerek és eszközök alkalmazása.

A hídvizsgálatot úgy kell megtervezni, hogy az a vasúti, közúti forgalmat, illetve

a híd üzemeltetését a lehető legkevésbé zavarja. A korszerűség követelményeinek megfelelően törekedni kell a roncsolásmentes vizsgálati módszerek alkalmazására, továbbá a vizsgálati adatok helyszíni gépi gyűjtésére, majd azok számítógépes feldolgozására és értékelésére [1].

Hídszerkezetek célvizsgálatai

Az ellenőrző jellegű és a teljes körű, illetve a célirányos (részleges és/vagy specifikus) méréseket továbbá értékelésüket objektív és egységes módon, a mindenkor érvényben levő szabványok, műszaki előírások, valamint szabályzatok és utasítások szerint kell végrehajtani.

A Vasúti Hídszabályzat IX. fejezete alapján célvizsgálatként kell végezni az ágyazatátvezetés nélküli acélhidak pályájának és pályaszerkezetének, a hegesztett hídszerkezetek teherviselő varratainak, az állandó vízfolyások hídjainál a mederszelvény vizsgálatát legalább ötvenként [2]. Továbbá az időszakos fővizsgálatok (III. fokú hídszakértő mérnöki hídvizsgálat) kiegészítéseként szükség esetén, illetve

Summary

Up-to-date bridge examinations are more and more shifted from visual inspections to bridge diagnostics, to fault detection which can be measured in an exact way, and which can be numerically evaluated. Bridge diagnostics (examination of the state of the bridge) has the aims of fault detection and proving the adequacy. Reliable data about the whole bridge structure and some parts of it should be supplied to the manager and operator of the bridge in order that he could use these data for his decisions purposively. The article shows how it is possible to meet these requirements.



1. kép. Újpesti vasúti híd próbaterhelése, pillérrre telepített Deditec mérőrendszer



2. kép. Pinka-híd (MÁV) próbaterhelése, középső keresztmetszetben elhelyezett jeladó

igény szerint célvizsgálatként kell elvégezni a következőket:

- az ismételt próbaterhelést, illetve a terheléses vizsgálatot (ahol a menetrend szerint közlekedő vonat a próbaterhelő jármű);
- az acélszerkezetek vizsgálatát (helyzet-, alakellenőrzéseket, a kapcsolatok vizsgálatát, a korrózióvédelmi bevonatrendszert ellenőrzését);
- a beton-, vasbeton, feszített vasbeton és öszvérszerkezetű felszerkezetek vizsgálatát;
- a beton-, vasbeton, kő- és téglaszerkezetű hídfők és pillérek vizsgálatát;
- az alapozások vizsgálatát;
- a hídsaruk, csuklók vizsgálatát;
- a fa hídalkatrészek vizsgálatát;
- a hídon átvezetett pálya és csatlakozásának vizsgálatát;
- a hídtartozékok és hídkörnyezet vizsgálatát;
- az egyedi, illetve különleges kialakítású hidak specifikus vizsgálatát;
- a rendkívüli vizsgálatokat haváriát követően.

Célvizsgálatot csak olyan szervezet végezhet, illetve olyan szervezetet szabad megbízni ezzel, amelyik a mérésvizsgálat-hoz kellő személyi és tárgyi feltételekkel, vasúti hídszakértő mérnökkel, akkreditált laboratóriumi háttérrel és szakirányú jártassággal rendelkezik.

Cégünknel hídszakértő mérnökök (dr. Galló László, Nagy Ákos, Balázs Béla), korrózióvédelmi szakértő (Tankó Rezső), labormérnökök (Pányi József, Tasnádi István), labortechnikus (Ludaici Szilvia), hidász technikus (Simsik Róbert) és nagy szakmai tapasztalattal rendelkező hídvizs-

gálók (Bánfi Ferenc, Érsek László, Hájás József, Simon Gyula) dolgoznak. A mérések és vizsgálatok végrehajtásához korszerű műszaki park áll rendelkezésünkre, néhány a jelentősebbek közül:

- Geodéziai mérőállomás
- Felsőrendű digitális szintező
- Adatgyűjtős festékvastagság-mérő
- Felületiérdesség-mérő
- Digitális Schmidt-kalapács
- Ultrahangos repedésmélység-mérő
- TICO betonoszlop
- Canin betonvaskorrózió-vizsgáló műszer
- Profométer 5.0 betonvaskereső
- Torrent légpermeabilitás-mérő

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. a Metalektro Méréstechnika Kft.-vel együttműködve részt vesz híddiagnosztikai mérőműszerek fejlesztésében is. Célunk olyan mérőműszerek, illetve mérő-

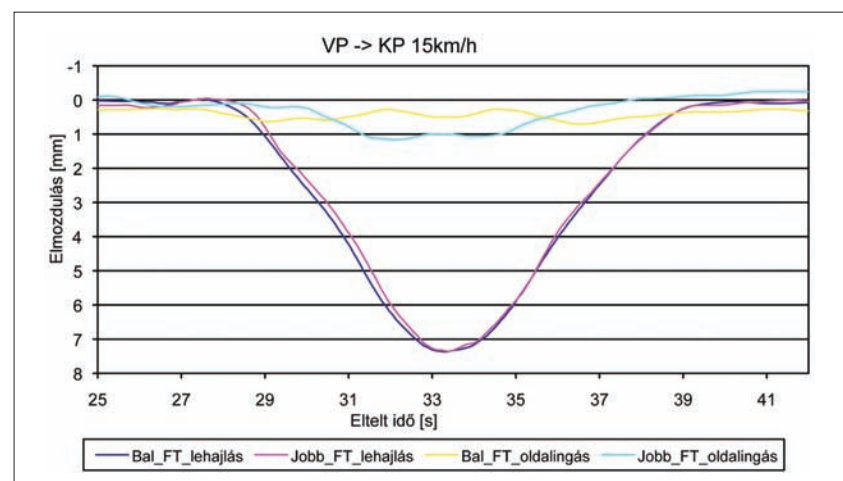
rőrendszerek kidolgozása, melyek a vizsgálat során, a forgalom zavarása nélkül képesek az adatok folyamatos és digitalizált rögzítésére, és pontosságuk a várható érték 2 százaléka.

Híddiagnosztikai fejlesztések, korszerű diagnosztikai eszközök

A fejlesztések főbb területei a próbaterhelés és terheléses vizsgálat során az elmozdulások mérései, a mederszelvény-felvétel, a beton- és vasbeton szerkezetek diagnosztikája, az úrszelvény-mérés, a laboratóriumi mérések, vizsgálatok (a feszítőpásmák szakítóvizsgálatában az optikai elmozdulásmérés, számítógépes adatfeldolgozó rendszer kialakítása) [3], [4].

Az alábbiakban a próbaterhelések során használt elmozdulásmérő rendszereket ismertetem részletesen. A próbaterheléseknél jelentkező sajátos mérési feladatok különböző paraméterekkel rendelkező mérőeszközök használatát kívánják meg. Az elmozdulásmérési feladatok jellemzően a szerkezet mértékadó keresztmetszeteinek lehajlás és oldalingás mérése, a saruszerkezetek benyomódásának és felemelkedésének mérése, a saruszerkezetek dilatációs mozgásának folyamatos mérése és regisztrálása, a hossztartó-megszakítások mozgásmérése, a kereszteloszlás meghatározása.

A híddiagnosztika során használt mérőeszközöket egy-egy konkrét mérés-kor felvett (diagnosztizált) eredmény alapján kívánom ismertetni, hogy a gyakorlati példákon keresztül átfogóbb képet lehessen kapni az egyes mérőeszközökről.



1. ábra. Pinka-híd (GYSEV) próbaterhelése, középső keresztmetszet főtartólehajlás és oldalingás mérése



3. kép. Északi összekötő vasúti híd, Edilon sínleerősítés alakváltozás-mérése

Deditec – Távcsoves elmozdulásmérő rendszer

A Deditec elmozdulásmérő műszert a hidak próbaterheléséhez fejlesztettük ki. A műszer négycsatornás, számítógéppel vezérelt optikai elmozdulásmérő rendszer (1., 2. kép). A számítógépes program kijelzi, és speciális formában rögzíti a mérés során bekövetkező elmozdulások mértékét. A műszer alkalmas statikus és dinamikus mérés megvalósítására is. A dinamikus mérések során rögzített elmozdulások vízszintes és függőleges komponensei (lehajlás/oldalíngás) mérési csatornánként út-idő diagramban megjeleníthetők (1. ábra). A mérések elvégzéséhez nem szükséges, hogy a vizsgálandó keresztmetszet alatt fix bázis legyen, így a hidak mederszerkezetének lehajlása is mérhető. A mérőrendszer a mérés kezdetekor automatikusan kalibrálja magát.

A műszer felépítése:

- katadioptrikus távcso,
- kézi és motoros mozgatású állvány,
- nagysebességű digitális kamera,
- IR és színszűrő,
- a nagyítástól és a látómezőtől függő okulár (6, 9, 12, 16, 20 mm),
- automata kalibrációval ellátott jeladó,
- mérőerősítő és feldolgozó elektronika

A csatlakoztatható érzékelők mérési tartománya és felbontása az alkalmazott nagyítástól és CCD méretétől függ.



4. kép. Sarubenyomódás mérése

A mérőrendszer gyakorlati alkalmazása:

- hídvizsgálatok során a próbaterhelési tervben meghatározott keresztmetszet elmozdulásának mérése (statikus/dinamikus),
- lehetőség van oldalsó bázis nélkül oldalíngás, rácsos hídszerkezeteknél kapuzatösszehajlás mérésére is.



5. kép. Miskolc, Bosch-híd, kereszteloszlás meghatározása próbaterhelés során

Lipot – 16 csatornás számítógépes elmozdulásmérő rendszer

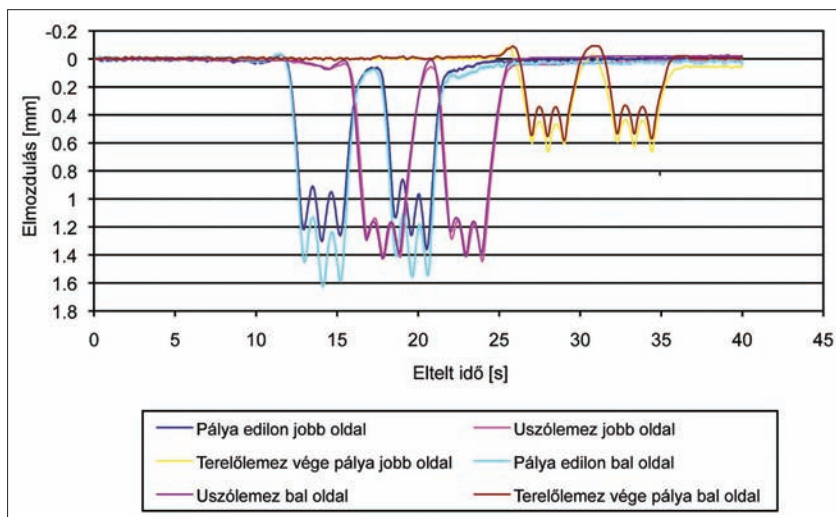
A műszert szűk helyeken történő mozgások egyirányú vizsgálatára fejlesztettük ki. A Lipot műszer 16 csatornás, számítógéppel vezérelt elmozdulásmérő eszköz (3., 4., 5. kép). A számítógépes program kijelzi és speciális formában rögzíti a mérés során bekövetkező elmozdulások mértékét. A műszer alkalmas statikus és dinamikus mérés megvalósítására is. A dinamikus mérések során rögzített elmozdulások mérési csatornánként út-idő diagramban megjeleníthetők (2., 3. ábra). A mérések elvégzéséhez a mérési pontok környezetében egy fix pont kialakítása szükséges. Az érzékelő közvetlen csatlakozással vagy vékony dróthuzallal és mágnissel kerül felerősítésre.

A csatlakoztatható érzékelők mérési tartománya/felbontása:

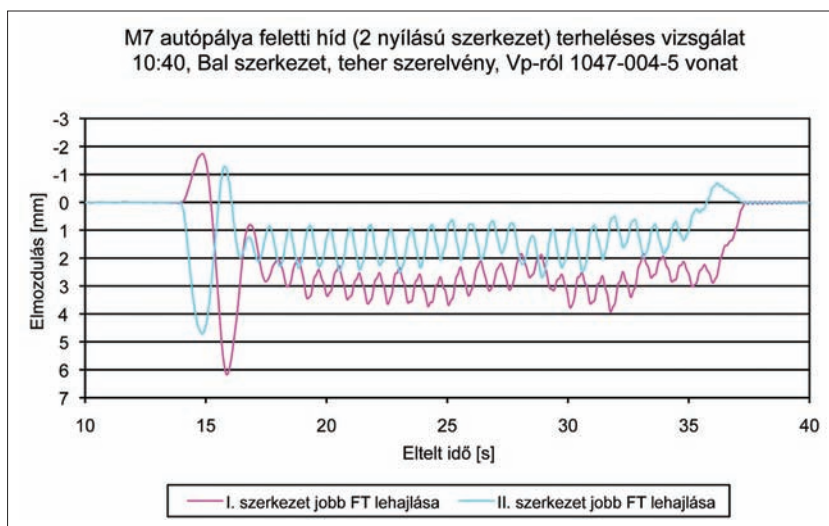
- 25–50 mm/0,01 mm
- 100–225 mm/0,1 mm
- 450–1000 mm/0,5 mm

A mérőrendszer gyakorlati alkalmazása:

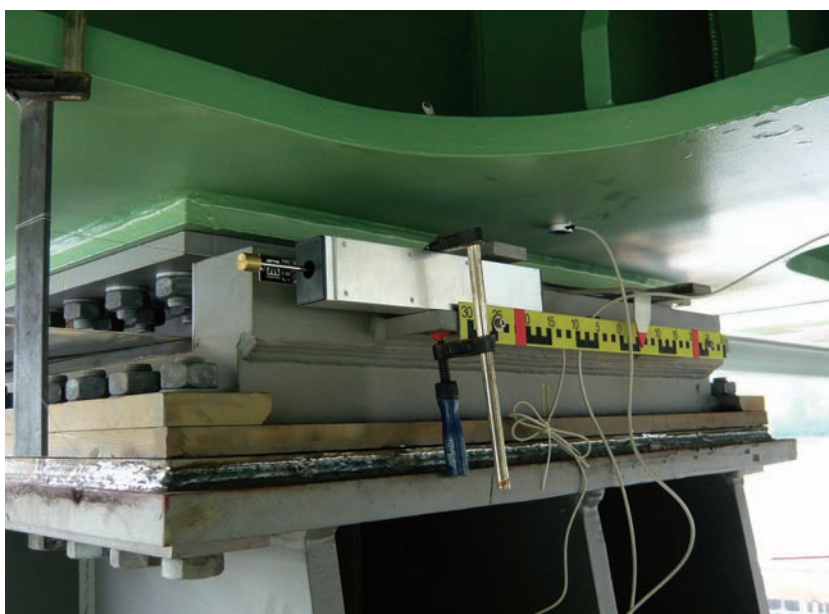
- hídvizsgálatok során a próbaterhelési tervben meghatározott keresztmetszet elmozdulásának mérése (statikus/dinamikus),



2. ábra. Öbölágyi híd, ágyazatbenyomódás mérése



3. ábra. M7-es autópálya feletti híd terheléses vizsgálata, főtartólehajlás mérése



6. kép. Északi összekötő vasúti híd, sarudilatáció-mérés a pilléren

Száloptikás mérőrendszer vasúti pályák és műtárgyak állapotának forgalom közben történő vizsgálatára

A műtárgyak statikus terhelési vizsgálata mellett egyre gyakrabban alkalmaznak a dinamikus terheléses, valós idejű méréseket. Egy hídon áthaladó szerelvény által keltett rezgések olyan elmozdulásokat és belső feszültségeket eredményeznek, melyek eltérőek a statikus terhelés által okozottaknál, és a szerkezet gyors öregedéséhez vezethetnek. A hidak deformációjának és a fellépő gyorsulásnak az ismerete kell ahhoz, hogy a pálya stabilitása és a kerék-sín közötti kontaktus biztosíthatóvá váljon. Az előadásban optikai elven működő mérőrendszert mutatunk be, amely egyidejűleg alkalmas a pályatesten és a műtárgyon létrejövő rezgések, deformációk és elmozdulások mérésére.

A mérőrendszer optikai szálak belsejében kialakított mechanikai feszültségérzékelőkből és gyorsulásmérőkből, egy- vagy többcsatornás mérőműszerekből és kiértékelő programból áll. Az érzékelő egységek optikai rácsok (ún. Fiber-Bragg-Grating, FBG), amelyeket holografikus úton égetnek a fényvezető szál belsejébe. Mechanikai feszültség hatására a rács elhangolódik, és ez a műszerben elhelyezett lézer segítségével mérhetővé válik. Egyetlen optikai szálon – így egyetlen csatornán – egyszerre 4, 8 vagy 16 érzékelő helyezhető el, ami gyakran elegendő a mérési feladat megoldására.

A mérőműszer és a szenzorok egymástól való legnagyobb távolsága 12–15 km lehet, így egy- vagy többcsatornás készülék alkalmazásával egymástól távol levő műtárgyakon és pályaszakaszokon is végezhető valós idejű, online mérés.

A szenzorok hegesztéssel, ragasztással vagy csavarkötéssel rögzíthetők, a rendszer összeállításakor a kábelezési feladatok a szükséges optikai szálak kis száma miatt minimálisak. Az optikai elven működő mérőrendszer további előnye, hogy az elektromágneses térerőváltásokra érzéketlen.

Az előadásban hídon végzett vizsgálatokat mutatunk be, amelynek során egyidejűleg a pályán és a hídszerkezetben mért deformációk mellett meghatározható volt az áthaladó szerelvény sebessége, gyorsulása és tengelyenkénti terhelése is.

Markovics Ákos, B2AM Innovációs Kft.,
7634 Pécs, Darázs dűlő 28/1
www.b2am.com

Luis A. Ferreira, FiberSensing Inc.,
Vasconcelos Costa 277, Maia, Portugal,
www.fibersensing.com

Kovács Barna, B2AM Innovációs Kft.,
7634 Pécs, Darázs dűlő 28/1
www.b2am.com



7. kép. Nagyrákosi völgyhíd, síndilatáció-mérés

- a szerkezet alátámasztását biztosító saruk mozgásának ellenőrzése (statikus/dinamikus),
- síndilatációs készülékek tengelyirányú mozgásának ellenőrzése (dinamikus),
- megfelelő elhelyezkedésű fix pont esetén oldalingás vizsgálat (dinamikus),
- nagyméretű gépek (100 tonnás prégép) alátámasztásának vizsgálata (dinamikus).

Dilatációs adatgyűjtő

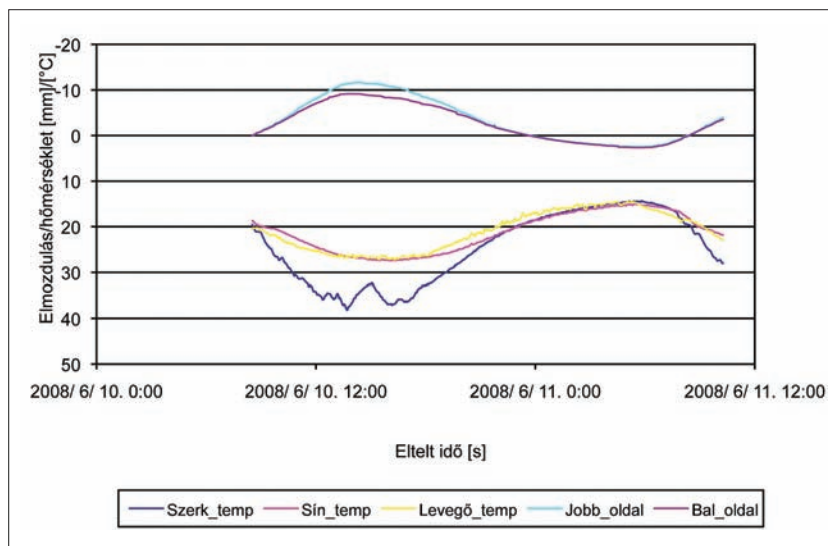
Dilatációs szerkezetek (híd, vasúti pálya) terhelés, illetve hőmérséklet-változás hatására bekövetkező tengelyirányú elmozdu-

lásának mérésére alkalmas berendezés (6., 7. kép). Az eszköz nyolc csatornán képes elmozdulás vagy hőmérséklet rögzítésére (pl.: 4 db elmozdulásmérő, 2 db szerkezethőmérő, 2 db léghőmérő).

Az elmozdulásmérő mérési tartománya/felbontása 10–100 mm/0,01 mm, 150–450 mm/0,1 mm, 600–1200 mm/0,5 mm. A szerkezet, illetve a léghőmérő mérési tartománya/felbontása: $-40\text{ °C} \pm 60\text{ °C}/0,5\text{ °C}$.

Lehetőség van másfajta, például páratartalom-mérő szenzor csatlakoztatására is.

Az érzékelőket egy adatgyűjtővel ellátott elektronikai egységhez kell kapcsolni.



4. ábra. Szobi Ipoly-híd, hőmozgás mérése

Balázs Béla 1974-ben született Dunaújvárosban. A Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán 1999-ben védte meg diplomáját, és a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.-nél helyezkedett el. 2005-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen hegesztő szakmérnöki (IWE, EWE) diplomát szerzett. 2007-től laboratóriumvezető, 2008-tól hídszakértő mérnök. Szakterülete hídvizsgálatok, közúti és vasúti hidak időszakos felülvizsgálata, építés közbeni ellenőrzés, próbaterhelés.

Az elektronika RS232/IR csatlakozón kapcsolódik a számítógéphez, ahonnan a mintavétel paraméterei beállíthatók (1–59 perc, 1–24 óra). Ekkor lehet ellenőrizni az adatgyűjtőben az akkumulátor állapotát, illetve a csatlakoztatott érzékelők pillanatnyi értékét. A program a mintavételi idő beállítása után jelzi, hogy a memória mikor telik be.

Az eszköz lehetővé tesz pár napos mobil mérést, adott hídszerkezethez kitelepítve (1–59 perces mintavétellel), illetve telepített eszköz esetén vandálbiztos acélburkolattal ellátott érzékelőket és elektronikát (4. ábra).

A bemutatott mérőeszközök a modern diagnosztikai elvárásoknak megfelelnek. A Deditec távcöves elmozdulásmérő alkalmas lehajlás mérésére anélkül, hogy az elmozduló keresztmetszet alatt fix bázist kelljen kialakítani. A Lipot elmozdulásmérő méreténél és kialakításánál fogva alkalmas szűk mérőhelyeken való alkalmazásra, például saruszerkezetek függőleges mozgásmérésére. A dilatációs adatgyűjtő képes akár többnapos mérési folyamatok adatainak tárolására anélkül, hogy felhasználói beavatkozásra lenne szükség.

A mérőrendszerek alkalmazása a vasúti, közúti forgalmat, illetve a híd üzemeltetését nem zavarja. A vizsgálati adatok helyszíni digitális adatgyűjtése megoldott, azok alkalmasak az adatok későbbi számítógépes feldolgozására és értékelésére. ◀

Irodalomjegyzék

[1] MÁV KfV Kft., *Utastástervezet a mobil híddiagnosztikai mérőállomás felügyeleti rendszerben történő alkalmazására, 2006.*

[2] *Vasúti Hídszabályzat, IX. fejezet, 2002.*

[3] <http://www.hidvizsgalat.hu/blog>

[4] <http://www.hidaszhalozat.hu>

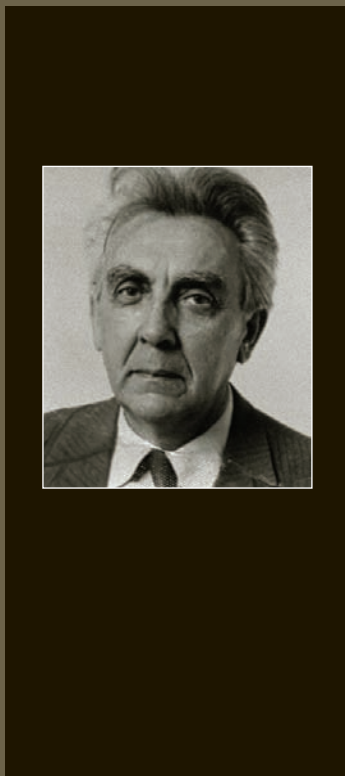
Megemlékezés dr. Szittner Antalról

Életének 84. évében, 2009. május 3-án elhunyt

Dr. Szittner Antal 1926-ban Szegeden született. A budapesti Műegyetem Híd- és Szerkezetépítő Mérnöki Karán 1957-ben szerzett oklevelet.

Aktív oktatói és kutatói munkásságát 1950-ben kezdte az I. Hídépítéstani Tanszéken tanársegédként, majd folytatta adjunktusként. Néhány évig a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Mechanika Tanszéki Munkaközösségének, utána az I. Hídépítéstani Tanszék jogutódjának, az Acélszerkezetek Tanszéknek a tudományos főmunkatársa. Bár töretlen munkakedvvel és igényességgel több mint 43 éven át végzett eredményes tevékenység után 1993 végén nyugdíjba vonult, azt követően is aktív részt vállalt a tanszék számos oktatási-kutatási feladatának megoldásában.

Egyik alapítója és évtizedeken át vezetője volt a tanszéki laboratóriumnak, mely több mérnökgeneráció korszerű gyakorlati képzését szolgáltatta. Magas színvonalú és eredményes munkát végzett a hazai viszonylatban újszerű statikai modellkísérletek és a kísérleti feszültséganalízis elméleti és gyakorlati kutatásának, oktatásának és alkalmazásának területén. Az acélszerkezeti szakmérnök hallgatók részére írt Kísérleti feszültség-



analízis című kétkötetes MTI-jegyzete általános szakmai sikert aratott. Az irányításával és gyakorlati közreműködésével folytatott mérés-technikai, mérés-technikai és műszerfejlesztések alapján elért eredmények már a hatvanas években hazai elismerést szereztek a laboratóriumnak.

Nagy energiával és munkabírással dolgozott az új építőipari laboratórium létrehozásán.

Fő kutatási területének a tartószerkezetek erőjátékának elméleti és kísérleti vizsgálatát választotta.

Kismintákon végzett statikai modellkísérleteinek, továbbá meglévő és új nagyszerkezeteken végrehajtott mérésprogramjainak száma csak becsülhető, a hatalmas tapasztalat és a fejlesztőmunkának a jóval száz fölötti publikációiban, valamint hazai és külföldi konferenciákon bemutatott eredményei viszont pontosan követhetők.

Jelentős szakmai tevékenysége kapcsolódik az acélszerkezetek, elsősorban hidak rekonstrukciójához, illetve új hidak próbaterhelési módszertanához, mérés-technikájához. Különösen említésre méltó a Szabadság híd helyreállítása során végzett irányító munkája.

A kutatást és a tudományszervezést szolgálta a Gépipari Tudományos Egyesület feszültségmérési munkabizottságának elnökeként és az OTKA Műszerbizottság titkáráként is. Munkájának eredményeit Árvízvédelmi Emlékérem, MTA elnöki jutalom, Munka Érdemrend, Hazza Szolgálatáért Érdemérem, Kiváló Munkáért, Felsőoktatási emlékérem és Korányi Imre-díj kitüntetésekkel ismerték el.

Az eddigi Vasúti Hidász Találkozók

I.	MÁV Rt. Szegedi Igazgatóság	Szeged	1993. október 20–21.	21 előadás	
II.	MÁV Rt. Pécsi Igazgatóság	Balatonboglár	1995. szeptember 26–28.	16 előadás	
III.	MÁV Rt. Miskolci Igazgatóság	Miskolctapolca	1997. szeptember 16–18.	20 előadás	
IV.	MÁV Rt. Szombathelyi Igazgatóság	Szombathely-Nagyrákos	2000. május 23–25.	23 előadás	Vasúti hídon a XXI. századba
V.	MÁV Rt. Debreceni Területi Központ	Debrecen	2003. május 23–25.	27 előadás	A hidak összekötnek
VI.	MÁV Zrt. Budapesti Területi Központ	Dobogókő	2006. július 5–7.	23 előadás	Hidak a középpontban
VII.	MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központ	Kecskemét	2009. június 24–25.	28 előadás	A hidak távlatokat nyitnak



Vasúti műtárgyak tervezése a Pont-Terv Zrt.-nél

Reiner Gábor

szakfőmérnök

Pont-Terv Zrt.

✉ pont-terv@t-online.hu

☎ (1) 205-5877, (20) 349-0621

A cikkben bemutatott M0-s hidak és a további két híd terveit az elmúlt három évben készítettük, és azok a csepeli HÉV-híd kivételével megépültek. A hidak szokványos szerkezetűek, de mindegyiknél van valamilyen geometriai, szerkezeti vagy építésbeli különlegesség – az általános bemutatáson túl elsősorban ezeket kívánom kiemelni.

Az elmúlt évek egyik legjelentősebb, elsősorban Budapestet érintő beruházása az M0-s autópálya keleti szektorjának építése volt. A 2008. szeptember 16-án átadott útgyűrűnek ez a szakasza három helyen HÉV-vonalat, két helyen pedig vasútvonalat keresztez. Ezek közül a HÉV-vonalak, valamint a Budapest–Újszász vasútvonal az autópályát felül keresztezi, ezért itt autópálya-terminológiával aluljárók, vagyis vasúti hidak építésére volt szükség.

M0-s autópálya – HÉV-hidak

A keresztezett HÉV-vonalak M0-Észak felé haladva: a kétvágányú Budapest–Gödöllő, az egyvágányú, úgynevezett kavicsbányai átkötés és a Budapest–Csömör vonal (1. ábra). A hidak megjelölése sorrendben: 5967, 603 és 625 (az autópálya-keresztezési szelvényszám első három, illetve négy számjegye). A BKV igénye

Reiner Gábor 1976-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán, 1985-ben vasbetonépítési szakmérnöki oklevelet szerzett. Az egyetem elvégzése után 1976–1994-ig az Uvatervnél tervezőmérnök, majd irányító tervező. 1994-ben a Pont-Terv Zrt.-nél folytatta pályáját, jelenleg szakfőmérnök. Eddigi munkája során az acél és vasbeton vasúti és közúti hidak tervezése és szakértése, ipari szerkezetek tervezése acélból és vasbetonból, acél antennatartó tornyok tervezése terén szerzett kiemelkedő gyakorlatot.

volt, hogy a vasúti pálya a hidakon ágyazatátvezetéses legyen. A hidak kétvágányúak, középső pillérrel és – esztétikai okokból – kinyitott, az autópálya koronaejétől 8–11 méterre lévő hídfőkkel. Ezzel a kialakítással a támaszkövek 24–32 méterre adódtak, amelynek leginkább az acélszerkezetű, gerinclemez híd típus felelt meg. A süllyesztett, ágyazatátvezetéses pályát ortotrop lemez támasztja alá. A 300 milliméter magas trapéz hosszabrdák 600 milliméterenként helyezkednek el. A lemezvastagság 16 milliméter (2. ábra). A keresztirányú távolság 3,00–3,20 méter. A gerinclemez főtartók döntöttek annak érdekében, hogy az alátámasztások szélességét csökkenteni lehessen. Erre az 57 fok körüli keresztezési szög miatt elsősorban az 5967-es jelű hídnál volt szükség. A pályalemez keresztirányban a híttengely felé lejt. Ide gyűlik a csapadékvíz, és a hosszirányú lejtésnek megfelelően az alacsonyabb végén lévő, ágyazat alatti víznyelőn keresztül távozik el. A szigetelés Servidek/Bituthene HD, 12 milliméteres Servipak táblavédelemmel (táblázat).

A tervezéskor fő szempont volt, hogy a hidak alatti minimális úrszelvénymagasság érje el az előírt 5,50 métert annak érdekében, hogy ütközőkapu építésére ne legyen szükség.

A hidak alépítményei Ø0,8 (603, 625), illetve Ø1,2 méteres (5967) vasbeton cölöpökkel készültek.

Az 5967-es jelű híd esetében a nehézségeket a keresztezési geometria jelentette: az autópályát e szakaszon 500 méteres ívben

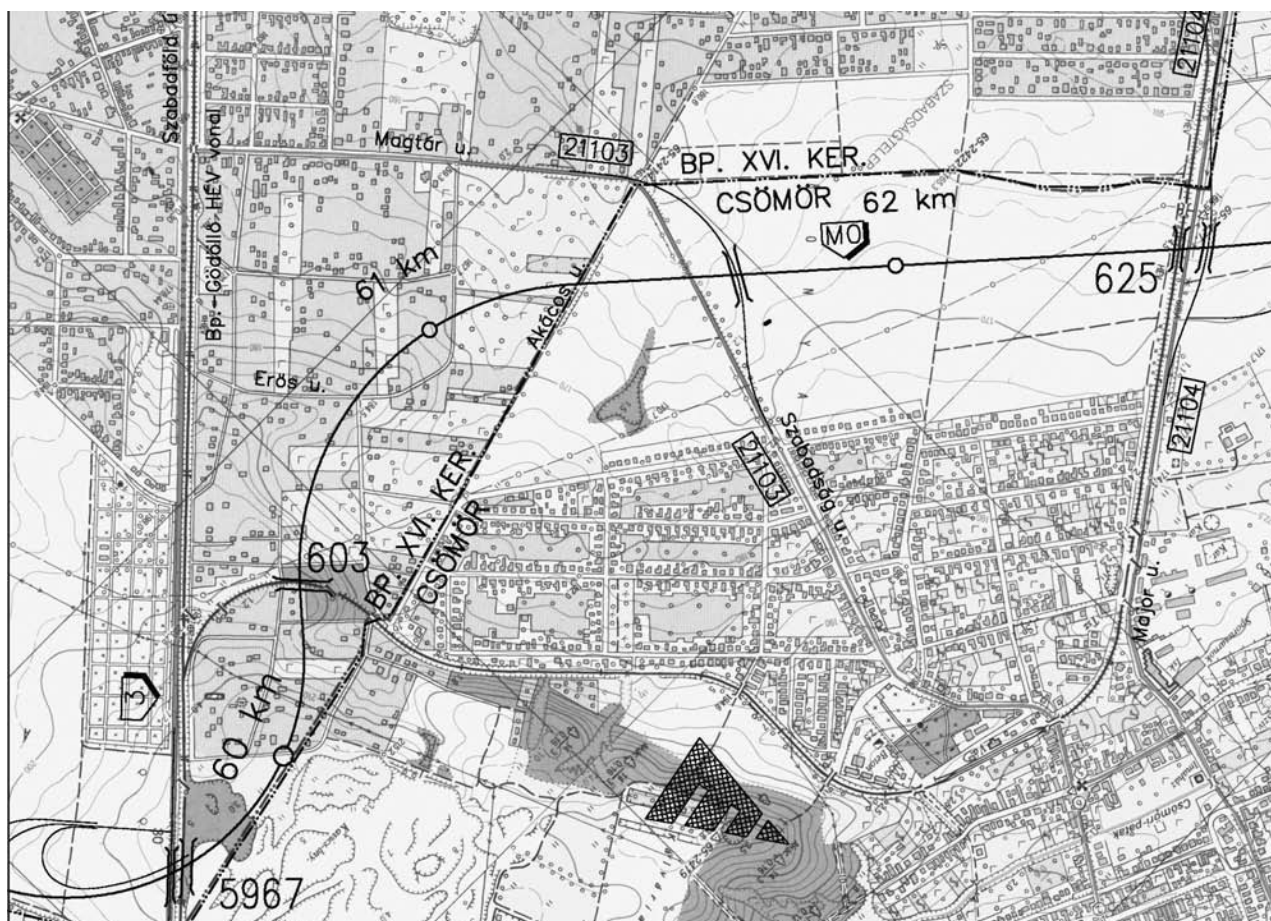
halad, a keresztezési szög 57,7 fok. A jobb vágánytól mintegy 23 méterre van a 3. számú főút tengelye, ahol egy hasonló támaszkövekkel rendelkező közúti hidat kellett tervezni.

A főút érintett szakasza eredetileg a vágány szintje fölött kb. 5 méterrel haladt. A kedvező megjelenés érdekében a két hidat – amennyire egyáltalán lehetséges volt – össze kellett hangolni: az úttervező kollégákkal együtt a 3-as út pályaszintjét kb. 3 méterrel csökkentettük, megszüntetve ezzel az út hossz-szelvényi magaspontját. Ilyen módon a pályaszintek eltérése ~2 méterre csökkent. Emellett közel azonosra tettük a hídfők síkját, továbbá a hídfők között megmaradó 11,1–13,7 méter hosszúságú hézagokban a föld megtámasztására szögtámfalakat terveztünk. Ezáltal sikerült elérni, hogy a két, eltérő

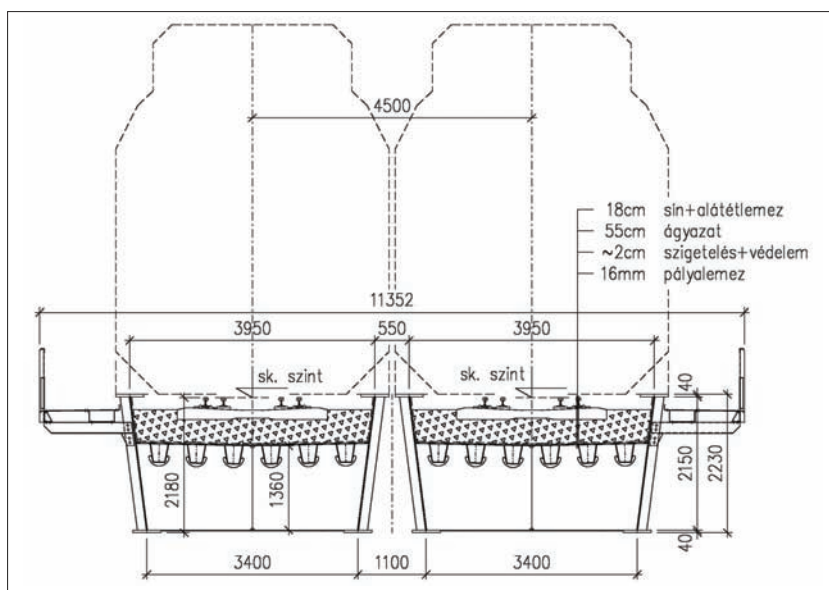
Summary

One of the most important investments of the passed years firstly concerning Budapest was the construction of the Eastern sector of M0 motor-road. This section of the road-ring handed over on 16 September 2008 crosses the suburban railway lines at three sites and railway lines at 2 sites.

From these suburban railway lines and Budapest – Újszász railway line cross over the motor-road, here underpasses i.e. construction of railway bridges was necessary. Designs of the bridges - together with the plans of two other bridges presented in the article - were designed by us during the last 3 years, and except the suburban railway bridge of Csepel they have already been constructed. Bridges have a common structure, but at each of them there is some geometrical, structural or constructional speciality.



1. ábra. Térkép az M0-s HÉV-hidak helyéről



2. ábra. HÉV-hidak jellemző keresztmetszete (5967-es jelű híd)

Híd jele	Támaszköz	Felszerkezet			Ürszelvény magasság min.
		hossza	szélessége főt. tengelyben	magassága	
5967	2x32.00	64.80	3.95-3.40	2.20-2.24	5.88
603	24.00+32.00	56.80	6.10-5.50	2.30-2.34	6.37
625	2x25.00	50.80	3.95-3.40	2.15-2.19	5.65

Táblázat. A hidak főbb adatai (m-ben)

szerkezetű, szélességű, pályaszintű és hosszúságú híd mégis viszonylag egységesen jelenjen meg (1., 2. kép).

Az alaprajzi geometria miatt a HÉV-hídnál az 57,7 fokos keresztelési szögtől eltér a híd ferdesége, amelyet 70 fokban határoztunk meg, továbbá eltérő a hídfők ~62 fokos ferdesége is.

A 603-as jelű híd sajátossága, hogy rajta a vágány igen szűk, 200 méteres ívben halad. Emiatt az egyenes főtartókat egymástól 6,10 méterre szét kellett húzni. További különlegesség, hogy a csömöri önkormányzat igényére közforgalmú gyalogjárdát kellett átvezetni, amelyet a szelvényezés szerinti jobb oldalon elhelyezett ortotróp lemezes konzollal oldottunk meg (3. ábra).

A 625-ös jelű egyvágányú híd keresztmetszete hasonló, mint az 5967-es jelűé, mindkét oldalon üzemi járdával. A híd egyenes, és végei merőlegesek a hídtengelyre.

Az elmondottakon kívül érdemes még szót ejteni a dilatációkról, amelyek egyedi tervezésű, karbantartást nem igénylő szerkezetek. Tűzihorganyzott acéllemezekből készültek, az egymáson csúszó lemezek



1. kép. Távlati kép a kettős keresztezésről, háttérben az 5967-es jelű HÉV-híd

anyaga korrózióálló acél. A dilatáción átjutó vizet hajlítotaccél elemek acélsatornába terelik, amelyet a víznyelő lefolyócsövébe kötöttünk be (4. ábra).

A felszerkezeteket hat egységben szállították a helyszínre: a pályalemezen és a kereszttartókon hídtengelyben, a főtartókon két helyen, közelítőleg a harmadok-

ban készült hegesztett illesztés. A helyszínen összeállított hidat darukkal emelték rá az alépítményekre.

A 603-as jelű kavicsbányai híd kivételével az építéshez kerülővágány készült, mivel ez olcsóbbnak bizonyult, mint a provizóriumokkal, több fázisban végzett építés lett volna. A kavicsbányai átköté-

sen rendszeres forgalom nincsen, ezért a 603-as hidat vágányzárban lehetett megépíteni.

M0-s autótút – vasúti híd

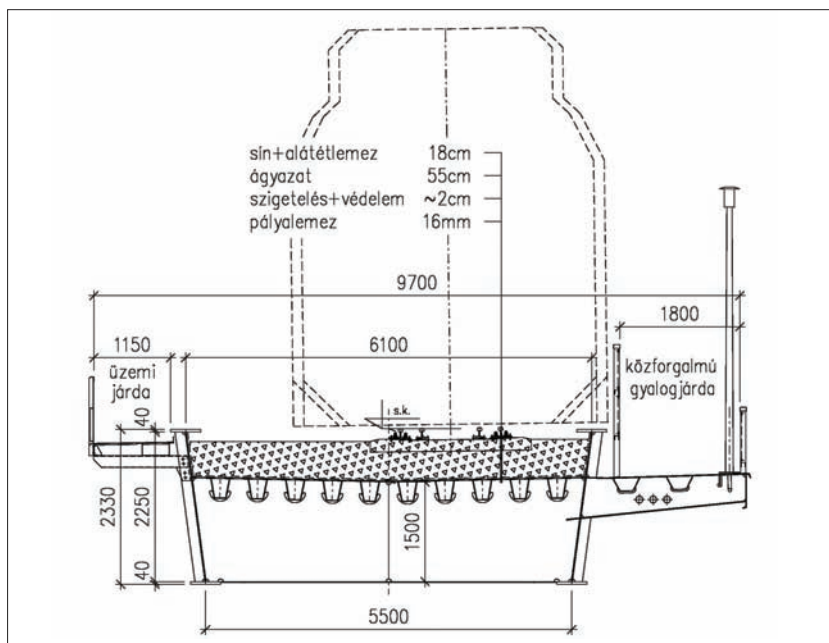
A negyedik, általunk tervezett vasúti híd a kétvágányú Budapest–Újszász vasútvonalat vezeti át az M0-s felett. Építése az autótút magassági vonalvezetésének módosítása miatt vált szükségessé. Eredetileg az út a vasutat felül keresztezte, ami a kivitelezés során megváltozott: az M0-s hossz-szelvényt a terepszintig lesüllyesztették, és így vasúti hidat kellett építeni. A híd M0 megjelölése: 456.

Az egyeztetések során a híd szerkezete ágyazatátvezetéses, gerinclemezis főtartós, ortotróp pályás felszerkezet lett. Támaszok: $2 \times 24,00$ méter, a felszerkezet hossza 48,80 méter. A vágányok ívben fekszenek. A lehető legkisebb szerkezeti magasság elérése érdekében a vágányokban független hidakat terveztünk, és a főtartókat a vágánytengelyhez igazodóan ívesen alakítottuk ki. A minimális úrszelvénymagasság: 5,29 méter, nem éri el az 5,50 métert. A szomszédos vasbeton hidak alsó éle viszont ennél alacsonyabban fekszik, ami miatt ezek „ütközőkapuknak” tekinthetők. Így a külön védőszerkezet építése elmaradhatott.

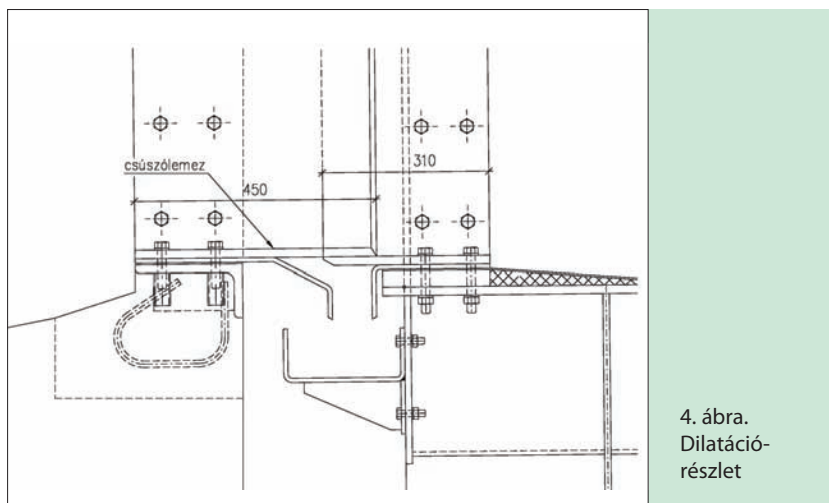
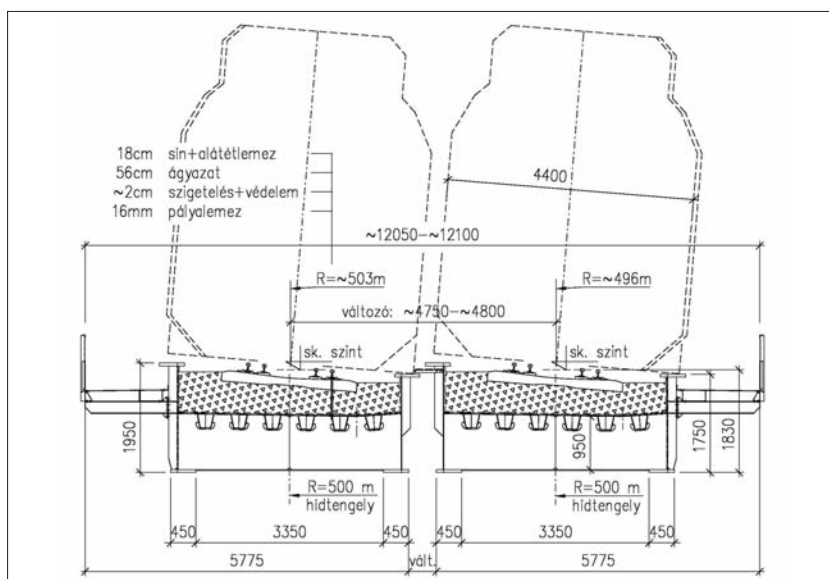
Az ív miatt a külső oldalon lévő főtartók terhelése nagyobb, ami a magasságuk-



2. kép. Az 5967-es jelű HÉV-híd



3. ábra. A 603-as jelű híd keresztmetszete

4. ábra.
Dilatáció-
részlet

5. ábra. A 456-os jelű híd keresztmetszete

ban is megjelenik: 1,95 méter, míg a belső oldali tartóké 1,75 méter (5. ábra).

A híd elemeit a HÉV-hidakhoz hasonlóan hat egységben szállították a helyszínre, az összeállítás és alépítményekre helyezés is hasonlóan történt. Az építés alatt a vasúti forgalom ebben az esetben is kerülővágányon haladt.

Fertő utcai vasúti hidak Budapesten

Budapesten, a X. kerületi Vajda Péter utca és a folytatásában lévő Fertő utca felett több vasúti vágány halad át, melyek a Ferencvárosi pályaudvarra futnak be, illetve onnan indulnak ki.

A vágányok közül kettő a Bp.-Ferencváros–Vecsés vasútvonalat vezeti át a többi vágánytól ívben eltávolodva. A keresztezésben az átépítés előtt 2 darab 24,26 méter támaszközü önálló, rácsos acélhíd volt.

A további vágányok – a Bp.-Keleti pu.–Hegyeshalom vonal 2 darab vágánya, valamint 3 darab pályaudvari vágány – hidjai 1997-ben teljes rekonstrukció keretében átépültek. A hidak felszerkezete acéltartó betétes vasbeton lemez, 12,6 méteres nyílással. Az 5 darab vágányt átvezető híd 13 darab előre gyártott elemből készült keresztirányban összefesztve, teljes szélessége 26,23 méter. A hidak alatti szabad űrszelvény magasság 3,79–3,89 méter között változik, ezért magasságkorlátozó védőkapukat kellett elhelyezni.

A vecsési vonalban lévő hidak átépítésére 2008–2009-ben került sor (3. kép). Az új híd nyílása a MÁV Zrt. megbízása alapján 14,00 méter, a felszerkezet a korábban átépített hidakhoz hasonlóan acéltartó betétes vasbeton lemezből, ágyazatátvezetéssel kellett készülni.

Mivel a vágánytengely-távolság 9,4–9,7 méter, a meglévő hidakhoz hasonlóan a két vágányhoz közös alépítményen 2 darab azonos kialakítású, egymástól független felszerkezetet terveztünk.

A hídak szélessége 4,90 méter, mindkét oldalon ágyazattámasztó bordával, valamint az oldalsíkra utólag felszerelt acélszerkezetű üzemi járdákkal (6. ábra). A felszerkezetek teljes szélessége 7,72 méter, hossza 15,80 méter. A vízelvezetés érdekében a tartóbetétes vasbeton lemez felső síkja középtől a végek felé 2 százalékos lejtésű. A teljes vastagság közepén 75 centiméter, a szerkezeti vastagság a sínkoronaszintig 1,50 méter. A 14-14 darab, 525 milliméter magas acéltartó betétet hat helyen keresztartókkal kapcsoltuk össze,

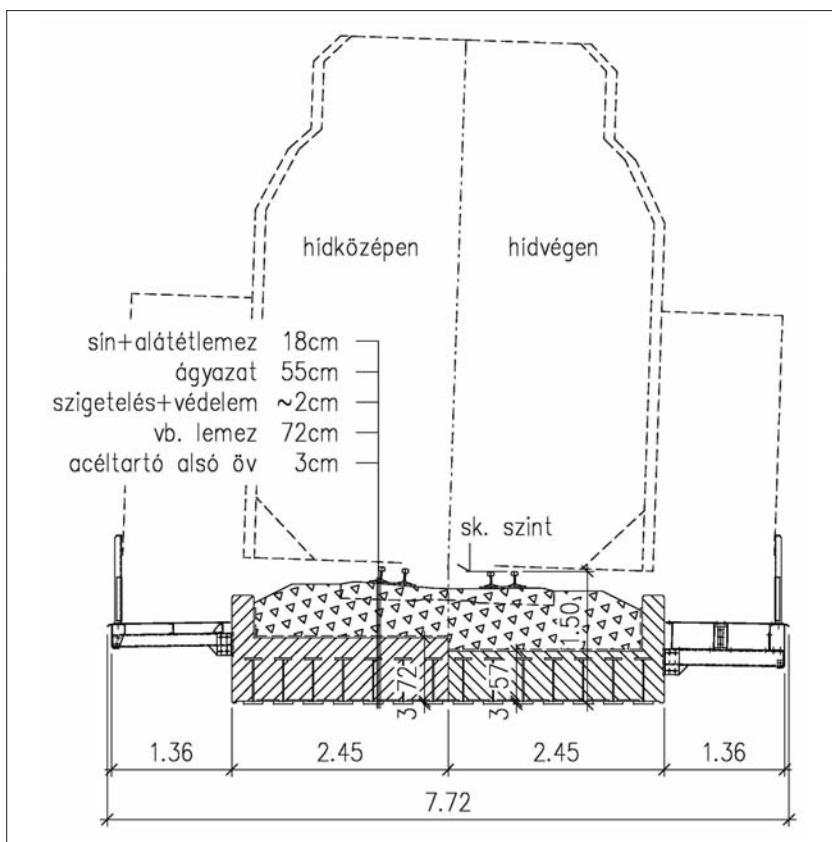


3. kép. Az új Fertő utcai híd

amelyek elsősorban az építés alatti állékonyság biztosítására szolgáltak. A keresztartók által beállítható volt a felszerkezetek 87,4, illetve 86,4 fok hajlású alaprajzi geometriája is.

A felszerkezetre az ágyazat szélességében Servidek/Bituthene HD szigetelés és Servipak táblavédelem került.

A feladat szokatlansága abban rejlett, hogy az új híd nyílása a meglévőhöz képest mintegy 10 méterrel csökkent. Ez a tény, továbbá a két független szerkezet adott lehetőséget arra, hogy a hidakat vágányzárban, monolit technológiával, jelentősebb segédstruktúrák (pl. vasúti provizóriumok) igénybevétele nélkül lehessen



6. ábra. A Fertő utcai híd keresztmetszete

megépíteni. Kedvező volt, hogy egyidejűleg a vasúti pálya felújítására is sor került, amely vágányonként két hónap vágányzári időt jelentett.

A hidak építése az alábbiak szerint történt:

Először a meglévő acélhidakat bontották el: az elsőként munkába vett jobb vágányból a hidat két közúti daruval egyben kiemelték, majd a vasúti töltés mellett szétbontották. A másik hidat a bontáshoz a harmadokban ideiglenesen alátámasztották, kisebb daruval emelhető részekre szétbontották, azután a közben már megépült új híd alatt juttatták ki a hidak által bezárt területről.

A MÁV-val történt megegyezés szerint a meglévő hídfőket és szárnyfalakat a vasúti pályaszinttől 1,50 méter mélységig kellett lebontani, az e szint alatti részek a töltésben maradtak.

Az új, cölöpalapozású hídfőket a meglévők előtt 6,8–1,9 méterre, két ütemben építették meg, első ütemben a fél szélességet.

Ebben az ütemben volt szükség a Ferencváros felőli oldalon az egyetlen segédstruktúra megépítésére, amely egy vasbeton fal az egymástól -6 méterre lévő régi és új hídfő között. Ez a fal támasztotta meg a vasúti töltést a másik vágány hídjának építése alatt. Utána szerepe megszűnt, és véglegesen a töltésben maradt.

A vecsési oldalon ugyanezt a szerepet egy 1,0 méteres, a hídfővel egybeépült merőleges falszakasz látta el.

A jobb vágány hídjának elkészülte és forgalomba helyezése után kezdődhetett meg a bal vágány felújítása és hídjának átépítése hasonló technológiával.

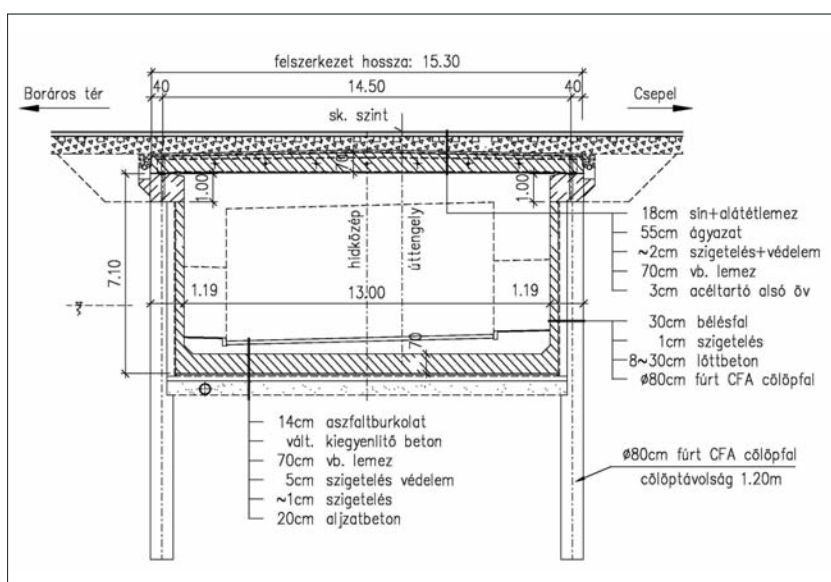
Az építés bizonyos fázisaiban a Fertő utca forgalmát rövidebb időre korlátozni kellett, vagy teljesen le kellett állítani. Nehézséget jelentettek a járdák alatt húzódó 120 kV-os, mintegy negyvenéves olajszigetelésű elektromos kábelek, amelyeket végül kismértékben elmozdítottak eredeti helyükről, hogy a híd alaptését elkerüljék. A daruzási munkák során az útpálya felett húzódó ugyancsak 120 kV-os légvezetésekre kellett különös figyelmet fordítani.

HÉV-híd a csepeli központi szennyvíztisztító telep bejárójúja felett

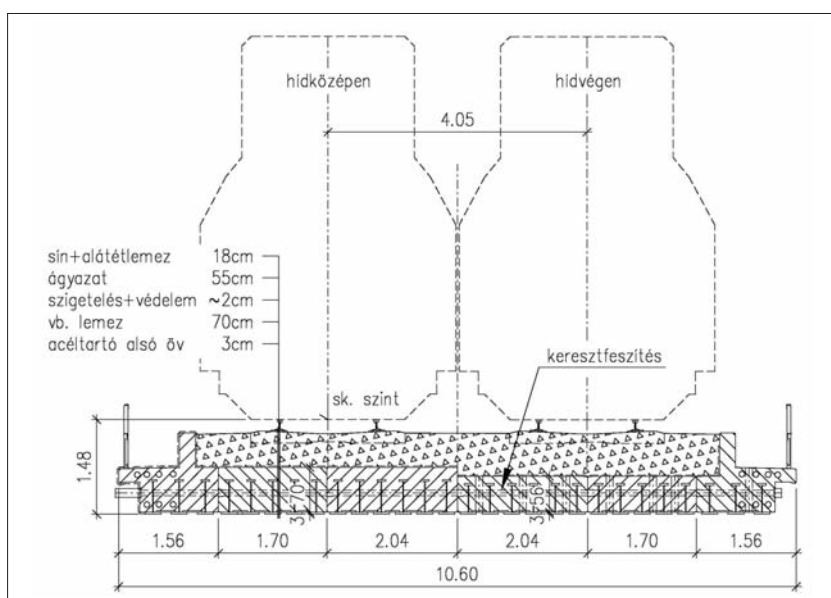
A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep a Csepel-sziget északi részén, a Csepeli gyorsvasút HÉV-vonal és a Duna



7. ábra. Térkép Csepel északi részéről



8. ábra. A Csepeli HÉV-híd hosszmetri keresztmetszete



9. ábra. A Csepeli HÉV-híd keresztmetszete

közöti területen épül (7. ábra). A telep megközelítése a Szabadkikötő útból kiágazó, az utat, valamint a HÉV-vonalat alul keresztező, kétnyomú csatlakozó úton keresztül történik. A Szabadkikötő út és a HÉV 2 darab vágányának átvezetésére a csatlakozó út felett egy közúti és egy HÉV-híd építése vált szükségessé.

A talajmechanikai szakvélemény igen magasan, a terepszint alatt 0,7–0,9 méterre adta meg a mértékadó talajvízszintet, ezért a vízbejutás megakadályozására talajvízszint-süllyesztő szivárgórendszert kellett tervezni automatikus üzemű szivattyúátemelővel, a süllyesztett talajvízszint alá kerülő szerkezeteket pedig körben víznyomás elleni szigeteléssel kellett ellátni. Szelvényezés szerint a hidak előtt az utat is talajvizet kizáró szerkezetben – U alakú vasbeton keretben – kellett vezetni addig, amíg az út pályaszintje el nem érte a talajvíz szintjét.

A két híd ún. milánói módszerrel épült meg. Ennek lényege, hogy munkagödör kiemelése nélkül, a terepszintről elkészítik a híd alépítményeit valamilyen mélyalapozási módszerrel (cölöp- vagy résalapozás), elkészítik a szerkezeti gerendát, majd a minimálisan szükséges földkiemelés után a felszerkezetet. A teherviselésre alkalmassá vált hidat átadják a forgalomnak. Az alatta lévő talajt csak ezután emelik ki, és készítik el a keresztező út átvezetésére szolgáló bélésszerkezetet.

A hidak jelen esetben is ezzel a technológiával épültek. A kéttámaszú szerkezetek hídfőit hézagos cölöpfal képezi, rajta cölöpösszefogó szerkezeti gerendával. Az Ø80 centiméteres CFA cölöpök 1,20 méterenként helyezkednek el. A cölöpökre a közties földtömeget megtámasztó vasalt löttbeton került, majd a csatlakozó út átvezetésére kívülről szigetelt, U alakú vasbeton bélésszerkezetet építettek (8. ábra). Ennek szerepe a hidak szempontjából csak annyi, hogy az alsó lemez a cölöpfalak kitémasztására is szolgál. Egyebekben a híd erőjatkában nem vesz részt. A szigetelés a löttbeton és a bélésfal között, valamint az alaplemez alatt helyezkedik el. A bélésszerkezetek építése még jelenleg is folyik.

A közúti híd felszerkezte FP tartós vasbeton lemezből készült.

A HÉV-híd felszerkezte ágyazatátvezetéses, acéltartó betétes vasbeton lemez, 6 darab, a helyszínen előre gyártott elem-ből áll. A felszerkezet teljes szélessége 10,60 méter (9. ábra). A csatlakozó út



4. kép. HÉV-híd a bélésfal építése közben, háttérben a közúti híd

által meghatározott nyílás 13,00 méter, a támaszköz 14,50 méter, a felszerkezet hossza 15,30 méter. A tartóbetétes gerendák vastagsága közepén 73 centiméter, innen a végek felé 2 százalékos lejtésűek. Az alsó sík vízszintes.

A felszerkezeti elemekben összesen 28 darab 540–480 milliméter magasságú acéltartó betét van. Az elemeket előregyártással, egymásnak betonozva készítették. A szerkezeti gerendára való beemelés után együtdolgoztatás céljából hét helyen keresztfeszítés készült. A kábelek a későbbi cserélhetőség érdekében 4-4 darab, úgynevezett zsírozott pászmából állnak (a pászmák zsírral kitöltött polietilén burkolócsőben helyezkednek el).

A felszerkezetet a fejerendákhoz Ø32 milliméteres betonacél rudak kötik le. Ezeket a feszítés után az előre bebetonozott acélcsővekbe helyezték, és a csöveket nagyszilárdságú, gyorsan kötő habarccsal kiöntötték.

Szigetelésként ebben az esetben is Servidek/Bituthene HD rendszert alkalmaztunk, Servipak táblavédelemmel.

A HÉV-híd megépítéséhez összesen 14 nap vágányzári idő állt rendelkezésre. Ez alatt az idő alatt kellett elkészíteni a cölöpfungalat, a fejerendát és a felszerkezetet, valamint helyre kellett állítani a vasúti pályát. Az elemek helyszíni előregyártását már korábban elkezdték, hogy a beton a forgalomba helyezés időpontjára legalább

Összefoglalás

Az írás olyan megépült vasúti hidakat mutat be, amelyek tervei az elmúlt három évben a Pont-Terv Zrt.-nél készültek. A hidak szokványos szerkezetűek, de mindegyiknél van valamilyen geometriai, szerkezeti vagy építésbeli különlegesség. A cikk az általános bemutatáson túl elsősorban ezeket emeli ki. Az első rész a Budapest körüli M0-s útgűrű keleti szektorában lévő 3 darab HÉV-híd és a Budapest-Újszász vasútvonalban épült vasúti híd tervezését mutatja be. Az útgűrűnek ezt a szakaszát 2008. szeptember 16-án adták át a forgalomnak.

A továbbiakban a Budapest Fertő utcai vasúti híd átépítését, valamint a Budapest Csepel-szigeten épülő központi szennyvíztisztító telep bejárata felett, a HÉV-vonalon épített vasúti híd tervezését ismerteti.

14 napos legyen. Ezenkívül a szükségesnél nagyobb szilárdságú betont használtak, hogy a betonszilárdság a vágányzár végére a tervezett C30/37-nek megfelelőt elérje.

Jó szervezéssel végül sikerült teljesíteni a kitűzött célt, és a HÉV-szerelvények a 14. nap végére ismét birtokba vehették a pályát. A 4. kép a hidat mutatja a bélés szerkezet építése közben.

A fenti példákban látható, hogy viszonylag kis hidak tervezése során is vannak olyan megoldandó feladatok, kidolgozandó részletek, amelyek fejtörést okoznak a mérnököknek. Előfordulnak továbbá szokatlan megoldások akár a tervezés vagy a kivitelezés során, amelyek érdemesek arra, hogy szélesebb körben ismertté váljanak. ◀

Száztíz éves a budapesti Közlekedési Múzeum

Száztíz éve, 1899. május 1-jén nyitották meg Budapesten a Közlekedési Múzeumot, az egyik legrégebbi alapítású műszaki jellegű múzeumot. Az ezredéves kiállítás X. csoportjaként ismertté vált romantikus-eklektikus stílusban felépített Közlekedési Csarnokban (a Közlekedési Múzeum mai főépületében) mutatták be mindazt, amit az ország a közlekedés fejlesztésében és a vízepítés területén elért. A Pfaff Ferenc MÁV-felügyelő tervezte csarnok kupolájának átmérője 26 méter, magassága 67 méter volt, a 3100 négyzetméteres kiállítóterben a vasút, a közút, a hajózás és vízépítészet, valamint a posta, távbeszélő és távírda legfontosabb tárgyai kaptak helyet.

A szervezők nem nyugodtak bele, hogy a sikeres és értékes gyűjtemény elkallódjon, ezért úgy döntöttek, hogy állandó kiállítást hoznak létre az ideiglenesnek épült pavilonból. A múzeum ügyének legfőbb szószólója Banovits Kajetán mérnök (később a Közlekedési Múzeum első igazgatója) volt, aki kitaró munkával elérte Dániel Ernő kereskedelemügyi miniszternél, hogy engedélyezze a múzeum megalapítását. A múzeum 1899. május 1-jén nyitotta meg kapuit. A gyűjteményt folyamatosan gyarapították, és a repülés magyar és külföldi gépei, modelljei is helyet kaptak az épületben. Mivel hamar nyilvánvalóvá vált a helyhiány, több terv

született a múzeum bővítésére, illetve a Múzeum mellé történő telepítésére. A pénzsűke és a két világháború azonban meghiúsította az elképzeléseket. 1944-ben két bombatalálat érte a múzeumot, jelentős károkat okozva az épületben és a kiállított tárgyakban. A gyűjtemény sorsa hosszú évekig bizonytalan volt, s csak az 1950-es évek végén dőlt el, hogy helyreállítják a romos épületet. 1966. április 2-án adták át az új Közlekedési Múzeumot, amelyet 1970 végén a kormány országos múzeummá nyilvánított. A múzeum 1987-ben új kiállítási épülettel bővült, a látogató ma valamennyi közlekedési ág fejlődésével megismerkedhet.



Mérnöki, Kereskedelmi és Tanácsadó Kft.
Engineering, Trading and Consulting Co. Ltd.
H-1145 Budapest, Jávor u. 5/b



ISO 9001-2000
Regisztr. sz.: 503/0822(1)-753(1)

Tel.: (1) 461-0866, 461-0867 • Fax: (1) 383-3384
E-mail: hungarail@hungarail.hu
Honlap: www.hungarail.hu

**Fővállalkozás, tervezés, szaktanácsadás,
értékesítés, kivitelezés és üzembehelyezés kötőtpályás
járművek és felsővezeték-rendszerek területén**

**General enterprise for planning, consulting,
marketing, completion and commissioning in the
scope of rail, vehicles and overhead wires system**



Vasúti és városi közlekedés infrastruktúrájához váltók, kitérők, átszelések és egyéb felépítményi szerkezetek gyártása

3200 Gyöngyös, Gyár út 1. • Tel.: (37) 312-270 • Fax: (37) 316-179 • Honlap: www.vamav.hu



Modern betonjavító habarcok

Szautner Csaba

termékfelelős

Mapei Kft.

✉ szautner.csaba@mapei.hu

☎ (23) 501-650, (30) 984-6342

A vasbeton hidak állapota a légköri és egyéb hatások miatt folyamatosan romlik. A felújításuk egyik fontos része a betonszerkezetek hiányosságainak pótlása, a nem megfelelő mértékű betontakarás vastagítása vagy pótlása, kiegészítése. Ilyen beavatkozásokhoz többféle anyag is használható, azonban néhány eset kivételével elmondhatjuk, hogy a polimerrel módosított cementbázisú (PCC) habarcok használata vált általánossá.

Beton, vasbeton és feszített beton közlekedéscélpítési szerkezetek igen nagy számban épültek és épülnek napjainkban is az országban. A jelenleg épülő szerkezetek építése során igen nagy hangsúlyt helyezünk a szerkezetek tartósságára is: a beton összetételét igyekszünk úgy meghatározni, hogy az eleve tartós betont eredményezzen, illetve a betonacélok primer védelmét is biztosítsa. Továbbá az elkészült szerkezetek majd mindegyikét sókorrozó elleni védőbevonatokkal is ellátjuk (szekunder védelem). Ezen építési módok eredményeképpen remélhetjük, hogy a közel-múltban és jelenleg építés alatt lévő

műtárgyak vasbeton szerkezeit jó darabig nem kell majd javítani. A régebben, néhány évtizede épült szerkezeteknél azonban nem lehetünk ilyen nyugodtak. A vasbeton hídállomány és egyéb szerkezetek nagy része is elkeserítő állapotban van, e szerkezetek mielőbbi felújítása tovább már nem halasztható. A felújítás egyik fontos része a betonszerkezetek hiányosságainak pótlása, a nem megfelelő mértékű betontakarás vastagítása vagy pótlása, kiegészítése. Ilyen beavatkozásokhoz több anyagféleség is használható, azonban néhány eset kivételével elmondhatjuk, hogy a polimerrel módosított cementbázisú (PCC) habarcok használata vált általánossá.

Az MSZ EN 1504-3:2005

Az európai uniós csatlakozásunk következtében követnünk kell az európai szabványokat is, és a betonjavításra vonatkozóan megszületett az 1504-es szabványsorozat, mely MSZ EN 1504 néven Magyarországon is érvénybe lépett.

A szabvány szerint a habarcson belül négy kategóriát lehet megkülönböztetni:

az R1-es és R2-es osztály a nem szerkezeti javítóhabarcokra vonatkozik, melyek csak esztétikai vagy geometriai funkciót töltenek be – ezek tárgyalásától a továbbiakban szintén eltekintek. A R3-as és R4-es osztály a szerkezeti javítóhabarcok két kategóriája, melyek a régi szabvány PCC I., PCC II. és PCC III. kategóriájának helyébe lépve lesznek érdekesebb számunkra. A habarcokra vonatkozó követelmények kivonatát az 1. táblázat tartalmazza.

Szintén tudni kell, hogy a szabvány az alkalmazási területekre vonatkozó olyan jellegű besorolást, mint az eddigi útügyi előírás, nem tartalmaz.

Mit jelent ez a gyakorlatban a tervezők, kivitelezők és műszaki ellenőrök számára? Egyrészt több lehetőséget, másrészt nagyobb felelősséget.

A létező betonjavító habarcok nagy része az R3-as vagy R4-es kategóriába besorolható, tehát szerkezeti javításra valamilyen mértékben alkalmas. Azonban az eddigi engedélyeztetési kötelezettségek miatt jelentős részük forgalomba hozatalra nem került. A Mapei Kft. javítóhabarcscsai közül közlekedéscélpítési területre érvényes építőipari műszaki engedéllyel öt típus rendelkezik, azonban R3-as kategóriában CE-jellel 4, R4-esben pedig 12.

Nyilvánvalóan e termékek között vannak különbségek is. A nagyobb kínálatból az igazán megfelelőt csak a szerkezeti geometria, a kivitelező műszaki lehetőségei, a rendelkezésre álló idő, illetve egyéb tényezők figyelembevételével lehet kiválasztani. A tervezőnek figyelnie kell arra, hogy az optimális, azaz a szükséges, de elégséges kategóriát válassza, és ezáltal biztosítsa a megfelelőséget, ugyanakkor a kivitelező

Summary

The repair of concrete structures is more and more important in Hungary. The high number of damaged structures and the lack of maintenance during the last decades makes the interventions urgent. The new European norm (EN 1504) for the repair mortars, by the wider range of available products, gives us more flexibility to find the best mortar for any kind of job, in case of any circumstances.

The Mapei introducing 16 new PCC (polymer modified cement based) mortar for the reparation of concrete structures. The presentation gives a short overview about these new, modern mortars.

	R3. osztály	R4. osztály
Nyomószilárdság	≥ 45 N/mm ²	≥ 25 N/mm ²
Tapadószilárdság	≥ 2,0 N/mm ²	≥ 1,5 N/mm ²
Rugalmassági modulus	≥ 20.000 N/mm ²	≥ 15.000 N/mm ²

1. táblázat. Főbb műszaki követelmények az MSZ EN 1504-3 szerint

Termék	Leírás	Nyomószilárdság	Besorolás (SIB90/EN)
Mapegrout T40	Állékony, normál kötéseidejű	≥ 40 N/mm ²	PCC III / R3
Mapegrout Rapid	Állékony, gyorskötő	≥ 55 N/mm ²	PCC I / R3
Mapegrout Tissotropico	Állékony, normál kötéseidejű	≥ 65 N/mm ²	PCC I / R4
Mapegrout Colable	Folyós, normál kötéseidejű	≥ 70 N/mm ²	PCC I / R4
Mapegrout BM	Állékony, alacsony rug. mod.-al	≥ 55 N/mm ²	PCC I / R4

2. táblázat. ÉME-vel rendelkező Mapei javítóhabarcsok

Termék	Leírás	Nyomószilárdság	Besorolás (EN)
Planitop 400	Állékony, gyorskötő, 1-40 mm-ig	≥ 45 N/mm ²	R3
Planitop 430	Állékony, normál kötéseidejű	≥ 30 N/mm ²	R3
Mapegrout Easy-Flow	Állékony, jól szórható	≥ 60 N/mm ²	R4
Mapegrout Easy-Flow GF	Állékony, üveg-szállal erősített, jól szórható	≥ 60 N/mm ²	R4
Mapegrout Colabile Ti 20	Önthető, horganyzott acélszállal erősített	≥ 70 N/mm ²	R4
Mapegrout FMR + FF	Állékony, krómácella szállal erősített	≥ 64 N/mm ²	R4
Mapegrout T60	Állékony, normál kötéseidejű	≥ 60 N/mm ²	R4
Mapegrout SV	Önthető, gyorskötő	≥ 55 N/mm ²	R4
Mapegrout SV Fiber	Önthető, gyorskötő, -5°C-ig, sárgarézzel bevont acélszállal erősített	≥ 70 N/mm ²	R4
Mapegrout SV T	Állékony, gyorskötő	≥ 45 MPa	R4

3. táblázat. Új Mapei betonjavító termékek

lehetőségeit indokolatlanul ne szűkítse. A kivitelezőnek pedig a kategórián belüli jó választás gyorsabb, vagy szebb, vagy egyszerűbb vagy gazdaságosabb megoldást eredményezhet.

ÉME-vel rendelkező Mapei javítóhabarcsok

A Mapei Mapegrout javítóhabarcsai Magyarországon széles körben ismertek, és tapasztalataim szerint elismertek. Építőipari műszaki engedéllyel a 2. táblázatban szereplő termékek rendelkeznek:

Mapegrout T40: eddig PCC III. besorolású állékony habarcs. Maximum 40 MPa nyomószilárdságú betonok javítására alkalmazzuk. MSZ EN 1504-3 szerint R3 osztályú.

Mapegrout Rapid: eddig PCC I. besorolású állékony habarcs. Legjellemzőbb

tulajdonsága a gyors kötés, melynek következtében elsősorban kisebb terjedelmű hibák gyors kijavítására alkalmazzuk. MSZ EN 1504-3 szerint R3 osztályú.

Mapegrout Tissotropico: eddig PCC I. besorolású állékony habarcs. 40 MPa-nál nagyobb nyomószilárdságú betonok javítására és pályalemezek kiegyenlítésére vagy felszerkezet aljának javítására alkalmazzuk. MSZ EN 1504-3 szerint R4 osztályú.

Mapegrout Colable: eddig PCC I. besorolású önthető habarcs. 40 MPa-nál nagyobb nyomószilárdságú betonok javítására és pályalemezek kiegyenlítésére alkalmazzuk. MSZ EN 1504-3 szerint R4 osztályú.

Mapegrout BM: eddig PCC I. besorolású állékony habarcs. Olyan helyeken alkalmazzuk, ahol nagy teherfüggő alakváltozásra kell számítani, vagy különösen szigorúak a környezeti feltételek. MSZ EN 1504-3 szerint R4 osztályú.

CE jelű habarcsok

A Mapei eddig is rendelkezett a fentiekén kívül más habarcsokkal is, azonban vagy az engedélyeztetés költségeit elkerülendő ezeket nem hoztuk be Magyarországra, vagy csak a magasépítésben alkalmaztuk őket. További, speciális tulajdonságú habarcsok kifejlesztésére pedig csak a közelmúltban került sor.

Ki kell emelnem, hogy mind az eddig meglévő, mind az új termékeknél a leg-

több esetben valós műszaki különbségek vannak, nem csak a szemcseméret eltérése, sőt az általában azonos (a rétegvastagságok adalékanyag hozzáadásával minden esetben növelhető.) Az új termékeket a 3. táblázat tartalmazza.

A Planitop 400 és Planitop 430 termékek kisebb szilárdságú, R3-as osztályú termékek. Alkalmazási területük a kisebb szilárdságú, másodlagos jelentőségű szerkezeti elemek javítása, mint például vizgálólépcsők, folyókák, maximum alaptertek. Emellett általánosan használhatók régi, gyengébb szerkezetek harmonikus javítására.

A Mapegrout Easy-Flow és Mapegrout Easy-Flow GF úgy lettek kifejlesztve, hogy a szórással történő bedolgozás sajátosságait jól kövessék. Ez a magasabb folyóképességgel ötvözött állékonyságban, valamint a lassabb kötéskezdetben nyilvánul meg. A GF változat nem a szokásos műanyag szálat, hanem üvegszálat tartalmaz, így akár erősítő acélháló nélkül is alkalmazható, nagy felületeken is.

Szintén szákkal, azonban acélanyagú szákkal erősített termékek a Mapegrout FMR és a Mapegrout Colable Ti 20 is. A Mapegrout FMR állékony, krómácella szákkal erősített termék olyan alkalmazási területekre, ahol a duktilitási igény nagy, illetve szerelt vagy ponthegesztett acélháló nem alkalmazható. A Mapegrout Ti 20 horganyzott acélszállal erősített, önthető habarcs. Kitűnően alkalmazható például dilatációs szerkezetek beépítésénél.

A Mapegrout T60 a Mapegrout Tissotropicohoz hasonló habarcs, azonos alkalmazási területekkel.

A Mapegrout SV termékek alkalmazási területe a többi terméktől némileg eltér: elsősorban útépitésnél, csatornafedlapok és egyéb szerkezetek beállításához alkalmazhatók. A Mapegrout SV önthető, a Mapegrout SV-T állékony, a Mapegrout SV Fiber pedig önthető, sárgarézzel futtatott acélszállal erősített termék. Mind szürke, mind fekete színben kaphatók, hogy a különböző anyagú útburkolatokkal is harmonizáljon a megjelenésük. Szilárdulásuk nagyon gyors, +20 °C körül akár két óra múlva terhelhetőek. Az elsődleges felhasználási területükön túlmenően alkalmazhatók minden olyan esetben, amikor a gyors szilárdulás nem akadály, hanem előny, például betonutak javításánál. A Mapegrout SV Fiber termék -5 °C-ig használható! ◀

Szauner Csaba okl. építőmérnök, okl. betontechnológus szakmérnök, a BME Építőmérnöki Karának elvégzése után az építőipar különböző területein tevékenykedett. 1998-tól a Mapei Kft.-nél dolgozik, kezdetben a betontechnológiai termékek értékesítéséért felelős, 2003-tól a cég betontechnológiai területének vezetője. Szakterületével kapcsolatban több cikk szerzője. Az egy évtizedes szakmai tapasztalat nagymértékben segítette a betontechnológia fejlődését, és cége betontechnológiai termékeinek népszerűségét.



SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a negyedévente megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név

Cím

Telefon

Fax

E-mail

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + áfa

Fizetési mód: átutalás – (az igazolószelvény másolata a Megrendelőlaphoz mellékelve).

Bankszámlaszám: 10200971-21508668-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes. A számlát kérem eljuttatni a fenti címre.

Bélyegző

Aláírás

A Megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni szerkesztőségünk címére: Sínek Világa folyóirat szerkesztősége

MÁV Zrt. PVÜ Technológiai Központ 1011 Budapest, Hunyadi János u. 12–14. • Kapcsolattartó: Gyalay György

Telefon: (30) 479-7159 • E-mail: gyalaygy@mav.hu • (A Megrendelőlap tetszőlegesen másolható)

ISSN 0139-3618

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt.
pálya és híd szakmai folyóirata.

Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág
Pálya és Mérnöki Létesítmények Igazgatósága
1062 Budapest VI., Andrássy út 73–75.

Felelős kiadó Szamos Alfonz
Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő Vörös József

A szerkesztőbizottság tagjai

Both Tamás, Csek Károly,

Erdődi László, Szőke Ferenc, Varga Zoltán

Nyomdai előkészítés Kommunik-Ász Bt.

Nyomdai munkák Demax Művek

Hirdetés 200 000 Ft + áfa (A/4), 100 000 Ft + áfa (A/5)

Készül 1000 példányban



World of Rails

Professional journal for track and bridge
at Hungarian State Railways Co.

Published by MÁV Co.

Infrastructure Business Unit

73-75 Andrássy road Budapest Postcode: 1062

Responsible publisher Alfonz Szamos

Edited by the Drafting Committee

Responsible editor József Vörös

Members of the Drafting Committee

Tamás Both, Károly Csek,

László Erdődi, Ferenc Szőke, Zoltán Varga

Typographical preparation Kommunik-Ász deposit company

Typographical work Demax Művek

Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)

Made in 1000 copies