LIV. évfolyam – 3–4. szám

SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

VIII. VASÚTI HIDÁSZ TALÁLKOZÓ PÉCS, 2012

Szekszárdi Sió-híd

A MÁV Hídszolgálat elmúlt három éve • Új vasúti híd érdekességek a nagyvilágban • Képek a magyar vasúti hidakról • A vasbeton szerkezet gazdaságos megválasztása • A vasúti pálya és híd kölcsönhatása • Edilon rendszerű vágány-leerősítés a hidakon • Vasúti hidak támaszponti mozgásai • Az Északi vasúti Duna-híd üzemeltetési tapasztalatai • Hídtervezés a mágnesvasút magyarországi szakaszán • Egy rendszerben a minőség és a kényelem • Műtárgyátépítések a GYSEV Zrt. magyarországi vonalhálózatán • Szombathely, Csaba utcai csomópont építése • MÁV Duna-hidak állag-megőrzési munkái • Közúti aluljárók építése a Budapest–Székesfehérvár vasútvonalon • Nemzetközi kutatások és hazai alkalmazásuk • Tűzihorganyzás a vasútépítésben • Polimer kompozitok a közlekedésépítésben • A vasúti pálya űr-szelvénymérése • Mélyépítési szerkezetek szigetelése bentonitos anyagokkal • Vasúti hidak átépítésének tervezése • Új hidak tervezésea Miskolc–Nyíregyházaza vasútvonalon • Vasútvonal keresztezése új közúti műtárggyal • Vasút feletti műtárgyak tervezése – esettanulmányok • Műtárgy átépítések a MÁV vonalhálózatán

MÁV

2012 3–4

Ára: 2400 Ft

Az eddigi Vasúti Hidász Találkozók

Szám	Szervező	Helyszín(ek)	Időpont	Előadás
I.	MÁV Rt. Szegedi Igazgatóság	Szeged	1993. október 20–21.	21
II.	MÁV Rt. Pécsi Igazgatóság	Balatonboglár	1995. szept. 26–28.	16
III.	MÁV Rt. Miskolci Igazgatóság	Miskolctapolca	1997. szept. 16–18.	20
IV.	MÁV Rt. Szombathelyi Igazgatóság *Vasúti hídon a XXI. századba*	Szombathely–Nagyrákos	2000. május 23–25.	23
V.	MÁV Rt. Debreceni Területi Központ *A hidak összekötnek*	Debrecen	2003. május 23–25.	27
VI.	MÁV Zrt. Budapesti területi központ *Hidak a középpontban*	Dobogókő	2006. július 5–7.	23
VII.	MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központ Szeged *A hidak távlatokat nyitnak*	Kecskemét	2009. június 24–25.	28
VIII.	MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központ Pécs *Határokon átívelő hidak*	Pécs	2012. máj. 30.–jún. 1.	28

Somogy

Veszprém

Zala

Három éve 2009-ben, Kecskeméten kapta meg a Pécsi Területi Központ
a hídvizsgáló vándorkalapácsot és a VIII. Vasúti Hidász Találkozó szervezési jogát

TARTALOM

Rege Béla – Köszöntő 1
Virág István – A MÁV Hídszolgálat elmúlt három éve 2
Dr. Dunai László – Új vasúti híd érdekességek a nagyvilágban 7
Legeza István – Képek a magyar vasúti hidakról 11
Dr. Hajtó Ödön – A vasbeton szerkezet gazdaságos megválasztása 19
Gál András – A vasúti pálya és híd kölcsönhatása 22
Vörös Zoltán – Edilon rendszerű vágányleerősítés a hidakon 28
Vörös József – Vasúti hidak támaszponti mozgásai 33
Tóth Axel Roland – Az Északi vasúti Duna-híd üzemeltetési tapasztalatai 37
Lengyel Gábor – Hídtervezés a mágnesvasút magyarországi szakaszán 45
Mészárics Zoltán – Egy rendszerben a minőség és a kényelem 50
Pál László – Műtárgyátépítések a GYSEV Zrt. magyarországi vonalhálózatán 55
Maller László – Szombathely, Csaba utcai csomópont építése 58
Szűcs József – MÁV Duna-hidak állagmegőrzési munkái 62
Sörös Péter – Közúti aluljárók építése a Budapest–Székesfehérvár vasútvonalon – Velence és Kápolnásnyék közúti aluljárók építése 65
Dr. Orbán Zoltán – Nemzetközi kutatások és hazai alkalmazásuk 67
Antal Árpád – Tűzihorganyzás a vasútépítésben 70
Lőkös László PhD – Polimer kompozitok a közlekedésépítésben 77
Béli János–Puskás Bence Zsolt–Szalai Csaba – A vasúti pálya űrszelvénymérése 82
Szautner Csaba – Mélyépítési szerkezetek szigetelése bentonitos anyagokkal 87
Nagy Zsolt–Süle F. Attila – Vasúti hidak átépítésének tervezése 88
Gyurity Mátyás – Kiskörei Tisza-híd átépítésének tervezése 92
Dr. Koller Ida–Zádori Gyöngyi–Závecz Richárd – Új hidak tervezése a Miskolc–Nyíregyházata vasútvonalon 97
Gilyén Elemér – Vasútvonal keresztezése új közúti műtárggyal 107
Pál Gábor – Vasút feletti műtárgyak tervezése – esettanulmányok 111
Erdődi László – Műtárgy átépítések a MÁV vonalhálózatán 121

INDEX

Béla Rege – Greeting 1
István Virág – The last 3 years of MÁV Bridge Service 2
Dr. László Dunai – New railway bridge curiosities all around the world 7
István Legeza – Photos of Hungarian railway bridges 11
Dr. Ödön Hajtó – Economical selection of reinforced concrete structures 19
András Gál – Interaction of railway track and bridge 22
Zoltán Vörös – Edilon type track fastening on bridges 28
József Vörös – Support movements of railway bridges 33
Axel Roland Tóth – Operational experiences of Northern railway Danube bridge 37
Gábor Lengyel – Bridge designing on the Hungarian section of Maglev (magnetic levitation) 45
Zoltán Mészárics – Quality and comfort in one system 50
László Pál – Construction of engineering structures on the Hungarian line network of GYSEV Co. 55
László Maller – Szombathely, reconstruction of the node at Csaba street 58
József Szűcs – State-conservation works of MÁV Danube bridges 62
Péter Sörös – Construction of road underpasses on Budapest–Székesfehérvár railway line 65
Dr. Zoltán Orbán – International researches and their domestic application 67
Árpád Antal – Hot-dip galvanizing in railway construction 70
László Lőkös PhD – Polymer composites in transport construction 77
János Béli–Bence Puskás–Csaba Szalai – Clearance gauge measurement of railway track 82
Csaba Szautner – Insulation of civil engineering structures by bentonite materials 87
Zsolt Nagy–Attila F. Süle – Designing of railway bridge reconstructions 88
Mátyás Gyurity – Designing of Tisza bridge at Kisköre 92
Dr. Ida Koller–Gyöngyi Zádori–Richárd Závecz – Designing of new bridges on Miskolc-Nyíregyháza railway line 97
Elemér Gilyén – Crossing a railway line by a new road engineering structure 107
Gábor Pál – Designing engineering structures above railway – case studies 111
László Erdődi – Reconstructions of engineering structures on MÁV line-network 121

Kedves Olvasóink!

Csaknem húsz esztendeje, 1993-ban kezdtük meg a Vasúti Hidász Találkozók szervezését, amelynek most újabb állomásához érkeztünk. A Pécsi régió másodszor ad otthont ennek a jelentős szakmai konferenciának. A háromévenként megrendezett Vasúti Hidász Találkozón nem csak a két egymás után következő rendezvény időszaka alatt történt vasúti hidász szakmai eseményeket mutatjuk be, a résztvevők a házigazda régió érdekességeivel is megismerkedhetnek.

A 2009-ben megrendezett VII. Vasúti Hidász Találkozó óta hazánkban nagy folyami vasúti híd nem épült. Megkezdődött azonban a nagy jelentőségű vasútvonalak korszerűsítése, a többi között a Budapest-Kelenföld–Székesfehérvár, a Budapest–Miskolc, a Sopron–Szombathely–Szentgotthárd vonalak átépítése számottevő hídépítési feladattal. A korszerűsítéseknél új anyagokat, megoldásokat alkalmaztak. Ezekről a VIII. Vasúti Hidász Találkozón több előadásban is szó lesz. Beszámolókat hallhatunk a jelentős külföldi vasúti hídépítésekről, nemzetközi kutatások eredményeiről és az új európai uniós előírásokról.

A konferencia résztvevőinek köre állandóan bővül. A tudományos élet, tervezők, kivitelezők, üzemeltetők, beruházók mellett a hatóságok képviselői is bekapcsolódnak a konferencia munkájába.

Sajnos az elmúlt három évben megbecsült vasúti hidász kollégák távoztak örökre közülünk, többek között *dr. Nemeskéri-Kiss Géza, dr. Tóth György, Báló Endre, Máté Attila, Bodnár Péter, dr. Pintérné Agárdi Veronika.* Ők is lelkes hallgatói, sok esetben előadói voltak rendezvényeinknek. Emléküket kegyelettel őrizzük.

A VIII. Vasúti Hidász Találkozó alkalmából folytatjuk az egyes vasúti régiók hídjait bemutató könyvek megjelentetését. Ezúttal a Vasúti hidak a Pécsi Igazgatóság területén című könyvet adtuk ki, amely a debreceni, budapesti, szegedi kötet után immár a negyedik. Tervezzük, hogy a még hiányzó két régiót bemutató munkát is közzétesszük.

Bízom benne, hogy a VIII. Vasúti Hidász Találkozó résztvevői számos új információhoz jutnak, amelyeket munkájuk során jól tudnak hasznosítani. Alapítványunk nevében kívánok mindannyiuknak tartalmas és kellemes időtöltést a gazdag kultúrájú Pécs városában, és jó egészséget, eredményes munkát a következő találkozóig.

Rege Béla,
a Vasúti Hidak Alapítvány
Kuratóriumának elnöke

A MÁV Hídszolgálat elmúlt három éve

Virág István
osztályvezető
MÁV Zrt. PÜ PL Főosztály
Híd és Alépítményi Osztály
✉ viragi.@mav.hu
☎ (1) 511-3070

A háromévenként megrendezett Vasúti Hidász Találkozó jó alkalom arra, hogy értékeljük tevékenységünket, feltárva a nehézségeket, számot adjunk a folyamatban lévő feladatokról és felvázoljuk a jövőre vonatkozó célkitűzéseinket. A mostani értekezlet azért is aktuális, mert rég nem látott forrás nyílt meg a hidak állapotának javítására. Mindemellett fontos feladat az osztály szakembergárdájának fiatalítása és egy ütőképes, megfelelő szakemberekkel dolgozó hídosztály megteremtése a múlt hagyományaira alapozva.

Hídstatisztika

A legszemléletesebb statisztikai adatsor, amivel a hidak állapota jellemezhető, a hidak kor szerinti megoszlása *(1. ábra)*.

A grafikonból jól látható, hogy a hídállomány fele a második világháború után épült, nagy részük már elérte vagy meghaladta az ötvenéves kort. Negyedrészük viszont már száz év feletti. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a korral járó romlási folyamatok miatt szüntelenül növekszik a hidak fenntartásának munka- és költségigénye.

Érdemes összehasonlítani a különböző anyagú hidak darabszámát *(2. ábra)* és hosszát *(3. ábra)*. Látható, hogy az acélhidak darabszáma megközelítően 4% (viszonylag alacsony), de nyilvánvalóan ezek a legnagyobb támaszközű hidak. Az elenyésző darabszámú provizórium átlagos támaszköze 10–30 m, koruk viszont rendkívül magas. Ebben a statisztikában csak a „forgalmi" provizóriumokat tüntettük fel, tehát az építési célból rövidebb időszakra beépített hidakat figyelmen kívül hagytuk.

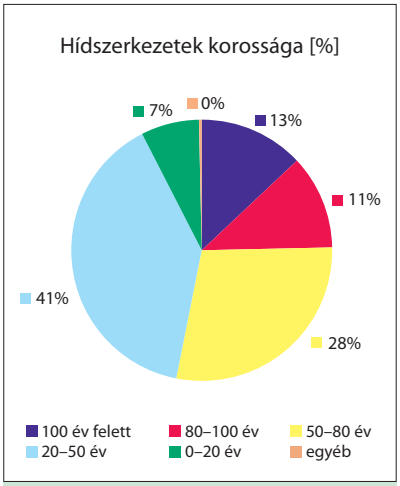
A tégla-, kő-, beton- és vasbeton hidak a teljes hídállag 60%-át teszik ki, ez vágánynyílás-folyóméterben 50%-ot jelent. Ezekre a műtárgyakra is a magas életkor és avult állapot jellemző.

Az átereszek közé soroljuk a 2 m nyílás alatti hidakat, amelyek a teljes hídállag egyharmadát teszik ki, méretükből adódóan azonban vágánynyílás-folyóméterben csak 7%-ot képviselnek. Állapotuk, korosságuk elfogadható.

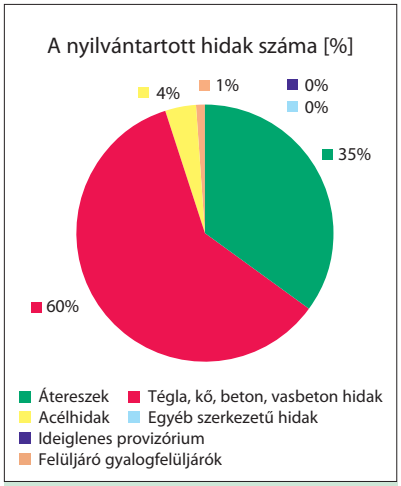
A vizsgálatokból az is kiderült, hogy a közel 300 db acélszerkezetű híd rendkívül koros, a kő-, tégla-, beton- és vasbeton hídszerkezeteknél a túlkoros hidak száma megközelíti a 400-at.

A hidak magas életkorából, a felügyeletük során tapasztalt hiányosságokból és a fáradási jelenségek által indokolt tengelyterhelés-korlátozásból adódik – a fenntartási feladatokon túl – a hidak átépítési igénye, ami különböző forrásokból elégíthető ki. Ezek a források lehetnek:

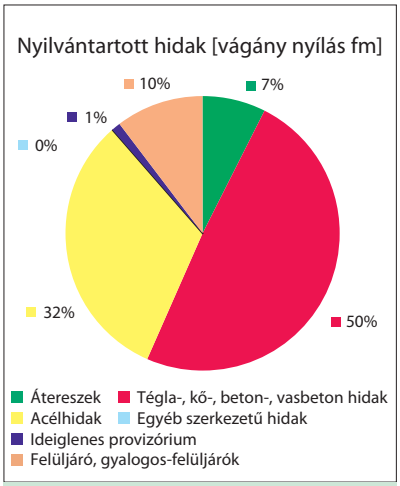
- *Vonali rehabilitáció:* egy-egy vonal rehabilitációja során a pályával együtt a pályában fekvő hidak, általában kisebb műtárgyak rendbetétele.
- *Egyedi hídmunkák:* ha egy vonalon belül teherbírás- vagy sebességkorlátozás szempontjából a híd a vonalhoz képest gyenge, úgy egyedi hídmunkával történik a hiányosságok megszüntetése.
- *Tervezhető karbantartás* a tevékenységkihelyezés során, a teljes vonalhálózaton a további romlást megelőző szinten tartó hídfenntartást jelentő feladatok elvégzése.



1. ábra. Hídszerkezetek korossága



2. ábra. A nyilvántartott hidak száma



3. ábra. Nyilvántartott hidak vágány nyílás fm

- *EU-pénzekből megvalósuló hídmunkák:* a koncentrált vonalszakasz-felújítások és megerősítések során elvégzendő hídfelújítási feladatokat jelentik.
- *Hídprojekt kapcsán megvalósuló feladatok:* a parlament által elfogadott költségvetésben biztosított 5,2 Mrd Ft-os keret, mely a leromlott állapotú hidak javítására ad lehetőséget. Ezt részletesebben ismertetjük.

A hídprojekt bemutatása

A 2011. évi költségvetési törvényben 5,2 Mrd Ft-ot hagytak jóvá a MÁV Zrt. rossz állapotban lévő hídjainak felújítására vagy átépítésére. Az összeg elsőre igen nagynak tűnik, viszont ha a teljes hídállag rendbetételére fordítandó summához hasonlítjuk, meg kell állapítani, hogy ahhoz képest rendkívül kevés. A hídprojekt alapvetően a koros és gyenge acélhidak rehabilitációjára jött létre, de a feladatok súlyát mérlegelve az acélszerkezeti feladatokon túl a programba be kellett illeszteni beton- és vasbeton hidak átépítését és a bajai Duna-híd mederrendezését is.

A hídprojektbe betervezett feladatok kiválasztási szempontjai az alábbiak voltak:

- a fejlesztésekhez történő tér- és időbeli illeszkedés;
- más irányú források összehangolása;
- a hálózati vágányzári tervhez való igazodás;
- az adott híd és a hidat magában foglaló vonalszakasz hálózati, forgalmi jelentősége;
- teherbírási elégtelenségek felszámolása.

Az 5,2 Mrd Ft összegű projekt 87%-át konkrét kivitelezés során használjuk fel, ez 4,6 Mrd Ft-ot tesz ki, míg a teljes összeg 13%-át műszaki tervezési feladatok elvégzésére különítettük el 0,6 Mrd Ft értékben.

A kivitelezésre jutó összegből a teljes hálózaton 51 db hídszerkezet újítható fel. A kiválasztás úgy történt, hogy a fentiekben felsorolt szempontok közül minimum 3-4 kedvező egybeesése kellett ahhoz, hogy egy műtárgy a programba bekerüljön. Hogy ez milyen komoly szűrést jelentett, jellemző, hogy a hidak kiválasztásánál elsőként meghatározott alapcsomag több mint 60 Mrd Ft-ot tett ki.

A teljes hídprojektet nyolc csomagra bontottuk, ennek fejezeteit, valamint az egyes fejezetek kapcsolódását az *4. ábrán* mutatjuk be.

Az I. csomag alapján elkészült műszaki tervdokumentáció a VII. és a VIII. csomag kivitelezése során valósul meg, a IV. csomag eredményeként megszülető tervek képezik – reményeink szerint – egy körvonalazódó következő hídprojekt alapját.

A IV. tervezési csomag tanulmányterveinek elkészítése közben jelent meg a 209/2011. (X. 12.) Korm.rendelet, amely új előírásokat fogalmazott meg a vízfolyások feletti hídszerkezetek magassági kialakítására vonatkozóan. A rendelet sajnálatosan, átmeneti időszak nélkül, a folyamatban levő ügyekre is azonnal hatályba lépett, így közvetlenül érintette a tanulmánytervi változatok közül a rendelkezésre álló források figyelembevételével kiválasztott és megtervezett, engedélyezési fázisban levő tervanyagokat. Emiatt további tervezési feladatok adódtak, s ez a projekt elképzelt ütemét komoly mértékben lassította, és a már betervezett költségeket növelte.

A hídprojektből származó és azon túli további feladatok

Mint említettük, a IV. tervezési csomagban elkészült tervek a jelenlegi ütemben nem valósulnak meg, azok kivitelezése később várható. Ezek a tervek a következő feladatokat foglalják magukba:

- A Déli összekötő híd esetén – amely a magyarországi vasúthálózat legfontosabb műtárgya – tervezés alatt áll a III. vágányú szerkezet, amelynek megépülése után lehet foglalkozni a jelenlegi szerkezetek felújításával és korrózióvédelmével.
- Az előző pont szerves folytatását képezi a Budapest-Ferencváros–Kelenföld között kiépítendő III. vágányhoz szükséges 7 db híd. Ennek legjelentősebb műtárgya a Bartók Béla úti kétvágányú hídszerkezet mellé új szerkezet építése és a híd alatti közúti csomópont átépítése.
- A további hídprojektek beindítása előtt stratégiai tervet kell készíteni a műtárgyak korrózióvédelmi felújítására. A MÁV Zrt. acélhídállagának mázolási felülete megközelítőleg 1 M m². Ha ebből minden évben 50000 m² újramázolása megvalósul (ez két komáromi Duna-hidat jelent), az egész állomány korrózióvédelme 20 évig tartana. Ez az időszak viszont meghaladja a szükséges ciklusidőt. A reális 17 éves ciklusidő feltételezésével évenként 61000 m² felület újramázolása szükséges.
- Ki kell dolgozni a meglévő hidak statikai felülvizsgálata és a romlási folyamatok prognózisa alapján a hídátépítések hosszú távú programját. Ehhez megalapozott és elfogadott stabil közlekedéspolitikai koncepció szükséges.

4. ábra. A teljes hídprojekt fejezetei

A tevékenységkihelyezés új formái, szervezete

A tervezhető kihelyezett karbantartás-felújítási munkákat 2005-től a MÁVGÉP és az FKG Kft.-k egymás között, régiók szerint osztották szét. Az eltelt hét év alatt a hídmunkák felújítási fejezeteiből a budapesti és a debreceni régiókban lehetett saját erőből komoly eredményeket felmutatni, de ez igen kiterjedt, vegyes minőségű alvállalkozói körrel valósult meg. Ennek nyilvánvaló oka, hogy a két leányvállalat korábbi profilja alapvetően távol állt a vasúti hidak felújítás-karbantartási feladataitól. A szükséges humánerőforrás felkutatásával és kinevelésével, a szükséges technológia és felszerelés beszerzésével, a szakmai tudás megszerzésével végül mára – a két cég 2012. február 28-i összevonása után – létrejött a Mérnöklétesítményi Divízió, amely, remélhetően, eredményesen látja el a teljes vasúti hálózaton a hídkarbantartási tevékenységet.

Az új cégfilozófia szellemében megfogalmazódott, hogy a korábbi évek némely esetben rendkívül magas alvállalkozói hányaddal, vegyes minőségben elvégzett munkái helyett a szervezetfejlesztés a helyes és járható út. Ez a döntés talán a legérzékenyebb területre koncentrál: ígéret és szándék van a 2013-tól meghatározó saját korrózióvédelmi kapacitás kiépítésére.

Az összevonástól az elvégzett munkák minőségének javulását, komplex feladatok elvégzését, továbbá egységes szemléletű árképzést, rugalmas tervezést várunk, mert a rendelkezésre álló források hatékony felhasználása csak így biztosítható.

Alépítményekkel kapcsolatos feladatok

Osztályunknak a hidak melletti másik fontos feladata a vasúti alépítményekkel kapcsolatos.

Jelenleg két munkatársunk látja el kelet–nyugat megosztásban a területi főmérnöki munkát. Pályáink tekintélyes részének alépítménye 100-140 éves, rajtuk a kiépítésük óta a tengelyterhelés a kétszeresére, a sebesség pedig a négyszeresére növekedett. Ilyen körülmények között nyilvánvaló érdekünk az alépítményi diagnosztika fejlesztése és összekapcsolása a felépítménydiagnosztika meglévő eszközeivel. Ennek első lépéseként a georadart kell rendszerbe állítanunk. Ezzel a speciális szakterülettel kibővítve, valamint új feladat- és területelhatárolást kialakítva az osztály alépítményi szakterületének megerősítését várjuk.

Fenti szándékot a 2002–2006 és 2010-es árvizek és elemi események (rendkívüli időjárás) eseménysorai sajnálatosan igazolták. Néhány esemény, munkahelyszín ezek közül:

- Nagymaros–Szob hegyoldal megcsúszása,
- Vác–Verőce alépítmény meghibásodása,
- Komárom állomás alatti járatrendszerek megrogyása,
- Nyergesújfalu megállóhely térségében partfalrogyás,
- az északi régióban töltésszakadások, csúszások,
- Balatonakarattya rézsűcsúszás,
- Balatonkenese térségében a magaspart védelme,
- Eger–Putnok vasútvonal károsodott helyszínei,
- Lakitelek–Tiszaalpár töltéscsere,
- Poroszló–Tiszafüred partvédelem,
- Ajka vasútállomás vízrendezése,
- Bakonysárkány–Kisbér állomásköz vízrendezése,
- Bakonysárkány állomási rézsűcsúszás,
- Veszprém–Herend alépítményhiba,

A lista sajnos túl hosszú ahhoz, hogy teljes terjedelmében közzétegyük.

E feladatok tervigénye nyilvánvaló, a szükséges előterjesztések, helyreállítási tervek elkészítése részben-egészben meg is valósult. A szűk tervezői keresztmetszet miatti nehézségek megoldását a MÁVTI idén megvalósuló MÁV Zrt.-be történő visszaintegrálásában látjuk.

Beruházások, felújítási munkák

Az EU által finanszírozott projektek sora kivonatosan:

- Utolsó fázisában van és gyakorlatilag elkészültnek tekinthető a Tárnok–Székesfehérvár vonalszakasz műtárgyainak teljes köre, és megkezdődött a (Budapest)-Kelenföld–Tárnok vonalszakasz átépítése.
- Székesfehérvár állomás átépítése tervezés alatt van, várható kezdés a 0. fázist tekintve 2013, a tényleges munkák pedig 2014-től kezdődhetnek.
- A megfelelő előkészítési folyamatok eredményeként idén indul az esztergomi vonal átépítése, a többi között közel 100 db különféle vasúti terhet viselő műtárgy (híd és támfal) átépítése, megerősítése vagy bontása. Külön kiemelendő, mint izgalmas tétel, a piliscsabai alagút fenéklemezének megerősítése.
- Zajlik a Szajol–Kisújszállás–Püspökladány vonalszakasz átépítése. Itt ki kell emelni az apavári Hortobágy-híd munkálatait.
- Záhony térség széles nyomtávú vontatóvágány I. üteme elkészült, benne egy keresztezési műtárgy felújításával.
- A Szajol–Lőkösháza vonalszakaszon belül a Mezőtúr–Gyoma szakasz műtárgyai elkészültek. Békéscsaba állomás engedélyezési tervei elkészültek.
- A Székesfehérvár–Boba vonalszakasz átépítésével érintett műtárgyak engedélyezési tervei készen vannak.
- Tervezés alatt vannak a (Budapest)-Rákos–Hatvan–Miskolc vasútvonal műtárgyai, ez több mint 200 db műtárgy engedélyezési tervének elkészítését jelenti.

Az akadálymentes közlekedés biztosítása érdekében rámpák, liftek épültek be, de a fenntartási feladatok megosztása érdekében számos egyeztetésre van szükség az önkormányzatokkal. Ez rendkívül nehézkes és körülményes, jóllehet a megállapodások megkötése alapfeltétele a használatbavételi engedély megadásának. A nehézségeket elsősorban finanszírozási bizonytalanságok, szemléletbeli eltérések és nem egy esetben a helyi önkormányzaton belüli egyenlőtlen erőviszonyok okozzák. Az egyeztetést a jogi környezet szabályozatlansága is nehezíti, időhúzó, hárító magatartásra ad lehetőséget. További akut gond a rongálások kezelése, időszakos vizsgálatok elvégeztetése, üzemfelügyelet megvalósítása a liftek esetében.

Hidász utasítások, szabályzataink

Az utolsó egységes Vasúti Hídszabályzat (továbbiakban: VH) az 1951. évi, H.1. Utasításként is ismert hídszabályzat volt. Ennek korszerűsítése az 1976. évi VH keretein belül kezdődött el, ekkor tagozódott fejezetekre a Vasúti Hídszabályzat. Sajnos nem készült el az összes fejezet, némelyiket pedig többször is újra kiadtuk (pl. az erőtani követelményekről).

A tervezőktől ma az MSZ 07 3702 és MSZ 07 3710 szabványokkal kiegészített MSZ 07 2306/1-4-90T jelű szabványsorozat és a H.1.2. Utasítás (Vasúti hidak méretezésére vonatkozó általános előírások) szerint követelik meg a vasúti terhet viselő szerkezetek tervezését. Ezek a

szabványok együtt érvényesek az 1976. évi VH egyes részeivel. Az 1976. és 1990. évi szabályzatok azonban sajnos csak tervezetek voltak, alkalmazásuk gyakorlatilag szokásjog alapján történik.

2011. január 1-jétől a régi szabványokat visszavonták, és az új MSZ EN szabványok maradtak hatályban. Az európai szabványok (Eurocode-ok, továbbiakban: EC-k) alkalmazása nem kötelező, hanem önkéntes. Az Európai Unió csupán annyit követel meg, hogy a tagországok az országos törzshálózati vonalakon a kívánt biztonsági szintet, valamint az átjárhatóságot biztosítsák. Az EC-k alkalmazása esetén ez a biztonsági szint (és ezzel az átjárhatóság, ha úgy tetszik, a rendszer „egyenszilárdsága") garantált.

A régi nemzeti szabványok (MSZ) alkalmazása alapelveiben eltér az EC szabványsorozat, az MSZ EN anyagszabványok (pl. beton) által meghatározott tervezési, minőségtanúsítási előírásoktól, ezért ezek kevert alkalmazása, a régi előírások változtatás nélküli továbbvitele igen sok problémát okoz.

A tervezési előírásokat (vasúti hídszabályzat tervezési fejezetei) együtt kell kezelni a megvalósításra, megépítésre vonatkozó előírásokkal az egységes, a tervezéstől a megvalósításig végigvezetett következetes, egymásra épülő követelményrendszer alkalmazása érdekében.

Ennek biztosítására szükséges a MÁV Zrt. előírásaival is az egységes, véglegesített EC, MSZ EN szemléletű előírásokra való áttérés.

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) által jóváhagyott, valamennyi vasút-üzemeltetőre vonatkozó Vasúti Hídszabályzat nem létezik, és az NFM nem forszírozza a szabványok harmonizálását. Ezért ezt a munkát és az egységes álláspontot a vasút-üzemeltetőknek közösen kell kialakítaniuk. Az általánosan, minden vasút-üzemeltető által betartandó előírásokat az Országos Vasúti Szabályzat (OVSZ) I. kötete tartalmazza, de ez messze nem elégséges a különböző műtárgyak tervezéséhez, üzemeltetéséhez, fenntartásához. A MÁV Zrt. műtárgyainak, hídjainak tervezésére vonatkozó előírásokat a MÁV Zrt.-nek magának kell kialakítania, harmonizálva a hazai és európai szabványokkal, valamint az átjárhatósági előírásokkal. A versenyszféra megjelenése a kivitelezésben azonban magával hozta azt is, hogy sokszor a vasútépítésben, vasút-üzemeltetésben nem járatos kivitelezőknek kell a sokszintű feltételrendszert teljesíteni. Összegezve: a MÁV Zrt. hídszolgálatának (sok esetben mint tervezői, kivitelezői, átvevői, üzemeltetői kör) feladatait könnyítené meg az új, egységes Vasúti Hídszabályzat megalkotása.

Az Eurocode-ok véglegesítésére, magyarországi bevezetésére 2010-ben került sor.

Az új, harmonizált szabványokat az új létesítmények tervezésekor, építésekor kell alkalmazni. Ehhez még hozzáadódik a meglévő – tekintélyes – hídállomány EC által megkívánt biztonsági szintnek való megfeleltetése. Ez nem kis munkát jelent akkor is, ha csak az átjárhatósággal érintett vasútvonalak műtárgyait és alépítményeit kell felülvizsgálnunk. Az új vasúti járművek megjelenése – és ennek következtében a régiek más vasútvonalakon történő járatása – azonban előidézhet olyan problémákat, amelyekre eddig nem is gondoltunk (pl. hidak alépítményeinek fékezőerőre való megfeleltetése). Ezért szükség van a különböző szakterületek (pályás, gépész, alépítményes, hidász) együttdolgozására, szakértők bevonására, a régi szabványok, tervezési előírások és egyúttal a régi műtárgyak felülvizsgálatára is (a túlkoros műtárgyak minden évben növekvő problémát jelentenek, emiatt a meglévő műtárgyak közel harmadán tíz éven belül komoly beavatkozást kell végezni!), e felülvizsgálatok után pedig a követendő eljárások, szükséges intézkedések meghatározására. A feltételezéseket részletes adatgyűjtéssel, mérésekkel is igazolni kell, ebbe a munkába a felsőoktatási intézményeket, független vizsgálószervezeteket is be lehet, és be is kell vonni.

Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a MÁV Zrt. szakembergárdája a napi teendők mellett önállóan ilyen nagyságrendű feladat elvégzésére nem képes. A problémák és feladatok azonban amúgy is túlmutatnak az üzemeltetői feladatokon és hatáskörön. A MÁV Zrt.-nek mint (a legnagyobb) vasút-üzemeltetőnek ebben a munkában a koordinátor szerepét lehet és kell betöltenie, de a kapott eredmények, következtetések minden közreműködő fél számára jól hasznosíthatók lesznek.

Az új VH kidolgozásának jelen állapota hosszú évek óta elsősorban forráshiányra vezethető vissza, hiszen a külső (nem MÁV-alkalmazott) közreműködő felek munkáját honorálni, az eszközigényt finanszírozni kell. Ennek az állapotnak a felszámolására első lépésként az idei K+F projektben megfelelő forrást állítottunk be.

Jelenleg az egyes fejezetek átdolgozott változatai közül egyedül a H.1.2. Vasúti hidak méretezésének általános előírásai című fejezet áll rendelkezésre jóváhagyott formában. A többi fejezetből (H.1.1., H.1.3., H.1.4. stb.) egy nyers változat készült el, amelyet a MÁV Zrt. a Nemzeti Közlekedési Hatósághoz terjesztett fel. A Vasúti Hatóság azonban időközben szemléletet váltott, és nem vállalta fel a MÁV Zrt. mint vasút-üzemeltető belső utasításainak jóváhagyását, ezért – valamint kapacitás hiányában – a folyamat megakadt.

A végső cél, hogy naprakész, a legújabb technológiai és tudományos eredményeket magába foglaló és az európai szabványokkal harmonizáló előírásrendszer szülessen, amely a jövőben kielégítően szolgálja a vasúti hidász szakmát.

Stratégiailag fontos és rendezendő feladatok

A részlegesen vagy véglegesen üzemszüneteltetett vasútvonalakon több mint 600 műtárgy van. Ezeknek nemcsak a felügyeletét kell ellátnunk, hanem biztosítanunk kell a vagyonvédelmet, a vasút és az adott esetben keresztezett közlekedési ág (közút, gyalogosforgalom, vízi közlekedés) forgalmának biztonságát is. Ez nem kevés energiát, pénzt és időt igényel. Egy egységes, jól átgondolt közlekedésfejlesztési koncepcióban véglegesen megoldható lenne a műtárgyak sorsa is. Megoldást jelenthetne a vonalak önkormányzati hasznosítása, helyi közlekedésben való felhasználása, az alépítményen turistaútvonalak, kerékpárutak kiépítése.

A következő említésre méltó tényező, hogy a Pályavasút nem rendelkezik 30 m támaszköz feletti, 80 km/h sebességet biztosító provizóriumcsaláddal. Ennek szakmai-üzleti előnyei nyilvánvalóak, nem szorulnak bizonyításra.

A provizórikus szerkezetekhez tartozik a régi katonai K hídhoz hasonló rácsos, könnyen összeépíthető típusszerkezetek megtervezése, amelyből meghatározott számú elem alkalmazása esetén meghatározott támaszköz hidalható át minimális előkészüléssel – ez igencsak hasznos lehet(ne) a szigorú vágányzárak esetén.

A MÁV HGR korszerűsítéseként új, közlekedésiobjektum-nyilvántartó, diag-

nosztikai, gazdálkodást segítő szakértői rendszer kidolgozásának elindítását tartjuk szükségesnek.

A projekt fő célja egy olyan, a MÁV igényeit kielégítő rendszer bevezetése, amely a híd, az alagút és a mérnöki szerkezetekkel foglalkozó szakemberek mindennapi munkáját támogatja, segíti, ahol minden adatot egy helyen tárolnak és frissítenek, így mindig naprakész adatok állnának a felhasználók rendelkezésére.

A programnak tartalmaznia kell:

- A közlekedési objektumok műszaki alapadatainak (híd, alagút és a mérnöki szerkezetek) naprakész nyilvántartását.
- A műszaki alapadatok figyelembevételével a közlekedési objektumokról készült vázlatrajz szintű, és legalább 2 db, az objektumra jellemző fénykép megjelenítését.
- Több forrásból származó diagnosztikai, teherbírási, tervtári és egyéb pályaadatok (PÁTER-ből, MÁV MTR-ből) naprakész nyilvántartását.
- Költségkalkulátor alkalmazásával rehabilitációs, felújítási és karbantartási munkák tervezését, jövőbeni fejlesztések eseteinek meghatározását.
- A közlekedési objektumok várható élettartamának meghatározását műszaki alap-, felügyeleti, forgalmi adatokat.
- A felügyeleti, teherbírási, tervtári, gazdálkodást segítő adatok hálózati, gazdálkodóegység, vasútvonal, állomásköz, könyvelési statisztikai szakasz, híd-, alagút és a mérnöki szerkezet szintű megjelenítését, előállítását.
- A hídszerkezetek teherbírásának figyelésével, a grafikus felületen (térkép alapon) is összeállítható útvonal-kijelöléssel, a túlsúlyos vasúti járművek közlekedési feltételeinek megadását.
- GPS- (EOV x, y, z) koordinátákkal azonosított híd-, alagút- és a mérnöki szerkezetek vizsgálata során korszerű – kézi számítógépes – helyszíni és fényképes adatrögzítést, azonosítást.

Mindezek figyelembevételével a döntéshozókat megfelelő információval lássa el.

A jövő útja a hídépítésben nem kizárólag az acél vagy a vasbeton. Megjelentek olyan kompozit anyagok és szerkezetek, amelyeket nagyvárosi környezetben a mi extrém terhelési, fenntartási viszonyaink között kiválóan tudnánk alkalmazni nemcsak egyes szerkezeti elemek, hanem akár teljes szerkezetek átépítésekor is. Ilyenek lehetnek például az üvegszál-erősítésű műgyanta kompozit szerkezeti elemek (akár „hídfa” vagy I tartó vagy egy egész rácsos tartó), amelyek még külföldön is ritkaságszámba mennek, de merész próbálkozások már akadnak.

Az osztály jövője

Az elmúlt három évben négy meghatározó munkatársunk, *Sujtó Géza, Legeza István, Kovács Józsefné* és az azóta elhunyt *dr. Pintérné Agárdi Veronika* ment nyugdíjba. Ez a változás a területi főmérnökök létszámában megközelíti az 50%-ot, továbbá az osztályvezető személye is változott.

Az alépítményi szakterület létszámkeretei *Türk István* tragikus halála után ugyan bővültek, de a feladatok összetettségét tekintve egyáltalán nem megnyugtató a jelenlegi állapot.

A Pályavasúton belül a hídszolgálat alapfeladatai és a magunkkal szembeni elvárások a pillanatnyi szervezeti formától függetlenül változatlanul érvényesek – ezt szem előtt tartva kell az osztály struktúráját módszeresen felépíteni.

Fontos feladat a hídszolgálat fiatalítása jól képzett, a vasúti hidászat sajátosságait jól ismerő fiatalokkal, ami saját neveléssel, betanítással a legcélszerűbb.

Az átalakítás, átalakulás hasonlít egy tényleges hídépítésre, úgymint: előkészítés, tervezés, kiválasztás, végrehajtás, „fenntartás-korszerűsítés”. Természetesen mindezt folyamatosan, a Pályavasutat érintő belső és külső hatások figyelembevételével kell és lehet elvégezni.

A szakmai környezet változik, és nekünk is vele kell változnunk. Kiemelten fontosnak tartom ezért az osztály szemléletének, munkafilozófiájának és egy korszerűbb, tervezőbb gondosabb, a környezeti igények, elvárások iránt nyitottabb szemlélet kialakítását. Az üzleti és hivatali kommunikáció egyfajta szemléletváltoztatást igényel és kényszerít ki, amelyet nagy gondossággal, a visszajelzéseket folyamatosan értékelve kell elindítani és folytatni.

Összefoglalás

Hídszolgálatunk tudása, szellemi tőkéje és tapasztalata megfelelő biztosíték a Pályavasút jövőbeni igényeinek kiszolgálására, egyfajta innovációs alapként működtethető. A következő évtizedben a kivitelezőkkel és tervezőkkel együtt olyan rendszert szándékozunk kiépíteni, amely valóságos hídként működik az akadályok, kihívások felett.

Elődeink előtt tisztelegve, a XXI. századi Pályavasútban olyan feladatokat szeretnénk megvalósítani, olyan helyet kivívni magunknak, ami az ő munkásságuk szerves folytatása. A széles és akár helyenként merésznek nevezhető perspektívának csak a források szabhatnak határt. A vasúti közlekedés nagyobb forradalom előtt áll, mint amennyire saját maga forradalmasította a közlekedést és az áruszállítást a XIX. század második felében. ◂◂

Summary

The Railway Bridge experts' Meeting organised by 3 years is a good opportunity to r evaluate our activity, exploring the difficulties, to render count the tasks in progress and to draft our aims for the future. The present meeting is also actual because such a resource was opened for the improvement of the state of the bridges which we haven't seen long since. Nevertheless it is an important task to make younger the expert team of the division and to establish a bridge division consisting of efficient and appropriate experts based on the historical tradition.

Virág István a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán 1977-ben szerzett vasútépítési és fenntartási üzemmérnöki oklevelet. Ezt követően a MÁV Győri PFT főnökségén hidász szakaszmérnöki beosztásban dolgozott. 1981-ben hídépítési és fenntartási üzemmérnöki oklevelet szerzett. 1991-től a MÁV Rt. Győri PFT főnökség főmérnöke, 1998-tól a Győri Osztálymérnökség vezetője. 2005-ben a MÁV Zrt. Pályavasúti Budapesti Területi Központ Híd és Alépítményi Osztályának alosztályvezetője, 2011-től a Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Főosztály Híd és Alépítményi Osztályának vezetője.

Új vasúti híd érdekességek a nagyvilágban

Dr. Dunai László*
egyetemi tanár
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hidak és Szerkezetek Tanszék
✉ ldunai@epito.bme.hu
☎ (70) 310-2526

A cikkben az utóbbi öt évben megvalósult, illetve jelenleg kivitelezés alatt álló néhány vasúti hidat mutatok be. Nem célom az összeállításban földrajzi, szerkezeti vagy egyéb szempontok szerinti tendenciákat feltárni; ezekhez hatalmas forrásmunkára és azok elemzésére lenne szükség. A nemzetközi szakirodalom áttekintésével olyan hidakat választottam ki, amelyek valamilyen szempontból érdekesek számomra, és reményeim szerint az olvasónak is. Szó lesz „legekről" is, mivel Kínában – az egyéb szerkezetek területén is megmutatkozó extremitások mellett – az elmúlt néhány évben adtak át olyan méretű vasúti, illetve vasúti/közúti hidakat, amelyek mellett nem lehet szó nélkül elmenni egy ilyen témájú cikkben. Egy kanadai példa kapcsán feszített/függesztett (extradosed) városi vasúti hídról is szót ejtünk, amelyet elsősorban az esztétikus megformálása okán választottam. Egy kivitelezés alatt álló dél-koreai vasúti ívhíd gyönyörű megjelenése mellett innovatív statikai rendszerével érdemelte ki, hogy beválogattam az érdekességek közé. Látszólag nem tűnik különlegesnek egy orosz vasúti híd, azonban a sarkvidékhez közeli földrajzi helyzete miatt helye van az összeállításban. Végül Japánból a gyorsvasút (Shinkansen) fejlesztése kapcsán mutatok példákat az alkalmazott hídtípusokra és szereléstechnológiára.

A cikkben ismertetett hidak a közelmúltban valósultak meg, illetve részben kivitelezés alatt vannak, ezért még nem minden esetben állnak rendelkezésre a szerkezeteket részletesen ismertető publikációk; emiatt több esetben csak általánosabb információkat tudok közölni róluk.
A bemutatott hidak neveit nem próbálom meg lefordítani, a nemzetközi publikációkban *(l. irodalomjegyzék)* a hivatkozott elnevezést fogom használni.

A kínai óriások

Az utóbbi négy évben Kínában megnyitottak négy olyan közúti/vasúti, illetve vasúti hidat, amelyek hossza 48 és 164 km között változik. Ezek az „óriások" elfoglalják a három első és az ötödik helyet a leghosszabb hidak kategóriájában *(1. ábra)* [1]. Ezek közül a világrekorder hosszúságú hidat mutatom be röviden a továbbiakban.

Danyang-Kunshan Grand Bridge

A Danyang Kunshan Grand híd 164,8 km-es hosszával jelenleg a világ leghosszabb hídja [2], [3]. A híd Nanjing és Sanghaj között fekszik Qingdao városában Shandong tartományban, és része a Peking–Sanghaj nagysebességű vasútvonalnak. A felszerkezet közel 2000 pillérre támaszkodik, melyek átlagos támaszköze 80 m. Az építési munkák 4 évig folytak, közel tízezer munkás dolgozott a szerkezeten. A hidat 2011-ben, a teljes Peking–Sanghaj vasútvonal átadásával egyidejűleg adták át a vasúti forgalomnak. A híd elsődleges funkciója a vasúti forgalom biztosítása, de közúti forgalmi sávok is helyet kaptak a felszerkezeten. A híd több mint 450 000 t acélszerkezetből készült, 8-as erősségű földrengésre és 300 000 t-s hajóval való ütközésre tervezték. A híd több részhídból áll, melyek közül az egyik, a

Híd neve	Hossz (km)	Legnagyobb fesztáv (m)	Építés éve	Ország
Danyang–Kunshan Grand Bridge *Peking–Sanghaj nagysebességű vasúti vonal*	164,8	80	2010* 2011**	Kínai Népköztársaság
Tianjin Grand Bridge *Peking–Sanghaj nagysebességű vasúti vonal*	113,7	n. a.	2010* 2011**	Kínai Népköztársaság
Weinan Weihe Grand Bridge *Zhengzhou-Xi'an nagysebességű vasúti vonal*	79,732	80	2008* 2011**	Kínai Népköztársaság
Bang Na Expressway	54,0	44	2000	Thaiföld
Beijing Grand Bridge *Peking–Sanghaj nagysebességű vasúti vonal*	48,153	108	2010* 2011**	Kínai Népköztársaság

* szerkezet elkészülésének éve
** forgalomba helyezés éve

1. ábra. A világ leghosszabb hídjai [1]

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon vagy a Sínek Világa 2009. évi Különszámában.

2. ábra. A Danyang-Kunshan Grand Bridge részlete – 1 [3]

3. ábra. A Danyang-Kunshan Grand Bridge részlete – 2 [3]

Qingdao Haiwan híd, mely szintén világrekorder a víz felett épített leghosszabb híd kategóriában. Ennek a hídrésznek a hossza 42,5 km, a Jiaozhou-öböl felett helyezkedik el, és Qingdao városát köti össze Huangdaóval. A híd két szakasza a *2.* és *3. ábrán* látható.

Az extrém hosszúságú hidakkal egy időben épült meg egy vegyes funkciójú ívhíd is, világrekord fesztávval, jellemzőit az alábbiakban mutatom be.

Chaotianmen Bridge

2009-ben nyitották meg a forgalom számára Kínában a Jangce folyón átívelő, vegyes forgalmú Chaotianmen hidat [4], [5]. A híd teljes hossza 1741 m, ebből a rácsos ívhíd összesen 932 m (190 + 522 + 190 m) fesztávolságú. Az 552 m-s maximális támaszközzel jelenleg a világ legnagyobb fesztávú ívhídja *(4. ábra)* [5].

Az acélszerkezetű mederhíd két feszített vasbeton feljáróhidat (314 és 495 m) köt össze. A pálya kétszintes, mindkét szinten ortotróp kialakítású, a közbenső nyílásban az íves főtartóhoz függesztőkábeleken keresztül kapcsolódik. A felső pályán (36,5 m széles) kétszer három közúti forgalmi sáv és kétoldali gyalogjáró van, míg az alsó szinten (29 m széles) két sínpár és kétszer két forgalmi sáv található. A pályaszintek közötti magasságkülönbség 11,8 m. Az acél hídszerkezet háromnyílású folytatólagos tartó, az alsó ív másodfokú parabola alakú, míg a felső ív másodfokú parabola és körív szegmensekből áll. Az ív felső síkja és a közbenső támasz közötti szintkülönbség 142 m. A közbenső támaszoknál maximum 145 000 kN reakcióerő keletkezhet. A felhasznált acélanyagok minősége: a főtartón Q420qD, Q370qD, Q345qD, a pályalemezen Q345qD és Q370qD, egyéb szerkezeti elemeken Q345qD (a számok az alapanyag folyáshatárát jelölik 16 mm, illetve annál kisebb lemezvastagság esetén).

4. ábra. A Chaotianmen Bridge [5]

5. ábra. A North Arm Fraser River Crossing Bridge, 1 [6]

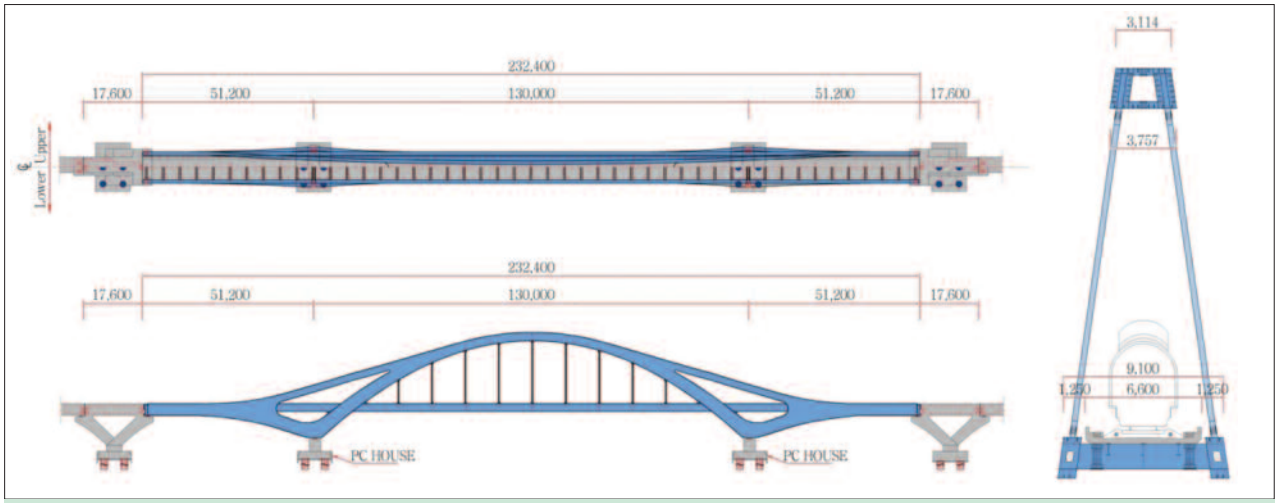
6. ábra. A North Arm Fraser River Crossing Bridge, 2 – [6]

Észak-Amerika első extradosed hídja

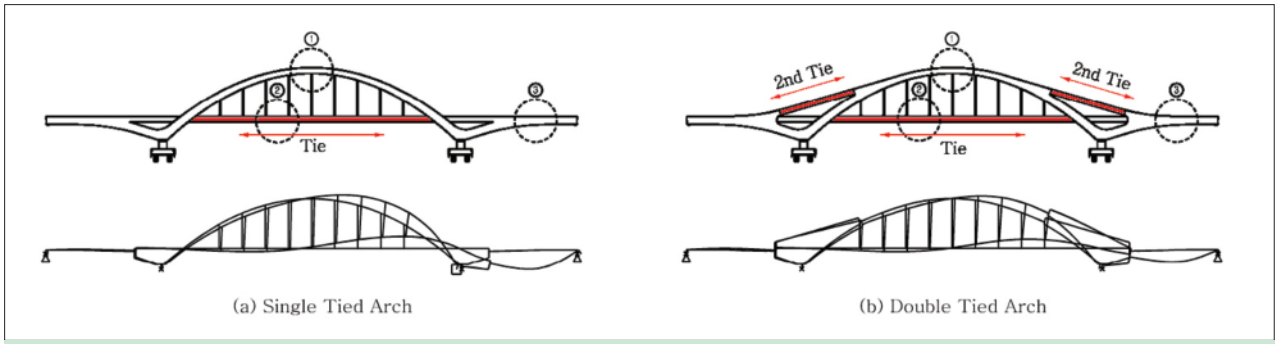
Kanadában 2009-ben nyitották meg az észak-amerikai kontinens első extradosed (feszített/függesztett) hídját a Fraser folyó felett. A North Arm Fraser River Crossing híd Vancouver és Richmond között épült, teljes hossza 562 m, legnagyobb támaszköze 180 m. A szerkezetben két 45 m magas pilon van. A főtartó előre gyártott vasbeton szekrény keresztmetszetű elemekből áll [6]. A híd vonalvezetését a hajózási űrszelvény és a közelben fekvő repülőtér által megkívánt repülési magasság határozta meg. A hajózhatóságot az építés teljes tartama alatt biztosítani kellett, így a híd szabadszereléses építéssel valósult meg. A híd vasúti, gyalogos- és kerékpáros-forgalmat visel [2]. Érdekessége, hogy a pillérek – más extradosed hidakkal ellentétben – állandó keresztmetszettel készültek a hajózási űrszelvény biztosítása érdekében. A híd esztétikus megjelenése az *5.* és *6. ábrán* látható.

Innovatív ívhíd Dél-Koreában

Dél-Koreában épül a Gyopo Bridge vasúti híd, amely a Pyeongtaekben lévő amerikai katonai bázist az országos hálózathoz kapcsoló vasúti vonalon helyezkedik el [8]. A híd teljes hossza 1000 m, az íves kialakítású mederhídé 234,40 m, a legnagyobb támaszköz 130,00 m. A mederhíd



7. ábra. A Gyopo Bridge mederhídjának szerkezeti kialakítása [8]



8. ábra. A Gyopo Bridge erőjátékának szemléltetése [8]

kosárfül rendszerű, a függesztőkábelek párhuzamos elrendezésűek; a merevítőtartó öszvérszerkezetű *(7. ábra)*.

A statikai rendszer különlegessége, hogy a vonórúd (itt merevítőtartó) mellett egy kiegészítő támaszt (ún. „double-tied arch system") is beépítettek a szerkezet merevségének növelése céljából. A kiegészítő elem tetszetős megjelenést ad a hídnak, s emellett az erőjátékot is kedvezően befolyásolja. A szerkezeti viselkedést a *8. ábra* szemlélteti, amelyen a kiegészítő támasz („2nd tie") hatása jól látható. A tervezők számítása alapján (i) az ívben a nyomóerő 12%-kal csökkent (1. keresztmetszet), (ii) a merevítőtartóban a húzófeszültség 12%-kal csökkent (2. keresztmetszet), (iii) a szélső nyílásban a hajlítónyomaték 38%-kal csökkent, és (iv) a szélső nyílásban a lehajlás 28%-kal csökkent (3. keresztmetszet). A kiegészítő támasz a szerkezet dinamikai viselkedését is kedvezően befolyásolja.

A szerkezet SM490Y-K15 minőségű acélból készül (szakítószilárdság 490 MPa); teljes acéltömeg 2342 t. A pályalemez betonjának nyomószilárdsága 27 MPa; a teljes betonmennyiség 630 m^3. A szerkezet 2013 decemberére készül el, a *9. ábrán* egy látványterv látható.

9. ábra. A Gyopo Bridge látványterve [8]

Vasúti híd a sarkkörön túl

Oroszországban a Jamal-félszigeten vezet az Obszkaja–Bovanyenkovo fő olaj- és gázszállító 572 km-es vasútvonal, amelynek hídja a Juribej Bridge *(10. ábra)* [9]. A Juribej folyónak 10 000 km^2 a vízgyűjtő területe, és állandóan fagyott, sós talajon folyik keresztül. Nyári olvadáskor a szélessége akár több kilométer is lehet. A híd teljes hossza ennek megfelelően igen nagy, 3893 m. A felszerkezetet 110 pillér támasztja meg, melyek alatt 30–60 m mélységig lefúrt cölöpök vannak. A fagyott talaj miatt speciális fúróberendezésekre volt szükség. A felszerkezet kétámaszú kialakítású. A támaszok között olyan kapcsolatokat alkalmaztak, amelyek szétosztják a vízszintes és hosszirányú terheket a pillérek között. A hőmérséklet-különbségből (–60 és +40 °C) adódó elmozdulás 3,6 m a teljes hídon. A felszerkezet összesen több mint 30 000 t tömegű acélszerkezet, 107 db 34,2 m támaszközű gerinclemezes és 2 db 110 m hosszú rácsos tartó *(11. ábra)*. Az acélanyagot –60 °C üzemi hőmérséklet alapján választották ki, a rideg törés elkerülésére.

10. ábra. A Juribej híd [9]

11. ábra. A Juribej híd rácsos szerkezete [9]

Új gyorsvasúti hidak Japánban

Japánban a közel 3000 km-es gyorsvasút- (Shinkansen) hálózat fejlesztése Kyushu és Hokkaido szigeteken folyamatban van. Az új szakaszokon számos kisebb támaszközű híd található, amelyek túlnyomó többségben vasbeton felszerkezettel készültek/készülnek. A nagyobb támaszközű hidak acél-, illetve öszvérszerkezetűek. Az új Kyushu Shinkansen 121 km hosszú vonalán 2 acél ívhíd, 1 acél rácsos tartós híd és 6 szekrénytartós öszvérhíd épült. E hidak anyaga légköri korrózionak ellenálló acél („weathering steel"), illetve a Japánban fejlesztett magasabb nikkeltartalmú acél („nickel advanced weathering steel"), a magasabb sótartalmú környezeti hatásokkal szembeni ellenállóság garantálására [10].

12. ábra. A Matsubara Bridge [11]

A *12. ábrán* példaként a Matsubara híd látható Kyushu szigetén, Kuruma városában [11]. A híd öszvérszerkezetű, szekrénytartós gerendahíd, hossza 1243 m, Japánban a leghosszabb híd, amely üzemelő vasútvonal felett helyezkedik el. A híd felszerkezetét 4 db háromnyílásos és 2 db négynyílásos folytatólagos többtámaszú tartó alkotja, amelyeket 16 acél és 6 vasbeton keretszerkezetű hídpillér támaszt alá, 25 m-es fesztávval. Az építés és szerelés során az üzemelő nagy forgalmú vasútvonal miatt az építkezési időt 200 perc/éjszakára korlátozták. Emiatt a keretszerkezetű pilléreket beforgatásos szerelési technológiával („balancing rotation method") építették meg. A keret gerendáját az egyik oszloppal a meglévő vasútvonallal párhuzamosan megépítették (az oszlop másik oldalán ellensúlyt alkalmazva), majd az oszlopot a gerendával együtt beforgatták a vasútvonal fölé, és rögzítették a másik oldalon lévő oszlophoz; ez a művelet 30 percig tartott.

Summary

The paper presents some mixed highway/railway and railway bridges which are recently opened for traffic or under construction. In the outline the world recorder bridges of China are presented (by the total length and the main span in arch bridge category). In the followings bridges with some special interest are introduced: an extradosed bridge which is designed under aesthetical priority; an innovativ double-tied arch bridge, truss bridge constructed in extreme environment, and typical bridges of high speed railway lines.

Összefoglalás

A cikk ismertet néhány, az utóbbi években átadott, illetve jelenleg építés alatt álló vegyes forgalmú, illetve vasúti hidat. Az összeállításban bemutatjuk a kínai rekorder hidakat, a teljes hossz és az ívhidak esetében a legnagyobb fesztáv tekintetében. A további hidak valamilyen szempontból különlegesnek számítanak: vegyes forgalmú extradosed híd esztétikai prioritással tervezve, innovatív kialakítású ívhíd, zord körülmények között megvalósított rácsos híd és új gyorsforgalmi típushidak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki *Hetyey Gábor* BSc hallgatónak, *dr. Kövesdi Balázs* adjunktusnak, *Oszvald Katalin* PhD-hallgatónak és *Seres Noémi* doktorjelöltnek a cikk elkészítéséhez nyújtott segítségükért.

Irodalomjegyzék

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_bridges_in_the_world

[2] http://paulgeniusboy.blogspot.com/2012/04/worldrecords-longest-brige-danyang.html

[3] http://thexodirectory.com/2011/04/danyang%E2%80%93kunshan-grand-bridge-the-longest-bridge-in-the-world/

[4] Duan, X.W. (2008): Design of main bridge of Chaotianmen Yangtze river bridge. Chinese-Croatian Joint Colloquium: Long Arch Bridges, Brijuni Islands, 10-14 July, 2008.

[5] Duan, X.W., Virola, J., Ding, D. (2008): The Chaotianmen bridge – world's longest-span steel arch. http://koti.kontu.la/jvirola/ria-chaotianmen.pdf

[6] www.b-t.com/menu/project/design-build/pages/north-arm-bridge.aspx

[7] www.canadianconsultingengineer.com/news/north-arm-bridge/1000225290/

[8] Kim, W.J., Cho, K.S., Lee, C.D., Kim, C.S., An, K.U., Choi, J.H. (2012): Gyopo Bridge: A double-tied arch bridge in Poseung – Pyeongtaek railroad. IABSE, Structural Engineering International, Vol. 22, No. 1, 26–28.

[9] www.railway-technology.com/projects/obskaya-bovanenkovo/obskaya-bovanenkovo4.html

[10] Minami, K., Shimizu, K. (2011): Design of Steel Bridges for Shinkansen High-Speed Rail. http://amonline.trb.org/165uch/165uch/1

[11] www.jsce.or.jp/committee/concrete/e/newsletter/newsletter23/Matsubara Bridge.pdf

Képek a magyar vasúti hidakról

Legeza István
ny. mérnök főtanácsos
legu@t-online.hu
(20) 424-8883

Az utóbbi időben a közúti úthálózat fejlesztése során számos vasúti felüljáró létesítése vált szükségessé. Az új acélszerkezetű felüljárók megépítése mellett több acélhíd is átépült 1996 és 2011 között. A vasúti hídállományt több szempontból lehet csoportosítani. A nyilvántartott 8601 hídból 4%-os részarányt képviselnek az acélhidak. Az acélhidak összessége a vágány nyílás fm szerinti csoportosításban a hídállag közel egyharmadát, mintegy 17,0 km-t tesz ki. Az acélhidak 30%-a viszont már korszerű hegesztett acélszerkezet.

Dr. Domanovszky Sándor több szakcikkben, összeállításban foglalkozott a vasúti acélszerkezetek gyártásának különböző időszakaival, részletesen bemutatva és gazdag képanyaggal illusztrálva a kezdeti időszakot [3] és a hegesztett felszerkezetek építésének 30 évét [4].

Az 1965-ös évet a vasúti acélhidak építése szempontjából kettősség jellemzi. 1965-ben adták át a forgalomnak az első hegesztett vasúti hidat, a bősárkányi Rábca-híd 34,3 t súlyú felszerkezetét, és ebben az évben helyezték forgalomba a győri Rába-híd 2 × 180,0 m-es szegecselt (2240 t) szerkezetét is.

Az alábbiakban az építés sorrendjében ismertetem az 1996 és 2011 között megépült, 20,00 m-nél nagyobb fesztávú vasúti acél felszerkezetek fontosabb jellemzőit. Az ismertetésben két GYSEV-híd is szerepel. A MÁV-hidak vágány nyílás szerinti megoszlását az *1. ábra,* a cikkben bemutatott hidak jellemző adatait az *1. táblázat* tartalmazza.

1. Bakony-ér híd (1996)

A Bp.-Keleti pu.–Hegyeshalom oh. vasútvonal (1993–1997) felújítása során az 1256+00,55 hm szelvényben lévő 22,0 m nyílású Bakony-ér híd hídgerendás acélszerkezete, valamint az űr- és rakszelvény korlátozott volta miatt nem felelt meg a fővonali követelményeknek.

Az új híd felszerkezete ágyazatátvezetéses, ortotróp alsópályás, gerinclemezes főtartós acélszerkezet. Vágányonként külön híd épült. A felszerkezet támaszköze 23,20, hossza 24,00 m.

A főtartó szelvénye 1550-14 gerinclemez, 480-/20-40 alsó és felső övlemez, valamint 440-/20-40/ méretű pótövlemez. A főtartók távolsága felül 4880, alul 4420 mm.

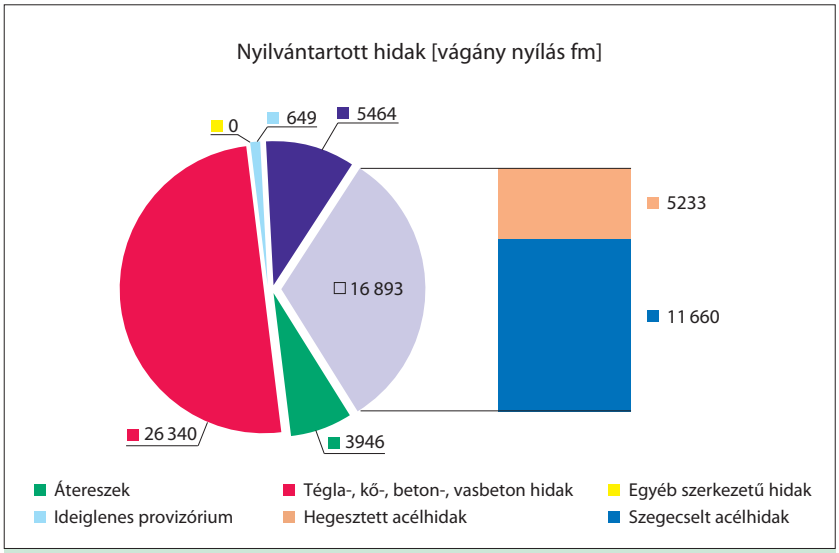
A pályalemezt a keresztartókon folytatólagosan átvezetett hosszbordák merevítik. A főtartók külső oldalán van teljes értékű merevítés. A szerkezeti magasság 1710 mm. A hídon a vasúti felépítmény zúzottkő ágyazatban van átvezetve *(2. ábra).*

A kiemelt szerkezetek egyikét a Gyékényes–Szentlőrinc vasútvonal 670+21 hm szelvényébe építették be az ott lévő E provizórium helyére, előre gyártott vasbeton hídfőkre. A beépítést követően a vonalon megszüntették a sebesség- és tengelyterhelés-korlátozást *(3. ábra).*

2. Szerencs-patak híd (1998)

A Szerencs–Hidasnémeti vasútvonal 185+01,83 hm szelvényben lévő gyenge teherbírású szegecselt félállandó jellegű felszerkezet helyett 1998-ban süllyesztett pályás, gerinclemezes, hegesztett acélhíd épült. A felszerkezet támaszköze 21,00 m, a szerkezeti magasság 1371 mm.

A főtartó szelvénye 2100-16 gerinclemez, 400-40 alsó és felső övlemez. A főtartók távolsága felül 5000, alul 4600 mm, a kereszttartók egymástól való távolsága 3400 mm. A két fél híd középen helyszíni NF csavaros illesztéssel kapcsolódik egymáshoz. A hídfás felépítmény rögzítése központosító léces kialakítású *(4. ábra).*



1. ábra. MÁV-hidak vágány nyílás szerinti megoszlása

1. táblázat. Magyarországon 1996–2011. között épült acél vasúti hidak főbb adatai (20,0 m nyílás feletti hidak)

Ssz.	Megnevezés	Forgalomba helyezés éve	Acélanyag minősége	Acélanyag tömege	Fesztáv (m)	Szerkezet száma	Tervező	Kivitelező
1.	Bakony-ér híd	1996	37	72,5	23,20	2	Stabilitás GMK	MÁV Hídépítő Kft.
2.	Szerencs-patak-híd	1998	37	60,0	21,00	1	Mértan Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
3.	Gaja patak híd	1999	37	130,00	35,46	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
4.	Szekszárdi Sió-híd	2000	S235	230,0	52,00	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
5.	Simontornyai Sió-híd	2000	37	400,0	82,80	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
6.	61. sz. főút felüljáró	2001	37	103,0	33,00	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
7.	Körös-híd medernyílás Kunszentmárton	2002	37	88,0+327,0	25,7 és 74,7	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
8.	Zala-híd	2002	S235	84,0	30,80	1	MSc Kft.	MCE Nyíregyháza
9.	Zala-híd, deltavágány	2003	235	395,0	(hossz: ~130,0 m)	1	MSc Kft.	MCE Nyíregyháza
10.	2112. sz. főút felüljáró	2006	S235	145,0	38,60	1	Pont-Terv Zrt.	MÁV Hídépítő Kft.
11.	71. sz. főút felüljáró	2006	S235	104,0	38,25	1	MSc Kft.	MÁV Hídépítő Kft.
12.	Vasvári Rába-híd	2006	S235	144,0	52,00	1	MSc Kft.	MCE Nyíregyháza
13.	M0 ap. vasúti felüljáró	2008	S235	116,5	24,00 + 24,00	2	Pont-Terv Zrt.	MCE Nyíregyháza
14.	Észak (Újpesti) Duna-híd	2008	S235	4425,0	7 x 93,0+22,4	1	MSc Kft.	Közgép Zrt. *(Északi Híd 2005 Konzorcium)*
15.	Marcal-híd	2009	S235	100,0	28,70	1	SpeciálTerv Kft.	Híd – WiVa Konzorcium
16.	Marcal-híd, Rigács	2009	S235	66,0	22,00	1	MSc Kft.	MCE Nyíregyháza
17.	Pinka-híd*	2009	S235	88,7	26,00	1	SpeciálTerv Kft.	Közgép Zrt.
18.	Lapincs-híd*	2010	S235	125,3	40,00	1	ÁMI Kft.	Közgép Zrt.
19.	Növény utca, Bp.	2011	S355	106,0	31,20	1	MSC Kft.	Közgép Zrt.
* GYSEV-hidak								

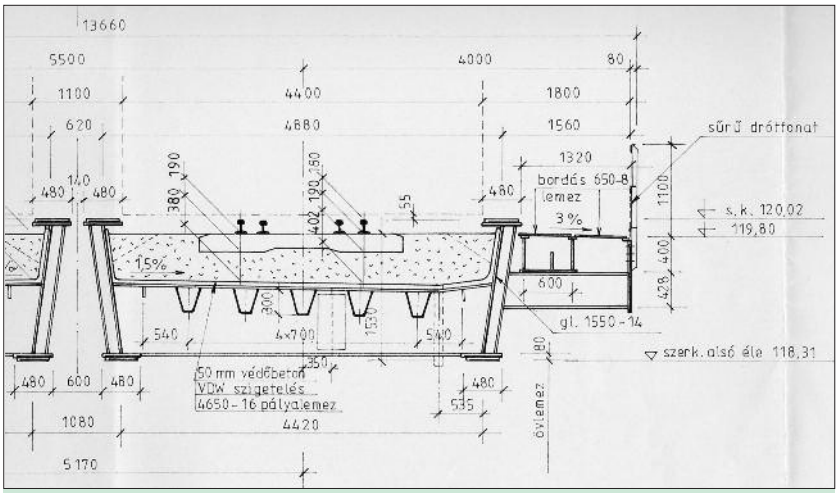
3. Gaja patak híd (1999)

Az 1899-ben készült oszlopos rácsozású, húzott rácsrudakkal épült nyitott pályás, folytacél anyagú felszerkezet teherbírási hiányok és korróziós károk miatt nem felelt meg a korszerű követelményeknek, ezért a híd átépítése mellett döntöttek.

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

A főtartó támaszköze 35,46 m (9 × 3,94 m), a hálózati magasság 3412 mm, a kereszttartók távolsága 3940 mm, a főtartók tengelytávolsága 5000 mm. A szerkezet teljes magassága 4412 mm. A szerkezeti magasság 1515 mm *(5. ábra)*.

Ez az első olyan vasúti rácsos acélhíd, ahol a főtartónak nincs a klasszikus értelemben vett alsó övrúdja. A pályaszerkezet mint egy tárcsa tölti be az alsó öv és a szélrácsok szerepét. Az így kialakított



2. ábra. Bakony-ér híd – az új híd keresztmetszete

3. ábra. Barcsi Rinya-híd *(Kenderesi Irén felvétele)*

4. ábra. Szerencs-patak híd *(Karácsony Tamás felvétele)*

6. ábra. A szekszárdi Sió-híd *(Sujtó Géza felvétele)*

7. ábra. A simontornyai Sió-híd *(Sujtó Géza felvétele)*

szerkezet egy olyan térbeli tartó, amelyet statikai vizsgálat szempontjából nehéz önálló síkbeli elemekre bontani. Az ilyen szerkezet a mai gépi számítási lehetőségek eredménye, hiszen ezek révén készíthető a valósághoz leginkább hasonló statikai modell. Az ilyen tervezéssel a felhasznált anyag ésszerűbben osztható el, gazdaságosabb szerkezet alakítható ki [7].

4. Szekszárdi Sió-híd (2000)

A szekszárdi Sió-híd a Rétszilas–Szekszárd–Bátaszék vasútvonal 520+90 hm szelvényében, 90°-os szögben keresztezi a Sió-csatornát, annak 18+011 fkm szelvényében.

A Nagydorog–Szekszárd vonalszakasz korszerűsítésével a pályasebesség 100 km/h-ra, a nemzetközi besorolás szerinti osztálya B1-re változott. A meglévő acélszerkezetnek sem teherbírása, sem szélessége nem felelt meg ezeknek a követelményeknek, ezért a szerkezet átépítése mellett döntöttek.

Az új híd egynyílású, rácsos, alsópályás felszerkezet ortotróp pályaszerkezetű, nyitott (felső szélrács nélküli), hegesztett acél konstrukció. A rácsos tartóban külön alsó övrudak nincsenek, alsó övként a pályaszerkezet szolgál, mely az alsó szélrácsok illetve a féktartók szerepét is betölti [14].

A főtartó támaszköze – a régi híddal megegyezően – 52,00 m, a felszerkezet teljes hossza 53,032 m. A tartó magassága 5280 mm, a kereszttartók egymástól 5200 mm, a főtartók 5000 mm távolságra vannak *(6. ábra)*. A szerkezeti magasság 800 mm.

5. Simontornyai Sió-híd (2000)

A Budapest-Kelenföld–Pusztaszabolcs–Dombóvár vasútvonal a 979/80 szelvényben keresztezi a Sió-csatornát, annak 74+974 fkm szelvényében. Az eredeti hidat 1882-ben építették, majd a második világháborúban felrobbantották. Az új – 1954-ben forgalomba helyezett – műtárgy felszerkezete eredetileg 1896-ban készült az újpesti Duna-híd részére, amelyet lerövidítve és átalakítva építettek be ezen a helyen.

Az új rácsos főtartó támaszköze 82,80 m, hálózati magassága 8,6 m, csomópontjainak távolsága 9,2 m, a főtartók távolsága 5,1 m. A főtartó oszlop nélküli rácsozású. A ferde rudak I keresztmetszetűek, a felső öv és a végső rácsrúd „kalap”-szelvény.

A felső öv rúdjait K rácsozású szélrács merevíti, a híd két végén erőteljes kapuzat van, melynek gerendája hegesztett C szelvény. Az alsó övet a híd teljes szélességében elhelyezkedő ortotróp lemez képezi. Szerkezeti magassága 1515 mm. A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja *(7. ábra)*.

6. A 61. sz. főút feletti vasúti felüljáró (2001)

A 61. sz. főút Kaposvárt északról elkerülő szakaszának megépítése szükségessé tette a Kaposvár–Fonyód vasútvonal 55+52,87 hm szelvényében vasúti híd létesítését. A vasúti felüljáró 80°-os szögben keresztezi a 61. sz. főút elkerülő szakaszát, annak 123+241,99 km szelvényében.

A felszerkezet egy ortotróp pályalemezes, alsópályás, felső szélrács nélküli rácsos hídszerkezet, hegesztett kivitelben. A főtartó támaszköze 33,00 m (8 × 4125 mm), a szerkezet teljes magassága hídközépben 3946 mm.

Az oszlop nélküli szimmetrikus rácsozású főtartók felső övrúdjai hegesztett Π szelvények. A rácsrudak szimmetrikus keresztmetszetű hegesztett I tartók. A rácsrudak bekötése NF csavaros kapcsolat *(8. ábra)*.

5. ábra. A Gaja patak híd oldalnézete *(Szánthó Géza felvétele)*

8. ábra. A 61. sz. főút feletti vasúti felüljáró *(MSc Kft. felvétele)*

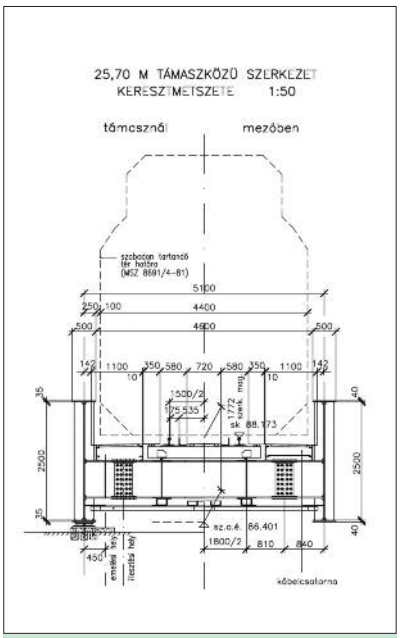
Az ortotróp pályaszerkezet 14 mm vastag pályalemezből, 200 mm magas, 16 mm falvastagságú hosszbordákból, valamint hossztartókból és kereszttartókból áll. Az alsó szélrács, illetve a féktartó szerepét a tárcsaként működő ortotróp pályalemez tölti be. A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja. A szerkezeti magasság 803 mm.

7. Körös-híd medernyílások, Kunszentmárton (2002)

A kunszentmártoni Körös-híd a Tiszatenyő–Szentes–Hódmezővásárhelyi Népkert elágazás vasútvonal 333+90,83 hm szelvényben, 90°-os szögben keresztezi a Hármas-Körös folyót, annak 22,425 fkm szelvényében.

A híd több mint 100 éves, többször átépítették. A 236 m hosszú híd Tiszatenyő felőli oldalon 6, a Kunszentmárton felőli oldalon 2, egyenként 14,60 m támaszközű ártéri, valamint a közöttük lévő három (19,30; 59,40 és 20,80 m tmk.) mederszerkezetből állt. Az ártéri, felsőpályás szerkezetek az 1990. évi felújítás során kerültek a helyükre.

A 2002-ben elvégzett munka fő feladata a régi mederszerkezetek kiváltása volt [1], [9], [11], [12]. Az avult három nyílás helyett – jelentős alépítményi munkákat követően – egy 25,70 m támaszközű süllyesztett pályás gerinclemezes *(9. ábra)* és egy 74,70 m támaszközű alsópályás rácsos acél felszerkezetet építettek be központosító léces felépítménnyel *(10. ábra)*.



9. ábra. Körös-híd – gerinclemezes felszerkezet

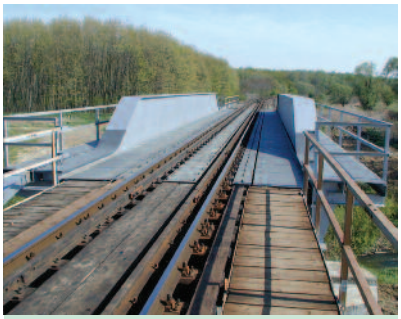
10. ábra. A Körös-híd új felszerkezetei *(Lakatos István felvétele)*

8. Ukk–Rédics vasútvonal Zala-híd (2002)

Az Ukk–Rédics vasútvonal 392+12 hm szelvényben lévő háromnyílású (15,80, 30,80, 15,80 m tmk.) acélhíd középső, rácsos felszerkezetének egyes rácsrúdjait az űrszelvényen túlnyúló rakomány súlyosan megrongálta. A hídon bevezetett 40 km/h állandó lassújel miatt a középső nyílásban lévő felszerkezetet bontást követően pótolni kellett.

Az új felszerkezet gerinclemezes, nyílt pályás (központosító léces) kialakítású. A támaszköz – a régiével megegyezően – 30,80 m, a főtartótengelyek távolsága 4700 mm (a régié 4500 mm), a főtartók gerincmagassága 2500 mm, de a támaszok közelében 1200 mm-re csökken *(11. ábra)*.

A hossz- és kereszttartók egyforma magasak, felső övük színel, így a központosító léc folyamatosan végigmegy a kereszttartók fölött. A kereszttartók 5130 mm-re vannak egymástól.



11. ábra. A Zala-híd új medernyílása *(MSc Kft. felvétele)*

9. Zala-híd, deltavágány (2003)

A zalaegerszegi deltavágány megépítését a Szlovénia és Magyarország közötti új vasútvonal akadálytalan kiszolgálása és az országos hálózatba való közvetlen bekötése indokolta. A vasúti pálya a Zala-híd környezetében alaprajzilag 600 m sugarú ívben, hossz-szelvényileg 6‰ esésben halad.

Az íves vasúti pálya és a keresztezés nagy ferdesége miatt háromnyílású, folytatólagos, alaprajzilag íves és ferde felszerkezet készült, ami egy ortotróp pályalemezes, rácsos és a közbenső támaszok felett kiékelt acélszerkezet.

A három szabadnyílás folyásirányra merőlegesen mért hossza: 28,37 + 37,98 + 23,99 = 90,34 m. Az ívesen ~131,0 m hosszú szerkezetet 25 db, a vágánytengelyben mérve ~5,2 m hosszú keretállás alkotja. A főtartók tengelytávolsága 5,40 m [6].

A keretállások hosszának és a főtartók tengelytávolságának közel azonos mérete tette lehetővé, hogy a közbenső támaszok a Zalával csaknem párhuzamosan helyezkedhessenek el. A hídfőknél a támaszok vonala a vágánytengelyre merőleges. Ke-

12. ábra. A Zala-híd „távolban eltűnő" felszerkezete *(Sujtó Géza felvétele)*

retállásonként a rácsos tartó alaprajzilag sokszög vonalban követi a pálya ívelését *(12. ábra)*. A szerkezeti magasság 1012 mm. A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja.

10. A 2112. sz. főút feletti vasúti felüljáró, Salgótarján (2006)

A Salgótarjánt tehermentesítő út építése során vált szükségessé a Hatvan–Somoskőújfalu vasútvonal 1295+40,77 hm (a 2112 jelű út 6+595,79 km) szelvényben vasúti híd létesítése. A híd teljes megépítése 3 hónapos vágányzárban valósult meg. A vasúti pálya alaprajzilag 300 m sugarú ívben, hossz-szelvényileg ~16‰ emelkedőben halad.

A 38,60 m támaszközű híd felszerkezete ágyazatátvezetéses, ortotróp pályás, nyitott rácsos acélszerkezet. A főtartók hálózati magassága 3,80 m, tengelytávolsága 6000 mm. A rácsos főtartó szimmetrikus rácsozású, párhuzamos övű szerkezet. Az övek kalapszelvényűek, az alsó öv a pályalemezzel együtt dolgozik. A trapézbordákkal merevített pályalemez 16 mm vastag. A kereszttartók osztása 4289 mm, magasságuk középen 1000 mm [10].

A vasúti felépítmény az ortotróp pályaszerkezeten átvezetett ágyazatra került. A híd szerkezeti magassága 1710 mm. Az átvezetett vasútvonal ívben fekszik, de az acélszerkezet alaprajzilag egyenes *(13. ábra)*.

11. A 71. sz. főút feletti vasúti felüljáró híd (2006)

A 71. sz. főút Balatonakarattyát, Balatonkenesét és Balatonfűzfőt elkerülő szakaszának létesítésekor a Szabadbattyán–Tapolca vasútvonal 319+09,15 hm szelvényben vasúti felüljáró építése vált szükségessé. Tárgyi helyen a vasútvonal 80°-os szögben keresztezi a 71. sz. elkerülő, a távlati M8-as főközlekedési utat.

14. ábra. A 71. sz. főút feletti vasúti felüljáró – próbaterhelés *(Sujtó Géza felvétele)*

A felszerkezet egy ortotróp pályalemezes, alsópályás, felső szélrács nélküli rácsos hídszerkezet, hegesztett kivitelben. A főtartó támaszköze 38,25 m (9 × 4250 mm), az elméleti hálózati magasság 3800 mm, a szerkezet teljes magassága hídközépben 4399 mm.

A főtartók tengelytávolsága 5000 mm, a kereszttartók távolsága 4250 mm. A szerkezeti magasság 803 mm *(14. ábra)*.

12. Vasvári Rába-híd (2006)

Az Ágfalva–Nagykanizsa vasútvonal 1172+77 hm szelvényben lévő háromnyílású, gyenge teherbírású vasbeton teknőhíd helyett 2006-ban új acélhíd épült. Az egynyílású felszerkezet egy ortotróp pályalemezes, alsópályás, felső szélrács nélküli (nyitott), hegesztett rácsos hídszerkezet.

A főtartó támaszköze 52,00 m (10 × 5200 mm), a felszerkezet teljes hossza 53,00 m, az elméleti hálózati magasság 4700 mm, a szerkezet teljes magassága 5280 mm. A főtartók tengelytávolsága 5000 mm, a kereszttartók távolsága 5200 mm. A rácsos tartóban külön alsó övrudak nincsenek, alsó övként a teljes pályaszerkezet szolgál. A szerkezeti magasság 796 mm *(15. ábra)*.

15. ábra. A vasvári Rába-híd *(MSc Kft. felvétele)*

A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja.

13. Az M0-s autópálya feletti híd, Maglód (2008)

Az M0-s útgyűrű Keleti szektor építése során vált szükségessé a Budapest–Újszász vasútvonal 140+38,80 hm szelvényében a külön szintű keresztezés létesítése. Korábban vasút feletti nagy magasságú felüljáró építését irányozták elő, ám a helyi viszonyok miatt is vasúti felüljáró építése mellett döntöttek. A kivitelezés terelővágányok mellett történt.

Mindkét vágány átvezetésére külön híd épült. Szerkezetük kétnyílású, alsópályás, két főtartós gerinclemezes acélhíd. Az ágyazatátvezetéses vasúti felépítményt ortotróp acél pályalemez támasztja alá. Támaszköz 24,00+24,00 m, a szerkezeti magasság 1830 mm. Az acélszerkezetek alaprajzilag ívesen (R = 500m) követik a vasúti pálya ívét. A vasúti pálya 0,75%-os egyenletes emelkedésű *(16. ábra)*.

„A felszerkezet megválasztását az alábbi szempontok, illetve követelmények határozták meg:

- Az autópályaszint és a sínkorona között rendelkezésre álló korlátozott magasság miatt a híd minimális szerkezeti magasságára kellett törekedni, ez a 24 m-es fesztávnál alsópályás gerinclemezes acélhíddal oldható meg legkedvezőbben. Ugyanakkor az Országos Vasúti Szabályzat szerint kétvágányú pályában alsópályás acélszerkezetből csak egyvágányú hidak létesíthetők, ezért vágányonként külön híd épül.

13. ábra. A 2112. sz. főút feletti vasúti felüljáró – próbaterhelés *(Legeza István felvétele)*

16. ábra. Az M0-s autópálya feletti vasúti híd, Maglód *(Legeza István felvétele)*

- A meglévő vágánytengelyek adott távolságából következően a hidak és ezzel az átvezetett ágyazat szélessége is korlátozott, az előírt 4,40 m ágyazatszélesség helyett csak 4,0 m (a főtartó felső övek között 3,75 m vezethető át). Ez a méret is biztosítja azonban a gépi fenntartáshoz (az ágyazatrostáló gép áthaladásához min. 3,60 m) szükséges távolságot. A vágányok széthúzása a Maglód állomásnál lévő kitérők közelsége –150 m) miatt nem lehetséges." [10].

14. Északi (Újpesti) vasúti Duna-híd (2008)

A Ferenc József híddal egyidős újpesti Duna-híd megépítését követően sok mindent megélt. A háborús pusztulást követően tíz évvel megépített K-híd fél évszázadon át dacolva kötötte össze Angyalföldet Óbudával, a fővárost Esztergommal.

A vasútvonalon megnövekedett forgalom halaszthatatlanná tette az esztergomi vonal fejlesztését. A vonalfejlesztés első lépéseként a Váci út és Angyalföld között lévő vasúti átkelő – 2 betonhíd és 3 acélhíd, köztük a Duna-híd – felújítását, átépítését kellett elvégezni.

És sok-sok előkészítést követően rövid idő alatt átépült a Duna-híd [2], [5], [8], [13], [15] [17], [18]:

- Kezdés: 2007. július
- Forgalomba helyezés: 2008. szeptember 21.

18. ábra. Újpesti vasúti híd – alulról is egyszerű szerkezet *(Legeza István felvétele)*

A Magyar Acélszerkezeti Szövetség megbízásából Az Északi Vasúti Híd átépítése címmel 2011-ben megjelent könyv emléket állít a hídnak és a hozzá csatlakozó vasútvonalnak a születéstől az újjáépítéséig, és bemutatja a híd átépítésében részt vevőket (szerkesztette dr. Domanovszky Sándor).

Az új, karcsú és könnyed hídszerkezetet hamar szívükbe zárták a vonaton utazók és a hídon közlekedő gyalogosok és kerékpárosok is.

15. Marcal-híd (2009)

A (Budapest–)Székesfehérvár–Ukk(–Zalaegerszeg–Zalalövő) vasútvonalon közlekedő vonatok esetében Boba állomáson a deltavágány 7+35 szelvényében, a Marcal folyó felett műtárgy létesítésére került sor.

A híd nyílása merőlegesen 23,06, ferdén 27,70, támaszköze 28,70, hossza 30,0 m. Hídszélesség 7400 mm. A főtartók tengelytávolsága 5400 mm. A főtartó gerince 2500-16 mm szelvényű. A főtartó 1,04 m-rel nyúlik a sínkorona szint fölé az ív belső oldalán. A főtartó gerinclemezének merevítése a külső oldalon van.

A főtartók között lévő ortotróp acél pályalemez alkotja a tulajdonképpeni teknőlemezt. A 16 mm vastag acél pályalemezt egymástól 400 mm-re lévő 220-20 mm-es hosszbordák merevítik.

A 2,05 m-es osztásközű kereszttartók a hídtengelyre merőlegesek, alsó övük szélessége 400 mm, R = 250 m sugarú lekerekítéssel kapcsolódnak a főtartó alsó övéhez. A támaszoknál a reakciók felvételére végkereszttartók készültek. A szerkezeti magasság 1600 mm *(19. ábra)*.

A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja.

17. ábra. Újpesti vasúti híd – kapuzat *(Legeza István felvétele)*

19. ábra. A Marcal-híd építés közben *(SpeciálTerv Kft. felvétele)*

16. Marcal-híd – Rigács (2009)

A Boba–Ukk vasútvonal a 133+72 hm szelvényében keresztezte a Marcal folyót, annak 76+750 szelvényében. A vasútvonal a keresztezés környezetében új nyomon átépült (a 84. sz. főút irányában).

Az új nyomon 22,00 m támaszközű, 23,00 m hosszú, gerinclemezes, süllyesztett pályás, ortotróp pályaszerkezetű, hegesztett felszerkezetű híd épült.

A főtartók felső övlemezei közötti távolság 4500 mm. A támaszok vonalán 500-500 mm-et nyúlik túl a pályalemez a hosszbordáival és a hossztartó konzolokkal együtt. A kereszttartó-távolság 2750 mm. A főtartók egymástól 4700 mm-re lévő 2100-14 mm szelvényű gerinclemezeihez a 400-20 mm szelvényű alsó övlemezek szimmetrikusan kapcsolódnak, míg a 400-25/35 mm szelvényű felső övlemezek saját hossztengelyükre merőlegesen (keresztirányban) kifelé 100 mm-t eltolva fekszenek a gerincen. A gerinclemezek csak a külső oldalaikon merevítettek. Szerkezeti magasság 863 mm.

A vasúti pálya és a híd is 2,6‰ esésben fekszik, így a híd vízelvezetése biztosított. A hídon a vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja *(20. ábra)*.

20. ábra. A rigácsi Marcal-híd *(MSc Kft. felvétele)*

17. A Pinka patak hídja (2009)

A Győr–Szentgotthárd vasútvonal 1465+34 hm szelvényében lévő, 1950-ben épített, 26,00 m támaszközű rácsos, szegecselt acélszerkezet helyett – a vonalkorszerűsítés során – új felszerkezet épült.

Az új felszerkezet szerkezeti rendszere kéttámaszú, alsópályás, ortotróp pályalemezes, gerinclemezes acélhíd. Támaszköz 26,00 m. A felszerkezet hossza 26,80 m. A főtartók tengelytávolsága 5100 mm. A hossztartók tengelytávolsága 1520 mm. A kereszttartók távolsága 2000 mm. Az ortotróp pályalemez merevítését hosszbordák biztosítják. A pályalemez felső síkja keresztirányban 1%-ot esik a hídtengelyben kialakított mélyvonal felé.

21. ábra. A Pinka-híd – építési állapot *(Legeza István felvétele)*

A főtartó magassága 2450 mm, alsó övének szélessége 600-500 mm között változik, a felső öv szélessége 500 mm. Szerkezeti magasság 832 mm. A főtartók külső oldalán 2,00 m-enként elhelyezett, övvel ellátott függőleges borda merevíti a gerinclemezt. A vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer (Edilon) biztosítja *(21. ábra)*.

18. A Lapincs folyó hídja (2010)

A Győr–Szentgotthárd vasútvonal 1683+21,82 hm szelvényben lévő, 1950-ben épített, 38,60 m támaszközű alsópályás, rácsos főtartójú szegecselt felszerkezet helyett – a vonalkorszerűsítés során – új felszerkezet épült. Az alépítmények átalakítása biztosította a Lapincs folyó felett a nyílás megnövelését, a szerkezet alsó éle pedig magasabb szintre került.

Az új felszerkezet alsópályás rácsos acélszerkezet. A rácsrudak dőlése 63,4°. Az övek a híd teljes hosszán párhuzamosak, kalapszelvényű kialakításúak. A főtartó alsó öv felső része egyben a híd pályaszerkezete is 5540-16 mm-es lemez, 200-16 mm-es merevítőbordákkal. A főtartók rácsrúdjai nyitott I szelvényűek. Az I szelvényű kereszttartók 5000 mm-es kiosztásban helyezkednek el. A pályalemez keresztesése 1%, a vízelvezetés biztosítása érdekében. A vasúti pálya átvezetését rugalmasan ágyazott sínleerősítési rendszer biztosítja. Szerkezeti magasság 856 mm *(22. kép)*.

19. Növény utcai vasúti felüljáró (híd) – Budapest (2011)

Az M0-s déli szektor fejlesztése kapcsán, a Nagytétényi út és a 6. sz. főút között, a Növény utca térségében létesülő közúti kapcsolat érinti a Budapest–Murakeresztúr és a Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonalak vágányait is. Első ütemben a székes-fehérvári vágány 125+63,19 hm szelvényében épült meg az új ágyazatátvezetéses acélhíd.

Az egynyílású híd felszerkezete ágyazatátvezetéses, süllyesztett ortotróp pályás, gerinclemezes acélszerkezet. A főtartó támaszköze 31,20 m, a felszerkezet hossza 32,45 m. A ferde gerinclemez magassága 2,40 m, 30 m-t meghaladó hossz után 1,50 m, vastagsága 16 mm. A gerinclemezek távolsága egymástól alul 4,45 m, felül 4,80 m. A maximális övlemez szelvény 600-60 mm. Az övlemezek a híd teljes hosszában kétoldali ½ Y varrattal kapcsolódnak a gerinclemezhez. A felső övlemez aszimmetrikus elhelyezését a távlatban tervezett 2. vágány hídja, az ágyazatátvezetés miatti biztonsági távolsággal növelt űrszelvény és a gerinclemez vizsgálhatósága, illetve fenntartási helyigénye indokolja *(23. ábra)*.

22. ábra. Lapincs-híd – próbaterhelés *(Legeza István felvétele)*

23. ábra. A Növény utcai felüljáró felszerkezete építés közben *(Legeza István felvétele)*

Az acélszerkezet a tervezett S 235 J2+N acélanyag helyett – a szükséges egyeztetések figyelembevételével – S355 K2+N anyagból készült.

Összefoglalás

Az újpesti Duna-híd munkái mellett végzett Öbölági (56,99+71,02+56,99 m tmk.) híd pályaszerkezet-átalakítási munkáiról a felsorolásban nem ejtettem szót, mert az „csak" átalakítás (megerősítés) volt.

A bemutatott hidak a hídtervezők, a hídépítők és az acélszerkezet-gyártók gondos munkáját tükrözik. A rácsos felszerkezet újszerű kialakításánál mérföldkőnek tekinthető az 1999-ben beépült ún. alsó övrúd nélküli Gaja patak híd felszerkezete. Az ilyen kialakítású szerkezet a gépi számítási lehetőségek eredménye, hiszen ezek révén készíthető a valósághoz leginkább hasonló statikai modell. Az efféle tervezéssel a felhasznált anyag ésszerűbben osztható el, gazdaságosabb szerkezet alakítható ki.

Az új hidakon az átvezetett vasúti pálya a szerkezeti magasság minimalizálása miatt általában rugalmas ágyazású sínlerősítés. Az ágyazatátvezetéses kialakítás mellett a helyi adottságok miatt nyíltpályás hidak is létesültek.

A 19 ismertetett híd alapanyagául jellemzően 37-es és (annak megfeleltethető) S235-ös acélanyagot alkalmaztak, egyedül a 2011-ben épült Növény utcai felszerkezet készült magasabb szilárdsági osztályú S355-ös anyagból.

A megépült közút feletti vasúti felüljárók mintegy 330,0 m-rel növelték a MÁV vasúti hidak állományát. Az átépítések összes hossza meghaladja az 1,2 km-t, ebből 674,4 m az újpesti Duna-híd. A cikkben szereplő adatokból nem lehet megállapítani, hogy az acélhidak átépítésének mennyisége megfelelő-e, az külön vizsgálatot igényel.

Köszönetemet fejezem ki a cikkben nevesített tervező, kivitelező cégek és személyek értékes segítségéért, amit a fenti összeállítás elkészítéséhez önzetlenül megadtak.

Summary

Lately in the course of the development of road network the widening of several railway overpasses became necessary. Besides the construction of the new steel-structured overpasses several steel bridges were reconstructed between 1996–2011.
The railway bridge stock can be grouped from several aspects. From the registered 8601 bridges steel bridges represent the share of 4%. The totality of steel bridges in the grouping according to track span meter takes almost the one third of bridge stock, i.e. some 17,0 km. One third of steel bridges is already an up-to-date welded structure.

Legeza István 1975-ben a Hídépítő Vállalatnál kezdte pályafutását munkahelyi mérnökként. 1978 és 1983 között a MÁV Tervező Intézetnél számos vasúti híd és gyalogos-felüljáró tervezésében működött közre. 1984–1993-ig a MÁV Hídfenntartó Főnökség főmérnökeként a Budapesti Igazgatóság hídjainak fenntartási munkáit irányította.
1993–2011-ig a MÁV Zrt. Pályavasút Mérnöki Létesítmények Osztályán a budapesti régió területi főmérnöke. A fenntartási, felújítási munkák korszerűsítése mellett kiemelten foglalkozott a típus- és egyedi provizóriumok beépítési feltételeivel.
A Vasúti Hidak Alapítványtól 2009-ben Szakmai Nívódíjban részesült a hidász hivatás értékeinek megőrzése, az Újpesti vasúti Duna-híd átépítésében végzett munkájáért.
A Baross Gábor Oktatási Központban vasúti hídismereteket oktat.

Irodalomjegyzék

[1] Becze János (2003): A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd kivitelezése. Sínek Világa, XLVI. évfolyam 185. szám, 79–85. o.

[2] Bogó Viktor (2009): Az újpesti Duna-híd acélszerkezetének gyártása és szerelése. Sínek Világa, LI. évfolyam, 2009. Különszám, 24–25. o.

[3] Dr. Domanovszky Sándor (1996): A vasúti acélhíd felszerkezetek magyarországi építésének 140 éve. Ganz Acélszerkezet Rt., 36. o.

[4] Dr. Domanovszky Sándor (1995): A hegesztett vasúti hidak átépítésének 30 éve. Sínek Világa, XXXVIII. évfolyam, 148. szám, 161–173. o.

[5] Dr. Domanovszky Sándor (2008): Képriport az Újpesti Duna-híd építéséről. Sínek Világa, LI. évfolyam, 2008. 3–4. szám, 31–38. o.

[6] Gál András (2003): A zalaegerszegi deltavágány Zala-hídja. Sínek Világa, XLVI. évfolyam, 185. szám, 70–73. o.

[7] Gyurity Mátyás–Gál András–Sélley Tivadar (2000): Vasúti acélhidak tervezése, gyártása és szerelése, a Székesfehérvár–Komárom vasútvonal Gaja-patak híd átépítése. Sínek Világa, XLIII. évfolyam, 171. szám, 57–64. o.

[8] Kikina Artúr (2008): Északi vasúti Duna-híd újjászületése, tervezése. Sínek Világa, L. évfolyam, 2008. 1–2. szám, 35–37. o.

[9] Kiss Józsefné (2003): A Kunszentmártoni híd medernyílásának átépítése. Sínek Világa, XLVI. évfolyam, 185–186. szám, 47–52. o.

[10] Reiner Gábor (2009): Vasúti műtárgyak tervezése a Pont-Terv Zrt.-nél. Sínek Világa, LI. évfolyam, 2009. Különszám, 102–108. o.

[11] Sélley Tivadar (2003): A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd gyártása és szerelése. Sínek Világa, XLVI. évfolyam, 185. szám, 74–78. o.

[12] Solymossy Imre (2003): A kunszentmártoni Hármas-Körös-híd tervezése. Sínek Világa, XLVI. évfolyam, 185. szám, 70–73. o.

[13] Solymossy Imre (2009): Az Északi vasúti Duna-híd tervezése. Sínek Világa, LI. évfolyam 2009. Különszám, 9–13. o.

[14] Sujtó Géza (2000): A szekszárdi Sió-híd. Sínek Világa, XLIII. évfolyam, 174. szám, 195–197. o.

[15] Takács László (2007): A budapesti Északi vasúti Duna-híd újjászületése. Sínek Világa, IL. évfolyam, 2007., 3–4. szám, 41–43. o.

A vasbeton szerkezet gazdaságos megválasztása

Dr. Hajtó Ödön
tanácsadó mérnök
odon.hajto@t-online.hu
(1) 200-7304
(30) 476-6272

A mélyépítési ágazat – benne a vasútépítés – egyik legfontosabb építőanyaga a beton és a vasbeton, melynek készítése és megítélése lényegesen változott az utóbbi évtizedben. A vasbeton szerkezet tervezésekor a teherbírási és tartóssági igények kielégítése mellett nem lehet közömbös az ár sem. Az írás egy számpéldán keresztül kívánja érzékeltetni, hogy milyen lépések vezethetnek el a leggazdaságosabb szerkezeti méretek és anyagfelhasználás megválasztásához.

A betonkészítés szabványosítása

Az Európai Unióhoz való csatlakozással együtt járt az európai szabványok átvétele. A beton készítésére vonatkozó EN 206-1 jelű szabványt éppen tíz éve vezették be Magyarországon *(1. ábra)*. A szabványban a korábbi szilárdsági szemlélet helyett a tartóssági szemlélet került előtérbe. Ezzel kapcsolatban új fogalommal, a kitéti osztályok fogalmával kellett megismerkednünk. A magyar kifejezés az angol Exposure classes, illetve a német Expositionsklassen szavak fordítása.

2002 január
MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 206-1**
Beton
1.rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
magyarul
77oldal 10.185.- Ft

1. ábra. Az európai szabvány bevezetése Magyarországon

Az említett 206-1 európai szabványnak elkészült a korszerűsítése, a 2012-es változat egyeztetése folyamatban van. Említésre érdemes bővítés az öntömörödő betonoknak a szabványba való beemelése. Az európai szabvány lehetőséget ad a Nemzeti Alkalmazási Dokumentáció (NAD) készítésére. Ez el is készült, jelentősen, 170 oldalasra bővítve az eredeti 77 oldalas szabványt *(2. ábra)*.

A beton szabványok a kitéti osztályok függvényében minimumkövetelményeket adnak meg. Például az XF kitéti osztály

2004. szeptember
MAGYAR SZABVÁNY **MSZ 4798-1**
Beton
1.rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon
170 oldal 14.984.- Ft

2. ábra. Nemzeti alkalmazási dokumentum készült az európai szabványhoz

a fagyási/olvadási korrózióval foglalkozik. A vasútépítésnél alkalmazott betonok a szabadban legtöbbször ennek a hatásnak vannak kitéve.

– XF1: függőleges betonfelület esőnek, fagynak kitéve;
– XF2: függőleges felület, mint előbb, de még jégolvasztó só permetének is kitéve;
– XF3: vízszintes betonfelület esőnek, fagynak kitéve;
– XF4: vízszintes betonfelület, mint előbb, de még jégolvasztó só hatásának is kitéve *(1. táblázat)*.

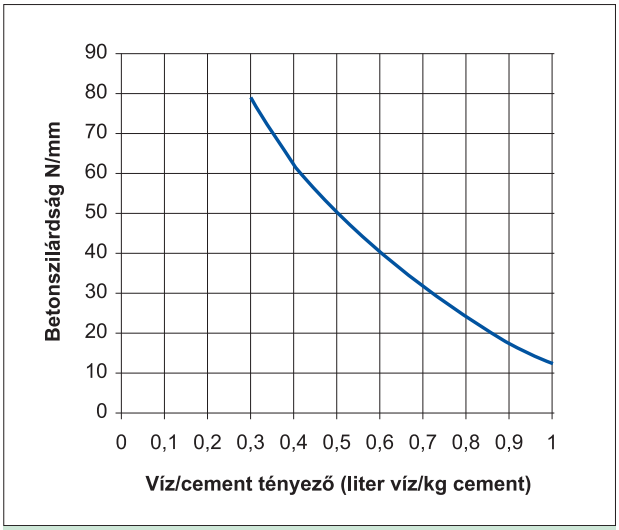
A fagyhatásnak legjobban kitett szerkezetek esetében a szabvány légpórusos betont ír elő. A víz/cementtényező és a cementtartalom minimális előírását indokolja a *3.* és *4. ábra*.

A vízzáró beton

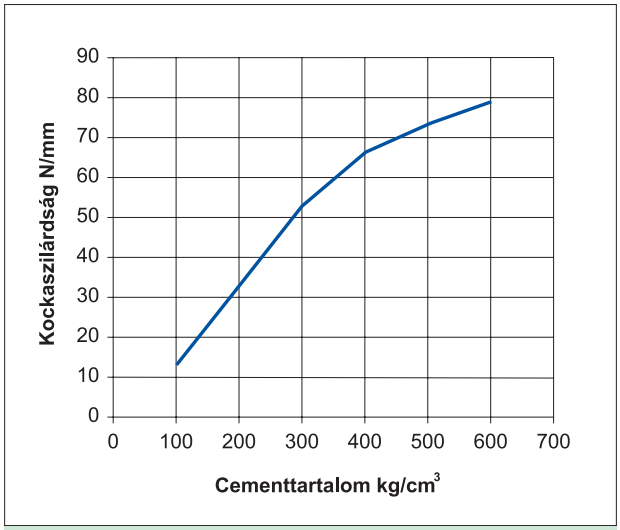
A korszerű betonkészítés változó építési eljárásokat is lehetővé tesz. Egy műtárgy (áteresz vagy aluljáró) vízzáróságát a betonnal magával is lehet biztosítani, erről szól az MSZ EN 12390-8 szabványban *(5. ábra)* előírt vizsgálati módszer. Próbatestként egy betonkocka vagy hasáb szolgál, melynek egyik oldalán 72 órán keresztül 5 m magas vízoszlop nyomása hat. Három nap múlva – a vizsgálat végén – a próbatestet el kell hasítani, és a törési felületen megmérhető a víz behatolási mélysége. A behatolási mélység 60, 40 és 20 mm-es értékhatárai alapján a beton környezeti osztályokba sorolható, illetve tervezés során így írható elő. A víz behatolási mélysége a korszerű betonoknál

1. táblázat

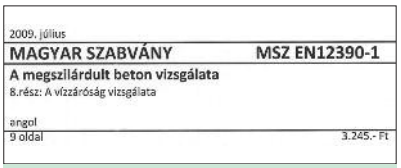
Kitéti osztály	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
	Fagyás-olvadásnak kitett				Agresszivitásnak kitett		
Max. v/c	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Min. szilárdság előírt F_{ck} N/mm²	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Legkisebb cementtartalom	300 kg	300 kg	320 kg	340 kg	300 kg	320 kg	360 kg
Legkisebb levegőtartalom		4%	4%	4%			
Min. friss beton testsűrűség	2340	2270	2280	2290	2340	2350	2350
Szilárd beton testsűrűség	2230	2160	2180	2200	2230	2240	2250
Szulfátálló cement						MS	S



3. ábra. Víz hozzáadása jelentősen rontja a beton szilárdságát



4. ábra. A cementtartalom növelésének hatása


2009. július
MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN12390-1
A megszilárdult beton vizsgálata
8.rész: A vízzáróság vizsgálata
angol
9 oldal 3.245.- Ft

5. ábra. A vízzáróság vizsgálati szabvány

messze nem éri el az acélbetétek feletti betontakarás értékét, így egy sor műtárgynál megtakarítható a korábbi bitumenes vagy egyéb szigetelés készítése.

Ehhez képest a régi magyar MSZ 4715-3 szabvány vízzárósági vizsgálatra 12 cm vastag próbatestet írt elő, melynek egyik oldalán a víznyomást 1, 2, 4, 8, 16 m magas vízoszlopnyomási fokozatokban addig kellett növelni, amíg a túlsó oldalon a nedvesedés meg nem jelent. A mai korszerű betonokon a nedvesedés már nem hatol át.

Dr. Hajtó Ödön az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnök Karán végzett 1961-ben. Egyetemi doktori címet 1969-ben szerzett vasbeton szerkezetek szaktudományból. Építésvezető volt a Hídépítő Vállalatnál 1961–1963-ig, 1964–1968-ig a budapesti kelet–nyugati metró statikus tervezője, 1969–1971-ig a kiskörei Tisza II. vízlépcső építésvezetője, 1972–1980-ig a Mélyépterv szerkezettervező osztályának vezetője, 1981–1992-ig a TETA Tervező és Tanácsadó Mérnöki Kisszövetkezet vezetője.

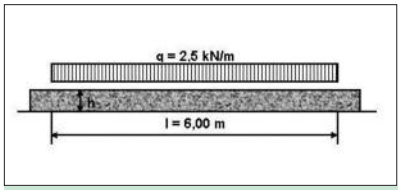
A fagyálló beton

Megszigorodott a fagyállóság feltétele is. Az iparban már a prEN 12390-9 előszabványt alkalmazzák, miszerint a beton próbatestet sóoldatban 56-szor fagyasztják-olvasztják, és ezután mérik a lehámlott betonmennyiség 1 m²-re vetített értékét. A régi magyar MSZ 4715/3 szerinti fagyasztási vizsgálatot tiszta vízben kellett lefolytatni, és azt a fagyasztási ciklusszámot kellett megkeresni, melynél a próbatest – az etalonhoz képest – 25%-os szilárdságcsökkenést szenvedett el.

A vasbeton szerkezet gazdaságossága

Egy vasbeton szerkezet tervezésekor a teherbírási és tartóssági igények kielégítése mellett nem lehet közömbös az ár sem. A cikk egy számpéldán keresztül kívánja érzékeltetni, hogy milyen lépések vezethetnek el a leggazdaságosabb szerkezeti méretek megválasztásához.

A példánk legyen egy 50 cm széles, h magasságú vasbeton lemez, mely 6 m-es fesztávot hidal át. A lemez önsúlyon kívüli hasznos terhelése q_{lk} = 5 kN/m², vagyis q_{lk} = 2,5 kN/fm. A beton fajsúlya: 25 kN/m³ *(6. és 7. ábra)*. A biztonsági



6. ábra. A példának választott vasbeton áthidaló oldalnézete

tényezők az MSZ EN 1990 szabvány A1.2. (B) táblázat szerint:

– önsúlyra: $\xi \times \gamma_G = 0{,}85 \times 1{,}35 = 1{,}15$
– hasznos teherre: $\gamma_q = 1{,}5$

A gazdasági számításhoz szükség van a felhasznált anyagoknál figyelembe vehető árakra is, ami nyilván cégenként és beépítési helyenként változó. Példánkban a betonok alapárai és határfeszültségei az alábbiak:

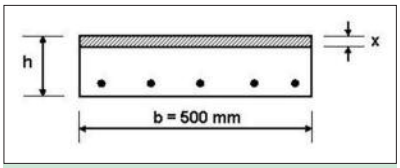
C20/25 → 20 000 Ft/m³ → f_{cd} = 13,3 N/mm²
C30/37 → 22 500 Ft/m³ → f_{cd} = 20,0 N/mm²
C45/55 → 25 000 Ft/m³ → f_{cd} = 30,0 N/mm²
C60/75 → 27 000 Ft/m³ → f_{cd} = 40,0 N/mm²

A szerelt betonacél alapára és határfeszültsége:

B60.50 → 200 Ft/kg → f_{yd} = 435 N/mm²

A feszítőhuzal alapára 280 Ft/kg, hasznos feszítő feszültsége 915 N/mm².

Betontakarás 25 mm.



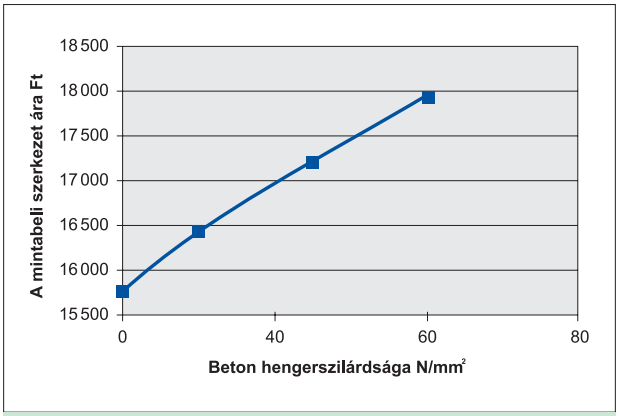
7. ábra. A példában szereplő vasbeton lemez keresztmetszete

1. esetvizsgálat

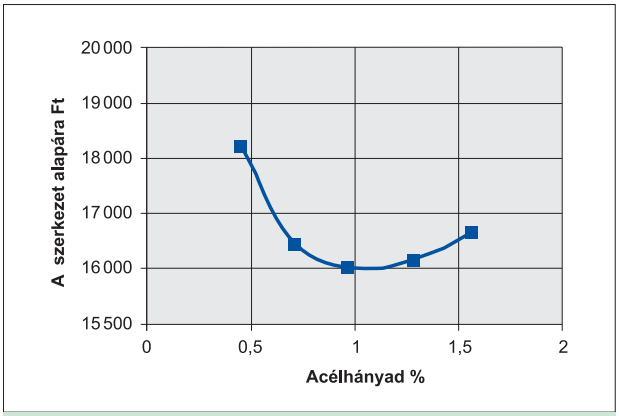
Változatlan vasalás mellett változtassuk a beton minőségét. A választott betonacél 5 db ∅12 mm-es, A_S = 565 mm².

A *2. táblázat* megmutatja, hogy a betonszilárdság növelésével hogyan csökken a szerkezeti magasság, és mi ennek a ráfordítási költségvonzata a teljes, 6,30 m hosszú elem esetében.

Összefoglalva: nagyobb szilárdságú beton alkalmazásával csak kismértékben



8. ábra. Minél nagyobb betonszilárdsággal oldjuk meg a feladatot, annál drágább lesz



9. ábra. Az ár és az acélhányad összefüggése

csökken a tartómagasság, és az ár exponenciálisan növekszik *(8. ábra)*. Másként fogalmazva: a gerenda önsúlyának csökkenése nem olyan mértékű, hogy ez árcsökkenést vonna maga után.

Ez a vizsgálat azt mutatja, hogy gyengébb minőségű betonnal jutunk a legolcsóbb szerkezethez, de ennek gátat szab az MSZ EN 206-1 betonszabvány, mely a környezeti hatások függvényében minimális betonminőségeket ír elő.

2. esetvizsgálat

Változatlan betonminőség mellett növeljük a vasalás mennyiségét. A választott betonminőség C30/37, határfeszültsége f_{cd} = 20 N/mm². A *3. táblázat* összefoglalja, hogy az acélbetétek számának növelésével hogyan csökken a szükséges tartómagasság és hogyan változik a 6,30 m hosszú gerenda alapára.

Az ár és a vashányad összefüggését mutatja a *9. ábra*. E szerint az acélhányad μ = 1% körül éri el a költségminimumot.

3. esetvizsgálat

Nézzük az előző példa feszített betonos megoldását. A betonminőség legyen C30/37, használjunk Ø 7 mm-es feszítőhuzalokat, melyek hasznos feszítőereje 915 N/mm². Az ábrán látható példa esetében 14 szál feszítőhuzal szükséges, azok összes súlya 25,8 kg (szemben a 27,04 kg normál acélbetéttel), a szerkezet alapára pedig 18 494 Ft, szemben a lágyacélos megoldás 16 694 Ft-jával.

Fémszálas beton

Használható-e acélszál-adagolás statikailag teherbíró vasbeton előállítására? A rövid válasz: nem. Az előbbi példából kiindulva a 6 m-es fesztávot áthidaló gerenda 0,49 m³ C30/37 betonból és 5 szál Ø12 mm-es (27 kg) betonacélból tevődik össze. Árban 11 025 + 5669 = 16 694 Ft-ba kerül. Az így készült gerenda nyomatékbírása 28,76 kNm. Ha ugyanilyen gerendába az acélbetét helyett 5669 ára acélszálat teszek (az megfelel 25 kg/m³ acélszál-adagolásnak), a nyomatékbírás 7,47 kNm-re, mintegy negyedére csökken. Ezért az acélszálat nem a teherbírás, hanem a beton egyéb tulajdonságainak javítására használjuk.

E rövid vizsgálódással azt kívántam bemutatni, hogy a szabványok előírásainak ismeretén és betartásán kívül csak gazdaságossági vizsgálattal juthatunk el a legkedvezőbb szerkezet megtervezéséhez. Ez a megállapítás igaz az egyedi építésű szerkezetekre, de különösen igaz a nagy szériában előállított, előre gyártott termékekre. ◂◂

Summary

Hungary more then ten years ago adapted the european standard: EN 206-1 "Concrete. Part 1: Specification, performance, production and conformity". With the new standard is the improrttance of the reinforced concrete structures not on the strength of the concrete, but on the durability. The watertightness of concrete enables the old bituminous sealing to be saved. At the planning of any concrete construction not only the strength, but also the economic efficience has an importance.

2. táblázat

Betonminőség jele	h [mm]	Beton [m³]	Betonacél [kg]	Szerkezet ára [Ft]
C20/25	168	0,52	27,04	15 749
C30/37	160	0,49	27,04	16 449
C45/55	154	0,47	27,04	17 240
C60/75	154	0,46	27,04	17 952

3. táblázat

Betonacél [db]	h [mm]	Beton [m³]	Betonacél [kg]	μ	Szerkezet alapára [Ft]
4 × Ø12	200	0,62	21,64	0,45	18 488
5 × Ø12	160	0,49	27,05	0,71	16 694
6 × Ø12	137	0,42	32,46	0,97	16 211
7 × Ø12	124	0,38	37,87	1,28	16 358
8 × Ø12	116	0,36	43,29	1,56	16 839

A vasúti pálya és híd kölcsönhatása

Gál András
szakági főmérnök
MSc Kft.
✉ gala@mschu.hu
☎ (1) 252-2559

A hazai gyakorlatban a meglévő vasúti hidak korszerűsítése sokszor csupán a felszerkezet átépítését jelenti. Így a meglévő/megmaradó alépítmények (újjáépítés/erősítés nélkül gyakran) nem felelnek meg a felszerkezetről átadódó szabályzati hosszirányú vízszintes erőknek. A legkézenfekvőbb és valószínűleg a legolcsóbb megoldás az új szabályzat szerinti hosszirányú terhek hatósági korlátozása – tekintettel a vasútvonal jelentőségére –, egy kisebb, például a korábbi, VH-76-nak megfelelő értékre. Hézagnélküli sínekkel készült, több folytatólagos vagy kéttámaszú felszerkezet sorozatából álló hidaknál azonban ez a könnyítés sem mindig elegendő, és más szerkezeti megoldásokra is szükség lehet. Ennek egy példáját ismerteti a cikk.

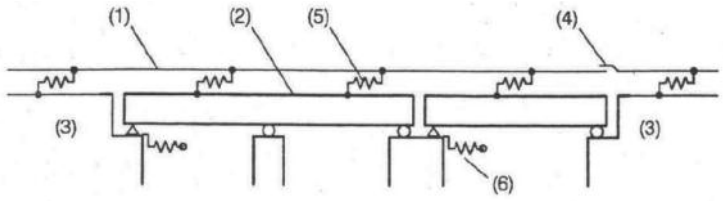
A Mezőtúr–Orosháza–Mezőhegyes vasútvonalon a jelenlegi szarvasi Hármas-Körös-híd 5 × ~15 + ~70 + 5 × ~15 m támaszközű kéttámaszú ~220 m hosszú felszerkezetekből áll, és a tervek szerint ilyen elrendezésű is marad. Mind a 70 m-es új, rácsos, alsópályás meder-, mind a 15 m-es, felsőpályás, gerinclemezes, ártéri új szerkezetek ortotróp pályalemezesek lesznek, rugalmasan beágyazott (Edilon/Sika rendszerű) 54 kg/m-es sínekkel. A hídon az egységes vasúti pálya kialakítása érdekében, illetve a rugalmas kiöntőanyagba kerülő síndilatációs szerkezetek magas ára és bonyolultsága miatt indokolt, hogy a dilatációs készülékek a felszerkezeteken kívülre kerüljenek, ha egyáltalán szükség van rájuk.*

Kiindulási feltételek

- Az alépítmények, ennél a hídfelújításnál is, változatlanul megmaradnak, és ezért az MSZ-EN 1991-2, illetve a H.1.2. szerinti 20/33 kN/m nagyságú fékező/indító erő helyett – a megrendelő diszpozíciója szerint – vízszintes teherként csupán a függőleges hasznos terhek 10%-ával kellett számolni (8 kN/m VH 76) [1].
- A 90 éves ártéri alépítmények síkalapozásúak, teherbírásuk, a talajmechanikai tervezők szakvéleménye szerint, csak a talaj betömörödött állapotának számításba vételével felel meg.
- 20-30 kN-t meghaladó nagyságú vízszintes erők esetén az ártéri alépítményeket már erősíteni kellene.
- A nagyobb teherbírású mederpillérek mélyalapozásúak. A vörösfenyő cölöpöket összefogó gerenda és a felmenőfal úsztatott betonból készült, így azok valószínűleg semmiféle vasalást nem tartalmaznak, s ebből következően a felmenőfal állékonysága nem kellő biztonságú, ha a fal és a cölöpösszefogó gerenda között munkahézagot feltételezünk, és csupán egyetlen mederpillérre hárulna az összes fékezőerő. Ugyanígy – a talajmechanikai szaktervezők szerint – az alapozás alatti talaj sem bírná ki a teljes 220 m hosszra jutó fékezőerőt.
- A hídon a pálya hézagnélküli, a dilatációs készülékek a kezdő- és végponti háttöltésre kerülnek.
- A hőmérséklet-változásból származó erőket minimalizálni kell.

Javasolt megoldás a fentiekből adódik:

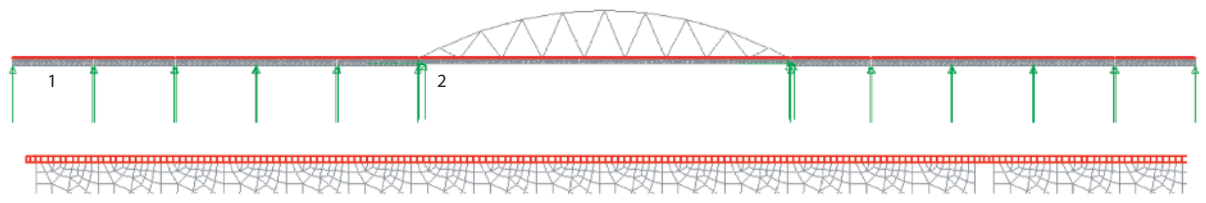
- a két mederpillérnek együttesen kell felvennie a hosszirányú erőt, míg
- az ártéri pilléreken hosszirányban mozgó sarukat kell elhelyezni, hogy így rájuk csak függőleges erők juthassanak, azokat erősíteni ne kelljen (a pillérekre jutó vízszintes reakcióerők nagysága változó rugótényezőjű sarus elrendezésnél a *8. ábrán* látható).



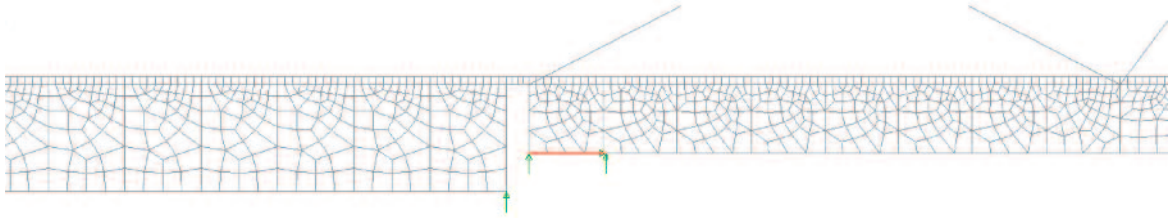
Jelmagyarázat:
(1) Vágány
(2) Felszerkezet (egy kétnyílású és egy egynyílású, csuklósan megtámasztott felszerkezet)
(3) Háttöltés
(4) Síndilatációs szerkezet
(5) Hosszirányban működő nemlineáris rugók, melyek a vágány hosszirányú teher/eltolódás függvényét írják le
(6) Hosszirányban működő rugók, melyek a fix támaszok és felszerkezet közötti K merevséget írják le, figyelembe véve az alapozás, a pillérek és a támaszok stb. merevségét

1. ábra. A sín, a rugalmas beágyazó anyag, a híd és a támaszok modellje

* Az Eurocode-ban megadott 20 kN/m fajlagos fékezőerő (amely ~0,25 g nagyságú gyorsulásnak/lassulásnak felel meg) valószínűtlenül nagy érték ezen a mellékvonalon. Ez egyenletes lassulás mellett azt jelentené, hogy 120 km/h sebességről 13,3 mp alatt áll meg a vonat, hídhossznyi (222 m) fékutat befutva.



1. részlet – a rugalmas beágyazóanyag és a sín piros színnel jelölve



2. részlet – a vízszintes, rugós megtámasztórúd piros színnel jelölve

2. ábra. A vizsgált modell teljes végeselemes hálózata

Számítási modell

Egy olyan gépi modellen vizsgáltuk a szerkezet viselkedését, amely tartalmazza mind a 11 db felszerkezetet, a sínt és annak rugalmas beágyazását, valamint a mederpillérekre kerülő sarukat.

A statikai váz elvi elrendezését az *1. ábra* (az MSZ EN 1991-2 6.19. ábrája) mutatja.

A vizsgált modell az Eurocode-ban közölttől annyiban tér el, hogy a sín teljes hosszában mindkét, függőleges és vízszintes irányban is végtelenül, az ábrán (5) jelű rugalmas anyaggal kapcsolódik a felszerkezetekhez. A pillérek rugalmasságával (6) nem, csak a saruk lényegesen kisebb rugalmas, illetve rugalmas + ideálisan képlékeny viselkedésével számoltunk.

A kétdimenziós modell tárcsa- és gerendaelemekből épült fel.

Rugalmas ágyazás anyagának modellezése a választott szoftvertől függ. A legegyszerűbb a fajlagos vízszintes/hossz- és függőleges merevségű Winkler-rugók alkalmazása lenne. Az általunk használt szoftverrel kényelmesebbnek bizonyult azonban ortotróp/izotróp anyagú tárcsaelemeket építeni a modellbe, melyek a folyamatos ágyazást is pontosabban modellezik.

Egy 125 × 100 mm oldalhosszúságú és 100 mm vastag tárcsaelemekből készített, alul fixen megtámasztott, felül az 54 kg/m-es sínnel együttdolgozó, 1,0 m hosszú „próbatesten" fokozatos közelítéssel határoztuk meg az ágyazóanyag rugalmassági modulusait (a harántkontrakciós tényezőt 0,49999, a nyírási modulust $(E_x + E_y) / [4(1 + \nu)]$ értékűre felvéve). A keresett hosszirányú rugótényező [2] 21–25 kN/m/mm, míg a függőleges irányú [3] ~100 kN/m/mm. A közelítés végeredménye egy izotróp $E_x = E_y = 75$ MPa rugalmassági modulusú anyag lett.

Egy 20 m hosszú, 100 mm magas és 100 mm vastagságú szakasz modelljén megvizsgáltuk a véges elemek nagyságának, a felosztás sűrűségének hatását 100 × 100, 50 × 50 és 25 × 25 mm oldalhosszúságú elemekkel. Az elmozdulásokra nézve (a fiktív méretek miatt más nem is vizsgálható!). A hálózat finomságának hatása a 100 × 100 mm-es elemekhez képest elhanyagolható *(3. és 4. ábra)*.

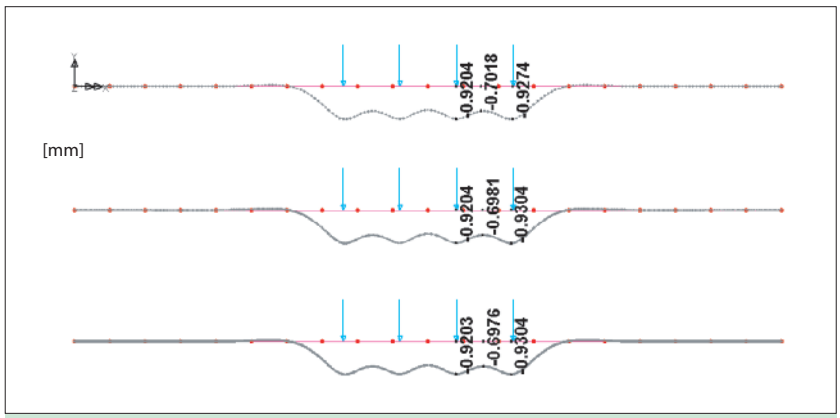
A híd hosszirányú megtámasztásai

A mederpillérre kerülő hosszirányú megtámasztásoknak, (hidraulikus) saruknak olyanoknak kell lenniük, hogy a hőmérséklet-változásból eredő lassú mozgásokat ne akadályozzák, ugyanakkor a fékezésből származó gyors elmozdulásoknak ellenálljanak.

A fékezőerőt a függőleges teherrel együtt az I. tehercsoportosításban kell figyelembe venni. Az Eurocode ezt gr11 tehercsoportnak nevezi. De még abban az esetben is, ha csak a függőleges mozgó teher hatna a szerkezetre, az öv nyúlását a hidraulikus támaszok akadályozzák (l. alább), azaz esetünkben a kéttámaszú mederszerkezet külsőleg egyszeresen határozatlanná válik.

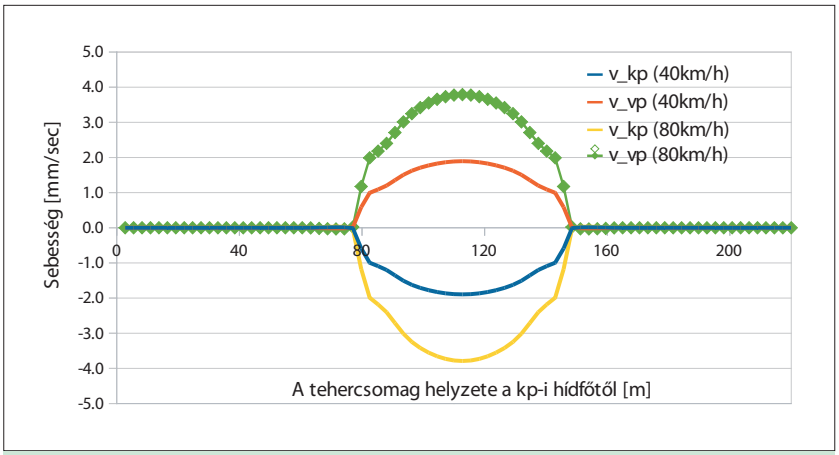
A vízszintes elmozdulás sebessége

A világhálón talált adatok alapján a hidaknál alkalmazott hidraulikák ellenállása – egyebek között – a dugattyú mozgásának sebességével van összefüggésben [4]: 0,7–1 mm/sec sebesség felett teljes ellen-



3. ábra. A sín függőleges elmozdulása az U jelű teher koncentrált (4 × 125/2 kN) erőitől a különböző sűrűségű hálózattal készült modelleken (fentről lefelé sűrűsödik a hálózat)

4. ábra. A sín vízszintes elmozdulása a 25 kN/m hosszirányú megoszló tehertől a különböző sűrűségű hálózattal készült modelleken



5. ábra. A vízszintes irányú támaszmozgás sebességének „hatásábrája"

állásukat kifejtik, míg 0,1 mm/sec alatt dugattyúik gyakorlatilag szabadon mozgathatók.

A 40, illetve 80 km/h állandó sebességgel mozgó, függőleges, 80 kN/m intenzitású (2,75 m hosszú) tehercsomagokból származó vízszintes (az alsó öv megnyúlása miatti) támaszmozgások sebességét az *5. ábra* mutatja. (Hatásábraszerű a grafikon, mert a 2,75 m × 80 kN/m = 220 kN erőből és nem egységnyi koncentrált erőből lett meghatározva úgy, hogy az egyes tehercsomagokból keletkezett támaszelmozdulásokat elosztottuk a 2,75 m út megtételéhez szükséges idővel.)

A grafikonból az látszik, hogy a mederszerkezeten már a második (2,75 m-en ható, 40 km/h sebességgel „mozgó") tehercsomagtól a támaszmozgás sebessége meghaladja a 0,7–1 mm/sec-os értéket, azaz a vízszintes hidraulikák dolgoznak a függőleges terhekre is.

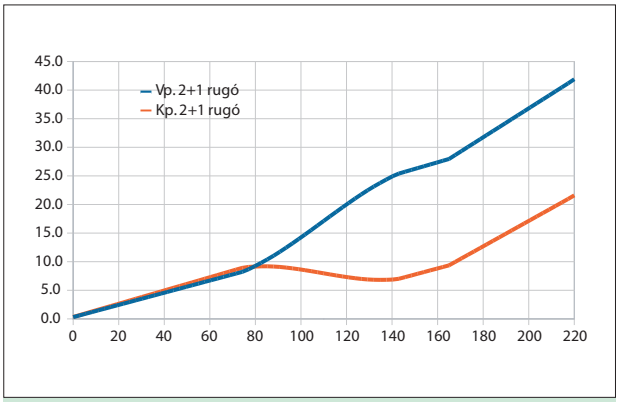
A hidraulika lineáris viselkedése

Az „olajrugó" rugótényezőjét a hengerben lévő olaj relatív térfogatváltozásának ($\Delta V/V$) és a nyomásváltozás-összenyomódási modulus aránynak ($\Delta p/E$) ~egyenlőségéből számítottuk [5]. A „rugó" összenyomódása $\Delta = \Delta V/A$, az erő $F = \Delta p \cdot A$, ahol A a dugattyú felülete és $E \approx 1300$ N/mm² az olaj összenyomódási modulusa. Eredményül, sarunként, 16–20 kN/mm rugótényezőt kaptunk, alkalmaztunk.

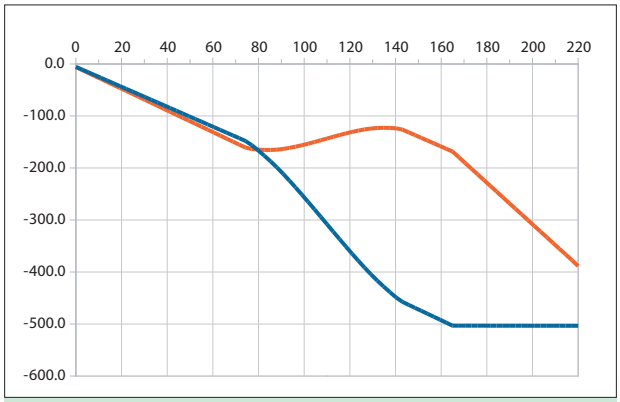
A hidraulika nemlineáris viselkedése

Az általunk alkalmazni kívánt hidraulikus sarukban egy adott nyomáson kinyíló szelep gondoskodik arról, hogy a pillérekre csak korlátozott erők juthassanak. Ekkor a hidraulikus szerkezet egy meghatározott állandó erőt (esetünkben ~500 kN-t) tart, miközben a dugattyúja mozog az erő irányában. Más szóval, e határolóerő eléréséig rugalmasan, a fölött ideálisan képlékenyen viselkedik.

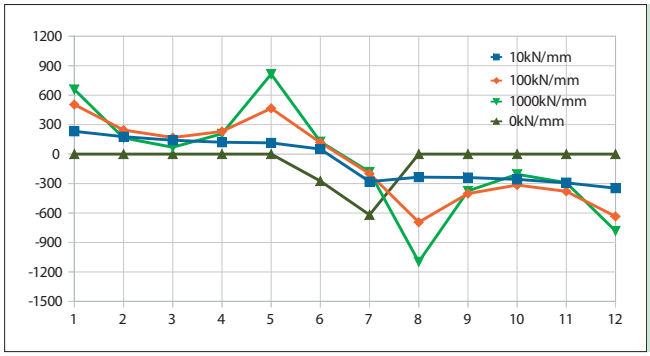
A fékezőerő és a függőleges teher okozta vízszintes támaszelmozdulások a felszerkezet egyik végénél azonos, a másiknál ellentétes irányúak. (Ezt az *5. ábrán* a kezdő- és végponti sebességek/elmozdulások ellentétes előjele szemlélteti.) Amikor a nagyobbik elmozdulás/reakcióerő oldalán oldódik a szelep, vagyis a modellnek ez a „rugója" képlékennyé válik, akkor a további vízszintes reakcióerőt a másik oldali hidraulika (rugó) veszi át. Így a geometria megváltozását (a felszerkezet helyzetét) elhanyagolva a feladat bilineáris, azaz a hidraulika kimerüléséig a szerkezet két rugóval, a fölött egy rugóval (és a „kimerültnél" mozgó támasszal) rugalmas alapon modellezhető. A *6.* és *7. ábra* mutatja ezt a viselkedést: amikor a vonat a mederhídra ér (~75 m-nél), elválnak



6. ábra. A mederhíd saruinál számított vízszintes elmozdulások vonathatásábrája a végpont felé haladó, fékező vonattól



7. ábra. A mederhíd saruinál számított vízszintes reakcióerők vonathatásábrája a végpont felé haladó, fékező vonattól



8. ábra.
A híd vízszintes reakcióerői az egyes támaszoknál a teljes hosszon ható, végpont felé fékező vonattól

egymástól a saruk elmozdulási/reakcióerő grafikonjai, majd a végponti saru „kimerülése" (~170 m-es terhelt hossz, illetve ~27 mm-es elmozdulás) után egyrugóssá válik a szerkezet [6].

Az elvégzett főbb vizsgálatok

A fenti módszerrel – az Eurocode-ban leírt közelítő eljárásoknál pontosabban – vizsgálhatók az alépítmények, a felszerkezet, a sín és a rugalmas kiöntőanyag együttes viselkedése, illetve az együttdolgozásból származó erők/feszültségek és elmozdulások összevethetők az Eurocode-ban meghatározott határértékekkel.

A szarvasi híd számításánál a vízszintes reakciók meghatározásán kívül az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

A támaszmerevség hatása a támaszreakciók nagyságára

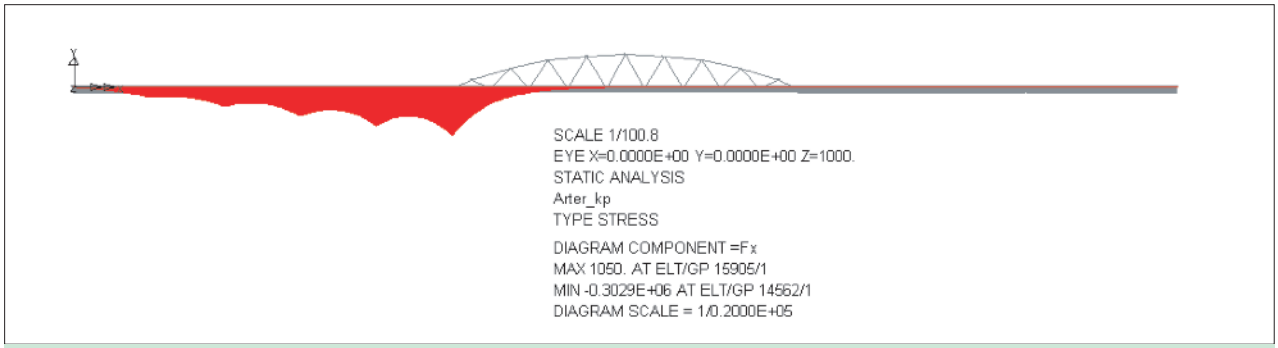
A *8. ábra* a tervezés egy lehetséges menetét mutatja: az ártéri támaszok vízszintes rugótényezőinek (1000 kN/mm–0 kN/mm) függvényében ábrázoltuk a 12 db támasz vízszintes reakcióerejét. A mederhíd – 6. és 7. – támaszainál a korábban említett 18 kN/mm-s rugót alkalmaztuk, erőszabályozás nélkül.

Az ártéri pillérek (támaszok) nagy merevsége, illetve az ártéri és mederpillérek nagy merevségkülönbsége a reakcióerőkben is nagy eltéréseket eredményez, még az azonos merevségű szakaszokon (az ártereken, az 1–5. és 8–12. támaszoknál) is.

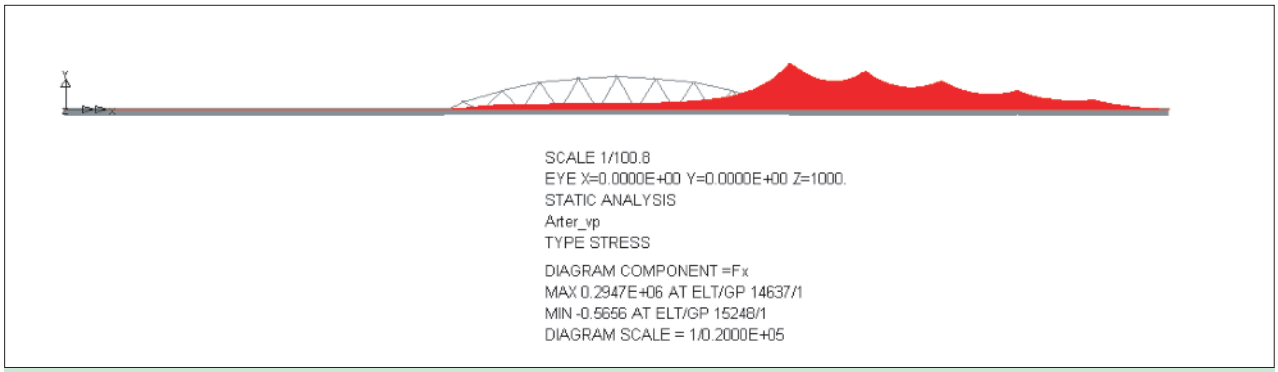
A rugótényezők (nagyságrendi) csökkentésével egyre egyenletesebb a reakcióerők eloszlása. Ugyanakkor az ártéri pillérekre még 10 kN/mm rugótényező mellett is a megengedhetőnél nagyobb erők hatnak, így igazolható döntésünk a mozgó támaszok alkalmazása mellett.

A mozgósarus (0 kN/mm rugótényezőjű) ártéri hidak esetén a mederpillérek saruira ~300, illetve ~600 kN erőt számítottunk, ez az erőszabályozós sarukkal 400, illetve 500 kN-ra módosul, miként a *7. ábrán* látható.

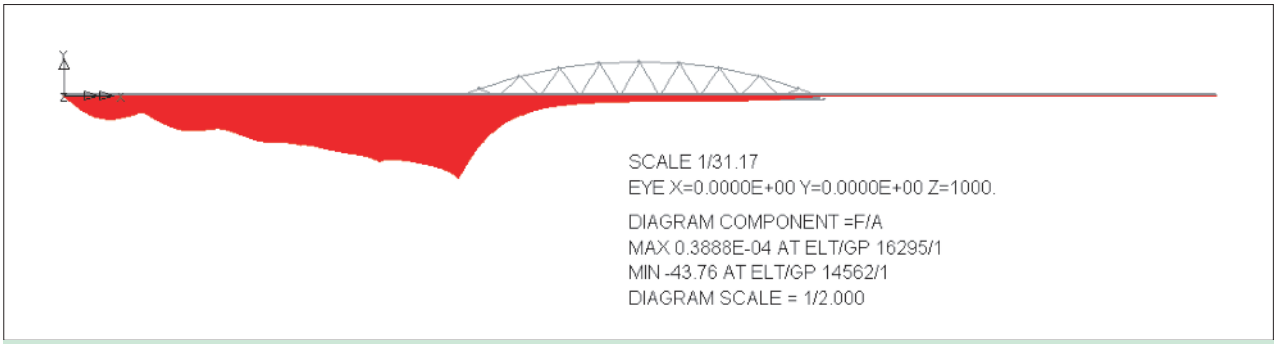
Gál András 1973-ban végzett Moszkvában, az Autó- és Útépítő Intézet, hidak alagutak szakán.
1973-ban az UVATERV Zrt.-nél helyezkedett el, majd 1996-tól az MSc Kft. főmérnökeként részt vett a Tahitótfalui Kis-Duna-híd, a budapesti Árpád - híd, az M0-s Hárosi Duna-híd, a Hongkong-i Lantau-híd, a Lágymányosi híd, a zalaegerszegi vasúti Zala-híd, a Lehel csarnok feljáró, az M0-s Északi Duna-híd és a budapesti Északi vasúti híd tervezési munkáiban.



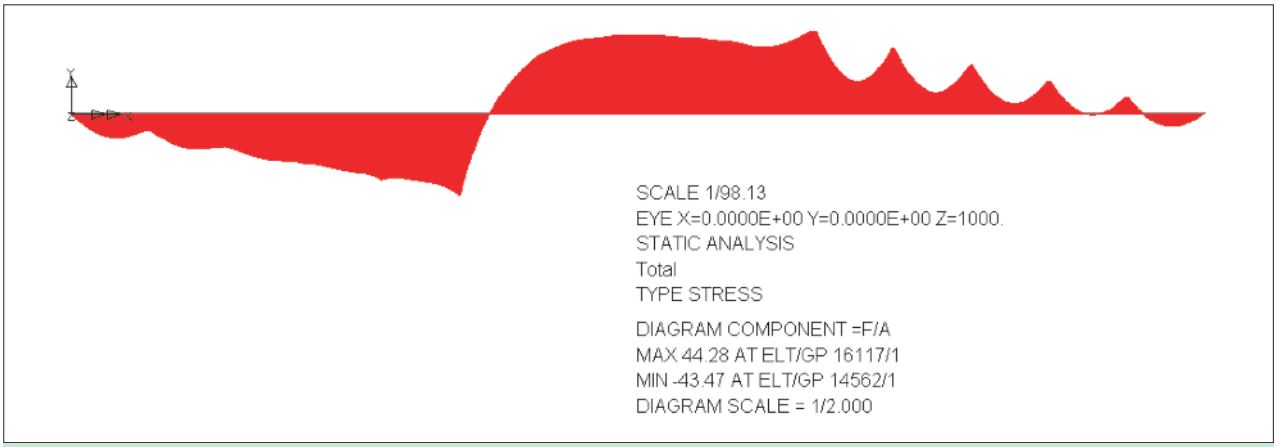
9. ábra. A sínben számított normálerő [N] a kezdőponti ártéri hidakon ható fékezőerőből/a mederhídra jutó erők



10. ábra. A sínben számított normálerő [N] a végponti ártéri hidakon ható fékezőerőből/a mederhídra jutó erők



11. ábra. A sínben számított átlagfeszültség [MPa] a kezdőponti ártéren lévő fékező vonatteherből



12. ábra. A sínben számított átlagfeszültség [MPa] a kezdőponti ártéren lévő fékező vonatteherből

A hidakról egymásra átadódó hosszirányú erők nagysága, eloszlása és a sínfeszültségek meghatározása

Ezek az adatok a szerkezetek részletes statikai vizsgálataihoz, illetve a sínben ébredő feszültségek ellenőrzéséhez szükségesek.

A *9., 10. ábrákból* az látható, hogy az azonos támaszközű ártéri hidakra különböző nagyságú hosszirányú erők hatnak, amit azok méretezésénél figyelembe kell venni, illetve a felcserélhetőség érdekében célszerű a legjobban igénybe vett (5. vagy 7. nyílást) méretezni. A mederhídra meglepően hosszú, 2-3 keretállás (15–20 m) hosszon adódik át az ártéri hidakról jövő vízszintes erő.

A *11., 12. ábra* a folytatólagos sínben számított sínfeszültségeket mutatja. Ezek lényegesen kisebbek, mint az MSZ EN 1991-2 szerinti megengedett értékek.

Összefoglalás

A cikk ugyan egy speciális esetet tárgyal, de az ismertetett számítási (végeselemes és anyag) modell jól alkalmazható a saruk elrendezésének, a pillérekre és a felszerkezetekre jutó teher nagyságának és a dilatációs készülékek szükséges számának meghatározásához rugalmasan beágyazott, hézagnélküli sínekkel készülő hídszerkezeteknél. A módszer kiterjeszthető az ágyazatátvezetéses szerkezetekre, valamint azoknak a folyópályával való csatlakozására is. ◂◂

Irodalomjegyzék

Vasúti hidakon alkalmazható Edilon típusú 54-es sínrendszerű betonvályús nagyvasúti felépítmény vizsgálata c. tanulmány. BME Vasútépítési Tanszék, 1996.

http://issuu.com/edilonsedre/docs/ers_brochure_english_version

http://www.maurer.co.uk/doc/Seismic_Protection_Systems_prot.pdf

http://www.dredgingengineering.com/dredging/media/LectureNotes/DriveSystems/Albers %20Stiffness%20of%20hydraulic %20systems.pdf

A 6. ábrából az is látszik, hogy a szerkezet kezdőponti támaszelmozdulása egy szakaszon növekvőből csökkenőre, majd csökkenőből növekvőre vált, azaz a dugattyú mozgásának sebessége, a szabad mozgáshoz tartozó értékre, illetve az alá csökken, és így nem fog erőt felvenni.

Summary

In the domestic practice modernization of the existing railway bridges means several times only the reconstruction of the superstructure. So the existing/remaining substructures (without reconstruction/strengthening) often don't correspond to the regulative longitudinal horizontal forces transmitted from the superstructure.

The most obvious and likely the cheapest solution is the authority restriction of the longitudinal loads according to the new regulation – considering the importance of the railway line – for a smaller for example for the earlier value corresponding to VH-76. At bridges consisting of the series of more continuous or simple beams (two supporters) mad of continuous welded rails, this relief is not always enough, and other constructional solutions would be necessary as well. The article presents one example of this.

MSc

MÉRNÖKI TERVEZŐ ÉS TANÁCSADÓ KFT.

1106 Budapest, Fehér út 10.

Telefon: (+36 1) 220-6198

E-mail: msc@mschu.hu

Honlap: www.mschu.hu

Tevékenységi kör

- Acél- és vasbeton közúti és vasúti hidak, aluljárók, alagutak tervezése, vizsgálata, rehabilitációja
- Acél és vasbeton távközlési tornyok, szerkezetek tervezése, vizsgálata
- Ipari és egyéb acélszerkezetek tervezése, vizsgálata, felújítása
- Támfalak, zajvédő falak tervezése
- Projektmenedzsment, független mérnöki tevékenység
- Lebonyolítás, műszaki ellenőrzés
- Szabványok, műszaki előírások készítése

MSc Kft. – HÍD az ötlet és a megvalósulás között

Edilon rendszerű vágányleerősítés a hidakon

Vörös Zoltán
okleveles építőmérnök
Route Consult Bt.
route.consult@invitel.hu
(22) 262-023

Az 1948-ban alapított Edilon cég 1994 óta van jelen Magyarországon. A holland cég központja Haarlemben található. Tevékenységét különböző felhasználásra alkalmas ragasztók gyártásával kezdte. Hosszú évtizedek alatt – folyamatos fejlesztőmunka eredményeként, a piaci szükségletekhez igazodva – jutott el a mai termékpalettájához és szervezeti felépítéséhez. Cikkünkben elsősorban a vasútépítésben alkalmazott Edilon termékeket szeretnénk bemutatni, hogy ezzel segítséget nyújtsunk e termékeket tervező, beépítő és használó szakembereknek.

A cég néhány évvel ezelőtt további cégvásárlásokkal szélesítette termékválasztékát és bővítette tevékenységét, neve is megváltozott: Edilon)(Sedra lett. Számos országban képviselteti magát és van jelen állandó képviselővel vagy helyben alapított társaság formájában. A cég felépítését az *1. ábra* mutatja.

Az Edilon)(Sedra BV az angol James Walker-csoport tagja, amely különböző csomagolóipari termékek gyártásával foglalkozik.

Az eredeti holland Edilon cég három további partnercéget hozott létre. 2005. április 1-jén megalapította az Edilon Contracting társaságot, melynek központi irodája a hollandiai Wessemben van. Feladata elsősorban az Edilon termékek és vágányleerősítő rendszerek gyakorlati felhasználása, beépítése, valamint a kivitelezés szakmai segítése tanácsadással, szakértők helyszínre delegálásával, akik felügyelik a technológia pontos betartását. Öt teherautóra szerelt speciális keverő- és kiöntőberendezéssel rendelkezik, amelyeket felszereltek a beépítéshez szükséges szerszámokkal, segédanyagokkal. Az Edilon Contracting cég valamennyi Edilon rendszerű vágányleerősítés beépítését el tudja végezni.

1. ábra. Az Edilon)(Sedra cégcsoport felépítése

Rendelkezik továbbá a fenntartási és javítási munkákhoz szükséges eszközökkel, kéziszerszámokkal. Mozgékonyságuk révén a sínt előre be tudják önteni például az acélvályú gyártási helyén, és gyakorlatuk van síndilatációs szerkezetek beépítésében is.

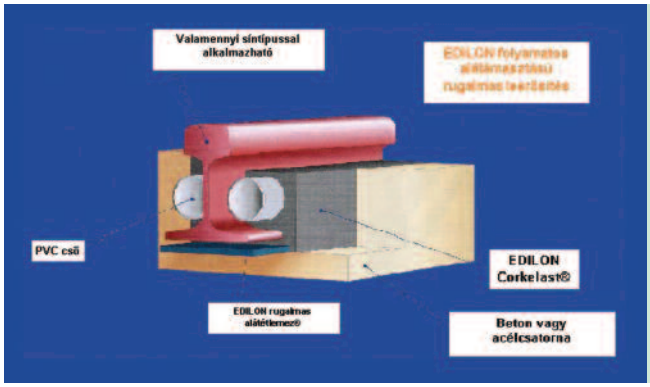
A Sedra cég központja Németországban, Wiesbadenben található. Ezt a céget 1885-ben alapították, ma 100%-ban Edilon-tulajdonban van. Korábban különösen villamosvágányok bitumenes hézagkiöntő anyagainak gyártása és alkalmazása terén tevékenykedett (Sedrafer). Ma már gumiőrleményből sínkamraelemeket, elasztomer bázisú anyagokat gyárt vágányépítéshez. Jelen van egész Európában és a Közép-Keleten.

A Tiflex szintén 100%-ban Edilon-tulajdonú cég, melynek központja az angliai Liskeardban (Cornwall tartomány) van. Több mint 50 éve működik, tevékenysége szorosan összefonódott a különböző célú rugalmas alátétlemezek és paplanok gyártásával és forgalmazásával. A síntalp, az alaplemez, a vasbeton aljak, zúzottkő ágyazat alá, valamint úsztatott pályához gyártanak rugalmas alátétlemezeket.

Az Edilon rendszerű vágányleerősítések

Az Edilon cég számos, különböző, mind nagyvasúti, mind városi vasút vasúti alkalmazásra fejlesztett ki leerősítéseket, melyek az alábbiak:

- Edilon Corkelast® Embedded Rail System (ERS) – Edilon Corkelast folyamatos alátámasztású beágyazott sínleerősítés (körülöntéses leerősítésnek is szokták nevezni)
- Edilon Corkelast® Embedded Block System (EBS) – Edilon Corkelast beágyazott magánaljas leerősítés
- Edilon Direct Fastening® (EDF) – Edilon közvetlen leerősítés
- Edilon Slab Track Systems® – Edilon vasbeton lemezes vágányrendszerek



2. ábra. Az Edilon rendszerű folyamatos alátámasztású sínleerősítés elvi ábrája

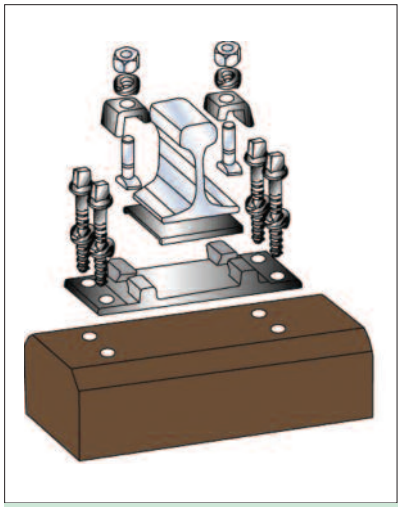
- Edilon (semi) Prefab Systems® – Edilon előre gyártott rendszerek
- Edilon Glued Rail Joints – Edilon ragasztott hevederek

A folyamatos alátámasztású sínleerősítés jellemzői:

- csavarok helyett ragasztás alkalmazása
- rugalmasan ágyazott sínlekötés
- kevés számú alkotóelem
- elektromos szigetelés kóboráram ellen
- folyamatos sínalátámasztás

Az Edilon rendszerű folyamatos sínalátámasztást a *2. ábra* szemlélteti.

A hagyományos alátámalsztású leerősítéshez szükséges komponensek a *3. ábrán* láthatók.



3. ábra. Hagyományos alátámasztású leerősítés

Az Edilon rendszer előnyei:

- alacsony fenntartási költség
- nincs fémkorrózió
- zaj- és rezgéscsillapítás
- tartósság
- ellenáll az időjárás viszontagságainak
- UV és sóálló
- csökkentett szerkezeti magasság

Tervezés

Az Edilon rendszerű folyamatos alátámasztású sínleerősítés tervezésénél figyelembe kell venni a vályúméret kialakításánál az alkalmazandó síntípust, illetve az alkalmazás helyét, például hogy hídon vagy útátjáróban alkalmazzák. Ettől függ ugyanis, hogy mennyire állhat ki a sín a síncsatornából. A sínkopás miatt például útátjáróban a sínnek legalább 1 cm-rel a vályú felső síkja fölé kell nyúlnia. Ez még a keresztező közúti járműforgalom számára sem okoz utazáskényelmi problémát. Hidakon, ahol keresztező forgalom nincsen, elegendő a sínfej aljáig a sín mindkét oldalán a kiöntést elvégezni, illetve a vályú méreteit ennek megfelelően megválasztani. Minden esetben ügyelni kell arra, hogy a síndőlés miatt a sínfej mellett elegendő hely legyen a kiöntőanyagnak a vályúba történő beöntésére. A vályú alján, a síntalp mellett mindkét oldalon oldalirányban legalább 2-2 cm-nek kell lennie, és ugyanígy a síntalp alatt is, mivel a kiöntőanyag nem tud a sín alá folyni. Ellenkező esetben nem jön létre a folyamatos sínalátámasztás. 30-35 m-ig nem szükséges dilatációs szerkezetet betervezni. A hídszerkezet anyagától – acél vagy vasbeton – és a dilatációs hossztól függően szükséges dilatációs készülékek beépítése, figyelembe véve azt, hogy a kiöntőanyagra engedélyezett hosszirányú elmozdulás – vagyis a Δl nem lehet nagyobb, mint $\pm 7{,}5$ mm. Jellemzően a dilatációs készülékeket a csatlakozópályában helyezik el, ennek érdekében történt meg a Csilléry-féle készülék átalakítása. Az acélhidak pályalemezére csavarozással rögzített síncsatornát, a vízelvezetés érdekében, 12 m-enként mintegy 20-30 cm hosszon meg kell szakítani.

A vágány elhelyezését megelőzően ellenőrizni kell a hídszerkezet alakját a tervezetthez képest, és ennek megfelelően kell meghatározni a síntalp alatt elhelyezendő alátétlemezek mértékét.

A hídfőkben kialakítandó átmeneti szakaszok elvi kialakítását a *4. ábra* mutatja.

Technológia

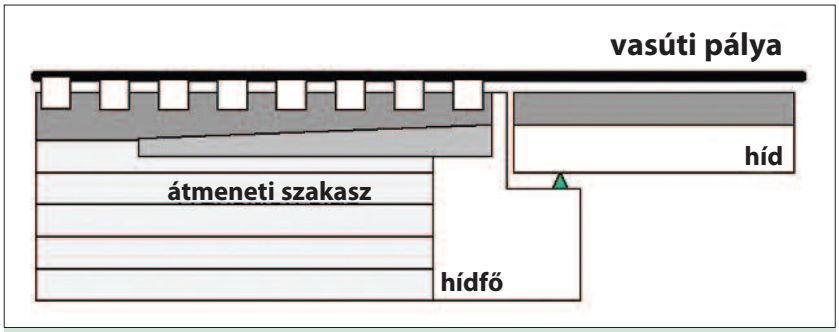
A Corkelasttal készülő Edilon rendszerű vályús sínleerősítés kivitelezésének három fázisa van:

1. Előkészítés
2. Beállítás
3. Ragasztás

A részfolyamatok szorosan kapcsolódnak egymáshoz, gyakran átfedésben vannak.

Az Edilon termékek alkalmazása meghatározott feltételek mellett történhet. Ezek a feltételek: a környezet és a beton vagy acél síncsatorna hőmérséklete, a levegő páratartalma, harmatpont, a síncsatorna nedvességtartalma, a síncsatorna tisztasága. Nem megfelelő időjárási körülmények esetén fóliatakarást kell alkalmazni, illetve fűtött sátor alatt kell a kiöntést végezni.

A csatorna alját és falait homokszórással elő kell készíteni. Minden kiálló, laza részt a falakról és a csatorna aljáról kéziszerszámokkal el kell távolítani. A csatorna falának érdesnek, tisztának és száraznak kell lennie. Felületén nem lehet szennyeződés, szemét, olaj, zsír vagy víz. A sín



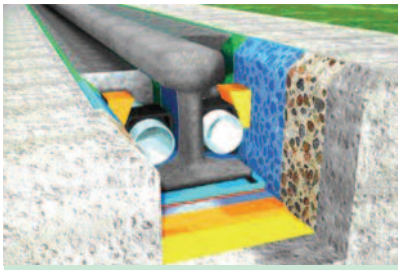
4. ábra. Átmeneti szakasz elvi kialakítása hídfőben

felületét gyakran borítja rozsda, zsír, kosz, reve. A teljes sínfelületet homokszórással elő kell készíteni Sa 2 tisztasági fokozatnak megfelelően, az ISO 8501-1 szerint.

A gumicsíkot kétkomponensű ragasztóval (Edilon Dex-G) kell a síncsatorna aljára leragasztani. A kétféle kellősítő felhordása különbözőképpen történik. A Primer U90WB-t ecsettel vagy festőhengerrel juttatjuk a felületre, a Primer 21-et szórással is fel lehet hordani. A száradási idő függ a kellősítő anyagától, a felülettől és a hőmérséklettől. A sínt is kellősíteni kell azokon a felületeken, ahol érintkezni fog az Edilon Corkelast kiöntőanyaggal.

A sínnek a síncsatornába helyezése előtt 1,5-2,0 m-enként elhelyezzük az alátétlemezeket és a sín dőlését biztosító ékeket, amelyekkel a függőleges beállítás történik. Az alátétlemezek kiosztásakor már figyelembe vesszük a síncsatorna hossz-szelvényét, melyet előtte pontosan fel kell mérni.

Ezután következik a sín beemelése a síncsatornába, majd ellenőrizzük a sín hossz-szelvényét. Szükség esetén korrigáljuk. Minden korrekció után ellenőrző mérést



5. ábra. Az Edilon rendszerű folyamatos alátámasztású vágány elvi elrendezése vasbeton lemezben

kell végezni. Ezután következik a sín vízszintes irányú beállítása a PVC-cső rögzítőbilincseiné, Corkelast kontraékekkel.

Az Edilon Corkelast kétkomponensű kiöntőanyag 1-es komponensét 450-700 percenkénti fordulaton 1 percig előkeverjük mindaddig, amíg homogén keveréket nem kapunk. Ezután beleöntjük a 2-es komponenst, és szintén 1 percig, 450-700 percenkénti fordulattal összekeverjük mindaddig, amíg fekete/szürke homogén anyagot nem kapunk. A keveréshez kézi fúrószáras berendezés megfelelő.

A kikeményedés függ a hőmérséklettől, magasabb hőmérsékleten gyorsabb, alacsony hőmérsékleten lassabb. Általában 24 óra 20 °C-on elegendő, de 2 óra után 20 °C-on már áthaladhat a vonat. Az Edilon rendszer elvi elrendezését vasbeton lemez esetén az *5. ábra* mutatja.

Esettanulmányok

Mára Magyarországon mintegy 5,5 km hosszúságban épült Edilon rendszerű folyamatos alátámasztású vágányleerősítés. Ezek többsége acél-, illetve betonhidakon, illetve útátjárókban épült meg. Kiemelkednek ezek közül a Duna-hidak. Elsőként a Petőfi hídon építettek be Edilon rendszerű leerősítést, de a Szabadság hídon, a Margit hídon és az Újpesti vasúti Duna-hídon is ez a leerősítés épült. A MÁV és a GYSEV vágányhálózatán a vasúti pályarekonstrukciók keretében számos kisebb hídon is ezzel a leerősítéssel újult meg a vágány. Az esetek többségében alsópályás, rácsos főtartójú hidakon épült, de alkalmazták gerinclemezes acélhidakon és vasbeton lemezhidakon is.

Az alkalmazásra a *6–11. ábrákon* mutatunk példákat.

6. ábra. Balatonfűzfő és az Északi összekötő vasúti híd

7. ábra. Marcal-híd és Budapesten a Böjti úti híd

8. ábra. Simontornya és Zalaegerszeg

Silent bridge – Csendes híd

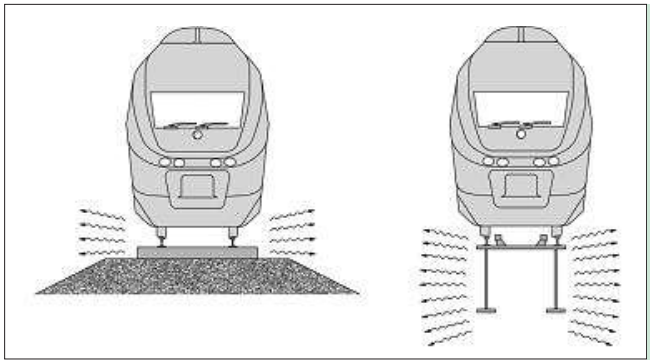
Napjainkban az egyik legnagyobb környezeti terhelést a zaj jelenti. A zaj legfőbb okozója a gördülési zaj. Addig, amíg a zúzottköves vágány a zaj egy részét a nagy hézagtartalma révén elnyeli, az acélszerkezetű hidak sokkal nagyobb zajemissziót bocsátanak ki. Ezt a *9. ábra* mutatja.

Hollandiában, ahol hozzávetőlegesen másfélszer annyi ember él, mint hazánkban egy kb. Dunántúl nagyságú területen, a zajcsökkentésre kiemelt figyelmet fordítanak. Ezért is kezdődött el olyan megoldások keresése az Edilon cég és a Holland Railconsult együttműködésében, amely erre a problémára kereste a megoldást.

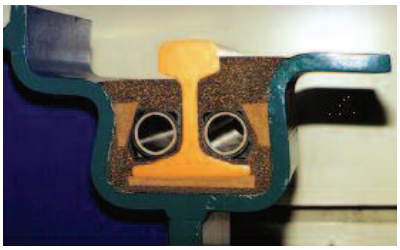
A gördülési zaj két tényezőből tevődik össze: az egyik a sínkopás okozta felületi egyenetlenség, a másik a kerék nem tökéletesen kerek, hanem enyhén poligonvonal alakja. Ez a két, nem egészen szabályos „kopott” felület – ha egymással érintkezik – a hídszerkezetre kalapácsszerű ütéseket ad át, ami mind a kerék, mind a sín rezgését előidézi, ami az elhaladó vonatra jellemző zajban nyilvánul meg. Egy átlagos acélhídon a gördülési zaj nagyobb, mint a zúzottköves vágányon. Ez az elsődleges zajforrás. Továbbá a híd is rezeg, ami ún. szerkezeti zajt bocsát ki, és ami általában nagyobb, mint a gördülési zaj. A vonat által előidézett teljes hangnyomásszint 5-15 dB-lel nagyobb, mint a zúzottköves vágányé. Annak érdekében, hogy megakadályozzuk a rezgési energia bejutását a hídszerkezetbe, fontos a sínt a hídszerkezettől elszigetelni. A sínt nemcsak akusztikailag kell elszigetelni, hanem árnyékolni is kell. A beágyazott sín mindkét követelménynek megfelel. A leerősítést úgy módosították, hogy a sínágyazás függőleges merevségét valamelyest csökkentették, de a vízszintes merevsége megmaradt. A sín szigetelését azzal is javították, hogy növelték a sín alatt a rezgéssel szembeni ellenállást. A csendes híd és a sínleerősítés elvi kialakítását a *10. ábra* mutatja.

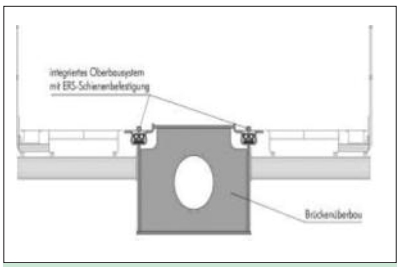
Relatív vastag övlemezeket alkalmaztak, amelyek szokatlanok a hídépítésben. Nemcsak az acéltartó impedanciája fontos tényező, hanem az övlemezek, a vályú és a főtartó függőleges lemezvastagságának kombinációja is. Az optimalizálási folyamat végén egy nagymodell kísérletre került sor 1996-ban a Nieuwe Vaart folyón. A 12,5 m hosszú híd *(11. ábra)* számításai azt mutatták, ha megépül, olyan csendesnek kell lennie, mint egy zúzottköves vágánynak. A híd elkészültét követően 7,5 és 25 m távolságban számos rezgés- és zajmérést végeztek, és az eredmények a vártnál is kedvezőbbek lettek. 100 km/h sebesség mellett a hídon 2 dB(A)-val mértek kevesebbet, mint a nyílt vonali vágányon. A szomszédos campingben pihenők rendkívüli zajcsökkenésről számoltak be. Mivel a sínleerősítés a hídszerkezet szerves részét képezi, a szerkezeti magasság a fesztáv 1/20-ával csökkenthető. Ez egyúttal lehetőséget biztosít régi hídszerkezetek további megerősítésére és élettartamuk növelésére *(12. ábra)*.

1996 óta számos helyen épült be csendes híd nemcsak Hollandiában, hanem más országokban is.



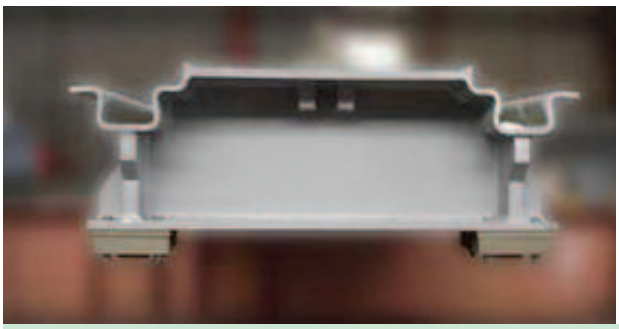
9. ábra. Zúzottköves pálya és acélhíd zajemissziója





10. ábra. A csendes hídszerkezet és a sínleerősítés elvi kialakítása

11. ábra. Komplett hídszerkezet emelése a Nieuwe Vaart folyónál



12. ábra. Pályalemez cseréje csendes hídra a hollandiai Mordijknál

Fenntartás, síncsere

Az Edilon rendszerű sínleerősítés 25-30 éves élettartama alatt semmilyen fenntartást nem igényel.

Vörös Zoltán közlekedésépítő mérnök, a Drezdai Friedrich List Közlekedési Egyetemen védte meg diplomáját. Ezt követően 1968-ban a Betonútépítő Vállalatnál építésvezető, majd műszaki tanácsos, főtanácsos. Nyolc évig a vállalkozási irodán számos hazai és nemzetközi infrastruktúra tender elkészítésében vett részt.
1999 és 2000 között az ÁMI Kft. mérnökirodánál technológusként és koordinációs főmérnökként dolgozott. 2001 óta az UTIBER Kft. létesítményi főmérnökeként, majd főtechnológusként, osztályvezetőként vesz részt hazai közúti és vasúti projektek megvalósításában. 18 éve képviseli Magyarországon az Edilon céget, és foglalkozik a különböző vágányleerősítő rendszerek meghonosításával mind a nagyvasúti, mind a könnyűvasúti pályákon. A Route Consult Bt. az Edilon)(Sedra magyarországi képviselőjeként tevékenykedik.

13. ábra. Erőátadó kapcsolat oldása a síncsatorna falán

Mivel a vályú fala és a kiöntőanyag között erőátadó kapcsolat van, síncsere esetén ezt a kapcsolatot egy erre alkalmas vágókoronggal oldani kell *(13. ábra)*. Ezután a sín a vályúból kiemelhető. A szükséges tisztítás, felület-előkészítés és kellősítés után az új sín a fent ismertetett technológiával a vályúba beépíthető. ◂◂

Irodalomjegyzék

Description of the installation of Edilon Corkelast on steel bridges R 4747 2011.

Development of the embedded rail construction, K. Oostermeijer, Innotrans Berlin, 2002.

Geräuscharme Stahlbrücken, Eine innovative Lösung gegen Lärmbelästigung, K.

General Installation Instructions ERS EDILON report R 4394

Embedded rail construction (in Dutch); K.H. Oostermeijer and K.A.M. Ingels, Cement, May 2000.

Entwicklung geräuscharmer Stahlbrücken in den Niederlanden, J.A. Bos, Railinternational/Schienen der Welt, May 1997.

Műszaki megfelelőségigazolás. BME.

Müncheni Műszaki Egyetem 2002.10.30. 1974. sz. Kutatási jelentés. Az EDILON ERS UIC 60 rendszer vizsgálata a DB-AG részére a folyamatos ágyazású sínnel.

Technische Universität München Prüfung des F.F-Systems EDILON ERS mit kontinuierlich eingebetteter Schiene Forschungsbericht 2002.

Summary

This article gives a short overview of the activity of Edilon)(Sedra b.V. in Hungary focusing on the application of the ERS rail fastening on railway bridges. After a short introduction of the company itself I give the list of the different Edilon-type rail fastening systems describing of their advanteges. After giving some important aspects to the desing of such fastenings the key elements of the technology are introdused. Showing some examples I deal with the concept of the silent bridge technology. At the end rail exchange is introduced as the main maintenace activity.

Vasúti hidak támaszponti mozgásai

Vörös József*
okleveles építőmérnök
ny. mérnök főtanácsos
✉ preflex@t-email.hu
☎ (30) 921-1796

A hidak a vasúti pályában „zavarhelyek”, mivel itt a felépítmény folyamatos felfekvése megszakad, és a pálya alépítménye megváltozik. A hídszerkezet teher- és hőmérséklet-változás miatti viselkedése következtében a vasúti pályában nagyobb alakváltozások jöhetnek létre, mint a folyópályán. Ezek a mozgások a hídvégeken koncentráltan jelentkeznek. Ezért érdemel külön figyelmet e kérdéskör részletesebb vizsgálata. Írásunk a támaszponti szögelfordulások hatását vizsgálja a hídfőknél és az egymással szemben fekvő felszerkezetvégeknél.

A vasúti pálya és híd csatlakozásánál az alakváltozások figyelembevételénél nem elég a hídszerkezetet vizsgálni, a pálya és alkotóelemei, továbbá a közlekedő járművek futástechnikai vizsgálata is szükséges. A hídszerkezet mozgásvizsgálata során a következő szempontokat kell figyelembe venni:

Hosszváltozás hőmérséklet-ingadozásból

Az utazáskényelem és az üzembiztonság érdekében, valamint a karbantartási ráfordítások csökkentése céljából új szempont a hídszerkezeteken a vasúti pálya hézagnélküli átvezetése. Dilatációs készüléket csak akkor terveznek és építenek be, ha ez feltétlenül szükséges. A dilatációs készülékek további zavarhelyek, így nemcsak a beszerzésük és a beépítésük drága, de a fenntartási költségük is magas. A vasúti pálya és híd vízszintes irányú kölcsönhatását *Gál András: Vasúti pálya és híd kölcsönhatása* cikke részletesen tárgyalja [1].

Hosszváltozás zsugorodásból

Ez a jelenség vasbeton, feszített beton és öszvérhidaknál fordul elő, különösen nagy hosszúságú felszerkezet esetén. A kérdéskört részletesen vizsgálja a Sínek Világa 2005. évi különszáma a szerző új hídszerkezetekkel kapcsolatos írásában [2].

Háttöltés süllyedéséből származó alakváltozás

Számtalan írás foglalkozott a háttöltés kérdésével, ezeket az irodalomjegyzék tartalmazza. A téma kimeríthetetlen, jelenleg is folynak kutatások. Ezek eredményéről folyamatosan beszámolunk [3], [4].

Alépítmények süllyedése miatti alakváltozás

Alépítmény-süllyedés csak rendkívül ritka esetben fordul elő vasúti hidaknál. Ennek egyik magyarázata, hogy a folytatólagos többtámaszú szerkezetek különösen érzékenyek a támaszsüllyedésre, ezért a tervezés során nagy gondossággal járnak el a tervezők. A kéttámaszú tartók sorozatából épített felszerkezeteknél viszont elképzelhetetlen a forgalombiztonságot veszélyeztető 5‰-et meghaladó elfordulás támaszsüllyedésből.

Támaszponti szögelfordulások

A híd viselkedése terhelés hatására az Eurocode 1 [5] és ez alapján kidolgozott MÁV H.1.2. Utasítás [6] az alakváltozások (függőleges alakváltozások és a támaszponti szögelfordulások) vizsgálatát a 3.3.2. pontban írja elő.

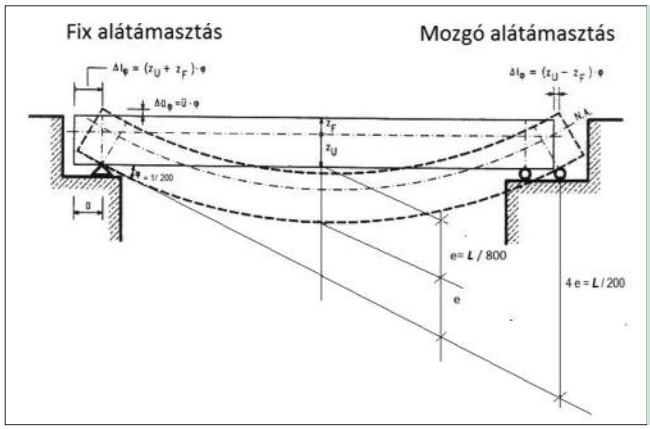
A függőleges alakváltozások ellenőrzését a méretezési teherre kell elvégezni.

Annak során ki kell mutatni, hogy a keletkező lehajlás nem nagyobb a támaszköz, illetve konzolhossz alábbiakban megadott hányadánál.

50 km/h-ig	L / 600
160 km/h-ig	L / 800
160 km/h felett	L / 1000

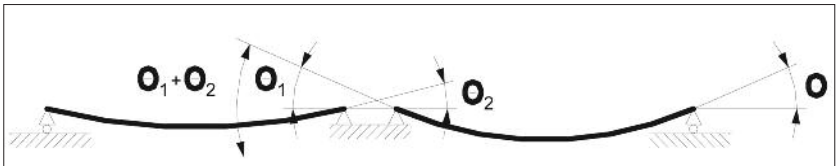
A magyarországi vasúthálózat esetében, az 50–160 km/h közötti L / 800 előírást célszerű figyelembe venni. Ennek alapján meghatározható a támaszponti szögelfordulás, ami a támaszköztől független érték *(1. ábra)*.

Az ábra megmutatja, hogy a felszerkezet lehajlásával a hídvég hossz- és függőleges irányban is elmozdul. A hosszirányú elmozdulás függ a saru forgáspontjának és



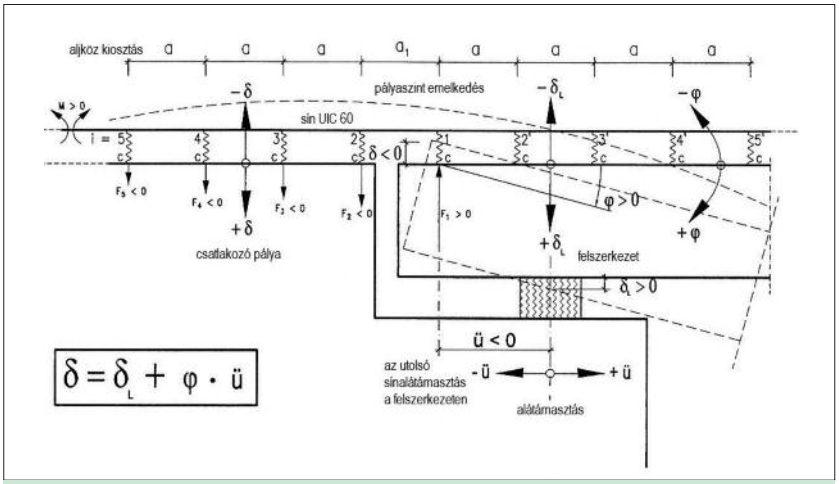
1. ábra. Támaszponti szögelfordulás és kis-elmozdulás maximális lehajlás esetén

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon, vagy a Sínek Világa 2009/Különszámban.

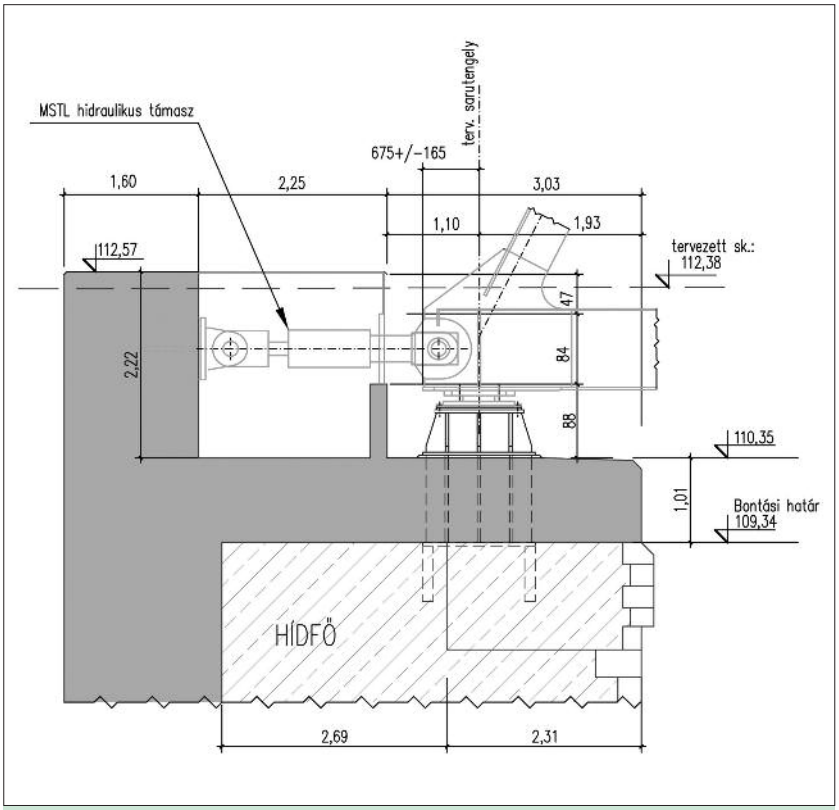


Vágányok száma	Hídfőnél Θ [rad]	Közbenső támasznál $\Theta_1 + \Theta_2$[rad]
Egy	$6{,}5 \times 10^{-3}$	10×10^{-3}
Kettő vagy több	$3{,}5 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}

2. ábra. Támaszponti szögelfordulások értelmezése és megengedett értékei [5]



3. ábra. Felszerkezet és sín alakváltozása a hídfőnél [7]



4. ábra. Példa a hídvégkialakításra

a pályaszintnek a távolságától, valamint az alátámasztás jellegétől. Fix alátámasztásnál nagyobb, mint mozgónál. A felszerkezetvég függőleges mozgását az alátámasztás forgáspontja és a felszerkezet vége közötti túlnyúlás határozza meg. A felszerkezetvégeken történő elmozdulások a vágányt függőleges síkú görbülésre kényszerítik, ami kihat a csatlakozópályára is.

A szabályzat a támaszponti szögelfordulás megengedhető értékét radiánban kifejezve is korlátozza. A közbenső támasznál szereplő érték az adott alátámasztásra feltámaszkodó kéttámaszú tartók támaszponti szögelfordulásának összege *(2. ábra)*.

Az ábra alatti táblázatból megállapítható, hogy kétvágányú hídnál már nem engedhető meg az L / 800 lehajlás, mivel ez a határértéknél nagyobb szögelfordulást okoz. Az U jelű teherből számított elforduláshoz a hőmérséklet-változásból számított szögelfordulást is hozzá kell adni.

A táblázatban szereplő értékek 220 km/h-ig alkalmazhatók.

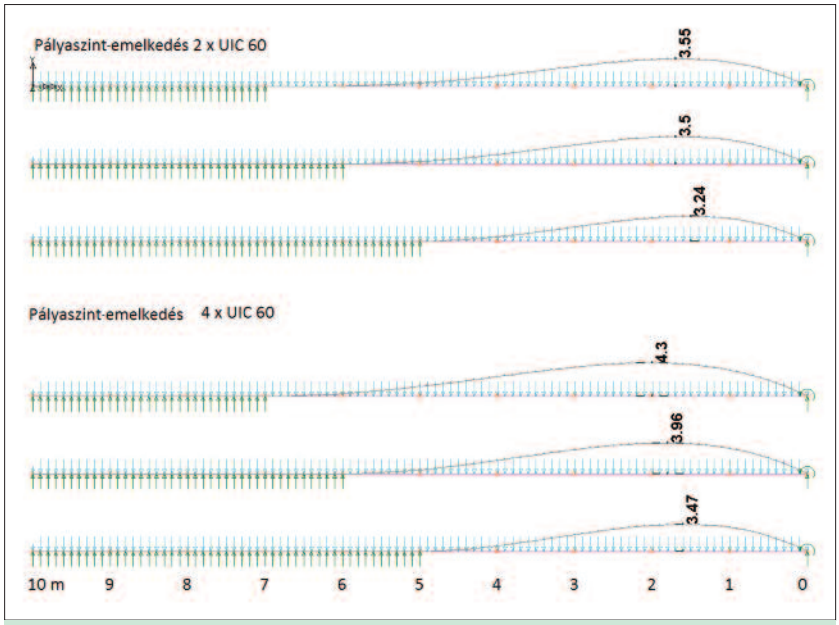
A híd konzolos végének felemelkedése nem lehet több mint 6 mm.

A felszerkezetvég alakváltozásait a Német Vasutak (DB) külön előírásban, a DS 804 jelű utasításban [7] szabályozza. Ez az utasítás nyújt segítséget a hídvégmozgásokból keletkező sínfeszültségek meghatározásához *(3. ábra)*.

Támaszponti szögforgás hatása a vasúti pályára

A híd konzolos végének felemelkedése az 5‰-es támaszponti szögforgás esetén a támaszvonaltól számítva 1200 mm hosszon éri el a 6 mm-es felemelkedést. A gyakorlatban az áthidaló szerkezet véglapja közelebb esik a támaszvonalhoz, így a 6 mm-es felemelkedés nem jön létre. A hídvég szerkezeti kialakítására a *4. ábrán* mutatunk be példát. Az Északi vasúti Duna-hídnál a híd mindkét végén hidraulikus féktámasz helyettesíti a híd fix alátámasztását. Semleges hőmérséklet esetén a támaszvonaltól a hídvég 675 mm-re van. Ez az érték a hőmérséklet-változás miatt ±165 mm-rel változhat. Így szélső helyzetben (a legnagyobb felmelegedés idején) a támaszvonaltól 840 mm-re esik a hídvég, ami megközelítőleg 4,2 mm emelkedést jelent. Ez az érték azonban csak elméleti, mivel a híd tényleges lehajlása üzemi teherre jóval elmarad az L / 800 határértéktől.

A vasúti hidakhoz csatlakozó pálya zúzottkő ágyazattal épül. A támaszponti

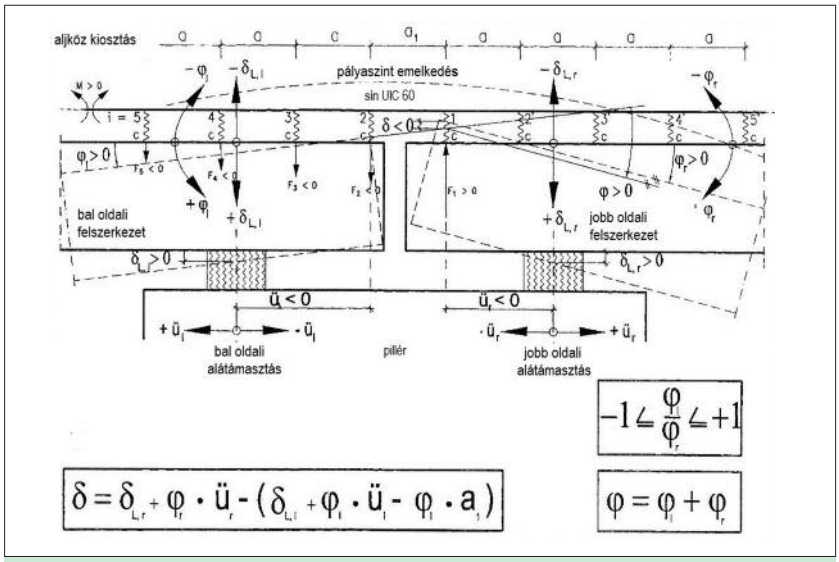


5. ábra. Támaszponti szögelfordulás miatti sínfelemelkedés a csatlakozópályában

szögforgás, illetve a hídvég felemelkedés hatására a hídhoz csatlakozó szakaszon mintegy 5-7 m hosszban – a hídon áthaladó szerelvény hatására – a pálya kiemelkedik az ágyazatból. Ennek értéke 3-4 mm-re tehető, 60 kg/fm-es felépítmény esetén. Vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy amennyiben a terelősín az üzemi sínszállal megegyező 2 db 60 kg/fm-es sínszál, mennyiben változik a kiemelkedés mértéke *(5. ábra)*. Az ábrán szereplő felső három elmozdulásfüggvény csak az üzemi sínszálként átvezetett 2 db UIC 60 sín hatását mutatja. Az alsó három függvény a terelősín átvezetését is figyelembe veszi, így 4 db UIC 60 sín hatását mutatja. Mivel érdemi változást ez a körülmény nem idéz elő, nincs jelentősége annak, hogy a terelősínt a hídvégeknél elvágjuk vagy folyamatosan átvezetjük. A vizsgálat során mindkét esetben stabilizáló teherként a pálya 500 kg/m önsúlyterhét vettük figyelembe.

A felszerkezetvég mozgásának következtében a csatlakozópálya zúzottkő ágyazatában lazulás léphet fel, aminek következtében nő a fenntartás munkaidő- és költségigénye. A mozgások minimalizálása érdekében törekedni kell a pálya függőleges mozgásának korlátozására. Ez a következőképpen érhető el:

- A felszerkezet merevségének növelésével, ami által a támaszponti szögelfordulás is csökken.



6. ábra. Közbenső alátámasztás feletti kiselmozdulások [7]

- Törekedni kell arra, hogy a maximális lehajlásként meghatározott L / 800-as értéket ne használjuk ki. A valóságban a méretezési teher és az üzemi teher viszonya miatt ez az érték alatta marad az elméleti küszöbértéknek.
- A támaszvonal (saru forgástengelye) és a felszerkezetvégek közötti túlnyúlást minimalizálni kell.
- A saru forgástengelye és a pályaszint közötti távolságot ugyancsak minimalizálni kell.
- A térdfalon kívüli zúzottkő ágyazatos pályaszakaszon korlátozni kell a függőleges elmozdulásokat.

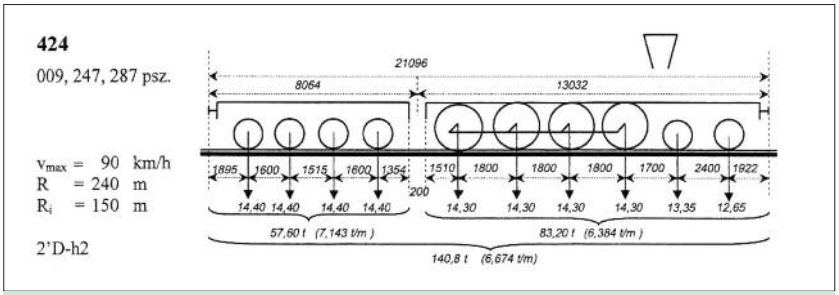
A függőleges mozgások korlátozására és rugalmas felvételére szolgál a bordás kiegyenlítőlemez, amiből az elmúlt közel tíz évben húsz helyen építettek be. A kiegyenlítő lemez a függőleges mozgásokból a lefelé irányulót szinte teljesen korlátozza, a felfelé irányulót a sínlekötésnél beépített kettős Grower-gyűrű beállításával lehet lehatárolni.

A beépítési helyek vizsgálatának eredményei kedvezőek, ugyanakkor érdemes volna a tapasztalatok elemzésével a beépítési és fenntartási szempontok céljából a pályacsatlakozás ilyen kialakítására egységes irányelvet kidolgozni.

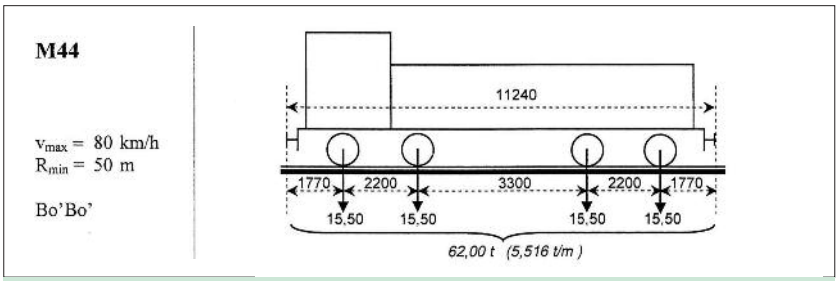
Az egymással szemben fekvő kéttámaszú tartóvégek viselkedését mutatja a *6. ábra,* melynek alapján meghatározható elmozdulásokból ébredő sínfeszültség ellenőrzése elvégezhető.

Futástechnikai szempontok

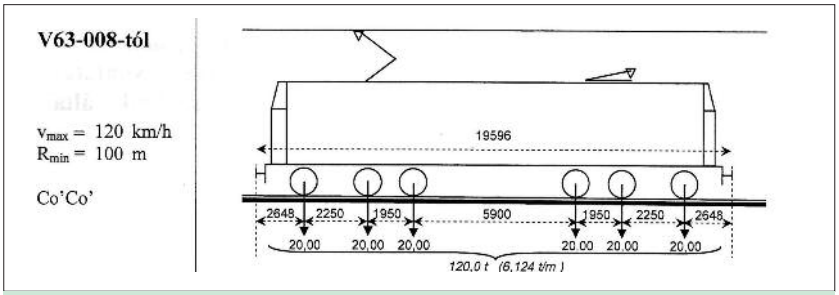
Az elmúlt ötven évben a vasúti hidakon áthaladó járművek – elsősorban a vontatójárművek – jelentős átalakuláson mentek keresztül. Addig, amíg az 1951. évi Vasúti Hídszabályzat fővonalak új hídszerkezetének méretezéséhez 7 × 25 t, a fővonalak meglévő hídjainak erősítéséhez 5 × 22 t ideális mozdonyterhet írtak elő, az 1976-os Hídszabályzat 4 × 25 t tengelyterhelést ír elő. Az 1950-es években közlekedő gőzmozdonyok csatolt tengelyei egy merev főkeretre voltak rugózottan erősítve. A hídvégeknél kialakuló pályaszinteltérések, mint pályahibák hatására a rugózott tengely illeszkedik a pályához, de a rugóbenyomódás következtében a járműről nagyobb tengelyterhelést ad át. Ilyen hatást fejtett ki például a magyar vasutakon legismertebb 424 sorozatú gőzmozdony [8] is, melynek tengelyelrendezése 2'D-h2 *(7. ábra)*.



7. ábra. A 424 sorozatú gőzmozdony tengelyelrendezése [8]



8. ábra. Az M44 sorozatú dízel-elektromos mozdony tengelyelrendezése [8]



9. ábra. A V 63 sorozatú villamos mozdony tengelyelrendezése [8]

A jelenlegi vontatójárművek [8] konstrukciós kialakítása forgózsámolyos. A forgózsámolyon belül két, maximum három rugózott tengely helyezkedik el. A forgózsámoly miatt a járműveknek nemcsak az ívbeállásuk jobb, de a forgózsámoly vízszintes tengely körüli elfordulásának következtében jobban követi a pályahibákat, illetve a hídvégeken kialakuló pályaszinteltéréseket. Kétszer két tengelyes kialakításra mutat példát a *8. ábra,* ahol az M44-es dízel-elektromos mozdony Bo'Bo' tengelyelrendezése látható. Bizonyos vontatójárműveknél (pl. V63-as villamos mozdony) olyan konstrukciós megoldást alkalmaznak, amelynél az egy forgózsámolyon belüli három tengelyből az egyik vízszintes forgástengely mentén történő elfordulást tesz lehetővé a forgóváz kereténhez képest. Ezzel biztosítható a pályahibák miatti pályaszinteltérések biztonságos követése *(9. ábra).*

A fentiekből egyértelmű, hogy a vasúti hidak statikai számításánál nem csupán a hidak szerkezeti elemeit kell megvizsgálni, hanem a csatlakozó vasúti pályát is be kell vonni a vizsgálatba, különösen a síneket, sínalátámasztásokat és a zúzottkő ágyazatot. A vizsgálat kiterjesztése érvényes minden felépítményi szerkezetre, vagyis nemcsak a zúzottkő ágyazatos pályaátvezetésre, hanem a közvetlen sínleerősítések esetében és különösen a rugalmasan ágyazott (Edilon rendszerű) sínleerősítés rendszerére is. Az utazáskényelem és biztonság csakis a pálya, a híd és a jármű kölcsönhatásának együttes vizsgálatával szavatolható.

Megállapítások

1. A támaszponti szögelfordulás szélső értéke a megengedett maximális lehajlással arányos.
2. Amennyiben a vasúti pálya a csatlakozószakaszon nincs az alépítményhez lekötve (pl. bordás kiegyenlítőlemez), úgy 60 kg/fm-es felépítmény esetén a szögelfordulásból 3-4 mm kiemelkedés jön létre, ami a tartóvég függőleges elmozdulásával további 3-4 mm-t nőhet.
3. Normál vasúti pályába, különleges intézkedés nélkül, a tengelyterhelés hatására a sínszál 3-4 mm-t benyomódik, emiatt a hídvégeknél az összes függőleges elmozdulás 9-12 mm is lehet, ami a zúzottkő ágyazat fellazulását eredményezi.
4. A terelősín elvágása vagy folyamatos átvezetése a hídvégnél csak kismértékben változtatja a sín függőleges elmozdulását, ezért célszerű azt átvezetni.
5. A korszerű forgózsámolyos vontatójárművek esetén a nagyobb futásbiztonság mellett egyenletesebbé válik a tengelyterhelés, s ennek következtében csökken a sínfeszültség és a sínalátámasztásra jutó erő.

Summary

Bridges are the "disturbance places" in the railway track, since here the continuous bearing of the superstructure is breaks, and the substructure of the track changes. As a result of the behaviour due to the changing in load and temperature of the bridge structure higher deformations can start than in the plain track. These movements occur at the ends of the bridges in a concentrated way. Therefore a more detailed investigation of this theme requires an extra consideration. Our paper examines the effect of angular rotations of supports at the abutments and at the ends of superstructure opposite to each-other.

Irodalomjegyzék

[1] Gál András: Vasúti pálya és híd kölcsönhatása. Sínek Világa, 2012, Különszám, 22–26. o.

[2] Vörös József: Új hídszerkezetekkel kapcsolatos tapasztalatok. Sínek Világa, 2005, Különszám, 54–57. o.

[3] Rege Béla: A vasúti pálya és híd kapcsolata. Sínek Világa, 1994/1–2., 54–60. o.

[4] Dr. Horvát Ferenc: Vasúti pálya átvezetése a hídon. Sínek Világa, 2009, Különszám, 14–23. o.

[5] EN 1991 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások [6] MÁV H.1.2. Utasítás MÁV Zrt. 2006.

[7] DS 804 – Vorschrift für Eisenbahnbrücke und sontige ingeinerbauwerke

[8] MÁV H.1.2. Utasítás Vasúti hidakon közlekedtethető járművek. MÁV Zrt. 2006.

Az Északi vasúti Duna-híd üzemeltetési tapasztalatai

Tóth Axel Roland
hidász műszaki szakértő
MÁV Zrt. PVTK Bp.
Híd és Alépítményi Alosztály
✉ tothar@mav.hu
☎ (1) 511-2537

A Budapest–Esztergom vasútvonal Északi vasúti Duna-hídjának, valamint a kapcsolódó műtárgyaknak – a Váci út feletti teknőhíd, a Váci út feletti rácsos acélhíd és az Öbölági rácsos acélhíd – az átépítésére, felújítására 2007 és 2009 között került sor a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. beruházásában. A 2009. május 29-én lezárt műszaki átadás-átvételi eljárással befejezett beruházásról sokan (tervezők, kivitelezők, mérnökszervezet stb.) és sokszor beszámoltak már különböző kiadványokban, rendezvényeken. A forgalomba helyezés óta eltelt idő immár indokolttá teszi azt is, hogy az üzemeltetés tapasztalatait értékelhessük és azokból bizonyos következtetéseket vonjunk le.

A korszerűsítés keretében a Dunát átívelő, elavult és elöregedet, félállandó jellegű K felszerkezet helyett – a régi pillérek felújítása mellett – korszerű rácsos acélszerkezet épült: a folytatólagos többtámaszú, 7 × 93,00 m nyílású, párhuzamos övű, alsópályás, ortotróp pályalemezes szerkezetet 2008-ban adtak át a forgalomnak (a szerkezethez a végponti oldalon egy 22,40 m nyílású gerinclemezes nyílás is csatlakozik). A többi hídszerkezet esetében felújítást végeztek el, illetve a háromnyílású Öbölági hídszerkezet új, ortotróp pályalemezt kapott közvetlen sínleerősítéssel. A munkába vett teljes hossz a csatlakozópályákkal együtt körülbelül 1200 m volt [1].

Az üzemeltetés és felügyelet rendje

Az Északi vasúti Duna-híd és a kapcsolódó műtárgyak – a közforgalmú vasúti pályahálózat részeként – a magyar állam kizárólagos tulajdonát képezik, és a MÁV Zrt. vagyonkezelésében állnak.

A hidakon átvezetett vasúti pálya, a vasúti hidak és tartozékainak nyilvántartásáról, felügyeletéről, üzemeltetéséről, karbantartásáról és felújításáról a MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központ Budapest (MÁV Zrt. PVTK) gondoskodik.

A MÁV Zrt. PVTK által végzendő pálya- és hídfelügyeletet, annak időbeosztását, általános szempontjait, a felügyelet okmányait a MÁV Zrt. D.5. számú Pályafelügyeleti utasítása, valamint az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat IX. fejezete 2002. évi módosítása szabályozza.

Műtárgy szempontból az időszakos vizsgálatok

- a vonalgondozók által a gyalogbejárások során végzett hídellenőrzésekből,
- a pályamesterek, főpályamesterek, szakaszmérnökök által szintén a gyalogbejárások során végzett I. fokú,
- a hidász szakaszmérnökök által évente végzett II. fokú és
- a hídszakértő mérnökök által tízévente végzett III. fokú hídvizsgálatokból állnak.

Ezenfelül még ötévente el kell végezni az ágyazatátvezetés nélküli hidak pályaszerkezeteinek, valamint a teherviselő varratainak célvizsgálatát [2].

Az Északi vasúti Duna-híd kiemelt szerepe, a hídon alkalmazott, vasút-üzemeltetői szempontból nem szokványos és mindennapi berendezések (pl. speciális csúszó saruk és féktámaszok, Bárczy-féle víznyelők, közvetlen leerősítésű Edilon rendszerű pályaátvezetés, VM típusú iker-síndilatációs berendezés stb.), továbbá a nagyszámú idegen közművek jelenléte indokolttá tette egy átfogó Üzemeltetési és karbantartási utasítás kidolgozását [3].

Az MSc Kft. által kidolgozott utasítás hivatott összefoglalni és rögzíteni mindazokat a tudnivalókat, melyek a műtárgy és tartozékainak hatékony üzemeltetéséhez, felügyeletéhez és karbantartásához szükségesek:

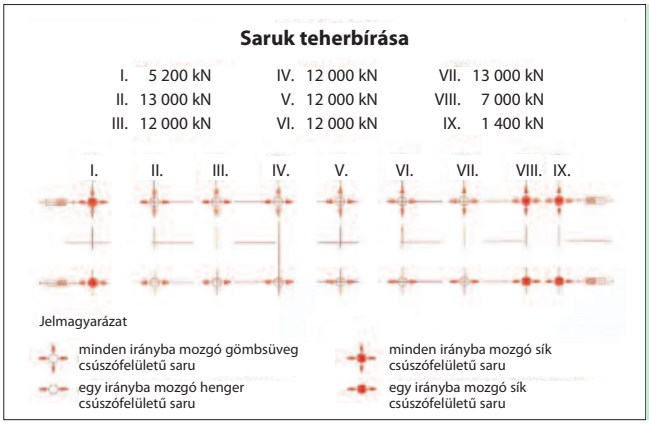
- ismerteti a hídszerkezet és tartozékainak alapadatait (összefoglaló műszaki leírás);
- összefoglalja a kivitelezésből adódó olyan sajátosságokat, melyek hatással vannak/lehetnek az üzemeltetésre;
- rögzíti, hogy az egyes szerkezeti elemek, tartozékok esetén
  - milyen (speciális) vizsgálatok szükségesek, azokat miként kell értékelni;
  - melyek a karbantartás technológiai sajátosságai;
  - mikor és miként szükséges beavatkozni;
- tartalmazza a nem MÁV kezelésű közművekre, járdákra vonatkozó Üzemeltetési megállapodásokat;
- stb.

Az utasítás az üzemeltetésben részt vevő valamennyi MÁV szervezeti egység számára hozzáférhető, így megfelelő és egységes alapot teremt annak végzéséhez.

Hídszerkezet és tartozékai [4]

Saruk, hidraulikus féktámaszok, gumitömbök

A régi K szerkezet kéttámaszú tartók sorozatából épült fel, nyílásonként egy-egy fix és mozgó alátámasztással. Ebből következik, hogy egy pillérre maximálisan két támaszköznek megfelelő hosszról adódtak át a fékező- és indítóerők. Az új, folytatólagos többtámaszú szerkezet esetén – hagyományos rendszerű és elrendezésű sarukban gondolkodva – egy darab fix alátámasztásnál kellett volna felvenni



1. ábra. A Duna-hídon alkalmazott sarurendszer elrendezése

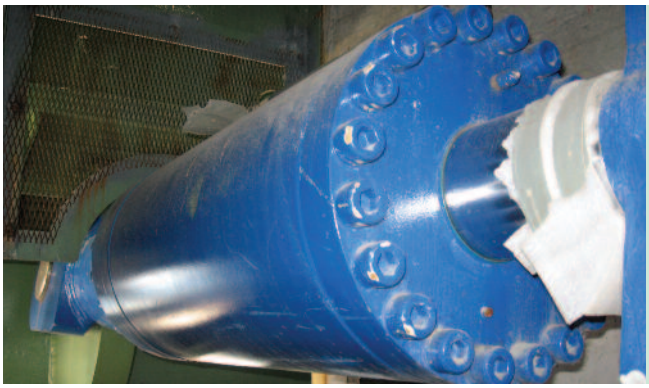
4. ábra. Gömbsüveg csúszófelületű Maurer SIP-S típusú, több irányba mozgó ingasaru

5. ábra. Gömbsüveg csúszófelületű Maurer SIP-SU típusú, egy irányba mozgó ingasaru

a 674,40 m hosszú tartóról átadódó erőket. A több mint 100 éves pillérek, komoly átalakítás és megerősítés nélkül, erre alkalmatlanok lettek volna, ezért az a döntés született, hogy a fékező- és indítóerőket a hídfők veszik fel (természetesen ehhez a hídfőket fel kellett készíteni, így azokat – a szükséges közműkamrák biztosítása mellett – jelentősen átalakították, megerősítették).

Az alkalmazott sarurendszert *(1. ábra)* a német Maurer Söhne GmbH gyártotta. A rendszer lényege, hogy a szerkezet végeihez beépített 2-2 db, egyenként 1500 kN teherbírású és ±200 mm mozgástartományú Maurer MSTL 1500/400 lökésközvetítő készülékek *(2. ábra)* hirtelen bekövetkező erő hatására erőátadó elemként (hidraulikus féktámaszként) működnek, a szerkezet lassú hőmozgását viszont nem akadályozzák. A fékezőerő hatására a felszerkezet kismértékben megmozdul, de a féktámasz azt azonnal megfogja. Az esetlegesen egy irányba történő elkúszást műgumi ütközőbakok korlátozzák *(3. ábra)*.

Az alátámasztási pontonként 1400 kN és 13 000 kN között változó függőleges reakcióerők felvételére a déli főtartó alatt hossz- és keresztirányban, az északi alatt csak hosszirányban mozgó sarukat helyeztek el, azaz hagyományos értelemben vett fix saru nélküli támaszrendszert alakítottak ki. A rácsos szerkezet közbenső sarui gömbsüveg csúszófelületű Maurer SIP-S (több irányba mozgó) *(4. ábra)* és henger csúszófelületű Maurer SIP-SU (egy irányba mozgó) *(5. ábra)* ingasaruk. A rácsos szerkezet szélső sarui, valamint a gerinclemezes szerkezet sarui Maurer KGA (több irányba mozgó) és Maurer KGE (egy irányba mozgó) sík csúszófelületű saruk. A gömbsüveg és hengerfelületű saruk a fékezés esetén kimozdult szerkezetet – a szerkezet önsúlya révén – stabil egyensúlyi állapotba a középállás felé kényszerítik.



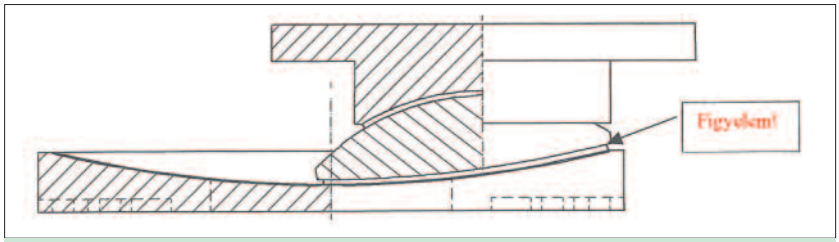
2. ábra. Maurer MSTL 1500/400 típusú lökésközvetítő készülék

3. ábra. Műgumi ütközőbakok

Ezeket a sarukat és lökésközvetítő készülékeket vasúti alkalmazásra tervezték: a saruk használati élettartama megfelelő környezeti körülmények között legalább 50 év, a lökésközvetítő készülékeket 140 000 terhelési ciklussal, vasúti fékezőerőre ellenőrizték fáradással szemben. Ennek, továbbá az előnyös konstrukciónak köszönhetően a készülékek nem igényelnek fenntartást, azonban előre nem látható körülmények (súlyosabb ütközés, alépítmény elmozdulása stb.) hatására károsodhatnak. Az ekkor szükséges rendkívüli, valamint a felügyelet keretében egyébként is végzett időszakos vizsgálatot a Maurer cégtől kapott fenntartási utasítások szerint kell végezni, szemrevételezéssel.

A leggyakrabban előforduló saruhibák a következők:

- felfekvési hibák, az egyes saruelemek, valamint az alátámasztott és az alátámasztó szerkezet között (nehezen érzékelhető);



6. ábra. A saru tervtől eltérő, de még eltűrhető helyzete

- a saruk mozgásának korlátozottsága vagy akadályozottsága (nem érzékelhető, csak a dilatációs mozgásból lehet erre következtetni);
- sarualkotórészek csorbulása, törése, repedése;
- a saruk vizsgálatkori helyzete nem a hőmérsékletnek megfelelő (ellenőrzés a sarukra helyezett mérőlapok segítségével, valamint a sarutervek szerint végezhető).

A saruk tervtől eltérő helyzete eltűrhető mindaddig, amíg a saru mozgása feltételezhetően nem lépi túl annak megengedett szélső értékét. *(6. ábra)*

Az esetleges hibák javítása általában csak cserével oldható meg, ezért a hibák értékelésénél erre tekintettel kell lenni. Amennyiben az acél felszerkezet megemelése szükséges, az csak a terveken feltüntetett emelési helyeken történhet. Az emelési művelet végrehajtásához külön technológiai tervet kell készíteni, amelyben intézkedni kell a szerkezet ideiglenes vízszintes megtámasztásáról és a szükséges forgalomkorlátozásokról is. Nagyobb felújítást (pl. sarucserét) csak terv alapján szabad végezni. A lökésközvetítő készülék esetlegesen szükséges cseréje vonatmentes időben, 3-4 óra alatt kivitelezhető.

Az idén megtartott vizsgálat során megállapítottuk, hogy a sarurendszer megfelelően működik, amit a hídfőkhöz telepített és az alábbiakban ismertetett mérőrendszer szolgáltatta eredmények is alátámasztanak.

Hiányosságként említhető, hogy az összefekvő felületeket lezáró gumiszalagok több sarunál is leváltak *(7. és 8. ábra)*. Ez a saru működését nyilvánvalóan nem befolyásolja, azonban a környezeti behatások (pl. szállópor) elleni védelmet csökkenti, ezért helyreállítása indokolt.

Korrózióvédelmi bevonat

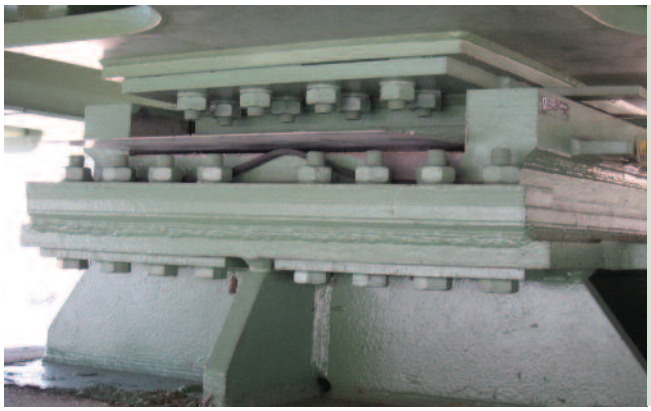
Az acélszerkezetek korrózióvédelmét cinkporos epoxi bevonattal, cink-foszfáttartalmú alapozó, valamint vascsillámos közbenső és fedőréteggel alakították ki standard (320 µm), erősített (360 µm) és fokozottan erősített (400 µm) rétegrendben. A megrendelő döntése értelmében a nagyszilárdságú csavarkapcsolatoknál a híd szerkezeti elemeire, a hevederlemezekre és a béléslemezekre nem cink fémszórást, hanem etil cink-szilikát alapozófestéket alkalmaztak. A festés megkezdése előtt a fémfelületeket az MSZ ISO 8501-1:1995 szerint legalább Sa 2 ½ tisztaságúra kellett előkészíteni. A fedőréteg színe a RAL 6011 kódszámú rezedazöld. A bevonati rendszer várható élettartama minimum 25 év, gyártója a Hempel.

A bevonat karbantartásának egyik igen fontos eleme az acélszerkezeti elemek szennyeződésektől való megtisztítása: a szerkezetekre kerülő szilárd szennyeződések gyorsítják a korróziót, és esetlegesen elfedik azokat a hibákat, amelyek azonnali javítást igényelnek annak érdekében, hogy a helyi korrózió elindulását megakadályozzuk. A hibajavítás formája: a szerkezet határoló oldalaival párhuzamosan téglalap.

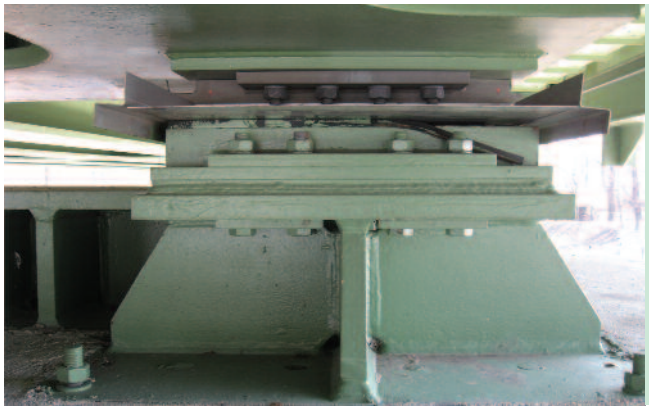
A korrózióvédelmet akkor lehet gazdaságosan felújítani, amikor még a romlás csak a fedőrétegre terjedt ki. Ez esetben a kisebb felületek, illetve élek javítása után egy újabb fedőréteg felvitele elegendő lehet.

A kisebb javításokat a vizsgálattal egy időben célszerű és indokolt elvégezni. A javítás alkalmas időjárási viszonyok mellett, drótkefés tisztítás után, az eredetivel azonos minőségű közbenső, valamint megfelelő színű és minőségű fedőfestékkel történhet. A festéket ecsettel, teddy hengerrel célszerű felhordani. A javítást a meglévő rétegrend és a megfelelő rátakarás (átfedés) figyelembevételével kell végezni.

Az alapfémig sérült felületek tisztítását úgy kell végezni, hogy az acélfelület mellett a javítandó felület melletti kb. 10 cm-es festett felületzónát is meg kell csiszolni, sweepelni. A bevonatolásnál ezt az átmeneti zónát is rétegenként lépcsőzetesen kell festeni. A javítandó felületet Sa 2 ½ minőségben elő kell készíteni. Erre a felületre csak cink-foszfátos alapozó alkalmazható. Az alapozást követően a bevonatrendszert a hibahelyek környezetében



7. ábra. Az összefekvő felület a lezáró, levált gumiszalaggal – 1



8. ábra. Az összefekvő felület a lezáró, levált gumiszalaggal – 2

lévő rétegrend szerint kell felépíteni a közbenső poliuretán réteggel kezdődően.

Még a korrózióvédelmi bevonat kivitelezése közben végzett vizsgálatok során kiderült, hogy a közbenső réteg tapadószilárdsága 25 °C fölött nem érte el az MSZ EN ISO 4624:2003 szabvány szerint előírt 2,5 N/mm² értéket, a közbenső réteg termoplasztikusan viselkedett, azaz magas hőmérsékleten fellágyult, körömmel benyomható volt.

A gyártóval történt egyeztetés rávilágított arra, hogy ez a fajta viselkedés a nem hagyományos felépítésű, közbenső poliuretán réteggel kialakított rendszer sajátja. A Magyarországon első ízben kipróbált rendszert Németországban rendszeresen alkalmazzák, az ott teljes körűen megfelel (Németországban a tapadószilárdság mérése nem szabványos eljárás). A tapasztalatok azt mutatják, hogy a bevonat idővel összeépül, annak leválásától nem kell tartani, és így a gyártói garanciát sem befolyásolja a jelenség. Fontos volt tisztázni, hogy a termoplasztikus viselkedés a karbantartás módjára nincs kihatással.

Hídvégekhez telepített mérőberendezések

A hídszerkezet lassú alakváltozásainak (hőmérséklet-változás hatására bekövetkező tengelyirányú dilatációs mozgások) regisztrálására mindkét hídfőhöz különféle műszereket telepítettek:

- 2 db lineáris potméter (elmozdulásmérő),
- 2 db szerkezeti hőmérő,
- 1 db léghőmérő.

Az érzékelők a hídfőben lévő hidraulikus féktámasz szekrényében találhatók, adatgyűjtővel ellátott elektronikai egységhez kapcsolódnak, ahol a mintavétel paraméterei beállíthatók, illetve ahonnan számítógépre menthetők a mérési adatok. A beállított mintavételi gyakoriság jelenleg 3 óra.

Az egyéb vizsgálatok során – lehetőleg negyedévente – a műszerek és a működésüket biztosító akkumulátorok meglétét, állapotát szemrevételezéssel ellenőrizni, szükség esetén pótolni kell.

A műszereket negyedévente le kell olvasni, a leolvasott értékeket a hőmérséklet függvényében értékelni és folyamatosan vezetett jegyzőkönyvben rögzíteni kell. A szerkezet beékelődésének gyanúja esetén a hibát ki kell vizsgálni és meg kell szüntetni.

A leolvasások és értékelések elvégzésére a MÁV Zrt. a rendszert telepítő MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. Acélhíd-laboratóriumát bízta meg. Az eredményeket évről évre vizsgálati jegyzőkönyvben foglalják össze és értékelik. A 2010. és 2011. évi mérési eredmények feldolgozása megmutatta, hogy:

- gátolt dilatációs mozgás nem tapasztalható;
- a szerkezet hosszváltozása jól követi az átlaghőmérsékletből számított elméleti hosszváltozást.

Villám- és érintésvédelem

Az átépítés részeként a hídszerkezethez a szabványoknak megfelelő villám- és érintésvédelmi rendszer készült. A rézsodrony kábeleket már a műszaki átadás-átvétel megelőzően eltulajdonították, amit akkor még a kivitelező pótolt.

Pár hónap elteltével „természetesen” már ismét csak szórványosan találhattunk ép kábeleket, jelenleg is főleg csak a bekötési pontok árulkodnak a villám- és érintésvédelem korábbi meglétéről. Éppen ezért megfontolandó, hogy a pótlást acélsodronyok felhasználásával végeztessük el a vonatkozó kiviteli tervek átdolgoztatásával.

Vízelvezetés

Az 50000 m sugarú hosszirányú lekerekítésben lévő híd kismértékű (max. 4,65‰) esésű ortotróp pályaszerkezetének víztelenítését elsősorban a lemez kétoldali 2%-os keresztirányú esése biztosítja. A sínek és a sínvályúk külső pereme közötti területről a víz eltávozását a sínvályúk 7,75 m-enkénti megszakítása teszi lehetővé.

Az ortotróp pályalemez víztelenítésére nyílásonként 2-2 db ún. Bárczy-féle olajfogós betéttel ellátott víznyelő szolgál. A hídfőknél kialakított csúszólemezes dilatációs szerkezetek alatt vízelvezető csatornák készültek, melyekből szintén olajfogós szűrőkön keresztül vezetendő el a csapadékvíz.

A Bárczy Kft. által fejlesztett és gyártott víznyelő a készülékházból és a szűrőbetétből áll *(9. ábra)*. A ház hengeres, alul-felül zárt kivitelű. Felül a híd NA100-as víznyelő csöveinek karimáihoz csavarkötéssel csatlakozik, alul ugyanekkora, ferdén lecsapott cső vezeti el a Dunába a megszűrt csapadékvizet. A szűrőbetét a nyíló, egyszerű sasszeggel zárható ajtó mögött helyezkedik el, a házba benyúló beömlőcsőre egy pálcával felfüggesztetten. A hengeres betét alja zárt, a megszűrendő víz tehát csak a szűrőrétegen át távozhat [5].

Az olajkiszűrő berendezés a szelektív szűrési elven működik: a betét anyaga hidrofób és oleofil, a vízzel nem, az olajjal viszont jól nedvesedik, s ez utóbbi képes az anyag szövetébe beszívódni. E tulajdonság alapján a vízben lévő olajos szennyezők nyomait is ki tudja szűrni, meg tudja kötni. A berendezés a rajta átfolyó csapadékvíz olajtartalmát a 2 mg/l élővízi határérték alá csökkenti.

A jó működéshez a szűrőket rendszeresen ellenőrizni és tisztítani kell, hogy a szűrőréteg a lehető legnagyobb mértékben rendelkezésre álljon.

Az évente kétszer – célszerűen tavasszal és ősszel – végzett ellenőrzések során a szűrőbetét telítettségét és a szennyfogót kell ellenőrizni. A telítettséget a szűrő színe jelzi. Amíg látható az eredeti matt világoskék vagy fehér szín, addig van szabad kapacitása, a rendszer üzemkész. Ha a szűrőbetét teljes mértékben átvette az olaj színét, időszerű a csere. Normál igénybevétel esetén a ciklusidő több év is lehet. A betét cseréje könnyen és gyorsan elvégezhető.

A szűrőbetét anyaga semleges, ártalmatlan polipropilén, tehát a telített, elhasznált szűrőbetét csak a benne megkötött olaj miatt minősül veszélyes hulladéknak. Ártalmatlanítása az erre feljogosított helyeken égetéssel történhet.

A berendezés aljában összegyűlt szemetet rendszeresen el kell távolítani, illet-

9. ábra. Bárczy-féle olajfogós betéttel ellátott víznyelő

10. ábra. Elhasználódott, cserére szoruló szűrőbetét

ve a vízelvezetésre szolgáló szerkezetek vízsugárral való tisztítását évenként egyszer, tavasszal el kell végezni.

Az idei ellenőrzés alapján megállapítottuk, hogy a szűrőbetétek már elhasználódtak, cseréjük időszerű *(10. ábra)*. A cseréhez szükséges betétek beszerzését a Beszerzési és Készletgazdálkodási Szolgáltató Egységen keresztül elindítottuk, a fejlesztő és gyártó cég helyszíni koordinálása mellett, várhatóan még tavasszal, saját kivitelezésben elvégezzük a cserét. A cserével egy időben indokolt a berendezések – vélhetően eltulajdonított – ajtajainak pótlása is *(11. ábra)*.

Vizsgálókocsi

A pályaszint alatti szerkezetek vizsgálatához a 93 m támaszközű nyílásokban állandó vizsgálókocsi áll rendelkezésre *(12. ábra)*. A kocsik tárolása a mederpilléreknek mellett, megközelítésük a déli járdakorláton kialakított ajtókon keresztül történik. A hajózónyílásokban a vizsgálókocsi elfér a hajózási űrszelvény határa és a pillér között, így ottléte hajózási szempontból nem jelent akadályt.

12. ábra. Az 1. nyílásban lévő vizsgálókocsi

A vizsgálókocsit rendeltetésszerűen kell üzemeltetni, és be kell tartani a vonatkozó rendeletek és szabványok előírásait. A vizsgálókocsi teherbírása 150 kg/m^2; teljes hasznos terhelése 3182 kg.

A hajtóműveket a gépkönyvük előírásainak betartásával kell üzemeltetni és karbantartani. Ezeket az okmányokat a gépkönyv mellékleteként kell kezelni. A vizsgálókocsin a futókerekek csapágyai és a vezetőgörgők igényelnek utánkenést, amit a tartós üzemszünet utáni üzembe helyezéskor kell elvégezni. Minden üzemeltetés megkezdése előtt – szemrevételezéssel – el kell végezni a munkavégzés előtti vizsgálatokat, amelyek során ellenőrizni kell, hogy tapasztalható-e olyan rendellenesség, amely a biztonságos üzemeltetést akadályozná (csavarkötések meglazulása, deformáció, korrózió stb.).

Amennyiben a kezelők rendellenességet tapasztalnak, intézkedniük kell, és csak a rendellenesség megszüntetése után kezdhetik meg az üzemeltetést. A vizsgálókocsi üzemeltetéséről naplót kell vezetni, amelybe minden lényeges eseményt, rendellenességet és annak megszüntetésének módját rögzíteni kell.

A vizsgálókocsik pályatisztító lemezzel vannak felszerelve, azok tisztán tartásáról folyamatosan gondoskodni kell.

Az üzemeltetéshez és a hídvizsgálatok elvégzéséhez szükséges anyagokat, eszközöket a parkolóhelynél segéd emelőszerkezetekkel (pl. a hídszegélyekhez rögzített tartón elhelyezett kötélkorongon átvetett emelőkötéllel vagy a hídkorláthoz rögzített, elforgatható, kinyúló karra szerelt kézi láncos emelővel) lehet a vizsgálókocsira emelni.

A vizsgálókocsi működése során a futókerekek és a vezetőgörgők *(13. ábra)* a pálya korrózióvédelmét szolgáló bevonat sérülését okozzák. A futókerekek és vezetőgörgők által okozott festékbevonat-sérüléseket a tartós üzemen kívüli állapotba helyezés előtt ki kell javítani (laza festékréteg eltávolítása, felület csiszolása majd portalanítása, végül egy réteg festék felhordása).

A vizsgálókocsit használaton kívül a pillérek melletti parkolóállásban kell tartani. Parkolóállásban a kocsi elmozdulás ellen a pálya övlemezéhez a JDN típusú szorítós ütközőfelszereléssel rögzíthető.

A kézi hajtású üzemeltetés a hajtókarok egyidejű forgatásával történik (2 fő, 50-50 N erővel). A haladási sebesség 5 m/min. A vizsgálókocsi pillérhez ütközését a pályán elhelyezett ütközők akadályozzák meg.

11. ábra. Víznyelőház és szűrőbetét a hiányzó ajtó nélkül

13. ábra. A vizsgálókocsi felfüggesztése és hajtókarja, valamint a futókerekek és a vezetőgörgők

14. ábra. A vizsgálókocsi lebúvónyílását lezáró csapóajtó és a csavaros lezárás

A vizsgálókocsit csak a MÁV Zrt. PVTK kezelőszemélyzete kezelheti. A hajózónyílásban lévő vizsgálókocsik hajtókarját – az illetéktelen mozgatás megelőzése érdekében – leszerelve, a Hidász Szakaszmérnökségen, hozzáférhető helyen tartjuk.

A vizsgálókocsi lebúvónyílásának lakattal, valamint a járdakorlát ajtajának csavarral történő lezárásáról, zárva tartásáról gondoskodni kell. Visszatérő probléma, hogy a lebúvónyílást lezáró csapóajtó *(14. ábra)* lakatját rendszeresen felfeszítették, és így illetéktelenek szabadon lejutottak a vizsgálókocsira. Ennek megelőzésére ma már itt is csavaros lezárást alkalmazunk.

A hídon átvezetett és a csatlakozó vasúti pálya

Leerősítés és terelőelem

A sínlekötés rugalmas, ún. Edilon rendszerű, amelynél a sín egy ortotróp lemeztől független acélvályúban helyezkedik el. A vályú alján rugalmas lemez van (Corkgumi C14), és az egész vályút egy rugalmas, ún. Corkelast anyag tölti ki. A vályút feszített csavaros kapcsolat rögzíti a pályalemezhez. Ez a rugalmas sínlekötő rendszer zajhatás szempontjából kedvezőbb a normál folyópályáénál (a régi hídon lévő hídfás pályaszerkezetnél lényegesen csendesebb, ahhoz képest kb. 10-11 dB zajcsökkentést jelent. A folyópálya zajához képest kb. 8 dB a zajcsökkenés.)

A terelősín szerepét mindkét sínnél hegesztett T elem tölti be, amelynek felső éle a terv szerint 30 mm-rel van a sínkorona szint felett (a T elemeket 1,00 m-enként elhelyezett acélbakok támasztják alá).

Edilonos pályaátvezetés esetén vizsgálni kell:

- a rugalmas kitöltőanyag állapotát, repedésmentességét, szennyezettségét;
- az acélvályú csavarkapcsolatait;
- a terelőelemek kapcsolószereit és a kapcsolatok megfelelőségét;
- a hídpálya takarítását.

Meg kell vizsgálni, hogy a terelősín dilatációs illesztése üzemszerűen működik-e. Ellenőrizni kell a terelősín alátámasztását és felerősítési helyein a kötőelemek megfelelő állapotát, továbbá a támtuskó meglétét, rögzítését. Lazulás esetén el kell végezni a rögzítések utánhúzását.

Síncsere a 7,75 m-es szakaszokra osztott vályúk cseréjével valósítható meg. A csavarok meghúzása csak az előírt feszítőerő kifejtésére alkalmas eszközökkel (nyomatékmérő kulcs) történhet az előírások szerinti nyomatékra. A sín vályúba helyezését, pozicionálását és rögzítését az Edilon rendszerre érvényes technológiai utasítás szerint kell elvégezni. A hézagnélküli vágány helyreállítására külön technológiai tervet kell készíteni. A síncsere során az acélszerkezeten, illetve annak bevonatán keletkező sérüléseket helyre kell állítani.

Gyártási és/vagy építési pontatlanságok miatt a T elem és a sínkorona szint közti szintkülönbség helyenként jelentősen, 12-13 mm-rel is meghaladta a terv szerinti 30 mm-es értéket. Tekintettel arra, hogy a D.54. Utasítás 38. fejezete 80 km/h sebesség mellett 18 mm kiegyenlített magassági sínkopást enged meg, elvben – a sínkopás előrehaladtával – előállhat az a helyzet, hogy a terelőelem az űrszelvénybe ér.

Ezt felismerve, a MÁV Zrt. PVTK a műszaki átadás-átvétel előtt előírta, hogy a szintkülönbséget a Duna-hídon lévő 60 rendszerű sínek esetében 37 mm, az Öbölági-hídon lévő 54 rendszerű síneknél 39 mm alá kell szorítani. Az MSZ 8691/4-81 sz. szabvány 9. pontjában szereplő alap űrszelvényre a szabvány szerint 5 mm méreteltérés engedélyezett. Erre hivatkozva a Nemzeti Közlekedési Hatóság további 5 mm engedményt adott, azaz az elfogadható relatív szintkülönbséget 42, illetve 44 mm-re módosította. Ezzel a problémás szakaszok hossza, és így az érintett bakok száma is jelentősen csökkent.

Mivel a forgalom mellett a problémás bakok cseréje már nem volt reálisan elvégezhető, az a kompromisszumos döntés született, hogy a kivitelező 43 db módosított magasságú bakot (és megfelelő számú kapcsolószert) szállított le a MÁV Zrt. részére: amennyiben a sínkopásnak betudhatóan a szintkülönbség meghaladja az 55 mm-t – azaz az űrszelvény alsó síkja fölé ér a T elem –, a szükséges számú bakcseréről a MÁV Zrt. PVTK Bp. gondoskodik.

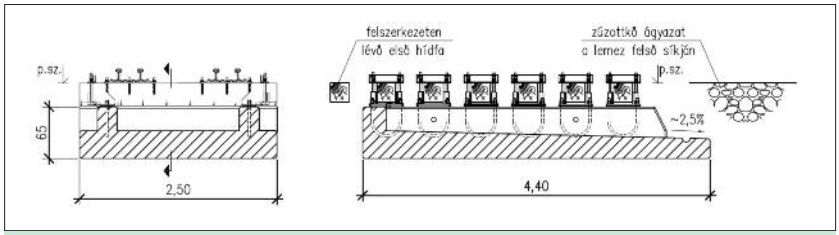
VM iker-síndilatációs berendezés

A híd hosszirányú mozgásainak biztosítására a híd két végén síndilatációs szerkezet épült, amelynek szükséges mozgástartományát a felszerkezet és a csatlakozó vasúti pálya dilatáló hossza határozza meg. A folytatólagos 674,40 m összhosszú felszerkezet a középtől kétfelé egyformán dilatál. A dilatációs hossz 674,40/2 = 337,2 m. Ehhez a dilatációs hosszhoz tartozó tágulási mozgás a felszerkezet végein ±165 mm. Mivel a csatlakozópálya dilatációs mozgását hézagnélküli pályánál ±40 mm-re lehet felvenni, a teljes mozgásigény ±205 mm, összesen 410 mm.

A nagy dilatációs mozgás felvételére a gyöngyösi VAMAV Kft. által tervezett ±200 mm nyitású, BM60 VM-D típusú iker dilatációs szerkezet szolgál, melynek vizsgálatát a vonatkozó MÁV-előírások szerint kell végezni.

A készülékkel kapcsolatos főbb ellenőrzési feladatok a következők:

- a sínkopások, legyűrődések ellenőrzése (a kitöredezések megelőzése céljából még időben le kell köszörülni);
- a síncsúcs és fősín kopásának ellenőrzése (ORE-sablonnal);
- nyomtávolságmérések;
- a készülék nyitási értékeinek ellenőrzése, illetve a felütközés (végálláshelyzet) veszélyének mérlegelése;
- a hídhézagnál mérhető legnagyobb alátámasztási távolság ellenőrzése (a hídon lévő Edilon rendszerű felépítmény vége és a hídfőn lévő legközelebbi alj tengelye közötti távolság legyen kisebb, mint 500 + 200 mm);
- a készülék kenésének ellenőrzése, elvégzése (Thermocup 400-as spray-vel vagy a hozzáférhető helyeken ecseteléssel);
- a fejtámasz és a fősín közötti feszülés ellenőrzése résmérővel;
- a fősíntalpat szorító laprugó és feszítőékek ellenőrzése;
- a csavarbiztosító gyűrűk és Skl-szorítókengyelek ellenőrzése;
- a sínszékek hegesztéseinek ellenőrzése;



15. ábra. A felülbordás kiegyenlítőlemez vázlatrajza

- csavarszakadás, lazulás ellenőrzése;
- a betonaljak repedés-ellenőrzése;
- a keresztaljak fekvésének ellenőrzése (irány- és magassági fekvéshibák).

A dilatációs szerkezetek beállítását a vonatkozó beállítási táblázat alapján kell végezni.

Felülbordás kiegyenlítőlemez

A hídfőhöz, a csatlakozópálya átmeneti szakaszába zúzottkővel takart bordás kiegyenlítőlemezt *(15. ábra)* építettek be mind a Duna-híd két végén, mind az Öbölági-híd Népsziget felőli végén.

A kiegyenlítőlemezekkel kapcsolatban vizsgálni kell:

- a kiegyenlítőlemez stabil, elmozdulásmentes állapotát;
- a kengyelek általi lekötés (rugalmas lehorgonyzás) megfelelő működését (terhelés alatti süllyedés és felemelkedés, illetve elfordulás alakulása);
- a rugalmas alátámasztás és a lehorgonyzás épségét;
- a felépítményi kapcsolószerek állapotát;
- a zúzottkő ágyazat állapotát, szennyezettségét;
- a keresztszivárgó vízkivezetésének állapotát.

Az esetleges elmozdulást szükség szerint műszeres felméréssel kell pontosítani. Rendellenesség esetén a hiba okát a tervező bevonásával meg kell szüntetni.

A kiegyenlítőlemez függőleges elmozdulása (süllyedése) esetén – amennyiben ez a 10 mm-t nem haladja meg – a pályaszint alátétlemezeléssel a terv szerinti állapotba hozható.

Nem MÁV kezelésű közművek, járdák és közvilágítás

A régi K szerkezetű Duna-hídon több olyan idegen közműátvezetés volt, melyeknek az új hídon is helyet kellett biztosítani. Ezt a hídszerkezet mindkét oldalán végigmenő, szintén nem MÁV érdekeltségű (közforgalmú) gyalogjárdákat alátámasztó konzolokon oldották meg célszerűen kialakított rögzítésekkel, közműtálcákkal *(16., 17. ábra)*.

A nem MÁV kezelésű létesítményekkel a MÁV Zrt. részéről közvetlen feladatunk nincs, azonban például az azokhoz való hozzáférést (figyelőőr, vizsgálókocsira való lejutás, vizsgálókocsik kezelése stb.) biztosítanunk kell a tulajdonos és/vagy üzemeltető részére.

Az üzemeltetési határok, feladatok és kötelezettségek egyértelmű elhatárolása céljából valamennyi közmű, a járda (BKK Kft.) és a közvilágítás (BDK Kft.) vonatkozásában kétoldalú üzemeltetési szerződést kötöttünk az érintett felekkel. A szerződésekben – egyebek között – rögzítettük a hídszerkezet fenntartási és felújítási költségeihez való hozzájárulások mértékét, a tervezett vagy rendkívüli vizsgálatok, beavatkozások esetén értesítendő szervek elérhetőségeit, valamint azok mellékletét képezték a specifikus Üzemeltetési és karbantartási utasítások.

Tekintettel arra, hogy a hídon átvezetett Ø400 mm-es, 6 bar nyomású gázvezeték (FŐGÁZ Kft.) és a 120 kV-os távvezeték (ELMŰ Kft.) – a vasúthoz hasonlóan – veszélyes üzemi tevékenységet valósít meg, elemi elvárás valamennyi fél részéről, hogy tisztában legyenek a másik által végzett beavatkozásokkal, azok technológiájával, időpontjával és az esetlegesen bekövetkezett rendellenes eseményekkel. Az Üzemeltetési és karbantartási utasítások ezeket a kérdéseket teljes körűen és egyértelműen rendezik.

Garanciális bejárások

A 2009. május 29-én lezárt műszaki átadás-átvételi eljárást követően 2010. június 30-án és 2011. május 26-án került sor az átfogó garanciális bejárásokra.

Ezeken az alábbi, speciálisabb hiányosságokat rögzítettük:

- a Duna-híd budai oldalán a dilatációs szerkezet környezetében, a 2011. évi vágányszabályozást követően két hónapon belül a fekszinthiba újból kialakult (kértük az alépítmény vizsgálatát, majd ennek eredménye alapján a fekszinthiba megszüntetését);
- az Öbölági-hídon és a Duna-hídon a terelőelemek leerősítése nem megfelelő, a vasúti járművek által keltett rezgések a csavarokat lelazítják (kértük, hogy a csavarok alatti alátétet rugós alátétre cseréljék ki);

16. ábra. A déli gyalogjárda konzolja a Ø400 mm-es gázvezetékkel

17. ábra. Az északi gyalogjárda konzolja a 120 kV-os távvezetékkel

18. ábra. A kiegyenlítőlemez lehorgonyzása a túlhúzott anyákkal és feszes Grower-gyűrűkkel

- jellemzően az Öbölági-hídon, de helyenként a Duna-hídon is az Edilon kiöntőanyag elvált a síntől, illetve a vályútól (kértük, vizsgálják meg az elválás okát és mértékét);
- a hídszerkezetek korrózióvédelmi bevonata több helyen, kis felületen lepattogzott, levált, illetve rozsdafolyás volt látható.

Felülbordás kiegyenlítőlemez vizsgálata [6]

A tervező MSc Kft.-vel közösen, 2011 áprilisában elvégeztük a felülbordás kiegyenlítőlemezek helyszíni vizsgálatát. Általános hiányosság volt, hogy a lehorgonyzószáron a dupla anya túlságosan meg volt húzva, emiatt a rugalmas lehorgonyzást biztosítani hivatott dupla Grower-gyűrű túl feszes volt *(18. ábra)*, a pálya függőleges elmozdulását (felemelkedését) nem tette lehetővé. Ezenfelül a Duna-híd mindkét végén, a dilatációs készülék után a háttöltés tömörödéséből származó pályaszintsüllyedés volt tapasztalható, s az az áthaladó vonatok bólintó mozgásában is megnyilvánult.

Összességében szükség volt tehát a Grower-gyűrűk beállítására, illetve a háttöltés-tömörödésből származó pályaszintsüllyedés szabályozással történő helyreállítására.

Korrózióvédelmi bevonat garanciális felülvizsgálata

Idén, 2012 márciusában volt esedékes a korrózióvédelmi bevonat garanciális felülvizsgálata, mivel ekkor járt le a kivitelező bankgaranciája. A felülvizsgálatot a területileg illetékes hídvizsgáló szakaszmérnök és pályamester kollégák végezték el, táblázatos formában és fényképfelvétellel tételesen rögzítve a hiányosságokat.

A felújított, szegecselt, azaz helyszíni korrózióvédelemmel ellátott szerkezeteknél jellemzően a nehezen hozzáférhető csomópontoknál, illetve az összefekvő felületeknél tapasztaltunk rozsdafolyást, kezdődő résközi korróziót.

A Duna-híd esetében a nagy részben üzemi körülmények között készített bevonat összefüggő védelmet nyújt, itt inkább csak kisebb fedőréteghiányok vagy mechanikai sérülések mutatkoztak (korrózió megjelenése nélkül).

Mind a Duna-hídnál, mind az Öbölági-hídnál több helyen az Edilon vályút rögzítő feszített csavarok fejei alól kiinduló rozsdafolyás alakult ki, ami a csavarok lazaságára utal.

A tapasztalatok összegzése

A forgalomnak 2008-ban átadott új Északi vasúti Duna-híd, valamint a kapcsolódó műtárgyak üzemeltetési tapasztalatai összességében kedvezőek.

A Magyarországon újszerű sarurendszer hiba nélkül ellátja feladatát, az idehaza első ízben alkalmazott, nem hagyományos felépítésű korrózióvédelmi bevonat kielégíti az üzemeltetői igényeket.

A Duna-híd villám- és érintésvédelme, a Bárczy-féle olajfogós betéttel ellátott víznyelő és a vizsgálókocsi kialakítása szintén megfelelő, ezek a tartozékok funkciójukat maradéktalanul ellátják, illetve ellátnák. Napi gondot a vagyon és az állag megóvása jelent, ami megfelelő üzemeltetői válaszokat, intézkedéseket követel(t) meg részünkről.

A vasúti pálya átvezetése vonatkozásában az Edilon kitöltő anyagon tapasztalt elválások, repedések, a terelőelem esetében folyamatosan jelentkező csavarlazulások, valamint a felülbordás kiegyenlítőlemez lehorgonyzásánál lévő túlhúzott anyák adnak feladatot számunkra.

Ezekből a hibákból a megfelelő tanulságokat mindenképpen érdemes levonni, és a továbbiakban figyelembe venni mind tervezői, mind kivitelezői, mind üzemeltetői oldalon. ◂◂

Tóth Axel Roland okleveles építőmérnök diplomáját 2006-ban a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén szerezte Híd és műtárgy szakirányon. A MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központ Budapest Híd és Alépítményi Alosztályán kezdetben mérnökgyakornokként, majd 2008-tól hidász műszaki szakértőként dolgozik. Felügyeleti területét az északi (volt terézvárosi) terület képzi, ahol a vasúti műtárgyakkal kapcsolatos üzemeltetési tevékenységeket (felügyelet, vizsgálat, fenntartás stb.) látja el, illetve azokat koordinálja. Eddigi pályafutása alatt több cikke jelent meg hazai és nemzetközi szakfolyóiratokban.

Summary

The reconstruction, renewal of the Northern railway Danube bridge in Budapest–Esztergom railway line, and of the connecting engineering structures – trough bridge over Váci road, truss steel bridge above Váci road and truss steel bridge of Öbölág – were executed between 2007 and 2009 in the investment of Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (National Infrastructure Developer Co.).
A lot of authors (designers, constructors, engineering organisation, etc.) accounted several times about the finished investment and closed with a technical handing over-acceptance procedure on 29 May 2009 in different publications and at different meetings. The time passed since the taking into operation justifies to evaluate the experiences of the operation and to draw certain conclusions from them.

Irodalomjegyzék

[1] Az Északi vasúti híd átépítése 2007–2009. MAGÉSZ, 2011.

[2] D.5. számú Pályafelügyeleti utasítás. MÁV Zrt.

[3] Északi vasúti Duna-híd. Üzemeltetési és Karbantartási Utasítás + Mellékletek. MSc Kft., 2011. 03. 18.; tervszám: 7800; rajzszám: A_02.

[4] Az Északi vasúti Duna-híd korszerűsítése. Megvalósulási tervek és Minősítési dokumentáció.

[5] Az Északi vasúti hídba beépített csapadékvíz-olajkiszűrők Kezelési és karbantartási utasítása. Bárczy Környezetvédelmi Kft., 2012. február.

[6] Vizsgálati jegyzőkönyv a Budapest–Esztergom vasútvonal Újpesti és Öbölági vasúti hídjainál beépített bordás kiegyenlítőlemez helyszíni vizsgálatáról. MSc Kft.–MÁV Zrt., 2011. 04. 12.

Hídtervezés a mágnesvasút magyarországi szakaszán

Lengyel Gábor
egyetemi hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
✉ lengyelgbr@gmail.com
☎ (30) 920-4227

Napjainkban – a légifolyosók telítődésének következményeképpen – egyre nagyobb hangsúlyt kap a nagysebességű vasúti pályák építése. Ez magával vonja a nagysebességű vasutak és a pályát képező hidak tervezésének fejlődését is, ami a mozgó terhelés okozta dinamikus hatás minél pontosabb ismeretét követeli meg. Célom e cikk megírásával a mágnesvasút működési elvének bemutatása, illetve a transrapid maglev termékszabvány néhány követelményének ismertetése.

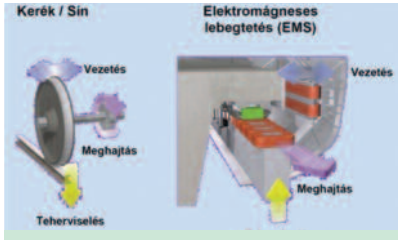
A nagysebességű vasúti közlekedés egyik legmodernebb alternatívája a mágneses lebegtetésen (magnetic levitation) alapuló mágnesvasúti (maglev) rendszer, melynek ötletét már 1934-ben szabadalmaztatta *Hermann Kemper*. A német Transrapid járművek és az ICE szerelvények összehasonlításából [2] kiderül, hogy több ponton is megelőzi a mágneses lebegtetésű az adhéziós vasutat, így létjogosultságától az infrastruktúra fejlődésében nem tekinthetünk el.

Mágnesvasúti rendszerek

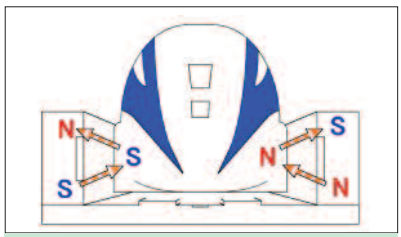
Alapvetően két típusú mágnesvasúti rendszerről beszélhetünk: a mágneses vonzóerőn alapuló német rendszerről *(1. ábra)*, illetve a taszításon alapuló japán rendszerről *(2. ábra)*. Az alábbiakban a német rendszert mutatom be.

A német rendszerű mágnesvasutak rövid bemutatása

Működési elv: az adhéziós vasutak esetében alkalmazott kerekek helyett a szerelvény



1. ábra. A német típusú meghajtás elve



2. ábra. A japán típusú meghajtás elve

aljában elhelyezkedő elektromágnesek vannak, ezeket a kocsiban lévő akkumulátor táplálja. Kétféle elektromágnest különböztethetünk meg. Az egyik a haladást (állórész), a másik a vezetést (vezetőmágnes) látja el *(3. ábra)*. Haladáskor a mágneses erő hatására a jármű és szerkezet közötti légrés névleges értéke 10 mm, ez az érték a haladás során – a rezgések hatására – 8–12 mm között fluktuál.

Kisiklás: mágnesvasutak kisiklásbiztosak, mert a szerelvényt eredeti helyzetéből kimozdítva a mágneses erők stabilizálják a járművet.

Pálya: teljesen különálló pálya szükséges, hagyományos vonatok nem használhatják a maglev pályáját.

Karbantartás: mivel nincs súrlódás, a pálya élettartama jóval nagyobb, és kevesebb karbantartást igényel.

Energiaköltségek: a súrlódás „hiánya" miatt az energiafelhasználás jóval kedvezőbb.

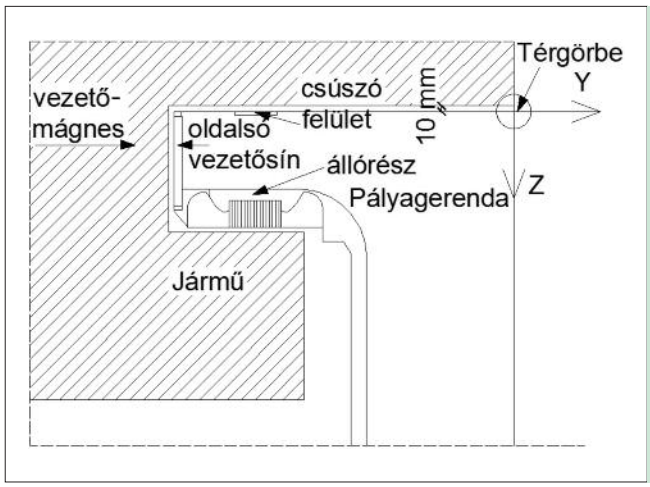
Az energiaellátást a teljes szakaszon biztosítani hatalmas költséget jelentene, ehelyett csak rövidebb szakaszok vannak „rákapcsolva" az áramforrásra *(4. ábra)* [1]. Ha az energiafelhasználást összehasonlítjuk a nagysebességű ICE rendszerrel, igen kedvező képet kapunk *(5. ábra)* [2].

Megépült szerkezetek

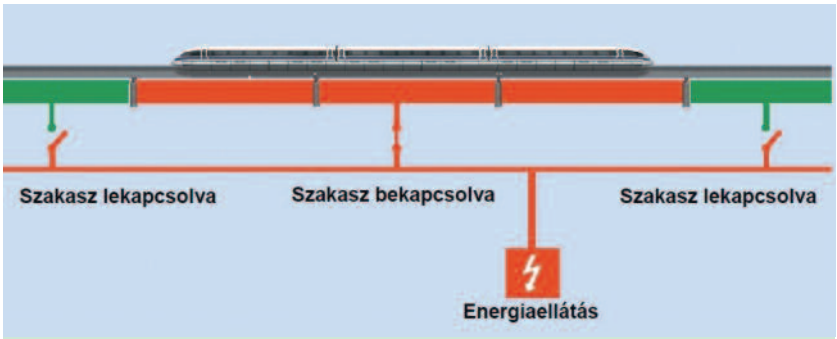
Az eddigi egyetlen kereskedelmi, nagysebességű mágnesvasúti vonal Sanghajban, Kínában épült. Néhány adat erről a pályáról:

Hossza:	30 km
Vágányok száma:	2 db
Állomások:	2 db
Üzemi sebesség:	430 km/h

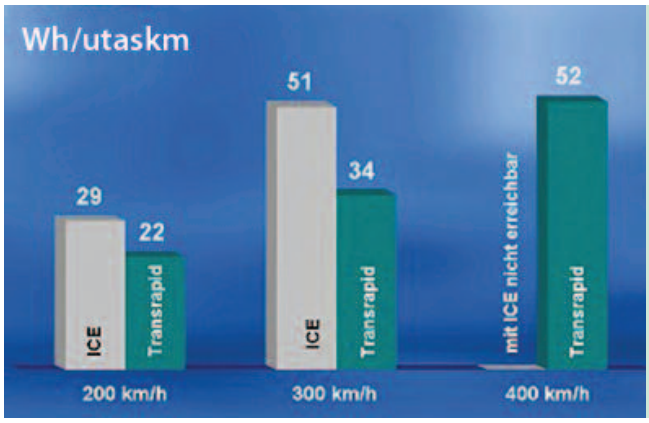
Jellemző szerkezeti kialakítás: vasbeton keretoszlopokkal megtámasztott öszvérszerkezetű gerendák *(6. ábra)*.



3. ábra. Kapcsolat a szerkezet és a jármű között



4. ábra. A meghajtás üzeme



5. ábra. A Transrapid mágnesvasúti jármű és az ICE német nagysebességű szerelvény összehasonlítása a fajlagos energiafelhasználás szempontjából

6. ábra. A sanghaji pálya

8. ábra. Acélszerkezetű pálya

További megépült szerkezetek:

- Daejon, Dél-Korea *(7. ábra):* az első kereskedelmi maglev vonal, 1993-ban épült. Az 1 km-es pálya a Nemzeti Tudományok Múzeumát, illetve az Expo Parkot köti össze. A pálya városi közlekedésre tervezett, nem nagysebességű.
- Nagoya, Japán *(8. ábra):* automatizált városi maglev, 2005 márciusában nyitották meg, üzemi sebessége 100 km/h.
- Yamanashi, Japán *(9. ábra):* tesztpálya, a jövőben megépülő Tokió–Nagoya –Oszaka vonal egy része. A tesztpálya 18,4 km hosszú, ebből 16 km alagút.
- Emsland, Németország *(10. ábra):* A Transrapid 32 km hosszú tesztpályája. A jellemző szerkezeti kialakítás: terpesztett vasbeton oszlopokkal megtámasztott gerendák.

7. ábra. Ívszerkezettel megtámasztott pálya

9. ábra. Autópálya keresztezése ívszerkezettel

10. ábra. Betonoszlopokkal megtámasztott pálya

A Magyarországra tervezett maglev vonal a Berlin–Theszaloníki vonal része *(11. ábra)* [2]. Két változatot készítettek el, az egyikben a maglev vonal az osztrák határnál, a másikban a szlovák határnál lép be hazánkba.

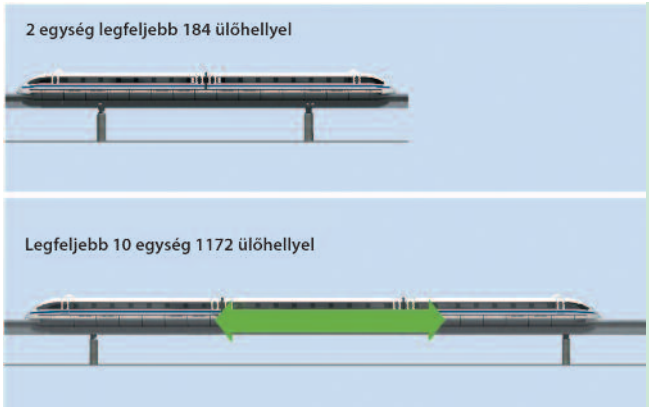
11. ábra. A hazánkat érintő maglev vonal

A járművekről

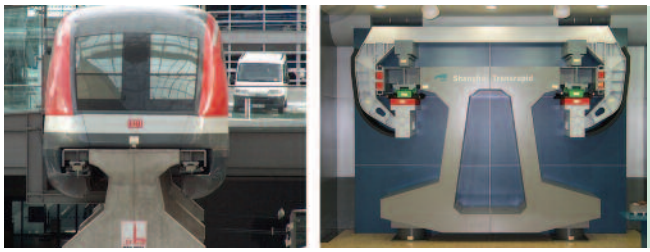
Több (2-10) egységből álló járműsor alkotja a mágnesvasút szerelvényét. A szerelvény minimum két végegységből és a kapacitás növelése céljából közbenső egységekből állhat, önálló mozgásra képes, és kifejezetten zárt szerelvényként tud közlekedni *(12. ábra)* [1]. Egy egység hossza ~25 m. A kocsiszekrény vékony, bordákkal merevített alumíniumfalazat. Maximális üzemi sebessége 530 km/h. A jármű és a szerkezet kapcsolata a *13. ábrán* látható.

Hídszerkezetek

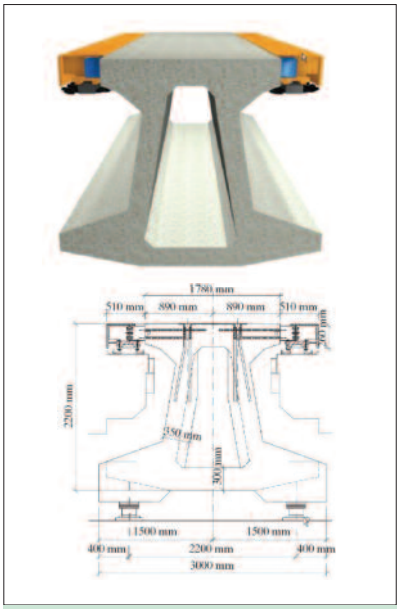
A mágnesvasúti pályát célszerű „kiemelni" a környezetből, mivel a nagy üzemi sebesség, illetve a kocsiszekrény vékony alumíniumfalazata miatt az ütközés következtében fellépő károk számottevőek lehetnek. A mágnesvasutak legfontosabb, előre gyártott szerkezeti eleme az úgynevezett „guideway", melyet a továbbiakban



12. ábra.
A jármű hossza



13. ábra.
A járműszerkezet kapcsolata



15. ábra. Öszvérszerkezetű pályagerenda

pályagerendának nevezek. Méretük típustól függően: 6, 12,5, 25, 30 m. Anyagukat tekintve beszélhetünk: acél-, feszített vasbeton, öszvérszerkezetű gerendákról.

Acélszerkezetű gerendák

Hátrányai: nagy költség, magas hangkibocsátás, a betonszerkezetekhez képest relatív alacsony merevség, továbbá nagy hőmérséklet-különbségek alakulhatnak ki az üzemi működés következtében a szélső szálak között. Jelentős hátrányaik miatt 1998-tól már nem is fejlesztették e típusokat.

Betonszerkezetű gerendák (14. ábra)

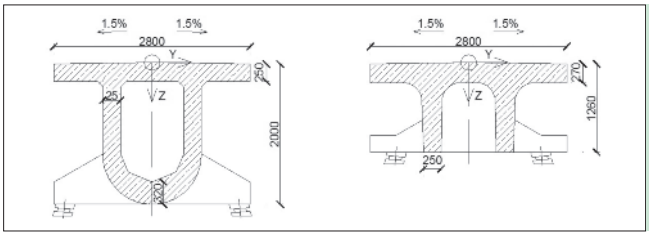
Anyaguk: öntömörödő, nagy szilárdságú (C70/85) utófeszített betonszerkezet. További adalékanyag: acélszálak, melyek növelik a repedésáthidaló képességet, így a tartósságot; továbbá dinamikus terhelések esetén is kedvező a hatásuk. Az öszvér-, illetve betongerendákat a kúszás, zsugorodás lejátszódásának érdekében 60 napig „érlelik". A szerkezet előnye a nagy merevség. Hátránya a nagy kivitelezési pontatlanság, mely nehezen összeilleszthető a mágnesvasúti hídszerkezetek igen alacsony mérettűrésével.

Öszvérszerkezetű gerendák (15. ábra)

E kialakítás fejlesztésének célja az acélszerkezetű, illetve betonszerkezetű gerendák előnyeinek ötvözése. A feszített betonszerkezetű gerenda előnye például: megfelelő merevség; az acélszerkezetű gerenda előnye: tökéletesen illeszkedik a rendszerspecifikus követelményekhez, mint pontosság [3]. Ezt a típust alkalmazták Sanghajban 24, illetve 30 m-es szerkezeti hosszakkal.

A legfontosabb egységek ismertetése *(3. ábra)*

- *Állórész:* legfőbb feladata a meghajtás.
- *Csúszó sín:* meghibásodás esetén megakadályozza, hogy a jármű betonfelületen csússzon.
- *Oldalsó vezetősín:* feladata a vezetőmágnessel együtt az oldalirányú korrekció, vezetés.
- *Dilatációs elem:* a mágnesvasúti szabvány kimondja, hogy az egymást követő gerendák közötti hézag lezárandó, ha valamilyen hatásból eredendően 20 mm-nél nagyobb rés alakul ki, továbbá, ha a tervezési sebesség 150 km/h feletti [6].
- *Saruk:* feladatuk a terhek továbbítása. A szokásos hídsarukkal ellentétben a mágnesvasúti hídszerkezetek sarui utánállíthatók mind függőleges, mind vízszintes értelemben, ennek oka, hogy a beton kúszásának, zsugorodásának, a talaj konszolidációjának hatására a megtámasztások süllyedhetnek, erre vonatkozóan az üzemi követelmények nagyon szigorúak.



14. ábra.
Feszített betongerendák 25 m, illetve 12,5 m fesztávra

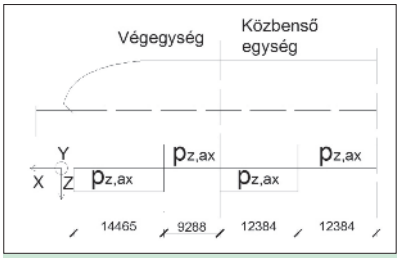
A mágnesvasúti szabvány rövid ismertetése

Néhány teher és hatás rövid bemutatása [6]

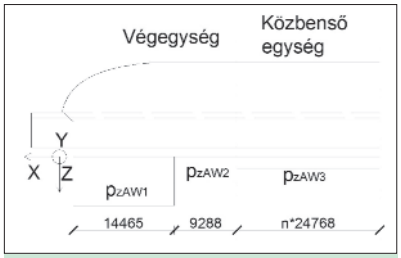
- Jármű terhének karakterisztikus értéke:
  $q_{ZG} = 29\ \mathrm{kN/m}$
  Fékezés, gyorsulás terhe, üzemi követelmények között megengedett maximális 1,5 m/s² lassulás, gyorsulás mellett: $q_x = 4{,}5\ \mathrm{kN/m}$
- A fékezésből keletkező függőleges teher modellje a *16. ábrán* látható.
- Oldalsó vezetőmágnes által keltett teher: a haladási irányra merőleges pozicionálásból fellépő oldalirányú teher (analóg az adhéziós vasutak esetén ismert oldallökő erővel):

$$q_y = 1\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{m}} + \frac{\mathrm{V}}{500\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}}$$

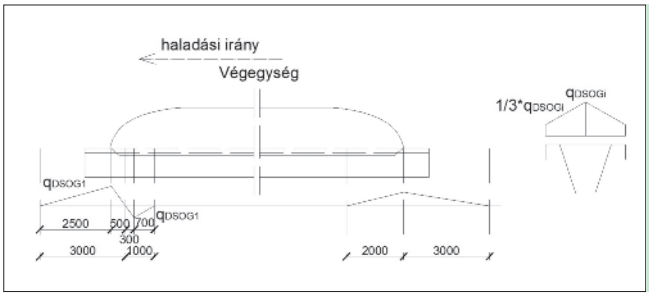
  ahol V az üzemi sebesség.
- Aerodinamikai hatások (néhány csak felsorolva):
  – Szerelvények találkozása.
  – Alagútban való haladás.
  – Aerodinamikai hatások pályához közeli szerkezetek esetén.



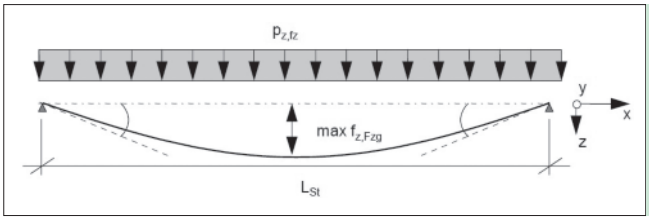
16. ábra. Fékezésből keletkező függőleges teher modellje



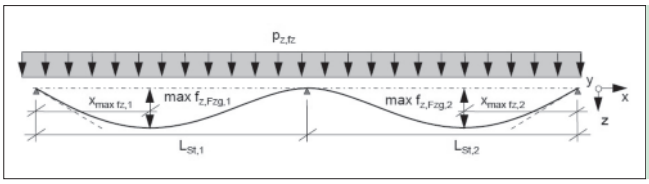
18. ábra. Menetszél hatására keletkező leszorítóerő a gerendán



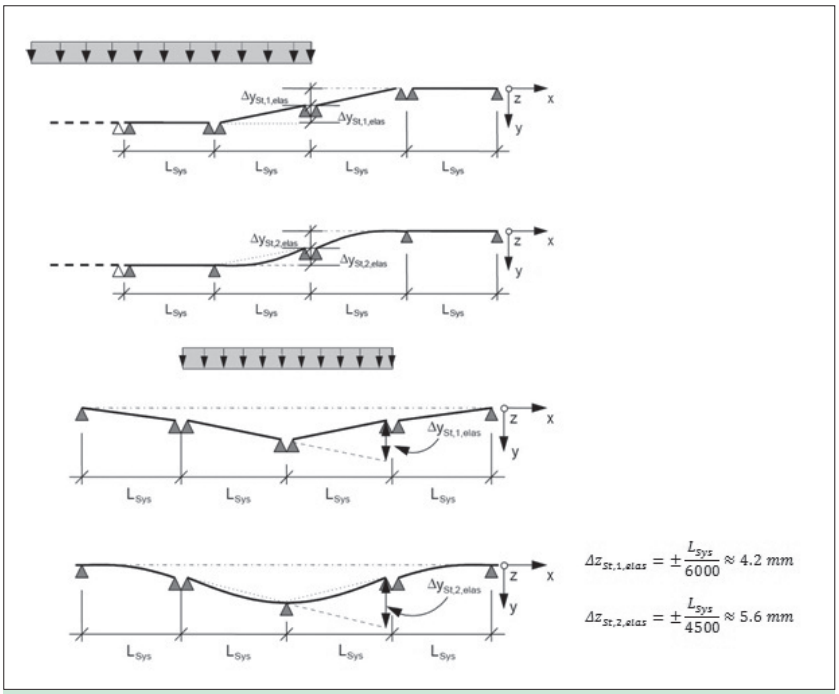
17. ábra. Aerodinamika teher eloszlása hossz- és keresztirányban a pályagerendán



19. ábra. Merevségi követelmény kéttámaszú szerkezet esetében



20. ábra. Merevségi követelmény háromtámaszú szerkezet esetében



21. ábra. Megtámasztások relatív elmozdulásaival szemben támasztott merevségi követelmények

– Nyomás/szívás gerendán szerelvény előtt és után *(17. ábra)*.
– Menetszél által keltett aerodinamikai impulzus *(18. ábra)*.

Néhány követelmény bemutatása [6]

- Merevségi követelmények: a maglev szabvány kétféle merevségi követelményt támaszt. Egyrészt a szerkezet alakváltozásaival szemben, másrészt a megtámasztás elmozdulásaival szemben. A szerkezet alakváltozásaival szemben támasztott követelmények hasznos teherre, feltüntetve a 25 m-es gerendákra vonatkozó konkrét értékeket *(19., 20. ábra)*.

Kéttámaszú esetben *(19. ábra)* a követelmény: .

$$f_{z,Fzg} = \frac{L_{St}}{4000} \approx 6{,}25\ mm$$

Háromtámaszú esetben *(20. ábra)* a követelmény:

$$f_{z,Fzg} = \frac{L_{St}}{4800} \approx 5{,}20\ mm$$

Megtámasztás elmozdulásaival szemben támasztott követelmények *(21. ábra)*:

- Gyorsulási követelmény: , az előjel úgy értelmezendő, hogy a felfelé irányuló gyorsulásra vonatkozik a szigorúbb kritérium, mivel utazáskényelmi szempontból az kedvezőtlenebb.

$$-0{,}6\ \frac{m}{s^2} < a_z < 1{,}5\ \frac{m}{s^2}$$

Lengyel Gábor a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karának hallgatója, 2011-ben szerezte meg építőmérnöki BSc diplomáját, jelenleg a mesterképzésben vesz részt. Tanulmányai alatt fő érdeklődési területe a szerkezetek dinamikája, ezen belül pedig a mozgó terhek okozta dinamikus hatások vizsgálata, rúdszerkezetek anyagi, geometriai nemlineáris rezgései. Szakdolgozatának címe: Mágnesvasút átvezetésére alkalmas völgyhíd tervezése a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalon és a híd dinamikai vizsgálata. Hasonló témában elkészített tudományos diákköri munkájának címe: Vasbeton mágnesvasúti hídszerkezetek szerkezetdinamikai vizsgálata.

Összefoglalás

1. *Előnyök, hátrányok:* sok szempontból – mint hangkibocsátás, energiafelhasználás, területfoglalás, kisiklás veszélye, üzemi sebesség [1], [2] – a maglev rendszer kedvezőbbnek bizonyul, mint az adhéziós nagysebességű társai. Másrészt az igen szigorú szabványelőírások miatt az építési költségek nagyon magasra szökhetnek. Álljon példaként Sanghaj: a teljes építési költség 70%-át tette ki a pályagerenda. Továbbá a 25 m-es ritmusban kiosztott pillérek cölöpalapjait összefogó lemezek közötti távolság ~1 m volt, a megtámasztások elmozdulására vonatkozó meglehetősen szigorú követelmények, illetve a kedvezőtlen talajviszonyok miatt. A merevségi követelmények eredményét jól mutatja a *6. ábra.*
2. *Szabvány:* A maglev vasutak pályaépítésére vonatkozó szabvány az Eurocode szabványrendszerrel összevetve jóval szigorúbb követelményeket támaszt. A speciális üzem miatt a terhek, követelmények is specializáltak, a terhek részletesebben kidolgozottak, nagyrészt az emslandi tesztpályán mért eredményekre alapozottak, erre kiváló példa a fékezésből keletkező függőleges teher felvétele *(16. ábra).* A jármű terhét tekintve az jóval alacsonyabb az Eurocode által előírt tehermodelleknél. A szélteher esetén nagyobb értékeket tapasztaltam, a termékszabvány magasabb szélsebességet vesz fel. A követelményeket illetően mind a merevség, mind a megengedett gyorsulások tekintetében sokszorosan felülmúlja az EC előírásait. A parciális tényezők rendszerint követik az Eurocode értékeit, míg az egyidejűségi tényezők mind 1,0-k, azaz a használhatósági határállapotban a figyelembe veendő terheket rendre karakterisztikus értékükkel vesszük figyelembe.

A fentiekben összefoglaltam azokat az ismereteket, amelyeket diplomamunkám megírásakor felhasználtam. Tudom, sok időnek kell még eltelni, hogy napi gyakorlattá váljon ezek alkalmazása, de az ismeretek bővítése egy szemlélet megismerése szempontjából úgy vélem, mások számára is hasznos lehet. ◂◂

Summary

Nowadays – as a result of the congestion of airways – construction of high-speed railway tracks receive higher and higher emphasis. This entails also the development of designing of high-speed railways and bridges as part of the track which requires the better knowledge of dynamic effect caused by the moving load. My aim by writing this article is to present the operation theory of maglev, and to review some requirements of the Transrapid maglev product standard.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik segítségemre voltak a cikk elkészítésében: *Dr. Kovács Tamás,* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
Dr. Kocsis Attila, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék
Vörös József, PREFLEX Kft.
Dr. Kazinczy László, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Út és Vasútépítési Tanszék
Nagy András, MÁVTI Kft.
Reiner Köhler, ThyssenKrupp Transrapid GmbH, München

Irodalomjegyzék

[1] Barna Zsolt, BME Út és Vasútépítési Tanszék, Építőmérnöki speciális ismeretek 4. előadás: A vasúti közlekedés jövője.

[2] Dr. Kazinczy László, (2010): A jövőbe vezető vasút. Sínek Világa, 2010/5. szám.

[3] Max Bögl GmbH promóciós anyagai.

N. G. Teng, B. P. Qiao, (2008): Vibration analysis of continuous maglev guideways with a moving distributed load model. Journal of Physics

Ren Shibo, (2008): Dynamic Simulation of the Maglev Guideway Design. Diplomamunka, Delfti Műszaki Egyetem.

ThyssenKrupp Transrapid GmbH, Design Principles High-speed Maglev System. Szabvány.

Bakondi János

Hidász voltam '46-ban

A Szabadság híd felújítása

Terc Kiadó, 2011

Bakondi János „volt az az egyetemi oktató, aki évtizedeken át személyiségével, meséivel, nyitottságával nevelte az építészeket, miközben magas követelményeivel növelte ambícióinkat és gyarapította tudásunkat. E könyvecske kitűnő példája annak, hogyan tette élővé az építést, az alkotást és benne a mérnök összetett szerepét. Láthatóvá tette számunkra azt a sokoldalú ismeretigényt, azt az együttműködési kényszert és készségeket, azt a szervező erőt, amit szakmánk nagyjai ma már saját gyakorlatukban jól alkalmaznak." *(Koszorú Lajos)*

Egy rendszerben a minőség és a kényelem

Mészárics Zoltán
műtárgytervező mérnök
Swietelsky Vasúttechnika Kft.
z.meszarics@vasuttechnika.hu
(70) 319-0085

Napjaink kiemelt feladata a vasút versenyképességének visszaszerzése más közlekedési ágaktól. Ez csak a személyszállítás gyors, ütemes és megbízható bonyolításával, valamint az áruszállítás mennyiségi növelésével érhető el. A társadalmilag és gazdaságilag is fontos vasútvonalakon ezért elsődleges követelmény a menetsebesség, a tengelyterhelés és a forgalmi terhelés növelése. Az emelkedő igények a pályaszerkezettel és az alépítménnyel szemben is mind magasabb elvárásokat támasztanak.

A pályaszerkezet méretezésének és kialakításának fejlesztése terén fontos szempontok:

- a futásdinamikai tulajdonságok javítása, az utazási komfort növelése;
- a vágánygeometria fekvésminőségének javítása és annak tartós biztosítása (időjárási hatások, klímaviszonyok kiküszöbölése);
- a teherátadás vonalában elhelyezkedő szerkezeti elemek igénybevételeinek, viselkedésének kedvezőbbé tétele (pl. a sínkopás mértékének csökkentése, zúzottkő szemcsék élein, sarkain fellépő meglehetősen nagy helyi „feszültségcsúcsok” kezelése, felpuhult alépítményi szemcsék ágyazatba történő benyomódásának megakadályozása stb.);
- környezetvédelem, a zaj- és rezgésterhelés csökkentése.

A felsorolt szempontok alapján új eljárást, Geo-ponton névre keresztelt pályaszerkezeti kialakítást dolgoztuk ki, amely egyaránt szolgálja a pálya minőségét és az utazási kényelmet.

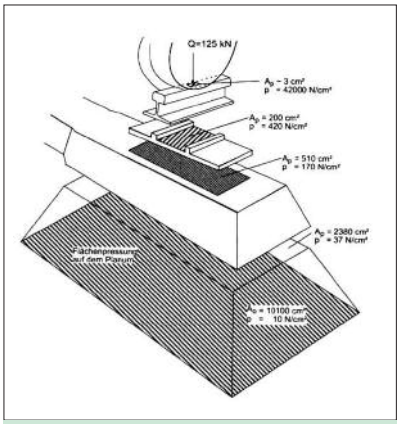
Az eljárás ismertetése

A fenti követelmények biztosításához szükséges a dinamikus és statikus vágánymodell elemzése és a tehertovábbításban részt vevő szerkezeti elemek megfelelő kialakítása *(1., 2. ábra)*, a teljes teherviselő szerkezet dinamikus merevségének a növelése.

Jól látszik, hogy a dinamikus hatás átterjed az altalajra is, és ott a talajtípustól és talajszerkezettől (állapottól) függően sok kellemetlenséget okozhat.

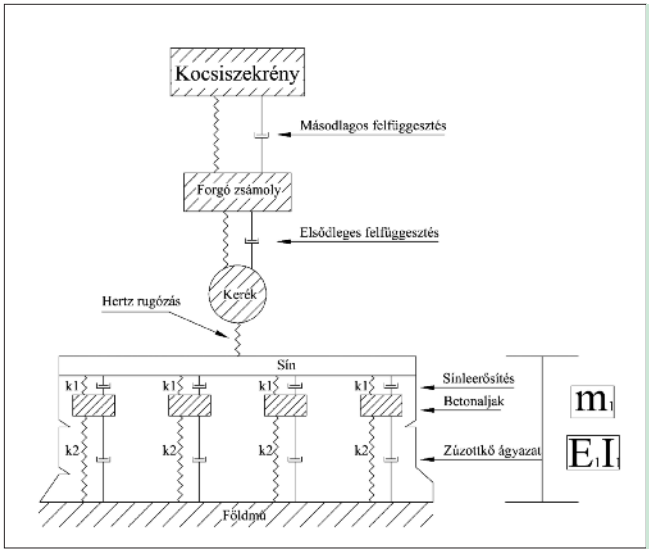
Bár a zúzottkő és földmű találkozási vonalában a megfelelő teherátadás és bizonyos követelmények kielégítésére ma már több eljárás ismert, mégis a legtöbb megoldandó feladat jellemzően erre a keresztmetszeti zónára terjed ki.

Törekvésünk szerint a pálya szerkezeti kialakítását módosítani, bővíteni szükséges a földmű felső zónájának az átalakításával oly módon, hogy az a vágány szerkezeti részét képezze, javulást jelentsen a fekvésminőség tartós biztosításában, a földművet terhelő forgalmi és a klimatikus hatások, valamint a környezetet terhelő rezgések (zajok) is nagyságrendileg csökkenjenek.

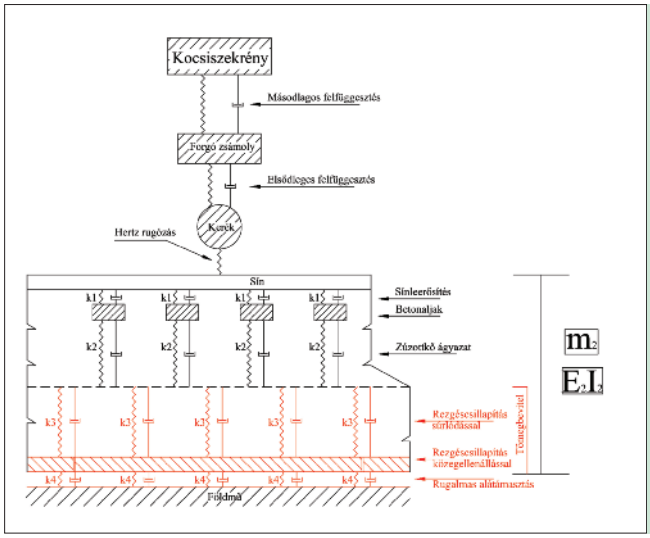


2. ábra. Statikus vágánymodell

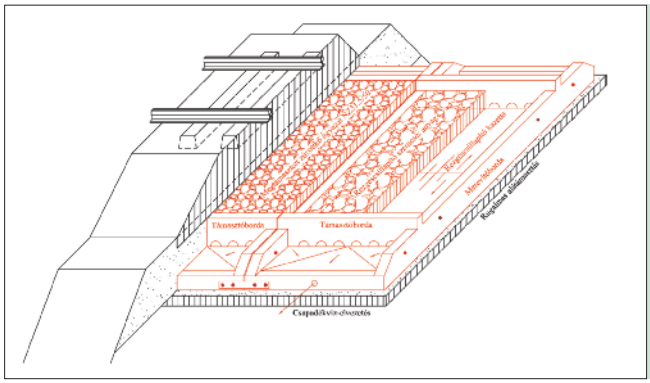
A hagyományos vágánymodellt az új eljárásban kiegészítjük a teherviselő rétegszerkezet követelményei szerint *(3., 4. ábra)*. A vágányt alátámasztva, annak részét képezve új elemeket viszünk be a rendszerbe, jelentős hatást gyakorolva a rezgések kialakulásának enyhítésére, a kialakult rezgések csillapítására és a tehertovábbításban részt vevő valamennyi szerkezeti elem igénybevételének kedvezőbbé tételében.



1. ábra. Hagyományos dinamikus vágánymodell



3. ábra. Módosított dinamikus vágánymodell



4. ábra. Geo-ponton általános elrendezése

Vibráció keletkezik a kerék és sín között a gördülés közben átadódó erők hatására, melyekhez a kerék és a sín egyenetlenségei függvényében széles frekvenciatartomány rendelhető.

A kombinált jármű-pálya szisztéma komplex, és sok természetes frekvenciája van.

Ha a gerjesztési frekvenciák egyike megfelel a rendszer természetes frekvenciájának, akkor erős a vibráció. Az eddigi tapasztalat szerint különösen a 8,5–42 Hz közé eső frekvencia a legveszélyesebb a gyengén teherbíró altalajok dinamikus igénybevételekor.

A vibrálás süllyedést növelő hatása nemcsak a dinamikus erőhatásnak a statikus erőhatást meghaladó nagyságában áll (dinamikus tényező), hanem elsősorban abban, hogy a talajban megfelelő önrezgésszám elérésekor a szemcsék valósággal plasztikus állapotba kerülnek, és újabb, tömörebb szemcseelrendezést vesznek fel.

A vibráció a forrástól a vágányon és a talajon át, háromféle hullámmal terjed. Mindhárom hullámtípus esetében a rezgési energia nagysága – az energiaelnyelés következtében – fordítottan arányos a frekvenciakibocsátó helytől való távolsággal. A vibrációs energia legnagyobb része átadódik: felszíni hullámként 67%, kompressziós hullámként 26% és nyíróhullámként 7%. A felszíni hullámok a legfontosabbak. Amplitúdójuk csökken a távolsággal (geometriai csillapítás), és a vibrációs energia egy része is leépül az anyagi csillapítás eredményeként.

$$A_2 = A_1\sqrt{\frac{R_1}{R_2}}xe^{-\alpha(R_2-R_1)}$$

A képletben az A_1 és A_2 a vibrációs amplitúdók értéke két ponton, amelyeket a vibrációs forrástól való távolság (R_1 és R_2) határoz meg.

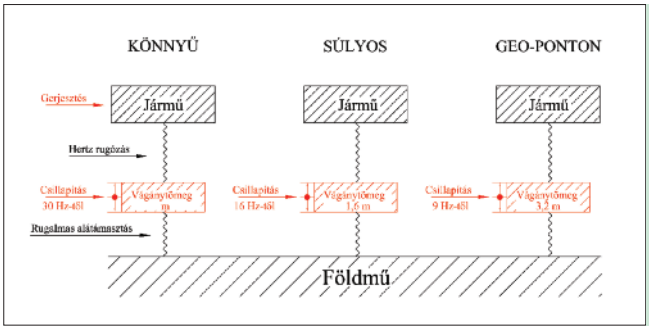
A hullámok által sugárzott energia függ a vonatterheléstől és vágányelmozdulástól, ami viszont szorosan összefügg a talaj minőségével és a vágány merevségével. Egy rezgőtömeg működéséről van szó, amit a talajnak a jó vágánygeometria-tartó képesség érdekében el kell viselnie. A tapasztalatok szerint a legtöbb probléma a nyílt vágányokon, az uralkodó terhelési spektrumtól függően, az 5–50 Hz frekvenciatartományban adódik.

A cél: olyan körülmény biztosítása a vágányzónában, hogy egyrészt minél alacsonyabb szinten keletkezzen vibrációs energia, másrészt a keletkezett rezgések számára „küszöböt” létesítsünk, még mielőtt azok az altalajt elérnék.

Feladat a pályaszerkezet dinamikus merevségének a növelése, egyenletesebbé tétele és az alépítmény-védelem.

Alkalmazott elvi megoldások

- Tömegrugó rendszer alkalmazása. A rugalmasan alátámasztott vágány tömegét növeljük.
  – Speciálisan kialakított többfunkciós panel és kitöltő anyagai együttesen a rugalmasan alátámasztott vágány tömegét megnövelik, jelentős változást okozva a haladó jármű és a vágány mint tartó inercia viszonyában *(5. ábra)*.
  Tapasztalat szerint súlyos tömegrugó rendszerben a rugalmasan alátámasztott vágánytömeg 200 kN tengelyterhelésig minimum 6,50 t/m könnyű tömegrugó rendszerben 4 t/m-t jelent.
- Rezgéscsillapító anyag alkalmazása – súrlódás növelése
  – Ez a megoldás állandóan magas rugalmassági modulust biztosít a vágány alakváltozásmentes alátámasztásához. A gerjesztett rezgéseket az állandóan magas szinten tartott súrlódás lineárisan csillapítja.
  Például bazalt zúzottkő alkalmazása esetén a tapasztalatok szerint 10 Hz alatt jelentős csillapítás érhető el.
- Geometriai csillapítás – közegellenállás-bevitel
  – Geo-ponton panel beépítésével csillapítjuk a rezgéseket, mivel a nagy felületű vasbeton lemez „lapos-alaptömb” kedvező hatású az alacsony frekvenciák amplitúdóinak gyengítésére. A továbbított dinamikus erőket, amelyek a környezet szempontjából gerjesztő erőknek tekinthetők, alacsony értéken tartja, döntően befolyásolva így a tovaterjedő kontinuum rezgéseket. Tapasztalatok szerint 32 Hz alatt lényeges rezgésgyorsulás-csillapítás érhető el merev vasbeton lemez alátámasztás esetén.
  Ez a megoldás az alépítmény-védelem hagyományosan ismert követelményeit is biztosítja, például csapadékelvezetés és a zúzottkő szemcsék élein, sarkain fellépő és az alépítményt terhelő „feszültségcsúcsok” kialakulását kizárja.



5. ábra. Tömeg-rugó szisztéma

- Ágyazó és alátámasztó réteg alkalmazása
  – Rugalmas ágyazást biztosító, fagyra nem érzékeny, 15-20 mm szemszerkezetű bazaltzúzalék, melyet műszaki szövetre elhelyezve kell a megfelelően kellősített alépítményi felületre fektetni.

Alkalmazott elvi módszerek várható hatásai

Kedvező hatás a vágányra és a járműre:

- Tartós geometriai fekvésminőség biztosítása
  – Utazási komfort növelése, kerék és sínkopás mértékének csökkentése, dinamikus terhelés csökkentése, zaj- és rezgéscsillapítás, a gördülő állomány szerkezeti elemeinél az igénybevételek kedvezőbbé tétele.

Hatás az alépítményre:

- Rétegelválasztó tulajdonság biztosítása
  – Kizárja az ágyazat és az alépítmény keveredését, az alépítményre egyenletes és csillapított dinamikus tengelyterhelést továbbít, a zúzottkő szemcsék élein fellépő nagy helyi „feszültségcsúcsok” elmaradnak.
- Kizárja a csapadékvíz bejutását az alépítménybe
  – A csapadékvíz okozta felpuhulást megakadályozza, tavaszi időszakban az E2 rugalmassági modulus romlását kizárja, téli időszakban fagyvédelmet biztosít.

Hatás a pálya üzemeltetésére:

- A csapadékvíz-elvezető rendszer ellenőrzésén kívül rendszeres pálya-karbantartási munkákra nincs szükség, a fenntartási költségek jelentősen csökkenhetnek. Sebességkorlátozás, szabályozás, rostálás elmaradhat, sín- és kerékkopás mértékének jelentős csökkenése várható.

Hatás a környezetre:

- Elsődleges környezetvédelem
  – A forgalom okozta rezgésterhelést megszünteti, a zajterhelést csökkenti.
- Másodlagos környezetvédelem
  – Hulladék-újrahasznosítási lehetőségként például a rezgéscsillapítási anyag felhasználása terén a lehetőségek vizsgálandók.

Gyakorlati tapasztalatok

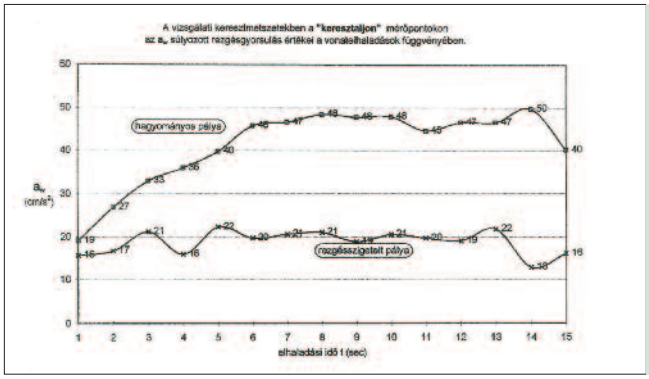
Első időkben a Geo-ponton panelelemeket még csak egymás mellé helyeztük és egymással nem kapcsoltuk össze. A vizsgált szakaszon a sínek hagyományosan, hevederes kapcsolattal voltak kialakítva. Három hónappal a beépítés után rezgésvizsgálatokat végeztünk a helyszínen. Az elhaladó szerelvények által okozott rezgések időfüggvényét és 1/12 oktáv sávos frekvenciaspektrumait vizsgáltuk.

Lényeges megállapítás volt, hogy a Geo-pontonnal kiépített pályaszakaszon az a_w súlyozott rezgésgyorsulás értékének változása a keresztaljon mérve elhanyagolható volt, ugyanakkor a hagyományos pályán a rezgésgyorsulás értéke közel kétszeresére növekedett 15 sec elhaladási idő alatt *(6. ábra)*.

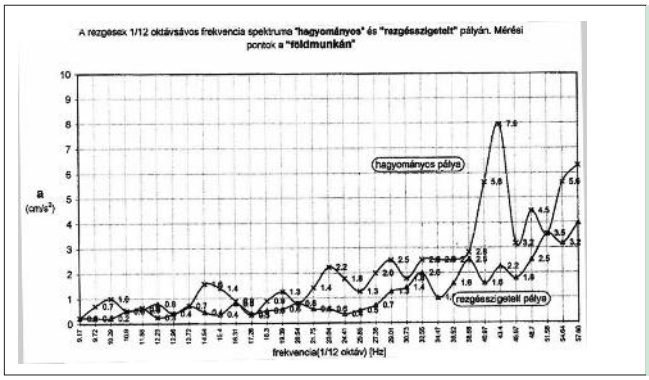
Másik fontos megállapítás volt, hogy a Geo-pontonnal kiépített pálya mellett a földművön az elhaladó vonat hatására nem volt domináns frekvencia megállapítható, míg a hagyományos pályán ugyanez a szerelvény a földműben tovaterjedő rezgést keltett 40–45 Hz között. A 43,6 Hz frekvencián 7,9 cm/s² rezgésgyorsulást mértek *(7. ábra)*.

Későbbiekben módosítva és továbbfejlesztve újra alkalmaztuk a Geo-ponton elemeken alapuló pályastabilizációs eljárást egy évtizedek óta alépítményhibás pályaszakasz helyreállításánál.

Itt az elemek méretét csökkentettük, a paneleket egymással összekapcsoltuk *(8., 9. ábra)*. A rezgéscsillapító kazetta kitöltő anyagát is módosítottuk *(10. ábra)*, a panelekből elvezető csövek rögzítésén is változtattunk *(11. ábra)*. A beépítés óta hét év telt el. Ellenőrző méréseket végeztünk, és a pályafenntartási szolgálat szakemberei szerint káros elváltozás nem volt a korábban állandóan pályahibás szakaszon. Hét év alatt káros mozgás nem volt ezen a szakaszon, még normál karbantartási jellegű beavatkozásra sem volt szükség. (A beépítés előtti utolsó időkben viszont kétnaponta kellett a helyszínen beavatkozni, hogy a pályaszakasz 40 km/h sebességgel járható legyen.)



6. ábra. Rezgésgyorsulás változás időegység alatt



7. ábra. Domináns frekvenciajelenség

8. ábra. Panelelemek elhelyezése

11. ábra. Rezgéscsillapító kazetta feltöltése

9. ábra. Panelelemek hosszirányú rögzítése

10. ábra. Csapadékvíz-elvezető cső rögzítése a panelhez

Javasolt felhasználási területek

- Magas geometriai fekvésminőséget igénylő szakaszokon
- Gyenge, rossz teherbíró képességű alépítményi szakaszokon
- Vízérzékeny alépítményi szakaszokon
- Környezetvédelmi célból, a rezgéskibocsátás mérséklését igénylő szakaszokon
- Vasút-közút szintbeli keresztezésnél, nagy forgalmú átjárók alapozása céljából
- Egyirányú alépítményi korona esésének irányváltó keresztmetszetében „váltó elemként”
- Speciális felhasználás (pl. koros boltozatok felett, ahol geometriailag erre lehetőség biztosított, tehereloszto lemezként)

Mészárics Zoltán műtárgytervező mérnök 1981 óta a Swietelsky Vasúttechnika Kft. (és annak jogelődjei) alkalmazottja. Túlnyomórészt vasúti hídépítési és alépítmény-felújítási szakterületeken mint előkészítő mérnök, majd fő-építésvezető, jelenleg mint tervezőmérnök tevékenykedik. Munkája elsősorban a GYSEV és a MÁV Nyugat-dunántúli régiójában az építési és fenntartási szakterületeken dolgozó kollégák körében ismert.

Összefoglalás

Az utazási komfort magas minősége, környezetvédelmi igények magas szinten történő kielégítése és a fenntartási költségek hosszú távon történő minimalizálása a pályaszerkezet minden elemétől egyenletes dinamikus merevség biztosítását kívánja.

A pályaszerkezet minden egyes elemét alkalmassá kell tenni a forgalmi és a meteorológiai hatások hosszú távú és kiegyensúlyozott viselésére. A forgalom okozta vibráció hullámok útján terjed a forrás-helytől a vágányon át a környezetbe. A hullámok által sugárzott energia függ a vonatterheléstől, a vágány elmozdulásától, ami viszont szorosan összefügg az alátámasztást biztosító altalaj minőségével (geológiai és hidrológiai viszonyaival). A legtöbb probléma nyílt vonalszakaszon, az – uralkodó terhelési spektrumtól függően – 5–50 Hz frekvenciatartományban adódik. Tanulmányomban egy példát mutattam be egy olyan pályaszerkezeti kialakításra, melyben a fenti frekvenciatartományt figyelembe véve a vibráció és a vibrációs hatás csökkenthető úgy, hogy egyéb hagyományos alépítményi követelményeket is biztosítottunk. Az így kialakított pályaszakaszokon, alacsony fenntartási költségek mellett, tartósan magas rezgéstűrő vágányt biztosíthatunk a környezetvédelmi igények nívós szinten tartása mellett.

Irodalomjegyzék

Coenraad Esveld (1989): Modern Railway Track.

MRT-Productions . P.O. Box 331 . NL-5300 AH Zaltbommel. The Netherlands

Dr. Horvát Ferenc (2010): Vasútépítési esettanulmányok. Széchenyi István Egyetem 2.3.5. Téma.

Dr. Széchy Károly (1952): Alapozás I. (Az altalaj mint építőanyag) ÉKME

Dr. Szepesházi Róbert (1991): Geotechnika Példatár I–II. Széchenyi István Műszaki Főiskola Építési Intézet.

Summary

All elements of track structure shall provide uniform dynamic rigidity due to the high demands on travelling comfort, meeting environmental needs on high level and long-time minimizing of maintenance costs.
Each elements of track structure shall be made appropriate for long-term and balanced bearing of traffic and climatic effects. Vibration caused by traffic spreads by waves from the source through track to environment. Energy radiated by waves depends on tonnage, displacement of track and it has a close correlation with the quality – geological and hydrological characteristics- of subgrade providing support. Most railway problem occurs on open line tracks based on prevailing loading spectrum in a frequency domain between 5 and 50 Hz I intended to show an example in my study for such a track formation in which we pay high attention on anti-vibration measures taking above frequency domain into consideration besides meeting other conventional railway bed requirements. From the point of vibration load we can provide track of high service life quality permanently on sections formed like this and at the same time we can have low maintenance costs while meeting also environmental demands on a good level.

SWIETELSKY

Swietelsky Vasúttechnika Kft.
Rugalmasságunk az Ön sikerének kulcsa!

Vasúttechnika Kft.

H-9500 Celldömölk
Nagy Sándor tér 14.
Telefon: +36 (06) 95 / 420 026
+36 (06) 95 / 420 571
Fax: +36 (06) 95 / 420 067
E-mail: info@vasuttechnika.hu
Internet: www.vasuttechnika.hu

Vasúti és városi közlekedés infrastruktúrájához váltók, kitérők, átszelések és egyéb felépítményi szerkezetek gyártása

3200 Gyöngyös, Gyártelep utca 1. • Tel.: (37) 312-270 • Fax: (37) 316-179 • Honlap: www.vamav.hu

Műtárgyátépítések a GYSEV Zrt. magyarországi vonalhálózatán

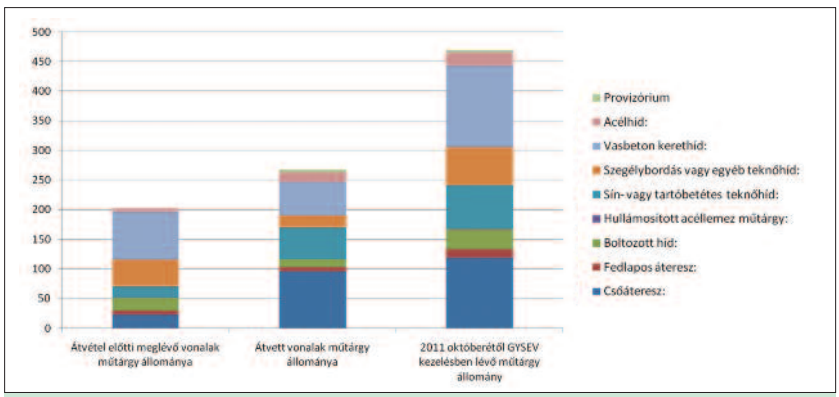
Pál László
stratégiai műszaki fejlesztés vezető, GYSEV Zrt.
lpal@gysev.hu
(1) 224-5887
(30) 852-1875

A GYSEV-nek jelentős szerepe van a Bécset Sopronon keresztül Győrrel és Budapesttel összekötő forgalomban. Új vasútvonal a hálózatunkon a Szombathely–Szentgotthárd–Graz közötti szakasz. A Fertővidéki Helyiérdekű Vasút Zrt. vonalán, az Osztrák Államvasutakkal együttműködve, 2007 decemberétől vasúti kapcsolat létesült Stájerország és Nyugat-Magyarország, valamint Burgenland között. 2009-ben, a menetrendváltás után, újabb vasútvonalakat zártak be Magyarországon. Akkor már felmerült a lehetősége, hogy a bezárandó vonalak közül a GYSEV néhányat átvenne a nyugati országrészben további üzemeltetés céljából. Ez teremtette meg annak az alapját, hogy 2011 októberében jelentősen bővült vonalhálózatunk, amelynek magyarországi hossza meghaladja a 440 km-t. Ezzel a hálózati hosszal társaságunk regionális méretű vasútvállalattá vált.

A hídállag grafikus ábrázolását az *1. ábra* mutatja. A tulajdonunkban, illetve a kezelésünkben lévő vasúti hidak teljes hossza meghaladja a 2000 m-t. Leghosszabb hidunk az 1984-ben épült győri Rába-híd, amely 160,11 m hosszú.

A 2011. október 1-jétől érvényes hídállomány megoszlása

- Csőáteresz: 119 db
- Fedlapos áteresz: 14 db
- Boltozott híd: 34 db
- Hullámosított acéllemez műtárgy: 1 db
- Sín- vagy tartóbetétes teknőhíd: 73 db
- Köracél betétes teknőhíd: 64 db
- Szegélybordás vagy egyéb teknőhíd: 11 db
- Vasbeton kerethíd: 138 db
- Acélhíd: 22 db
- Provizórium: 4 db



1. ábra. A GYSEV Zrt. hídállaga

Lezárult fejlesztések

A GYSEV Zrt. az Európai Unió támogatásával (a fejlesztést az Európai Unió a költségek 85%-os mértékéig támogatta), 48,6 Mrd Ft összköltséggel megvalósuló komplex fejlesztés részét képező rekonstrukció összesen 110 km hosszú pályaszakaszt érintett.

2009-ben és 2010-ben a fejlesztésnek köszönhetően a teljes Harka–Szombathely és a Szombathely–Körmend–Szentgotthárd vonalszakasz felújítása megtörtént, a vasúti pálya 120 km/h sebességre és 225 kN tengelyterhelésre átépült, valamint korszerű elektronikus biztosítóberendezéseket telepítettünk, emellett megtörtént a Szombathely–Szentgotthárd vonalszakasz villamosítása is.

A pályafelújítás kivitelezője a Savaria 2009 Konzorcium volt.

Az első ütemben történt a Szombathely–Körmend vonalszakasz átépítése 24 km hosszúságban, ami 2009. október 1-jétől 2009. november 30-áig tartott a vonatforgalom teljes kizárásával. Ez idő alatt épült át a Pinka patak híd és a Csencsi patak híd is.

A második vágányzári ütemben a Harka–Szombathely vonalszakasz kivitelezése 2010. április 1. és 2010. június 3. között történt teljes vágányzárban. A Harka–Szombathely vonalszakaszon 41 hidat újítottunk fel összesen 229 412 060 Ft + áfa értékben.

A harmadik ütemben, 2010. szeptember 1. és 2010. december 5. között a Körmend–Szentgotthárd országhatár vonalszakasz épült át. A felújítás a vonalszakasz szinte minden hídját érintette.

A Szombathely–Körmend–Szentgotthárd vonalszakaszon 57 hidat újítottunk fel összesen 1 142 588 979 Ft + áfa értékben.

Jelentősebb átépítések, felújítások a Szombathely–Körmend–Szentgotthárd vonalon

Az 1465+34 szelvényben lévő, 25 m nyílású, hegesztett szerkezetű Pinka patak híd teljes átépítése

Az eredeti híd 1939-ben épült, mely az 1872-es építésű hidat váltotta fel. Az üzemeltető elvégeztette a felújítás előtt a híd

2. ábra. Az 1939-ben épített kiemelt felszerkezet

3. ábra. Az új Pinka patak híd

4. ábra. A Lahn-patak híd munkaállványon

5. ábra. A Lahn-patak híd

7. ábra. A Lapincs-híd betolópadon

8. ábra. A Lapincs-híd próbaterhelés közben

statikai felülvizsgálatát, amely szerint az U jelű járműteherre nem felelt meg, ezért a híd teljes átépítése vált szükségessé.

A kivitelező konzorciumon belül a hídépítés generál feladatait és az acélszerkezet gyártását a Közgép Zrt., a felszerkezet szerelését a Pilon Technika 52 Kft., a vasbeton szerkezetek (alapozás és felmenő szerkezetek) építését a Magyar Aszfalt Kft. végezte. A régi szerkezetet egy darabban emeltük ki. A meglévő felmenő falakat teljesen, az alaptesteket részben elbontottuk. A támaszokat helyben építettük újjá, ezért a megmaradt alaptesteket jet-grouting cölöpökkel vettük körül, majd a régi alaptestet kiegészítettük beton síkalappá úgy, hogy az együttdolgozzon a cölöpökkel.

Az új felmenő szerkezetek tömör hídfők, párhuzamos szárnyfallal, térdfalas kialakítással. A hídfőkben előre gyártott bordás kiegyenlítőlemezeket építettünk be.

A felszerkezetet négy gyártási egységben, trélerrel szállítottuk a helyszínre. Az előre kialakított szerelőállványon történt a végleges összeállítás, majd a hidat egy darabban közúti daruval emeltük be.

A saruk elhelyezése és az aláöntések elkészítése után következett a sarura helyezés. (A *2. ábrán* az 1939-es gyártású, már kiemelt felszerkezet, a *3. ábrán* pedig az új, 25 m nyílású hegesztett híd látható.)

Az 1579+40 szelvényben lévő, 18,00 m nyílású Lahn-patak híd felújítása

A jelenlegi híd 1959-ben épült. Az acélhíd alsópályás, nyitott, kéttámaszú, gerinclemezes szerkezet, szegecselt kapcsolatokkal és helyenként illesztett csavar kötőelemekkel. Az acélhídon hat keresztartó és két hossztartó van. Főtartónként két illesztési keresztmetszet van (a 3. és a 4. keresztartó mellett), az illesztések mindenhol szegecseltek. A keresztartók gerinclemezeit egy lemezből készítették, illesztés nincs. A híd keresztezési szöge 74°. A híd jó állapota okán – az acélszerkezet teljes cseréje helyett a vonalfelújítás során elvárt paramétereknek megfelelően – a híd teljes felújítása történt meg. A híd teherviselő szerkezetein nem változtattunk, de a végkeresztartók felső övlemezeit megerősítettük. A hídfő és szárnyfalak a szélesebb alépítmény-koronának megfelelően lettek átalakítva. Vasbeton kiegyenlítőlemezek és új acélszerkezetű kavicsfogók épültek. Az új pályaszintnek megfelelően új szerkezeti gerendák és saruzsámolyok épültek, és a hídfő falazatok teljes felújítása is megtörtént. Az acélszerkezetet a végkeresztartó övelhagyásánál megerősítettük.

Hídfacserére is sor került, és a hídszerkezet teljes mázolása is elkészült.

6. ábra. Az elkészült Lahn-patak híd

A mederburkolatok felújítása szintén megtörtént. A *4.* és *5. ábra* felújítás közben készült, a *6. ábrán* a már elkészült híd látható.

Az 1683+23 szelvényben lévő, 37,60 m nyílású, hegesztett, szentgotthárdi Lapincs-híd átépítése

A jelenlegi híd legkorábbi elődje egy 1872-ben épített fahíd volt. A felújítást megelőzően, 1949–50-es tervek alapján épített híd szolgálta a közlekedést, mely a H.4./2000 Utasítás szerinti U jelű teherből számított igénybevételekre már nem felelt meg. A meglévő felmenő falakat teljesen, az alaptesteket részben elbontottuk. A támaszokat helyben építettük újjá, ezért a megmaradt régi alaptestet kiegészítettük beton síkalappá. Vasbeton alaplemez készült, majd új szerkezeti gerendák, párhuzamos szárnyfalak és térdfalak épültek. A hídfőkben előre gyártott bordás kiegyenlítőlemezeket építettünk be. A pályalemezt hat gyártási egységben szállítottuk a helyszínre. Az előre kialakított szerelőállványon történt a végleges összeállítás, helyszíni hegesztési kapcsolatokkal. Az összeszerelt hidat hosszirányú betolópályán a nyílás fölé toltuk, majd keresztirányú betolópályán került végleges helyére, a saruk fölé. A saruk elhelyezése és az aláöntések elkészítése után történt a sarura helyezés. A régi szerkezet kereszt-, majd hosszirányú mozgatást követően került a Szentgotthárd felőli bontóállványra, ahol feldaraboltuk.

A *7. ábrán* a betolópad, a *8.-on* a már beépített híd látható.

Jelenleg folyó nagyobb hídmunkák

Sopron, Kőszegi úti külön szintű közúti-vasúti csomópont építése

A csomópont megépítése megoldja a városrészeket elválasztó, három vágányt keresztező Kőszegi út forgalmának biztonságos és gyors átvezetését a vasút alatt, a gyalogos- és kerékpáros-forgalom a közúti forgalomtól elválasztva, külön aluljárókban zajlik. A közúti aluljáró építési hossza 418 m, ezenfelül 9 db műtárgy épül, illetve épült meg. Elkészült 3 db vasúti híd, 3 db gyalogos- és kerékpáros-aluljáró, 1 db közúti híd és 2 db kerékpáros híd. A csomópont építésének teljes költsége 2,5 Mrd Ft. A közúti aluljáró cölöptámfala és a műtárgyak cölöpalapozása CFA/SOB technológiával, hézagos cölöpfallal készül, felületszivárgóval és 10 cm vastag lőttbeton kéreggel kiegészítve. A műtárgyak felszerkezete a vasúti hidaknál köracél betétes vasbeton lemez, a közúti hídnál és a Kőszegi úti kerékpáros hídnál előre gyártott hídgerendás együttdolgoztató vasbeton lemez, a Csepel utcai kerékpáros hídnál acélszerkezet, a gyalogos-aluljárók pedig zárt acélkeret szerkezetűek.

Kivitelező: SMK – Sopron 2010 Konzorcium (Strabag MML Kft., Magyar Aszfalt Kft; Közgép Zrt.).

A jelenlegi állapot alapján már forgalomba helyezett, megépült hidak:

A Győr–Sopron vasútvonal 835+61 szelvényében létesített 11,30 m nyílású köracél betétes vasbeton lemezhíd; a Győr–Sopron vasútvonal 835+90 szelvényében épített 3 m nyílású vasbeton kerethíd; a Sopron–Szombathely vasútvonal ÖBB 7+92 szelvényében létesített 13,65 m nyílású vasbeton lemezhíd.

9. ábra. A Győr–Sopron vasútvonal 835+61 szelvényében lévő híd betolópadon

A Győr–Sopron vasútvonal 835+61 szelvényében létesített, 11,30 m nyílású köracél betétes vasbeton lemezhíd

Az újonnan épített híd 11,30 m nyílású, kétámaszú, tartós köracél betétes vasbeton lemezhíd, melyen a vasúti pálya kialakítása ágyazatátvezetéses tolatási padkával történt.

Jellemzői:

- 80 cm átmérőjű fúrt cölöpökön nyugvó vasbeton szerkezeti gerendák és ehhez csatlakozó cölöpfalak,
- a felszerkezet 11,30/9,80 m nyílású 60° ferdeségű,
- a töltéslezárást a cölöpfalak rézsűs kialakítása biztosítja.

Az elkészült szerkezet betolás közben a *9. ábrán,* a *10. ábrán* pedig a már forgalomba helyezett állapot látható. A *11. ábrán* a gyalogos- és kerékpáros-aluljáró látható építés közben. A szerződés szerint a csomópont megépítésére 500 nap áll rendelkezésre, a befejezés tervezett időpontja 2012. szeptember 30.

10. ábra. A Győr–Sopron vasútvonal 835+61 szelvényében épült híd forgalomba helyezve

11. ábra. Győr–Sopron vasútvonal, 835+89,88 kerethíd építés közben

Szombathely, Csaba utcai külön szintű közúti-vasúti csomópont építése

A csomópont megépítése szintén része a Sopron–Szombathely–Szentgotthárd vasútvonal-korszerűsítés projektnek, feladata az lesz, hogy korszerű és jó minőségű megoldást biztosítson a városrészeket elválasztó vasútvonalon történő átkelésre. Megépül a kétszer egy sávos közúti felüljáró 150 m hosszban, gyalogos- és kerékpáros-aluljáró 191 m hosszban.

A kivitelező a KS Szombathely Konzorcium, amelynek 585 napja van a munkák elvégzésére.

A munka teljes költsége megközelíti a 2 Mrd Ft-ot, a várható befejezése 2013. január vége. (Erről *Maller László* cikkében, az 59–62. o.-on olvashatnak részletesen.)

A bemutatott új és most épülő műtárgyak, az átépült vasútvonalak állapotát hosszú időre megőrizve szeretnénk hozzájárulni a Bécs–Budapest, valamint Nyugat-Magyarország személy- és áruszállításának hosszú távú fejlesztéséhez. ◂◂

Summary

The modernization of the Sopron–Szombathely–Szentgotthárd railway line is under implementation in the framework of the Transport Operational Programme (KÖZOP) of Hungary. The value of this development project is close to HUF 50 billion (EUR 166 million) and co-financed by the European Commission (85%). The works of the tracks started in 2009, and by now those have been accomplished, such as the signaling system and the centenary.

We have refurbished 98 bridges including the momentous ones on Pinka-patak, Lahn-patak and the 37,6 m long Lapincs bridge. The construction of these bridges cost HUF 1,4 billion (EUR 4,7 million).

There are also significant construction works under implementation for bridges in Sopron at Kőszegi út and in Szombathely at Csaba utca, where the rail-road level crossings are to be modified to new, double-level engineering structures.

The construction works planned to be finished by January 2013 at each lots, thus the main transport-related works can be accomplished.

Pál László a KTMF vasútépítési és fenntartási üzemmérnök szakának elvégzése után 1986-ban a Hatvan-Füzesabonyi Pályafenntartási Főnökségen kezdte szakmai pályafutását. Először pályamesteri, később szakaszmérnöki feladatokat látott el. A Pénzügyi és Számviteli Főiskola elvégzését követően 1996-tól a Hatvani Pályagazdálkodási Főnökségen gazdálkodási vezetőként dolgozott. 2003-tól a PML Igazgatóság Eszközgazdálkodási Osztályán, később a Koordinációs Főosztály Döntés-előkészítési Osztályán műszaki szakértő volt. Építési műszaki ellenőri és projektmenedzseri képzettsége is van. 2006. április 1-jétől 2010. augusztus 31-éig a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Központ vezetője. Ezt követően 2010. szeptember 1-jétől a GYSEV Zrt. stratégiai műszaki fejlesztés vezetője.

Szombathely, Csaba utcai csomópont építése

Maller László
projektvezető
Közgép Zrt.
mallerlaszlo@kozgep.hu
(1) 286-0322

A „Csaba utca nem szintbeni közúti-vasúti csomópont építése” elnevezésű projekt a Sopron–Szombathely–Szentgotthárd vasútvonal fejlesztési programjának részeként, európai uniós támogatással valósul meg. Megbízó a GYSEV Zrt., a Mérnöki Szervezet feladatait a KÖMI Kft. látja el. A beruházás kivitelezője a KS-Szombathely Konzorcium, amelyet a Közgép Építő- és Fémszerkezetgyártó Zrt., valamint a Swietelsky Vasúttechnika Kft. alkot a Közgép Zrt. vezetésével.

A külön szintű keresztezés megépítésére a Csaba utcát keresztező Szombathely állomás végpontjában áthaladó konténer-pályaudvari, megszüntetett rumi, nagykanizsai, szentgotthárdi vasúti vonalak miatt van szükség: a vasúti átjáró fénysorompói gyakran több mint tíz percig is tilos jelzést mutattak, jelentősen lassítva a városrészek közötti közlekedést gyalog, gépjárművel és kerékpárral egyaránt.

A projekt keretében egy 192 m hosszú, hat dilatációs szakaszból álló 4,5/3 m nyílásméretű vasbeton gyalogos-kerékpáros aluljáró épül a keresztező négy vasúti pálya alatt. A 44,92 m hosszú zárt szerkezethez mindkét oldalról 5%-os hosszesésű rámpák, valamint a zárt szakaszok végein lépcsők is csatlakoznak. Az aluljáróba kerülő csapadékvizet mindkét oldalon egy-egy zárható átemelő akna fogadja, majd innen szivattyúzzák a városi csapadékcsatornába. A gyalogos-kerékpáros aluljáró mellett az állomás felőli oldalon a gépjárművek számára egy öszvér felszerkezetű, 156 m hosszú, legmagasabb pontjában 9,10 m, folytatólagos, héttámaszú, kétszer egy sávos közúti felüljáró épül a vasút felett, melyhez a Csaba utca felőli oldalon 86 m hosszú támfal csatlakozik.

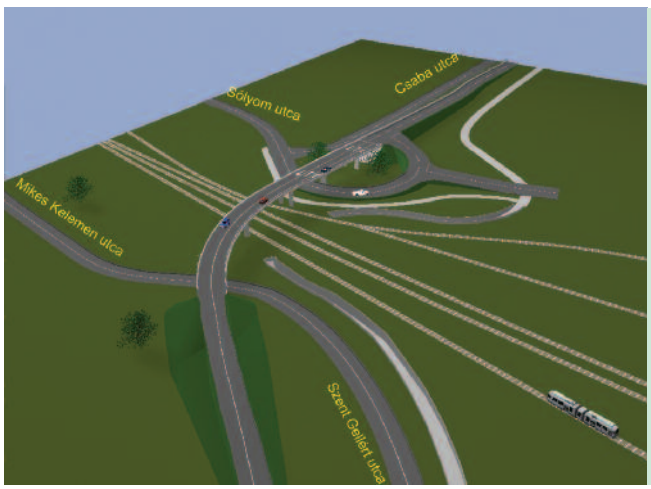
A beruházással megszűnik a közút-vasút szintbeni keresztezése, ami a vasúti pályák és biztosítóberendezések átalakítását vonja maga után, s ezzel számottevően javul Szombathely déli városrészének közlekedése, és a dugók is megszűnnek több, most túlterhelt utcában. A forgalmi csomópontot úgy tervezték, hogy nemcsak a Csaba utcából, hanem a rá csatlakozó mellékutcákból is minden irányba lehet majd közlekedni *(1. ábra)*.

A munkálatok 2011. június 22-én kezdődtek a munkaterület-átadással, és terv szerint 585 napig tartanak. Az alapos előkészítés eredményeként elbontottak hét lakóépületet melléképületeikkel együtt, és a közművek (szenny-, csapadék-, ivóvíz, távközlési hálózat, vasúti biztosítóberendezések, MÁV-kábelek) kiváltása rövid időn belül megtörtént. A szintbeni keresztezést a gépjárművek terelésével 2011. július 27-én lezárták, így az alul- és felüljáró alapozási munkái azonnal megkezdődhettek.

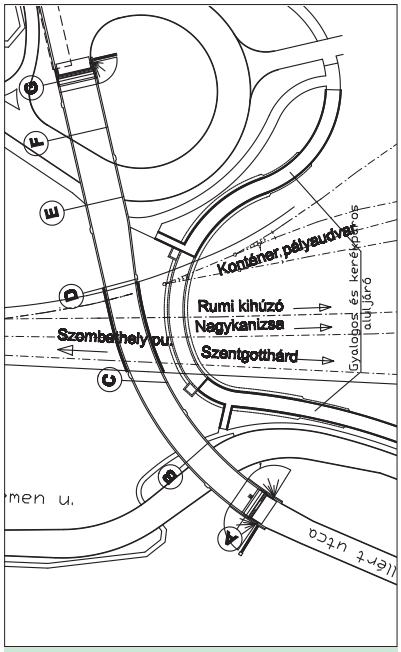
Gyalogos-kerékpáros aluljáró és közúti felüljáró sínkorona szint alatti szerkezetek építésének összehangolása

A gyalogos-kerékpáros aluljáró és a közúti felüljáró építését – elhelyezkedésük és helyszínrajzi kialakításuk miatt – az érintett négy vasúti pályaszakasz igénybevétele szempontjából összehangoltan lehetett tervezni *(2. ábra)*. A két műtárgy alépítmény-építésének megkezdése előtt, a munkatér-elhatárolások pontosítása érdekében, a tervező által készíttetett talajmechanikai fúrásokon kívül további CPT szondázások és fúrások elvégzésére volt szükség. Ezeket a méréseket a felüljáró összes alaptesténél és az aluljáró mind az öt dilatációjának közelében elvégeztük. Az eredmények birtokában véglegessé vált a híd alaptestek alapozási síkjának magassága, valamint az aluljáró szádfalazásának és víztelenítésének módja.

Az építkezés során a két műtárgy föld alatti betonszerkezetei két ütemben készültek el. Az első ütemben a vasúti pályáktól keletre lévő oldal építése történt meg, melyhez az üzemen kívül lévő konténer-pályaudvari és rumi vágányok elbontására volt szükség. A második ütemben a vasúttól nyugatra lévő szerkezetek épülhettek meg, a nagykanizsai vágány



1. ábra.
Látványterv



2. ábra. A csomópont helyszínrajza

rumi irányra való terelésével, az elkészült első ütemű aluljárón keresztül, és a szentgotthárdi irány nagykanizsaira történő elhúzásával, valamint egy Sztp 20 típusú provizórium beépítésével.

A fenti megoldással az alépítményeket a vasúti forgalom csekély zavartatásával (néhány órás vágányzárakban, éjszakai vonatmentes időszakokban a vasúti pálya elhúzásával), vágányzónában fellépő vasúti terhelések kiküszöbölésével lehetett megépíteni.

Azonos időben készültek el a keleti oldalon az aluljáró 4-5-6. dilatációs szakaszai, a felüljáró 4-5-6-7. támaszainak síkalapjai, pillérei, valamint a nyugati oldalon az alujáró 1-2-3. dilatációs szakaszai és a közúti felüljáró 1-2-3. alépítményei. A két műtárgy közelsége és a talajadottságok (kavicstalaj) miatt az aluljáró vákuumkutas víztelenítésével leszivattyúzott építési vízszint kihatott a felüljáró alapsíkjaira, ugyanis nem volt szükség a talajcseréken kívül víztelenítésre, mert az alapozási sík minden esetben kialakíthatóvá vált száraz munkagödörben.

Gyalogos-kerékpáros aluljáró építése

Az aluljáró kiviteli terveit az MSc Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft. készítette, azok alapján az építési munkákat a Közgép Zrt. végzi. A vasbeton szerkezetek 2011. július–december között elkészültek, így 2012-ben a felületvédelmek, burkolatok elkészítése a gépészet végleges bekötése és a műtárgy üzembe helyezése van hátra.

A munkálatok megkezdése előtt a geotechnikai szakvélemények alapján választották ki a talajvízszint alatti szerkezetépítési munkákhoz szükséges szádfalas munkatér-elhatárolást és a vákuumkutas víztelenítési módszer alkalmazási módjait (talajvízszint 204,50 mBf, alapozási szint legmélyebb pontjában 202,08 mBf), a talajvízszint feletti szakaszokon pedig rézsűs munkagödör-elhatárolást.

Az első ütemben a 4-5. dilatációs szakaszon a vasbeton szerkezettel párhuzamos oldalakon kellett szádfalazni Larssen 601 típusú, 8,00 m hosszú lemezekkel. A fal kitámasztása 7,20 m-enként Dywidag d = 26,5 mm-es rudakkal hátrahorgonyozva, a falakhoz szorított 2 db fektetett IPE 300-12,0 m hosszú mellgerendákkal történt.

A nagykanizsai vasútvonallal párhuzamos szakaszon a vasúti terhelési zónában Larssen 604 típusú, 12,00 m hosszú, a sarkokon befordulva 14,0 m hosszú lemezekkel d = 400-as spirál hegesztésű acélcső dúcokkal megtámasztva történt a munkatér elhatárolása *(3. ábra)*. Ekkor a nagykanizsai vasútvonal tengelye 1,65-3,55 m-re volt a munkagödör szélétől, fenékszintje a sínkorona szinttől 5,78 m mélyen volt.

A kivitelezés során a terhelési zónába eső szakaszon a vasúti pálya süllyedését a Mérnök előírása szerint, naponta ellenőrizni kellett. Vasúti vágányszabályozásra ez idő alatt nem volt szükség.

A víztelenítés 2 db vákuum gépházzal, a szádfalmegtámasztó dúcokon végigvezetett gyűjtőcsőről leágaztatott, 1,5 m-enként lefúrt, 6 m hosszú, a végén 1 m-en szűrőzött kutakkal lett megoldva.

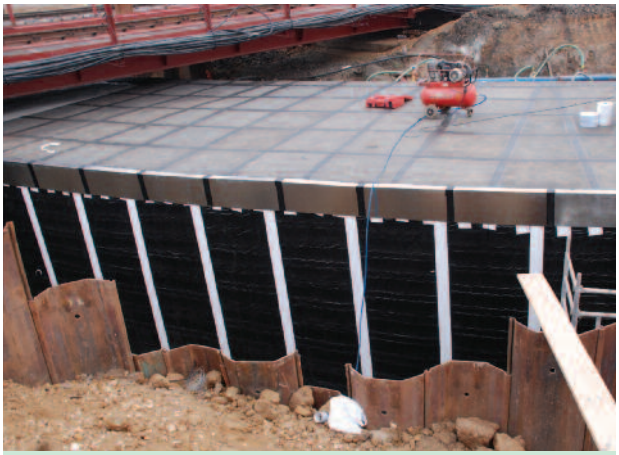
A szerkezetépítéshez víznyomás elleni szigetelésre az alaplemez alá Voltex bentonitos szigetelőpaplan, az oldalfalakra Voltex DS HDPE fóliával társított szigetelőpaplan került, szigetelésvédő Dréntec lemezzel. A szigetelést a függőleges oldalakon dűbelekkel rögzítették, és butil szalaggal fedték le.

A födémlemezre 12 mm-es védőlemezzel alkalmazott Servidek-Servipak rendszer került. A födém-oldalfal csatlakozásánál a két rendszer közötti átmenetet Bituthene 4000 lemez biztosítja, a szigetelést pedig 30 cm magas és 10 cm széles horganyzott acéllemez lefedés védi *(4. ábra)*.

A második ütem csatlakozásához vasúti terhelésre a töltés megtámasztására méretezett „penge” fal épült a csatlakozó dilatációval egy vonalban, a műtárgy oldala és a szádfal közötti rész lezárásához. Ezt a bennmaradó megtámasztófalat szintén teljes mértékben leszigetelték.

A második ütem (vasúttól nyugatra) 2-3. dilatációs szakaszának munkáit az első ütem szerkezetkész állapotát köve-

3. ábra. Első ütem – a vasút felőli oldal lezárása



4. ábra. Aluljáró szigetelése

5. ábra. Provizórium alatt épülő aluljáró

tően lehetett megkezdeni (az 1. dilatáció a többi szerkezettől függetlenül készült). A nagykanizsai vasúti pályát az elkészült aluljáró 4. dilatációs szakaszára húzták el – a megszüntetett rumi irány biztosítóberendezésének „felélesztésével" – úgy, hogy a nagykanizsai oldalon a vágány a rumi helyére került, majd az aluljáró utáni szakaszon az elhúzott vágányszakasz a rumi–konténerpályaudvari irányon maradt az eredeti nagykanizsai vágány állomás felőli lezárásával.

A szentgotthárdi vágány áthelyezése a felüljáró vasúti pályához közel eső 3. támaszának megépíthetősége miatt is szükségessé vált. A vágányt a nagykanizsai vonal helyére húzták el a felsővezetékkel együtt – melyhez egy alkalommal szükség volt tízórás átszállásos vágányzárra – egy Sztp 20,20 m hosszú híd provizórium beépítésével, melyet az aluljáró 3. dilatációja felett helyeztek el *(5. ábra)*. A provizórium karcsú szerkezeti magassága miatt az aluljáró érintett zárt keretszerkezete egy ütemben megépíthető volt.

A második ütem szádfalazási munkái összehangoltan készültek a vágányáthelyezésekkel és provizóriumbeépítéssel, az első ütemből visszanyert szádfalakkal, a provizórium környékén vasúti terhekre is méretezve. Itt a hátrahorgonyzásra nem volt lehetőség, ezért az előző ütemben beépített d = 300 mm-es cső támaszok felhasználásával történt a szádfalak összetámasztása.

A víztelenítés szintén vákuumkutakkal zajlott, de az előző ütem tapasztalatait figyelembe véve a cső kutakat ritkábban lehetett elhelyezni, ezért egy gépházra volt szükség.

A vasbeton szerkezet elkészülte után – a szigetelési, háttöltés-építési munkák befejeztével – a két vasúti pályát, a szádfalak visszahúzásával összehangoltan, visszahelyezték. Először a szentgotthárdi pályaszakasz került vissza az eredeti helyére, majd a provizóriumkiemelés és a nagykanizsai vágány eredeti nyomvonalra történő áthelyezése következett. A rumi és a konténer-pályaudvari szakasz is visszakerült az eredeti helyére.

A vasútépítési munkák egy hét leforgása alatt történtek meg, éjszakai vonatmentes időben biztosított vágányzárban. A szentgotthárdi esetében átszállásos vágányzárra is szükség volt a felsővezeték-elhúzás miatt.

A vasúti pályákat, különös tekintettel a nagykanizsai elhúzott vágányt illetően, ahol új, mintegy 5 m magas háttöltés épült, a süllyedéseket napi szinten figyelemmel kellett kísérni. Két alkalommal – a töltés konszolidációja miatt kialakult vaksüppedések következtében – kézi szabályozásra is szükség volt.

A víztelenítés megszüntetése és az elkészült vasbeton szerkezetek vízzáróságának tesztelése után kezdődhetett meg az alaplemez felső szigetelése Büsscher Híd-1 szigetelőlemezzel. Erre került 5 cm védőbeton, valamint 21-28 cm vastag kavics szivárgó réteg hossz-szivárgó beépítésével, melyet az átemelő aknákba kötöttünk be. Elhelyezték az aluljáró jobb oldalán végigfutó polimerbeton folyókát, szintén az átemelőbe bekötve. Az öntöttaszfalt burkolat alá 15 cm vastag C12 kitöltőbeton került, lezárva a kavics szivárgó réteget.

A műtárgy beton felületvédelmét a lépcsőkön BV1, az oldalfalakon BV3 és BV2 bevonat biztosítja, ezenfelül a bevonatok graffiti elleni védőréteget is kapnak. A világítást korszerű, kis energiaigényű Dunaled lámpákkal oldják meg.

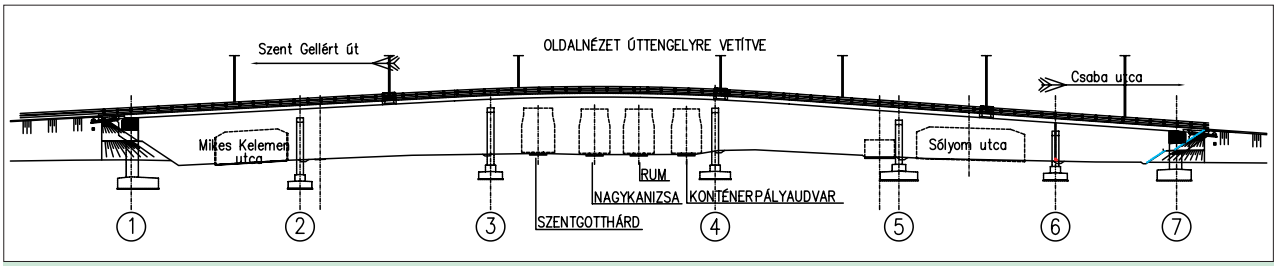
Közúti felüljáró építése

A felüljáró – amely egy monolit szekrénytartós felszerkezetű műtárgy volt – eredeti kiviteli terveit az F-21 Mérnöki Iroda Kft. készítette. Az építéshez szükséges közúti, gyalogos- és kerékpáros-forgalom teljes kizárási idejének csökkentése érdekében a felszerkezeti súly csökkentését az aluljárónál is egyidejűleg elvégzett fúrások, szondázások alapján készített kiegészítő talajmechanikai szakvélemény alapján a betervezett cölöpalapok síkalapokra válthatóak lettek egy, az alábbiakban részletezett szerkezeti kialakítással, melyet a SpeciálTerv Kft. készített el *(6. ábra)*.

A híd szerkezeti rendszere vasbeton pályalemezzel együttdolgozó három főtartós, alsó síkján kereszttartókkal és szélráccsal erősített acélszerkezet. A felszerkezet sarukra fekszik fel, a hosszirányú mozgásokat vízzáró, dilatációs szerkezet teszi lehetővé. A síkalapos alapozási mód lehetővé tette, hogy a műtárgy 7. hídfőjéhez csatlakozó támfal kiselemes talajtámfal legyen, melyet a Geo-Terra Kft. tervezett és a Gradex Kft. épített. A támfal esztétikus megjelenéséről egy ún. Mesa elemtípus gondoskodik, melynek a látható rusztikus felülete 20 × 46 cm méretű betonelemekből áll. A támfal állékonyságát a homlokfelület mögött beépített egyirányú georácsok biztosítják.

A SpeciálTerv Kft. által javasolt egyedi hídszerkezetet Magyarországon elsőként itt alkalmazták. A nyitott főtartókkal kialakított öszvérszerkezethez erősített, sűrű kereszttartóknak és szélrácsozásnak köszönhetően csavarómerev, kváziszekrénytartóként működik.

A híd alépítményei: síkalapok, pillérek, hídfők, saruzsámolyok 2011-ben elkészültek, az acélszerkezet helyszíni beépítése szintén elkészült *(7. ábra)*. A műtárgy vasbeton szerkezeteit a Swietelsky Vasúttechnika Kft., az acélszerkezetét a Közgép Zrt. készítette. A síkalapok és alépítmények, a víz és helyi viszonyok szerint



6. ábra. A felüljáró oldalnézete

7. ábra. Készültségi állapot 2012 áprilisában

Maller László a Széchenyi István Főiskolán 2001-ben kapott építőmérnöki oklevelet, majd a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Karán építési műszaki ellenőri jogosultságot szerzett. Az oklevél megszerzése után a Polar-Húsz Kft.-nél, majd 2009-től a Közgép Zrt.-nél építésvezető, fő-építésvezető munkaköröket töltött be. Az általa irányított mélyépítési munkák közül említést érdemelnek a Megyeri híd alépítményi munkái, az M60-as autópálya hídépítései, a Zalaegerszeg–Ukk vasútvonal felújításánál műtárgyépítések. Jelenleg a Szombathely, Csaba utca külön szintű keresztezés építési munkáinak projektvezetője.

szádfal védelme mellett vagy rézsűs munkagödör-elhatárolással, illetve mindkét megoldás egyidejű alkalmazásával épültek meg. A vasúti pályákhoz közeli 3-as és 4-es pilléreknél szükség volt arra, hogy a vágányokat biztonságos távolságra húzzák el, ez az aluljáró építésének bemutatásánál részletezett módon történt meg. A pályaszerkezet helyszínen betonozott, keresztirányban 20 és 30 cm között változó vastagságú vasbeton lemez lesz. A vasbeton lemez pályaszerkezeti szerepén túl az acéltartók felső övével együtt a főtartók felső övét is alkotja. A két elem együttdolgozását az acél főtartóra felhegesztett fejes csapok biztosítják. Az acélszerkezet 3 db nyitott, I keresztmetszetű főtartóból áll, melyeket kereszttartók és szélrácsok merevítenek. A főtartók egymástól való távolsága a szerkezet elejétől mérve 78,00 m hosszan 3,00 m, az úttengellyel párhuzamosan íves kialakítással, ezután 32 m hosszan egymástól távolodnak a főtartók, és a végső 46 m hosszban egymástól 3,80 m távolságban egyenesek, az úttengellyel pedig párhuzamosak. A nyitott I szelvényű tartók változó magasságúak, a gerincmagasság főtartónként eltér: a bal oldali 1230–1254, a középső 1140, a szélső 1050–1026 mm között változik. A gerincek vastagsága – igénybevételtől függően – 14–25 mm. A felső övlemez 300 mm széles, 14–30 mm vastag, az alsó övlemez 600 mm széles, a lemezvastagság az igénybevételtől függően 20–65 mm. Az acélszerkezet építés alatti stabilizálását a pályalemez szilárdulásáig ideiglenes kereszttartók biztosították. A 310 t össztömegű acél főtartókat a Közgép Zrt. budapesti, Haraszti úti gyártócsarnokaiban készítették 9 szerkezeti egységben, 27 db, közúton szállítható elemre bontva. A gyártás során felkerültek a beton pályalemez megépítéséhez szükséges zsaluzattartó fülek, valamint az ideiglenes kereszttartók, az együttdolgozást biztosító fejes csapok. Az egyes szerkezeti egységeket az üzemben alap és közbenső mázolással látták el.

A helyszíni szerelési munkákat szintén a Közgép Zrt. végzi. A szerkezeteket pontosan beállított állványzatra, illetve a pilléreken kialakított máglyákra helyezték el, a végleges összehegesztésük is itt történt. A vasúti pályák feletti két darab szerkezeti egység összeállítására a vasút melletti területen szerelőpadot alakítottak ki. Itt helyezték el az összeállított acélszerkezetre a zsaluzat egy részét is. A beemelési tömeg 65 t, az elemet egy 400 t teherbírású daruval, vasúti átszállásos vágányzár igénybevételével, egy emeléssel illesztették a helyére *(8. ábra)*. Utolsóként a 3-as szerkezeti egységet építették be, ami közlekedési és építési szempontból is a legkedvezőbb. Az elkészült, összehegesztett főtartókat ezután ideiglenes sarukra helyezik, a tervezett pályaszint fölé 180 mm-rel, hogy a végleges saruk a pályalemez bebetonozását követően a helyükre kerülhessenek. A műszaki átadásra 2013 januárjában kerülhet sor, a csomópontot ezután vehetik birtokba a közlekedők.

8. ábra. A vasút feletti acélszerkezet beemelése

Summary

The project named "Construction of Csaba street not-level road –rail node" as part of the development program of the railway line Sopron–Szombathely–Szentgotthárd is under process with the support of European Union. The client GYSEV Zrt., the tasks of the Engineering Organization are executed by KÖMI Ltd. Constructor of the investment is KS-Szombathely Consortium, which consists of Közgép Constructing and Metal-structure producing Co., and Swietelsky Railway Technics Ltd leaded by Közgép Co.

MÁV Duna-hidak állagmegőrzési munkái

Szűcs József
projektvezető
Közgép Zrt.
szucsjozsef@kozgep.hu
(30) 382-9578

A vasúthálózat városokat, országokat, földrészeket köt össze. A pálya nyomvonalával utakat, vízfolyásokat, országhatárokat keresztez. A MÁV Zrt. legnagyobb műtárgyai a Dunán vagy hosszú völgyeken vezetik át a vasutat.

A közlekedési infrastruktúra állagmegőrzése gazdasági, műszaki, közlekedésbiztonsági szempontból is nagyon fontos tevékenység. Írásomban a MÁV Zrt. két jelentős Duna-hídjának állagmegőrzési munkáin keresztül kívánom bemutatni az első olvasásra egyszerűnek tűnő feladatok végrehajtását. A két hídnál a legégetőbb feladatok egymástól eltérőek voltak, így a komáromi hídnál egy korrózióvédelmi munkát, míg a Déli összekötő vasúti hídnál a mederpillérek megerősítését ismerheti meg az olvasó.

A komáromi Barátság Duna-híd emellett még határhíd is, tehát része a nemzetközi vonalhálózatnak.

A komáromi Barátság Duna-híd korrózióvédelmi bevonatának felújítása

A második világháborúban felrobbantott híd helyére épült a „Barátság híd”, mely Magyarországot köti össze Észak-Európával. Az eredetileg 1910-ben épült vasúti híd ötnyílású, sarló alakú, oszlopos rácsozású, alsópályás acélszerkezet volt. 1945 márciusában a németek felrobbantották. Újjáépítését 1954. december 28-án fejezték be, 1955. január 1-jén indult újra a vasúti közlekedés a két Komárom között. A híd újjáépítése másfél évig tartott. Az elpusztult régi híd mintegy 1000 t súlyú roncsait búvárok segítségével emelték ki a Duna medréből. Pilléreibe 3000 m^3 betont és követ építettek be. 500 m hosszú, 2400 t-s vasszerkezetét öt hónap alatt szerelték össze. A híd szegecselt acél felszerkezetének korrózióvédelme időszerűvé vált. A munkák elvégzésére kiírt pályázatot a Közgép Zrt. nyerte meg.

Az acélszerkezetek alapanyagának előállítása során úgy alakítjuk, hogy annak tulajdonságai leginkább megfeleljenek a majdani igénybevételeknek. A gyártás közben olyan kémiai folyamatokon mennek keresztül a hídszerkezetek alapanyagai, amelyek aktívvá teszik őket az oxidációra, ami ellen korrózióvédő bevonatokat alkalmazunk. Ennek épsége garantálja a megfelelő idejű korrózióvédelmet. Ha ez a bevonat sérül vagy elöregedik, nem tudja ellátni feladatát. Ha nem kellő időben történik meg a szükséges beavatkozás, akár a szerkezet teherbírásának csökkenését, sőt annak tönkremenetelét is okozhatja. Az acélszerkezetű vasúti hidak korrózióvédelmi fenntartási munkáit a MÁVSZ 2947. számú Vállalati Szabvány írja elő. Az elvégzendő feladat a szabvány 7.4. pontja szerint: „A festékbevonatrendszer teljes felújítása” volt. Ilyenkor az elöregedett festékréteget teljesen el kell távolítani a szerkezetről. Ehhez olyan technológiát kell választani, amely képes hatékonyan megtisztítani a szerkezet minden részét.

A választás fém anyagú éles szemcseszórásra esett, amit az indokolt, hogy a fémszemcsék tisztítóképessége – nagyobb sűrűségük és keménységük miatt – jobb hatásfokú, mint a szintén gyakran alkalmazott homokszemcséké. További előny a szóróanyag többszöri felhasználhatósága, aminek következtében a veszélyes hulladék mennyisége kisebb. Ehhez szükség van a szórás közben keletkező anyag összegyűjtésére és szétválasztására. Mindezt ipari léptékben kell megvalósítani a helyszínen. A gépek, anyagok, a keletkező hulladék és a berendezések elhelyezése egy csőszerű térbeli szerkezeten, mint amilyen a vasúti híd, igen bonyolult lenne. A feladat maradéktalan teljesítése érdekében az összes szóróanyagot, forgógépet, szétválasztó berendezést egy hajó-

1. kép. A komáromi Duna-híd állványzata

ra (Z-411 jelű) telepítettük. A hajót a híd hajózási űrszelvényén kívül, a mederpillér mellett horgonyozták ki, innen látja el a felújításhoz szükséges szóróanyag eljuttatását csővezetékeken keresztül sűrített levegővel, illetve a porszívók ide adják le az összegyűjtött hulladékot. A hajón történik a szemcse és a szórási maradék szétválasztása és tárolása is. A festési munkákhoz emiatt kell vízi munkavégzési engedély. A gépek elektromosáram-igényét a hídfőhöz telepített ideiglenes trafóállomás biztosítja. Ehhez 550 fm 20 kV földkábelt kellett építeni, a hídon pedig a hajóig el kell vezetni a tápkábeleket. A korrózióvédelmi munkák megfelelő elvégzésének az alapja a jó hozzáférést biztosító munkaállvány. Mivel az alsó övekhez is hozzá kell férni, az állvány alsó része a hídszerkezet alá ér, amit egyeztetni kellett a hajózási hatósággal. A szerkezetre jól látható módon ki kell tenni a megfelelő jelzéseket. Az állványnak olyan kialakításúnak kell lennie, hogy alsó felületéről a szórás és festés közben keletkező és ráhulló anyag vagy szerszám ne juthasson a Dunába, illetve a környezetbe.

Az állvány alsó járószintje alulról felfelé a következő felépítésű: alátámasztó acélszerkezet (egyedi és típusgyártmányokból összeállítva); pallóterítés, fóliaréteg és OSB lap, ami megkönnyíti a takarítást, és csúszásmentes felületet ad *(1. kép)*. Ezenkívül a szórási helyeknél az állvány külsejét is be kell burkolni, amihez speciális ponyvaszerkezetre van szükség. Az állvány használható minimális hosszát 130 m-ben határoztuk meg. Ezáltal valamennyi művelet egymástól jól elhatároltan, soros rendszerben elvégezhető.

A műveletek a következő sorrendben követik egymást: állvány építése, használatba vétele, szórási-tisztítási munka, alapozó réteg felhordása, közbenső réteg(ek) felhordása, fedő festékréteg felhordása, minőség-ellenőrző vizsgálatok, állványbontás és építés. Ezt mindaddig kell ismételni, amíg a 4. felszerkezet végéig nem jutunk. Mivel a hídon a vasúti vontatás villamosított, a munkák elején meg kellett oldani a feszültségmentesítést, illetve a felsővezeték védelembe helyezését is. A határhíd érdekessége, hogy a vasúti pálya és a felsővezeték szlovák kezelésben van, ami további szervezési feladatokkal járt. A festékek és kellékeinek a tárolása a hídfőhöz közeli tárolókonténerben, a kiürült edények gyűjtése pedig egy másik raktárkonténerben történik. A havi festékszállítások idején kerül sor az üres edények visszaszállítására a gyártóműbe, ahol azokat az előírásoknak megfelelően semlegesítik.

A fentiekből kiderül, hogy egy „egyszerű festési munka” megvalósításához milyen sokrétű, összetett folyamat összehangolt, jól szervezett végrehajtására van szükség.

A Déli összekötő Duna-híd pillérfelújítása

A főváros déli részén található Déli összekötő Duna-híd 3 db mederpillér-felújítás első ütemének a végrehajtását szintén a Közgép Zrt. végzi.

A nevezett híd stratégiai szerepet tölt be a MÁV Zrt. hálózatában.

A második világháború alatt a vasúti híd két légitámadásban is megsérült kismértékben, ám mindkétszer sikerült kijavítani. A híd vesztét a visszavonuló német csapatok jelentették, 1944. december 31-én felrobbantották. A robbanótölteteket a hídnyílások közepére helyezték, így a teljes szerkezet a Dunába zuhant. A szovjet hadsereg szükséghidat épített a roncsok mellett, az egyvágányú, fából készült járműveken álló hidat 1945. április 26-án adták át a forgalomnak.

A szükséghidat az árvizek és jégzajlások is veszélyeztették, ezért a végleges híd felépítése előtt egy félállandó jellegű híd építése vált szükségessé. A félállandó híd helyét az alépítmények legészakibb részén jelölték ki, hogy a későbbiekben ne zavarja a végleges híd létesítését. A félállandó hidat úgynevezett „K”-rendszerű rácsos, csavarozott kivitelű, kéttámaszú szerkezetekből építették, háromemeletes változatban. (…) Az előző vonóvasas, íves hídszerkezet hídfőit és pilléreit jelentős mértékben, négy méterrel kellett magasabbra felfalazni ahhoz, hogy fogadni tudják a „K”-rendszerű híd elemeit. Ezeket az alépítményi munkákat a MÁV 1945 szeptemberében kiadta, a több vállalat összefogásával alakult Dunahídépítő Vállalatok Munkaközösségének.

A „K”-rendszerű híd szerkezetének szerelését 1946 júliusában kezdte meg a MÁVAG. A négy nyílásba összesen 2315 tonnányi „K” hídanyag épült be, amelyeket 110 000 db esztergált orsójú csavarral szereltek.

A Munkaközösség 1947-re fejezte be a hídfők és pillérek déli részének a helyreállítását. Elkészült időközben az új, ma is szolgáló hídszerkezet terve is, amelyet *Korányi Imre* irányításával *Fekete István* mérnöki irodája készített. A két egymás mellett fekvő hídszerkezet négynyílású, folytatólagos főtartójú, szimmetrikus rácsozású, gerendatartós kivitelben készült. Az ikerhidakat állvány nélkül, szabadon szerelték, egy-egy segédjárom segítségével. Az északi hidat a sikeres próbaterhelés után 1948. szeptember 6-án, a délit 1953. július 22-én adták át a forgalomnak. A hidak külső oldalain gyalogjárók épültek, amelyeket a hídhoz erősített konzolok tartanak. A „K”-rendszerű hidat 1953-ban bontották el, a hídanyagot az

2. kép. Mederpillér injektálás előtt

Újpesti vasúti híd építésénél használták fel. *(Forrás: Wikipédia)*

A fenti rövidített ismertetőből kitűnik, hogy a híd életútja igen hányatott volt. A pillérek többszöri átépítésének, kiegészítésének, felrobbantásának és újjáépítésének az eredményei a mai pillérek *(2. kép)*. A Közgép Zrt. feladata, hogy az erősen inhomogén, repedezett szerkezetek belső struktúráját injektálással erősítse meg, illetve a külső megjelenését egységessé és esztétikussá tegye. Az ikerhidak forgalma óriási, ezért a munkálatok tervezésénél olyan technológiát igyekeztünk választani, amely a hidak vasúti forgalmát a legkisebb mértékben zavarja. A pillérek injektálása emiatt hajóra telepített berendezésekkel, illetve a pillérre és az áthidalószerkezetre felfüggesztett mozgatható állványhídról történik.

Az injektálási munka, a pillérek víz feletti részének egy oldalról való, közel vízszintes, 1,5 m raszterben elhelyezkedő furatokon keresztül történik. A furatokat egy speciális, a bányaiparban használatos lánctalpas fúróberendezés készíti. A keszonalapok belső hézagainak eléréséhez szükséges furatokat szintén ez a gép gyártja, három különböző szögben indulóan. Ezeket a furatokat a pillér másik oldaláról is el kell készíteni, majd folyamatosan kiinjektálni. A pillérek külső felületét az injektálás után nagynyomású vízzel bontjuk meg, és a geometriát lőttbetonnal állítjuk helyre. Eközben a kőborítással megegyező ritmusú álfugákkal egységesítjük a pillérek megjelenését. A kőburkolatok mélyfugázását szintén ennek a munkarésznek az elemeként végezzük el. A kövek mögötti esetleges réseket itt is injektálással töltjük ki. A pillérszerkezetnek a munka végére egységes tömeggé kell válnia.

A háborús múlt miatt a pillérek közvetlen közelében, a hajók kikötési helyén, lőszer-felderítési munkákat kell végezni. Ennek során búvárok vizsgálják át műszerekkel a medret. Amennyiben robbanószert találnak, a Magyar Honvédség tűzszerész alakulata végzi a robbanóanyag eltávolítását és megsemmisítését. A lőszerek, robbanótestek eltávolítása a két vasúti híd, valamint a (régi nevén Lágymányosi híd) Rákóczi híd ideiglenes lezárásával járhat. Erre forgalmi szempontból is fel kell készülni a vasútnak és a közútnak is. A búvármunkákhoz, illetve a felújítási munkákhoz vízi munkavégzési engedélyek szükségesek. Mivel a hidak térsége hajózási szempontból igen veszélyes, ezért az NKH Hajózási Főosztálya speciális előírásokat tett. A munkák megkezdéséig három pillér (V., VI., VII. jelű) között van a kijelölt hajóút, az V. és VI. jelű pillérek között a hegymeneti, a VI. és VII. jelűek között a völgymeneti hajóút. A hatóság a hajóútban nem enged munkavégzést, ezért az eddig egyirányú hajóutakat értelemszerűen kétirányúvá kell tenni. Ehhez speciális hajóforgalom-irányító állomást írt elő számunkra a hajóutat érintő időszakra. A lőszermentesítés után a munkálatokat az V. pillér hajóúton kívüli oldalán kezdjük, illetve a VII. pillér szintén hajóúton kívüli oldalán folytatjuk. Ezt követően kerülhet sor a hajóforgalmi irányítóberendezés és szolgálat kiépülése után a hajóforgalom terelésére és a hajóúti pilléroldalak felújítására.

A fentiekből látható, hogy milyen speciális tevékenységek összehangolt elvégzésére van szükség a hajóútban található munkaterületek megközelítésére. A munkák szervezésével az átfutási időket a műszakilag lehetséges legrövidebbé kell tennünk.

Szűcs József üzemmérnöki végzettséget 1985-ben szerzett a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola Közlekedésépítési Intézet hídépítési és fenntartási szakán. 1985–1987-ig a MÁV Hídfenntartó Főnökségén műszaki ügyintéző. 1987–1995-ig műszaki tanár a várpalotai Faller Jenő Szakközépiskolában. Közben 1991 és 1993 között műszaki tanári oklevelet szerzett a pécsi Pollack Mihály Műszaki Főiskola műszaki tanár kiegészítő szakán. 1995–2001-ig a Pétfürdői Nitrogén Művek Rt. beruházási osztályán építész műszaki ellenőr. 2001–2009-ig a Mahíd 2000 Zrt. és a Vegyépszer Zrt. alkalmazásában fő-építésvezetőként, főmérnökként, illetve projektvezetőként dolgozott a cég hídépítési munkáinak irányításában. 2009-től a Közgép Építő- és Fémszerkezetgyártó Zrt. projektvezetője. Irányítása alatt épült a szolnoki gyalogos és kerékpáros Tisza-híd, amely elnyerte Az Év Acélszerkezete Nívódíj 2012. évi első díját. A Magyar Mérnöki Kamara tagja.

Summary

The railway network connects cities, countries and continents. The track crosses roads, streams and state borders by its path. MÁV Co's greatest engineering structures lead the railway through the Danube or long valleys. Conservation of transport infrastructure is a very important task from economic, technical and transport safety point of view.
In my paper I would like to present the execution of these tasks - which seems to be very simple by first reading – through the reservation work of two significant Danube-bridges. The most vital tasks were different at the two bridges, so the reader can learn a corrosion protection work at the bridge of Komárom and the strengthening of the river piers at the Southern connecting railway bridge.

Irodalomjegyzék

1872. évi IX. törvénycikk a budapesti indóházakat összekötő vasút létesítése tárgyában (magyar nyelven) (html). www.1000ev.hu

Dr. Nemeskéri-Kiss Géza: A hazai vasúti hídépítés története (1846–1875). In: Magyar Vasúttörténet: A kezdettől 1875-ig. Főszerk. dr. Kovács László. Budapest. 1996. 218–220. o. = Magyar Vasúttörténet, 1. ISBN 963-552-312-2.

Dr. Gáll Imre: A budapesti Duna-hidak. Budapest: Hídépítő. 1984. ISBN 963-218-690-7. Online hozzáférés.

Páll Gábor: A budapesti Duna-hidak története. 1956. Online hozzáférés.

Közúti aluljárók építése a Budapest–Székesfehérvár vasútvonalon

Velence és Kápolnásnyék közúti aluljárók építése

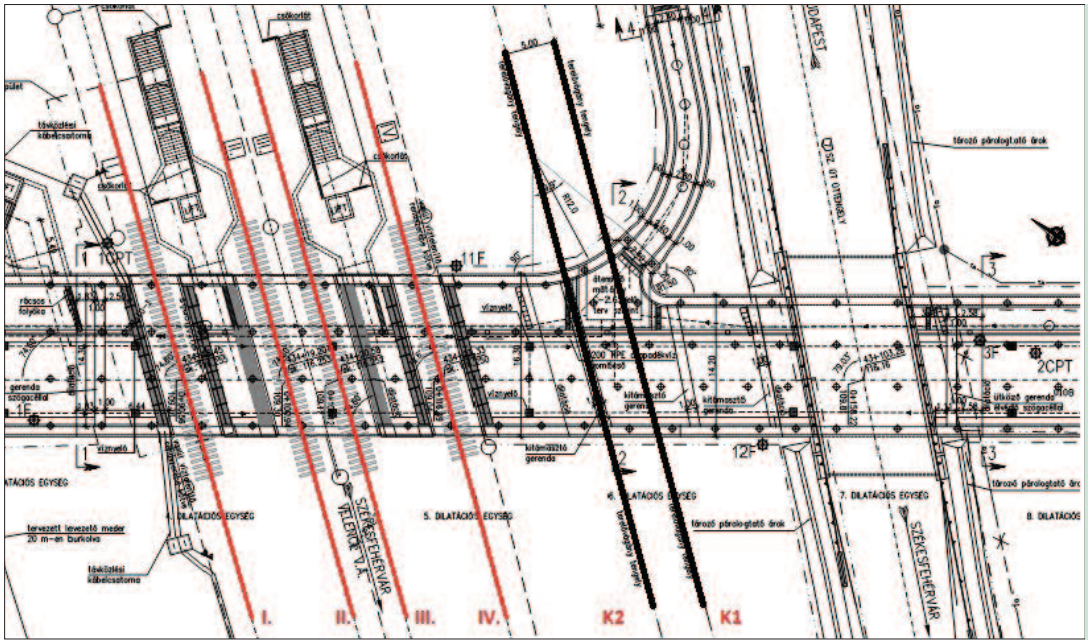
Sörös Péter
projektvezető
Közgép Zrt.
sorospeter@kozgep.hu
(30) 350-3372

Az előadás témájául választott aluljárók a Tárnok (kiz.)–Székesfehérvár (kiz.) vonalszakasz rekonstrukciója keretében épültek meg. Megvalósításukkor az egyik legfontosabb kritérium az volt, hogy – a vonal átépítéséhez kapcsolódó más munkálatokhoz hasonlóan – a forgalom fenntartása mellett kellett megoldani. Ennek a feltételnek viszont az egymástól nem egészen 3 km-re (2885 vm) megépülő két műtárgy esetén alapvetően eltérő építéstechnológiával lehetett megfelelni. Mivel műtárgyépítés szempontjából a szűken vett szakmai feladat megoldásán túl a vasúti környezetben végzett tevékenység külön kihívást jelent, ezért igen fontos volt az optimális építési mód megválasztása.

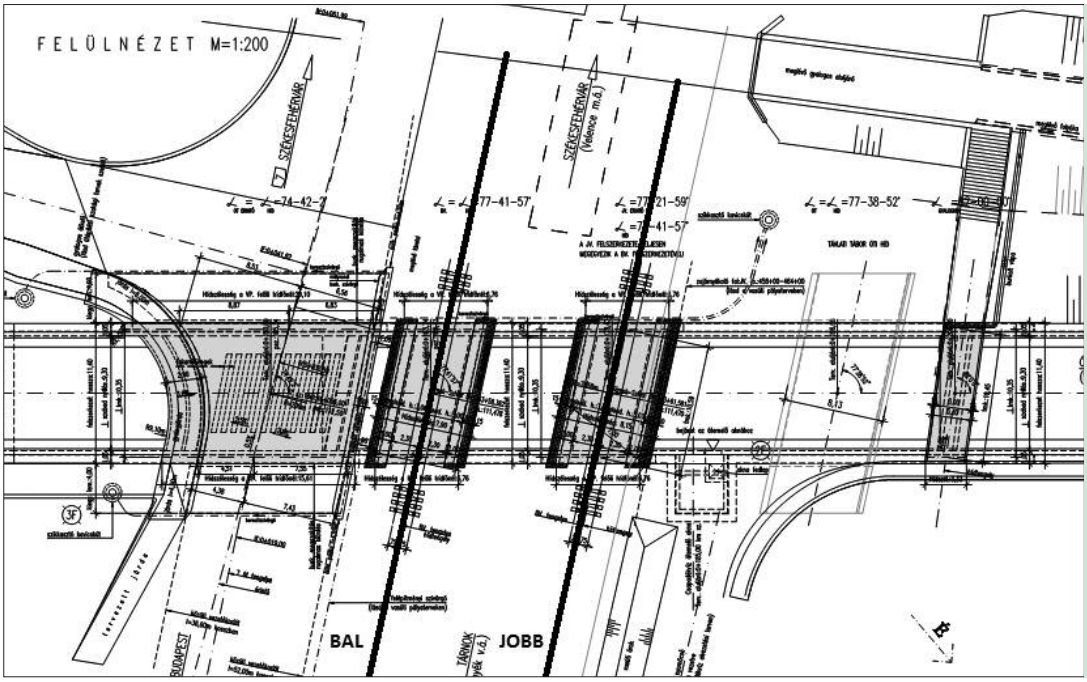
A vasúti pálya szempontjából az alapvető különbséget az jelentette, hogy Velencén két átmenő fővágány és a 7-es számú főút alatt kellett az U keretet megépíteni *(1. ábra)*, míg Kápolnásnyéken a helyi vasútállomás átépítésével egy időben négy állomási vágány és szintén a 7-es út alatt kellett hasonló kialakítású szerkezetet építeni. Velencén az egyes vágányok alatti szerkezet megépítését csak a pálya átépítésével egyidejűleg lehetett megoldani. Kápolnásnyéken az állomási vágányok átépítésével egyidejűleg a négy vágány alatt egyszerre kaptunk munkaterületet. Erre azután kerülhetett sor, hogy két terelővágányra *(K1, K2 – 2. ábra)* került át a vasúti forgalom, ami a már elkészült műtárgyrész fölött két P 30,2 /40-es provizóriumon vezetett át.

A vágányzári lehetőségek által meghatározottan Velencén lényegesen rövidebb idő állt rendelkezésre a vágányok alatti terület megépítésére. Először a bal vágány előkészítő vágányzárában, mindössze 4 nap alatt épültek meg a vasúti hídszerkezet alapjaként funkcionáló résfalak. Ezután 29 nap alatt épültek meg a jobb vágány hídszerkezetének résfalai, szerkezeti gerendái, a híd monolit vasbeton felszerkezete, amely terhelhető is lett. A bal vágány szerkezeti gerendái, hídszerkezete 26 nap alatt készült el a korábban már megépült résfalakra. A vasúti pálya ráépítése és a forgalom ráterelése után a vasúti műtárgy további szerkezeti elemei „milánói módszerrel" készültek. A műtárgy megvalósítását a vasúti szerkezetek elkészülte után az engedélyezési és közműkiváltási nehézségek lassították. Ha a tisztán kivitelezésre fordított időt vesszük, akkor a megvalósításhoz 17 hónap kellett. Az építéstechnológiának köszönhetően csak 59 napra volt szükség a vasúti hídszerkezetek megépítésére. Ezután már a vasúti forgalom akadályozása nélkül valósult meg a műtárgy fennmaradó részeinek megépítése.

Kápolnásnyéken a már említett provizóriumokra terelt vasúti forgalom mellett el-



1. ábra
Velencei aluljáró



2. ábra
Kápolnásnyéki aluljáró

készült a négy vágány alatt a résfalas munkagödör-határolás, mindössze 5500 m³ föld kiemelése, az U keret teljes vasbeton szerkezetének, a két egyvágányú és a kétvágányú tartóbetétes vasbeton hidaknak a megépítése is. A hidak próbaterhelését és a forgalomba helyezést megelőző hídvizsgálat elvégzése – összesen 115 nap vágányzári idő – után megtörtént a forgalom végleges rendbe terelése. A vágányzári időbe természetesen bele kellett kalkulálni a hidakhoz csatlakozó és a hidakra épülő pálya megépítésének időszükségletét is. Ennél a műtárgynál igen szoros együttműködést igényelt a vasúti pályaépítővel a próbaterhelések összehangolása. Az állomásátépítés fázisainak megfelelően a statikus és dinamikus próbaterhelések a három hídszerkezeten összesen öt ütemben valósulhattak meg. A közúti aluljáró és a csatlakozó úthálózat kiépítésének várható teljes időszükséglete szintén 17 hónap, amiből a vasúti forgalom szűk négy hónapig zajlott ideiglenes körülmények között.

Megállapíthatjuk, hogy megfelelően megválasztott technológiával sikerült alkalmazkodni az adott vágányzári keretekhez. Az ismertetetteken kívül további gyorsítási lehetőség a különböző előre gyártott szerkezetek beépítése. Ezek alkalmazásával a monolit vasbeton szerkezetek szükségszerű kötési ideje sem akadályozza az előrehaladást.

Összefoglalás

A Tárnok–Székesfehérvár Vasúti Rekonstrukciós Projekt megvalósítása során a pályarekonstrukcióval párhuzamosan épülő új és felújított régi műtárgyak kivitelezésekor nagy hangsúly helyeződik a vágányzári körülményeknek való megfelelésre. Ez a feladat minden munkaterületen egyedi szervezési és technológiai megoldások alkalmazására készteti a kivitelezőt, ami gyakran a szerkezetépítés szempontjait is felülírja. Esetünkben mindezen körülményeknek első osztályú munka elvégzésével tudtunk megfelelni. A vasúti forgalmat a társkivitelezőkkel együttműködve, a vágányzári ütemtervek pontos betartásával sikerült az elkészült szerkezetekre terelni. Az alkalmazott technológiák vágányonként közel azonos időszükségletűek voltak, amit igény szerint szerkezeti elemek előregyártásával lehet tovább csökkenteni.

Sörös Péter okleveles építőmérnök 2005-ben diplomázott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, majd mérnök-asszisztensként dolgozott a Via-Pontis Kft.-nél a dunaújvárosi Pentele híd építésén. 2007-től a Mahíd 2000 Zrt. alkalmazottjaként megbízott építésvezető a Dunaújvárosi Élményfürdő és Gyógyászat szerkezetépítésén, valamint az M7-es autópálya S70 jelű völgyhídján. Jelenlegi munkahelyén, a Közgép Építő és Fémszerkezetgyártó Zrt.-nél az M6–M60-as autópálya hídépítésén 2008 őszétől építésvezető volt, majd 2010 nyarától projektvezető a Tárnok–Székesfehérvár vasútvonal rekonstrukciós munkálatain.
Műszaki ellenőr és felelős műszaki vezető jogosultsága van út- és hídépítési szakterületen.

Summary

The underpasses selected as the subject of the presentation were constructed in the frame of reconstruction of Tárnok (excluded) – Székesfehérvár (excluded) line section. One of the most important criteria at their realization was – similarly to other works connected to the reconstruction of the line – that it had to be solved along with keeping the traffic. But in the case of the two engineering structures constructed in a distance of almost 3 km (2885 m) it was only possible to comply with this condition by basically different constructional technologies. Since from engineering constructional point of view beyond the solution of the tightly explained professional task the activity executed in railway environment meant an extra challenge therefore the selection of the constructional method was very important.

Nemzetközi kutatások és hazai alkalmazásuk

Dr. Orbán Zoltán*
okl. építőmérnök
hídszakértő mérnök
MÁV Zrt. Pécsi Területi Központ
✉ orbanz@mavrt.hu
☎ (20) 931-9120

A MÁV Zrt. jelenleg több, mérnöki létesítményekkel kapcsolatos nemzetközi kutatásban vesz részt partnerként vagy vezetőként. Ezekről adunk rövid összefoglalót, és beszámolunk néhány olyan hazai fejlesztésről és gyakorlati alkalmazásáról, amelyek szorosan kapcsolódnak valamelyik nemzetközi kutatáshoz.
A mérnöki létesítményeken kívüli nemzetközi munkáról a következő számunkban Daczi László írását olvashatják *(– a szerk.)*.

Mainline nemzetközi kutatási projekt

A projekt az Európai Unió 7. számú keretprogramjának részeként indult 2011-ben. A projekt eredeti címe: Maintenance, renewal and improvement of rail transport infrastructure to reduce economic and environmental impacts. Magyarul: A vasúti infrastruktúra fenntartása, megújítása és teljesítményének javítása a gazdasági és környezeti hatások csökkentése érdekében. A projekt egyik előtanulmányából kiderül, hogy az európai vasúti hálózat jelenleg 230 000 km hosszúságú, és mintegy 1500 Mrd euró értékű vagyoneszköz tartozik hozzá. A mérnöki létesítmények jelentős része igen koros, például az európai hídállomány 35%-a 100 év feletti. A földművek és alagutak esetenként még ennél is öregebbek. A projekt egyik gazdasági hatástanulmánya szerint, amennyiben a hozzávetőleg 500 000 európai hídszerkezet 2%-ának élettartamát 10 évvel sikerül a projekt eredményeként meghosszabbítani, az mintegy 1,5 Mrd euró költségmegtakarítást eredményezhet.

A projektvezető szervezete és kezdeményezője a Nemzetközi Vasútegylet (UIC), a MÁV meghívott partnerként és munkacsoport-vezetőként vesz részt a munkában. A munkacsoport 19 tagú, öt vasúttársaság (Network Rail, DB, MÁV, TCDD, Trafikverket) és számos kutatóintézet, egyetem, cég és nemzetközi szervezet képviselője alkotja.

A Mainline projekt fő célkitűzései között szerepel:

- A meglévő infrastruktúra-állomány állapotának és várható (gazdaságos) élettartamának meghatározása:
  - Módszerek fejlesztése a teherbíró képesség értékelésére
  - A romlási folyamatok elemzése, modellezése a várható élettartam megállapítása céljából
  - Diagnosztikai, monitoringeljárások hatékonyságának elemzése és új módszerek kidolgozása
  - Kockázatelemzési módszerek fejlesztése
  - Új gazdálkodási módszerek megalkotása a teljes élettartamra vonatkozó környezeti és gazdasági hatások vizsgálatára
- A meglévő infrastruktúra-állomány élettartamának meghosszabbítása:
  - Karbantartási, felújítási, megerősítési, átépítési módszerek fejlesztése és hosszú távú hatékonyságának elemzése
  - Új módszerek fejlesztése a korosodó infrastruktúra-állomány élettartamának meghosszabbítására
  - A beavatkozások környezeti és gazdasági hatásainak elemzése a teljes élettartamra vonatkozóan

A projekt alapvetően az egymással összefüggő munkacsomagokra épül. Ezek a következők:

1. Új technológiák a korosodó infrastruktúra élettartamának meghosszabbítására
2. Károsodási modellek szerkezettípusonként a várható élettartam és ehhez tartozó költségek meghatározására
3. Elavult infrastruktúra átépítése – új építési módszerek és logisztika
4. Monitoring és vizsgálati módszerek
5. Teljes élettartamra vonatkozó környezeti és gazdasági vagyoneszköz-kezelés
6. Eredmények közzététele, oktatás
7. Projektmenedzsment
8. Tudományos és műszaki koordinálás

A kutatás során kiemelt jelentőséget tulajdonítanak olyan új szerkezetmegerősítő eljárások hatékonyságának vizsgálatára, amelyek a hidak élettartamának meghosszabbítására irányulnak (például a kompozit anyagokkal való megerősítés).

A MÁV hivatalosan a 2., 4., és 6. munkacsoportok munkájában vesz részt. A munkacsomagok részletesebb ismertetését az előadás tartalmazza.

UIC Boltozott Hidak Projekt

A MÁV kezdeményezésére és vezetésével 2011-ben indult, várható befejezése 2014 őszére tehető. A projekt teljes címe: Boltozott hidak teherbírásának és állapotának értékelése és várható élettartamának megállapítása. A részt vevő vasúttársaságok: MÁV, NR, ADIF, ÖBB, SNCF, IR, Infrabel, SBB, ZSR. Kutatóintézetek: University of West of England, University of Sheffield, Salford University, University College Dublin, INES Madrid.

A projekt fő célkitűzései:

- Boltozott hidak károsodási folyamatainak vizsgálata, modellezése
- Módszer fejlesztése a „biztonságos” használati teherszint megállapítására

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon vagy a Sínek Világa 2009. évi Különszámában.

- Módszerek fejlesztése a várható élettartam megállapítására és növelésére
- UIC Döntvény megalkotása

A munka során kiemelt figyelmet szentelünk a hidak romlási folyamatainak elemzésére, az egyes károsodások hatásainak modellezésére, a hidak teherbírására és használhatóságára.

Speciális vizsgálatok kidolgozása folyik, például az akusztikus emisszió elvén alapuló módszeré.

A várható élettartam növelésére irányuló megerősítési és felújítási módszerek hatékonyságát elemezzük a vasúttársaságok tapasztalatai, illetve a projekt során elvégzett mérések alapján.

Hazai fejlesztések, alkalmazások

Acélhíd sérült szerkezeti elemének megerősítése szénszálas szövettel

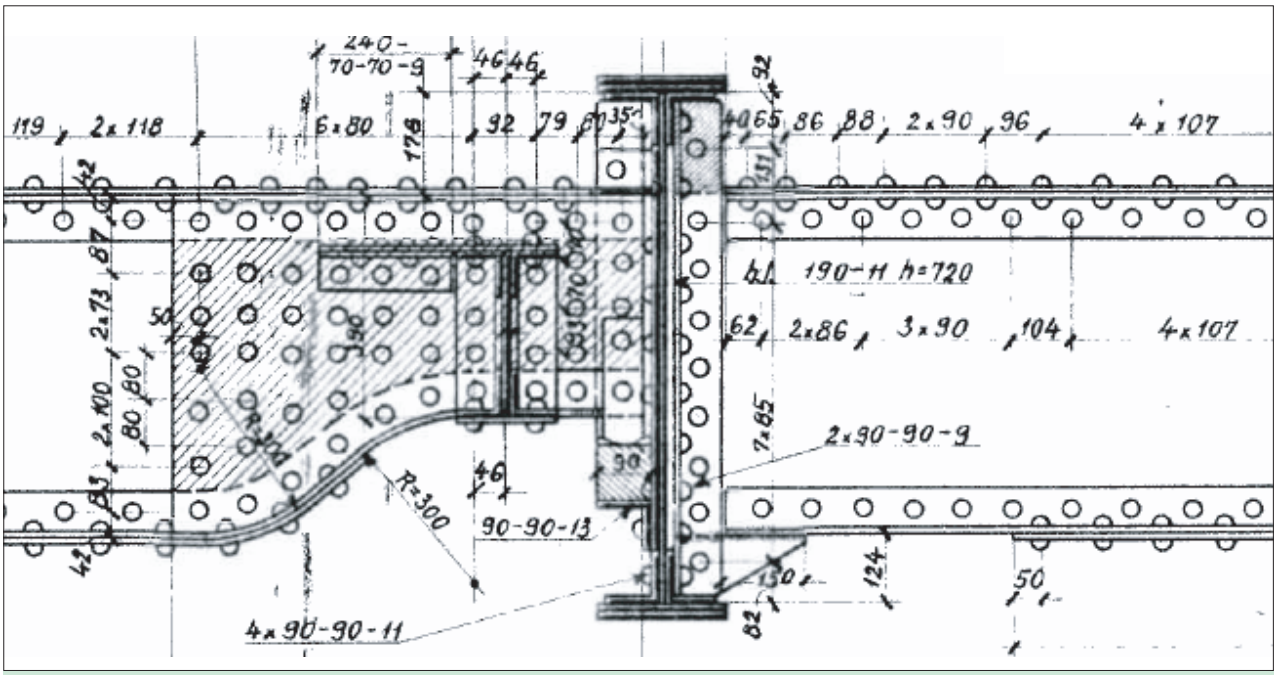
Az alábbi esettanulmányban egy acélhíd sérült szerkezeti elemének ideiglenes megerősítését és az ehhez kapcsolódó monitoringvizsgálatokat mutatjuk be.

Az acélhíd közbenső hossztartó megszakításánál lévő alátámasztó szögacélon fáradási repedés keletkezett *(1. ábra)*. A károsodás észlelését követően azonnali intézkedésként sebességkorlátozást és fokozott felügyeletet vezettünk be. A károsodás növekedésének nyomon követése céljából műszeres vizsgálatokat alkalmaztunk a MÁV KFV Kft. részvételével.

2. ábra. Az alátámasztó íves szögacélon keletkezett repedés

A vizsgálatok alapján a repedés megnyílása 1,0–1,5 mm közötti tartományban, míg az alátámasztó elem lehajlása 1,2–2,0 mm közötti tartományban volt attól függően, hogy személy-, illetve tehervonat haladt-e át a hídon. Az egymást követő mérések eredményeinek összehasonlítása a repedésmegnyílás és az elmozdulás progresszív növekedésére utalt, így lépéseket tettünk a sérült elem megerősítésére. A megerősítés több rétegből álló SikaWrap szénszálas szövettel történt, melyet laboratóriumi körülmények között készítettek elő a megfelelő mérettel és alakkal. Ennek felhelyezését technológiai

3. ábra. A szénszálas erősítő elem felhelyezése a sérült elemre



1. ábra. A hossztartó-megszakítás szerkezeti részlete

4. ábra. Előre gyártott terhelosztó lemez elemek beépítése

sebességkorlátozás mellett végeztük el *(2. ábra)*.

A megerősítést követő vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a beavatkozás hatására a repedésmegnyílás lényegében megszűnt, az alakváltozások, elmozdulások is jelentősen csökkentek. Megemlítjük még azt is, hogy a beavatkozásra extrém körülmények között (alacsony hőmérséklet, szűk munkatér, rövid idő, folyamatos forgalom) mellett került sor.

Boltozat élettartam-meghosszabbítása előre gyártott terhelosztó lemezzel

Régi, meglévő boltozott vasúti hidak állapotromlásának és teherviselési képességük romlásának leglényegesebb kiváltó oka a dinamikus és koncentrált jellegű hatásokból származó túlterhelések, illetve a nem megfelelő szigetelés miatti átázás és az ennek hatására, az építőanyagokban bekövetkező erózió (kifagyás, mállás, kimosódás stb.). Az említett károsító hatások miatt a szerkezeten repedések keletkezhetnek, és a teherviselő szerkezeti anyagok szilárdsága is csökkenhet. Vizsgálatok szerint a boltozott vasúti hidak teherbírása nagymértékben függ a koncentrált jellegű kerékteher eloszlásának mértékétől, a szerkezeti anyagok nyomószilárdságától, valamint a teherviselésbe „bevonható" ún. dolgozó szerkezet szélességétől. Ez utóbbi nagymértékben függ a meglévő szerkezeti repedés képétől, tágasságától, hosszától és elhelyezkedésétől.

A hazai fejlesztésű műszaki megoldás elsődleges feladata, hogy növelje a terhelosztás mértékét, s ezzel csökkentse a szerkezetre háruló dinamikus és koncentrált jellegű hatásokat, továbbá lehetőséget adjon a teherbírás növelésére. Az előre gyártott terhelosztó vasbeton lemezek hosszirányban össze vannak feszítve, így együttdolgozásuk biztosított. A rendszer újszerűsége abban rejlik, hogy a lemezek vastagsága aszerint optimalizálható, hogy az ágyazat vastagságától, az altalaj minőségétől és a meglévő szerkezet kialakításától függően milyen mértékű terhelosztásra van szükség. További kedvező hatásként említhető a boltozat feletti szigetelés megoldása, valamint az ágyazat oldalirányú megtámasztása. A műszaki megoldás lehetővé teszi a meglévő hídszerkezet eredeti formájában történő megóvását. Egy kísérleti beépítés folyamatát mutatja be a *4. ábra.*

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a Sika Hungária Kft. munkatársainak a rétszilasi acélhíd sérült szerkezeti elemének megerősítésekor nyújtott segítségért, valamint a MÁV KFV Kft.-nek a vizsgálatok szakszerű elvégzéséért. ◂◂

Summary

The paper provides a brief summary on the ongoing international research projects related to engineering structures with the active participation of MAV Hungarian Railways. Examples are given on domestic technological developments and their field application that are in close relation with subject of the mentioned international projects.

Tűzihorganyzás a vasútépítésben

Antal Árpád
fejlesztési igazgató
NAGÉV Cink Kft.
✉ rpd.antal56@gmail.com
☎ (20) 345-9005

A vasúti hálózatok építésénél hagyományosan nagy mennyiségben használnak fel acélszerkezeteket, melyek korrózió elleni védelme folyamatosan és igen nagy költségeket emészt fel. Az ország infrastruktúra-hálózatai közül az útépítések vagy éppen a villamos távvezeték-vonalak létesítése területén évtizedek óta elterjedt és jól bevált korrózióvédelmi módszer a tűzihorganyzás. Az eljárás alkalmazása a vasútépítésben ez idáig lényegében nem nyert teret, annak ellenére sem, hogy a tűzihorgany bevonatok versenyképes áron elérhetőek, és évtizedekig karbantartásmentes védelmet nyújtanak, miközben alkalmazásuk jelentős megtakarításokkal jár.

A vasútépítés és a tűzihorganyzás ipartörténeti összefüggései

A vasútépítés elterjedése is elősegítette a tűzihorganyzás fejlődését. Míg Angliában már a XVIII. század közepén sikerült a tömegacélgyártás első modern eljárását megvalósítani, addig a kontinens belsejében, így Németföldön erre csak a XIX. század elején került sor. Európa nyugati felében e század elejétől a vas- és acéltermékek tömeggyártásának technológiai lehetőségei megteremtődtek, s ezek magukkal hozták a vasalapú gyártmányok széles körű alkalmazásának igényét, ám ez a folyamat azonnal felvetette a vas erős korróziós hajlamából fakadó kérdéseket.

A korrózió fogalma legelőször, irodalmi adatok szerint, egy korabeli útleírásban, 1667-ben jelent meg, miszerint a Jamaica szigetén levő erőd vaságyúi majdnem olyan lyukacsosra tönkrementek, mint a méhek által készített lép [1]. Maga a „corrosion” szó *J. Clanwill* egy angliai gyógyfürdőről szóló leírásában – melyben a szerző a meleg gyógyvíz ásványi anyagának az ezüsttartalmú pénzérmék felületére gyakorolt hatását írta le –, 1669-ben tűnt fel először [2].

A horgany (cink) már az ókori Kínában, Indiában és Perzsiában ismert volt, az archaikus ember kontinensünkön, a görög és római korban megolvasztott cinkérc segítségével sárgarezet állított elő [3]. A tiszta horganyfém a XVIII. századig csupán kereskedelmi áruként került Ázsiából Európába, majd 1746-ban *A. Marggrafnak* Németországban olvasztásos eljárással sikerült fémhorganyt előállítania, de Európában iparilag jelentős mennyiségben csak 1820-tól számítható az ezüstös fém gyártása [1]. A tűzihorganyzás technológiájának felfedezése 1742-höz kötődik, amikor egy francia vegyész, *P. J. Malouin* folyékony horganyba merített vastárgyakon fémbevonatot hozott létre. Viszont az eljárás ipari alkalmazására – az ásványi savakban történő oxidmentesítés (pácolás) felfedezéséig – még egy évszázadot kellett várni.

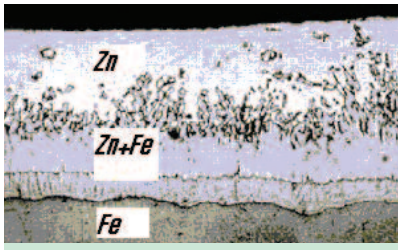
Miután Angliában 1825-ben Stockton kikötője és Darlington szénbányái között az első gőzmozdony vasútvonalat üzembe helyezték, Európa nyugati felében gyorsuló ütemben fellendült a vasútépítés. Németországban Fürth és Nürnberg között 1835-ben átadták az első német vasutat, Belgiumban 1834-ben, Franciaországban pedig 1826-ban engedélyt adtak „gőzüzemű” vasúti vonalak építésére [4]. A vasútépítések mind nagyobb mennyiségben igényelték a vasat és az acélt. A vasútvonalak létesítésénél megépített acél jelzőoszlopok, műhelyek, várócsarnokok és egyéb létesítmények korrózió elleni védelme a kor lehetőségei szerint nem volt megfelelően megoldott [2]. Ez olyan korrózióvédelmi technika megjelenését követelte meg, mely iparilag nagy tömegben és biztonságosan megvalósítható, tartós, megbízható védelmet nyújt a vas- és acélszerkezeteknek. A vas folyékony horgannyal történő bevonása Nyugat-Európában már 1742 óta ismert volt, a technológiáját 1836-ban, a pácolás felfedezésével *(S. Sorel)* tökéletesítették, így magától értetődően „kéznél” volt a jövő módszere, a tűzihorganyzás. 1840-től Németföldön és Nyugat-Európában sorra jelentek meg a kisebb bevonóüzemek, amelyekben inkább kézműves termékeket (pl. vödröket, szerszámokat) vontak be. A nagyobb, többtonnás szerkezetek kezelésének technológiáját csak a XX. század első felében sikerült kifejleszteni. Magyarországon az első tűzihorganyzó üzemet 1881-ben a Rimamurány Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaságnál Nádasdon (ma Borsodnádasd), az egykori lemezgyárban létesítették, ám a nagyméretű acélszerkezetek horganybevonattal történő védelmének lehetőségei a nagyhorganyzók megjelenésével csak a múlt század ’70-es éveiben teremtődtek meg. Napjainkban, Európában több mint 6 M t acélszerkezetet védenek tűzihorganyzással, és ezer felett van az üzemek száma. A világ évenkénti horganyfogyasztása mára meghaladja a 12 M t-t, melynek körülbelül a felét korrózióvédelmi célokra használják fel.

A fémréteg kialakulása és jellemzői

A tűzihorganyzás során a munkadarabokat megfelelő felület-előkészítésnek (zsírtalanítás, pácolás, öblítés, fluxolás, szárítás) vetik alá, majd a darabokat kb. 450 °C hőmérsékletű horganyolvadékba merítik.

Miután a szerkezetek átveszik a fémfürdő hőmérsékletét, a darabokat a tiszta fémtükrön keresztül kiemelik. A horganybevonat képződése az olvadékban kezdődik. A vas(acél) munkadarabok felületén többfázisú, intermetallikus rétegekből álló horgany-vas ötvözet réteg képződik *(1. ábra),* melyre a kiemelés során még egy tiszta horganyréteg rakódik. A folyamatok a kölcsönös termodiffúzió (a Fe-atomok a horganyolvadék felé, a Zn-atomok a vas felülete irányába vándorolnak) útján játszódnak le, és ez az anyagtranszport kb. 200 °C eléréséig számottevő mértékben zajlik. A bevonatképződés során a horganyolvadék és a vas közötti reakciók mindig a termodinamikai egyensúly irányába zajlanak, ezen a hőmérsékleten – optimális feltételek mellett – időben parabolikus függvény szerint növekszik a horganyréteg vastagsága. Az így kialakult horganybevonat egy igen vékony Fe-Zn ötvözeti réteggel kapcsolódik az alapfémhez, azzal fémes (metallurgiai) kötést képez [5].

A fenti kémiai-fizikai folyamatok eredményeként létrejött fémréteg alatt a vaskristályok horgannyal telítettek. A bevonat legalsó fázisa alig kimutatható, nagyon vékony, a vasfelületre szilárdan tapadó fázis, a Γ-fázis, e felett van a vastagabb δ1-fázis, melyen egy újabb, de vastagabb fémréteg, a ζ-fázis helyezkedik el. Ez utóbbi oszlopos, általában tűszerű Zn-Fe kristályokból áll, melyek kis része a képződés során folyamatosan beoldódik a horganyolvadékba. A fémfürdőből való kiemeléskor a legfelső ötvözet fázisra egy az olvadék kémiai összetételével megegyező összetételű tiszta horganyfázis (η) dermed. Az így kialakult fémbevonat kémiai-fizikai jellemzői a lehűlés közben kevésbé vagy jobban, de még változhatnak. E változás mértéke a munkadarab hűtési sebessége, valamint a hőmérséklet csökkenésével egyre csillapodó diffúzió intenzitásának a függvénye. Egy optimális horganybevonat kémiai összetételét és fizikai jellemzőit mutatja a *2. ábra.*



1. ábra. Tűzihorgany bevonat szerkezete mikroszkópi felvétele

Réteg	Eta (η)	Zeta (ζ)	Delta (δ1)	Gamma(Γ)
Elnevezés	Tiszta cink	Ötvözet	Paliszád	Tapadó
Kémiai összetétele	Zn	FeZn13	FeZn7	Fe5Zn21
Vastartalma (%)	0	5,8–6,2	7–12	21–28
Kristályszerkezete	hexagonális	monoklin	hexagonális	köbös
Vastagsága (µm)*	8–12	7–20	30–40	1–2
Tulajdonságok	puha	kemény, rideg	kemény, rideg	erősen tapadó
* Megfelel egy kb. 60 µm vastag bevonat elméleti értékeinek.				

2. ábra. Intermetallikus fázisok tulajdonságai

A *2. ábrából* látható, hogy a legfelső, a tiszta horgany-fázis (η) az alapfémhez képest, de különösen a közvetlenül alatta levő intermetallikus vegyületfázisokhoz viszonyítva jóval puhább, ezért kitűnő az ütésállósága. A horganyolvadékkal szemben nagyobb reakcióképességet mutató acélok esetében vastagabb, matt szürke és tisztán Zn-Fe ötvözetből álló bevonatok alakulhatnak ki, ez elsősorban a hagyományos szerkezeti acélokban levő szilícium (Si) és foszfor (P) mennyiségétől függ. Erre vonatkozóan az EN ISO 14713-2 és EN ISO 10025 szabvány is ad útmutatásokat. Az ötvözet fázisok keménysége (és kopásállósága) – az intermetallikus fémvegyületekre jellemzően igen nagy – meghaladja még az acélalap keménységét is.

A bevonat vasalapra tapadása többszöröse a legjobb technológiával kivitelezett festékbevonatokénak, ami annak köszönhető, hogy a fémréteg és a hordozó között metallurgiai kötés van. Ez különösen nagy előnyt jelent az acélszerkezetek szállításánál és szerelésénél.

Védelem évtizedeken át

A horganybevonatok rendeltetése a vas(acél) korrózió hatásaival szembeni védelme. Itt megjegyezzük, hogy az utóbbi 20-30 évben jelentősen felértékelődött a megjelenés, valamint gazdaságosság (optimális vastagság) szerepe. Az elmúlt évtizedekben a világ számos országában végeztek korróziós, ún. kitéti vizsgálatokat annak megállapítására, hogy különböző klimatikus viszonyok között milyen a horgany (Zn) korróziós ellenállása, azaz fogyása (korróziós ráta). Ezek alapján rendelkezésre állnak azok a nemzetközi tapasztalatok, melyek táblázatokba, grafikonokba foglalják a horgannyak egy-egy korrozivitási kategóriában (környezeti igénybevételnél) várható korróziós fogyását. Ezeket az adatokat időről időre felülvizsgálják, ha kell, módosítják.

Az EN ISO 14713-1:2009 szabvány 7. pontjában tárgyalja a horgany korrózióját különféle közegekben (levegő, talaj, víz). A bevonatok klasszikus és legelterjedtebb alkalmazási területe az atmoszferikus igénybevétel, ezért a továbbiakban kizárólag ezzel foglalkozunk. A korróziós veszteség légköri igénybevételnél, egy adott időtartam alatt, alapvetően függ a levegő hőmérsékletétől, nedvességtartalmától (eső, pára, kondenzáció), a kéndioxid és klorid jelenlététől és mértékétől, valamint a horganyréteg felületi szennyezettségétől (pl. porlerakódás). A korrózió sebességére vonatkozó általános információkat az ISO 9224 szabvány tartalmazza. Általánosságban elmondható, hogy a horganybevonat korróziós fogyása az idő függvényében lineáris modellben ábrázolható, azaz az adott klímában egyenletes fogyással számolhatunk, amennyiben nem következnek be az adott alkalmazási helyen egyéb járulékos hatások. Az EN ISO 14713-1 szabvány *1. táblázata* mutatja, hogy a különféle klimatikus viszonyok között (korróziós kategóriák) mekkorák azok a korróziós veszteségek, amelyekkel az egyes igénybevétel-típusok mellett számolni lehet *(3. ábra).*

Ezeknek az adatoknak a felhasználásával az EN ISO 14713-1:2009 szabvány közread egy táblázatot, amely lehetőséget nyújt a megfelelő típusú horganybevonat egyszerű kiválasztásához *(4. ábra).*

A „horganyzás" szó többféle technológiai eljárást is jelenthet, az ezek során nyert bevonatok vastagsága, így korróziós képessége jelentősen eltérhet egymástól. Mivel az acélszerkezetek tűzihorganyzásánál előállított bevonatok a legvastagabbak, ebből adódóan az élettartamuk is a leghosszabb. Ez azt jelenti, hogy egy közepes igénybevételt képviselő korróziós kategóriában (C3), például 85 µm horganyréteg-vastagságnál, a korróziós fogyás szélső értékeinél minimum 67 és legalább 100 év maximális védelmi idő-

Korrozivitási kategóriák (korróziós fogyás – µm/év)	**Beltér***	**Kültér***
C1 $r_{korr} \leq 0,1$	Fűtött, száraz, jelentéktelen légszennyeződéssel	Száraz, hideg, csekély szennyeződés és nedvesség
C2 $0,1 < r_{korr} \leq 0,7$	Nem fűtött, ingadozó relatív légnedvesség és hőmérséklet, csekély légszennyezéssel	Mérsékelt klíma, csekély légszennyezés ($SO_2 < 5$ µg/m³). Száraz vagy hideg klíma
C3 $0,7 < r_{korr} \leq 2$	Alkalomszerű kondenzáció, mérsékelt légszennyezéssel	Mérsékelt klíma, közepes légszennyezés (SO_2: 5 µg/m³–30 µg/m³) vagy csekély kloridterheléssel.
C4 $2 < r_{korr} \leq 4$	Gyakori csapadék kondenzáció, magasabb légszennyezéssel	Mérsékelt klíma, magasabb légszennyezés (SO_2: 30 µg/m³–90 µg/m³) vagy jelentős kloridterhelés
C5 $4 < r_{korr} \leq 8$	Nagyon gyakori kondenzáció és/vagy magasabb légszennyezéssel	Mérsékelt és szubtrópusi klíma, nagyon magas légszennyezéssel (SO_2: 90 µg/m³–250 µg/m³) vagy különösen erős kloridterheléssel
CX $8 < r_{korr} \leq 25$	Folyamatos csapadék kondenzáció, magas légszennyezéssel	Szubtrópusi, trópusi klíma, nagyon magas légszennyezés (SO_2>250 µg/m³), erős technológiai légszennyezés és/vagy nagy kloridszennyezéssel

* Csak kivonat, informatív jelleggel. A teljes és a szükséges tudnivaló információk az EN ISO 14713-1:2009 szabványban találhatók!

3. ábra. A cink korróziós veszteségei különböző korrozivitási kategóriákban (EN ISO 14713:2009)

Eljárás	A bevonat szabványa	Minimális bevonatvastagság (µm)	Kiválasztott korrozivitási kategóriák (ISO 9223), legrövidebb/leghosszabb tartósság (évek) és tartósági osztályok							
			C3		**C4**		**C5**		**CX**	
Tűzihorganyzás (darabáru horg.)	EN ISO 1461	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H
		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
Szalaghorganyzás	EN 10346	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL
		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	M	2/5	L
Csőhorganyzás	EN 10240	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
Sherardizálás	EN 13811	15	7/21	H	4/7	M	2/4	L	1/2	VL
		30	14/43	VH	7/14	H	4/7	M	2/4	VL
		45	21/65	VH	11/25	H	6/11	M	3/6	L
Lemezhorganyzás (galvanikus)	EN 2081	5	2/7	L	1/2	VL	1/1	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	M	1/3	VL
Mechanikus plattírozás	ISO 12683	8	4/11	M	2/4	L	1/2	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	L	0/3	VL

Jelmagyarázat: VL: nagyon rövid (<2 év), L: rövid (2–5 év), M: közepes (5–10 év), H: hosszú (10–20 év), VH: nagyon hosszú (> 20 év)

4. ábra. A cink korróziós veszteségei különböző korrozivitási kategóriákban (EN ISO 14713:2009)

tartam várható (VH). Az MSZ EN ISO 1461:2010 szabvány tartalmazza a tűzihorgany bevonatokra előírt minimális bevonatvastagságokat *(5. ábra)*.

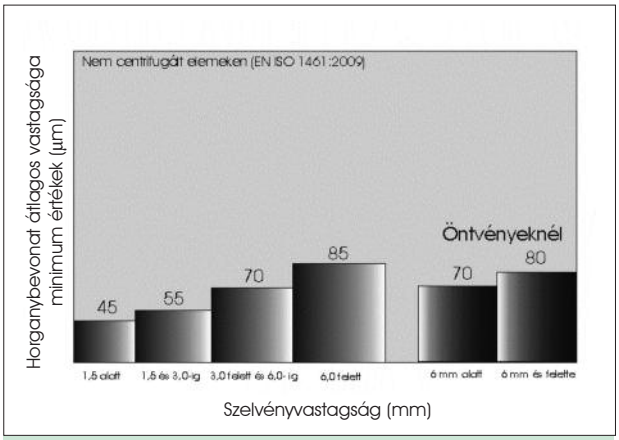
Eszerint például egy 3–6 mm vastagságú acélszerkezet esetén a megkövetelt átlagos minimális horganybevonat-vastagság 70 µm (505 g/m²). Ezt figyelembe véve az adott tűzihorganyzott acélszerkezetnél C3 korróziós kategóriában 35/100 év legrövidebb és leghosszabb horganybevonat-élettartammal lehet számolni, ami igen jelentős védelmi időszakot jelez.

A fentiekhez további információként megjegyezzük, hogy a tűzihorganyzási gyakorlatban a legtöbb esetben a ténylegesen mért horganybevonat-vastagságok jóval meghaladják a szabványban rögzített minimális értékeket *(6. ábra)*.

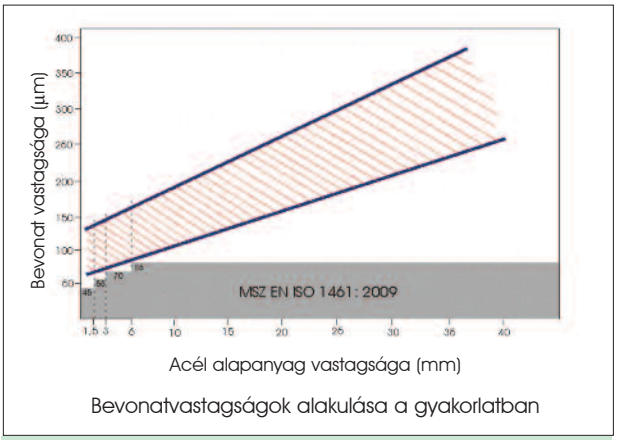
Egy adott helyszínre telepítendő acélszerkezet esetében a helyi mikroklímát külön értékelni kell, ami a fentieken túlmenően még befolyásolhatja a korróziós veszteségek mértékét (pl. helyi pontforrás okozta légszennyezés). Ezt szükség szerint helyi mérésekkel lehet megállapítani. Az előzőekben elmondottakat együttesen kezelve kell a horganybevonat várható élettartamát meghatározni. Tapasztalataink szerint a legtöbb esetben elegendő az MSZ EN ISO 1461:2010 szabvány szerinti előírások alkalmazása, az ebben meghatározott értékek nagy biztonsággal megfelelőek az acélszerkezetek tartós védelméhez. Extrém helyi korróziós igénybevételeknél (C4-CX) duplex bevonatok alkalmazását javasoljuk.

Milyen korróziós veszteségekkel lehet számolni?

Egy Németországban 1998-ban kiadott tanulmány [6] szerint 1993 és 1995 között megvizsgálták az ország területén a korróziót leginkább befolyásoló klimatikus tényezőket. Megmérték és elemezték a csapadék, páralecsapódás, kén-dioxid (SO_2) és klorid (Cl-) szennyezés stb. mértékét. Ezek döntően befolyásolják a légköri korrózió sebességét. Kitéti vizsgálatok segítségével elemezték egyes fémek (cink, alumínium, réz, bronz, nikkel stb.) korróziós fogyását. Az adatokból megállapítható volt, hogy a keletnémet terület erősen iparosodott déli szektorában volt a legerőteljesebb a korrozív hatás, ahol a horgany korróziós vesztesége átlagosan és évente 8–9,1 g/m² (1,1–1,3 µm/év) értéket ért el. Eközben a korszerűbb tech-



5. ábra. Tűzihorgany bevonatok előírt vastagsági értékei (EN ISO 1461:2009)



6. ábra. Horganybevonatok vastagsági értékei a gyakorlatban

Korróziós kategória	C1	C2	C3	C4	C5
Közepes korróziós ráta (µm/év)	0,5	1	1,5	2	2,5
Közepes bevonat élettartam (év), 85 µm vastag horganybevonat esetén	170	85	57	43	34
Közepes bevonat élettartam (év), 70 µm vastag horganybevonat esetén	140	70	47	35	28

7. ábra. A cink várható élettartama különféle korrozivitási kategóriákban

nológiát alkalmazó, de sok-sok iparvállalattal „terhelt" nyugati országrészben (Ruhr-vidék) évente 6–8 g/m² (0,8–1,1 µm/év) fogyás volt a jellemző érték, míg Bajorországban 2,8–6 g/m² (0,4–0,7 µm/év) volt a horgany korróziós rátája. Egyebek mellett megállapították, hogy az ország területének 95%-a C2 vagy C3 korróziós kategóriába esik, azaz az átlagos éves horganyfogyás az ország területére vetítve nem több, mint 1 µm/év.

Az ugyancsak fejlett iparú Nagy-Britanniában – Németországhoz hasonlóan – már évtizedek óta rendszeresen végeznek kitéti vizsgálatokat. Az ország területén a horgany korróziós veszteségei 1986 és 2000 között 75%-kal estek vissza. Ennek tendenciája szoros összefüggést mutat az ipari létesítmények kén-dioxid-kibocsátásának csökkenésével. Ez a folyamat egyébként szinte egész Nyugat-Európára jellemző. Nagy-Britannia területe lényegében a nagy kloridterhelésnek kitett, zömmel északi tengerparti zónák kivételével jellemzően C2 és C3 korróziós kategóriába esik [7], [8], így a tűzihorganyzott acélszerkezetek itt is több évtizedes védelmi képességekkel rendelkeznek *(7. ábra)*.

Magyarországon sajnos nem állnak rendelkezésre ilyen átfogó korróziós kataszterek, ám ismerve klimatikus és ipari adottságainkat – a helyi hatásoktól eltekintve (pl. légszennyező pontforrások környezete) –, feltételezhetően hazánkban sem haladja meg a fenti országokban mért adatokat a horgany korróziós fogyásának mértéke. A hazai szakemberek átlagosan C1-C2, helyenként legfeljebb C3 korróziós kategóriákba sorolhatnák az ország területét. Tehát a horgany korróziójának mértéke átlagosan 0,1–1 µm, a szennyezettebb területeken 2 µm/év között lehet. Ezeket az értékeket természetesen a helyi hatások módosíthatják.

Karbantartásmentes védelem évtizedeken át

Az előzőekben bemutattuk, hogy milyen korrozív hatások várhatók, és mely feltételeket javasoljuk figyelembe venni a tűzihorgany bevonatok tervezésénél, érzékeltettük a védőrétegek várható élettartamát. A technológia alkalmazásával több évtizedes védelmet érhetünk el anélkül, hogy a bevonat karbantartásáról gondoskodni kellene. A vasútépítéseknél – a nagyon komoly tőkét igénylő beruházások miatt – mindig is hosszú távú gondolkodásra, tartós megoldásokra volt és van szükség. Napjainkban a hazánkban zajló átszervezések, vonalfelújítások, villamosítás, pályaudvarok esetleges rekonstrukciói mindmind lehetőséget teremtenek a tűzihorganyzott acélszerkezetek beépítésére.

Amennyiben ezt a korrózióvédelmi eljárást használjuk, elmaradnak a festés ciklikusan ismétlődő felújításai, továbbá nem csúfítják el erősen rozsdásodó építmények pályaudvarainkat, hídjainkat és egyéb létesítményeinket *(8. ábra)*.

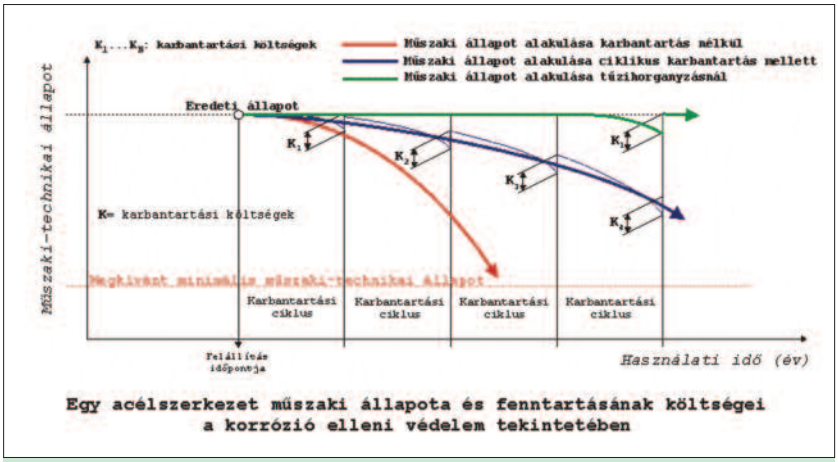
Az elmúlt években többször lehetett hallani a karbantartással foglalkozó szakemberektől, hogy pénzhiány miatt a kívánatoshoz képest nő a felújító festések ciklusideje. Ezek az egymást jó esetben 10-12 évenként követő javítási ciklusok igen költségesek. A felmerülő kiadásokat nemcsak az új bevonat felhordásának költségei, hanem az azt megelőző alapos felülettisztítás költségei is növelik. Nem is beszélve az általában helyszíni kivitelezés okozta megbízhatósági kérdésekről. Tűzihorganyzás választása esetén viszont csak több tíz év elteltével válhat szükségessé a bevonat felújítása (újrahorganyzás, duplex védelem).

Annak ellenére, hogy a tűzihorganyzó iparág működési költségei – hasonlóan a többi technológiához – tendenciájukban emelkednek, a horganyréteggel történő bevonásnak a festéshez viszonyított díjai az elmúlt néhány évben jelentősen csökkentek. Ma már egy átlagos vastagságú acélszerkezet egy kilogrammjának vagy egy négyzetméterének bérhorganyzási díja általában nem több, mint egy jó minőségben kivitelezett kétrétegű festésé.

Jó példák a közútépítés és a villamos távvezetékvonalak acélszerkezetei

Hazánkban az elmúlt negyven évben jelentős változások mentek végbe az acélszerkezeti tűzihorganyzó iparban. Az előző század '70-es éveitől kezdve megteremtődtek a nagyméretű acélszerkezetek bevonásának technológiai lehetőségei. Az egyes gazdasági ágak azonban érdekes módon nem egyformán használták fel a tűzihorganyzás nyújtotta előnyöket. A legfontosabb infrastrukturális beruházások közül a villamos távvezetékvonalak tömeges kiépítésénél már ekkortól lényegében csak ezzel a módszerrel védett távvezetékoszlopokat szereltek fel. A folyamat ma is tart, azzal a kiegészítéssel, hogy a '90-es évektől már csak duplex eljárással (tűzihorganyzás + festés) védett oszlopokat használnak. Az itt alkalmazott acélszerkezetek zömében melegen hengerelt, nyitott (L, U) szelvényekből, melegen hengerelt acéllemezekből készülnek, melyeket csavarozott, illetve hegesztett kivitelben építenek be.

A másik példaként szolgáló építési ág, a hazai autópálya- és közútépítés e tekintetben hasonló fejlődési pályát futott be,



8. ábra. Különböző korrózióvédelmi megoldások hosszú távú költségei

9. ábra. Villamos felsővezeték-tartó oszlopok cseréje tűzihorganyzott kivitelre, Brüsszel

11. ábra. Horganyzott vasúti villamos felsővezeték-tartók Svájcban

10. ábra. Tűzihorganyzott korlátok

12. ábra. Tűzihorganyzott vasúti jelzőoszlop Ausztriában

mint a villamos távvezetékvonalak létesítése. A '70-es években kezdődött, majd az ezredforduló környékén kiteljesedett autópálya-építési munkáknál csak és kizárólag tűzihorganyzott felületű útkorlátokat, és lassan már húsz esztendeje kizárólag horganyréteggel bevont acélszerkezeteket (portálokat, táblatartókat, hídkorlátokat) használnak.

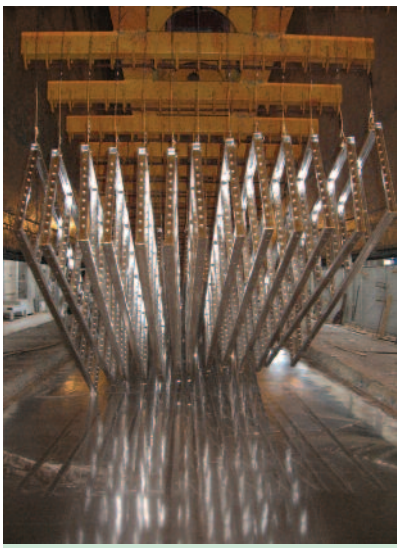
Nyilvánvalóan mindkét fontos területen kalkuláltak a horganybevonatok számos előnyével. A magyar tűzihorganyzó ipar számára a mai napig megválaszolatlan kérdés, hogy vajon a vasútépítés acélszerkezeteinél miért nem tudott máig gyökeret verni a technológia, emiatt a múltban, véleményünk szerint, indokolatlan és jelentős többletkiadások voltak és ma is vannak. Ezzel szemben – a korróziós igénybevételeket tekintve – a vasúti vonalakon, pályaudvarokon sem rosszabb a helyzet, mint az autópályákon és a közutakon. Továbbá az alkalmazott acélszerkezetek erősen hasonlítanak a villamos távvezetékoszlopoknál és transzformátorállomásoknál használtakhoz, könnyen és nagy tömegben bevonhatók horganynyal. Célunk az volt, hogy ráirányítsuk a vasútépítés és fenntartás területén dolgozó szakemberek figyelmét arra, hogy milyen előnyei vannak a tűzihorganyzás alkalmazásának a vasútépítés acélszerkezeteinél. Nagyon fontosnak tartjuk, hogy ezen a területen is – hasonlóan a villamos távvezeték- és autópálya-építésekhez – egyre inkább a hosszú távra szóló és gazdaságos megoldások kerüljenek előtérbe. Ez azt jelenti, hogy elsősorban a horganybevonatot, kivételes esetekben pedig a duplex eljárást alkalmazzák.

A fentiek jelentőségét a Lajtától nyugatra már évtizedekkel ezelőtt felismerték, és azóta is széles körben használják. Néhány példát mutatunk be következő ábráinkon *(9–12. ábrák)*.

A tűzihorganyzott acélszerkezetek tervezésénél egyszerű szabályok vannak

A horganyzásra kerülő acélszerkezetek acél alapanyagainak kiválasztásánál, konstrukciójánál és gyártásánál csupán néhány egyszerű sajátos szabályt kell betartani. Ezektől eltekintve, lényegében az acélszerkezetek gyártására vonatkozó általános irányelvek figyelembevétele szükséges. A fentiekre vonatkozóan ma már könnyen áttekinthető ismertető anyagok állnak rendelkezésre.

Az ötvözetlen vagy gyengén ötvözött acélok egyaránt tűzihorganyozhatók, viszont a tervezésüknél javasoljuk előírni a technológiához ajánlott optimális minőséget (Si és P-tartalom). Ennek oka elsősorban a még jobb gazdaságosság, ugyanis a hazai korróziós viszonyok mellett csak ritkán indokolt az EN ISO 1461 szabványban foglaltaknál vastagabb védőréteg előírása. Az ilyen, kedvezően horganyozható acélok felár nélkül kaphatóak a szakmailag felkészült acélkereskedőknél. Az ajánlott acélminőség kiválasztásával általában fényes, optimális szerkezetű és vastagságú bevonatot kapunk, ami jelentős költségmegtakarítással jár. A szerkezettervezéskor elsősorban a horganyzási technológiából származó követelményeket, így a szükséges technológiai nyílások meglétét, a horganyzókád méreteit, valamint az egyben horganyozható töme-



13. ábra. Kiemelés a horganyolvadékból

14. ábra.
A NAGÉV Cink Kft.

15. ábra.
A tűzihorganyzó komplexum madártávlatból

get kell – mint a technológia szempontjából specifikus előírásokat – figyelembe venni. Az acélszerkezetek készítésénél is lényegében az általános acélszerkezet-gyártási szabályok érvényesek, néhány, a felülettisztaságra vonatkozó horganyzási követelménytől eltekintve. A fenti előírások egyszerű formában beszerezhetőek a NAGÉV Cink Kft.-nél.

Antal Árpád 1978–2001-ig a Dunaferr acélszerkezet és másodtermékgyártása, valamint a tűzihorganyzás területein különböző vezetői beosztásokban dolgozott, majd 2001-től önálló tanácsadó mérnöki tevékenységet folytatott. 1996 és 2012 között a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége alapító elnöke. Több hazai egyetem és főiskola rendszeresen meghívott vendégelőadója. Címzetes egyetemi docens, több mint száz – elsősorban tűzihorganyzással foglalkozó – publikáció, szakmai kiadvány szerzője, szakkönyvek társszerzője, a Magyar Mérnöki Kamara tagja, korróziós szakértő. 2008-tól a NAGÉV Cink Kft. fejlesztési igazgatója és a Magyar Tűzihorganyzók Szövetségének titkára, szakmai bizottságának tagja.

Tűzihorganyzás csúcstechnikával a NAGÉV Cink Kft.-nél

A NAGÉV tűzihorganyzó csoport legújabb vállalatánál 2011 májusában helyezték üzembe az ország legnagyobb térfogatú tűzihorganyzó kádját (119,4 m^3). Az üzem az egyetlen ilyen hazai bevonómű, amely számítógép-vezérlésű, automatikus anyagtovábbító technológiával van ellátva. Valamennyi berendezése megfelel a jelenlegi legjobb technikák (BAT: Best Available Techniques) legmagasabb szintű előírásainak. A Budapesttől 30 km-re, az M5-ös autópálya mellett, Ócsa város ipari területén fekvő üzemben akár 15,5 m hosszú, 3 m mély és 1,8 m széles befoglaló méretű acélszerkezetek is bevonhatók, legfeljebb 8 t/db tömegben. Ezek a nagy méretek már alkalmasak a vasútnál használt legtöbb kiegészítő acélszerkezet (pl. tartók, oszlopok, korlátok stb.) bevonására.

Az üzem egy különleges fémolvadékot, ún. technigalva ötvözetet használ, mely nikkel fém hozzáadásával tovább javítja a horgany korróziós képességeit, valamint a termékek minőségét és gazdaságosságát.

A NAGÉV Cink Kft. az ország legkorszerűbb és meghatározó horganyzója, technológiája és működése a ma elvárható minősítések mellett megfelel a Német Acélszerkezeti Bizottság (Deutscher Ausschuss für Stahlbau) által kiadott DAST Richtlinie 022 előírásainak. Az acélszerkezetek horganybevonatait szigorúan szabályozott üzemi körülmények között hozzák létre, így az elkészített termékek többszöri ellenőrzés után, minősítve és szakszerűen csomagolva kerülnek a megrendelőkhöz.

Az üzemben az acélszerkezeti tűzihorganyzók között egyedülállóan, közvetlenül a bevonás után ún. passziválásnak is alá lehet vetni a termékeket, s ez 6-12 hónapra még a horganynak is átmeneti védelmet nyújt a légkör korróziós hatásaival szemben. A passziválás során a még meleg horganyfelületre 2-3 μm vastag transzparens akrilátréteg kerül, mely akár többhetes tengeri szállítást is lehetővé tesz úgy, hogy a bevonat nem károsodik. Ez a vékony védőfilm az ún. fehérrozsdásodás ellen védi a friss horganyréteget.

A NAGÉV Cink Kft. piacra lépésével jelentősen javult a tűzihorganyzás versenyképessége, nemzetközi versenyárakat

Summary

The article presents the most important advantages of application of hot-dip galvanizing, with special regard to the corrosion properties of the zinc. Besides the long-term protection against corrosion the beneficial input costs of hot-dip galvanizing has a great role, especially the relatively significant decline in prices compared to painting, experienced during the last few years. The coats are produced under controlled operating conditions, which provide great reliability to the users. NAGÉV Cink Ltd is a leading company in the Hungarian hot-dip galvanizing industry with the hot-dip galvanizing basin of the largest volume in the country, its equipment with cutting-edge technology provides new possibilities to protect the steel structures applied for railway construction, significantly reduce the maintenance costs.

alkalmazva aktívan támogatja az acélszerkezet-gyártó vállalatokat az európai és hazai piaci versenyben.

Összefoglalás

A cikk bemutatja a tűzihorganyzás alkalmazásának legfontosabb előnyeit, különös tekintettel a horgany (cink) korróziós tulajdonságaira. A hosszú távú korrózió elleni védelem mellett nagy szerepe van a tűzihorganyzás kedvező bekerülési költségeinek, különösen az elmúlt néhány évben tapasztalható, a festéshez viszonyított relatíve jelentős árcsökkenésének. A bevonatokat szabályozott üzemi körülmények között hozzák létre, ami nagy megbízhatóságot nyújt a felhasználók számára. A NAGÉV Cink Kft. – az országban a legnagyobb térfogatú horganyzókáddal – a magyar tűzihorganyzó ipar vezető vállalata, csúcstechnológiájú berendezéseivel új lehetőséget kínál a vasútépítésnél alkalmazott acélszerkezetek védelméhez, a fenntartási költségek jelentős csökkentéséhez.

Irodalomjegyzék

[1] P. Maaß, P. Peißker: Handbuch Feuerverzinken. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, 2008.

[2] P. Gröger: Feuerverzinkung, Beratung Feuerverzinken. Düsseldorf, 1993.

[3] Dr. Hencsei P.: A cink szerepe a korrózióvédelemben. Tűzihorganyzás, 2002/1., Nagév Kft., Hajdúböszörmény, 2002.

[4] Ujhelyi G.: Kossuth Lajos vasutja. Harminc év (1877–1907). A Budapest jubileumi Albuma, Budapest folyóirat kiadóhivatala, Budapest, 1907.

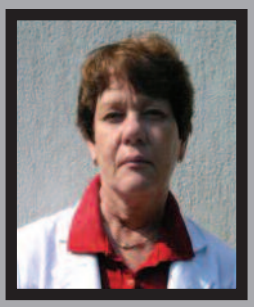
[5] Dr. Török T., Becze L.: Vas-cink ötvözetfázisok (intermetallikus vegyületek) a tűzihorganyzott acélszerkezetek felületén. Tűzihorganyzás, 2003/3., Nagév Kft., Hajdúböszörmény, 2003.

[6] F. Anshlem, T. Gauger; R. Köble: Kartierung von Toleranzgrenzwerten der Wirkung von Luftverunreinigungen auf materialen in Deutschland. Universität Stuttgart; Stuttgart, 1998.

[7] The Engineers & Architects' Guide: Hot Dip Galvanizing. Galvanizers Association, London.

[8] D. Baron: Neues Korrosions-Kataster in Großbritannien. Feuerverzinken, 2001/2, Institut Feuerverzinken, Düsseldorf, 2001.

Dr. Pintérné Agárdi Veronika (1952–2012)



A Hídosztály kiváló mérnökétől, *dr. Pintérné Agárdi Veronikától* búcsúzunk. Szakmai életútja nem csak a MÁV-hoz kötődött. 1976-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karának szerkezetépítő szakán, majd ugyanitt 1984-ben geotechnikai szakmérnöki diplomát szerzett. 1976–1986-ig Szolnokon és Debrecenben dolgozott statikus tervezőként és tervellenőrként. A MÁV-nál a pályafutását 1984-ben kezdte, először tervezőként, majd a Vezérigazgatóság Hídosztályán vonalbiztos, később területi főmérnöki beosztásban dolgozott. Széles körű ismereteit több területen sikeresen alkalmazta. Az osztályon a vasbeton szerkezetek, alapozások témafelelőse volt. Ehhez a munkakörhöz kapcsolódóan több rendelet, irányelv és oktatási jegyzet fűződik a nevéhez. Tudását önzetlenül, jó pedagógiai érzékkel és magas színvonalon adta át a MÁV Tisztképző, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézete hallgatóinak. Mindemellett jó feleség és két fiúgyermek édesanyja volt. Nyelvtudása és szakmai ismerete alapján 1992-től tíz éven keresztül az UIC és ERRI vasúti nemzetközi szervezetekben képviselte a MÁV-ot. Ennek során több tudományos munka témafelelőse, irányítója volt. Munkáját a nemzetközi életben jól ismert szaktekintélyek is elismerték és támogatták. A kutatások eredményeiről konferenciákon és a Sínek Világa hasábjain is beszámolt. Közben folyamatosan tanult, és műszaki ellenőri jogosultságot szerzett a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézet vasúti műszaki ellenőri képzésén. Területi főmérnöki beosztásában számtalan jelentős vasúti híd terveit hagyta jóvá, majd építését irányította. Ezek közül a legfontosabbak: a zebegényi és szobi völgyhidak átépítése, Székesfehérvár mellett a Gaja patak híd, Budapesten a Nádorkerti és Szerémi úti, valamint a Könyves Kálmán körúti hidak, Érden a háromcsuklós híd helyén épült keresztezési műtárgy építése. A rengeteg munka, az ezzel járó sok utazás megtörte az egészségét. Talán a szakmai bizonyítási vágy, az új kihívásoknak való megfelelés kényszere miatt, rövid időre megvált a MÁV-tól. Hatósági munkakört látott el a Közlekedési Főfelügyeleten, majd a 4-es metró építkezésén az Eurometro Mérnöki Irodáján a nagy állomások terveinek felülvizsgálatát végezte 2010-ig. Kapcsolata azonban ekkor sem szakadt meg régi munkahelyével és volt kollégáival, szakmai találkozások és konzultációk jellemezték ezt az időszakot. A metróépítési feladatok megszűnése után, alépítményi feladatok szakértőjeként visszatért a MÁV Zrt. állományába. Már beteg volt, amikor részt vett a D.11. sz. Utasítás kidolgozásában, melyről a 2011. évi Pályafenntartási Konferencián, Békéscsabán előadást tartott, majd részletes cikkben ismertette azt folyóiratunkban. Munkatársai visszaemlékezése alapján ezer szál kötötte Őt hozzájuk és a Hídosztályhoz, amit szavakkal kifejezni nem lehet.

Egészségi állapotának romlása miatt tavaly év végével nyugállományba vonult, de a nyugdíjas életnek nem sokáig örülhetett, mert 2012. április 26-án végleg eltávozott szerettei és munkatársai köréből.

Az a tudás és ismeret, amit ránk hagyott, sokáig élteti emlékét. Kitartása és szorgalma méltó példa lehet a mai nemzedéknek.

Polimer kompozitok a közlekedésépítésben

Lőkös László PhD*
ügyvezető igazgató
MÁV-Thermit Kft.
laszlo.lokos@mav-thermit.hu
(23) 521-451, (20) 942-9706

A MÁV-Thermit Kft. 1995-ös megalakulása óta részt vesz a MÁV pályahálózatának fenntartásában, tevékenységével nagyban segíti a pályahálózat műszaki állapotának megtartását és folyamatos javítását. Az elmúlt években olyan új, kevéssé ismert anyagok jelentek meg a vasúti pályákban is, amelyeket más közlekedési ágazatok (autóipar, légi közlekedés, hajózás) már régebben alkalmaznak. A MÁV-Thermit Kft. az eddigi konferenciákon mindig új megoldásokat tudott ismertetni. Szeretnénk ezt az irányt követve a polimer kompozit anyagok fajtáit, felhasználási területeit és újdonságainkat bemutatni, valamint a konferencián elhangzottakból új ötleteket meríteni.

A polimerek fogalma

A nagy molekulatömegű, ismétlődő egységekből álló anyagot makromolekulának, polimernek nevezzük.

Polimer = poly (sok), meros (rész).

A polimer ismétlődő építőeleme a monomeregység.

A polimerek csoportosítása

Felépítésük alapján:
- homopolimer (azonos monomerekből épül fel)
- kopolimer (két- vagy többfajta monomerből épül fel)

Szerkezetük alapján:
- láncmolekula (fonalmolekula)
- elágazásos fonalmolekula
- térhálós polimer

Eredetük alapján:
- természetes
- mesterséges alapú

Kompozitok

A kompozit bármilyen anyag lehet, amely legalább két anyagféleséget tartalmaz.

A cél, hogy olyan anyagot kapjunk, amely összesíti a részt vevő anyagok kedvező tulajdonságait.

A modern kompozitok általában kétkomponensűek: szál és mátrix. A szál legtöbbször üveg, de néha kevlár, karbonszál vagy polietilén. A mátrix általában hőre keményedő (thermoset) vagy hőre lágyuló anyag.

A szál be van ágyazva a mátrixba, ezáltal erősíti a mátrixot. A szálerősítésű kompozitok előnye, hogy erősek és könnyűek. Gyakran erősebbek, mint az acél, de lényegesen könnyebbek annál.

A kompozit mátrix anyagai

- *Hőre lágyuló:* PVC, poliamid, polietilén (PE), polipropilén (PP)
  Feldolgozásuk képlékeny alakítással (sajtolás, fröccsöntés, extrudálás) történik.
  Tartós, könnyű, környezetbarát és kémiailag stabil.
- *Hőre nem lágyuló (térhálós):* epoxi, poliészter, melamin, fenol, furán
  Feldolgozásuk visszafordíthatatlan kémiai reakcióval történik.
  Térhálósodás után hővel már nem, csak forgácsolással alakítható.
  Jó hőálló és kitűnő mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, hátrányuk, hogy az újrahasznosításuk bonyolultabb.

A kompozit szálak anyagai

- *Üvegszál*
  Előnyei: olcsó, nagy mennyiségben rendelkezésre áll, UV stabil, vegyszerálló, elektromosan jól szigetel.
  Hátrányai: erős koptató hatás, viszonylag nagy sűrűség, törékeny, alacsony a rugalmassági modulusa.
- *Szénszál*
  Előnyei: alacsony sűrűség, magas szilárdsági értékek, magas rugalmassági modulus, alacsony hőtágulási együttható.
  Hátrányai: ridegebb szerkezet, magas ár.
- *Aramidszál:*
  Előnyei: alacsony sűrűség, magas szilárdsági értékek, jó dinamikai tulajdonságok, hajlékony, lángálló.
  Hátrányai: gyenge ellenállás a környezeti hatásokkal szemben (UV, nedvesség), alacsony nyomószilárdság.

A polimer kompozit előnyei

Ellenálló képesség korrózióval és agresszív közeggel szemben, ezáltal:
- A szerkezetek karbantartási munkáihoz szükséges munkaerő-ráfordítás (festés, javítás, elemek cseréje) csökken.
- Környezeti károsítás csökken.
- A félkész termékek raktározási költsége csökken.

Könnyű súlyú szerkezetek
- Díszített és esztétikus szerkezetek fejlesztését teszi lehetővé.
- Szállítási költségek csökkennek.
- Beépítési költségek csökkennek.

Lehetőségek az anyag tulajdonságainak tervezésére
- Olyan szerkezetek tervezése, melyek hagyományos anyagokkal (fém, beton, fa) nem valósíthatók meg.

A polimer kompozitokat először 1940-ben fejlesztették ki, katonai és repülési

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon vagy a Sínek Világa 2011/6. számában.

célokra. Az évente gyártott összes polimer termék körülbelül 30%-át az építőiparban és az építészetben használják, alkalmazásuk évről évre exponenciálisan nő. Az utóbbi időben a polimer kompozitok alkalmazása a hídtervezésben is megkezdődött (hidak javítása, kábelek lehorganyzása, szerkezeti erősítés és önálló elemek).

A szálerősítésű műanyagok számos más alkalmazásban is megjelennek, például a nyomócsövek, üzemanyag-tartályhajók, vasúti és közúti járművek alkatrészei, sport- és luxusalkalmazások, építészeti elemek, tetőszerkezetek stb.

A MÁV-Thermit Kft. a modern polimer kompozit termékek egész sorát forgalmazza.

Polimer kompozitok gyártási eljárásai

- *Prepreggyártás*
  Impregnált anyagok gyártása polimer gyantákkal félkész termékekként (prepreg termékek), melyek alapanyagul szolgálnak a formaöntéshez vagy autokláv sajtoló alakításhoz.
- *Nyomóformázás*
  A prepreg alapanyagból termék formázása egy zárt, kétoldalú formaszekrényben magas nyomással és magas hőmérsékleten (polimer kompozit hevederek).
- *Fröccsöntés*
  Talán az egyik legismertebb és legegyszerűbb eljárás. Termék formázása hőre lágyuló anyagból (termoplasztik) – szokás szerint granulátumból – öntéssel, zárt formába, majd hűtéssel a keményedésig.
- *Száraz impregnálás zárt formában*
  Polimer gyantainjektálással kompozit termékek gyártása a polimer gyanta nyomásával vagy vákuummal a kétoldalú forma üregébe, előretöltve száraz száltöltéssel (hajótestek).
- *Húzva sajtolás (pultrudálás)*
  Folyamatos húzás az állandó keresztmetszetű profilon keresztül erősített üvegszál hozzáadásával, impregnált gyantával egy fűtött fémsajtolón keresztül (profilelemek).
- *Kézi rétegelés*
  Kompozit anyagok formázása, ahol a megerősített szövetet és gyantát formába fektetik, és a szerkezetet rétegenként egymásra építik (Green Track, Green Bridge).
- *Vákuumos infúzió*
  Vákuumos infúzió az a folyamat, amikor a munkaterületre helyezett formát a vákuumfólia segítségével légtelenítik, és a nyomáskülönbség hatására megfigyelhető, ahogy a gyanta behatol és benedvesíti az anyagot. Összehasonlítva a kézi laminálással, a vákuumos infúzió segítségével magasabb megerősítési arány érhető el, az alacsonyabb pórustartalom miatt. További előnye a káros komponensek mennyiségének redukálása (pl.: szterol) a munkafolyamatban.
  A vákuumos infúzió előnyei:
  – Minimális eszközigény – a fő eszköz egy vákuumpumpa.
  – Minimális energiafelhasználás és abszolút biztonságos munkafolyamat.
  – Jelentős költség- és termékárcsökkentés, összehasonlítva a kézi (előimpregnált) technológiákkal.
  – Lehetőség többszörösen integrált termékek készítésére egy munkafázisban.
  – Nincs geometriai vagy méretbeli megkötés a termékekre.
  – A szilárdanyag-tartalom több mint 60% (kevesebb gyanta, több hasznos üvegszál/egyéb kompozit).
  – Porozitás nem kevesebb mint 1%.

A MÁV-Thermit Kft. polimer kompozit termékei

Szigetelt kötések

Annak ellenére, hogy a nagysebességű pályákban a biztosítóberendezések működéséhez már új megoldásokat használnak, a szigetelt kötéseknek továbbra is fontos szerepük van a vasutak üzemeltetésében. A MÁV-Thermit Kft. több szigetelt kötésnek a magyarországi rendszergazdája, így cégünkhöz kötődik az MTH-S, MTH-P és MTH-AP kötések hazai bevezetése *(1. ábra)*.

Ezek mindegyike előszigetelt heveder, amelyek a pályában a helyszínen vannak felszerelve vagy beragasztva. Nevünkhöz fűződött a korábbi magyar polimer kompozit heveder forgalmazása is. Sajnos a magyar gyártó csődje miatt megszűnt a belföldi ellátás, ezért a világpiacról kellett helyettesítő terméket találni. Így jutottunk az orosz Apatech céghez, amelynek termékei a vasútépítő piacon egyre elismertebbek és árban is kifejezetten kedvezőek. Előzetes tesztvizsgálatok és próbák után a MÁV-Thermit és az Apatech kizárólagos képviseleti szerződést kötött az Apatech-hevederek és egyéb kompozit termékek forgalmazására. A teszteredmények azt mutatták, hogy az új polimer kompozit hevederek messze meghaladják a korábban alkalmazottak valamennyi paraméterét. A hevederek rendkívül nagy szilárdságúak, teljes mértékben szigetelőek, és jók az alaktartási tulajdonságaik is. A cseh VUZ nemzetközi minősítő intézet EK tanúsítása után a MÁV is kiadta az alkalmazási engedélyt.

Az MTH-AP szigetelt hevederek 100 km/h sebességnél is alkalmazhatóak, így akár a fővonalakon bekövetkező meghibásodásoknál is beépíthetőek. További kísérleteket folytatunk a polimer kompozit hevederek hézagnélküli pályában ragasztott szigetelt illesztésként történő beépítésére is, reményeink szerint a következő konferencián már ez ügyben is további sikerekről számolhatunk be.

Green Track környezetvédelmi gyűjtőtálca- és csurgalékelvezető rendszer

A Green Track rendszerrel a vasúti vágányzónában összefüggő és vegyszerálló burkolatot lehet kialakítani az elcsurgó anyagok összegyűjtésére és elvezetésére *(2. ábra)*. A tálca olyan kialakítású, hogy bármelyik felépítményi rendszerhez alkalmas annak átalakítása nélkül, geometriai

1. ábra. MTH-AP polimer kompozit heveder

2. ábra.
Green Track

kötöttségek nélkül építhető egyenes és íves pályaszakaszokon is. A Green Track gyűjtőtálca létesítésével megoldódik a környezet terhelésének és szennyezésének csökkentése, károsodásának megelőzése úgy, hogy a vasúti felépítményi szerkezeti elemek is védelmet kapnak, nem károsodnak. A tálca felülete csúszásmentes, és mivel lépésálló, a kiszolgáló személyzet közlekedésére alkalmas. A MÁV-Thermit 2010 óta forgalmazza a terméket, és az elmúlt évben megszerezte az ÉME engedélyt.

Green Bridge járólemez, hídlépcsőelemek és kerékpártoló csatorna

A Green Bridge rendszerrel a vasúti acélhidakon zaj- és rezgéscsökkentő járófelületet és lépcsőzetet lehet kialakítani. E rendszer beépíthető acél-, fa- és vasbeton szerkezetekre egyaránt *(3. ábra)*. A rögzítési módszer mindegyik változathoz kidolgozott. A Green Bridge rendszer létesítésének nincs környezetkárosító hatása, alkalmazásával a környezet zaj- és rezgésterhelése jelentősen csökken.

A Green Bridge rendszer valamennyi eleme polimer kompozitból készül. Magában hordozza az üvegszál-erősítésű műanyagok minden pozitív tulajdonságát:

- kis tömeg,
- megfelelő merevség és teherbírás,
- UV álló,
- ellenáll a sók, lúgok és savak korróziós hatásának,
- anyagában színezett,
- színtartó,
- csúszásmentes felületű,
- fenntartási és karbantartási igénye minimális.

A Green Bridge rendszer további eleme a polimer kompozitból készült kerékpártoló csatorna a kerékpárok lépcsőkön való könnyű és biztonságos áttolásához. Ugyanilyen elemekből készülhet babakocsitoló vagy böröndhúzó rámpa is.

3. ábra. Green Bridge járólemez

Polimer kompozit gyalogoshíd-szerkezetek

Az elmúlt években Nyugat-Európában és Oroszországban számos gyalogos-felüljáró épült polimer kompozit szerkezetből *(4., 5. ábra)*. A hidak között ugyanúgy megtalálhatók az úgynevezett öszvérhidak (polimer kompozit lépcsők, járófelületek és korlátok vasbeton vagy acél szerkezeti elemekkel), mint a teljes szerkezetükben polimer kompozit hidak. Ezek között vannak nagy fesztávolságú és széles hidak is. A polimer kompozit hidak nagy előnye a hídszerkezetek üzemi körülmények közötti vákuumos infúziós gyártási technológiája, a könnyű szerkezetek egyszerű és olcsó szállítása, a beépítés gyorsasága és az alkalmazott gépi technológia egyszerűsége.

Néhány számadat:

- Árcsökkenés a szerelési költségek megtakarítása okán ötszörös, szerelésiidő-megtakarítás tízszeres.
- A hagyományos szerkezetekből kialakított hidak tömege 1 m^2-re kb. 650 kg, polimer kompozitból 40 kg, ennek megfelelően a hídalapozás szükséglete is kisebb.
- Az összes építési költségnél a polimer kompozit anyagok ára ugyan magasabb, de a teljes építési költség legalább 10%-kal csökkenthető.

4. ábra.
Polimer
kompozit híd 1

5. ábra.
Polimer
kompozit híd 2

6. ábra. MTH-AP árokelem

7. ábra. MTH-AP kábelcsatorna

Summary

MÁV-Thermit Ltd since its establishment (1995) has been taking part in the maintenance of MÁV Co's railway network, and helps in a great extent the keeping and continuous improvement of the technical state of the track network. During the passed years such new and less known materials appeared also in the railway tracks which have been applied long since in other transport sectors (car industry, air transport, shipping).
In the conferences till now MÁV-Thermit Ltd was always successful in presenting new solutions. Following this direction we would like to present the new types of the polymer composite materials, their field of usage and their innovations, and to get new ideas from the items of the conference.

- A polimer kompozit hidak életciklus költsége a hagyományos szerkezetekhez képest lényegesen alacsonyabb.

MTH-AP polimer kompozit vízelvezető árokrendszer

A közlekedésépítés és a településrendezés nélkülözhetetlen elemei a csapadékvíz-elvezető rendszerek. Magyarország domborzati viszonyai miatt jelentős hosszakban kell burkolt csapadékvíz-elvezető árokrendszereket kiépíteni. A MÁV-Thermit Kft. egy, hazánkban egyedülálló műszaki megoldást vezetett be az MTH-AP polimer kompozit árokelemcsalád rendszerbe állításával a csapadékvizek elvezetésére *(6. ábra)*.

Az árokelemek többféle keresztmetszeti méretben készülnek, közülük a várható vízhozam ismeretében a legoptimálisabb méretű kiválasztható, szükség szerint fedlappal lezárva is beépíthető. Az íves szakaszokat – minden keresztmetszeti méretben – előre gyártott íves elemek beépítésével kell kialakítani.

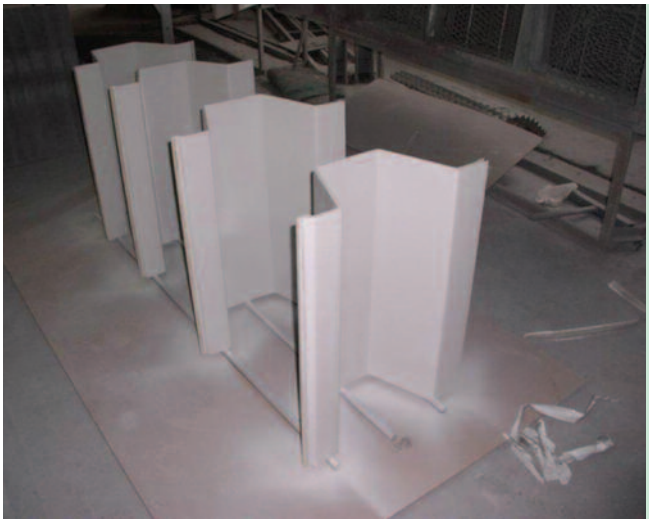
Alacsony a telepítési költsége. A beépítés kézzel történik, nincs szükség speciális munkagépekre.

A beépítéskor egyszerűen méretre vágható, illetve szükség esetén könnyen lyuk vágható rajta kábel vagy más csatornák átvezetéséhez.

A termék a 2007-es Polimer kompozit világkiállításon nagydíjat kapott. A MÁV-Thermit a rendszert bevizsgáltatta, és 2010-ben EK tanúsítást szerzett.

MTH-AP polimer kompozit kábelcsatorna

A magyarországi vasúthálózat mentén különféle biztosítóberendezési és távközlési kábelek és egyéb vonal menti szerelvények épülnek. A hazai gyakorlatban az előre gyártott vasbeton csatornaelemek használata terjedt el. A MÁV-Thermit Kft. a hazai piacon újszerű megoldást kínál a kábelépítést tervező és kivitelező vállalkozások és a vasúttársaságok számára a különféle méretű MTH-AP polimer kompozit kábelcsatorna-elemek hazai bevezetésével *(7. ábra)*. A polimer kompozit anyagú kábelcsatornák alkalmazhatók vasútállomásokon, illetve vasúti műtárgyakon a különböző elektromos és biztosítóberendezési kábelek biztonságos átvezetésére. A csatornák elhelyezhetők a talajban vagy a felszínen is. A MÁV-Thermit a rendszert bevizsgáltatta, és 2010-ben szintén EK tanúsítást szerzett.



8. ábra. Szádfal

Polimer kompozit szádfalak

Ennek hazai bevezetése további feladataink között szerepel *(8. ábra)*.

Az alkalmazás előnyei:

- Egyszerű beépítés kézzel vagy standard vibrálóval
- Alacsony fenntartási költség
- Nincs korrózió
- Ellenálló agresszív környezetben
- Élettartam 75 év

További polimer kompozit termékek

A cég a fentieken kívül más polimer kompozit termékek forgalmazásával is foglalkozik: például peronelemek, zajvédő falak, partvédelmi létesítmények, felsővezeték-szigetelők, létrák, áramvezető síntartó szerkezetek metróvonalakon.

Remélem, hogy e rövid összefoglaló azoknak az érdeklődését is felkeltette, akik kevésbé ismerték a MÁV-Thermit Kft. tevékenységét. További információk a www.mav-thermit.hu honlapon.

Minden, amit a sínről tudni kell!

Sínek kötő- és javító hegesztése
Szigetelt illesztések kialakítása
Síncsiszolás, sínmarás
Ágyazatragasztás
Kitérőalkatrészek javítása
Sínkenők, váltógörgők szerelése
Fa- és vasbeton aljak furatainak javítása
Polimer kompozit termékek
Green Track mosó és lefejtő tálcák,
Green Bridge híd járólemezek,
vízelvezető árkok,
kábelcsatornák, hídlépcsők
beépítése és értékesítése

MÁV-THERMIT Hegesztő Kft.

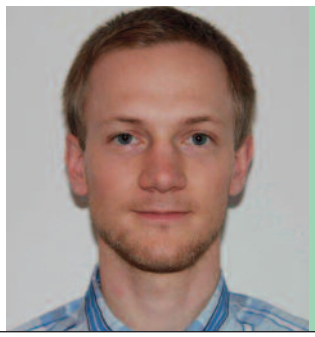
A Goldschmidt-Thermit-csoport tagja
H-2030 Érd, Tolmács u. 18.
Tel.: +36/23/521-450, fax: +36/23/521-460
E-mail: mth@mav-thermit.hu
www.mav-thermit.hu

A vasúti pálya űrszelvénymérése

Az űrszelvénymérés technológiája – a vasút többi területéhez hasonlóan – jelentős fejlődésen ment keresztül az utóbbi 10-15 évben. A vasútvállalatoknak a gazdaságos működés és a szolgáltatási színvonal biztosítása érdekében egyre kevésbé van lehetőségük a forgalom korlátozására, ezért azok a diagnosztikai módszerek számítanak előnyösnek, melyek lehetővé teszik a pályasebességgel történő mérést. Fontos még a pontosság és a naprakész nyilvántartás, ezek szintén meghatározzák az adott technológia alkalmasságát. Az alábbiakban a hazánkban alkalmazott űrszelvénymérési módszerek rövid történeti áttekintését követően a MÁV Központi Felépítményvizsgáló (KFV) Kft. űrszelvénymérő rendszerét mutatjuk be.

Béli János*
ügyvezető igazgató
MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.
✉ mavkfv@mavkfv.hu
☎ (1) 347-4010

Puskás Bence Zsolt
fejlesztőmérnök
MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.
✉ zbpuskas@mavkfv.hu
puskasb7@mailbox.hu

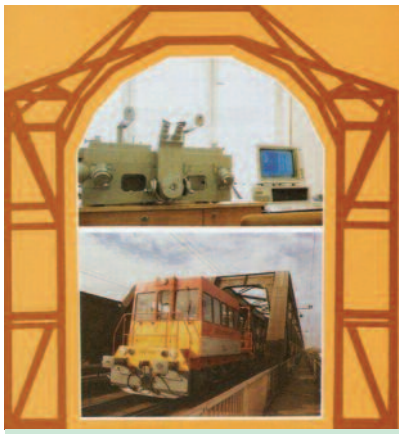


Szalai Csaba
okleveles infrastruktúra-építőmérnök
MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.
✉ csszalai@mavkfv.hu
☎ (30) 327-5299

A hazai űrszelvénymérés történeti áttekintése

A MÁV-nál a gépi űrszelvénymérési technológia megjelenése előtt az űrszelvénybe érő akadályokat vagy egy adott profilú vágányon gördíthető mérőkerethez képest állapították meg, vagy közvetlen távolságmérési módszert alkalmaztak.

1986-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Fotogrammetria Tanszéke a MÁV megrendelésére kifejlesztett egy fotogrammetriai elven működő gépi mérőrendszert, melyet 1989-ben teszteltek, üzemszerű működése pedig 1990-ben kezdődött meg. A felvevőrendszert és a referenciapontokat a pályafenntartásban használt univerzális darus járművön (UDJ-n) helyezték el, és FMK–005-ös pályaszámmal futott. Az *1. ábrán* látható mérőkocsi a kritikus keresztmetszeteknél állt meg, és két fényképet készített. A negatívok előhívása után – az ismert helyzetű referenciapontok segítségével – a térbeli kép alapján lehetett megállapítani az akadályok helyzetét. A mérés hátránya egyrészt az volt, hogy csak álló helyzetben lehetett felvételeket készíteni, ami a nagyobb forgalmú vonalakon komoly nehézséget okozott, másrészt nem teljesítette az űrszelvény átlójában elvárt 10 mm-es pontossági követelményt.



1. ábra. Az FMK–005-ös mérőkocsi

Néhány év múlva, 1995-ben a mérőkocsi használata abbamaradt, így a MÁV visszatért a már említett manuális módszerekhez, melyeket azóta is alkalmaz.

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. egy új űrszelvénymérő és kiértékelő rendszert helyez üzembe 2012 tavaszán. A rendszer a bevezetőben említetteken kívül – a műszaki specifikációban megfogalmazottak értelmében – többféle követelménynek is megfelel. Alkalmas egy megadott mérési tartományon (a vágánytengelytől ±3 és a sínkoronaszinttől 7 m-en) belül a mérési sebességtől függően adott vastagságú akadályok (jelzők, oszlopok, alagutak, hídszerkezetek, peronok, perontetők, egyéb műtárgyak, növényzet stb.) felismerésére. Az új technológia „gépi” és „kézi” mérés esetén is működtethető. A „gépi” mérés a MÁV KFV Kft. Plasser & Theurer EM 120 típusú (FMK–004) mérőkocsijával történik *(2. ábra),* míg a „kézi” mérés elvégzésére egy vágányon tolható – mintegy 80 kg tömegű – készü-

* A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2010/2. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

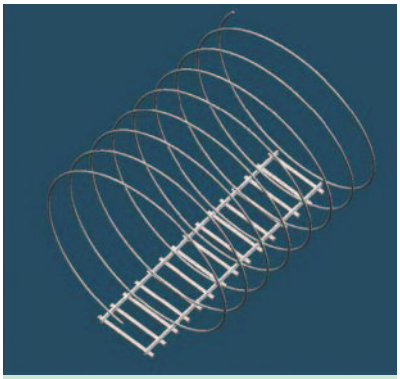
2. ábra.
A MÁV KFV Kft. FMK–004-es pályaszámú mérőkocsija

3. ábra.
A kézi űrszelvénymérő készülék

lék szolgál *(3. ábra)*. A kézi eszköz használható normál-, széles, illetve keskeny nyomtávú pályákon, valamint nagyon hasznos az állomási mellékvágányok felmérésére is.

A mérőrendszer elemei és a mérés elve

A mérőrendszer alapvető eleme a teleméter (távmérő) – ennek része a forgólézer – mely az FMK–004-es mérőkocsiról a vágányon tolható kézi készülékre könnyen átszerelhető. A rendszer a lézeres távolságmérés elve alapján működik: a forgó lézerforrás fénysugarakat bocsát ki, melyek a célobjektumokról visszaverődnek. Ezeket a teleméter érzékeli, és a visszaverődés idejéből megállapítja azok vágánytengelytől mért távolságát, továbbá a sínkoronaszinttől értelmezett magasságát. A lézer 100 Hz-es, vagyis másodpercenként 100 fordulatot tesz. A gépi mérés maximális sebessége 100 km/h. Menet közben a lézer minden szelvényben egy pontot érzékel, ezért a mérési adatok spirálszerűen keletkeznek *(4. ábra)*. Ez azt jelenti, hogy amíg a lézer egyszer körbefordul, a mérőkocsi a sebességtől függően megtesz egy bizonyos hosszúságú utat. 100 km/h sebesség esetén ez az úthossz 278 mm, így az ilyen vagy ennél vastagabb akadályok érzékelhetők. Az ennél keskenyebb akadályok (pl. jelzők) felméréséhez sebességcsökkentésre van szükség, amit a rendszer automatikusan jelez a mozdonyvezetőnek. A műszer koordináta-rendszerének kezdőpontja a bal és jobb oldali sínszál sínkoronaszintjeit összekötő tengely (X), valamint a vágánytengely (Y) metszéspontja.

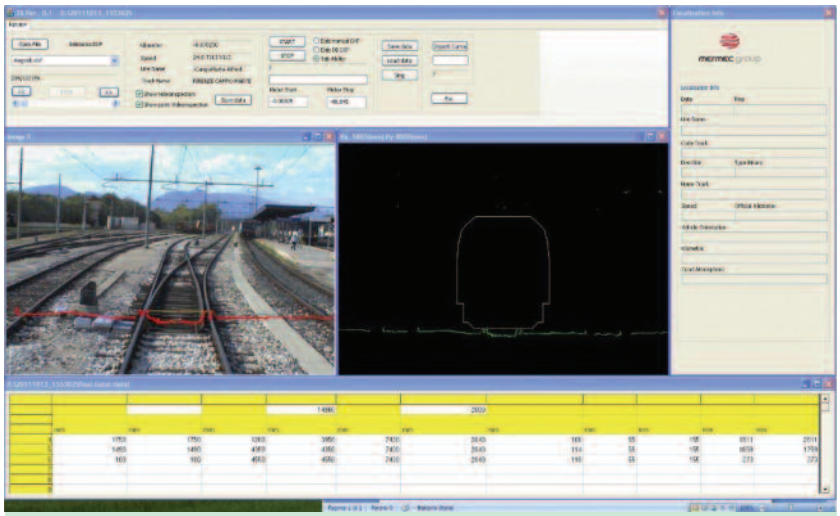


4. ábra. A forgólézer által mért pontok spirálszerű megjelenése

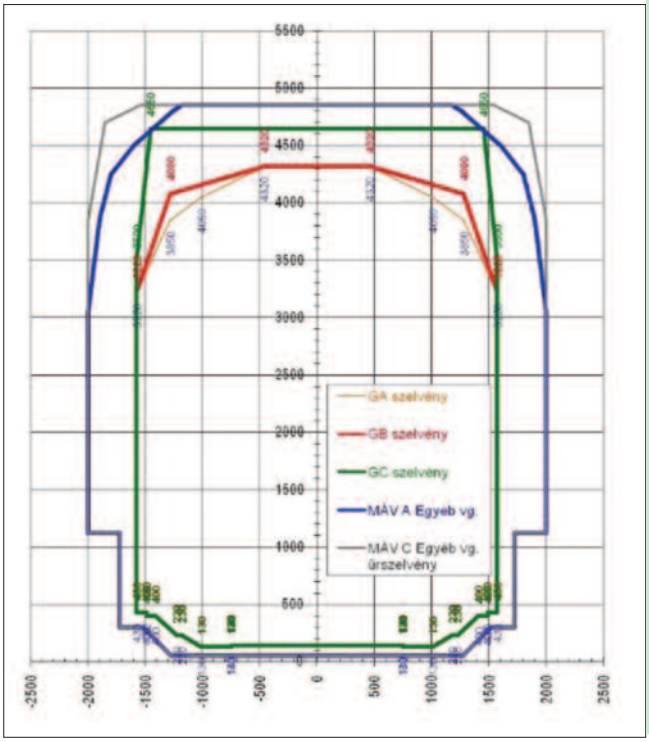
A gépi mérőrendszer összhangban van az FMK–004-es mérőkocsi mechanikus vágánygeometriai rendszerével, hogy az $R \leq 4000$ m sugarú ívekben az ívpótlék meghatározásához szükséges ívsugarat az új rendszer át tudja venni. Kézi mérés esetén az ívsugarat az operátornak manuálisan kell bevinnie, mivel a kézi űrszelvénymérő készülék a geometriai adatok közül a túlemelést és nyomtávolságot méri. A rendszer ezenkívül képes kezelni az ívpótlék-kifuttatást, és meg tudja határozni a szomszédos vágánytengely távolságát is.

A már említett teleméteren kívül további lézerekkel és kamerákkal van felszerelve a mérőkocsi. Ezek a jármű alján találhatók, és az űrszelvénymérés szempontjából nélkülözhetetlen geometriai adatokat (pl. nyomtávolság) biztosítanak. A mérés érintkezésmentesen történik, tehát fejlettebb technológiának számít az eredeti, mechanikus elvű módszernél.

A rendszer a diagnosztikai méréseknél alkalmazott MÁV KFV Kft. adatbázis-



5. ábra. A kiértékelő szoftver felülete



6. ábra. Néhány az eddig digitalizált profilok közül

rendszer kezelésére is képes, ezzel több műszaki adatcsatorna (vasútvonalak, szelvényezés, állomások, sebesség, vágányrendszer, kitérő, híd, alagút, útátjáró stb.) segítségével nyújt információt a mérési adatok kiértékeléséhez.

A mérőkocsi helymeghatározása – a korábbi gyakorlatnak megfelelően – útadóval történik, vagyis a járműkerék átmérője és a fordulatszám ismeretében meg tudja határozni a megtett út hosszát. Ennek kalibrálását minden mérési ciklus előtt el kell végezni. Az új mérőrendszer beszerzése során egy GNSS vevőberendezés telepítésére került sor, amely lehetővé teszi a bemért akadályok GNSS koordinátákkal történő helyazonosítását is.

Mérő- és kiértékelő szoftver, űrszelvényprofilok

Alapvetően meg kell különböztetni a mérés menete során alkalmazott adatgyűjtő, valamint az irodai kiértékelő szoftvert. Minden mérőmenet elején beállíthatunk egy a rendszer által vizsgálandó űrszelvényprofilt. A program megállapítja, hogy van-e a választott profilba érő akadály, és ha igen, megadja annak pontos helyét is. Az irodai kiértékelő rendszer *(5. ábra)* képes visszajátszani a mérési fájlokat, és azokat bármely, előzetesen digitalizált profil esetén ki is tudja értékelni. A program űrszelvényprofil-készlete tetszőlegesen bővíthető. Az irodai rendszer által kezelt profilok közül néhány a *6. ábrán* látható. Az űrszelvénybe eső objektumok definiálása a mérőkocsi tetejére telepített videós rendszer felvételeinek segítségével lehetséges. A mérőrendszer az infravörös kamerák révén éjszakai felvételek készítésére is alkalmas, így a mérés napszaktól függetlenül végezhető.

Tesztelés és kalibráció

A tesztfutásokat és a kalibrációt az olasz Tecnogamma cég munkatársaival együtt végeztük. A rendszer szoftvereinek tele-

7. ábra. A statikus tesztméréshez használt akadály

Summary

The MÁV Central Rail and Track Inspection Ltd. has purchased a new clearance gauge measuring system, that solves those problems, that were emerged at the previous methods. This system is installed to a Plasser EM 120 vehicle and it can be easily transferred to a trolley that enables the measurement on tracks with narrow (760 mm) and wide (1520 mm) gauge as well. The main theory of the technology is the laser distance measuring. With the 100 Hz rotating laser it is possible to execute the measuring run with 100 km/h, therefore the traffic is not significantly disturbed. Whereas the rotating laser can detect during the run just one point in one definite section, the measured data are served like a spiral. This means, that the car runs a definite section while the laser takes one turn.
The length of this section obviously depends on the running speed, and its value is 278 mm with the speed of 100 km/h. As a result of this, the objects with this width and the wider ones are detected. Besides the telemeter there is another laser at the bottom of the measuring car. This laser detects the axis of the track, which is necessary for the coordinate system of the telemeter and thus for the distance measuring. The other very important part of this technology is the official evaluating software, with which it is possible to replay the measured data, and to evaluate it with many other clearance gauge profiles. The video inspection system helps to identify those objects that are considered by the system as clearance gauge disturber items. The accuracy of this method is ±10 mm in the diameter of the 6 m•7 m measuring area. In conclusion it can be established, that this technology can be very well applied to detect clearance gauge obstacles and to determine the accurate distance between the axis of the track and the surrounding railway facilities.

8. ábra.
A dinamikus tesztmérés egyik keresztmetszete

pítését követően az útadó kalibrálását, valamint az elvárt pontosságot ellenőriztük. Utóbbi részeként egy statikus és egy dinamikus tesztelés történt. Előbbire Rákos állomáson *(7. ábra)*, utóbbira pedig a Soroksári út–Soroksár–Pesterzsébet vonalszakaszon – több különböző sebességgel – került sor *(8. ábra)*. A mérési tartomány átlójában a ±10 mm-es pontosságot mindkét esetben a tesztkeresztmetszetek geodéziai felmérésének és a gépi űrszelvénymérés eredményeinek összehasonlításával igazoltuk. A geodéziai méréseket a MÁV Zrt. Pályalétesítményi Központ munkatársai végezték.

Összefoglalás

A MÁV KFV Kft. által üzembe helyezett űrszelvénymérő és fejlett irodai kiértékelő rendszer pontosságával és gyorsaságával maximálisan megfelel korunk követelményeinek, így nélkülözhetetlen segítséget nyújt a vasútvonal-üzemeltetőknek. A pálya menti objektumok helyzetének pontos meghatározása a rendkívüli küldemények továbbításának tervezéséhez megfelelő alapot biztosít.

Szalai Csaba építőmérnök (BSc) 2009-ben szerezte diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán Közlekedési létesítmények szakirányon, majd az infrastruktúra-építőmérnök (MSc) képzést Út- és vasútmérnöki szakirányon 2011-ben kitüntetéssel végezte el. Vasúti alépítményi javító- és védőrétegekkel foglalkozó diplomamunkájáért két diplomadíjban részesült.
Főbb szakmai érdeklődési területe a vasúti alépítmények és a vasúti pályadiagnosztika. 2011 szeptembere óta dolgozik a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.-nél, ahol vágánygeometriai és járműdinamikai mérésekkel, űrszelvénymméréssel és georadarral kapcsolatos feladatokat lát el.

Irodalomjegyzék

Csonka Zsolt (2012): Az űrszelvénymérés korszerűsítése. Előadás a pályalétesítményi vezetők továbbképzésén. Balatonvilágos.

MÁV (1987): D.54. sz. Építési és pályafenntartási műszaki adatok, előírások.

MÁV Zrt. (2006): D.5. sz. Pályafelügyeleti utasítás.

MÁV (1983): H.6. sz. Utasítás. A rendkívüli küldemények kezelésére.

MÁV KFV Kft. (2005): Az űrszelvénymérés korszerűsítése I. ütem. Kutatási jelentés.

MÁV KFV Kft. (2006): Az űrszelvénymérés korszerűsítése II. ütem. Kutatási jelentés.

MÁV KFV Kft. (2011): Műszaki követelmények az űrszelvény mérőrendszer beszerzéséhez.

Puskás Bence Zsolt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán Közlekedési Létesítmények szakirányon szerzett építőmérnöki BSc diplomát 2010-ben. Diplomamunkája témája az Óbuda–Pilisvörösvár vasútvonalszakasz korszerűsítése. Ugyanitt végezte el a mesterképzést is 2012-ben, MSc diplomamunkájának címe: Kál-Kápolna vasútállomás fejlesztése.
2012 februárjától a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. alkalmazásában áll. Feladata az űrszelvénymérő rendszer telepítésében, tesztelésében való közreműködés, az űrszelvény- és vágánygeometriai mérések feldolgozása.

Híddiagnosztika?

Ön megrendeli,
majd kényelmesen hátradől karosszékében és kávéját kortyolgatva
számítógépe képernyőjén
megjelenítjük a mérési eredményeket.

Híddiagnosztika on-line.

METALELEKTRO MÉRÉSTECHNIKA Kft.

www.metalelektro.hu
merestechnika@metalelektro.hu

Mélyépítési szerkezetek szigetelése bentonitos anyagokkal

Szautner Csaba*
termékfelelős
Mapei Kft.
szautner.csaba@mapei.hu
(23) 501-650
(30) 984-6342

Csakúgy, mint más mélyépítési létesítmények, a vasúti hidak alépítményei is gyakran kerülnek talajvízbe. Kiemelten fontos, hogy ezeknek a műtárgyaknak a szigetelése tartósan jó legyen, és biztosítsa a belső terek száraz állapotát. A Mapei Kft. erre kínál megbízható, tartós megoldásokat, így az új Mapeproof bentonitos szigetelőanyag-rendszert.

A bentonit a természetben hosszú időn át változatlan, várható, hogy építményeinkben is hasonlóan tartós lesz.

A Mapeproof olyan szigetelőpaplan, melynél a bentonitot két eltérően kialakított (egy szőtt és egy nem szőtt) textília fogja közre. A két textília oly módon van összetűzve, hogy a bentonit nem tud közüle kiszóródni. A nem szőtt rétegbe, amennyiben a paplant a mellébetonozás előtt építik be, a cementtej belehatol, így a paplan a betonnal elválaszthatatlanul egybeépül.

A Mapeproof paplant hasznos kiegészítő anyagokkal együtt forgalmazzuk, melyek segítségével a részletek, csomópontok is megbízhatóan kialakíthatóak.

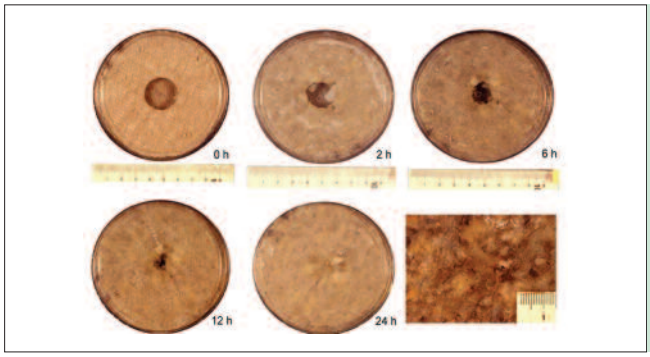
A Mapeproof szigetelés főbb tulajdonságai:

- természetes anyag felhasználásával készül,
- öngyógyító,
- megakadályozza a szigetelés mögötti vízvándorlást,
- tulajdonságait hosszú időn át megőrzi,
- csomópontok könnyen kialakíthatók,
- egyszerűen beépíthető.

A bentonitos szigetelések a mélyépítésben használhatók, elsősorban tartósan víz alatt lévő szerkezetek szigetelésére. Nincs beépítési mélységi korlát, ezért akár többemeletes mélygarázsok szigetelésére is tökéletesen alkalmazhatóak.

Mivel a mellé kerülő betonnal a bentonitot hordozó textília egybeépül, a víz a szerkezet és a bentonitos szigetelés között még akkor se tud elvándorolni, ha a szigetelés esetleg olyan mértékben megsérülne, hogy az öngyógyító képessége már nem lenne elégséges. Ez, ellentétben a PVC és bitumenes lemezszigetelésekkel, lehetővé teszi az esetleges hibahelyek könnyű felderítését és egyszerű javítását.

A bentonitos paplan öngyógyító tulajdonságának köszönhetően lehorgonyzó vasak keresztülvezethetők rajta, ezáltal a belső vasbeton szerkezet a vasbeton résfallal, utólagos belső szigetelés esetén az új padlólemez a meglévő vasbeton alaplemezzel együtt dolgoztatható, így a szerkezetek felúszása túl vastag új szerkezet készítése nélkül is elkerülhető.



1. ábra. A Mapeproof öngyógyító anyag

2. ábra. Egyszerű beépítés

3. ábra. Csomópont kialakítása

A Mapeproof szigetelési rendszer vasúti alkalmazását elsősorban gyalogos-aluljárók fenék- és oldallemez-szigetelésére, régi és új szerkezetek csatlakozásánál, valamint hídfalazatok háttöltés felőli szigetelésére javasoljuk.

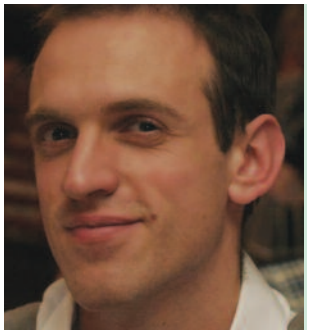
Summary

The bentonite is a natural material. Well known from its swelling and waterproofing properties. When it is applied for waterproofing of underground structures, we can use its unique properties as:

– bonding to the concrete no lateral water movement;
– selfhealing porperty: in case of small damages, Mapeproof can fill the hole, ths was renew the watertigthness;
– natural product, which remain in the same condition in time;
– easy application.

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon vagy a Sínek Világa 2009. évi Különszámában.

Vasúti hidak átépítésének tervezése



Nagy Zsolt
acélszerkezeti szakfőmérnök
FŐMTERV Zrt.
✉ zs.nagy@fomterv.hu
☎ (1) 345-9533

Süle F. Attila
okl. építőmérnök
FŐMTERV Zrt.
tervezőmérnök
✉ a.sule@fomterv.hu
☎ (1) 345-9517

A FŐMTERV Zrt. a Gyenge, koros, sérült acélszerkezetű hidak felújításához szükséges tervdokumentációk elkészítése című munka keretén belül két híd átépítési terveit készíti. A debreceni PVTK területén a Püspökladány –Ártánd (Nagyvárad) vasútvonalat a Berettyó folyó felett átvezető vasúti híd áttervezése, míg a budapesti PVTK területén a Bp. Soroksár – Csepel Szabadkikötő vonalat a Soroksári Duna-ág felett átvezető Gubacsi Dunaág-híd átépítési terveinek elkészítése képzi feladatukat.

Társaságunk az elmúlt két évtizedben több vasúti híd engedélyezési és kiviteli tervét készítette el, de a tárgyi két híd átépítési terveinek elkészítése új kihívást jelent részünkre. A Gubacsi híd esetében a vasúti híd, a Csepelt Soroksárral összekötő közúti híd, továbbá a két híd közötti, azokra támaszkodó befüggesztett szerkezet funkcionális, szerkezeti, jogi elválaszthatatlanságának kezelése jelent különleges feladatot, a Berettyó-hídnál annak geometriai adottságai, folyómederben való helyzete, a vízügyi előírások teljesítése jelentett különleges feladatot.

Gubacsi Dunaág-híd

A Kvassay-zsilip építésekor lebontott zárógát helyén közúti és vasúti híd megépítését határozták el, melynek alépítményei 1919–20-ban készültek el. Mivel a kétnyomú közúti híd mellett három vágány (vasúti és HÉV) átvezetése vált szükségessé, 1922-ben az alépítményt 24,2 m-re megszélesítették. Az akkori építési szokások előnyben részesítették a statikailag határozott szerkezeteket, ezért háromnyílású, Gerber-csuklós rendszerű rácsos acél mederhídi felszerkezeteket építettek meg,

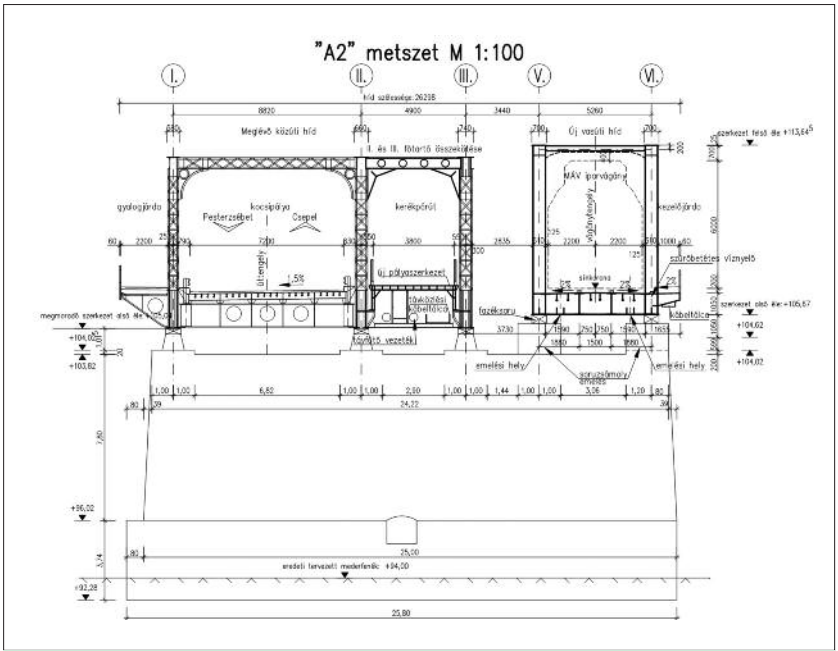
1. ábra

a déli oldali közúti és az északi oldali kétvágányú vasúti híd közötti befüggesztett hídrészen egy vágányt vezettek át. A mederhídhoz mindkét parton kétnyílású vasbeton hidak csatlakoztak. A parti nyílások 3-3, keresztirányban önálló felszerkezettel épültek meg, külön-külön a közúti és a MÁV- HÉV forgalom részére.

1944-ben a hidakat felrobbantották. Mivel a mederhíd szélső nyílásai csak kisebb mértékben sérültek meg, a középső nyílás részleges újragyártásával lehetséges volt a híd helyreállítása.

1978-ban a pályaszerkezet állapota miatt valamennyi híd hídpályáját átépítették, a HÉV-forgalom a hídon ezt követően megszűnt. 1979-ben 2 × 2 forgalmi sávon megindult a közúti forgalom, a vasúti forgalom a továbbiakban az északi híd befolyási oldali hídszerkezeten folyt. Az 1995-ös hídvizsgálat nagyon kedvezőtlennek mutatta a közúti és a vasúti híd közé befüggesztett szerkezet állapotát, ezért a befüggesztett rész pályaszerkezetét elbontották. A két híd közötti részen a keresztartókat 2000-ben cserélték, az északi oldali MATÁV-kábelcsatorna megtartása mellett a kifolyási oldalon 2 db DN400-as távfűtővezetéket helyeztek el.

A közúti híd jelenleg Csepel és Pesterzsébet között teremt 2 × 1 forgalmi sávos kapcsolatot. A hidak jövőbeni funkciójával kapcsolatban több elképzelés is van, ezért különleges feladatot jelent azoknak a szándékoknak a tisztázása, hogy milyen feltételek mellett, valamint



2. ábra

milyen távlati célok teljesítésével valósítandó meg a rekonstrukció. A Gubacsi közúti híd távlatban funkciót kaphat a tervezett albertfalvai hídhoz kapcsolódó hálózatban, a villamosforgalommal kapcsolatos igény az albertfalvai hídtól függetlenül, a két kerület kötöttpályás kapcsolatának kialakításával összefüggésben is felmerül *(1. ábra)*.

A jelenlegi Gerber-csuklós mederhíd hossza 146,15 m, a nyílások támaszközei: 45,40 + 54,48 + 45,40 m. A parti nyílások 2 × 10,98 m támaszközű, bordás vasbeton szerkezetek.

A vasúti híd méretezési terhe az 1907. évi Vasúti hídszabály rendelet szerint 2 db 5 × 17 t-s lokomotív volt. Az 1971-ben statikai ellenőrzés szerint az 1951. évi VHSZ C jelű terhelésére a szerkezet megfelelt, a megkívánt szabályzati (U jelű) terhelésre a későbbi vizsgálatok szerint nem volt megfeleltethető.

A hídon a fáradást okozó forgalom jelentősen csökkent. Míg az áthaladó éves vasúti forgalom a II. világháború előtti mintegy 2 millió elegytonna értékről fokozatosan növekedve az ipari termelés kiszolgálásának igényei miatt a hetvenes évekre elérte a 10 millió elegytonnás forgalmi értéket, a rendszerváltás után a gyárak bezárását követően a forgalom drasztikusan visszaesett, a II. világháború előtti kb. 2 millió elegytonna érték alá. Jelenleg szinte kizárólag a Szabadkikötőből érkező szerelvények haladnak a hídon.

A tervezési munka keretében több alkalommal végeztünk szemrevételezéses helyszíni vizsgálatot. Az alépítmények állapota megfelelőnek mutatkozott. A mederhíd felszerkezetének korrózióvédelmi bevonata lényegében tönkrement, felújítására vélhetően az utóbbi 20 évben nem került sor. Jelentős korróziós károkat elsősorban a közúti híd felőli (III. jelű) főtartó alsó övén tapasztaltunk.

A közös üzemeltetést érintő kérdések tisztázása érdekében 2011–2012-ben a tervező, a MÁV Zrt., a BKK, a BFFH és a BKK Közút Zrt. képviselői több egyeztető tárgyalást is folytattak, a tervezés első lépése többváltozatos tanulmányterv elkészítése volt.

A fő változatok a következők voltak:

1. változat: a jelenlegi forgalmi funkciók megtartásával a meglevő vasúti híd felújítása;

2/A változat: a meglevő vasúti híd kifolyási oldali (III. jelű) főtartójának átadása a Fővárosnak, a II. és III. főtartó összekapcsolása, a kerékpárút áthelyezése az ott építendő új pályalemezre, a befolyási oldali (IV. jelű) főtartó és a vasúti híd pályaszerkezetének elbontása, új, a távlati igényeket kielégítő teherbírású és geometriájú vasúti felszerkezet építése a befolyási oldalon; *(2. ábra)*

2/B változat (további alváltozatokkal): a két híd közötti közművek kiváltása, a befüggesztett rész tartószerkezetének bontása, a meglevő hidak elhúzása, alépítmény-szélesítés északra vagy délre, új, a távlati igényeket kielégítő teherbírású és geometriájú vasúti felszerkezet építése a kiszélesített alépítményen.

Az engedélyezési tervet a MÁV Zrt. döntése szerint a 2/A változatra kellett elkészíteni (A Főváros más igényt akkor nem jelzett.)

A tervdokumentáció elkészítése során a figyelembe veendő sebességet a meglevő korlátozásoktól függetlenül 80 km/h (a fáradásvizsgálathoz 40 km/h) értékkel vettük figyelembe. Az űrszelvényt a távlati felsővezetékes kiépítés figyelembevételével kellett megállapítani.

A Tervező a meglevő közúti hídhoz alkalmazkodó oszlopos rácsozást javasolt, de mellékrácsozás nélkül. A kerékpárút pályaszerkezetét újonnan kell gyártani, ezzel kiküszöbölhetőek a meglevő pálya konstrukciós problémái, és lehetővé válik a kerékpárút forgalmának folyamatos fenntartása.

Így a meglevő alépítményen – annak szélesítése nélkül – új, korszerű, hegesztett, háromnyílású, folytatólagos többtámaszú rácsos, egyvágányú, rugalmas sínleerősítésű vasúti híd épül, a H.1.2./2006. MÁV-utasítás szerinti szabályzati terhelés figyelembevételével, az utólagos felsővezeték-kiépítés lehetőségét megteremtő űrszelvénnyel.

A parti nyílások szintén átépülnek, a meglevő, bordás vasbeton szerkezet helyére megfelelő szélességű, kétnyílású folytatólagos többtámaszú vasbeton lemezhíd épül, a pálya fokozatos átmenetének biztosítása érdekében ágyazatátvezetéses kialakítással.

A híd átépítése során a nyomvonal nem változik. Az átépítés lehetővé teszi a jelenlegi, kedvezőtlen magassági vonalvezetés korrekcióját a hosszirányú vízelvezetés szempontjából elfogadható függőleges lekerekítő ív kialakításával. (Jelenleg a mederhídon nincs hosszesés.)

A szerkezeti kialakítás részletei olyanok lesznek, hogy lehetővé tegyék a Főváros kérésének megfelelően a közúti híd majdani átépítése alatt a kerékpárút, valamint a befüggesztett részen levő közművek ideiglenes átvezetését.

Az új híd teherbírása és geometriája szerint alkalmas lesz arra, hogy lehetőséget adjon az Európai Unió által is kívánatosnak tartott, környezetkímélő szállítás módok (vízi és vasúti) feltételeinek javítására, illetve megteremtésére, így környezetünk, életfeltételeink javítására.

A berettyóújfalui Berettyó-híd átépítése

A meglévő szerkezet

Az eredeti háromnyílású Berettyó-híd (2 × 15,7 + 19,0) Neville-rendszerű felsőpályás vasszerkezettel épült 1857-ben.

1882-ben a vasút pályaszintjét és a híd vasszerkezeteit 110 cm-rel megemelték, a szerkezeteket *Feketeházy János* tervei szerint megerősítették.

1891-ben a Neville-rendszerű felszerkezetet alsópályás párhuzamos övű, oszlopos rácsozású szerkezetre cserélték ki, felépítették a harmadik pillért, és a Nagyvárad felőli hídfőt az árvíz kedvezőbb levonulása érdekében áthelyezték.

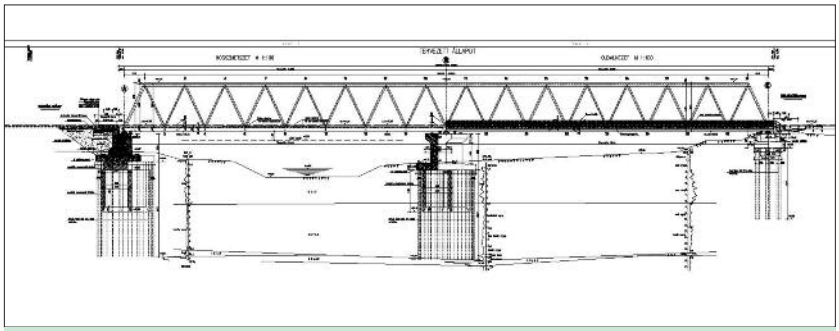
1894-ben megépült a negyedik pillér és a Nagyvárad felőli új hídfő, valamint a negyedik és ötödik nyílás új vasszerkezete.

A híd melletti kanyarban azonban az örvények okozta kimosódások, partszakadások folytatódtak és növekedtek annyira, hogy a meder melletti pillérek állékonyságát veszélyeztették. Az 1926-os felmérések azt mutatták, hogy a kimosások veszélyes mértékben növekedtek, a pilléreken pedig 8 cm-nél nagyobb elmozdulások és jelentős dőlések jelentkeztek.

Ezért 1927-ben elkezdték a híd teljes átépítését, kialakítva a ma is látható állapotot, a vasúti pálya 85 cm-es emelését írva elő.

A Püspökladány felőli hídfőt és az első ártéri pillért kútalapozással építették meg, a felszerkezetet íves felső övű rácsos tartóként alakították ki, 2 db 5 × 22 t-s ideális mozdonyteher és 4 × 20 t-s kapcsolt kocsisor teherbírással. A főnyílás vasszerkezete folytvasból készült, a megengedett feszültségeket főerőknél 1400 kg/cm²-nek, főerőknél és járulékos erőknél 1600 kg/cm²-nek vették föl.

3. ábra. A meglévő híd látképe



4. ábra. A tervezett híd oldalnézete

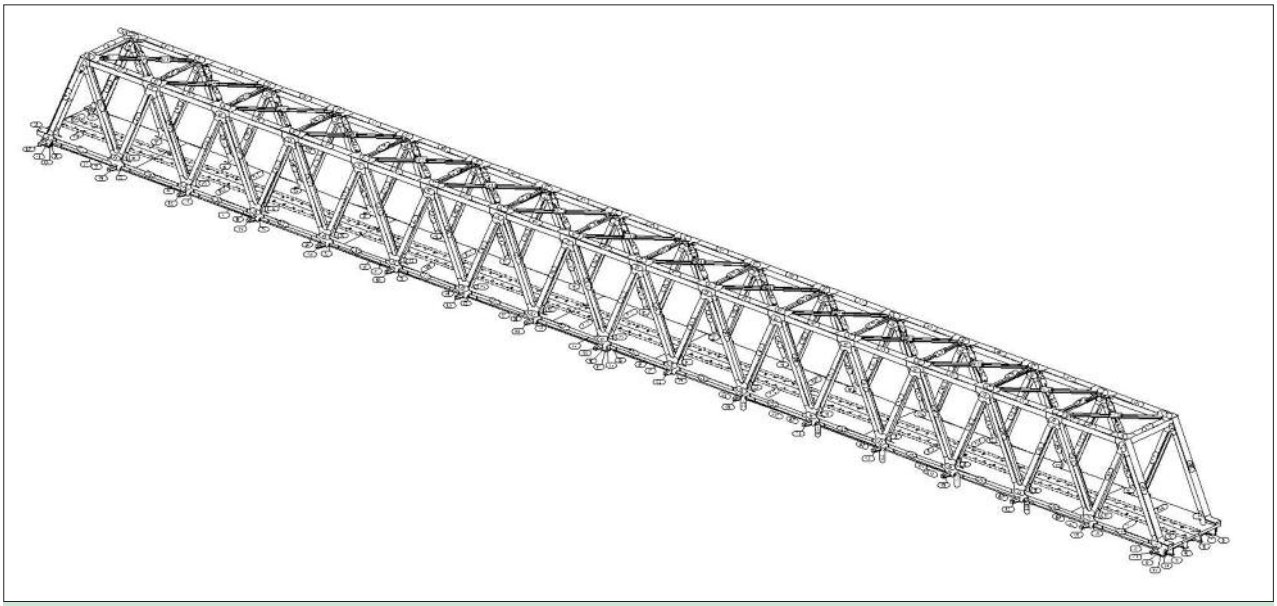
Az új híd építése

A hídfelújítás tanulmánytervi változatainak elemzésénél figyelembe vettük a MÁV pályafejlesztési terveit:

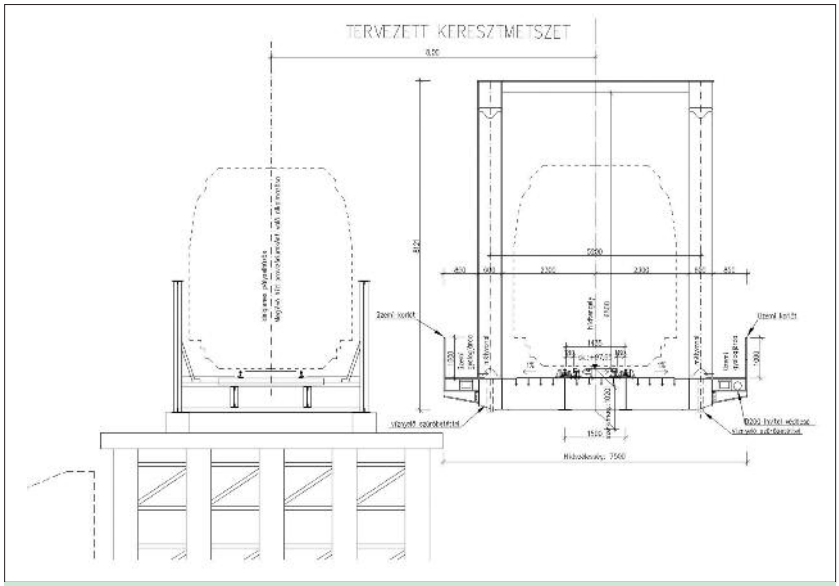
- A közeljövőben megvalósuló pályavillamosítási munkákat.
- A távoli jövőben várható második vágány kiépítését.

A híd tanulmánytervi változatainak vizsgálatánál az alábbi szempontokat kiemelten vizsgáltuk:

- Az aktuális mértékadó árvízszintek miatt magasabbra kerülő szerkezet alsó él és így megemelt pályaszint, valamint ennek a csatlakozó pályára gyakorolt hatása.



5. ábra. A tervezett híd perspektivikus képe



6. ábra. A tervezett híd keresztmetszete

- A pályafelépítmény típusa, a fenntartási és vasútüzemi szempontokat figyelembe véve.
- A híd szerkezetének és nyílásméretének kiválasztása, gazdaságossági, funkcióbeli, fenntartási szempontokat megvizsgálva, beleértve az ideiglenes építési állapotok költségkihatásait és a teljes élettartamra vetített költségeket.
- A Berettyó ártéri medrében elhelyezett pillérek és hídfők hidrológiai hatása, különös tekintettel arra, hogy jelenleg a folyó egy éles kanyarulata felett van az áthidalás.

A pályavillamosításhoz szükséges űrszelvény biztosításához mindenképpen új szerkezetre van szükség. A MÁV Zrt. döntése alapján, a TIKÖVIZIG szakembereivel is egyeztetve a szimmetrikus rácsozású acélrácsos tartós változatot terveztük tovább, ami a meglévő híd támaszait részben felhasználva épül.

Az új híd a meglévő híd helyén, az eredeti nyomvonalon létesül. *(4. ábra)*

Süle F. Attila szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű hidak és aluljárók, valamint különleges acélszerkezetek tervezésére terjed ki. Részt vett nagy volumenű hídépítésekben, illetve rekonstrukciókban és mélyépítési létesítmények tervezésében. Tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, konzulensként részt vesz az egyetemi oktatásban.

Alépítmény

A támaszok föld feletti részeit rossz állapotuk miatt elbontjuk.

A jobbparti hídfő és a folyómeder melletti pillér meglévő kútalapjait megerősítjük: Köréjük cölöpsor épül, melyet 1,0 m vastag cölöpösszefogó lemez kapcsol össze a meglévő alappal. Erre a lemezre épül a támasz felmenő fala.

A balparti új hídfő a meglévő hídfőtől eltolva épül, fúrt cölöp alapozással.

Felszerkezet

A tervezett híd többtámaszú, nyílásbeosztása 2 × 54,0 m.

A felszerkezet típusa szimmetrikus rácsozású acélrácsos tartó, ortotróp pályalemezzel, közvetlen (folytonos rugalmas ágyazású) sínleerősítéssel.

Bár a vasúti vonal jelenleg nem villamosított, a híd űrszelvényét olyan módon terveztük, hogy felsővezeték kiépítésének esetére is elegendő hely marad 5700 mm magas munkavezeték-magassághoz, a felsővezeték tartószerkezetéhez, valamint a szükséges biztonsági védőtávolságokhoz *(5. ábra)*.

Építési mód, a vasúti forgalom fenntartása

A vasúti vonal jelenleg egyvágányú, nem villamosított.

A meglévő híd mellé ideiglenes acél csőcölöpök épülnek, melyeken acél összekötő szerkezetekkel alakítjuk ki az ideiglenes támasz felső síkját. A meglévő hídszerkezet áttolásához acél tolópálya épül *(6. ábra)*.

Nagy Zsolt 1983-ban végezte el a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karát. 1988-ban szakmérnöki diplomát szerzett. Az egyetem elvégzése óta a FŐMTERV-ben dolgozik. Több közúti és vasúti híd felelős tervezője. Fő szakterülete acél- és öszvérhidak tervezése, nagyhidak rekonstrukciójának tervezése. Részt vett szabványok és műszaki előírások összeállításában, több előadást tartott szakmai konferencián, konzulensként és előadóként részt vesz az egyetemi oktatásban.

A vasúti pályában, 8 m-es elhúzást kialakítva, a forgalmat az ideiglenes támaszokra áttolt szerkezeteken biztosítjuk.

A híd pályaszintjén a jelenlegi szinthez képest 35 cm-t emelünk. A csatlakozó pályaszakaszokon ~500 m-es hosszon fut ki a pályaemelés hatása. Az új híd támaszainak és felszerkezetének építésekor a forgalom – csökkentett sebességgel – üzemelhet.

A forgalomban levő hidak átépítése mindig egyedi és különleges feladatot jelent a tervezőnek, amit a bemutatott példán keresztül igyekeztünk ismertetni.

Summary

Gubacsi Bridge over the Danube at Soroksár has been built in 1922, it is the only exit on rail from the Csepel Island. In the design we had to deal not only technical issues, but complex ownership and legal problems as well. The bridge over Berettyó River in Berettyóújfalu is to be rebuilt, not only due to its age – it has been built in 1927 –, but to provide appropriate structure gauge to the forthcoming railway line electrification. Both new structures would be steel struss girder bridge utilizing embedded rail system, and had to take into account interests of national rail, environment and river authorities.

A kiskörei Tisza-híd átépítésének tervezése

Gyurity Mátyás
szakági főmérnök, MSc Kft.
gyurity@mschu.hu
(1) 252-2559
(20) 955-3718

A hazai vasúthálózat Tokajnál, Tiszafürednél, Kisköré-nél, Szolnoknál, Csongrádnál és Algyőnél keresztezi második legnagyobb folyónkat, a Tiszát. A tokaji, tiszafüredi, szolnoki, csongrádi és algyői vasúti hidak kizárólag vasúti forgalmat bonyolítanak le, ezeken a hidakon a forgalom szétválasztása korábban már megtörtént. A kiskörei Tisza-híd valamennyi nagyfolyami hidunk közül az egyetlen, amelyik vasúti-közúti közös pályán vegyes forgalmat bonyolít le. A cikk a százhuszonöt évvel ezelőtt épült híd napjainkban folyó tervezési munkáit mutatja be.

A híd a MÁV 102. sz. Kál-Kápolna–Kisújszállás (nem villamosított) vasútvonalat és a 3209. sz. összekötő utat vezeti át a Tiszán, biztosítva ezzel a Mátra vidéke és az Alföld északi része közötti kapcsolatot, egyben természetes tranzitútvonalat képez a 80. sz. miskolci és a 100. sz. debreceni fővonal között. Ráhordó funkciója mellett, rendkívüli helyzetekben, elkerülő útvonalként is szolgál.

A híd állaga megfelelő beavatkozások hiányában egyre romlik, a közös híd üzemeltetése egyre több és nehezebben kezelhető feladatot jelent, emiatt a hídon vasúti szempontból már csak 18 t-s tengely- és 10 km/h-s sebességkorlátozás van érvényben. Az átvezetett út- és vasútvonal szolgáltatási színvonala messze elmarad korunk igényeitől és az átkelő potenciális lehetőségeitől, amit jól tükröz a közúti és vasúti forgalom jelenlegi nagysága is.

Felismerve a régóta halmozódó problémákat, a MÁV Zrt. tervezési közbeszerzési pályázatot írt ki több nagy hídra „vasúti hidak állagmegóvása, tervezés” címmel. A háromfázisú tervezési feladat a tanulmányterv és engedélyezési terv elkészítését, az építési engedély megszerzését, valamint a kiviteli tervek elkészítését foglalta magába. A versenyt a Főmterv–MSc Konzorcium nyerte el, a kiskörei Tisza-híd szerkezetterveit cégünk, az MSc Kft. készíti.

Történeti áttekintés

Az első hidat a Mátrai HÉV társaság építette 1887-ben a Kisterenye és Kisújszállás közötti vasútvonal létesítésekor. A jobb parti ártéren 37 db, a bal partin 28 db 10,0 m körüli támaszközű háromfás ékelt fatartós ártéri híd állt. A Tisza medrének áthidalására háromnyílású, folytatólagos, alsópályás, 6,50 m magas négyszeres HOWE rácsozású, fa áthidaló szerkezet épült 3 × 48,0 m támaszközzel. A híd építésekor, 780,0 m-es hosszával, az ország leghosszabb hídja volt.

1907-ben a faanyagú mederszerkezetet 3 db kéttámaszú, csonkaszegmens alakú, oszlopos rácsozású, alsópályás acélhídra cserélték 46,8 + 66,0 + 46,8 m támaszközzel. Az új mederhídhoz keszonalapozású mederpillérek és cölöpalapozású parti pillérek épültek.

1. ábra. Újjáépítés 1923-ban
(Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Levéltár, Fotóalbum)

1919-ben a mederhidakat felrobbantották, a még eredeti faszerkezetű ártéri részek leégtek. Az újjáépítés – a lebontott Déli összekötő vasúti híd hegeszvas anyagú hossztartóinak felhasználásával – a mederszerkezetek helyreállításával *(1. ábra)* és új ártéri szerkezetek építésével 1923-ban fejeződött be. A jobb parton 16 db, a bal parton 20 db 11,85 m támaszközű szerkezet készült. Ekkor épültek az ártéri hidak ma is álló alépítményei. Az átépült kiskörei Tisza-híd az 589 m-es hosszával ekkor az ország leghosszabb vasúti hídja lett.

1944 őszén a hidat ismét felrobbantották, elpusztult a 3 db mederszerkezet, a II. és III. jelű mederpillérek felmenő falazatainak jelentős része, a mederhíd Kisköre felőli parti pillérének (I. jelű) falazata, valamint 6 db (15., 16., 17., 18., 19. és 20. jelű) ártéri pillér.

1946–47-ben a mederhidak roncsait elbontották, a mederpilléreket újjáépítették, azonban a híd forgalomba helyezésére 1958-ig várni kellett, amikor a szélső mederhidakat nagyrészt a lerobbantott híd roncsaiból helyreállították, és teljesen új középső mederhidat építettek. Az ártéri hidakat felújították.

1974 és 1976 között az ártéri szerkezeteket a meglévő alépítmények felhasználásával öszvér szerkezetű gerendahidakra cserélték. 1976 óta jelentős átépítés vagy felújítás a hídon nem történt.

A híd jelenlegi kialakítása

A mai *ártéri hídszakaszok* kéttámaszú, vasbeton lemezzel együttdolgozó acélszerkezetű (öszvér) gerendahidak sorozatából állnak. A kiskörei oldalon 16 db *(2. ábra)*, az abádszalóki oldalon 20 db gerendaszerkezet található. A tartók támaszköze általában 11,85 m, ettől csak a két szélső felszerkezet támaszköze tér el kismértékben. A szerkezetek fix és mozgó sarui acélszerkezetű mozgáskorlátozó elemekkel kombinált műgumi saruk.

2. ábra.
A Kisköre felőli ártéri híd
(Erdei János felvétele)

A kocsipálya szélessége 3,80 m. A befolyási oldalon 1,10 m, a kifolyási oldalon 75 cm széles üzemi járda épült. Az acéltartók gerincmagassága 1200 mm, a szerkezeti magasság 1670 mm. Az ártéri hidak hosszesése kb. 5‰.

A hevederes vasúti pálya 25 cm széles csatornában futó, vasbeton pályalemezhez rögzített GEO rendszerű sínleerősítéssel készült, 48,5 kg-os sínekkel. A nyomvályú szélét és a sín közötti sávokat acél takarólemezek fedik le. A hevederes illesztésű sínszálak hossza kb. 24,0 m.

Az ártéri hidak lemezvégei között dilatációs szerkezetek nincsenek, a lemezvégek közötti dilatációs hézagok terv szerinti mérete 20 mm.

Az 1923-ból származó pillérek részben sík-, részben cölöpalapozásúak (vert fa- és acélcölöp).

Az ártéri felszerkezetek névleges teherbírása az 51-es VHSZ szerinti A jelű teher, illetve a KHSZ szerinti A jelű teher. Az alépítmények teherbírása VHSZ szerinti C jelű tehernek megfelelő. Az ártéri hidak jelenlegi közúti üzemi terhelése KHSZ szerinti B jelű teher (40 t).

A *mederhidat* 46,8 + 66,0 + 46,8 m támaszköz-kiosztású, csonkaszegmens alakú, oszlopos rácsozású, alsópályás, kéttámaszú rácsos főtartós acélszerkezetek alkotják *(3. ábra)*. A középső mederhíd főtartóinak tengelytávolsága 5,10 m, a szélső mederhidaké 5,00 m.

A kocsipálya szélessége 3,50 m, melynek két oldalán 1,00 m széles kiemelt szegélyek futnak végig. Ezek szélességéből a főtartók jelentős helyet foglalnak el. A szegélyek alatt kábelcsatornák vannak. Az acél keresztaljakra támaszkodó vasbeton pályalemez vastagsága 12 cm, a szerkezeti magasság 1,23 m. A mederhidak pálya hossz-szelvénye vízszintes.

A hevederes vasúti pálya szegecselt keresztaljakra támaszkodó, GEO rendszerű sínleerősítéssel, 48,5 kg-os sínekkel készült. A két szélső mederhíd középső híd felőli végeinél 1-1 db Csilléry-féle síndilatációs készülék van beépítve. A nyomvályú széle és a sín közötti sávokat itt is acél takarólemezek fedik le.

A mederhidak között, illetve a mederhíd-ártéri híd csatlakozásánál a közúti forgalom érdekében fésűs dilatációs szerkezetek épültek.

Az 1907-ből származó mederhíd pillérek közül a 2 db mederpillér keszonalapozású, míg a 2 db parti pillér cölöpalapozású.

A mederhidak névleges teherbírása az 51-es VHSZ szerinti C jelű teher, illetve az 1950. évi ideiglenes KHSZ szerinti 1 db 60 t-s lánctalpas harckocsi. Jelenleg a mederhidak közúti teherbírása a korlátozás következtében KHSZ szerinti B jelű teher (40 t).

3. ábra.
A jelenlegi mederhíd
(Erdei János felvétele)

A híd állapota

A problémák nagy része a két forgalom nem ellentétes szempontrendszeréből fakad, illetve a szükségessé vált felújítási munkák elmaradására vezethető vissza. A közúti forgalom ténye állandó forgalombiztonsági kockázatot jelent a vasúti üzem számára. A megengedett vonali tengelyterhelés 210 kN, a hídon 180 kN. Az engedélyezett vonali sebesség 60 km/h, a hídon 10 km/h.

A vasúti felépítmény állapota rendkívüli mértékben leromlott. A GEO-s sínleerősítés elemei erőteljesen korrodáltak, emiatt a sínek megfelelő rögzítését már nem biztosítják, a nyomtávolságértékek túllépik a megengedett tűréseket. A nyomvályúk víztelenítése és megfelelő tisztíthatósága nem megoldott. A közös üzem miatt szükséges takarólemezek állandó javításra szorulnak, a csavarozott kapcsolatok tönkrementek, a javításoknál alkalmazott hegesztett rögzítések pedig – főleg télen – megnehezítik a pályafenntartást. A sínleerősítés és a mederhidak acél keresztaljainak korróziós károsodása rohamosan növekszik, a vasúti üzem biztonságának garantálása olykor már az ésszerű kockázatvállalás határait közelíti.

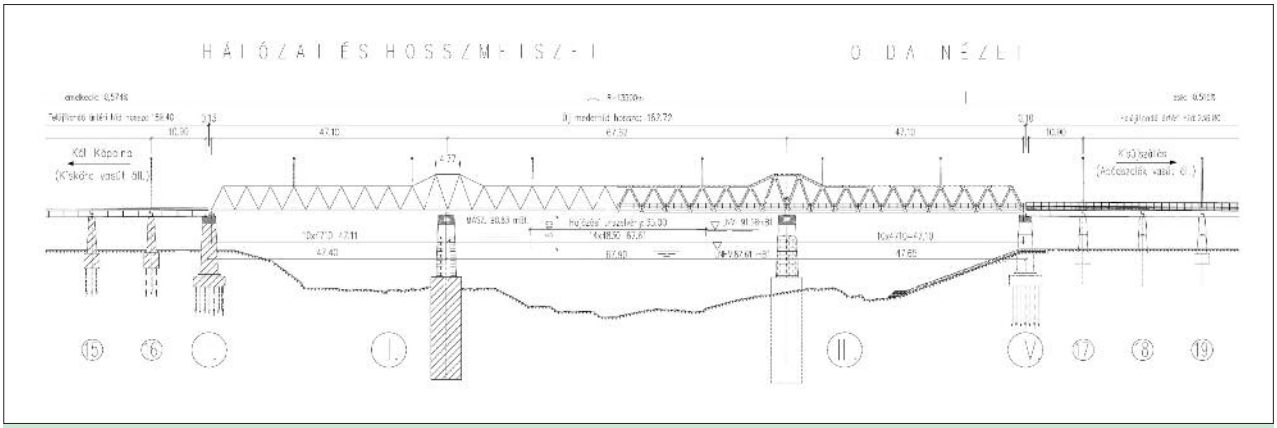
Az acélszerkezetek korróziós bevonatrendszere tönkrement, a mederhidak acélszerkezete korróziós károkkal terhelt. A több mint százéves, háborús események következtében kétszer is lerombolt, különféle hidak szerkezeti elemeiből helyreállított szélső mederhidak teherbírása erősen kétséges, amit tovább tetéz a korábbi vizsgálatok során megállapított alakváltozási ernyedés jelensége.

A közúti pálya 3,50–3,80 m-es szélessége csak korlátozott volumenű, váltakozó irányú közúti forgalom lebonyolítására alkalmas. Vezetőkorlát elhelyezésére nincs mód, így a közúti forgalom biztonságának és a főtartók védelmének kérdése kompromisszumot kényszerít ki.

A híd alépítményeinek állapota alapvetően kielégítő. A pillérek és hídfők statikai károsodásra vagy káros mozgásokra utaló jeleket nem mutatnak. A falazatok sérült, repedezett kő- és betonfelületei komoly felújításra szorulnak.

A teljes hídpálya és a vasúti nyomcsatorna megfelelő víztelenítése nem megoldott.

Az ártéri hidak dilatációs hézagainak kialakítása nem vízzáró, a mederhidak fésűs dilatációi tönkrementek. A Csilléry-féle síndilatációs berendezések működése nem kielégítő.



4. ábra. Az új mederhíd elrendezése *(MSc Kft.)*

A hídvilágítás, a kábelcsatornák, a hajózási jelzések és a villámvédelem teljes felújításra szorul.

Részleges átépítés és teljes felújítás

A fejlesztési elképzelések szerint a kiskörei Tisza-híd hosszú távon kizárólag vasúti funkciót szolgálna, a közös közúti-vasúti funkció már csak középtávon, egy új közúti híd megépítéséig állna fenn. A tervek készítése során olyan műszaki megoldásokat alkalmaztunk, amelyek lehetővé teszik, hogy a közúti funkció megszűnésével maximális vasúti üzemi paraméterek biztosítása minimális beavatkozással legyen elérhető. Például: terelőberendezés felszerelése és ezzel a távlati vonali sebesség (80 km/h) biztosítása a híd teljes hosszán.

A tervezési diszpozícióként megállapított tanulmánytervi B változat alapján az öszvér rendszerű ártéri hídszakaszok teljes felújítása történik, a mederszerkezetek pedig teljesen átépülnek. A régiek helyett új, háromnyílású, folytatólagos, rácsos főtartós, ortotróp pályalemezes acél mederszerkezet készül a meglévő alépítmények megtartásával. A kocsipálya tervezett szélessége a teljes hídhosszon 3,80 m. Távlati villamosítás igénye nem merült fel, azonban a főtartó kialakítása a villamosított vágányhoz tartozó szabadon tartandó tér átvezetését lehetővé teszi.

A jelenlegi hossz-szelvény kiigazításra szorul, ennek eredményeképpen a kiskörei oldal hosszesése 5,74‰-re, az abádszalóki oldalé 5,16‰-re módosul. A két érintő között a mederhídon R = 13 500 m sugarú domború lekerekítést terveztünk.

A pályalemez 2%-os tetőszelvényű kereszteséssel készül a teljes hídon, ezért a csapadékvíz a kiemelt szegélyek felé folyik. A csapadékvíz a hídról függőleges beömlésű víznyelőkön keresztül távozik. Környezetvédelmi megfontolásból minden víznyelő ejtőcsövére Bárczy-féle olajszűrő felszerelését tervezzük.

A híd paraméterei a hatályos vízügyi előírásokat kielégítik, a felszerkezet megemelésére nincs szükség. A mértékadó szerkezet alsó élének tervezett értéke és az LNV szintje közötti magasságkülönbség közel 1,30 m.

A jelenlegi közös üzem kötöttségei miatt (bekövezett vágány) max. 40 km/h sebesség biztosítása a cél, ami engedélyezett sebesség szempontjából gyakorlatilag a korábbi, 1976-os üzemi állapot visszaállítását jelentené. A hatályos OVSZ azonban szigorú értelmezésben csupán 20 km/h-s sebességet engedélyez, mivel csak 65 mm-es nyomcsatorna-szélesség biztosított, terelőberendezés nincs. A közúti funkció kiválásával és terelőberendezés beépítésével a sebesség a távlati vonali sebességgel megegyező 80 km/h-ra növelhető.

A tengelyterhelést illetően a kölcsönös átjárhatóság elvének megfelelő 225 kN-os tengelyterhelés viselésére képes hídszerkezet és vasúti felépítmény kialakítása szükséges, ez egyben hatékony (korlátozás nélküli) hálózati használati lehetőséget biztosít a 102. számú vasútvonalra. Fentiek alapján a tervezésnél figyelembe vett hasznos teher az U jelű teher (UIC 71).

A MÁV-vezetékek részben új, részben felújított kábelcsatornába kerülnek a teljes hídon. Új hídvilágítás, hajózási jelzések, optikai figyelőrendszer (kamerázás), valamint érintés- és villámvédelmi rendszer épül.

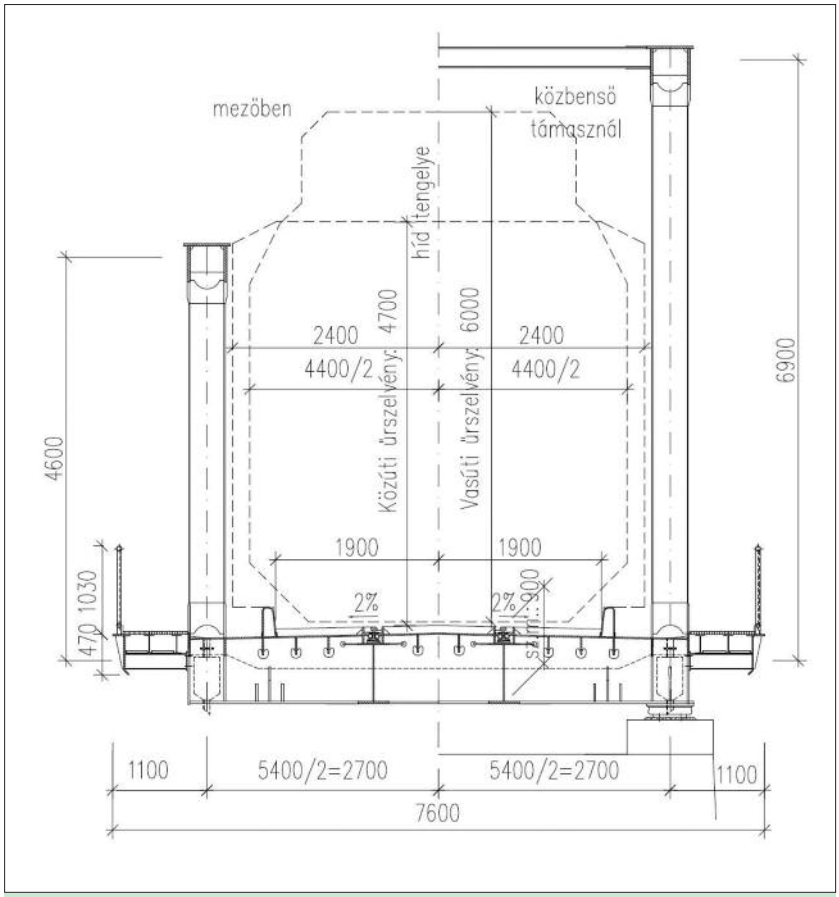
A jelenlegi *hídi alépítmények* teljes körű felújításakor felületjavítást, védőbevonatok készítését tervezzük, a mederhíd 4 pillérének mindegyikén új vasbeton pillér fejgerenda készül.

Mivel az ártéri hídszakaszok teherhordó szerkezete változatlan formában megmarad, az alépítményekre jutó súlynövekedéssel nem kell számolni. A vasúti felépítmény jelenlegi hevederes rendszerének megtartása révén a pillérekre átadódó fékezőerő nagysága is lényegében változatlan marad, tehát az ártéri alépítmények terhelése nem növekszik.

Az új, háromnyílású, folytatólagos, rácsos főtartós mederszerkezet építése a mederhídi alépítmények tekintetében súlynövekedéssel nem jár, sőt a felszerkezet súlya csökken, azonban a pillérekre jutó vízszintes erők a megváltozott saruelrendezés miatt a mostani állapothoz képest lényegesen átrendeződnek. Az új mederhíd fix saruja a III. jelű keszonalapozású pillérre kerül, ezért itt jelentősen megnövekszik a fékezőerő értéke. A mederhíd parti (facölöp alapozású) pillérei viszont részben tehermentesülnek, ezekre az új mederhídról fékezőerő nem adódik át, a függőleges reakciók értéke pedig csökken. A facölöpös alapozásra tekintettel – a kivitelezési munkák megkezdése előtt – a parti pilléreknél alaptest próbaterhelés elvégzését írtuk elő, ennek eredményeiből az alapozás teherbírási tartalékaira lehet következtetni.

A vasalatlan pillérfalazatok tényleges betonminőségét külön e célból készült magmintavétellel és töréstesztt állapítottuk meg. Ezek alapján az ártéri pillérek átlagos betonminősége C16/20, a mederpilléreké C30/37.

A tervezési munkákhoz a Geo-Terra Kft. talajfeltárásokat (30,0 m-es nagyátmérőjű fúrások és CPTu szondák), valamint geotechnikai szakvéleményt készített.



5. ábra. A tervezett mederhíd keresztmetszete *(MSc Kft.)*

Az alépítmények statikai ellenőrzését mind az alapozás, mind a használati határállapot szempontjából megvizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy az ártéri- és a mederhídi alépítmények egyaránt Megbízói állásfoglalás alapján figyelembe vett U jelű hasznos teherre és az 1976 VHSZ szerinti fékezőerőre megfelelnek.

A mederhíd tervezett felszerkezete háromnyílású, folytatólagos rácsos főtartós, a támaszok felett felfelé kiékelt, alsópályás gerendahíd, ortotróp pályalemezes, hegesztett kivitelben *(4. ábra)*. A szerkezet kialakítása a hagyományos rácsos hidakéhoz képest lényegesen eltér, a modern gépi számítás lehetőségeihez jobban igazodik. A hagyományos rácsos hídszerkezet főtartója, illetve a pályaszerkezet síkbeli tartókra bontható és vizsgálható. A térbeli szerkezetben az ortotróp pályaszerkezet tölti be a két síkbeli rácsos főtartó alsó övének szerepét, ezért a pályaszerkezet és a főtartó egymással érintkező elemei szervesen összekapcsolódnak, s bennük a két síkbeli erőjáték összefonódik. Napjaink modern számítási lehetőségei jóvoltából a hídszerkezet kialakítása a valóságos erőjátékhoz jól igazítható.

A főtartó támaszközkiosztása 47,10 + 67,62 + 47,10 m, az elméleti hálózati magasság általában 4600 mm, a közbenső támaszok felett 6900 mm *(5. ábra)*. A főtartók tengelytávolsága 5400 mm, a kereszttartók távolsága 4710 és 4830 mm. A szerkezeti magasság – a sínkoronaszint és a kereszttartó alsó övének alsó síkja között – 900 mm. Az acélszerkezet terv szerinti anyagminősége S355J2-N. A híd két oldalán 0,75 m széles üzemi járda készül kábelcsatornával. A szerkezetet azonban úgy alakítottuk ki, hogy egy esetleges távlati kétirányú kerékpárút fogadására és az ebből fakadó többletterhek viselésére alkalmas legyen.

A mederhídon rugalmas ágyazású (Edilon rendszerű), 54,4 kg-os, a híd teljes hosszán megszakítás nélküli vasúti felépítményt terveztünk. A közúti forgalom miatt a hídon 9 cm vastag szálerősítésű betonburkolat készül. Az ártéri hidak pályaszerkezete vízzáró dilatációs szerkezetekkel csatlakozik a mederhídhoz.

Az acél felszerkezet tömege síncsatornával és kétoldali üzemi járdával együtt (betonburkolat nélkül) 630 t (3,87 t/m).

Az ártéri szerkezetek, valamint az abádszalóki oldalon lévő 6,66 m támaszközű vasúti híd teljes körű felújítását irányoztuk elő. Az öszvérszerkezetű hidak teherhordó szerkezete és a kishíd monolit vasbeton teherhordó szerkezete változatlan formában megmarad, azonban új, korszerű, rugalmas ágyazású, 54,4 kg-os, 24,00 m-es rövid sínes, hevederes kialakítású vasúti felépítmény készül a teljes ártéri szakaszon. A mederhíd-ártéri híd csatlakozásainál Csilléry-féle síndilatációs készüléket kell elhelyezni. A hídfőkhöz közvetlenül csatlakozó pályaszakaszokon – a kellőképpen rugalmas átmenet biztosítása céljából – a háttöltésben megfelelő kialakítású HKT alépítmény-átmenetet terveztünk az új D.11. Utasítás elvei alapján.

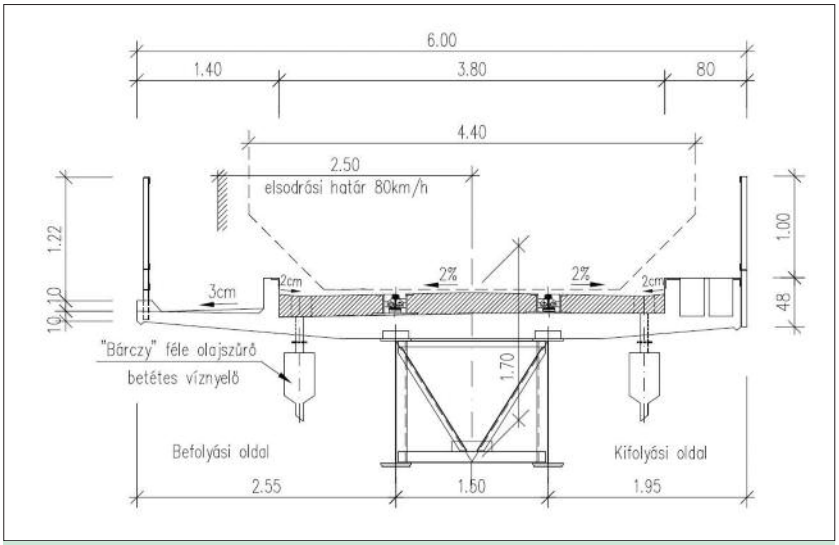
Az ártéri felszerkezeteknek a korrigált hossz-szelvénynek megfelelő magassági beállítását, valamint alaprajzi iránykiigazítását is el kell végezni.

A pályalemezre új vízszigetelés épül, amelyre 20 cm vastag szálerősítésű kopóbeton réteg kerül. A hídelemek végein vízzáró dilatációk és új korlátok készülnek, a víztelenítő rendszer megújul *(6. ábra)*. Az acél főtartók új, korszerű korrózióvédelemmel lesznek ellátva, a beton-

Summary

The article presents the design of partly reconstruction and fully refurbishment of Kisköre Tisza river bridge. We can read about solving of special technical problems of two traffic type carrying old bridge.

Gyurity Mátyás 1992-ben szerezte meg építőmérnöki diplomáját a Zágrábi Tudományegyetem Építőmérnöki Karán. Tervezői pályafutását az Uvaterv Rt. Híd- és Szerkezettervező Irodáján kezdte. 1996-tól az MSc Kft. önálló tervezőmérnöke, 2000-től szakági főmérnök. Vasúti hídtervei közül megépült jelentősebb műtárgyak a Székesfehérvár–Komárom vasútvonalon a Gaja patak hídja, a Kaposvár–Fonyód vasútvonal 61. sz. elkerülő út feletti híd, a Szabadbattyán–Tapolca vasútvonal 71. sz. elkerülő út feletti híd.



6. ábra. Az ártéri hidak keresztmetszete *(MSc Kft.)*

felületek sókorrózió elleni védőbevonatot kapnak. Az elhasználódott neoprén sarukat újakra cserélik.

A közúti forgalom hídra fordulásának zónájában a közúti pálya burkolatát is felújítják. A vasúti vágány zónáját műgumi burkolóelemekkel alakítják ki (pl.: STRAIL rendszer).

Az átépítési és felújítási munkák idejére a hidat előreláthatólag nyolc hónapra le kell zárni, ez idő alatt a vonatpótló autóbuszok, a tömegközlekedési szolgáltatók, a megkülönböztető jelzéssel rendelkező járművek, valamint a személygépkocsik a közeli vízi erőmű hídjait használhatják.

Összefoglalás

A kiskörei Tisza-hidat a MÁV legnagyobb pályaműtárgyai között tartjuk számon, ez ma az ország harmadik leghosszabb vasúti hídja. Az ártéri hidak 1976. évi átépítése, vagyis 36 esztendeje a hídon semmilyen jelentős beavatkozás nem történt. A biztonságos vasúti üzem már csak személyes felelősségvállalás mellett tartható fenn. Ebben az évben, az első híd építésének 125. évfordulóján az építési engedély várhatóan megszületik, a kiviteli tervek elkészülnek. Kedvező esetben az 1923. évi újjáépítés 90. évfordulójára, 2013-ban a kivitelezési munkák is megkezdődhetnek.

Irodalomjegyzék

Erdei János, Hajós Bence, dr. Horváth Ferenc, Vörös József (2003): Kiskörei Tisza-híd. Vasúti hidak a Debreceni Igazgatóság területén. Tuurex Kft.

Rege Béla (2007): A kiskörei Tisza-híd története. Sínek Világa 2007/3–4. szám, 9–11. o.

Dr. Domanovszky Sándor, dr. Csapó Ferenc (2011): Az Északi Vasúti Híd átépítése 2007–2009. MAGÉSZ.

wikipedia.org

Bán Tivadarné születésnapi köszöntése

Rendhagyó módon születésnapi köszöntőt adunk közzé lapunk különszámában. Tesszük ezt azért, mert Bán Tivadarné Ida néni híd- és szerkezetépítő okleveles mérnök, mérnök-tanár, aki születésnapjai sorában kerek évfordulóhoz érkezett, közismert alakja a hídépítő szakmának. Nincs olyan tervezőintézet, felsőfokú oktatási intézmény, kutatóintézet, üzemeltető (MÁV, BKV) vagy hatóság, amelynek alkalmazottai között nem találhatók meg Ida néni tanítványai. Ez nem csoda, hiszen 1954-től a Kvassay Jenő Közlekedés Építőipari Technikum mérnök-tanára, 1956-tól műszaki igazgatóhelyettese. 53 évig tanított a Kvassayban. Az iskola viharos történetét részletesen feldolgozta, és a „Kvassay Jenő Közlekedés Építőipari Technikum hatvan éve" című cikkében lapunk 2011/2. számában közreadtuk. Ida néni egész eddigi életét az oktatásnak szentelte. A hivatalos tanrenden kívül modellező szakkör, önképzőkör, tanulmányi verseny megszervezésével tette még kedveltebbé az általa oktatott tárgyakat. Az 1960-as évek óta ír tankönyveket, elsősorban a statika, szilárdságtan, vasbeton szerkezetek, alapozás, szakrajz és a hídépítés témaköreit dolgozta fel technikumban tanítható módszerrel, oktatási segédletekkel. Egyéb szakirodalmi tevékenysége is ezekre a témákra terjedt ki. Megjelent könyveinek száma több mint harminc. 1960 óta folyamatosan részt vett szaktárgyak tanterveinek kidolgozásában, pedagógiai programok összeállításában.

Oktató-nevelő munkája elismeréséül 1978-ban Kiváló Tanári, 1980-ban Pro Urbe Budapest díjat, 2001-ben Közúti Szakemberért életút díjat, 2008-ban a Magyar Köztársaság Bronz Érdemkeresztjét kapta. Fáradhatatlanul dolgozik ma is, szakértői, írói, lektori munkát, képesítővizsgai elnöki feladatokat végez.

Sok szeretettel köszöntjük Ida nénit, és további jó egészséget kívánunk. Szeretnénk, ha az energia, amit eddigi élete során tőle kaptunk, sokszorosan sugározna tovább rajtunk, tanítványain keresztül.

Új hidak tervezése a Miskolc–Nyíregyháza vasútvonalon

Írásunk a Miskolc–Nyíregyháza vasúti vonalszakasz korszerűsítésének tervezése során szükségessé vált új hidak tervezését és a meglévő műtárgyak felújítására, átépítésére tett javaslatokat ismerteti. Kiemelt figyelmet fordítunk a Tokaj és Rakamaz állomások közötti rossz minőségű töltés és altalaj átépítése helyett javasolt új nyomvonalon építendő új hídszerkezetek bemutatására.

Dr. Koller Ida
irányító tervező
UVATERV Zrt.
koller@uvaterv.hu
(1) 203-3342

Zádori Gyöngyi
irodavezető
SpeciálTerv Kft.
zadori.gyongyi@specialterv.hu
368-9107/107

Závecz Richárd
tervezőmérnök
UTIBER Kft.
zavecz.richard@utiber.hu
(1) 203-0555/605

A tervezés előzményei és kiinduló adatai

Az V. páneurópai vasúti folyosó főágát képező Budapest–Hatvan–Miskolc–Nyíregyháza vasútvonal személy- és áruszállítási szempontból is nagy jelentőségű.

A Főmterv–Mátra Konzorcium 2006-ban elkészítette a Rákos–Miskolc–Nyíregyháza vasútvonal átépítésének tanulmánytervét. A teljes Budapest–Hatvan–Miskolc–Nyíregyháza vasútvonal fejlesztését a MÁV Zrt. jóváhagyta, és sikeresen pályázott TEN-T források igénybevételére. A TEN-T projekt a teljes Rákos–Hatvan–Miskolc–Nyíregyháza vasútvonal fejlesztése előkészítését tartalmazza. A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. – mely időközben átvette a projektet a MÁV Zrt.-től – elsőként a Rákos (kiz.)–Hatvan (kiz.), másodikként a Hatvan (bez.)–Miskolc-Tiszai pu. (kiz.) szakaszra írt ki közbeszerzési pályázatot. Külön eljárásban írják ki a miskolci vasúti csomópont korszerűsítését.

A fenti előzmények után a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. nyílt közbeszerzési eljárás keretében 2010-ben kiírta a Miskolc-Tiszai pu. (kiz.)–Nyíregyháza (kiz.) vasúti vonalszakasz és ráhordó hálózata megvalósíthatósági tanulmányának és engedélyezési terveinek elkészítése tárgyú tervezési feladatot, melyet az UTIBER–UVATERV Konzorcium nyert el.

A Miskolc–Mezőzombor szakasz vasúti pályáját és annak műtárgyait a Konzorciumvezető Utiber Kft. tervezte, a Mezőzombor–Nyíregyháza szakaszon a pálya és a műtárgyak terveit az Uvaterv Zrt. készítette el. A teljes szakasz talajmechanikai szakvizsgálatát a Geo-Terra Kft. végezte el.

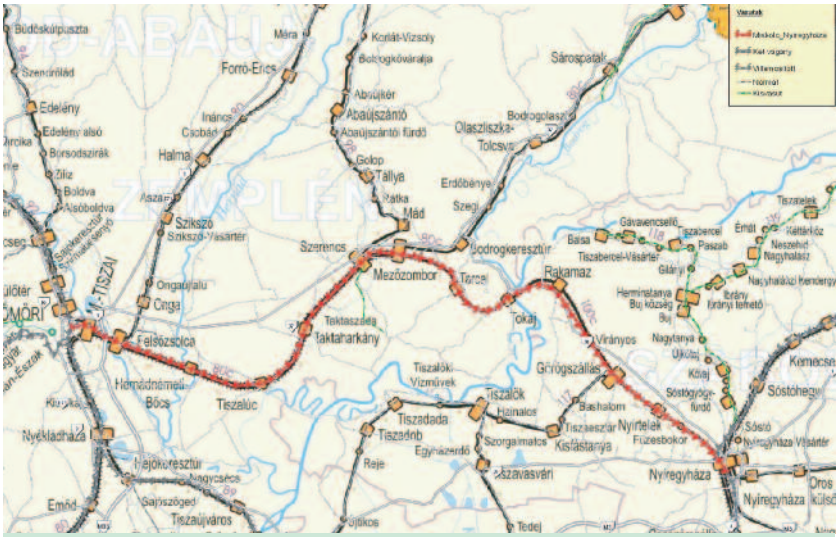
Jelenleg a pálya a Miskolc-Tiszai pu. (kiz.)–Mezőzombor (bez.) vonalszakaszon kétvágányú, a Mezőzombor (kiz.)–Nyíregyháza (kiz.) vonalszakaszon pedig egyvágányú. Az engedélyezett sebesség 120 km/h. A tengelyterhelés 210 kN. A felépítmény teljes hosszon hézagnélküli kivitelben épült. A vonalszakasz végig villamosított.

A tervezési diszpozíció értelmében a teljes vonalszakaszon a sebesség 160 km/h-ra, a tengelyterhelés 225 kN-ra nő. A helyi kötöttségek miatt Szerencs állomáson az átmenő vágányok 100 km/h, valamint Tokaj bejárati ívétől Rakamaz végponti bejárati jelzőjéig 120 km/h-ra alkalmas vasúti pályát terveztünk.

A Megvalósíthatósági tanulmány [1] alapján a MÁV forgalmi szempontból az alábbi vágányszámokat tartotta indokoltnak:

- Miskolc-Tiszai pu. (kiz.)–Mezőzombor (bez.) – 2 vágány
- Mezőzombor (kiz.)–Görögszállás (kiz.) – 1 vágány
- Görögszállás (bez.)–Nyíregyháza (kiz.) – 2 vágány

Tekintettel arra, hogy a tervezési szakasz az V. páneurópai folyosó részét képezi, azokon a pályaszakaszokon, ahol jelenleg a forgalomnagyság alapján nem indokolt a két vágány építése, távlatban második vágány építését is figyelembe



1. ábra. A Miskolc-Nyíregyháza vasútvonal a térképen
(A Megvalósíthatósági tanulmány címlapjáról)

kell venni. A tervezett alépítmény, keresztező létesítmények és minden egyéb szakági terv annak figyelembevételével készült, hogy a távlati második vágány megépítése a lehető legkisebb bontási munkálatokkal járjon. Fentiek alól egyedül a Tokaj (kiz.)–Rakamaz (kiz.) vonalszakasz képez kivételt. Itt távlatban is csak egy vágány épül meg a szakaszon tervezett nagy műtárgy második vágány építése esetén jelentkező hatalmas költségtöbblete miatt.

A MÁV Forgalmi Főosztálya az alábbi kikötésekkel járult hozzá a szükséges alépítményi munkák elvégzéséhez:

- a Mezőzombor–Nyíregyháza vonalszakasz épüljön meg előbb;
- a vonalon található leghosszabb állomásköz alapul véve, a nyári időszakban (2,5 hónap) történjen minden vágányzárat igénylő munkafolyamat, az összes állomásközben párhuzamosan.

A beruházás várhatóan a 2020-at követő költségvetési időszakban valósul meg.

A Miskolc–Mezőzombor szakasz műtárgyai

A Miskolc-Tiszai pu. (kiz.)–Mezőzombor (bez.) vasúti vonalszakaszon összesen 39 db műtárgy található. Ebből 26 db 0,5–5,0 m nyílású beton- vagy vasbeton cső, vasbeton keret, köracél- vagy sínbetétes teknőhíd, illetve boltozat.

Az 5,0–10,0 m nyílású vízfolyás hidak köracél vagy sínbetétes teknőhidak (6 db). Tiszalúc és Taktaszada megállóhelyeken található 1-1 db 3,0 m nyílású peronaluljáró. Külön szintű útátvezetések közúti hídjai az M30-as autóút vasbeton gerendahídja, a 3606 j. összekötő út vasbeton lemezhídja Felsőzsolca állomáson, valamint Tiszalúcon egy lezárt földúti vasbeton lemezhíd. A szakasz két nagy acél műtárgya a felsőzsolcai Sajó-híd és a hernádnémeti Hernád-híd. A műtárgyak többsége a már 1928-ban létesített műtárgyak mellé vagy azok régi alapjaira épült 1966-ban, a vasútvonal korszerűsítése idején.

Vonali kisműtárgyak

A 0,5–1,5 m nyílású átereszek helyébe összesen 21 db új, 1,5 × 1,5 m belső méretű vasbeton kerethíd épül.

Az 1,5–2,0 m nyílású műtárgyak átépítése 2,0 × 2,0 m belső méretű előre gyártott elemekből készült vasbeton kerethidakkal történik. Elkészítettük 2 db új, 2,0 × 2,0 m-es kerethíd, valamint egy 2,0 × 2,5 m méretű kerethíd meghosszabbításának a tervét.

A jelenlegi, általában tartóbetétes vasbeton teknőhidakat – a vízműtani számítások alapján szükséges nyílásméret és szerkezet alsó élének növelése érdekében – elbontják. Helyettük új műtárgyakat terveztünk, ezek megfelelnek az aktuális vízügyi előírásoknak és kialakítandó pályageometriának. A tervezett új hidak 5 db vasbeton lemez, illetve 6 db acélgerenda-betétes vasbeton lemez szerkezetek, ágyazatátvezetéssel.

Közúti külön szintű keresztezések

A tervezési szakaszon a meglévő és tervezett külön szintű útátvezetések és beavatkozások:

Az 1853+25 hm (tervezett 1853+32,78 hm) szelvényben lévő M30-as autóút felüljárója megfelel a tervezett vasúti pálya áthidalására, ezért beavatkozásra nincs szükség.

Az 1868+84 hm (tervezett 1868+83,36) szelvényben lévő 3606 j. összekötő út meglévő hídjának bontása a nem megfelelő űrszelvény, illetve a leromlott állapot miatt indokolt. A tervezett műtárgy egynyílású, előre gyártott hídgerendákkal együttdolgozó monolit vasbeton pályalemezes felszerkezetű híd.

A 2030+87 hm (tervezett 2030+68,10 hm) szelvényben található közúti felüljáró erősen leromlott állapota miatt bontása régóta esedékes, a forgalom elől jelenleg is elzárt, a szerkezet teljes elbontása szükséges.

A 3614 j. összekötő út jelenleg szintben keresztezi a vasúti pályát. Megbízói döntés alapján, mivel a mértékadó vasúti átjáróforgalom jelentősen meghaladja a 3000 jmű vonat/h értéket, és a vonatrendezés is komoly zavarást okoz, külön szintű átvezetés épül. A 3+35,36 hm szelvénybe tervezett új közúti felüljáró kétnyílású, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó acélgerendás öszvérszerkezet.

A Mezőzombor–Nyíregyháza szakasz műtárgyai

A Miskolc–Nyíregyháza vasútvonal Mezőzombor és Nyíregyháza közötti szakaszán 31 db kishíd és áteresz található. Ezekből 23 db (időszakos) vízfolyást hidal át; kettő közműveket vezet át a vasúti pálya alatt. Öt teknőhíd közutat vagy földutat keresztez. A műtárgyak jó része a már 1928-ban létesített műtárgyak mellé vagy azok régi alapjaira épült 1966-ban, a vasútvonal korszerűsítése, villamosítása idején.

A 0,8–1,0 m nyílású – sokszor 1,0/1,75 m vagy 0,8/1,40 m méretű magasított – csőátereszek helyébe sok helyen új, általában 1,5 × 1,5 m belső méretű vasbeton kerethidak épülnek, előre gyártott elemekből. A Csomiép gyártmányú előre gyártott vasbeton elemek mellett a Ferrobeton Zrt. és az Uvaterv Zrt. által kifejlesztett FZK típusú előre gyártott vasúti-közúti vasbeton keretelemek is alkalmazhatók. (ÉME száma: 12/2011, érvényessége: 2016. július 31-éig; CE: EK-2071-CPD-0051; Vasúti alkalmazási engedélyének száma: P-8667/2011.) Ezek az FZK típusú elemek külső méreteikben

azonosak a MÁV P-5519/2007. számú mintaterv szerinti elemeivel.

A jelenlegi hidak általában tartóbetétes vasbeton teknőhidak, síkalapozással. A tervezett új hidak is hasonló kialakítású acélgerenda-betétes vasbeton szerkezetek, ágyazatátvezetéssel.

A Rakamaz állomáson lévő acélszerkezetű gyalogos-felüljárót el kell bontani, helyette új vasbeton gyalogos-aluljáró épül.

Tarcal és Virányos környezetében új közúti felüljárók épülnek előre gyártott előfeszített vasbeton hídgerendákból, melyeket helyszíni vasbeton lemez dolgoztat együtt.

A Mezőzombor és Nyíregyháza közötti szakasz legjelentősebb hídjai: a tokaji Tisza mederhíd és az utána épített 4 db ártéri acélhíd Rakamaz irányában. Ezen a szakaszon jelenleg olyan rossz minőségű az átázott töltés, hogy a Tokaj és Rakamaz közti ártér problémáinak megoldási lehetőségeit külön Összefoglaló dokumentációban [2] mutattuk be részletesen a döntéshozóknak.

A Tokaj és Rakamaz állomások közti jelenlegi állapot és a javasolt új nyomvonal ismertetése

Tokaj és Rakamaz állomás között jelenleg a pálya nagy részén a vonalon megengedett 120 km/h sebességet alépítményhibák miatt folyamatosan 80 km/h-ra kell csökkenteni. A vasúti töltés és az altalaj olyan rossz állapotú, hogy a Geo-Terra Kft. szakvéleményében – az előírt v = 120 km/h sebesség és a 225 kN tengelyterhelés biztosítása érdekében – az érintett szakaszon jellemzően 6–8 m magas teljes töltés elbontását és min. 1 m talajcserét, geotextília + georács fektetéssel, durvaszemcsés töltéstalajjal történő töltésalapozást javasol 1:3 rézsűhajlás kialakítása mellett. A vízfolyás felőli oldalon a rézsűt elhabolás elleni védelemmel (például geotextília + 30 cm kőszórással) kell ellátni. Ezért a Megvalósíthatósági tanulmány a Tisza-híd után Rakamaz felé új nyomvonal kiépítését javasolta a meglévőtől min. 15-20 m-re északra eltolva, az Aranyos-hídig.

A jelenlegi négy ártéri hídból a három gerinclemezes szerkezetű mellé új felszerkezetű híd épülne. Tokaj állomás és a Tisza-híd között a töltés felső 4 m magas részét kellene elbontani, helyette pedig újat építeni megfelelő szemcsés anyagból. Az új töltés 1:3 rézsűje – mely burkolás esetén 1:2-re módosítható – a töltések tengelyének még 15-20 m távolsága esetén is belemetsz a jelenlegi töltésbe, így a töltés csak két ütemben építhető. Az új töltés építése idején a kb. 4-5 m magas töltést vasúti teherre méretezett szádfallal kellene védeni a vonal teljes hosszán.

A jelenlegi töltés tönkremenetelét nagymértékben az időszakos árvíz okozta – az állandóan változó teljes átázás, illetve kiszáradás miatt –, valamint a rossz altalaj, ami 15-20 m távolságra sem kedvezőbb.

A vasúti töltés ilyen mértékű átépítése csakis hosszú ideig tartó folyamatos vágányzárban biztosítható, ami a MÁV Zrt. forgalmi szakszolgálata szerint a jelenlegi helyzetben nem megoldható. Ezen okok miatt merült fel az az alternatív javaslat – mely az üzemeltetőkkel történt előzetes egyeztetésen kedvező fogadtatásban részesült –, hogy új töltés építése helyett új hidakat kellene építeni, mivel azok kisebb helyigényűek, gyorsabban, szabad területen megépíthetők, valamint az árvízvédelem szempontjából is előnyösebb kialakításúak, és nem utolsósorban a meglévő pályán bonyolódó forgalom egyidejű fenntartása mellett építhetők, lényegesen kisebb vágányzári idők igénybevételével.

A műtárgyakon vezetett vasúti pálya megvalósítása a leírt előnyök mellett azért is került előtérbe, mert a költség-összehasonlítás szerint ez a változat nem sokkal költségesebb, mint a hagyományos kialakítású vasúti töltés építése új nyomvonalon, mindazonáltal lényegesen kisebb járulékos költségek (kisajátítás, környezeti károkozás stb.) merülnek fel.

A Tokaj és Rakamaz állomások közötti terület a Natura 2000 övezetbe esik, ezért minden olyan beavatkozás, mely terület igénybevételével jár (ráadásul igen nagymértékűvel) – a környezetvédelmi szempontok miatt – nem megengedhető. Ezek együttes mérlegelése után merült fel az új javaslat: az ártér teljes hosszán a vasúti pálya „lábakra állítása”, egy kb. 2 km hosszú műtárgysor kiépítésével. Az új nyomvonal a régi 38-as út csatlakozása előtt, a 204 hm szelvényben visszatér a jelenlegi vasúti pályához, keresztezi, majd a jelenlegi Görbe- és Aranyos-hidat délről kerüli meg. Ez az – önkormányzattal is egyeztetett – új változat lehetővé teszi az átépítés idejére szükséges vágányzár időtartamának három hónapra csökkentését. További igényként merült fel a tokaji vasútállomás és a Tisza-híd közötti rossz minőségű töltés helyett is hídszerkezetek beépítése. Ebben az esetben a nyomvonalat is kedvezőbben lehetne kialakítani, ha a meglévő Tisza-hídtól északra, 15-18 m-re új híd épülne, és ennek folytatásában épülnének az új hidak. A töltés elbontásával és hidak mellé építésével újabb területek szabadulnának fel a vasút és az önkormányzat részére.

A jelenlegi tokaji Tisza-híd és a csatlakozó négy ártéri acélhíd

A tokaji Tisza-híd (185+615 hm szelv.) (2., 3. ábra)

A jelenlegi 3 db, egyenként 69,7 m támaszközű alsópályás rácsos acélszerkezet 1949-ben épült. A pályaszerkezet hídfás, melyet 1977-ben v = 120 km/h sebességre átépítettek, és központi forgalomirányítást (KÖFI) építettek ki. 1977-ben Geo rendszerű leerősítéssel 54 kg/fm súlyú síneket építettek be [3].

A hossztartóbekötéseket az 1966. évi terv szerint erősítették. 1996–97-ben kicserélték a hídfákat és a síndilatációs szer-

2. ábra. A jelenlegi tokaji Tisza-mederhíd oldalnézeti fényképe

3. ábra. A jelenlegi tokaji Tisza-mederhíd keresztmetszeti fényképe

kezeteket, a pályaszerkezetet lokálisan javították, erősítették; a teljes korrózióvédelmet felújították.

Ladik-híd (192+29 hm szelv.)

A meglevő 3 × 26 m támaszközű felsőpályás, gerinclemezes acélhidak 1949-ben épültek teljesen új alépítményeken. A pályaszerkezet hídfás, 54 kg/fm súlyú sínnel, Geo rendszerű leerősítéssel. 1989-ben új alsó szélrácsot építettek be a szerkezeti mozgások csökkentésére. 1995-ben a hídszerkezeteket új korrózióvédelemmel látták el, a hídfákat és a síndilatációs szerkezeteket kicserélték [3].

Hosszú-híd (199+09 hm szelv.)

A 7 db kéttámaszú acél hídszerkezet, összesen 194 m hosszban, 1948–49-ben épült. 1944-ben a korábbi híd alépítményeit is felrobbantották, így a jelenlegi alépítmények is 1948-ban épültek a régi alaptestek felhasználásával. A Tokaj felőli 3 × 25 m támaszközű felsőpályás, gerinclemezes hidak után középen 35,2 m támaszközű alsópályás, párhuzamos övű rácsos szerkezet található felső szélrács nélkül, melynek Rakamaz felőli végéhez 3 × 26 m támaszközű felsőpályás gerinclemezes hidak csatlakoznak. 1989-ben a gerinclemezes szerkezeteket új alsó szélrácscsal szerelték fel. 1995-ben a hidakat új korrózióvédelemmel látták el, a hídfákat és a síndilatációs szerkezeteket cserélték [3].

Görbe-híd (207+40 hm szelv.)

A második világháborúban felrobbantott híd helyébe 1948–49-ben új, 39,90 m támaszközű alsópályás, rácsos acélszerkezet épült. A betonalapok is ekkor épültek a régi cölöprács felhasználásával. 1977-ben a vasúti felépítményt átépítették. A hagyományos függőleges hídfacsavaros leerősítés helyett központosító bordákat építettek be, vízszintes hídfacsavar rögzítéssel. 1986-ban hossztartó gerincrepedéseket javítottak. 1996-ban az új korrózióvédelem mellett kicserélték a hídfákat és a síndilatációs szerkezeteket [3].

Aranyos-híd (210+63 hm szelv.)

A jelenlegi 4 db, egyenként 25 m támaszközű felsőpályás, gerinclemezes acélszerkezet 1948-ban épült. A pályaszerkezet hídfás, 54 kg/fm súlyú sínnel, Geo rendszerű leerősítéssel. 1995-ben a hidakat új korrózióvédelemmel látták el, a hídfákat és a síndilatációs szerkezeteket cserélték [3].

Összefoglalás: a csatlakozó négy ártéri acélhíd

A Tisza-hídon és a négy ártéri hídon 2007 áprilisa és októbere közt végeztek célvizsgálatot.

Ebből néhány jellemző észrevétel:

- A gerinclemez és az övszögacélok közötti festékrepedések és rozsdafoltok a kapcsolat mozgására utalnak, amire figyelni kell.
- A szerkezet alsó része erősen korrodált, a pilléreken rozsdalefolyások láthatók.
  Főleg a Ladik- és az Aranyos-hidak egy-egy végénél tapasztalható, hogy vasúti szerelvény elhaladásakor a vasbeton keresztaljak 1-2 cm-t süllyednek a hídfő mögötti átázott háttöltésbe. A 63 éves hidak acél főtartói alapvetően jó állapotúak
- Az üzemeltetési tapasztalatok szerint a gerinclemezes főtartójú hidak (Ladik-híd, Hosszú-híd, Aranyos-híd) az alsó szélrács utólagos beépítése ellenére is mozognak, ezért a gerinclemezes hidak helyébe – új töltés építése esetén is – új szerkezeteket javasoltunk ágyazatátvezetéssel.

A jelenlegi elbontandó kéttámaszú szerkezetek főtartóit célszerű más vasútvonalon felhasználni.

A tervezett változatok ismertetése

Tisza-híd

A jelenlegi szerkezet leggyengébb pontjai a kereszttartók és végkereszttartók bekötései, ezért a teljes pályaszerkezetet cserélni kellene. A régi szerkezet felújítása esetén az új hossztartókat célszerű lenne a sínek alá helyezni, így a hossztartó távolság 1800 mm-ről 1500 mm-re csökkenne.

A pályaszerkezet ortotróp pályalemezű lenne, a sínek Edilon rendszerű közvetlen leerősítésével. Az így előre gyártott hegesztett pályaegységeket kellene az építés során egy darabban behelyezni a korábban eltávolított hossztartók-kereszttartók helyébe. Ágyazatátvezetés nem célszerű, mert ez többletterhet jelentene a meglévő főtartókra.

A teljes hidat új korrózióvédelemmel kellene ellátni, a főtartók külső oldalaira üzemi járdát kellene építeni.

Az átépítés alatti hosszú vágányzárigény miatt, valamint a vasútvonal átépítése (2022) után a hídszerkezet hosszú távú alkalmassága érdekében merült fel új Tisza-híd építésének szükségessége.

Új felszerkezet a meglévő alépítményen

Az alábbi felszerkezettípusokat javasoltuk *(4. ábra):*

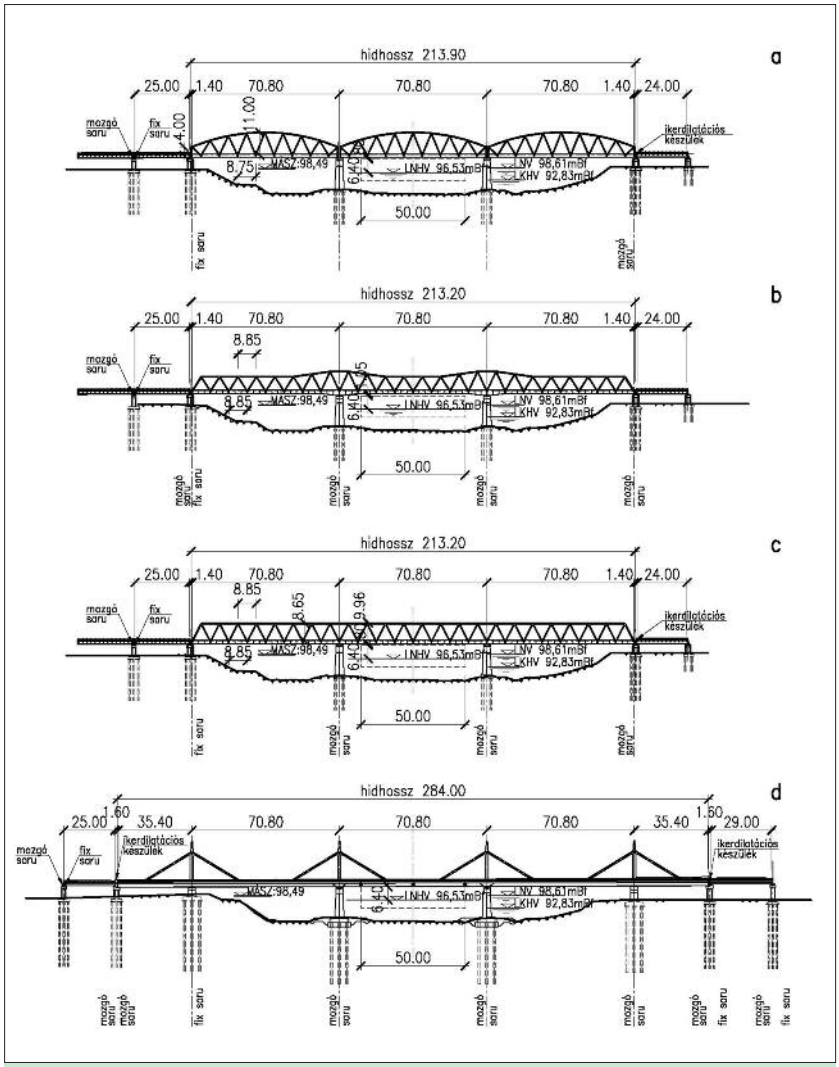
- kéttámaszú íves főtartók
  (a tokaji polgármester kérését figyelembe véve, a régi vasúti híd alakjához hasonló szerkezet – a változat)
- folytatólagos többtámaszú a pillérek felett alul-felül kiékelt szimmetrikus rácsozású acél főtartók (elsősorban esztétikai szempont miatt – b változat)
- folytatólagos többtámaszú párhuzamos övű szimmetrikus rácsozású acél főtartók – c változat

Ágyazatátvezetés esetén a reakcióerők a hídfőknél 10%-kal, a közbenső pilléreknél pedig csak kb. 5%-kal növekednének az eredetihez képest. Statikai szempontból a többtámaszú szerkezet az előnyösebb a támaszok feletti kisebb szögelfordulások és a nyílásokban keletkező kisebb lehajlások miatt. Az íves kialakítású kéttámaszú szerkezet alakváltozása viszont a nagyobb merevség miatt kisebb, mint ugyanolyan fesztávon párhuzamos övű kéttámaszú rácsos tartó esetében.

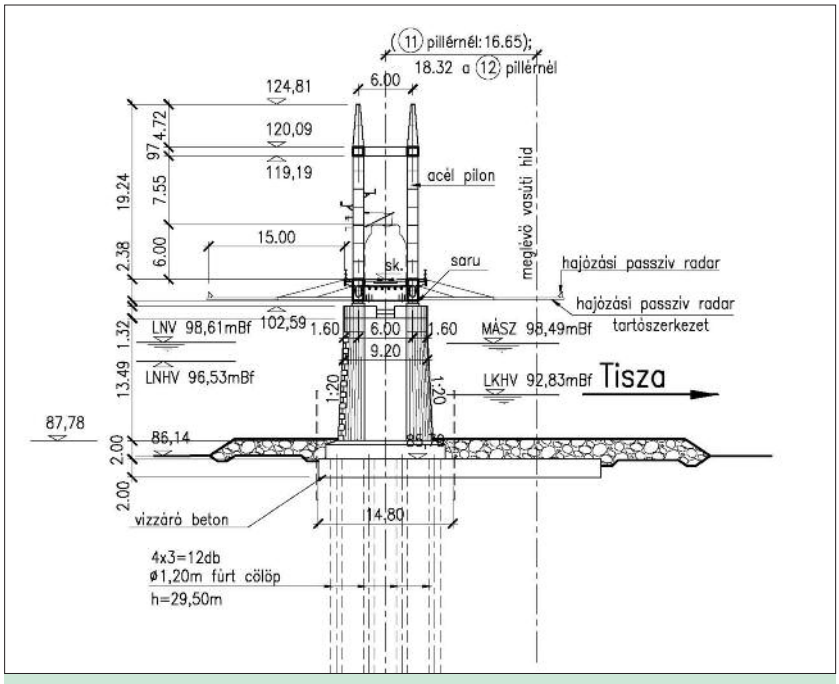
A véglegesen javasolt szerkezettípus meghatározásánál a statikai és az esztétikai szempontokon túl fontos szerepe volt a felsővezeték megfelelő átvezethetőségének.

A jelenleg alkalmazott megoldás (a felső szélrácsra függesztett felsővezeték; *3. ábra)* v = 120 km/h sebességnél már nem alkalmazható.

Ezért az ártéri hidak egyik változataként is szereplő többtámaszú függesztőműves változatot javasoltuk a 70 m tá-



4. ábra. A tervezett Tisza-mederhíd változatok oldalnézetei



5. ábra. A tervezett Tisza-mederhíd teljes keresztmetszete

maszköznek megfelelő méretekkel – d változat.

A felsővezetéket tartó szerkezeteket a hídpillérek feletti pilonokhoz lehet rögzíteni.

Az új hídszerkezetet célszerű a Tisza partján teljesen összeállítani, majd úszóemelő állványon felúsztatni a helyszínre. A vágányzár megkezdése után a jelenlegi középső kéttámaszú szerkezetet rögtön el kellene úsztatni egy parti tárolóhelyre vagy akár egy másik helyszínre, ahol a hidat hasznosítanák. A szélső nyílások jelenlegi szerkezeteinek hosszirányú kihúzásához a partok mellett ideiglenes járműkat kell építeni.

Új felszerkezet új alépítményen

A tokaji állomás és a Tisza-híd közötti vasútvonalszakaszt kedvezőbb ívviszonyokkal lehet kialakítani, ha az új Tisza-híd a jelenlegitől északra kb. 20 m távolságra épül. Az új nyomvonal építése alatt a forgalom a jelenlegi vonalon és hídon haladna. A Tisza e szakaszán szükséges hajózási űrszelvény 50 × 6,4 m, így az új pilléreket a meglévők folytatásában, azoktól függetlenül lehet építeni.

A Tisza-híd felszerkezetének kialakítására az előzőekben ismertetett változatok érvényesek.

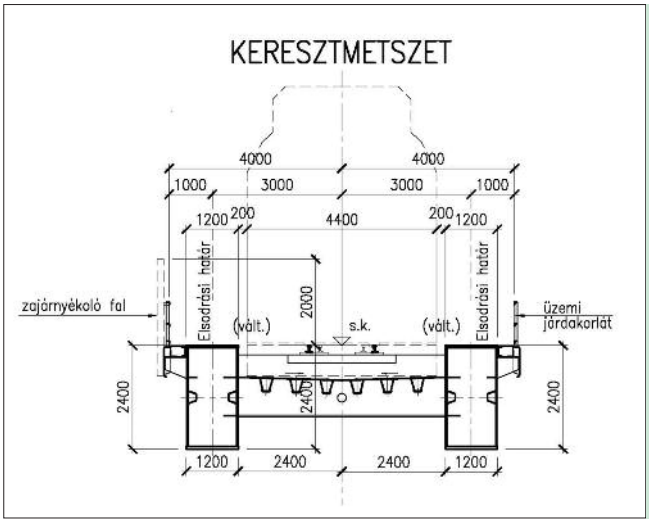
Az új ívviszonyok kialakítása során a Tisza-híd egy szakasza az átmeneti ívbe kerül, ezért az új alépítményre építés esetén az ágyazatátvezetéses keresztmetszeti kialakítás javasolt. Az Engedélyezési tervben a d változat szerepelt új alépítményeken. A híd teljes keresztmetszetét az *5. ábra,* közbenső keresztmetszetének részleteit a *6. ábra* mutatja.

A híd felszerkezete alsópályás, zárt cellás, folytatólagos merevítőtartós ferderudas acélhíd. A főtartók alsó-felső öve 1200 mm széles. A főtartó gerincének magassága 2280 mm. Az övek vastagsága 60 és 80 mm között változik, az igénybevételeknek megfelelően. A kereszttartók 3540 mm-re vannak egymástól. Az új felszerkezet minden kapcsolata hegesztett kialakítású.

A hídon kb. 25 m-enként vízszűrő berendezéssel ellátott víznyelőket terveztünk.

A Tisza-híd jelenlegi alépítményén célszerű vagy a jelenlegi hídon, vagy új szerkezeten külön a gyalogos-kerékpáros forgalmat átvezetni.

Amennyiben a jelenlegi pilléreket – melyeknek tengelyei egy vonalba esnek az



6. ábra.
A tervezett Tisza-mederhíd közbenső keresztmetszete

újakkal – felhasználják más hídszerkezet alépítményeiként, és kezelőjük fenntartja, elkerülhetővé válik e mederpillérek elbontása.

Ártéri hidak

A tokaji Tisza-hídhoz csatlakozó kb. 2 km hosszú ártéri hidak szerkezeteinek kialakítására többféle változatot is megvizsgáltunk.

45–50 m támaszközzel, folytatólagos többtámaszú tartókként:

- szekrénytartós monolit vasbeton szerkezet,
- acél szekrénytartó vasbeton lemezzel együttdolgozó szerkezet,
- alsópályás, acél függesztőműves hídszerkezet (egyenként 200 m hosszú hidak).

Az első két változat szerkezete hosszirányú betolással épülne.

Ezt a két változatot nem javasoltuk a nagy szerkezeti magasság, a nagy reakcióerők, a nagy a dilatációs hossz, a hosszadalmas építési idő, valamint a felszerkezetek nehéz cserélhetősége miatt.

25 m támaszközzel kéttámaszú tartókként:

- acél gerinclemezes hidak (alsó- vagy felsőpályás),
- előre gyártott előrefeszített vasbeton hídgerendákból (FI–150 típusú) helyszíni együttdolgozó vasbeton lemezzel [4].

Mindkét változatnál a hídszerkezetek ágyazatátvezetésesek, ezért a kis távolságokra elosztott mozgások miatt nincs szükség síndilatációs szerkezetek beépítésére a támaszok felett.

Általában az alsópályás kialakítás a kedvezőbb a kisebb szerkezeti magasság és a jobb stabilitás miatt. A felsőpályás változat a szakasz Rakamaz felőli végénél a szerkezeti magasság miatt min. 300 m hosszon nem alkalmazható.

Az acélszerkezetű kéttámaszú szerkezetek gyorsan, könnyen szerelhetők, cserélhetők.

Fenntartásuk hosszú távon költségesebb, de jól ellenőrizhetők, javíthatók.

A vasbeton változatnál nagyobb a szerkezeti magasság, a nagyobb reakcióerők miatt több vagy hosszabb cölöpök szükségesek. Fenntartásuk kicsit egyszerűbb, viszont később az egyes nyílások nehezebben cserélhetők. Építési idejük hosszabb.

A szakasz Rakamaz felőli végénél a szerkezeti magasság miatt min. 300 m hosszon nem alkalmazható.

A kéttámaszú szerkezetek mindegyik változatánál a híddilatációk (hézagok) feletti szigetelésátvezetés gondos megoldást kíván.

Ártéri hidak költség-összehasonlítása

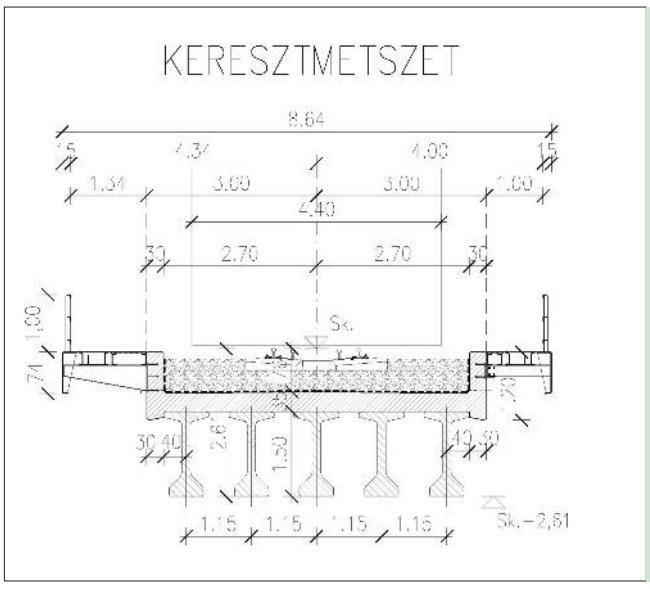
- Kéttámaszú, alsópályás, gerinclemezes acélhidak ágyazatátvezetéssel (a szakasz teljes hosszán alkalmazható) 4,2 M Ft/m
- Kéttámaszú, felsőpályás, gerinclemezes acélhidak ágyazatátvezetéssel (300 m hosszon vízügyi okok miatt nem alkalmazható) 4,1 M Ft/m
- Kéttámaszú, előre gyártott tartós vasbeton hidak ágyazatátvezetéssel (300 m hosszon vízügyi okok miatt nem alkalmazható) 2,7 M Ft/m
- Többtámaszú, alsópályás függesztőműves acélhidak edilonos sínleerősítéssel (a szakasz teljes hosszán alkalmazható) 4,3 M Ft/m

Ártéri hidak kialakítása

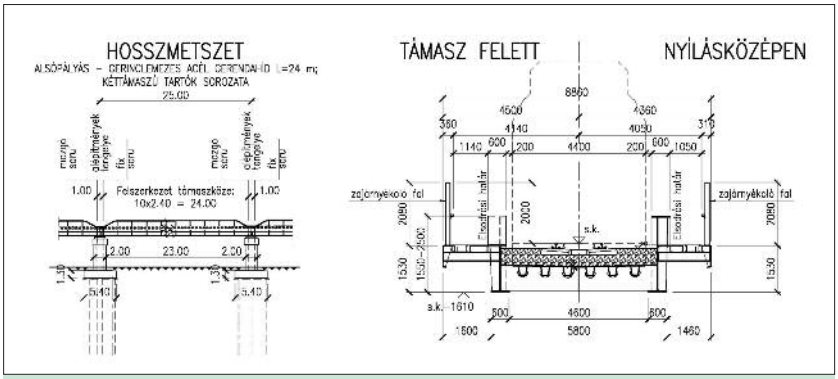
Az ártéri hidakra a bemutatott változatok (kéttámaszú vasbeton vagy acélfelszerkezetű hidak ágyazatátvezetéssel, illetve többtámaszú függesztőműves ortotróp acélszerkezet) mindegyikét javasoltuk alkalmazni az összesen közel 3 km hosszú ártéri szakasz megfelelő helyein.

A 25 + 3 × 50,0 + 25 m támaszközű függesztőműves szerkezetet főleg a vízátfolyási helyeken, a régi ártéri hidak mellett célszerű beépíteni, a mederpillérek számának csökkentése, elkerülése céljából (Görbe-híd, Aranyos-híd stb. környezetében).

A Megbízó az ártér nagy részén az előre gyártott tartós vasbeton hidak tervezését írta elő a viszonylag alacsony létesítési költség, valamint a különböző típusok 100 év alatti fenntartási költségeinek hasonlósága miatt *(7. ábra)*.



7. ábra.
A tervezett Tisza-ártéri híd II. keresztmetszete (előfeszített vasbeton hídgerendás)



8. ábra. A tervezett Tisza-ártéri híd I. oldalnézete, keresztmetszete a mederhíd két végénél

Tokaj Tisza-ártéri híd				
Száma	Hossza	Támaszkiosztás	Támaszok száma	Szerkezettípus
I.	90,37 m	3 × 29,00 m	4 db	Alsópályás, gerinclemezes acélhíd, kéttámaszú tartók sorozata
II.	1650 m	25,50 m + 65 × 25,00 m	66 db	Felsőpályás előre gyártott vasbeton gerendás hidak monolit vasbeton együttdolgoztató pályalemezzel, kéttámaszú tartók sorozataként
III.	750 m	a 200 m hosszú híd támaszkiosztása: 25,00 m + 3 × 50,00 m + 25,00 m	19 db	Folytatólagos többtámaszú, alsópályás, függesztőműves acélhidak sorozata; 3 db 200 m és 1 db 150 m hosszú híd

9. ábra. Tisza-ártéri hidak típusai táblázatosan

Tokaj állomás és a Tisza-híd között 8 × 24 m támaszközű, kéttámaszú, gerinclemezes ágyazatátvezetéses acélhidak épülnek *(8. ábra)*.

A tervezett hídkomplexum támaszkiosztását a közúti hidak támaszkiosztásához igazítottuk, 25 m-es raszterrel. A vízügyi adatokat és a tervezett hossz-szelvényt vizsgálva a Tisza-hidat követő 2,2 km-en felsőpályás szerkezetek alakíthatók ki 2,60 m szerkezeti magassággal, ezen túl csak alsópályás szerkezetek helyezhetők el. További kötöttség volt, hogy a majdani kivitelezésre kb. 3 hónap teljes vágányzár áll rendelkezésre, a fennmaradó időben a vonatforgalmat biztosítani kell. A tervezett és a meglévő pálya keresztezésénél a szerkezetek csak vágányzárban építhetők, e szakasz hossza kb. 300 m. A kivitelezés meggyorsítására a támaszközt ezen a szakaszon 50 m-re növeltük.

A helyszíni adottságok, kötöttségek, gazdaságosság alapján a Tisza ártéri hidak három, jól elkülönülő szakaszból állnak, különböző szerkezettípus alkalmazásával. Mindhárom szerkezettípuson a vasúti pálya ágyazatátvezetéssel készül *(9. ábra)*.

A függesztőműves acélhíd közbenső pillérei fölött, a gerinclemezes merevítőtartóra helyezett 12,50 m magas oszlopból indulóan a kétoldali ferde rudazatok függesztik fel az ortotróp acél pályalemezt. A ferde rudak 9,50 m magasságban csatlakoznak az oszlophoz. A rudazatok az acél pályalemezt egy 50 m-es tartóköz harmadaiban függesztik fel. A merevítőtartók, oszlopok és rudazatok egyaránt nyitott, gerinclemezes, hegesztett szelvényekből állnak. A merevítőtartók felső síkja a sínkoronaszint magasságában található, ezzel a vasúti pálya és a merevítőtartó külső oldalán konzolosan elhelyezett járdák között az átjárás folyamatosan biztosított, a szerkezeti magasság 2,14 m. Külön felsővezeték-tartó oszlopok nem létesülnek, a felsővezetéki szerelvények a hídszerkezet oszlopaira kerülnek. A fix támasz közbenső pillérnél van, így a hidak végeinél iker-síndilatációs készülékek helyezendők el *(10., 11. ábra)*.

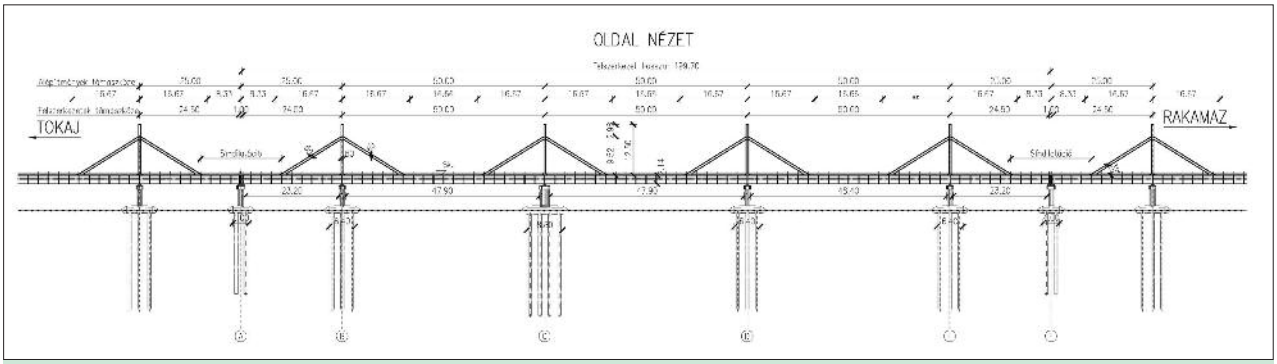
Az alépítmények minden szerkezettípusnál hasonlóak: cölöpalapozású, tömörfalas pillérek, lekerített oldalfallal. A kedvezőtlen altalajviszonyok következtében jelentős számú és hosszú, 80 cm átmérőjű cölöpöket kellett betervezni, például a vasbeton hidaknál támaszonként 12 db-ot 20-25 m hosszúságban, a többtámaszú acélhidak fix alátámasztásainál 24 db-ot 25 m hosszúságban.

Acélszerkezetű új vonali műtárgyak a Miskolc–Mezőzombor szakaszon

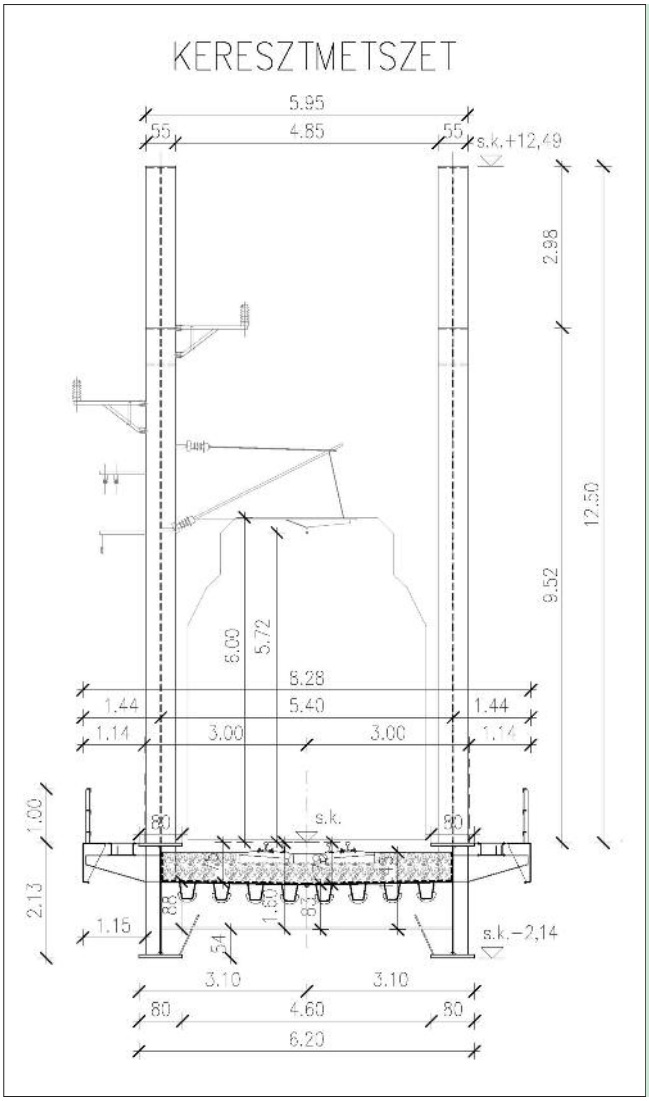
Felsőzsolcai Sajó-híd

Jelenleg a Sajó folyó felett 92,06 m szerkezeti hosszúságú, kéttámaszú tartók sorozatából álló alsópályás, szegecselt rácsos tartós híd található. A híd építésének éve 1959. A felszerkezet támaszközei az ártéri szakaszon 2 × 25,92 m, a meder feletti szerkezetnél 37,40 m.

A hídon 2 db, párhuzamos elrendezésű vágány található, melyek átvezetése közös felszerkezettel létesült, hídfás kialakítással, 54-es, Geo leerősítésű sínnel, terelő-



10. ábra. A tervezett Tisza-ártéri híd III. oldalnézete (alsópályás függesztőműves)



11. ábra. A tervezett Tisza-ártéri híd III. keresztmetszete (alsópályás függesztőműves)

vágányokkal. A vágányokban Csilléry-féle síndilatációs készülékeket helyeztek el.

A hídon a pálya vonalvezetése helyszínrajzilag egyenes, magasságilag vízszintes. A kétvágányú felszerkezet építésekor a meglévő felmenőszerkezeteket és alapozásukat megszélesítették, a hídfőszélesítések alapozása a korábbiakhoz hasonlóan, kis átmérőjű cölöpökkel, a pillérszélesítéseknél a Ø3,20 m átmérőjű kútalapok mellé épített kis átmérőjű cölöpökkel történt.

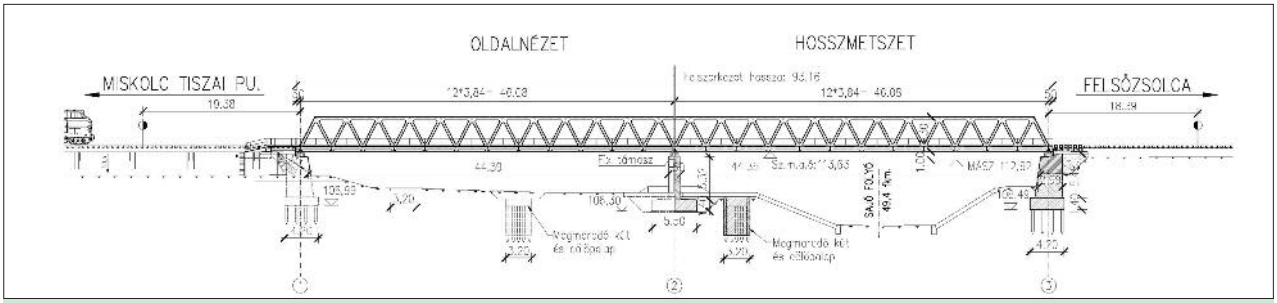
A tervezési diszpozíció az acélfelszerkezet átépítését irányozta elő. A vízügyi előírások betartásához a tervezett szerkezet alsó élét közel 1,00 m-rel magasabban kellett elhelyezni a meglévő szerkezeti alsó élhez képest. A Tiszai pályaudvar és Felsőzsolca állomás közelsége miatt a vasúti pályaszint emelésére nem nyílt lehetőség, így 88 cm állt rendelkezésünkre a sínkorona és a szerkezet alsó éle között. Emiatt rugalmasan beágyazott közvetlen sínleerősítést kellett alkalmaznunk, az or-

Dr. Koller Ida okleveles építőmérnök (Budapesti Műszaki Egyetem, 1979), okleveles acélszerkezeti szakmérnök (BME, 1985), egyetemi doktor (BME, 1990) az UVATERV Zrt. irányító tervezője. Fő szakterületei: közúti és vasúti acélhidak szerelési módjai és azok problémái, közúti hidak korszerűsítésének megoldásai, hídvizsgálatok, tanulmányok készítése.
Hazai és külföldi konferenciákon, szaklapokban és kiadványokban eddig 35 cikke jelent meg magyar és angol nyelven.

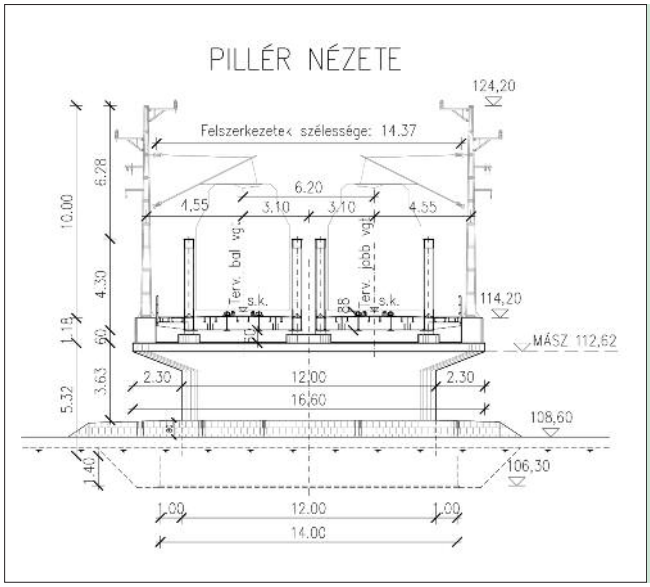
totróp acél pályalemez vastagsága maximálisan 67 cm-re adódott.

A tanulmánytervben a 3 db kéttámaszú, rácsos főtartós felszerkezet helyett vágányonként különálló, négytámaszú, folytatólagos alsópályás, szimmetrikus rácsozású acélfelszerkezetet terveztünk 26,60+26,60+38,00 m támaszkiosztással, a meglévő alépítmények magasításával, a 3. sz. meder melletti támaszt jelölve ki fix támasznak.

Az időközben elkészült talajfeltárások megmutatták, hogy a terepfelszín alatt kb. 4,0 m-es mélységig rendkívül jó teherbírású homokos kavics van, ez alatt jóval gyengébb teherbírású kavicsos iszap és sovány agyagrétegek helyezkednek el, a meglévő alapozási síkok az agyagrétegben találhatók. Az alépítmények statikai ellenőrzése alapján a 3. sz. fix támaszú pillér alapozásának megerősítése vált volna szükségessé. A már egyszer szélesített pilléralapozás megerősítése helyett a meglévő 2 db pillér elbontását és egy új pillér építését irányoztuk elő. Ennek előnyei: kedvezőbb támaszelrendezés a felszerkezetet illetően – két azonos nyílású folytatólagos felszerkezet a háromnyílású helyett, ahol a szélső nyílás lényegesen hosszabb volt a többinél –, a felszínközeli, jó teherbírású homokos kavicsba építendő síkalapozás alkalmazása, az alapozási



12. ábra. Tervezett felsőzsolcai Sajó-híd oldalnézete/hosszmetszete



13. ábra. Tervezett felsőzsolcai Sajó-híd keresztmetszete az új pillérrel

munkákkal a folyó meder él elkerülése, új, keskeny vasbeton pillér építése a jelenlegi szélesített betonpillér helyett, melynek szélességi méretét a két támaszvonal helyigénye határozta meg.

A tervezett híd szerkezeti rendszere: vágányonként különálló, 2 db háromtámaszú, alsópályás, rugalmasan beágyazott sínleerősítésű ortotróp pályalemezes rácsos főtartós acélfelszerkezet, támaszkiosztás 2 × 46,08 m, felszerkezet hossza 93,16 m. Szerkezeti magasság 670 mm, a pályalemez laposacél bordákkal merevített, a sínszálakat közvetlenül alátámasztó hossztartók távolsága 1520 mm, a keresztartó távolsága 3840 mm. A 4300 mm magas rácsos főtartók tengelytávolsága 5100 mm.

A két különálló felszerkezet elhelyezhetősége miatt a vágánytengely távolságot 6,20 m-re kellett megnövelni *(12., 13. ábra)*.

A hídfők környezetébe iker-síndilatációs készüléket kell elhelyezni. Közvetlenül a híd előtt és után kitérők vannak, melyek helyét a síndilatációs készülék hossza, valamint a terelőelem hossza is befolyásolta.

A felsővezeték-tartó oszlopokat a felszerkezettől függetlenül, a közbenső pilléren helyeztük el.

A hídátépítés idejére a vonatforgalom folyamatos fenntartása szükséges egy vágányon, ez biztosítható provizórium igénybevétele, illetve terelővágány építése nélkül az alábbi építési ütemezéssel:

Az új pillér az üzemelő híd alatt részlegesen megépül – a síkalapozás ezt lehetővé teszi, cölöpözés az üzemelő híd alatt nem volna kivitelezhető. A meglévő kétvágányú felszerkezetek oldalirányú kihúzása: az egyik főtartó segédjármokon, a másik főtartó a meglévő alépítményeken helyezkedik el, egy vágányon biztosítható a vonatforgalom.

Hídfők magasítása és a pillérépítés befejezése fél szélességben, ezt követően az egyik új, egyvágányú felszerkezet beépítése, vágánycsatlakozások kiépítése, valamint a vonatforgalom áthelyezése az új felszerkezetre.

A régi acél felszerkezet eltávolítását követően a másik oldali alépítményi munkák is elvégezhetők, és a II. sz. új felszerkezet is beépíthető.

Hernádnémeti Hernád-híd

A hidat a második világháborúban felrobbantották. Az 1945-ben épült ideiglenes szerkezet tönkrement, ezért 1948-ban, a falazatok végleges megépítésével egy időben ideiglenes áthidaló szerkezet épült. Az ideiglenes szerkezet cölöpjármai elkorhadtak, ezért szükségessé vált a híd teljes átépítése. Az acélszerkezetek szerelése 1959–60-ban történt. Végleges forgalomba helyezés a bal vágányon 1960. november 22-én, a jobb vágányon 1961. április 25-én. 1997-ben megtörtént a hossztartók javítása.

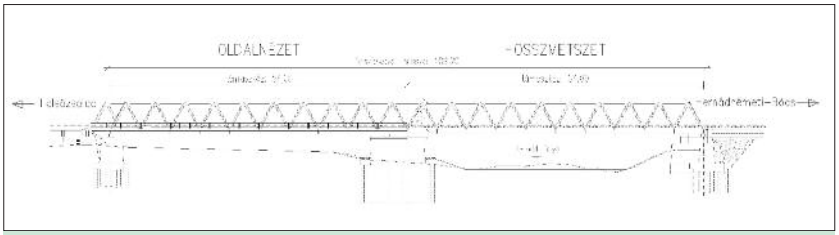
A két vágánynak önálló, két egyvágányú, azonos kialakítású hídszerkezete van. A folytatólagos, háromtámaszú, alsópályás, párhuzamos övű, rácsos acélhíd szabad nyílása 48,90+48,90 m, támaszköze 51,84+56,16 m *(14. ábra)*. Keresztezési szöge 59°53'30". A hídon a pálya egyenesben fekszik, lejtviszony 0‰. Szerkezeti magasság 1010 mm, főtartók magassága 5900 mm. Megengedett sebesség 120 km/h. A pályaszerkezet hagyományos, hídfás kialakítású.

1998-ban III. fokú hídvizsgálat készült. 2000-ben elvégezték a H.4/2000 Utasítás szerint a híd statikai felülvizsgálatát. A statikai felülvizsgálat alapján a szerkezet az erőtani számítás alapjául szolgáló tehertől nem kedvezőtlenebb teher közlekedésére, a vonalra engedélyezett sebességgel megfelel, biztonsággal üzemeltethető.

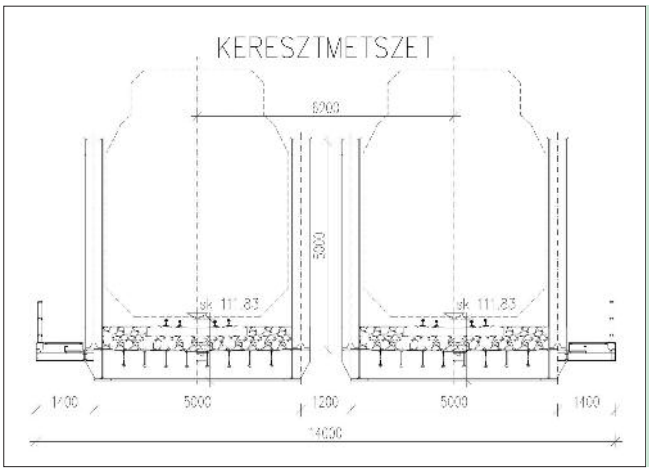
A hídszerkezet alsó élének magasságát az eddig mért – mértékadó árvízszint (MÁSZ) szintet meghaladó – legnagyobb vízállás (LNV) fölött minimum a +1,00 m-es magassági biztonság figyelembevételével kell meghatározni. A tervezett 160 km/h tervezési sebességnek megfelelően a hídon a vágány ágyazatátvezetéssel készül. Ezeket figyelembe véve a pályán 1,28 m emelés szükséges, a meglévő felszerkezet elbontandó, és új acélhíd építése szükséges.

A meglévő alépítményeket megtartjuk, átalakításuk, magasításuk szükséges. A hídfők alapozásai 3,5 m hosszú vert vasbeton cölöpök, a pillér 3 db 5 m átmérőjű kútalapon áll. Az elvégzett számítások alapján jelenleg a műtárgy alapozása egyik támasznál sem felel meg biztonsággal a felszerkezetcserét követően előálló

14. ábra. A jelenlegi hernádnémeti Hernád-híd oldalnézeti fényképe



15. ábra. Tervezett hernádnémeti Hernád-híd oldalnézete/hosszmetszete



16. ábra. Tervezett hernádnémeti Hernád-híd keresztmetszete

terhek viselésére, ezért az alapozás megerősítése szükséges. Az erősítés során az egyes támaszoknál lévő alaptesteket körbe kell cölöpözni, és a meglévő alaptesttel össze kell dolgozni. Az új felszerkezetek a meglévő alépítményeken elhelyezhetők, az alépítmények szélesítésére nincs szükség. A megmaradó hídfő falazatokra szerkezeti gerendát terveztünk, melyekre saruzsámolyok kerülnek. A hídfő térdfalakat, szárnyfalakat és szegélyeket vissza kell bontani, és újjá kell építeni az új felszerkezet csatlakozásának megfelelő geometriával. A pillér fejgerendát el kell bontani, új szerkezeti gerendát kell építeni, melyen elhelyezhetők a saruzsámolyok, valamint a felsővezeték-tartó oszlopok.

A tervezett híd 2 db, folytatólagos, háromtámaszú, alsópályás, ágyazatátvezetéses, hegesztett rácsos főtartós, ortotróp pályalemezes acélszerkezet *(15. ábra)*. A szimmetrikus rácsozású főtartók egymástól 5000 mm-re vannak. Az elméleti főtartómagasság 5000 mm. Az övrudak diafragmákkal merevített kalapszelvényűek, míg a rácsrudak I keresztmetszetűek. A törzsszelvény magassága 440 mm. A főtartó alsó övét a pályaszerkezet alkotja. A pályaszerkezet egymástól 4580 mm-re lévő hossztartókból, egymástól 5400 mm-re (főtartó csomóponttávolság) lévő kereszttartókból, 510 mm távolságban kiosztott laposacél hosszbordákból és a 16 mm vastag pályalemezből áll *(16. ábra)*.

Összefoglalás

Írásunk ismertette a Miskolc–Nyíregyháza vasúti vonalszakasz jelentősebb új hídjai engedélyezési terveinek az elkészítéséig felmerülő különböző problémákat és szempontokat, melyek meghatározták a szerkezetek végleges kialakítását. Sok olyan újszerű szerkezeti megoldás alakult ki, melyeket a hazai vasúti tervezési gyakorlatban eddig még nem alkalmaztak, de célszerű a továbbiakban hasznosítani. (Folytatólagos többtámaszú függesztőműves ortotróp pályalemezes acélszerkezetek; FI–150 típusú előre gyártott feszített vasbeton hídgerendákból 1,6 km hosszú hídszerkezet; FZK típusú előre gyártott vasúti-közúti vasbeton keretelemek stb.) ◂◂

Závecz Richárd okleveles építőmérnök a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán szerezte diplomáját 2002-ben. 2004 óta dolgozik az Utiber Kft. tervezőmérnökeként, jelenleg a műtárgytervezés csoport vezetőtervezője. Szakterülete a közúti és vasúti hidak, illetve egyéb mélyépítési műtárgyak tervezése. Referenciái közt szerepel számos tanulmány, engedélyezési, kiviteli és felújítási terv, valamint hídvizsgálat.

Zádori Gyöngyi 1992-ben végzett a Széchenyi István Műszaki Főiskola hídépítési és fenntartási ágazatán, jelenleg a SpeciálTerv Kft. Mélyépítési Iroda-, valamint vállalkozásvezetője. Tervezési szakterületei: közúti és vasúti műtárgy, továbbá közúti szakterület. Közreműködött több vasúti és vasút feletti műtárgy tervezésében: Kápolnásnyék vasútállomás külön szintű keresztezése; 86. sz. főút Zalalövő elkerülő vasút feletti műtárgyai; Szeged–Röszke–Csikéria–Baja vasútvonal fejlesztésének megvalósíthatósági tanulmánya; Békéscsaba vasútállomás Orosházi úti felüljáró átépítése; Sopron–Szombathely–Szentgotthárd vasútvonal Pinka patak híd átépítése; Lahn-patak híd felújítása; a Bp.-Kelenföld–Székesfehérvár vasútvonalat érintő Érd Duna utca és Bagoly utca külön szintű keresztezések; Kelenföld–Pusztaszabolcs vasútvonalon műtárgytervezések, Boba deltavágány Marcal folyó feletti vasúti híd.

Irodalomjegyzék

[1] Megvalósíthatósági tanulmány a Miskolc-Tiszai pu. (kiz.)–Nyíregyháza (kiz.) vasúti vonalszakasz és ráhordó hálózatára vonatkozóan. UTIBER–UVATERV, 2011. május.

[2] Összefoglaló dokumentáció a Megvalósíthatósági tanulmányhoz a Tokaj–Rakamaz szakaszon a Tisza-híd és a hozzá csatlakozó ártéri hidakra vonatkozóan. UVATERV–SpeciálZerv, 2011. október.

[3] Vasúti hidak a Debreceni Igazgatóság területén c. könyv, mely az V. Vasúti Hidász Találkozó alkalmából jelent meg Debrecenben, 2003-ban. Kiadó: Vasúti Hidak Alapítvány.

[4] Dubróvszky Gábor–Bedics Antal–dr. Kovács Tamás: FI-150/16,8-44,8 Hídgerenda tartócsalád. Magyar Építéstechnika, 2011/5, 12–15. o.

Summary

The paper deals with the design of the new bridges on the Miskolc–Nyíregyháza railway line, planned to be reconstructed after 2020.
The different variants for the new structure of the Tisza river-bridge are described. Special attention is payed to the design of the nearly 3 km long bridges in the flood area of the river Tisza. These types of structures have not been used yet in the Hungarian railway bridge design practice.

Vasútvonal keresztezése új közúti műtárggyal

Gilyén Elemér
irányító tervező
Pont-Terv Zrt.
✉ hidak@pont-terv.hu
☎ (1) 205-5877

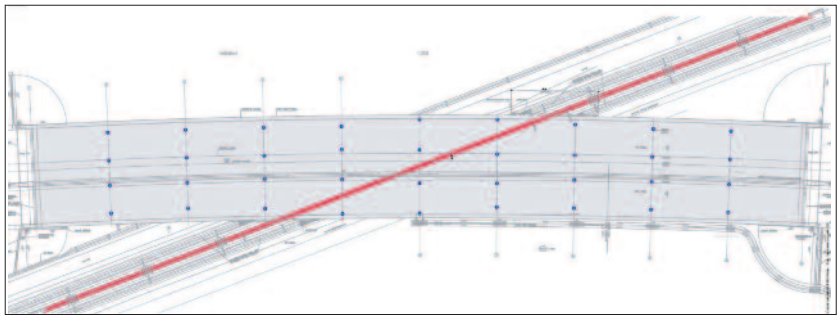
Az elmúlt húsz évben a közúthálózat fejlődése miatt számos új, vasútvonalat keresztező közúti műtárgy épült. A két közlekedési ág (közút-vasút) kötöttsége miatt kedvezőtlen, egyedi keresztezések adódhatnak. A hidak tervezését tovább nehezíti, hogy általában üzemelő vasúti pályát keresztezünk, melyek környezetében jelentős számú közművezeték található. Ezek alapján a műtárgyak olyan komplex tervezési munkát jelentenek, amelynek során a megszokott szakági tervezők mellett együtt kell dolgozni a vasúti szaktervezőkkel, és a MÁV-val is folyamatosan egyeztetni kell.

Az elmúlt évtizedekben a zalalövő–bajánsenyei vonal kivételével jelentősebb új nyomvonalú vasúti pálya nem épült. A meglévő hálózaton hajtottak végre korszerűsítéseket, és elkezdődött a vasútvonalak átépítése, ahol a pályát már 160 km/h sebességre tervezték. Ezzel szemben a közúthálózat az elmúlt húsz évben hatalmas fejlődésen ment át. A gyorsforgalmi útvonalak hossza ~350 km-ről 1350 km-re nőtt. Egyre több település mellett épül elkerülő út, és a meglévő utakat is 11,5 t-s teherbírásúra alakítják. Az úthálózat fejlesztése sok új közút-vasút kapcsolatot eredményezett, de a forgalombiztonság is megköveteli a szintbeli kereszteződések megszüntetését.

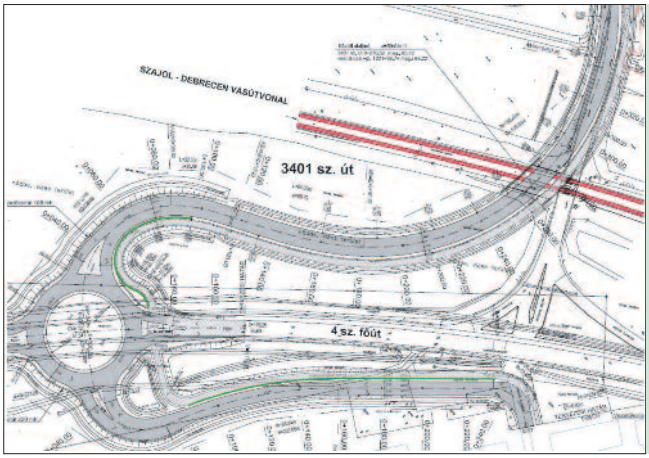
Tervezési diszpozíció

Átvezetett út

A meglévő vasútvonal helye és hosszszelvénye adott, ezért a keresztező közút vonalvezetésével kell ehhez alkalmazkodni. Alacsonyabb rendű, elkerülő utak esetén egyszerűbb ideális szögben és magasságban keresztezni a vasutat. Az autópályák nyomvonalának kialakítása már jóval összetettebb döntési-tervezési folyamat végeredménye. A települések elhelyezkedése, a morfológiai adottságok (bevágás/rézsű arány), a környezetvédelmi előírások (Natura 2000), az áthidalások, csomópontok száma – mindezek leszűkítik azt a mozgásteret, ahol az autópálya nyomvonala változtatható. A tervezési paraméterek szigorítása (minimális esésviszony, ívsugár) szintén tovább szűkíti az úttervezők lehetőségeit. A behatárolt úttervezés következménye gyakran kedvezőtlen, gazdaságtalan szerkezet, melynek egyik szélsőséges példája az M6-os autópálya H28 jelű hídja. Itt az M6-os autópálya 21°-os szögben keresztezi a Pusztaszabolcs–Dunaújváros vasútvonalat. A ferde keresztezési szög mellett a bizonytalan vasútvonal-fejlesztési koncepció miatt az egyvágányú pálya mindkét oldalán figyelembe kellett venni a lehetséges távlati vágánykiépítés lehetőségét. Végeredményként olyan egyedi öszvér felszerkezetű hidat kellett építeni, melynek összhossza 249,90 m-re adódott! (Összehasonlításként: egy merőleges, kétvágányú vasút feletti híd hossza: ~50 m). *(1. ábra, 1. kép)*



1. ábra, 1. kép. M6-os autópálya, Pusztaszabolcs–Dunaújváros vasútvonal keresztezése, H28 híd



2. ábra. Szajol–Debrecen vasútvonal felújítása, Karcag 3401 j. közút átvezetése a vasút alatt

2. kép. M6 autópálya – Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal keresztezése, H22 híd.

A geometriai kötöttségek a városi aluljárók esetében is fennállnak, ahol az átvezetett útnak a meglévő úthálózathoz kell csatlakoznia. *(A Szajol–Debrecen vasútvonal felújítása, Karcag 3401 j. közút átvezetése a vasút alatt, 2. ábra.)*

Távlati fejlesztés

A hídszerkezet hosszát, szélességét részben a közút és a vasút hosszú távú fejlesztési elképzelései határozzák meg (pl. távlati vágánykiépítés, ívkorrekció). A bizonytalan fejlesztési elképzelések számottevően növelhetik a hídszerkezet méretét.

Vasúti forgalom biztosítása

A vasutat keresztező közúti műtárgyak döntő többségében egy üzemelő vasúti pályát kell kereszteznünk. Építés közben kisebb-nagyobb mértékben korlátozzuk a vasúti pálya forgalmát. Már a tervezés legelején egyeztetni kell a MÁV-val, hogy milyen módon lehet a forgalmat a legkevésbé zavarni, hisz ez is alapvetően meghatározhatja a műtárgy kialakítását.

Hidak szerkezeti kialakítása

Miként az előző pontban kifejtettük, egy autóút alaprajzi és magassági vonalvezetése olyan alapadat, amelyen a műtárgy tervezője csak csekély mértékben tud módosítani. A keresztezési szög és a keresztezés szintbeli elhelyezkedése alapján (aluljáró/felüljáró) osztályozzuk a hídszerkezeteket, kiemelve előnyeiket, hátrányaikat.

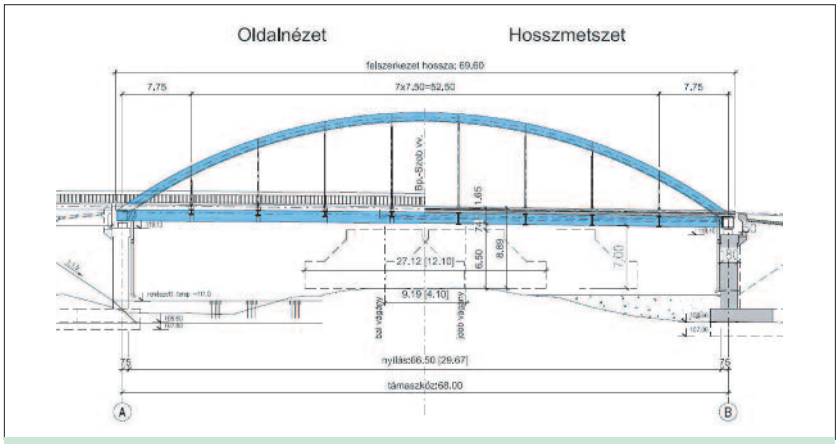
Keresztezési szög

A bemutatott példán már láthattuk, hogy minél kisebb a keresztezési szög, annál hosszabb és egyedibb, tehát drágább a hídszerkezet. Az autópálya-építéseknél legelterjedtebb előre gyártott vasbeton gerendás hídtípust is csak nagyobb keresztezési szögnél alkalmazhatjuk. A vasbeton hídgerendás szerkezet előnye, hogy megszokott technológiával építhető és üzemeltethető. A gerendák kis daruzási kapacitással beemelhetők, a vasúti forgalmat kevéssé zavarjuk. De 60°-os keresztezés alatt már itt is különös építési igény jelentkezhet. Az M6-os autópálya 39°-os szögben keresztezi a Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonalat. Az előre gyártott hídgerendás felszerkezethez 60°-os alépítményeket kellett építeni, ami hosszabb hídszerkezetet eredményezett. *(M6-os autópálya–Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal keresztezése, H22 híd. Támaszköz: 19,21 + 29,67 + 29,59 + 29,37 m, teljes hídhossz: 109,00 m, keresztezési szög: 39°, 2 kép.)*. Az előre gyártott vasbeton hídgerendák mellett újra elkezdték alkalmazni az alacsony gerendás öszvérszerkezetet is.

A 30°-nál laposabb keresztezésekhez egyedi öszvér- vagy acélhíd tervezése szükséges. Az M2-es autópálya összekötő útja a beépített környezet miatt 26,5°-ban keresztezi a Budapest–Szob vasútvonalat. A vasúti forgalom minimális zavarásával olyan öszvér pályaszerkezetű acél ívhidat terveztünk, amely a vasút mellett megépíthető, és keresztirányban betolható. Támaszköz: 68,00 m, keresztezési szög: 26,5°. *(Az M2-es autópálya bekötő útja és a Budapest–Szob vasútvonal keresztezése, 3. ábra.)*

Magassági vonalvezetés

Magassági vonalvezetésük alapján a vasútvonalak keresztezésénél a közúti felüljárók terjedtek el leginkább. Egyrészt hazánk domborzatához (általában síkvidék) ez illeszkedik leginkább, másrészt az építés közben minimálisan zavarjuk a vasúti forgalmat. Az egyéb közúti műtárgyaknál megszokott anyagok, elemek alkalmazha-



3. ábra. M2-es autópálya bekötő útja és a Budapest–Szob vasútvonal keresztezése. Támaszköz: 68,00 m, keresztezési szög: 26,5°

tók, melyek gazdaságossá teszik ezt az építési módot. Ki kell még emelni a kedvező fenntartási feltételeket is – a híd semmilyen különleges üzemeltetést nem igényel.

Amennyiben a vasút kiemelt töltésen halad, a közúti felüljáróval aránytalanul nagy magasságkülönbséget kellene áthidalni. Vasúti töltés függvényében akár 10-12 m magas útpályatöltés is kialakulhat. Ilyen esetekben – a hátrányai ellenére – megfontolandó a közúti aluljáró építése. Az aluljáróval kapcsolatban az a legnagyobb nehézség, hogy a vasúti forgalmat ideiglenesen vagy le kell állítani, vagy el kell terelni. Szintén kedvezőtlen a magasabb üzemeltetési költség (pl. vízelvezetési rendszer működtetése), előnye viszont, hogy a közúti űrszelvény csak 4,70 m, szemben a vasúti 6,50 (7,00) m-rel, tehát a gépjárműveknek kisebb magasságkülönbséget kell legyőzniük.

Ilyen megfontolás alapján kellett áttervezni az eredetileg felüljárónak engedélyezett, M0-s autópályán található 456 j. hidat. A keresztezés szelvényében a Budapest–Újszász vasútvonal magas töltésen haladt, ezért az aluljáró építése a vasúti forgalom ideiglenes terelése ellenére is gazdaságos volt. Támaszköz: 2 × 24,00 m, teljes hossz: 48,80 m. *(M0-s Keleti szektor–Budapest–Újszász vasútvonal keresztezése, 456 j. híd, 3. kép.)*

Városokban a meglévő szintbeli keresztezés kiváltására szintén az aluljáró építése terjedt el. Előnye, hogy illeszkedik a meglévő úthálózathoz, esztétikailag jobban belesimul a környezetébe, kisebb a magasságkülönbség és kisebb környezeterhelést (pl. zaj) okoz. Ezeknél az aluljáróknál többségében a terepszinten haladó vasutat keresztezzük, így mind a híd előtt, mind utána hosszan a földben vezetett rámpákkal érjük el a szükséges mélységet, amely növeli a költségeket.

Vasúti forgalom fenntartása

Az esetek többségében egy üzemelő vasúti pályát kell kereszteznünk. A közúti híd építésével kisebb-nagyobb mértékben korlátozzuk a vasúti pálya forgalmát.

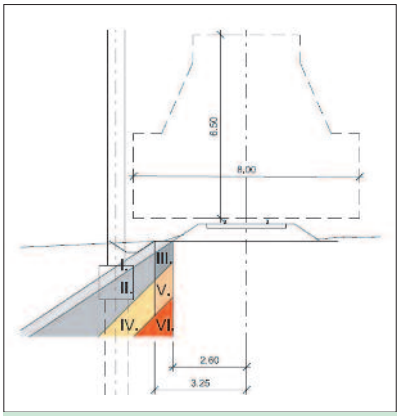
A felüljárók építésénél általában nem, vagy kevésbé zavarjuk a forgalmat, csak az alapozás közelítheti meg úgy a vasúti alépítményt, hogy beavatkozásra van szükség. A munkagödör-határolás ábra mutatja, hogy a helyesen megválasztott talpgerendasíkkal és -mérettel akár a vasúti forgalom korlátozása nélkül is épülhet a híd *(Munkagödör kialakítása, 4. ábra.)*. Végső esetben provizórium beépítésére is szükség lehet. Provizóriumot kellett beépíteni a már említett H28 j. hídnál is, mivel a kis keresztezési szög miatt a cölöpösszefogó talpgerenda keresztezte a vasutat! *(H28 j. híd talpgerenda építése provizórium alatt, 4. kép.)*

Az aluljárók építésekor a vasúti pályát is megbontjuk, ezért itt hosszabb-rövidebb időre szüneteltetni kell a forgalmat. A fővonalaknál általában a forgalmat fenn kell tartani. A forgalom fenntartása:

- terelővágány kiépítésével,
- provizórium beépítésével,
- részleges vágányzárral (egyik vágány lezárása) lehetséges.

A terelővágányt csak ott tudjuk kialakítani, ahol elegendő hely van az ideiglenes vágány kiépítésére. A terelővágány előnye, hogy az üzemelő vasúti pályát és a műtárgyépítést teljesen szétválasztottuk, azok nem zavarják egymást. *(M0-s Keleti szektor, 625 j. híd–Budapest–Csömör HÉV kerülővágány kiépítése, 5. kép.)*

Amennyiben nem áll rendelkezésre elegendő terület, provizóriumot építhetünk be. Ez a megoldás csak rövidebb műtárgyak esetén gazdaságos (2 × 1 forgalmi sáv, gyalogjárda átvezetése). A provizórium szükségmegoldás, mivel az építkezés csak körülményesen végezhető, illetve a sebességkorlátozás zavarja a vasúti forgalmat is.



4. ábra. Munkagödör kialakítása. (Az I. zónában sem forgalomkorlátozásra, sem biztonsági intézkedésre nincs szükség.)

4. kép. H28 j. híd talpgerenda építése provizórium alatt

Az utóbbi évtizedekben a részleges vágányzárhoz alkalmazkodó, egyedi építési-szakaszolási mód, az ún. „milánói módszer" alakult ki. Ennek az a lényege, hogy a munkagödör kiemelése nélkül, mélyépítési módszerrel elkészítik a hídszerkezet alépítményét (rés- vagy cölöpfal), majd a szerkezeti gerendán megépítik a felszerkezetet (fesztávtól függően monolit vasbeton vagy monolit acél tartóbetétes hidat), és utána készül el a föld-

3. kép. M0-s Keleti szektor–Budapest–Újszász vasútvonal keresztezése, 456 j. híd

Gilyén Elemér 1991-ben végzett a Kvassay Jenő Műszaki Szakközépiskolában, hídépítési és fenntartási szakon. 1996-ban diplomázott a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 1998-tól a Pont-Terv Zrt.-nél dolgozik tervezőként, irányító tervezőként. Több jelentős beton-, öszvér- és acélhíd tervezésében vett részt. Vasútiműtárgy-tervezőként a Székesfehérvár–Veszprém vasútvonal műtárgyainak engedélyezési tervét, illetve a Szajol–Püspökladány vasútvonal peronaluljáróit, közúti aluljáróit tervezte.

kiemelés és az aluljáró szerkezete. E technológia további előnye, hogy a résfal (cölöpfal) egyben a rávezető rámpák munkagödrének megtámasztására és a talajvíz távol tartására is alkalmas, illetve végállapotban az aluljáró szerkezeti részét képezi.

A Szajol–Püspökladány kétvágányú vasútvonal építésénél félpályás vágányzárat vesznek igénybe. A 3401 j. közúti aluljáró kivitelezésénél a „milánói módszerrel" jól lehetett alkalmazkodni a részleges vágányzárhoz. *(Szajol–Debrecen vasútvonal felújítása, Karcag 3401 j. közút átvezetése a vasút alatt, építési ütemezés, 5. ábra.)*

Mellékvasútvonal esetén rövidebb időre lehetséges a teljes vonalszakasz lezárása. A rövid vágányzári idő miatt általában olyan acél- vagy öszvérszerkezetű hidakat célszerű alkalmazni, amelyek a helyszínen könnyen, gyorsan összeszerelhetők. A salgótarjáni elkerülő út és a Hatvan–Somoskőújfalu vasútvonal keresztezésénél teljes vágányzár alatt lehetett a hidat építeni. Az alépítmény-építéssel párhuzamosan a híd előtt a töltésen szerelték össze a rácsos acélhidat. A hídfők elkészülte után a hidat a helyére tolták. *(Salgótarjánt elkerülő út, Hatvan–Somoskőújfalu vasútvonal keresztezése, támaszköz: 38,60 m, 6. kép.)*

Summary

In the past two decades a significant number of road bridges crossing new railway lines have been constructed due to the improvement of road network. The design of these two traffic line types (railway and road) is constrained, resulting in disadvantageous and unique crossings. The design process is further complicated as operating railway lines are to be crossed mostly and there is a lot of public-service pipes in the vicinity. Therefore these structures require so complex design work that cooperation with railway designers is necessary besides the experts from the usual fields. Moreover, a close contact needs to be maintained with the Hungarian Railway Company (MÁV).

A közúti-vasúti hidak tervezésével összefüggő egyéb munkák

A közúti-vasúti keresztezéskor nemcsak a két közlekedési ág, de a pályákkal párhuzamosan futó közművek is keresztezik egymást. Ezért a szokásos szaktervezői feladatok (úttervezés, víztervezés, talajmechanika) mellett gondos egyeztetés és körültekintő tervezés szükséges a közmű és a vasutas szakágak tervezőivel is.

A vasút környezetében haladó jelentős számú közművet, kábelt (biztosítóberendezés, MÁV informatika) a tervezés folyamán pontosan fel kell mérni, és szükség esetén gondoskodni kell a védelmükről, kiváltásukról. Villamosított vonal esetén a felsővezeték-tartó oszlopokat a híd környezetében át kell építeni. Az építés idején a híd környezetében a felsővezetéket áramtalanítani kell, esetleg ki kell tudni szakaszolni.

A híd építése során a vasúti forgalmat zavarjuk, ezért meg kell tervezni a szükséges vágányzárakat, technológiai sebességkorlátozásokat, feszültségmentesítéseket, forgalomterelést.

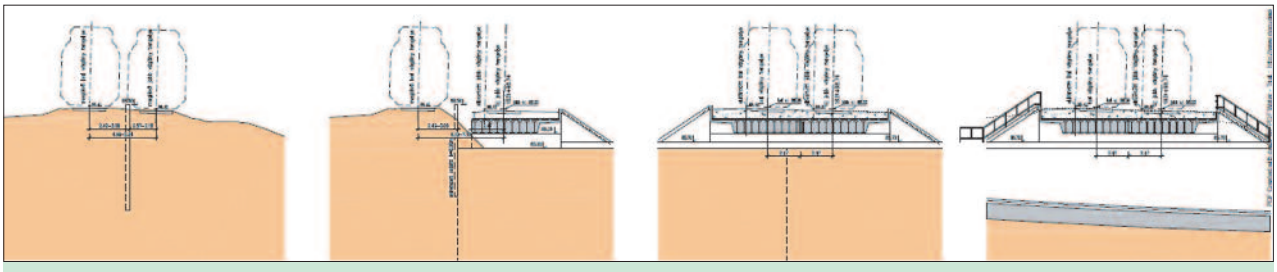
A tervezéskor a MÁV-val folyamatosan konzultálni kell.

Összefoglalás

A fentiekben összefoglaltuk az elmúlt húsz év tervezési tapasztalatait. Megvizsgáltuk azokat a kötöttségeket, amelyek a vasút-közút keresztezéseknél előfordulnak. Összevetettük az egyes hídtípusokat, és megvizsgáltuk az építés közbeni vasúti forgalom fenntartásának lehetőségeit. Végezetül összegyűjtöttük azokat a tervezési feladatokat, amelyek jellemzően a vasút-közúti hidak tervezéséhez kapcsolódnak.

5. kép. M0-s Keleti szektor, 625 j. híd–Budapest–Csömör HÉV kerülővágány kiépítése

6. kép. Salgótarjánt elkerülő út, Hatvan–Somoskőújfalu vasútvonal keresztezése, támaszköz: 38,60 m



5. ábra. Szajol–Debrecen vasútvonal felújítása, Karcag 3401 j. közút átvezetése a vasút alatt, építési ütemezés

Vasút feletti műtárgyak tervezése – esettanulmányok

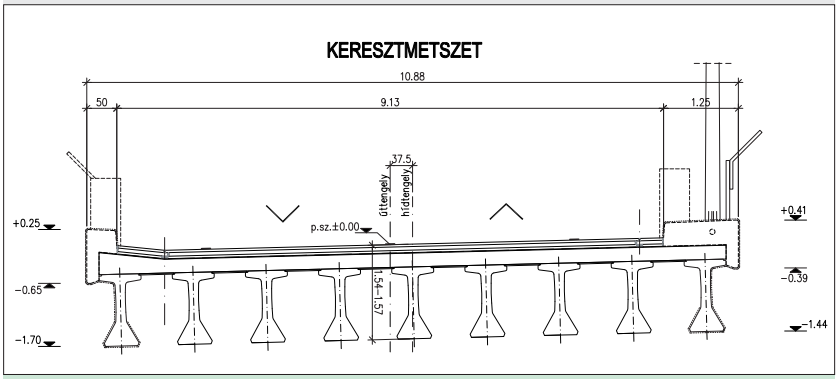
Pál Gábor
ügyvezető
SpeciálTerv Kft.
pal.gabor@specialterv.hu
(1) 368-9107

Vasúti vonalak felett az elmúlt tíz évben tervezett és megépült közúti és gyalogos műtárgyainkból mutatunk be egy válogatást, kiemelve az egyes szerkezettípusok alkalmazásának szempontjait, azok érdekességeit. Az egyes hídszerkezettípusokat csoportonként szétválasztva azok előnyeit, hátrányait és főbb műszaki paramétereit is szerepeltetjük. A nagyméretű közúti műtárgyak tervezésénél a célszerűség és a gazdaságosság, míg a gyalogos- és kerékpáros-átvezetéseknél – elsősorban városi környezetben – az esztétikai igény is megjelenik.

A vasút feletti keresztezések tervezésénél az egyik fontos szempont a geometriai adottságok maximális figyelembevétele. Az űrszelvény és a kellő védőtávolságok átvezetésén kívül a vasúti kábelekre, az energiaellátás létesítményeire és azok kötöttségeire is tekintettel kell lenni. Az átvezetett út szempontjából a hossz-szelvény lehetőségekhez képest minél ideálisabb kialakítása a cél, mely legtöbbször az alkalmazható áthidalások szerkezeti magasságára ad kötöttséget. További fontos szempont az építés közben a vasútüzem zavarásának a minimalizálása. Az egyik első döntés a vasút alulról vagy felülről történő keresztezésének az eldöntése. Cikkünkben a vasút feletti átvezetésekre mutatunk be a SpeciálTerv Kft. által tervezett példákat szerkezettípusonkénti csoportosításban.

M6/147/k sz. Szervizút felüljáró a MÁV Bp.–Pusztaszabolcs vv. (119+66,08 hm) felett, a 0+269 kmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2005
Építés éve	2007–2008
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó folytatólagos, többtámaszú FCI–120 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	23,17+33,40+23,20 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	10,88 m (1,565+7,00+0,565 m)
Szerkezeti magasság	1,43 m



1. ábra. M6 ap. 147 j. híd keresztmetszete

Közúti hídként hazánkban napjainkban a legelterjedtebb szerkezeti típus a vasbeton pályalemezzel együttdolgozó, előre gyártott feszítettbeton gerendákból kialakított gerendahíd, mely mellett mind nagyobb teret hódítanak a vasbeton pályalemezzel együttdolgozó acélgerendákból álló hidak.

Gyalogosátvezetéseknél az acélszerkezetek dominálnak.

Vasbeton szerkezetű közúti felüljárók

Előre gyártott feszítettbeton tartós „típus" hidak

Az alábbiakban bemutatott hidak a jelenleg legelterjedtebb hídtípusra mutatnak megépült példákat. E hídszerkezet legfőbb előnye, hogy nem szükséges a vasút felett zsaluzatot építeni, mindössze a tartók beemelésének idejére előírt vágányzárral lehetséges a felszerkezetek megépítése.

M6/147/k sz. Szervizút felüljáró a MÁV Bp.–Pusztaszabolcs vv. (119+66,08 hm) felett, a 0+269 kmsz-ben

Az M6-os autópálya M0–Érdi-tető közötti szakaszán valósult meg az M6/147/k sz. szervizúti felüljáró a MÁV Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal felett. A külön szintű keresztezés műtárgya a tétényi állomás területén létesült, középső nyílásában 5 db vasúti vágányt keresztez. A 350 m sugarú ívben fekvő útpálya MÁV-vonalak feletti átvezetése bal pályán 23,17+33,40 +23,20 m támaszközt eredményezett.

A híd háromnyílású, folytatólagos, többtámaszú gerendahíd. Felszerkezete FCI–120 előre gyártott főtartóval együttdolgozó, helyszíni vasbeton pályalemez. A felszerkezet a hídfőknél és a közbenső támaszoknál lekötött. A hídfők és pillérek áttört oszlopos szerkezettel készültek. A híd alapozása folyamatos spirállal fúrt (CFA) cölöpökkel történt.

A híd és a vasút keresztezésének szöge: 73,70°. Az alépítmények tengelyei a MÁV vasútvonal tengelyével párhuzamosak. Az íves kialakítású hídtengely és az úttengely egybeesik. A híd nyílásbeosztását a MÁV vasúti űrszelvénye és koronaszélessége alapján alakítottuk ki.

Az alépítményi szerkezetek helyszíni betonozással, monolitikusan készültek. A hídszerkezet ún. „kitámasztott”, vagyis saruk és dilatációk beépítése nélkül készül, a szerkezet hőmozgásai a hídfők és a mögötte lévő talajtömeg mozgatásával játszódik le. E szerkezeti kialakítás külföldön szokatlan, hazánkban azonban több száz megépült hídszerkezet mutatja e szerkezettípus életképességét, természetesen megfelelő részletkérdés és alkalmazási körülmények helyes betartása esetén. Az „elhagyott” saruk és dilatációk a híd létesítési költségein túl az üzemeltetést is rendkívül megkönnyítik.

M6-os felüljáró a MÁV Bp.–Székesfehérvár vv. (171+908,4 hm) felett az M6–16+714,56 kmsz-ben

Az előző híddal azonos szerkezeti kialakítású, azonban hatnyílású, folytatólagos, többtámaszú gerendahíd. Felszerkezete szintén FCI–120 előre gyártott főtartóval együttdolgozó, helyszíni vasbeton pályalemez. E híd – 120 m-nél nagyobb szerkezeti hossza miatt – már nem lehetett kitámasztott szerkezet, vagyis a felszerkezet csupán a közbenső támaszoknál lekötött, de a hídfőknél saruk támasztják alá, és dilatációs szerkezeteket is beépítettek.

M6-os felüljáró a MÁV Bp.–Székesfehérvár vasútvonal (171+908,4 hm) felett, az M6–16+714,56 kmsz-ben

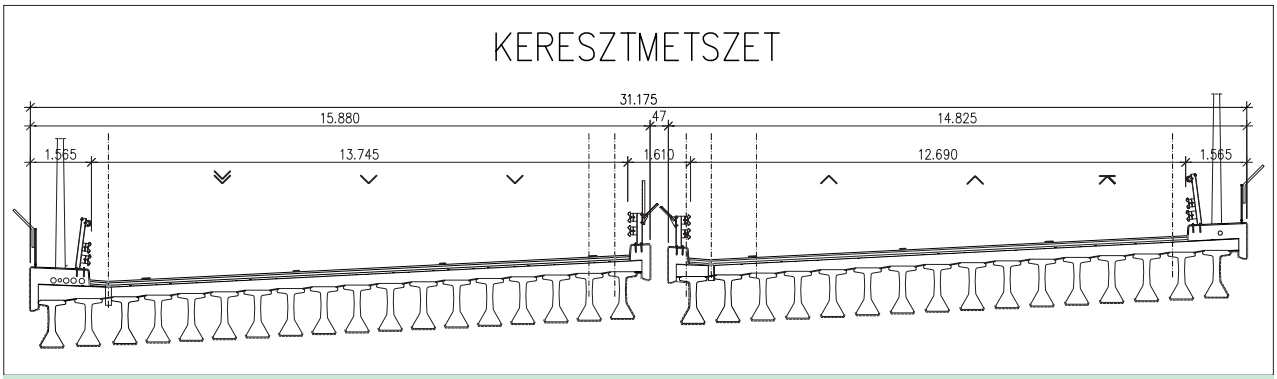
A híd adatai	
Tervezés éve	2005
Építés éve	2007–2008
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó folytatólagos, többtámaszú FCI–120 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	bal pálya: 18,39+22,41+34,39+32,38+22,38+18,38 m jobb pálya: 25,55+32,22+34,09+34,17+26,89 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	bal pálya: 15,880 m (1,565+13,75+0,565 m) jobb pálya: 14,825 m (0,565+12,69+1,565 m)
Szerkezeti magasság	bal pálya: 1,45 m jobb pálya: 1,45 m

M6/168/k sz. Híd utcai felüljáró a MÁV Bp.–Székesfehérvár vv. (173+29,32 hm) felett, a 0+361 kmsz-ben

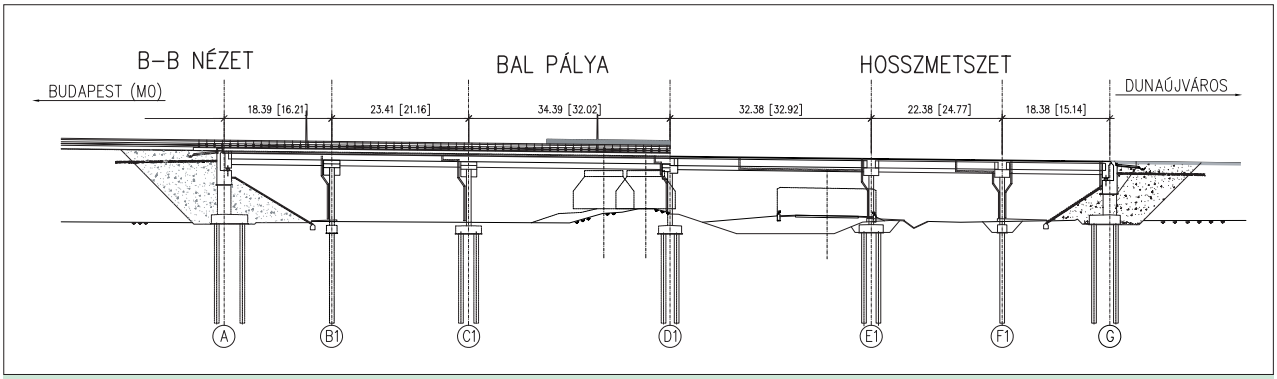
A 168 j. híd az előzőekben bemutatott hidakhoz hasonló kialakítású ötnyílású, folytatólagos, többtámaszú gerendahíd. Felszerkezete szintén FCI–120 előre gyártott főtartóval együttdolgozó, helyszíni vasbeton pályalemez, a szerkezeti rendszer kitámasztott. A híd érdekessége a vasút melletti nyílásokban alkalmazott egysoros cölöpalapozás, mely lehetővé tette az alépítmény provizórium beépítése nélküli megépítését. Az előző hidaknál kedvezőbb keresztezési szögnek köszönhetően itt – 90 cm magas előre gyártott tartók alkalmazásával – kisebb szerkezeti magasság is elegendő volt.

Egyedi hídfő-kialakítású hidak

Az alább bemutatott hidak előre gyártott feszítettbeton tartós „típus” felszerkezettel, ám egyedi alépítményi kialakítással készültek. E hidakat a hídhossz csökkentésével kívántuk gazdaságosabbá tenni, ez



2. ábra. M6-os autópálya 167 j. híd keresztmetszete



3. ábra. M6-os autópálya 167 j. híd oldalnézete és hosszmetszete

M6/168/k sz. Híd utcai felüljáró a MÁV Bp.–Székesfehérvár vasútvonal (173+29,32 hm) felett, a 0+361 kmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2005
Építés éve	2007–2008
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó folytatólagos, többtámaszú EHG/F–90 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	18,25+21,43+25,40+16,37+14,16 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	12,880 m (0,565+11,00+1,315 m)
Szerkezeti magasság	1,13 m

4. ábra. M6-os autópálya 167 és 168/k j. hidak építés közben légi fotón, látható a kedvezőbb keresztezési szög miatti rövidebb hídhossz és kisebb nyílások, az autópálya vonalvezetése a sok kötöttség miatt alárendeli a hídszerkezetet az útnak

előtöltések alkalmazása helyett tömör falas függőleges hídfők alkalmazását jelentette. E kialakítás hátránya, hogy a vasúti űrszelvény miatt gyakran 8-9 m magas függőleges falakat kell építeni, melyekre ható földnyomás még kitámasztott szerkezeti rendszer alkalmazása esetén is több mint 1 m falvastagságot, ezáltal rendkívül nagy beton- (és betonacél-) felhasználást eredményez.

Ilyen magas falak kialakítása esetén képezhetünk szögtámfalszerű kialakítást, ekkor a háttöltés súlyát is bevonjuk a hídfalazat stabilizációjába, ám ebben az esetben e rendkívül magas töltés súlyát is viselnie kell az alapozásnak. Célszerűbb és rendkívül gazdaságos megoldás, ha a hídfőt az egy sorban elhelyezett hajlított cölöpökkel alakítjuk ki. A magas hídfők miatt nagy (100 vagy 120 cm) átmérőjű cölöpökre van szükség, azonban ezek már vasalhatóak a rájuk jutó hajlító igénybevételek felvételére. Tekintettel arra, hogy ezek a szerkezeti elemek önmagukban hajlítással és nem függőleges erőpárrá alakítva viselik a háttöltés vízszintes terheit, ezért vízszintes elmozdulásuk nagyobb, ugyanakkor jóval kevesebb lesz az anyagfelhasználás a hídfőépítésnél. Amennyiben a felszerkezet kitámasztó hatását figyelembe vesszük, még a 9 m magas hídfőfal is stabilizálható volt. E szerkezettípust tovább tökéletesítve megoldást találtunk a legkedvezőbb szárnyfal-kialakításra – a hídfővel párhuzamosan merőleges szárnyfalként. Legmagasabb pontján egy konzollal hozzákapcsoltuk a felszerkezettel kitámasztott hídfőhöz, vagyis egy a legfelső pontján megtámasztott, alul cölöpökkel rugalmasan megfogott konzolos háromszög alakú szerkezeti elemet képezve. Tovább csökkentettük a szerkezet betonmennyiségeit, hogy a falakat bordás kialakítással képeztük, a falak bordáit „felhozott” cölöpökként az egysoros cölöpök képezték.

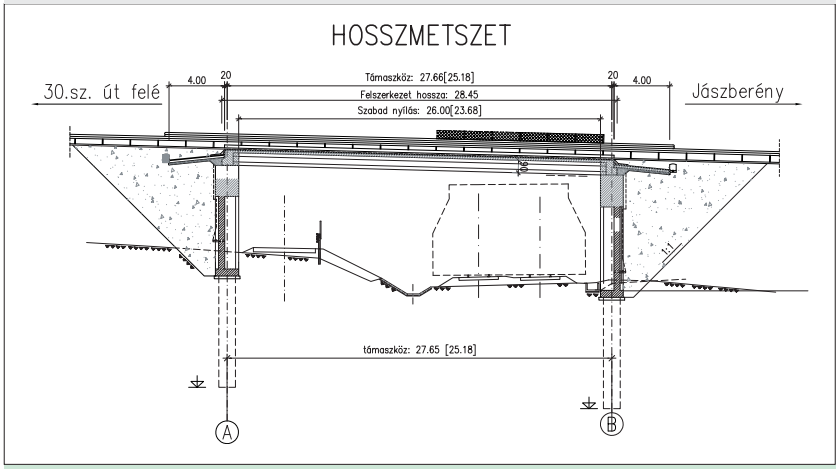
32. sz. főút–M3-as autópálya-összekötő, Hatvan elkerülő út 2+308 kmsz-ben lévő felüljáró a Budapest–Miskolc MÁV vonal felett, a 715+73 hm szben

A bemutatott szerkezeti kialakításra további példa ez a híd. Az egysoros fúrt cölöpök folytatásán készülő bordás monolit hídfő lehetővé tette a híd szerkezeti hosszának és ezáltal a felszerkezet felületének az előtöltéses változathoz képest közel felére redukálását.

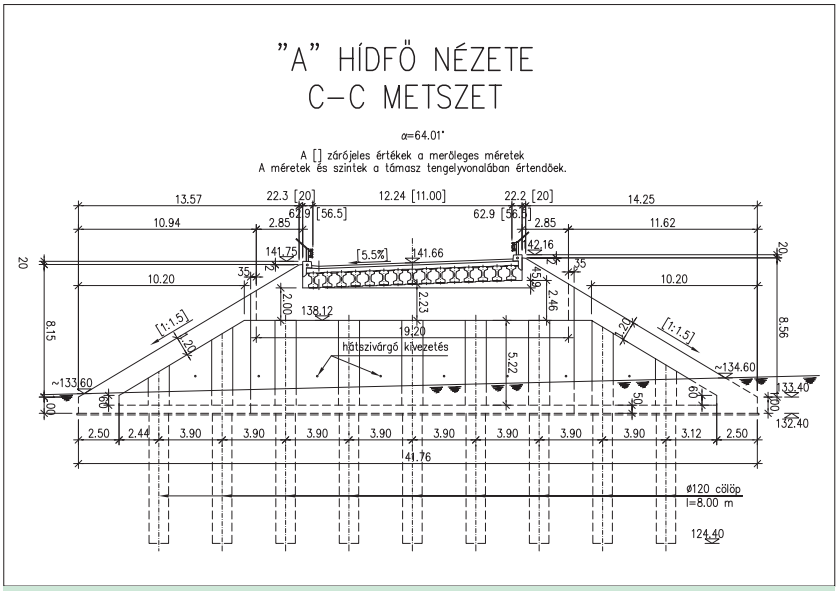
A híd külterületen, a 32–M3-as sz. főút 2+308 kmszelvényben keresztezi a Budapest–Miskolc MÁV-vonalat, a keresztezés szöge 66,58°. Az átvezetett út koronaszélessége 12,00 m, a keresztezési műtárgy

32. sz. főút–M3-as autópálya-összekötő, Hatvan elkerülő út 2+308 kmsz-ben évő felüljáró a Budapest–Miskolc MÁV-vonal felett, a 715+73 hmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2006
Építés éve	2007
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó kéttámaszú előre gyártott EHG/F–90 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	27,66 m [25,18 m]
Hídszélesség (pályabeosztás)	12,13 m (0,565+11,00+0,565 m)
Szerkezeti magasság	1,14 m



5. ábra. Hatvan elkerülő út Budapest–Miskolc vasútvonal feletti közúti hídjának oldalnézete és hosszmetszete



6. ábra. Hatvan elkerülő út Bp.–Miskolc vasútvonal feletti közúti hídjának hídfő nézete

egynyílású, nyílásszélessége 23,68 m merőlegesen mérve. A kéttámaszú híd támaszvonalai párhuzamosak a déli vágánytengelyhez a keresztezés szelvényében húzott érintővel. A híd teljes hossza (szegélyekkel) 29,00 m, melyből a felszerkezet 28,45 m. Szélessége 12,13 m.

Székesfehérvár elkerülő műtárgyai

A Székesfehérvár elkerülő útján megvalósult két tömör falas, egysoros hajlított cölöppel megtámasztott hídszerkezet 2005-ben épült. A Székesfehérvár–Komárom MÁV-vonal felett a 31+60 hm szelvényben lévő híd egy, míg a 31+70 hm szelvényben a Székesfehérvár–Celldömölk MÁV-vonal felett levő híd kétnyílású.

8-63. sz. főút Székesfehérvárt nyugatról elkerülő szakaszának 99+335,47 kmsz-ben épülő felüljáró a Székesfehérvár–Komárom MÁV-vonal felett a 31+70 hmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2002
Építés éve	2005
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó folytatólagos, háromtámaszú FCI–90 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	16,58+16,57 (33,15 m)
Hídszélesség (pályabeosztás)	27,73 m (0,565+10,50+2,00+14,10+0,565 m)
Szerkezeti magasság	1,15 m

A 8–63. sz. főút Székesfehérvárt nyugatról elkerülő szakaszának 96+416,12 kmsz-ben épülő felüljáró a Székesfehérvár–Celldömölk MÁV-vonal felett, a 31+60 hmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2002
Építés éve	2005
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó, kéttámaszú FCI–90 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	27,85 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	23,13 m (0,565+10,50+1,00+10,50+0,565 m)
Szerkezeti magasság	1,15 m

A 8–63. sz. főút Székesfehérvárt nyugatról elkerülő szakaszának 96+416,12 kmsz-ben épülő felüljáró a Székesfehérvár–Celldömölk MÁV-vonal felett, a 31+60 hmsz-ben

A híd adatai	
Tervezés éve	2004
Építés éve	2006
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó folytatólagos, négytámaszú FCI–120 gerendás híd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	17,24+33,55+20,27 m (71,06 m)
Hídszélesség (pályabeosztás)	11,93 m (0,565+10,80+0,565 m)
Szerkezeti magasság	1,45 m

7. ábra. Székesfehérvár elkerülő út vasútvonal feletti közúti hídja, bordás lemez hídfő a cölöpök folytatásában készített vasbeton bordákkal

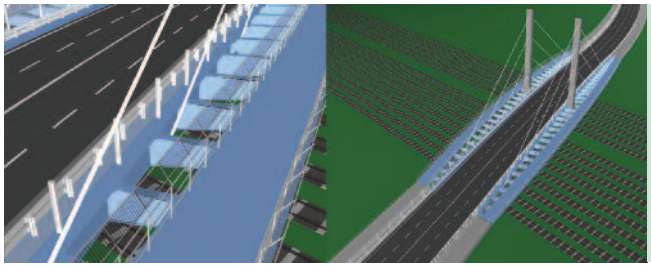
Nyíregyháza 4. sz. főút vasút feletti felüljárója

Egyedi kialakításra példa a 4. sz. főút MÁV 40+11 vv. felett 2006-ban megépült közúti hídja, ahol a meglévő híd mellett kellett egy új hidat létesíteni a négysávosra bővített 4-es útnak megfelelően. Az új híd esetében a keresztezési szög, 43,10° adott volt, ez nem tette lehetővé előre gyártott feszített gerendák építését, illetve a hossz-szelvénynek megfelelő magasságú rendelkezésre álló legnagyobb gerenda alkalmazása esetén a közbenső támaszok létesítéséhez provizóriumot kellett volna a vasúti pályába beépíteni. A kivitelezővel egyeztetve végül „felhozott cölöp" alkalmazása mellett döntöttünk a közbenső támaszoknál. Az egysoros, nagy átmérőjű

8. ábra. 4. sz. főút Nyíregyházi vasút feletti hídjának közbenső alépítménye építés közben, egy feszített tartók alkalmazásának érdekében a felhozott cölöpök és az integrált (cölöpösszefogó-fejgerenda) vasbeton gerenda tengelye eltér

cölöpök folytatólagosan, toldott vasalással készültek a fejgerendáig, mely a feszített tartók alátámasztásán kívül egyben a cölöpösszefogó szerkezeti gerenda funkciót is betöltötte. Annak érdekében, hogy az előre gyártott tartók alkalmazására előírt 60°-os feltámaszkodási szöget biztosítsuk, az integrált cölöpösszefogó és fejgerenda nem a vasúttal párhuzamosan, hanem attól 17°-kal elfordítva készült. Az alépítmény térbeli kialakítását megfelelő modellen vizsgáltuk statikailag, különös tekintettel a szerkezet csavarási igénybevételeire.

9. ábra. M6 autópálya, M0-Érdi tető közötti szakasza, M6/147. sz. felüljáró a MÁV Bp.-Pusztaszabolcs vasútvonal felett – négy főtartós öszvérhidak



10. ábra. Békéscsaba, Orosházi úti közúti felüljáró a vasúti állomás vágányai felett – látványtervek

Öszvérszerkezetű közúti felüljárók

Az előre gyártott feszített gerendás hídszerkezeteken kívül egyre szélesebb körben terjed az acélgerendákkal kialakított öszvérhidak alkalmazása. E hidak fő előnyei: a kisebb szerkezeti súly, a fejgerendák nélkül kialakítható szerkezet és az egyedi geometriai igényekhez, így a kis sugarú ívek, nem szokványos támaszelrendezések és csökkentett szerkezeti magasságokhoz jól igazítható szerkezeti rendszer.

M6-os autópálya, M0–Érdi-tető közötti szakasza, M6/147. sz. felüljáró a MÁV Bp.–Pusztaszabolcs vasútvonal felett – négy főtartós öszvérhidak

Az M6-os autópálya M0–Érdi-tető közötti szakaszán valósultak meg a 14+687 és 14+698 kmszelvényekben a 147 jelű műtárgyak. A 147 j. híd az új autópályanyomvonalhoz igazodva ívben keresztezi a MÁV Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonalat. A külön szintű keresztezés műtárgya a Tétényi állomás területén létesült, középső nyílásában 5 db vasúti vágányt keresztez. A 300 m sugarú ívben fekvő útpálya MÁV-vonalak feletti átvezetése bal pályán 30,58+50,61+30,57, a jobb pályán 28,88+47,89+28,87 m támaszközt eredményezett. E geometriai kötöttségeket a két félpályát átvezető 2 db, egyenként négy főtartós vasbeton lemezzel együttdolgozó acél főtartós felszerkezettel oldottuk meg. A híd környezetében az átvezetett autópálya hossz-szelvénye – alkalmazkodva a közeli csomópontokhoz – erősen kötött. A villamosított vasútvonal üzemeltetéséhez szükséges 6,50 m magas vasúti űrszelvény és a MÁV által kötelezően előírt biztonsági ráhagyás felett csekély szerkezeti magasság maradt a felszerkezet létesítésére. Az alkalmazott keresztmetszetek szerkezeti magassága végül 2,59 és 2,50 m-esre adódott (a pályaszinthez mérve), azonban a jelentős, 5%-os keresztesés miatt az egymástól 4, illetve 4,5 m-re elhelyezett acéltartók magassága számottevően eltér: 163 és 233 cm között változik, páronként azonos alsó éllel. A 25 cm-es vasbeton pályalemez az acél főtartók felett keresztirányban kiékelve 35 cm-esre vastagodik. A tervezés során a MÁV elzárkózott a betonozási járművek vasútvonalra telepítésétől, így a vasbeton pályalemez súlyát önmagában is viselni képes acél főtartókat kellett tervezni.

Az erős kötöttségek közepette alkalmazott négy főtartós szerkezet megoldást kínált a geometriai kihívásokra, ám ennek ára a jelentős acélanyag-felhasználás volt: az egymás melletti két főpálya híd összesen 828 t, fajlagosan 228 kg/m² szerkezeti acél beépítésével valósult meg (e súlyba a vizsgálójárdák is beletartoznak).

M6-os autópálya, M0–Érdi-tető közötti szakasza, M6/147. sz. felüljáró a MÁV Bp.–Pusztaszabolcs vasútvonal felett

A híd adatai	
Tervezés éve	2005
Építés éve	2007–2008
Megbízó	CÉH Zrt.
Kivitelező	Vegyépszer Zrt., Mahíd 2000 Zrt./MCE Nyíregyháza Kft.
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó, gerinclemezes acél főtartós gerendáshíd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	bal pálya: 30,58+50,61+30,57 m (111,76 m) jobb pálya: 28,88+47,89+28,87 m (106,64 m)
Hídszélesség (pályabeosztás)	bal pálya: 17,88 m (1,565+15,75+0,565 m) jobb pálya: 15,80 m (0,565+13,67+1,565 m)
Szerkezeti magasság	bal pálya: 2,59 m jobb pálya: 2,47 m

Békéscsaba, Orosházi úti közúti felüljáró

A békéscsabai vasútállomás felett a jelenlegi Orosházi úti felüljáró helyére tervezett közúti híd kis nyílású ferdekábeles híd. A 15 db vágányt áthidaló 2 × 59,20 m támaszközű felszerkezet alátámasztásai 78°-osak, a 3,70 m-enként lévő keresztartók az egyenes hídtengelyre merőlegesek, a hídfőknél egy-egy darab csonkakeresztartó alkalmazásával. Az elkészített tanulmánytervek többszöri megbízói módosítása után végül egypilonos, ferdekábeles szimmetrikus, kétnyílású ortotróp acéllemezes felszerkezeti terv készült, hárfa kábelelrendezéssel. A 2 × 2 sávos kocsipálya átvezetésére 15,00 m szélességű pályalemezt alkalmaztunk, melynek két oldalán helyezkedik el a szegélyek alatti négyszög keresztmetszetű, zárt merevítőtartó. A pályaszint fölé 30,00 m-re felnyúló felső keresztkötés nélküli vas-

beton pilonok a támaszvonalak ferdeségét követik. A pilonban helyeztük el a 4 db függesztőkábel passzív lehorgonyzásait, a feszítés a merevítőtartó külső gerincére hegesztett hüvelyek felől, alulról történik. E hídszerkezetnek az engedélyezési és a kiviteli tervei elkészültek, kivitelezői tenderre és építésre vár.

Szombathely, Csaba utcai közúti felüljáró

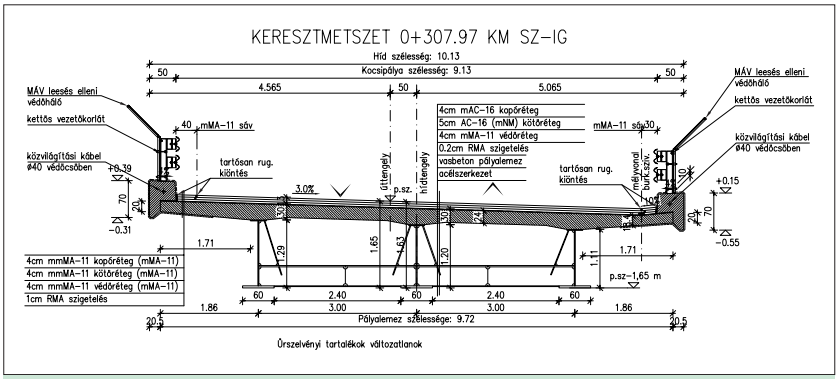
A tervezett híd szerkezeti rendszere: hatnyílású, folytatólagos, vasbeton pályalemezzel együttdolgozó, három főtartós, gerinclemezes acél gerendahíd. A felszerkezet sarukra fekszik fel, a dilatációs mozgásokat vízzáró, dilatációs szerkezet teszi lehetővé. Az alaprajzilag bonyolult, íves és egyenes szakaszok váltakozásából kialakított és a hossz mentén szélesedő keresztmetszetű hídszerkezetet eredetileg monolit vasbeton szekrénytartóként tervezték, azonban a kivitelező technológiai okokból módosíttatta a terveket. A nyomott szerkezeti magasságra tekintettel a nyitott főtartós acélgerendás hídszerkezetet egyedi módon erősített kereszttartókkal és szélráccsal alakítottuk ki. Az erősítések célja, hogy a nyitott főtartós keresztmetszetekre jellemző kereszteloszlást erősítsük, a felszerkezetet kvázi csavarómerevvé téve jobban bevonjuk az egymás melletti főtartókat a közös teherviselésbe, s ezáltal csökkentsük a híd lehajlásait és keresztirányú elcsavarodását aszimmetrikus hasznos teherállás esetén.

A Pusztaszabolcsot elkerülő út közúti hídja a Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal felett

A tervezett, de egyelőre meg nem épült hídszerkezet közbenső alátámasztását alakítottuk ki keretszerűen, az áthidalt akadályoknak megfelelően. E kialakítással csökkenthető a támaszköz és a közbenső alépítmények önsúlya. A keretlábak merevségének és dőlésszögének változtatásával befolyásolható a szerkezetben ébredő normálerők és nyomatékok aránya, esetenként kis szerkezeti magasságú karcsú áthidalás is létrehozható.

Szombathely, Csaba utcai közúti felüljáró

A híd adatai	
Tervezés éve	2011
Építés éve	2011–2012
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó gerinclemezes, acél főtartós gerendáshíd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	24,80+28,00+33,00+27,00+23,00+17,80 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	10,13–12,13 m között változó
Szerkezeti magasság	1,65–1,68 m között változó



11. ábra. Szombathely, Csaba utcai közúti felüljáró a GYSEV-vágányok felett, keresztmetszet

12. ábra. Szombathely, Csaba utca közúti felüljáró a GYSEV vágányok felett építés közben, látható az erősített szélrács

Gyalogos-, kerékpáros-felüljárók

A vasút feletti gyalogoshidak esetén általános az acélszerkezetek használata. A közelmúltban tervezett hidak jelentős részénél előtérbe kerültek az esztétikai szempontok is, illetve ma már természetes igény az akadálymentes közlekedés biztosítása és gyakran a hidak fedése vagy egyéb módon történő (például fűtőszálas) téli csúszásmentesítése.

Salgótarjáni kosárfüles gyalogoshíd

A TESCO áruházlánc salgótarjáni elemének előkészítő munkái során a közúti és gyalogoskapcsolatok tervezésekor jelentkezett az igény a MÁV Budapest–Salgótarján vasútvonal feletti gyalogos- és kerékpároshíd tervezésére, építésére.

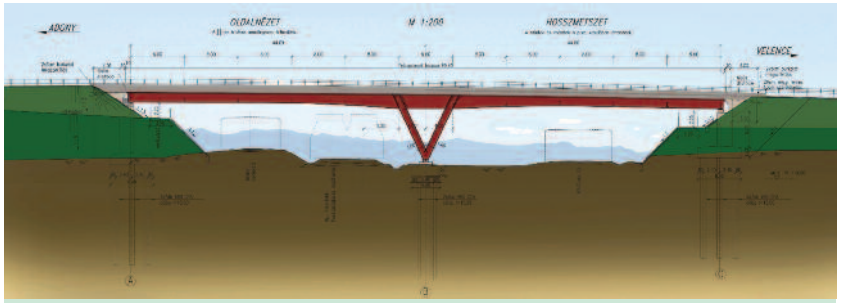
Az elkészült alsópályás kosárfül ívhíd nyitott szelvényű, karcsú, összedöntött ívtartóival, minimalizált szerkezeti megoldásaival jó példája az acélanyagú szerkezetek megformálásában rejlő lehetőségeknek.

A híd a vasutat 58°-os szögben keresztezi. A 36 m-es támaszközre mintegy 40 cm-es szerkezeti magasság állt rendelkezésre az útpálya alatt, amit csak alsópályás szerkezeti megoldással lehetett kielégíteni. Az összedöntött „kosárfül alakú” ívszerkezet oldalirányú erőkkel szemben merevebb, szélrács nélküli kialakítást tesz lehetővé, mivel az ívek merevítik egymást, a keresztkötések Vierendel-szerűen működnek, főleg, ha a bekötésüket lekerekítve még „nyomatékbíróbban” alakítjuk ki.

Az ívet – ellentétben az általunk ismert nemzetközi példáktól – nyitott szelvénnyel, I keresztmetszettel alakítottuk ki. Az erősen döntött aszimmetrikus nyitott keresztmetszet helyett azonban a statikailag és esztétikailag is „ideálisabb” függőleges gerinces változatot terveztük. A nyitott szelvényű, I keresztmetszetű ívek középen „összeérve” szekrénykeresztmetszetet alkotnak, majd újra szétválnak, „beburkolják” a hídon áthaladó szemlélőt.

Az acél felszerkezet elemeit vasúton szállították a híd helyétől mintegy 800 m-re lévő szerelőtérre, ahonnan előre- és

Pusztaszabolcs elkerülő közúti hídja a Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal felett	
A híd adatai	
Tervezés éve	2007
Szerkezeti rendszer	vasbeton lemezzel együttdolgozó, gerinclemezes acél főtartós gerendahíd
Terhelési osztály	A
Támaszköz	44,00+44,00 m (88,00 m)
Hídszélesség (pályabeosztás)	15,03 m (0,565+11,00+3,465 m)
Szerkezeti magasság	2,14+2,84 m



13. ábra. Pusztaszabolcs elkerülő közúti felüljáró a Budapest–Pusztaszabolcs vasútvonal felett – oldalnézet

Salgótarjáni kosárfüles gyalogoshíd	
A híd adatai	
Tervezés éve	2004
Építés éve	2004–2005
Szerkezeti rendszer	ortotróp pályalemezes, alsópályás acél ívhíd
Terhelési osztály	5 kN/m^2
Támaszköz	36,00 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	3,30 m kerékpárút
Szerkezeti magasság	0,42 m

14. ábra. Salgótarjáni gyalogos-felüljáró a MÁV Budapest–Salgótarján vasútvonala felett

hátramenetben haladó vontató végezte a hídhoz juttatást.

A felszerkezetet jelentős gémkinyúlással, a szomszédos közúti hídról, annak kandeláberei felett emelték a helyére.

Budapest, Lakatos utcai gyalogos-felüljáró

Budapesten a Lakatos utcánál szintbeli gyalogosátjárót építettek át külön szintűvé a Budapest–Cegléd vasútvonal 128+90 hm szelvényében lévő 4 db vasúti vágány felett.

A feljáró- és az áthidaló szerkezet folytatólagos kialakításával és lépcsőkarok alatti alátámasztások elhagyásával a teljes szerkezetet folytatólagos, négytámaszú gerendahídként alakítottuk ki a közbenső támaszok alatt V elrendezésű keretlábakkal megtámasztva. A V elrendezésű oszlopok a híd hosszirányú erőjátékában keretként működnek, a vízszintes síkú merevség növelése érdekében a keretlábakat keresztirányban összekapcsolva térbeli keretet hoztunk létre. A híd támaszkiosztása: 15,04+27,50+18,54 m, a felszerkezet hossza 61,37 m, a keresztezési szög 86°.

A támaszonként 2 db gerinclemezes oszlopok a magasságuk felénél keresztkötéssel összemerevítettek. Az oszlopok gerinclemeze a felszerkezet főtartóinak gerinclemezével egy síkban van. Az oszlopok alsó felületére hegesztett talpleme-zen keresztül rögzíthető a szerkezet csavarkapcsolattal a vasbeton szerkezetű összefogó gerendához. A járófelület a híd teljes hosszán acéltartó szerkezetű, polikarbonát lefedéssel. A vágányok felett, a lefedés tisztíthatósága érdekében, a gerinclemezes főtartók külső oldalához csatlakozóan kezelőjárdák készültek.

Az akadálymentes közlekedés biztosítására a közbenső alátámasztásoknál 1-1 lift épült. A liftek csatlakozásánál a járófelületek folyamatosságának biztosítása miatt felsőpályás kialakítású a felszerkezet, míg a vágányáthidalásoknál a szerkezeti magasság minimalizálása érdekében alsópályás.

A szállítás egységek: a lépcsőkarok és a vasúti vágányok feletti áthidalógerendaszakasz három egységre bontva készült. A híd csekély szélességi mérete lehetővé tette a keresztirányú toldás elkerülését: a közúti szállítás a csepeli üzemből a helyszínre a teljes hídszélességű elemek szállításával történt. A helyszínen tőcsavarokkal rögzítették a keretlábakat, melyek felső végéhez helyszíni hegesztéssel csatlakoztatták a beemelt gerendaszakaszt.

Ferihegyi I. gyalogos-felüljáró

A Ferihegyi gyalogos-felüljáró befogott merev gerendáival és alacsony pilonjával (mely szintén sarokmereven kapcsolódik a merevítőtartóhoz) inkább kábelekkel merevített gerendahíd, mint klasszikus ferdekábeles híd. Támaszkiosztása 18,00 + 43,00 m. Az 1,40 m magasságú merevítőtartók tengelytávolsága 7,10 m. A közút feletti nyílásban alkalmazott 3 db kábelpár Vorspan-Technik VT-CMM 2 × 02-150-D 600 mm^2 keresztmetszetű kábellel (összesen 2 × 3 × 600 mm^2), míg a vasút feletti kis nyílásban 2 db Vorspan-Technik

Pál Gábor okleveles építőmérnök, BME Építőmérnöki Kar 1994. 1994–1999-ig a FŐMTERV Zrt. tervezője, 1999-től a SpeciálTerv Kft. ügyvezetője. Tevékenysége a több mint 30 fős tervezőszervezet vezetése, a műtárgytervezések szakmai irányítása és kontrollja. Több cikke és tanulmánya jelent meg szakmai folyóiratokban a hídtervezés témakörében, tartalmas és színes előadásokat tartott szakmai konferenciákon.

Budapest, Lakatos utcai gyalogos-felüljáró	
A híd adatai	
Tervezés éve	2007
Építés éve	2008
Szerkezeti rendszer	ortotróp pályalemezes, alsópályás acél gerendahíd
Terhelési osztály	5 kN /m²
Támaszköz	15,04+27,50+18,54 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	4,81 m (a tisztítójárdákkal), 3,47 m (a liftek előtt), 3,00 m (a lépcsőknél)
Szerkezeti magasság	0,25 m

15. ábra. Budapest, Lakatos utcai gyalogos felüljáró

Ferihegyi I. gyalogos-felüljáró	
A híd adatai	
Tervezés éve	2007
Építés éve	2007
Szerkezeti rendszer	ferdekábelekkel merevített, ortotróp pályalemezes, alsópályás acél gerendahíd
Terhelési osztály	5 kN /m²
Támaszköz	18,00+43,00 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	6,80 m (1,00+4,80+1,00 m)
Szerkezeti magasság	0,36 m

16. ábra. Budapest Ferihegy I. terminál, Szemere úti gyalogos-felüljáró látványterve és a megvalósult híd

VT-CMM 2 × 04-150-D 600 mm² keresztmetszetű kábelpár feszíti a szerkezetet (összesen 2 × 2 × 1200 mm²).

A 65,20 m hosszú felszerkezet támaszelrendezése, a vasúti vágányok, valamint a Gyömrői út eltérő keresztmetszeti szélességéhez igazodóan erősen aszimmetrikus; a támaszvonalban lévő feljárók tengelytávolsága 18,00, illetve 43,00 m.

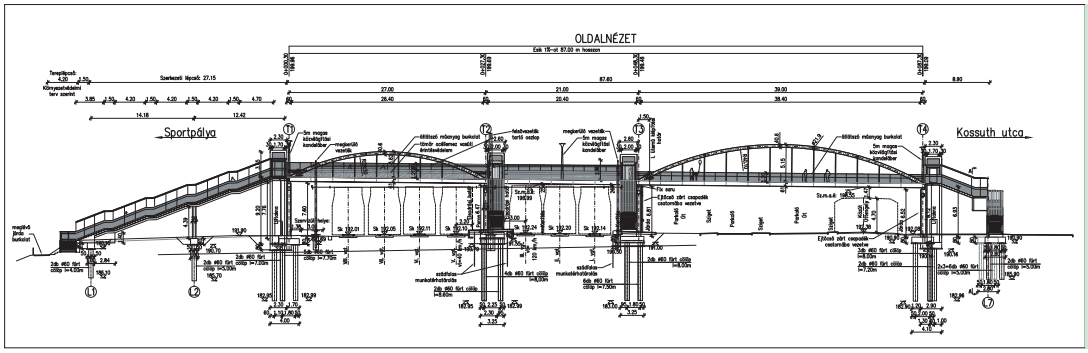
A repülőtér közelsége miatt nem alkalmaztunk magas pilonos ferdekábeles szerkezetet. A pilon az optimálisnál alacsonyabb – pályaszint feletti függőleges magassága 7,80 m –, a merevítőtartó merevebb, mint egy klasszikus ferdekábeles szerkezet, így azonban lehetővé vált a szerkezet gyors és egyszerű helyszíni szerelése, hiszen a jelentős forgalmat lebonyolító Gyömrői út felett a merevítőtartó közbenső segédállványok nélkül viselte a technológiai terheket a kábelek megfeszítéséig. Az út forgalmának korlátozására csak az acélszerkezetek kiszállításánál és beemelésénél volt szükség. A feszítés és alakszabályozás már az üzemelő közút és vasút felett történhetett.

Az alsópályás híd egyszerűségét jelentősen befolyásolta, hogy a támaszoknál a süllyesztett gyalogospálya lépcsőkkel és liftekkel történő kapcsolatát is meg kellett oldani. Statikai szempontok miatt a szerkezet többtámaszúságát nem akartuk feloldani, így alakult ki a törtvonalú, keretszerűen kialakított, a feljárók támaszok feletti csatlakozásainál felsőpályás főtartó alak. Az „alacsony” pilont az acél felszerkezet részeként terveztük, a közbenső „keret sarok” folytatásaként, szintén I keresztmetszettel. A merevítőtartók a burkolt járófelület és az ezen kívül elhelyezett tisztítóüzemi járdák mellett helyezkednek el. Az üzemi járdák járófelülete járórács, így az ortotróp lemezes pályaszerkezet a merevítőtartókhoz csak a 3,60 m-enként lévő kereszttartóknál köt be.

A vasbeton alépítményeket egyedi formákkal terveztük, pengepillérként, melyek felső „kalapácsfejei” két-két megfogási ponttal statikailag „befogják” a felszerkezetet, ezzel is növelve annak merevségét.

Körmendi gyalogos-felüljáró

Körmend állomáson a közelmúltban a vasúti pálya átépült, új peronok létesültek, a meglévő gyalogos-felüljárót – mely a városrészek között gyalogoskapcsolatot létesített – elbontották. A régi felüljáró



17. ábra. Körmend, vasútállomási gyalogos-felüljáró – oldalnézet

Körmendi vasútállomás gyalogos-felüljárója – engedélyezési terv	
A híd adatai	
Tervezés éve	2011
Szerkezeti rendszer	háromnyílású, folytatólagos acélhíd, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel, a két szélső nyílásban alsópályás ívhídként kialakítva
Terhelési osztály	5 kN/m^2
Támaszköz	27,00+21,00+39,00 m
Hídszélesség (pályabeosztás)	3,26 m (2,25 m)
Szerkezeti magasság	0,61 m

helyére tervezett új gyalogoshíd háromnyílású, folytatólagos acélhíd, együttdolgozó vasbeton pályalemezzel, a két szélső nyílásban alsópályás ívhídként kialakítva. Támaszkiosztása 27,00+21,00+39,00 m, a felszerkezet hossza 87,60 m. A felüljáró megközelítése lépcsőkön és lifteken keresztül, négy helyen történik.

A közbenső támaszköz – a helyszín adottságaihoz igazodóan – szokatlan módon a legkisebb támaszköz, valamint az alsópályás szerkezeti kialakítás megakadályozná a közbenső liftekhez és lépcsőkhöz való eljutást a középső nyílásban, így a pályalemezt folytatólagosan végigvezetve a középső nyílás gerendahídszakaszként épül, mely gerenda folytatása a két szélső támaszközben az alsópályás ívhíd merevítőtartójául is szolgál.

A 32. sz. út szolnoki vasúti pályaudvar feletti acélhídja

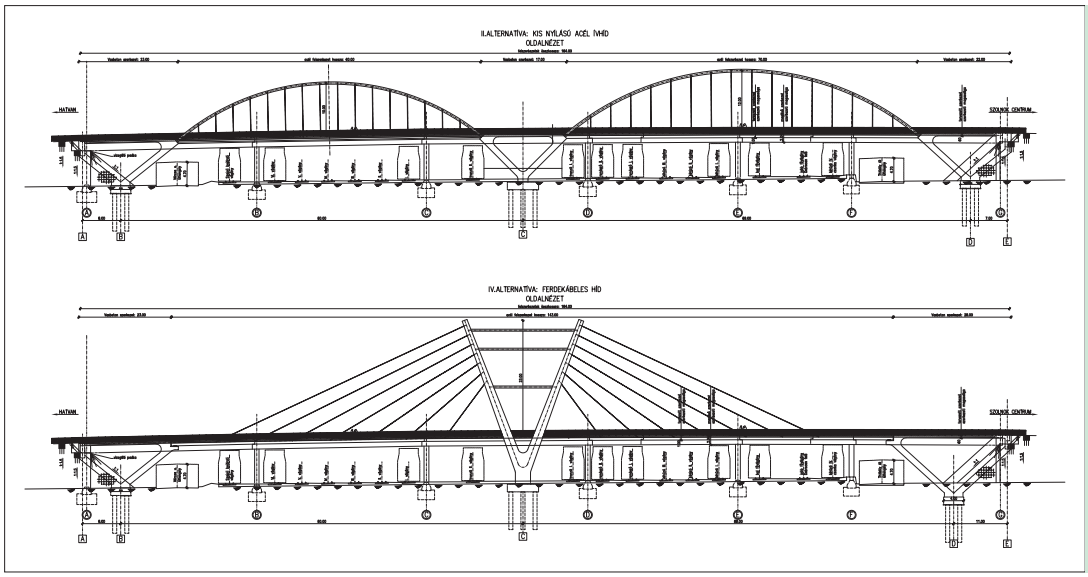
A szolnoki vasútállomás felett, külön szintben átvezetendő kerékpárút hídjának tervezése folyamatban van. A javasolt szerkezet a közbenső vágánymentes zónát kihasználó ívhíd pár, melyek közös alépítménybe bekötő ívek.

Összefoglalás

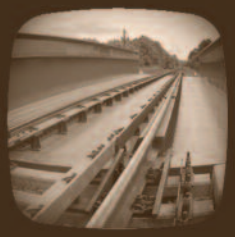
A vasút feletti hidak tervezésekor mindig az adott keresztezés nehézségeinek megfelelően kell az alkalmazni kívánt szerkezettípust kiválasztani. A kapcsolódó szakági tervezők közötti összhang szükséges annak eldöntéséhez, hogy mely kompromisszum jár a teljes beruházás szempontjából a legnagyobb haszonnal. Felsőbb rendű utak (autópályák) esetében gyakran a hidakat kell speciális módon megalkotni, míg hagyományos esetben választhatók a széles körben alkalmazott típusmegoldások. A támaszelhelyezés, szerkezeti rendszer és keresztmetszettípus kiválasztása mindig a fenti mérlegelések eredménye, s ezekre igyekeztünk példákat bemutatni. ◂◂

Summary

This paper demonstrates a selection of constructed and designed road and pedestrian bridges over railway lines, designed by our company in the last ten years, emphasizing the angle of applying different structures, with their interests. We show each type of structure separated to groups, with their advantages, disadvantages and main parameters. At large scale structures the expedience and economy, at pedestrian and bicycle bridges – mainly in urban area – aesthetics were our main principles for design.



18. ábra. Szolnok, Rékasi vasútállomás feletti gyalogos felüljárók tanulmányterveinek oldalnézete



Szombathely, közúti felüljáró MÁV vágányok fölött – 2011

SPECIÁLTERV

tervezés I design
tanácsadás I consultancies
szakértés I expertising

www.specialterv.hu

Salgótarján, gyalogos felüljáró MÁV vágány fölött – 2004

Boba, vasúti híd Marcal folyó fölött – 2010

Műtárgy átépítések a MÁV vonalhálózatán

Erdődi László
okl. építőmérnök, közlekedési menedzser gazdasági mérnök, hídépítő szakmérnök, MÁV Zrt.
✉ erdodil@mav.hu
☎ (1) 511-3068

Szabályozási kérdések

Magyarország Európai Unióhoz csatlakozásával kötelezettséget vállalt vasúti hálózatának és intézményrendszerének EU-konform átalakítására. Az interoperábilitás az EU-tagországokra, így hazánkra is, az ország infrastruktúrájának paramétereire, állapotára elvárásokat fogalmaz meg, aminek Magyarország vasúthálózata, műtárgyai, alépítményei csak részlegesen felelnek meg. A nemzetközi előírásoknak való megfelelőség biztosítására a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő (NIF) Zrt. vasút-rehabilitációs programokkal készült a Kohéziós Alap nyújtotta források felhasználására.

A vonali rehabilitációk során betartandó paraméterként a sebességet 160 km/h-ban a tengelyterhelést pedig 225 kN-ban határozzák meg.

A nemzetközi korridor részeként üzemelő Budapest-Keleti pu.–Hatvan–Miskolc–Mezőzombor vonalnál a kiíró 160 km/h kiépítési sebesség mellett a vágánygeometria, alépítmény és a műtárgyak tekintetében 200 km/h-ra növelt sebességgel szeretné biztosítani a közlekedés lehetőségét.

Ez az egyszerűnek tűnő, a korszerű vasúti közlekedési elvárásokat jobban kielégítő feltétel azonban igen sok feladatot adott és generál a szakma képviselői részére.

Az emelt sebességhez tartozó tervezési feltételek meghatározása során az alábbi előírások álltak rendelkezésre *(1. táblázat)*.

Mint látható, az előírások nehezen kezelhetők, nem egységesek a sebességtartomány vonatkozásában. Meghatározó előírások hiánya eseti, egyedi szabályozásokat igényel, ami nehezíti a tervek elkészítését.

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Közlekedési Infrastruktúra Főosztállyal egyeztetve az európai szabályozás során életbe lépett Eurocode vasúti hidakra, alépítményre, földművekre vonatkozó MÁV-előírásairól a MÁV Zrt.-nek saját hatáskörében kell gondoskodni. Saját belső előírás, pl. a MÁV H. 1. számú, vasúti hidakra vonatkozó Műszaki Előírás sorozat, a D. 11. Vasúti Alépítmény Műszaki útmutató. Ezeket az előírásokat az Eurocode előírások véglegesítését követően lehet kidolgozni, de személyi és pénzügyi okokból nem történt meg a komplex előírásrendszer bevezetése.

Jelenlegi előírásaink az új építésekre vonatkoznak, nem terjednek ki a rehabilitációba vont meglévő létesítményeknél alkalmazandó előírásokra.

Az előírások átdolgozása, egységesítése, a hiányzó előírások elkészítése a pálya, az alépítmény és a híd területén mielőbb elvégzendő feladat.

Gyalogoslétesítmények

A vonali rehabilitációs programok egy része a korábban elindított, jelenleg már megvalósulás, elszámolás fázisában van.

A tervezés és a megvalósítás során kiemelt feladatot jelent a meglévő és az új gyalogoslétesítmények EU-előírások szerinti kialakítása.

Valamennyi projekt sajátossága, hogy az emelt sebesség miatt az állomásokon, megállóhelyeken gyalogosközlekedés szintben nem történhet, gyalogos-aluljárókat vagy -felüljárókat kell létesíteni.

Az első projektek egyike volt Vecsés, Üllő, Monor állomások átépítése a gyalogos-aluljárókkal együtt. Tapasztalatlanság okán, valamint az akadálymentesítés, mint feladatkör félreértelmezése miatt – kizárólag a kerekes széket használók közleke-

1. táblázat.

Ssz.	Előírás tárgya	Előírás	Státusz	Sebesség-tartomány
1.	Vasúti hidak létesítésének általános előírásai	MSZ-07-2306/1-90T /1990 Közlekedési Ágazati Szabványtervezet	Hatályos MÁV belső előírás	V ≤ 200 km/h
2.	Országos Vasúti Szabályzat I. kötet	103/2003. (XII. 27.) GKM 4. sz. melléklet	Hatályos	V ≤ 160 km/h
3.	Vasúti hidak létesítésének általános előírásai	MÁV H.1.1. ME/2009	Tervezet	V ≤ 220 km/h
4.	Országos Közforgalmú Vasutak Pályatervezési Szabályzata	OKVPSZ KPM 366577/1982	Hatályos	V ≤ 160 km/h
5.	Javaslat az OKVPSZ előírások módosítására	Gy.2377-42/2006 PMLI	Tervezet	V ≤ 200 km/h
6.	Vasúti hidak méretezésének általános szabályai	MÁV H.1.2. /2006	Hatályos MÁV belső előírás	V ≤ 220 km/h
7.	Alépítményi létesítmények és az ágyazati minőség átvételi előírásai	P-7702./2008 MÁV 102345/1995 PHMSZ A. 3. sz. mód. egységes szerkezetbe foglalva	Hatályos MÁV belső előírás	V ≤ 160 km/h
8.	Vasúti Alépítmény Műszaki útmutató	D.11. Műszaki útmutató P-9369/2008 PLF. sz. módosítása	Hatályos MÁV belső előírás	V ≤ 160 km/h

1. ábra. Védelem nélküli karfalift az aluljáróban

2. ábra. Karfalifttel kialakított lépcsőkar

3. ábra. Védelemmel kialakított karfalift

dési feltételeinek megteremtését szem előtt tartva – a gyalogos-aluljárók akadálymentesítése karfaliftek beépítésével történt.

A karfaliftek üzemeltetése a rongálások miatt rendkívül nehéz feladat, és üzemképességük bizonytalan. Védőburkolat nélkül *(1–2. ábra)* egyáltalán nem, de védelemmel *(3. ábra)* sem lehet a folyamatos üzembiztonságot garantálni.

Az aluljárók szerkezeti, geometriai kialakítása miatt liftek utólagos beépítése igen nagy átalakítással járna, ezért ezeknél az aluljáróknál vandálbiztos karfaliftek telepítése segítheti a probléma megoldását.

Az aluljárók üzemeltetési tapasztalatai és a mozgáskorlátozottak körének tágabb értelmezését elfogadva jutott a MÁV Zrt. arra a következtetésre – a NIF Zrt.-nél a vasúti fejlesztéssel foglalkozó kollégákat is meggyőzve –, hogy karfalifteket a jövőben akadálymentesítés céljainak biztosítására nem telepíttetünk.

Az esélyegyenlőség biztosítására vagy lift, vagy rámpa beépítése ajánlott, de a tervezők kreativitása révén újabb és újabb megoldási javaslatok születnek (pl. kis hajlású lépcső babakocsitoló rámpával kombinálva).

A kerékpárosok részéről is több megkeresés érkezett a MÁV vezetéséhez a közlekedési feltételek javítására, ezeket a MÁV vezetése támogatta, és több aluljáróban utólag építettünk kerékpártolót. A tervezések során a kérdés folyamatosan napirenden van, a nagy csomaggal, kerekes bőrönddel, babakocsival utazók közlekedésének segítését célzó megoldások keresésével együtt. A probléma nemcsak az új, tervezés alatt álló, hanem a meglévő aluljárókat és gyalogos-felüljárókat is érinti.

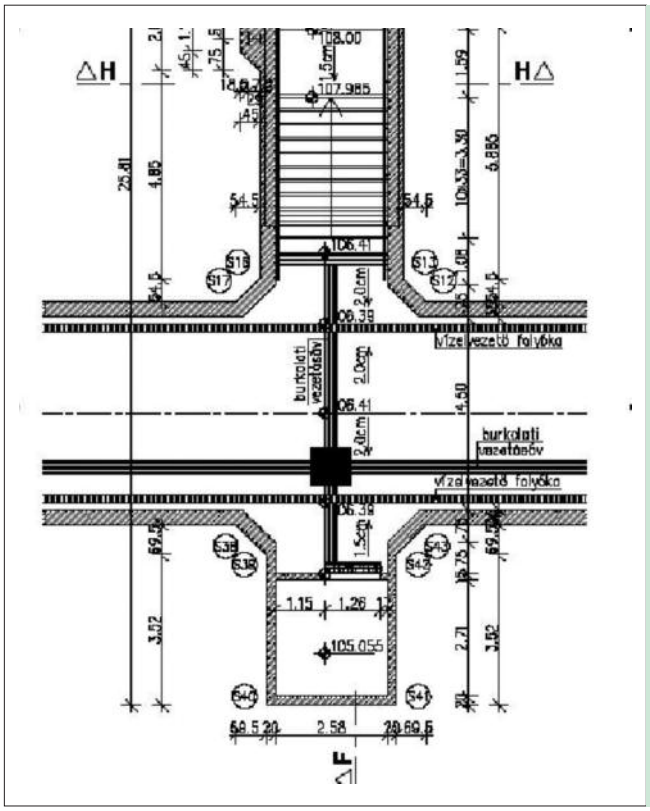
A MÁV Zrt. többszöri nekirugaszkodás ellenére még nem rendelkezik egységes, a liftek, rámpák, vakok, gyengén látók vezetésére szolgáló jelek, jelzések kialakítását, kerékpártoló, bőröndhúzó, babakocsitoló kialakítását szabályozó utasítással. Ezeket az eddigi szakértői egyeztetések, külföldi példák, a magasépítésben alkalmazott megoldások alapján egyedileg tervezik meg.

A *4. ábrán* példa látható a vakok, gyengén látók vezetésére szolgáló jelek, jelzések 2011-ben tervezett kialakítására.

A Budapest–Hatvan–Miskolc vonalszakasz tervezése során az alábbi, a Magyar Kerékpárosklub ajánlásait is figyelembe vevő, a lépcsők akadálymentesítésére, az eljutási útvonal megfelelő kialakítására és kijelölésére vonatkozó egységesnek tekinthető álláspont alakult ki:

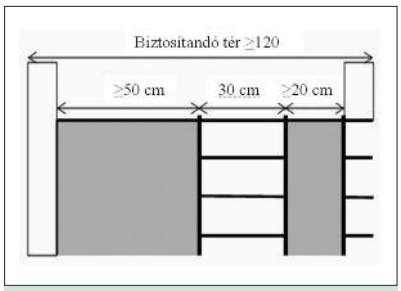
- rámpák (Az általános akadálymentesítésnek megfelelően.)
- lépcsőre épített rámpa (Kézikocsit, bőröndöt is fel lehet tolni rajta. Jó, ha kétnyomú, hogy a babakocsival és utánfutóval is használható legyen.)
- tolósín (Ahol nagyon keskeny a hely, ott lehet vályúsín, ami V/U profilú legyen, kellő oldaltávolságra a faltól. Nagyobb szintkülönbség esetén csak ideiglenes megoldásként javasolt.)
- mozgólépcső, lift (Nagy forgalmú állomásokon, ütemezett kiépítéssel.)
- vágányok szintbeli keresztezése esetén gumielemes átjárók.

Minden állomási lépcsőt javasolt kerékpárral járhatóvá tenni *(5. ábra)*. A tolósín



4. ábra. Gyalogos-aluljáró akadálymentes kialakítása

5. ábra. Kerékpártoló kialakítása Brüsszelben (Velo-city 2009)



6. ábra. Lépcsők, rámpák német ajánlás szerint

7. ábra. Rámpa képe a peronszintről

8. ábra. Rámpa gyalogos-aluljárónál

9. ábra. Példa a rámpa kialakítására

10. ábra. Lifttel akadálymentesített lépcsőkar

olcsó, azonnali intézkedés, amelyhez mindig van elég hely. Jobb az olyan rámpa, amely a gyermekkocsik és tolókocsik számára is megfelelő *(6. ábra)*.

A lépcsőknek a kerékpárutak részeként történő kialakítása megengedhetetlen. A kerékpárutat a lépcsőknél meg kell szakítani. Azonban amíg előfordulnak lépcsők, figyelemfelkeltő és biztonságot fokozó eszközöket kell alkalmazni, elfogadva a lépcsők, rámpák, tolósínek kialakítására vonatkozó német ajánlásokat.

Ezeknek az elvárásoknak megfelelően terveztek már nálunk is vasúti állomási aluljáróba német ajánlásnak megfelelő megoldást, de a 120 cm-es sávot korláttal választják el a gyalogosközlekedéstől. Ez csak ott alkalmazható, ahol adott olyan peronszélesség, ahol az utasszám alapján megállapított lépcsőszélesség mellett a +1,2 m is rendelkezésre áll.

A kialakításokat illetően az eljárásokban részt vevők között nincs egyetértés a lépcsők szűkítése, a megoldások alkalmazhatósága, biztonságossága tekintetében. Ezért nincs még egységes szabályozás.

Hazai megvalósult, néhány kezdeti nehézséget tükröző megoldást láthatunk a *7–10. ábrákon* a rámpák, lépcsők, a korlátok, a megvilágítás, a rámpafelület kialakítására.

Az acél-, illetve üvegszál-erősítésű műanyag elemekből készült kerékpártoló utólagos felszerelésére láthatunk példát a *11–14. ábrákon.*

Az aluljárók tisztaságának, graffitimentességének biztosítására is komoly erőfeszítést tesz a beruházó, üzemeltető, ám eddig nem sok sikerrel.

A vasúti gyalogos-aluljárók „tipizált", jellegzetes kialakítását mutatja a *15. ábra.*

A szerkezet célorientált, a funkcionalitás, a gyors megépíthetőség volt eddig a döntő a kiválasztásakor.

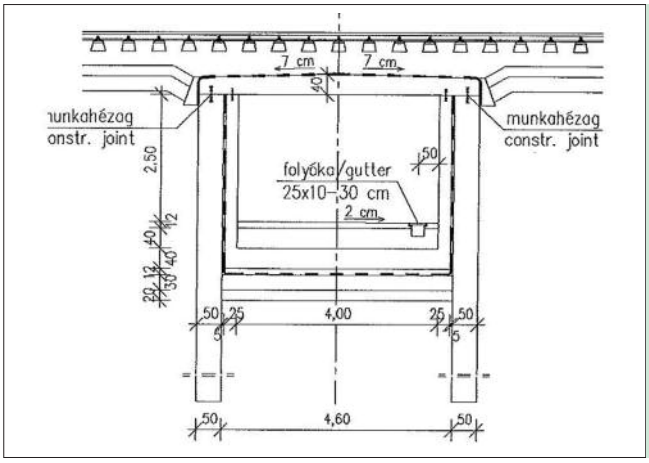
Az aluljárók jó állapotú világítás, festés mellett biztosíthatnának egy szerény, de még elfogadható színvonalat, sajnos azonban nem ez az általános. Az aluljárókra jellemző állapotok láthatók a *16–21. ábrákon.*

11. ábra. Kerékpártoló gyalogos-aluljáróban

12. ábra. Acél kerékpártoló gyalogos-felüljárón

13. ábra. Üvegszállal erősített műanyag kerékpártoló

14. ábra. Gyalogos-aluljáróban felszerelt műanyag kerékpártoló



15. ábra. Vasúti gyalogos-aluljáró keresztmetszete

Ennek jövőbeli megváltoztatására jó példa az üllői Árpád Fejedelem Általános Iskola, Üllő Város Önkormányzatának támogatásával a vasútállomás aluljárójának kifestésére a MÁV Zrt.-nek tett javaslata.

Ennek lényege, hogy az aluljárót, felületeinek letisztítása után, az általános iskola 4–8. osztályos tanulóinak meghirdetett rajzverseny legjobb alkotásainak felnagyított másolataival festik ki az iskola rajztanárának irányításával.

2011. május elején, a helyszíni bejáráskor, az aluljáró falait rendkívül igénytelen kivitelű, helyenként egymás felett több-

16. ábra. Aluljáró-folyosó 2011-ben

19. ábra. Nyomasztó hatás a sötét graffitiktől

17. ábra. Folyosóvég falfirkákkal

20. ábra. Elhanyagoltság benyomása a falfirkáktól

18. ábra. Elvarázsolt barlang

21. ábra. Fény az alagút végén

22. ábra. Diákrajz az aluljáróban I.

23. ábra. Diákrajz az aluljáróban II.

rétegű graffiti fedte. Az eredetileg fehér falú aluljáró sötét színű graffitivel borított falai nyomasztó hatásúak voltak, ezért a MÁV Zrt. vezetése az üllőiek kezdeményezését támogatandónak ítélte.

A Pályavasút Területi Központja vállalta, hogy fehér festéssel eltünteti a graffitiket, és az így előkészített felületekre festhették fel a tanulók az alkotásaikat. A rajzversenyre beküldött képekből az iskola közel kétszázat választott ki, ezeket az Ingatlangazdálkodási Igazgatóság munkatársai megtekintették és rangsorolták, majd 2011 májusában az aluljáró alapfestése és a kiválasztott képek felfestése is megtörtént *(22–25. ábra)*.

Új kezdeményezés volt a Városliget, Mexikói út környezetében új vasúti megállóhely és ennek megközelítéséhez gyalogos-kerékpáros aluljáró tervezése során a NIF Zrt. megrendelésére, a VITECO Kft., az MSc Kft., és GEON Építészstúdió Kft. együttműködésében készült aluljáró

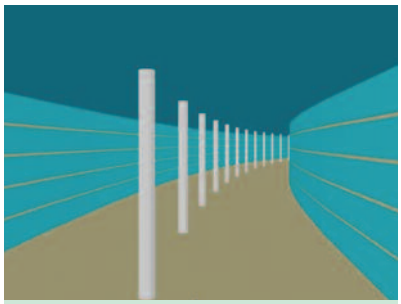
24. ábra. Diákrajz az aluljáróban III.

25. ábra. Diákrajz a mellvéden

tanulmányterv kidolgozása is. Itt a nagy fesztávolság, a kis szerkezeti magasság és a gyalogos- és a kerékpáros-forgalom szétválasztása jelentette a nehézséget.

A *26. ábrán* a GEON Építészstúdió Kft. által megálmodott aluljáró, a *27. ábrán* pedig a hagyományosnak nevezhető, az MSc Kft. által javasolt megoldás látható.

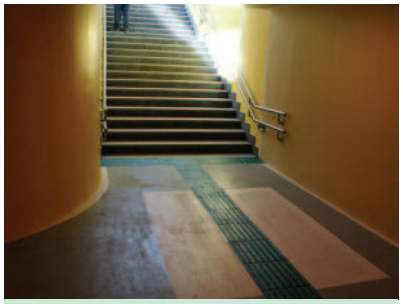
26. ábra. Látványterv tervezett aluljáróról *(GEON Építészstúdió Kft.)*



27. ábra. Látványterv tervezett aluljáróról *(MSc Kft.)*

A cél, hogy a kor elvárásainak megfelelő építészeti megoldást lehessen alkalmazni, élhető, kreatív közterületek, közforgalmú gyalogos-aluljárók létesüljenek, ahol naponta több ezer ember tölti többkevesebb idejét, szorongás nélkül, nemes és követendő.

A gyalogosok, kerékpárosok vasúti vágányok alatti átvezetésére, a vágányok megközelítésére szolgáló aluljáró elkészült elemeinek minden esetben, minden építési fázisban alkalmasnak kell lennie a vasúti híd alapfunkció betöltésére.



28. ábra. Közlekedési útvonalak kijelölése festéssel

29. ábra. Egyedi festési terv eredménye

Ezek az esztétikai szempontokat elsődlegesnek tekintő szerkezeti megoldások nem, vagy csak igen nehezen illeszthetők az aluljáró alapfunkciójához, a vasúti forgalom szabta építési ütemezésekhez, szakaszolhatósághoz. Ha a két szempont szerencsésen összehangolható, új típusú szerkezetek alkalmazása lehetséges.

Természetesen nem kell lemondani a hagyományos, funkcióorientált kialakítású aluljárók megjelenésének megváltoztatásáról sem.

Álljanak itt példaként a Velencei-tó partján a vonali rehabilitáció keretében a Bro-Arch Bt. által egyedi festési tervekkel tervezett, megépült gyalogos-aluljárók *(28–31. ábra)*.

A festéssel, a burkolatok színválasztásával egyedivé lehet tenni az egyébként konzervatív szerkezeti kialakítású aluljárót is.

Ahogy a *31. ábra* mutatja, a rongálásnak sajnos így sem lehet elejét venni, a graffiti itt is megjelent.

Liftek az akadálymentesítés céljaira

A karfaliftek helyett az elmúlt időszakban a liftek alkalmazásának irányában látszik konszenzus kirajzolódni, szükség szerint rámpákkal, lépcsőkkel kombinálva. Ezekre láthatunk néhány megvalósult példát a *32–37. ábrákon.*

30. ábra. Színdinamikailag megtervezett kép

31. ábra. Lift bejárata az aluljáróban

Számos tapasztalattal szolgált a Bp.-Ferencváros–Vecsés vonalszakaszon megvalósult Lakatos utcai gyalogos-felüljáró és a Ferihegy I. megállóhelynél telepített gyalogos-felüljáró is, kialakításuk a *38–40. ábrákon* látható.

Az eddig elkészült liftek esetében a gyakorlat a legkisebb, akadálymentesítés igényét kielégítő, a legolcsóbb liftek betervezése, beépítése volt, ezeknek az üze-

32. ábra. Gyoma, gyalogos-aluljáró

33. ábra. Agárd, gyalogos-aluljáró

34. ábra. Mezőtúr, gyalogos-aluljáró

35. ábra. Gárdony, gyalogos-aluljáró rámpa I.

36. ábra. Gárdony, gyalogos-aluljáró rámpa II.

37. ábra. Gárdony,gyalogos-aluljáró rámpa III.

meltetése során sok kedvezőtlen tapasztalatot szereztünk. (Hidegben, melegben működésképtelen gépészeti berendezések, esőzéskor beázó aknák, megfelelő érzékelők hiányában ajtórongálódás, kezelőfelületek szándékos rongálása, riasztási, hibaelhárítási folyamatok szabályozatlansága, a polikarbonát-fedés féktuskópor hatására történő elszennyeződése, szellőzés nem megfelelő kialakítása stb.)

Igaz, ehhez hozzájárult az is, hogy a MÁV-on belül az üzemeltetési kérdések sem voltak rendezve. A szervezeti átalakítások, az állomásüzemeltetési feladatok nem egyértelmű szabályozása, a MÁV Zrt. szervezeti egységei közötti elszámolás rendezetlensége nehezítette a feladatok ellátását, amit sok panasz, nem működő liftek jeleztek.

Ezért került sor a PLF HAO irányítása mellett, *Tóth Axel Roland* vezetésével, a Budapesti Területi Központ Híd és Alépítményi Alosztály, az Ingatlangazdálkodási Igazgatóság Ingatlankezelési Szolgáltató Egység, az IK Kft. aktív közreműködésével a liftek vonatkozásában egy Tervezési Irányelv kidolgozására, mely a liftek minimális méretét, felszereltségét és a működési módot is egyértelműen szabályozza. Az első liftek megjelenése óta az engedélyezési eljárás, a tervezéssel szemben támasztott követelmények is kiforrták magukat. A Tervezési Irányelv kiadásával, majd ezt követően az üzemeltetési, karbantartási kérdések szabályozásával még közelebb kerülünk az elvárható üzemkészség, szolgáltatási színvonal biztosításához. Új, szabályozandó feladat még a kamerás megfigyeléssel a távfelügyeletbe bevont létesítményeknél a telepítésre vonatkozó előírások egységes kialakítása, üzemeltetése, a költségviselés szabályozása.

Erőfeszítéseink eredményeként szeretnénk, ha az utasforgalmi létesítmények megjelenésükkel utasbarát, esztétikus és elviselhető módon járulnának hozzá a vasút megújulásához. ◂◂

38. ábra. Ferihegy, gyalogos-felüljáró I.

39. ábra. Ferihegy, gyalogos-felüljáró II.

40. ábra. Ferihegy, gyalogos-felüljáró III.

Summary

The author states his opinion regarding the special questions came up on works during the last three years. Pointing out the incompletness of speed regulation over 160 km/h range relating to track, bridge and bed, urging the generation of the uniform regulation according to Eurocode.
Shares the experiences of the operation of the pedestriant under- and overpasses following the changes in the concept of accessibility. States the possibilties of fulfillment of the bicycle users' request in case of new and existing under- and overpasses.
Anaylizes the effect of structural design to the appearnece .
Possibitiy of influencing the image developing in passengers by using of ad hoc grafiti and painted surfaces and comparing of architecturally designed structures.
Finally some thoughts on the background of draft regulation regarding the elevators to be installed at under- and overpasses.

Erdődi László 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 munkatársa.

PROTECTOSIL felületvédelmi termékcsalád alkalmazása új és felújított vasúti műtárgyaknál

A CSC Jäklekémia Hungária Kft. Budapest az Evonik-Degussa AG a VIII. Vasúti Hidász Találkozón bemutatott PROTECTOSIL termékcsaládjának magyarországi hivatalos viszonteladója. A forgalmazott termékek utólagos korszerű védelmet biztosítanak, és rendelkeznek a szükséges ÉME engedéllyel! A termékek speciális szilán vegyületek, melyek kis molekulaméretüknek köszönhetően mélyen behatolnak (impregnálódnak) az anyagba (beton, kő), kémiailag kötődnek a pórusok felületéhez, megtartják a páraáteresztő képességet, ellenállnak kémiai, biológiai hatásoknak, UV sugárzásnak és hosszan tartó védelmet biztosítanak.

Hatásmechanizmus szerint a következő csoportra oszthatók:

Hidrofobizálás: Bevonati filmet nem képező, a nyitott pórusokat csak kis részben kitöltő víztaszító hatású kezelés. A hidrofobizáló kezelés a pórusok belső felületét látja el víztaszító réteggel a beton és az azt érő folyadék közötti felületi feszültség befolyásolásával.

- Alkalmazás beton esetében: Termék: **PROTECTOSIL BHN:** Folyékony, színtelen, oldószermentes folyadék, felhasználásra kész állapotban szállítható. Hidak, hídszegélyek, betonutak, autópályák védelmére is kiválóan alkalmas. Használható régi és új betonok kezelésére. Felhasználható más bevonatok alatt is víztaszító védelemként.
- Alkalmazása ásványalapú anyagok védelme esetén (pl.: kövek). A termékek elnevezései **PROTECTOSIL WS405, 40S, WS630.** Alkohollal, illetve vízzel hígítandók, felülettapadó szilárdságát meghagyó, illetve gyöngyöző hatást biztosító termékek találhatók ebben a termékcsaládban.

Inhibitor hatású impregnálás: A beton felület közeli kapilláris pórusainak (részlegesen vagy teljesen póruskitöltő) átitatása esetenként víztaszító (hidrofób) vagy inhibeáló (korróziósebességet csökkentő) anyagokkal kombinálva, mely kikeményedése után a pórusokat részben vagy egészben kitölti, azonban nem képezhet zárt filmszerű réteget. A PROTECTOSIL CIT, mind víztaszító (hidrofób), mind inhibeáló hatással rendelkezik!

GRAFFITI ELLENI VÉDELEM

Antigraffiti SP: Fél állandó (semi permanent) 3-5 komplett tisztításra alkalmas graffiti elleni védelem. *Előnyei:* színtelen védelem (nem változtatja meg a felület megjelenését), alkalmas hidrofobizált felületek védelmére is, hidrofób és oleofób, páraáteresztő, oldószermentes, egyszerűen felhordható légmentes szórással vagy hengerrel, nem mérgező, beton és ásványi kövek felületén használható.
Referenciák: A termékcsoportnak a világon mintegy 2000 referenciahelye van, főként Nyugat-Európában, az USA-ban, Délkelet-Ázsiában alkalmazták.
Magyarországon ez a hidrofobizáló, impregnáló, inhibiáló termékcsoport alternatívát nyújt a BV1, 2, 3 bevonatok alkalmazása mellett a felhasználóknak, hiszen ezeknek az anyagoknak a felhordása a szórásos technológiával, jóval egyszerűbb, gazdaságosabb és a felületvédelem, az impregnálás miatt rendkívül hatékonyak és gazdaságosan alkalmazhatók.
A termékcsoport szerepel a MAUT új Útügyi Műszaki Előírásában, melyet 2011 decemberében hagytak jóvá és lépett életbe.
Magyarországi referenciák: Margit híd teljes kőburkolatának védelme, Halászbástya, Gellért Szálló, Vigadó (világörökségi területen), Hortobágyi Kilenclyukú híd, (Hortobágyi Nemzeti Park) Kraszna-híd, Pinka-híd, Pannónia utcai iskola Budapesten stb.

Igény esetén termékek adatlapjainak küldésével és konzultációval állunk rendelkezésre:

Szalkai-Szabó Zoltán mérnök üzletkötő – szalkaiszabo@jaekle.datanet.hu
Dr. Hollósi Mihály kereskedelmi, műszaki tanácsadó – drhollosi@t-online.hu

CSC Jaeklekémia Hungária Kft.
H-1117 Budapest, Infopark sétány 1. I. ép. 2/3A
Tel.: 00 36 1 326 9074 · Telefon/fax: 00 36 1 326 9074, 204 4339
www.csc-jaekle.hu

SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta 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: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.
A számlát kérem eljuttatni a fenti címre.

Bélyegző *Aláírás*

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Központ 1011 Budapest, Hunyadi János u. 12–14. • Kapcsolattartó: Gyalay György • Telefon: (30) 479-7159 • E-mail: gyalaygy@mav.hu
(Amennyiben lehetősége van, kérjük, a sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el megrendelését.)
ISSN 0139-3618

Címlapkép: A szekszárdi Sió-híd, és a Pécs, Baranya, Bács megyék címere

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa
A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és híd szakmai folyóirata.
Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Főosztály
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.
www.sinekvilaga.hu

Felelős kiadó *Csek Károly*
Szerkeszti a szerkesztőbizottság
Felelős szerkesztő *Vörös József*
A szerkesztőbizottság tagjai
Both Tamás, dr. Horvát Ferenc, Szőke Ferenc
Nyomdai előkészítés *a Kommunik-Ász Bt. megbízásából a PREFLEX' 2008 Kft.*
Nyomdai munkák *Poster Press Kft.*
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
54-60 Könyves Kálmán road Budapest Postcode 1087
www.sinekvilaga.hu

Responsible publisher *Károly Csek*
Edited by the Drafting Committee
Responsible editor *József Vörös*
Members of the Drafting Committee
Tamás Both, dr. Ferenc Horvát, Ferenc Szőke
Typographical preparation *Kommunik-Ász Bt. – PREFLEX' 2008 Kft. deposit company's*
Typographical work *Poster Press Kft.*
Advertisement *200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)*
Made in 1000 copies

VIII. VASÚTI HIDÁSZ TALÁLKOZÓ 2012, PÉCS

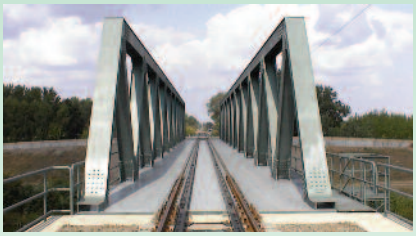
Határon átívelő hidak

Rege Béla

Csek Károly

Virág István

Vörös József



A KONFERENCIA ELŐADÓI

Dr. Hajtó Ödön

Dr. Dunai László

Legeza István

Dr. Iványi Miklós

Béli János

Gál András

Tóth Axel Roland

Major Zoltán

Erdődi László

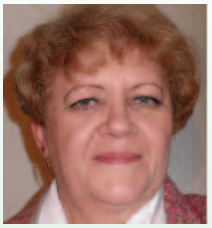
Pál Gábor

Lőkös László PhD

Pál László

Maller László

Sörös Péter


Kiss Józsefné

Dr. Koller Ida

Zádori Gyöngyi

Dr. Orbán Zoltán

Antal Árpád

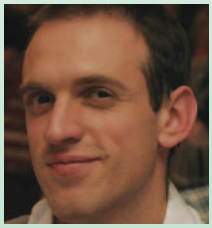
Gyurity Mátyás

Szűcs József

Vörös Zoltán

Szautner Csaba

Nagy Zsolt


Süle F. Attila

Lengyel Gábor

Dr. Hollósi Mihály

Závecz Richárd

Gilyén Elemér

Mészárics Zoltán

TALÁLKOZUNK 2015-BEN MISKOLCON

Vasúti alépítmények tervezése és kivitelezése

A tizenhat éves sikeres múltra visszatekintő Gradex Kft. magasan képzett szakembergárdával vállalja közlekedési létesítmények mélyépítési munkáinak tervezését és kivitelezését. Ezen belül tervezéssel együtt vállalja: földművek erősítését és víztelenítését, töltés alapozását süllyedésre érzékeny altalajon, földmű-meghibásodás javítását támszerkezetek beépítésével, új és meglévő rézsűk védelmének kialakítását, vasúti padkák emelt követelménynek megfelelő szélesítését „Gradex padka" megoldással, tám- és bélésfalak építését, zaj- és madárvédő falak létesítését.

Nálunk az ár mellett a minőség is döntő szempont!

Gradex padka®

Ágyazaterősítés

Töltésalapozás épített geocellával

Georáccsal erősített hídháttöltések

Ágyazaterősítés

Támfalak

Zajvédő falak

GRADEX
Mérnöki és Szolgáltató Kft.

1034 Budapest, Bécsi út 120. Telefon: +36-1-436-0990 • Fax: +36 1 436 0991
gradex@gradex.hu • www.gradex.hu