

TARTALOM

Vörös József – Köszöntő	1
Virág István – Fejlesztések hatása a pályüzemeltetési tevékenységre A 2005–2025-ös időszak „állomásai”	2
Kámán Gergely Zsolt, Ikker Tibor – Fejlesztések a GYSEV Zrt. által üzemeltetett vasúti pályákon	6
Somodi László – Vasúti hidépítési feladatok a NIF Zrt. projektportfóliójában	13
Dr. Dunai László, Jáger Bence, dr. Kövesdi Balázs Vasúti hidak fejlődése Észak-Amerikában	16
Duma György, Solymossy Imre, Vörös József A vasúti hídszabályzatok története és az Eurocode-alapú új szabályozás	24
Dr. Kövesdi Balázs – Nagy szilárdságú acélok a hidépítésben	31
Udvarhelyi Ádám, Borbély Tamás – A MÁV FKG Kft. vasúti híd munkái	40
Sztankó Nikolett – A Déli összekötő vasúti Duna-híd (1. rész) – A híd múltja	47
Álló László, Horváth Adrián – A Déli összekötő vasúti Duna-híd (2. rész) A tervezést meghatározó körülmények, építéstechnológia	53
Duma György, Gyurity Mátyás – A Déli összekötő vasúti Duna-híd (3. rész) A felszerkezet tervezése	57
Hiros Károly – A Déli összekötő vasúti Duna-híd (4. rész) Az alépítmények felújításának tervezése	60
Csurilla Imre – A Lajta bal parti csatornahíd átépítésének tervezése	64
Czap Zsigmond – A Lajta bal parti csatornahíd átépítésének kivitelezése	71
Dési Attila, Borzai Tibor, Pál Gábor – Az érdi, Velencei út feletti vasúti híd tervezése	74
Csiszár Terézia – Műemlékvédelmi feladatok a 11. számú vasútvonalon	79
Erdődi László Zoltán – Vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak	83
Dr. Horvát Ferenc, dr. Koch Edina, dr. Major Zoltán Híd és vasúti folyópálya közötti átmeneti szakaszok kialakítása	89
Nyári István – Alépítményi rétegrendek anyaga és teherbírása	98
Antal Árpád, Nagy Miklós – A tűzhorganyzás várható élettartama – A horganyzás tapasztalatai	102
Horgos Dániel – A MÁV Zrt. által bevezetett új termékek	106
Fortuna László – Különleges korróziós vizsgálatok	109
Molnár Márta, Both Tamás – V. Pályavasúti Nap a Füstiben	116

INDEX

József Vörös – Greeting	1
István Virág – Effect of developments on track operation activity „Stations” of 2005-2025 period	2
Gergely Zsolt Kámán, Tibor Ikker – Developments on railway tracks operated by GYSEV Co.	6
László Somodi – Railway bridge construction tasks in NIF Co's project portfolio	13
Dr. László Dunai, Bence Jáger, Dr. Balázs Kövesdi – Developments of railway bridges in North America	16
György Duma, Imre Solymossy, József Vörös – History of railway bridge regulations and the new regulation based on Eurocode	24
Dr. Balázs Kövesdi – High-strength steels in bridge construction	31
Ádám Udvarhelyi, Tamás Borbély – Railway bridge works of MÁV FKG Ltd.	40
Nikolett Sztankó – History of the Southern connecting railway bridge (part 1)	47
László Álló, Adrián Horváth – The Southern connecting railway bridge (part 2) Circumstances determining the planning, construction technology	53
György Duma, Mátyás Gyurity – The Southern connecting railway bridge (part 3) Planning of the renewal of the substructures	57
Károly Hiros – The Southern connecting railway bridge (part 4) Planning of the renewal of the substructures	60
Imre Csurilla – Planning of the reconstruction of Lajta left bank channel bridge	64
Zsigmond Czap – Implementation of the reconstruction of Lajta left bank channel bridge	67
Attila Dési, Tibor Borzai, Gábor Pál – Planning of the railway bridge above Velence road at Érd	74
Terézia Csiszár – Monument protection tasks on railway line No. 11	79
László Erdődi Zoltán – Other structures bearing railway load	83
Dr. Ferenc Horvát, Dr. Edina Koch, Dr. Zoltán Major – Formation of transition sections between bridge and running track	89
István Nyári – Material and bearing capacity of substructure orders of layers	98
Árpád Antal, Miklós Nagy – Expectable lifetime of hot-dip galvanizing and experiences of galvanization	102
Dániel Horgos – New products introduced by MÁV Co.	106
László Fortuna – Special corrosion examinations	109
Márta Molnár, Tamás Both – V th Infrastructure Day in Füst	116

Kedves Olvasóink!

Az idei vasúti hidász konferencia alkalmat ad arra, hogy megannyi évfordulóról, jeles eseményről emlékezzünk meg, amelyek a vasúton keresztül kapcsolódnak a hidakhoz. A legrégebbi ilyen esemény *Baross Gábor* születésének 170. évfordulója. Ő alapozta meg a vasút jövőjét. Közlekedéspolitikáját az arányosság, a mindenre odafigyelés (posta, telegráf, közút, hajózás) jellemezte. Nevéhez oly sok minden fűződik, hogy címszavakban sem tudnánk felsorolni e rövid írásban. Húszéves egyetemi hallgató volt, amikor 150 esztendővel ezelőtt megalakult a MÁV. Fiatalon, 38 évesen nevezték ki a Közmunka- és Közlekedésügyi Minisztérium élére. A vasút területén bevezetett reformjai ma is érzetik hatásukat. Tevékenységéről a *Sínek Világa* előző számában *Árva Kálmán* „150 éves a MÁV” című cikkében emlékezett meg. És ezzel el is jutottunk egy másik jeles évfordulóhoz: idén hatvanéves a *Sínek Világa*. Folyóiratunk történetét és méltatását elolvashatják a 2018/2. számban. Egy másik jubileum: 25 évvel ezelőtt tartottuk Szegeden az első Vasúti Hidász Találkozót. Ez kettős jubileum, hiszen ezen a találkozón fogalmazódott meg a Vasúti Hidak Alapítvány létrehozásának gondolata. Több kisebb próbálkozás után 15 éve adta ki az Alapítvány a vasúti hidakat bemutató első kötetét. Mára a vasúti hidakat ismertető sorozat hatodik, egyben befejező kötete is elkészült. Ha végigtekintünk az említett évfordulón, és megvizsgáljuk az azokhoz kötődő tartalmat, szerénytelenség nélkül állíthatjuk, hogy valamennyi egy-egy sikertörténet. A Baross Gábor által megálmodott vasút az utóbbi években hatalmas fejlődésen ment keresztül. A *Sínek Világa* – egyre több hazai és külföldi olvasóval – a szakma elismert tudományos folyóirata lett. A vasúti konferenciák iránti érdeklődés folyamatos, a fejlődés leginkább a konferencia kiadványainak színvonalával érzékelhető. Elég csak kitenni egy asztalra az első konferenciára kiadott *Sínek Világát*, és mellé sorakoztatni társait. A különbség mind a megjelenést, mind a tartalmat illetően szembetűnő. Összességében minden alapunk megvan tehát arra, hogy a jubileumi, X. Vasúti Hidász Találkozó eredményes és sikeres legyen.

*Vörös József
főszerkesztő*



Fejlesztések hatása a pályáüzemeltetési tevékenységre

A 2005–2025-ös időszak „állomásai”

Uirág István

igazgató

MÁV Zrt.

Pályalétesítményi Igazgatóság

✉ virag.istvan@mav.hu

☎ (1) 511-3701

A vizsgált időszakkal összefüggő műhelymunkák, az átfogó és részlettervek készítése, azok nyomon követése már évekkel ezelőtt a részelemek szintjén elkezdődtek, de a nagy egészre formálás még nem történt (nem történhetett) meg, a legutóbbi időszak gazdasági eredményeinek még folyamatban levő elemzése miatt. Ez azonban a 2025-ös célok megfogalmazását alapvetően nem változtatja, ezért szükségesnek tartjuk az általunk képviselt irány bemutatását, lehetőséget adva más vélemények megfogalmazására is.

A 2007–2020-as években EU-forrásból megvalósuló vasúti fejlesztéseket követően az elkészült létesítmények működtetése, a személyszállítás 2023-ban várható liberalizációja és a 2025. évi új Pályaműködtetési Szerződés (PMSZ) komoly kihívások elé állítják az üzemeltetőt. Az 1. ábrán látható eseménysor és annak belső jelentéstartalma jó ideje ismert a szakma vezetése és a szakmagyakorlók előtt (1. ábra).

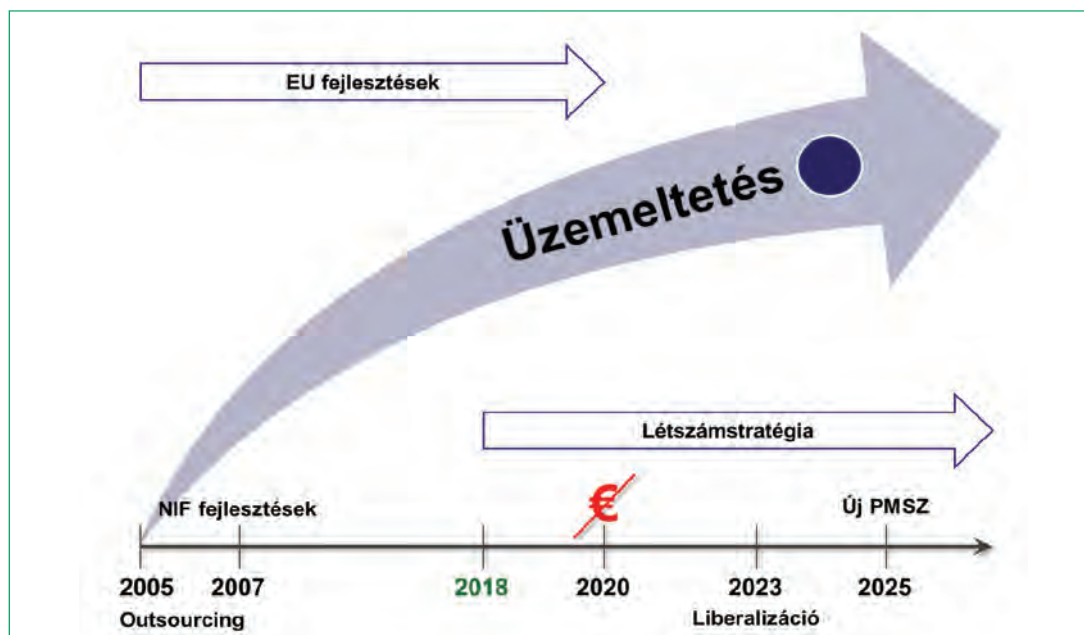
Érdemes megfigyelni, hogy e három dátumhoz kapcsolódó események (EU-for-

rások megszűnése, személyszállítási liberalizáció, új PMSZ) milyen – korántsem véletlen – sorrendben követik egymást, és ez alapján belátható, hogy azok számunkra kedvező sorrendet jelentenek.

A fejlesztések alapján változtatják meg az üzemeltetési és a karbantartási technológiákat is, 2020-ig megvalósuló fejlesztések esetében az elvárások és a garanciális kötelezettségek új szemléletmódot igényelnek. Ennek érdekében új üzemeltetési-karbantartási stratégiát dol-

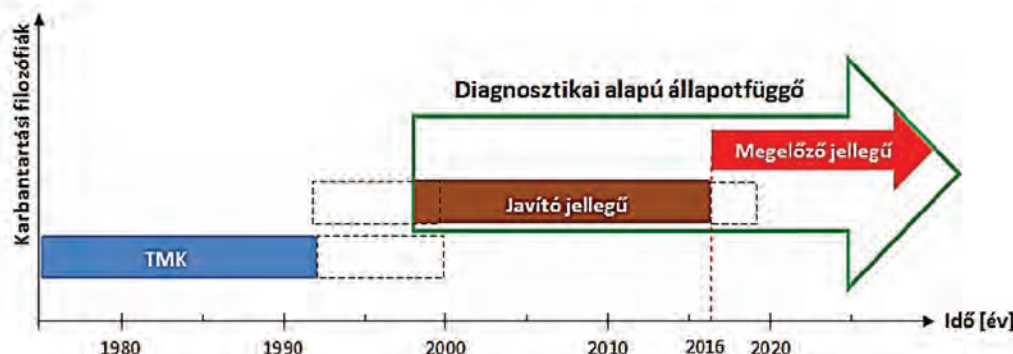
goztunk ki, amely a ciklikusságot ötvözi a rendszeres vizsgálatok és diagnosztikai mérések eredményein alapuló elemzésekkel.

A 2017-ben megalkotott karbantartás-felújítás tervezési irányelveink – 32/2017. (IV. 28. MÁV Értesítő 23.) – a vonalainkat a Hálózati Üzletszabályzathoz (HÜSZ) hasonló, de „pályás” szempontok alapján négy kategóriába sorolta. A tervezési folyamatok vezérfonala ezáltal adottá vált, és a diagnosztika hangsúlyossá válásával – mely folyamat napjaink izgalmas története – a jövő pályavasútjának üzemeltetési kérdéseinek összerendeződése, ha nem is vált teljessé, de lényeges és pozitív irányban halad. A teljes folyamat vizsgálatához létszámhelyzetünk áttekintése, valamint a MÁV FKG Kft. jövőbeni szerepének meghatározása elengedhetetlenül szükséges és megkerülhetetlen kérdés! Az átépített vasútvonalakon egyértelmű előnyt élvez a műszaki szükségesség, a hatékony fenntartás, és ezeket a PÁTER, MEDINA és az SAP információs rendszerek támogatják. Ezzel párhuzamosan megvalósul az elvégzett feladatok visszacsatolása, elemzése,



1. ábra.
Prioritások
változása
2005–2025
között

2. ábra.
A karbantartási filozófia
1980–2020
között



aminek alapján a szükséges korrekció vagy korszerűsítés elvégezhető.

A megváltozott üzemeltetési feltételek mellett a jelenlegi létszámstruktúrával megvalósítani minden túlzás nélkül lehetetlen. Ennek ellenkezőjét állítani alapvetően téves, ezért elindult az új létszámstratégia kidolgozása, amelynek megoldást kell nyújtania a fejlesztések miatt jelentkező létszámgigényre, a minőségi munkaerő rendelkezésre állására, az elvándorlás megakadályozására, a „korfa” megfiatalítására és az életpályamodellek bevezetésére, megfelelő kereseti viszonyok megalkotásával.

Összegezve tehát: az 1. ábrából kitűnik, hogy a még előttünk levő EU-finanszírozási ciklus záródátuma (2020), a személyszállítás liberalizációja (2023) és az új PMSZ létrejötte (2025) olyan hármaskihívás, melynek csak akkor tudunk megfelelni, ha az ezekhez szükséges feladatokat, célokat és lehetőségeket helyes sorrendben és következetesen hajtjuk végre.

A fejlesztési igények és azok hatásai

A fejlesztéseket nemcsak szolgáltatásaink igénybevevői, de mi magunk, az üzemeltetők is indikáljuk. A műszaki fejlesztésekkel szemben a vasútvállalatok és az érdekelt felek – társadalom, tulajdonos, önkormányzatok – széles körű igényeket támasztanak, amelyek között a dolgok belső logikájából adódóan jelentős mértékű „átfedés” mutatkozik. Közös igény a többi között az eljutási idő csökkentése, a szolgáltatási színvonal növelése, a megbízhatóság javítása és a kapacitások bővítése. Az igényeknek találkozniuk kell az üzemeltető fejlesztési törekvéseivel.

Az üzemeltető a fejlesztések kapcsán komplexitásra, folyamatos fenntarthatóságra és hosszú távú tervezhetőségre törekszik, amelyek feltételei az üzembiz-

tonságnak, a menetrendszerűségnek, a szolgáltatás minőségének és a költséghatékonyság javításának.

Mivel a fejlesztések visszahatnak az üzemeltetés folyamataira, tevékenységére, szervezetére, létszámára és működésére, ezért fontos a stratégiai gondolkodás a tervezés, az erőforrás-optimalizálás, az üzemeltetési technológiák megújítása és a létszámstratégia kidolgozása területén.

A vonatforgalom lebonyolítása szempontjából a fejlesztések hatása a korszerű infrastruktúra és forgalomirányítási technológián, a biztonságot növelő, gazdaságosan üzemeltethető rendszereken és a szolgáltatás minőségének javításán keresztül mérhető.

A fejlesztések pályafenntartásra gyakorolt hatása – a műszaki korszerűsítésen túl – az üzemeltetési feltételek javításán, a diagnosztikai korszerűsítésen mérhető legfőképpen.

Az ingatlanüzemeltetés szempontjából a műszaki korszerűsítést, új létesítmények létrehozását, a szolgáltatási színvonal javítását és az akadálymentes, valamint intermodális létesítményeket említhetjük legfontosabb fejlesztési hatásként.

A megvalósuló fejlesztések értelemszerűen a vasúti közlekedés egészére és ezen belül a személyszállításra, valamint az áru fuvarozásra egyaránt kedvező hatást gyakorolnak. Visszahat a pályafenntartás költségeinek alakulására is. A vizsgált időszakban jól érzékelhető ennek a folyamatos hatása.

A személyszállítás elsősorban az eljutási idők rövidülésével, a fejlett utastájékoztató és információs berendezésekkel, az akadálymentes közlekedés megvalósításával, P+R, B+R, K+R parkolók létesítésével, a jegykiadó automaták telepítésével, továbbá peronlefedések, esőbeálló megépítésével profitál a fejlesztésekből.

Az áru fuvarozás – vasútvállalatok vilá-

ga – a 225 kN tengelyterhelésre történő áttérés, a telepített jármű-diagnosztika, a 750 m-es állomási vágányok biztosítása, mely a közlekedtethető vonathosszakkal függ össze, a rakodóvágányok igény szerinti kiépítése, az iparvágány-kapcsolatok optimalizálása révén részesedik a fejlesztésekből.

Az önkormányzatok a rendezett állomási környezeteket – melyek összefüggnek a településképp javításával – és a közlekedési kapcsolatok javítását igénylik elsősorban.

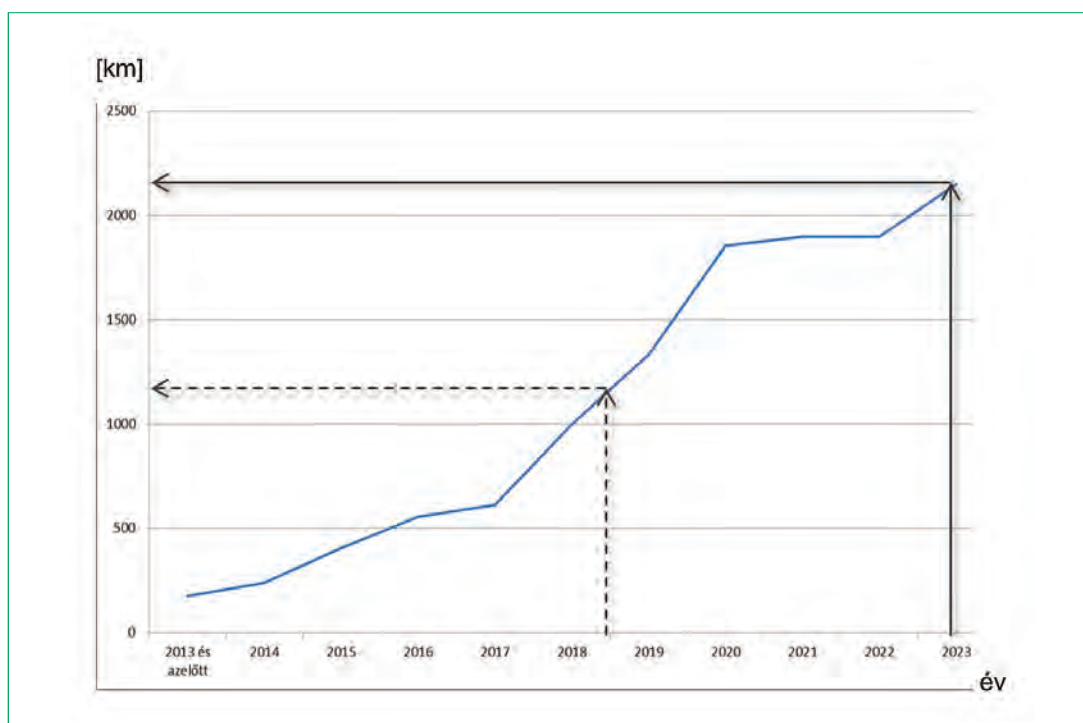
A fejlesztések pályafenntartásra gyakorolt hatását a következő fejezetben ismertetem.

Új irányok a pályafenntartás életében

A pályakarbantartási filozófiák területén számos paradigmaváltás jellemezte az elmúlt évtizedeket (2. ábra).

Az 1970-es évek közepén jelent meg és egészen az 1990-es évek közepéig a tervszerű megelőző karbantartási (TMK) rendszer volt jellemző, melynek alapját a legfontosabb munkanemek kötött ciklusideje – ismétlődési ideje – adja, így jelentősen megkönnyítette a tervezhetőséget. A TMK rendszer hátrányai legfőképp a viszonylag magas költségszint és a bizonyos esetekben jelentkező túlmunkáltatás.

Az 1990-es évek közepén a karbantartásra rendelkezésre álló források szűkülésével és a pályadiagnosztika fejlődésével egyidejűleg kezdték alkalmazni a diagnosztikai alapú, pályaalapított állapotfüggő karbantartási rendszert, mely a vasúti létesítmények műszaki állapotából, állapotváltozásából indul ki. Két típusát különböztetjük meg: a javító, illetve a megelőző jellegű filozófiát. A korábban alkalmazott javító jellegű rendszer alapelve, hogy csak akkor és ott kerüljön sor munkavégzésre, ahol az éppen szükséges, a megkívánt szolgáltatási



3. ábra.
Emelt szintű
karbantartású
vonalak hosz-
sza a MÁV Zrt.
hálózatán

színvonal és biztonság figyelembevételével.

Az elmúlt években elkezdődött az átépítés a felújított, átépített vasútvonalakon a megelőző jellegű pályaállapottól függő karbantartásra, melynek során meghatározható az egyes vasútvonalak átépítési ciklusideje. Korszerű pályaadatnyilvántartási rendszer alkalmazásával, a pályafelügyeleti vizsgálatok, mérések valós összehangolásával és a legmodernebb pályadiagnosztikai berendezések alkalmazásával végzett elemzések alapján a pályakarbantartás tervezhető és költséghatékonyan végrehajtható. A rendszer legfőbb előnyei a gyakorlatban az ideiglenes és állandó sebességkorlátozások nagyszámú bevezetésének elkerülése, illetve azok tervszerű felszámolása, a vasúti pályát érintő hibazavar események számának csökkenése, a kapacitáskorlátozások pontosabb tervezhetősége és a javuló menetrendszerűség.

Mindezek, társítva a vasúti pályahálózathoz történő nyílt hozzáférés részletes szabályairól szóló 55/2015. (IX. 30.) NFM-rendelettel, mely szabályozza a vasúti pályahálózat karbantartási, felújítási és fejlesztési munkáinak feltételeit, valamint a 2017-ben megalkotott vonalak karbantartás-felújítási tervezési irányelveivel, olyan szilárd szakmai kereteket biztosítanak, melyek segítik az üzemeltető feladatai során, és egyszersmind irányít is szabnak azok végrehajtásához.

A 3. ábrán látható az EU-s források felhasználásával elvégzett vonalfelújítá-

sok korlátozás nélküli minőségű (5 évig semmilyen tartós korlátozás nem jelenhet meg) üzemeltetői kötelezettségének hatása az átépített vonalakon. Ebből az következik, hogy a karbantartás a jövőben felértékelődik.

Eldöntendő kérdés, hogy az ismert forrásaink belső struktúrájának átrendeződése – látható, hogy 2023-ra kétszeresére nő az emelt szintű karbantartási igényű vonalhossz – fejlesztési lehetőségeinket beszűkítheti, és ez már középtávon is negatív hatást vált(hat) ki!

Előre látható, hogy az egyre növekvő karbantartási forrásigény és a fejlesztések összefüggései komoly, átgondolt döntéseket igényelnek.

Létszám

Az 1. ábra meghatározó dátumsorának feladatai jól képzett, megfelelő számú, helyes szakma-összetételű és elkötelezett humán erőforrást tételez fel. Ám az előbb felsoroltakkal kapcsolatos trendjeink hosszú évek óta aggasztó irányt mutatnak, ezek megváltoztatásának időigényes volta közismert. Elengedhetetlen tehát az infrastruktúránk fejlesztéséhez szervesen kapcsolódó humán erőforrási stratégia megalkotása – ez a feladat tovább nem halasztható.

Mivel folyamatban van egy társasági kiterjesztésű munkaanyag készítése, annak bemutatása még nem lehetséges.

Annyi azonban előzetesen mindenképpen elmondható, hogy a kész és elfogadott létszámstratégiát végre kell hajtani, mert a jelen helyzet ezt igényli, a jövő pedig megköveteli!

A 2017. évi zárólétszám kb. 2/3-a a 2005. évi (tevékenységkihelyezés) létszámának. A tevékenység végrehajtását veszélyeztető kulcsmunkakörök helyzetére elkészült

Virág István a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán 1977-ben szerzett vasútépítési és fenntartási üzem-mérnöki oklevelet. Ezt követően a MÁV Győri Pft főnökségén hidász szakaszmérnöki beosztást kapott. 1981-ben hidépítési és fenntartási üzem-mérnöki 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. 2014-ben, a Magyar Tudomány Ünnepe-n a magyar vasúti közlekedés fejlesztése területén végzett kiemelkedő munkája elismeréseként Mikó Imre-díjban részesült. 2017-től az Üzemeltetési vezérigazgató-helyettesi szervezetben a Pályalétesítményi Igazgatóság vezetője.

Summary

Shopworks in connection with the examined period, making general and detailed plans, their tracking already started several years ago on the level of part elements, but the forming into the whole bulk didn't (couldn't) happen yet, due to the information arose in the course of time, to the results and decisions of the given economic years, and to several other requirements. Our paper also doesn't undertake to draft the aims of 2025, but we consider it as necessary to present the direction represented by us, giving the possibility to draft other opinions as well.

az elemzés. Valamennyi vizsgált munkakör esetében megfigyelhető a hiány (betöltetlen státusz) monoton növekedése.

A szűk keresztmetszetek a létszám tekintetében azokban a munkakörökben jelentkeznek, amelyek a szakterületünkön kulcsmunkaköröknek számítanak, feladataink elvégzésében pótolhatatlan szerepet játszanak. Ezen kulcsmunkakörök kor szerinti eloszlása évek óta közismerten korántsem ideális. A fizikai létszám (előmunkás, kitérőlakatos, vonalvezető) elöregedése aggasztó méreteket ölt. A vasúti járművezető, pályamester/főpályamester és a szakaszmérnök/vonalkezelő munkakörök számosságát, korösszetételét kiemelt figyelemmel kell kísérni.

A MÁV FKG Kft. jövőbeni szerepe

A 2005. évi tervezhető tevékenység-kihelyezés óta eltelt időszak szakmailag is indokolt áttekintése, értékelése – úgy érezzük – különös jelentőségűvé vált, a már többször említett hármas dátumsorral összefüggésben. A kérdéskör peremfeltevélei a következők:

- 2020-ra a hálózat 12%-a átépül EU-s forrásból.
- Az EU-s forrású átépítések miatt szükséges emelt szintű karbantartási igény szintű vonalhossz 2023-ra a kétszeresére nő a jelenlegihez képest.
- A diagnosztikai alapú megelőző jellegű karbantartás markánsan felértékelődik, és eközben eldöntendő a felújítások iránya és volumene.
- A jelenlegi saját létszámkapacitás, melyet hivatalosan a pályafelügyelet és hiba-

zavarelhárítási feladat határoz meg, messze elégtelen az ezen felüli feladatok ellátására.

- A hálózat egészének kb. 5800 vágány-kilométeres állományának fenntartásához egyetlen forráslehetőség az outsourcing. Ide EU-s forrás nem kerül(het).
- Az elkészített karbantartás-felújítási tervezési irányelvek szerint az I/B és II. rangú vonalak idetartoznak. Ez utóbbiak az I/A kategóriával együtt adják ki a teljes hálózatot, hiszen a III. kategóriát ebben a kontextusban nem kell figyelembe venni.

A felsoroltak a 4. ábrán láthatók, és nem kell különösebb szakmai fantázia annak eldöntéséhez, hogy a MÁV FKG Kft. jövőbeni szerepe több mint meghatározó.

A jövőbeni szerep, értelmezésünk szerint, a szakmailag helyes pozicionálást jelenti, akár a jelenlegi irány részleges vagy teljes módosításával. Egy külön – nem elhanyagolható – szempont, hogy a saját létszámunkra is közvetlen hatást gyakorol a MÁV FKG Kft. irányának pontos(ított) kijelölése.

Ez a kérdés még nyitott, egyeztetések sora szükséges, de sürgős feladatként a jelenlegi helyzet valamennyi vázolt releváns körülmény figyelembevételével áttekintendő!

Igazgatóságunk belső szakmai vitái, egyeztetései a következő képet körvonalazzák:

- A MÁV FKG Kft. a régi terminológia szerinti „GMPSZ” (Gépesített Mozgó Pályamesteri Szakas) szerepét töltse be, végezze el a műszaki, diagnosztikai alapú karbantartásokat, a felújítások minimalizálása mellett. Ez utóbbiakat a nagy vasúttépítő cégeknél kell Megren-

delni – az emelt szintű karbantartások megoszthatók: pl. a síncsiszolás nem ide értendő.

- A saját létszám a hiba- és zavarelhárításon kívül hangsúlyozottan a gondozáson túl – részletezés nélkül – a kis karbantartásokat végezné, mert ez nem hatékony és gazdaságos a MÁV FKG Kft.-nek.
- A diagnosztikai adatok diszkrétan abba az irányba mutatnak, hogy a hálózat egészének megőrzése azt igényli, hogy a javasolt irányváltást érdemben vizsgáljuk meg.

Még számos kérdés nyitott, amelyeket a cikk írásakor még nem lehetett lezárni, de a folyamatot el kell indítani.

Összegzés

Az EU-forrásokból megvalósuló fejlesztések, valamint a saját források eredményei a tevékenységkihelyezés hozadékával, valamint a diagnosztikai alapú megelőző karbantartás megerősödésével az infrastruktúra működtetése, a személyszállítás liberalizációja és a majdani, új PMSZ rendkívül komoly kihívások elé állítják az Üzemeltetőt.

A fejlesztések hatása közvetlenül kimutatható az Üzemeltető belső folyamataira, tevékenységére, szervezeti formájára és létszámára.

Az Üzemeltető a fejlesztések kapcsán komplexitásra, fenntarthatóságra és hosszú távú szemlélet kialakítására törekszik.

A fejlesztések javítják az üzembiztonságot, a menetrendszerűséget, a szolgáltatás minőségét és a költséghatékonyságot.

Az Üzemeltető a fejlesztésekre stratégiai gondolkodással, új tervezési irányelvvel, erőforrás-optimalizálással, új technológiákkal, munkafilozófiával és létszámstratégiával készül.

Hármas döntési helyzet előtt állunk, az üzemeltetés-fejlesztés kölcsönhatásában a jövő pályavasútját alapvetően az alábbiak határozzák meg:

– Létszámstratégia: a megfogalmazott feladatok végrehajtása.

– A MÁV FKG Kft. jövőbeni szerepe: Az Üzemeltető és a Kft. közötti feladatmegosztás.

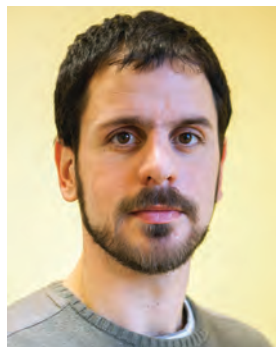
– Karbantartás, felújítás: a karbantartás és felújítás helyes aránya.

A nyitott kérdések helyes és időben történő eldöntése lényeges, mert a válaszutak mindig elágaznak, és mi azt szeretnénk, hogy – a jó irányba haladva – a jövő jól működő pályavasútját működtessük. «



Fejlesztések a GYSEV Zrt. által üzemeltetett vasúti pályákon

A GYSEV Zrt. és a szervezetén belüli Pályavasúti üzletág fejlesztéseit a „GYSEV Zrt. csoportszintű stratégiája” alapján végzi. A közgyűlés 2018-ban fogadta el a 2018–2023-as középtávú stratégiánkat, melynek mottója: „Céltudatos fejlődés és fenntartható hatékonyságnövelés”. A mottóban megfogalmazott mindkét cél megvalósításának fontos eszköze a beruházási tevékenység. Ahhoz, hogy egy vasúttársaság céltudatos lehessen, elengedhetetlen az irányok és célok pontos megfogalmazása és ismertetése, melyek a stratégia kidolgozása által valósulnak meg. Így már „csak” a szükséges fejlesztéseket kell elvégezni, hogy megfelelő szolgáltatást biztosíthassunk az utazóközönség és a szolgáltató vasúti társaságok számára.



Kámán Gergely Zsolt*
vasúti pálya
kiemelt szakértő
GYSEV Zrt.

✉ gkaman@gysev.hu
☎ (99) 577-177



Ikker Tibor
pályavasúti igazgató
GYSEV Zrt.

✉ tikker@gysev.hu
☎ (30) 565-5656

A GYSEV Zrt. a beruházásait és felújításait maga bonyolítja le, jelentsen ez akár átfogó, tervezést és engedélyezést is magába foglaló, néha akár „zöldmezős” beruházást (Zalaszentiván deltavágány létesítése), vagy esetleg egy útátjáró, állomási vágány átépítését. Az elmúlt évtizedben a valamikor egy vonalat üzemeltető GYSEV Zrt. folyamatosan bővült. Jelenleg a Nyugat-Dunántúl területének nagy részén, Zalaszentivántól Rajkáig, a korábbi hálózat többszörösét működteti, és felel a biztonságért. Bár számos területen igyekezett megőrizni korábbi, a köznyelvben is megjelenő rugalmasságát, a szervezetét és a régi eljárási gyakorlatokat sem hagyta érintetlenül a változás.

Ahogy azt korábban, a *Sínek Világa* 2017/2. számában leírtuk, a fejlesztéseket a vállalat két eljárás szerint valósítja meg. A nagyobb léptékű, gyakran külső finanszírozású (Európai Unió, Magyar Állam) projektek a GYSEV Zrt. Projektiroda hatáskörébe kerülnek, míg az üzemeltetéssel szorosabban összefüggő, kisebb horderejű és zömében saját finanszírozású állagjavító, megőrző vagy néha növelő vasúti pálya és tartozékaira vonatkozó beruházások a Pályavasút hatáskörében maradnak.

Néha a két eljárás között keskeny a határvonal, de a két szakmai terület nem is különülhet el markánsan. Az üzem tapasztalatai és véleménye minden esetben a tervezés és építési munka alapját képezi,

ahogy a projektmenedzserek is gyakran nyújtanak szakmai támogatást egy-egy munkavállalónak a lebonyolítás, a hatósági és műszaki eljárások tekintetében. Utóbbira kiváló példa az idén megvalósuló Lajta bal parti csatornahíd rekonstrukciója, ahol a hidász szakaszmérnökkel együtt dolgozik a projektmenedzser.

Az elmúlt évekre visszatekintve, a GYSEV Zrt. sok nagy fejlesztésen van már túl. Büszkeséggel tekinthetünk vissza az elmúlt évekre, akár csak a Projektiroda munkájával elért eredményeket nézve is.

Hegyeshalom–Csorna–Pórpác vasútvonal villamosítása és állomási biztosítóberendezések felülvezérlésének kialakítása

A projektek összköltsége:

11 981 500 000 Ft

ETCS vonatbefolyásoló rendszer kiépítése Hegyeshalom (kiz.)–Rajka–Rajka ország-határ között

A projekt összköltsége: 620 515 000 Ft

Célzottan közlekedésbiztonságot javító fejlesztések a GYSEV Zrt. hálózatán, II. ütem

A projektek összköltsége:

2 325 000 000 Ft

Sopron–Nyugat vonatási alállomás teljes korszerűsítésének megvalósítása

A projektek összköltsége:

1 450 000 000 Ft

Szombathely–Zalaszentiván vonal villamosítása és korszerűsítése

A projekt összköltsége:

13 932 493 467 Ft

GYSEV üzemirányító központ létrehozása a szükséges biztosítóberendezési felülvezérlések kialakításával

Érthető, hogy összegben nem érik el ezt a szintet a saját hatáskörben végzett tevékenységek, hisz itt mind a forrás, mind a kapacitás jóval szerényebb. Ugyanakkor arányait tekintve, valamint a munkák összetettségét és szervezési igényét alapul véve itt is komoly munkát végeztek a kollégák (1. táblázat).

Egyedi munkák alatt az alábbiak szerepelnek:

- Vasúti karbantartó nagygépek beszerzése (FJ, UDJ + 3 db pótkocsi);
- A Hegyeshalom–Rajka állomásközből Lajta bal parti csatornahíd átépítése;
- Csorna állomáson infrastruktúra-épület építése;
- VVF számára közúti tehergépjármű beszerzése;
- Használt FJ és használt UDJ vásárlása;
- Közúti gépjárműre szerelt permetezőberendezés beszerzése;
- Vasúti kocsira szerelt permetezőberendezés beszerzése;
- Teleszkópos rakodó (és pótkocsi) beszerzése.

Fejlesztési tervek a Projektiroda menedzselésében

A korábbi időszak nagy munkáit 2018-ban nyugodtabb időszak követte. Bár több

*A szerző életrajza megtalálható a *Sínek Világa* 2017/2. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

1. táblázat. Az elvégzett és a tervezett munkák értéke (Ft)

	Egyedi munkák	Kitérők	Útátjárók	Kiöntött síncsatornás átjárók	Ágyazatscere	Sorompófelújítás
2016	87 167 800	104 824 259	–	64 074 682	541 837 048	50 000 000
2017	55 460 000	270 000 000	68 207 262	184 058 992	107 135 877	8 250 000
2018	161 000 000	157 250 000	23 000 000	54 500 000	–	37 000 000
2019	75 000 000	537 080 000	44 500 000	–	705 500 000	60 000 000
2020	–	756 750 000	12 000 000	94 000 000	712 000 000	60 000 000
2021	–	454 790 000	36 000 000	97 500 000	548 500 000	–
	Nem vasúti	Peron	Távközlő beren- dezések felújítá- sa/beruházása	Térvilágítás	Felsővezeték (át)építése	Biztber. felújítás
2016	52 502 052	–	–	–	–	113 812 365
2017	181 267 081	17 723 470	33 250 000	39 273 983	45 700 000	32 118 559
2018	126 100 000	103 816 913	132 000 000	20 000 000	117 000 000	22 000 000
2019	162 700 000	200 000 000	327 400 000	28 200 000	156 000 000	62 900 000
2020	97 000 000	–	–	–	313 000 000	–
2021	210 750 000	102 000 000	56 500 000	25 000 000	345 500 000	–

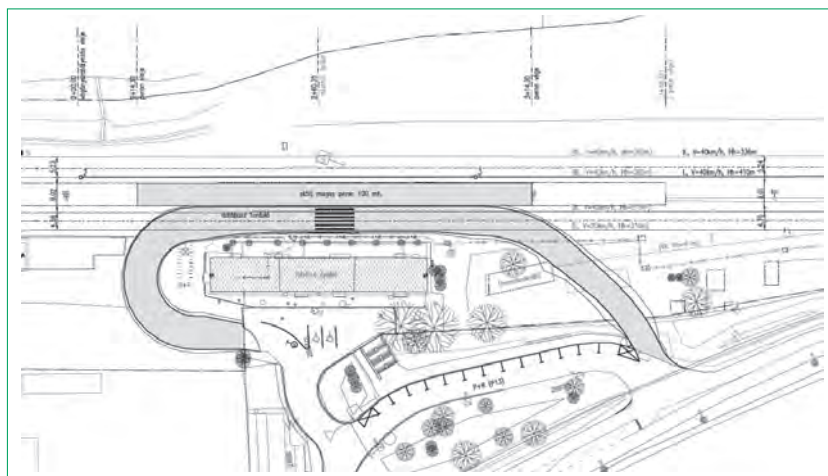
fejlesztési területre vonatkozóan is állnak rendelkezésre akár engedélyszintű tervek is, ebben az évben nagyszabású, látványos kivitelezési munkára nem került sor, pedig lenne hova előrelépni. Ugyanakkor nem telik tétlenül ez az időszak sem, még ha a kivitelező gépek motorjai nem dübörögnek hangosan, további előkészítő munkák folynak a háttérben.

A Kőszeg–Szombathely vasútvonal korszerűsítése

A vonal a korábbi Kőszegi HÉV-vonal maradványa, mely Harkáról kiágazva Kőszegen át ért Szombathelyre. A viharos sorsú vonalszakaszon jelenleg személyszállítás folyik, és Kőszeg állomást leszámítva éppen csak létezik. Ebből származóan vonatkeresztelésre nincs lehetőség.

A felépítmény vegyes kiépítésű (különböző típusú és állapotú keresztaljakon [LX, LM, TU, L], Geo leerősítéssel), a több évtizedes, főleg csak karbantartási munkák eredményeként. Egy része hézag nélküli, de a 6+20 és a 10+46 szelvények között jelenleg is hagyományos kialakítású, melyet a projekt keretében összehegesztünk. Ez nem egyszerű feladat, ha figyelembe vesszük az érvényben lévő D. 12./H Utasítás vonatkozó előírásait, továbbá a pálya al- és felépítményi állapotát. A sínek korossága és oldalkopása is komoly kérdés, továbbá az eltérő gyártási évek, amiből az adódik, hogy a sínek egy-egy cseréje vagy komoly léptékű, hosszirányú szállítása is szükséges lehet.

A projekt keretein belül a megállóhelyek, a mai elvárásoknak megfelelően, sk +55 magasperonnal, akadálymentes



1. ábra. Kőszeg állomási előtér kialakítása

kialakítással készülne, továbbá Kőszeg állomás is részben átépülne, egyedi megoldásban. Az állomáson a mostani peron helyén új, sk +55 cm magas és 100 m hosszú peron létesül. A peron a vasúti járművek és a buszok közötti közvetlen átszállást teszik lehetővé az utasok számára. A peron a vasút oldaláról sk +55 cm magas, míg a közúti oldalról burkolatmagasság +15 cm kialakítású, ahol természetesen az akadálymentes feljutás biztosított. A buszok új bekötőutat kapnak, innen érik el a közös peront (1. ábra).

A beruházás az IKOP-3.2.0-15-2016-00006 azonosító számú projekt keretében valósulhat meg, és a beruházás Megvalósíthatósági tanulmánya (MT) már elkészült, jelenleg a tervezés folyik, mely egyik részen az engedélyköteles pályaeépítési tervek, másik részén pedig az Üzemeltető jóváhagyására váró tervek készítését foglalja

magában. A megvalósításra az EU fejlesztési alapja biztosít 2,40 Mrd Ft-ot. Annyi bizonyos, hogy a költségek optimalizálása fontos eleme lesz a projekt megvalósításának.

Zalaszentiváni deltavágány építése

A GYSEV Zrt. menedzselésével készülő projekt eredményeként a deltavágány hiányzó ága épülne ki a 17. és 25. sz. vonalak közvetlen összekötésével. A beruházás lényegében egy új vágány létesítését jelentené (2. ábra), és ezzel egy régi cél valósulhatna meg.

A tervezett tengelyterhelés – a TSI és a nyilvánvaló áruszállítási érdekeknek megfelelően – 225 kN, melyről a deltavágány UIC 60-as rendszerű, LW vagy azal egyenértékű vasbeton aljakon, 57 cm vastag zúzottkő ágyazatban, hézag nélküli

kivitelben létesítendő felépítménye és a hozzá tartozó megfelelő rétegrendű alépítmény gondoskodik. A tervezett engedélyezési sebesség 60 km/h.

Új megállóhely létesül Zalaszentiván település kiszolgálására sk +55 cm magas peronnal. A nyomvonal a jelenlegi 1439+50 hm-szelvényben, várhatóan egy B60-800-as kitérővel ágazik ki a 17. sz. vonalból, majd egy $R_2 = 300$ m sugarú, $m = 61$ mm-rel túlemelt ívvel simul a 25. sz. vonal mellé, és azzal párhuzamosan halad mintegy 570 m hosszban. A 930 m-es használható hossz biztosítása után (előírás szerinti leghosszabb közlekedő vonat hossza: $880 \text{ m} + 50 \text{ m}$ megcsúszási hossz) a nyomvonal egy B60-800-as kitérővel kialakított vágánykapcsolattal csatlakozik a 25. sz. vonalhoz.

Távlati fejlesztésként az iparterületet Zalaszentiván felől majd egy később beépíthető, a B60-XI kitérővel kialakított vágánykapcsolaton keresztül lehet megközelíteni. A deltavágány tervezett hossza így hozzávetőlegesen 1300 m, amiből 813 m lesz használható hossz.

A beruházás előkészítése a KÖZOP-3. 5.0-09-11-2013-0016 azonosító számú projekt keretében kezdődött meg. Ennek részeként 2015-ben elkészült a beruházás Megvalósíthatósági tanulmánya, és a kiválasztott változat környezetvédelmi engedélyt kapott. A tanulmányban véglegesített nyomvonalváltozatok alapján jelenleg az engedélyezési tervezés folyik szintén EU-s finanszírozással, 350 M Ft összköltséggel.

A Sopron–Szombathely–Szentgotthárd ETCS2 vonatbefolyásoló rendszer kiépítése

A Sopron–Szombathely–Szentgotthárd országhatár vonal teljes felújítása 2011-ben, EU-forrásból elkészült. A projekt keretében jelentős infrastruktúra-átépítés történt, de vele együtt kötelezettségeket is vállalt a GYSEV Zrt. Ilyen volt az ERTMS rendszer kiépítése is, melyet 2020-ig az ETCS II. rendszer megvalósításával el is végzünk.

A projekt keretein belül az állomásokon és a vonali objektumoknál ún. vezérelhető balizokat telepítünk, és ezáltal az egyes szakaszokra a vonat be- és kiléptetést el lehet végezni. Megépül még a rádiós blokk központ, melynek révén a biztosítóberendezésekből nyert információk után tudják a vonatok sebességét, illetve követési tá-



2. ábra. A zalaszentiváni deltavágány helyszínrajza

volságát vezérelni. A projekt összköltsége csaknem 10 Mrd Ft, és 100%-ban az EU Kohéziós Alapjának támogatásából való-sul meg.

Szűk keresztmetszet feloldása, kapacitásbővítés Sopron vasúti csomópont és Harka állomás között

A projekt nem elkülöníthető a GYSEV Zrt. Győr–Sopron oh. kétvágányúsítási projektjétől (lásd később), hiszen a tárgyi vonalszakasz az engedélyezési tervek részét képezi. A mind növekvő igények egyre sürgetőbbé teszik a kétvágányúsítás egyes részeinek, vagy legalább azzal összhangban lévő rendszerelemeknek a megvalósítását. Ezért ez a beruházás a projekt 0. ütemének tekinthető.

Sopron állomásról Szombathely irányába egyvágányú pálya vezet ki, ám ez nem volt mindig így. Korábban a Kőszegi HÉV vonala a GYSEV-állomásból kiágazva indult, a Déli Vasút nyomvonalát követve haladt Harka állomásig, és onnan egy a Déli Vasút kezelésében lévő kitérővel ágazott ki Németkeresztúr (Deutschkreutz) felé. A II. világháború mindkét vasúti vonalat és Sopron térségét is megviselte, a bombázások és harcok kárainak rendezésére számos kormányzati kezdeményezés indult, és 1951-ben jelentős átalakítások történtek a Sopron környéki vonalhálózatban. Felszedték a MÁV tulajdonában lévő Sopron–Déli–Harka vasúti vonalat,

és a forgalom ezután az egykori Sopron–Kőszegi HÉV mai napig osztrák tulajdonú (Sopron–Harka–Harka oh.) vágányán haladt. A korábbi kétvágányú pálya tehát egyvágányúvá csökkent, és annak felépítménye jelenleg is az ÖBB tulajdonába tartozik.

Mivel ezen a vonalszakaszon a GYSEV Zrt. 15. sz. vasúti vonalának és az ÖBB Deutschkreutz irányába közlekedő személyvonati forgalma halad, mind az optimálisabb menetrend, mind a saját tulajdonú pálya igénye indokoltá tenné a beruházást.

A Harka–Sopron „2.” vágány megépítésének tervezett költségvetése 6 Mrd Ft, az előkészítés becsült bekerülése pedig 150 M Ft. Forrás egyelőre még az előkészítésre sem áll rendelkezésre.

Az 1d Hegyeshalom–Rajka országhatár vasútvonal korszerűsítése

Az EU 2014–2020-as költségvetési ciklusában komoly infrastruktúra-fejlesztési forrást jelentenek az ún. CEF (Connecting Europe Facility) támogatások. A GYSEV Zrt. is sikeresen pályázott 1d sz. Hegyeshalom–Rajka országhatár vasútvonalának rekonstrukciójával. Tekintettel arra, hogy a CEF-program célja az áruáramlatok mozgásának elősegítése, ezért a fejlesztés elsősorban a TEN-T Core Network vasúti teherszállításra megfogalmazott paraméterek teljesítését szolgálja. A jelen-

legi 210 kN-os maximális tengelyterhelés 225 kN-ra emeléséhez a felépítménycserén és alépitményi javításokon kívül szükséges a vasútvonal műtárgyainak újjáépítése, különös tekintettel a 3 db, 10 m-t meghaladó támaszközü Lajta-hídra. Emellett sor kerül a felsővezeteki rendszer átjárhatósági követelmények szerinti szabványosítására és Rajka állomás korszerűsítésére is.

A nyertes CEF-pályázat a projekt előkészítési munkálataira terjed ki, melynek keretén belül a megvalósíthatósági tanulmány elkészítése után az engedélyezési és kiviteli tervek készülnek el 2019 közepéig. A kivitelezés a rendelkezésre álló források függvényében várhatóan 2019–2020-ban kezdődhet meg. Összköltsége 700 M Ft.

RFC 11–Borostyánkő út vonal GYSEV-üzemeltetésű vonalszakaszainak ÁME (Átjárhatósági Műszaki Előírások, Id. TSI) követelmények szerinti korszerűsítése

Tárgyi fejlesztés kapcsolódik az 1d vasúti vonal tengelyterhelés-növekedést irányzó átépítéséhez. Különösen reményt keltő, hogy része a 16. sz. Hegyeshalom–Pórpác és 17. sz. Szombathely–Zalaszentiván vasúti vonalaknak is, aminek villamosítása 2016–2017-ben lezárult, de a vasúti pálya átépítése nem követhette még ezt a korszerűsítési folyamatot. Ez azért jelent nehézséget, mert a pálya közel 50 éve folyamatos használatban van, csak részleges felújítások történtek rajta. A villamosítási projekt keretein belül is csak ott sikerült pályaberuházásokat elérni, ahol azt az sk +55 rendszerű peronok kiépítése indokolta, illetve a 17. sz. vonal esetében a legkritikusabb állapotú, néhány kilométert érintő szakaszokon. A 48,5 kg/fm rendszerű sín, a zömében fabetétes keresztaljak legalábbis nem célszerűek a növekvő villamos üzemű forgalomra, hisz a 16. sz. vonal forgalma jelenleg is folyamatosan nő, míg a Zalaszentiván deltavágány megépítése után a 17-es vonallal együtt tovább emelkedik majd.

A Rajka–Hegyeshalom, a Hegyeshalom–Csorna–Pórpác–Szombathely, valamint a Szombathely–Zalaszentiván vasútvonalak az észak–déli RFC 11 részét képezik, azaz a nemzetközi áruszállítás egyik fő irányát jelentik. Az EU nemzetközi vasúti korridorokkal szemben támasztott ÁME követelményeinek megfelelően szükséges a Borostyánkő út vonal

korszerűsítése, így a tengelyterhelés növelése 22,5 t-ra. A becsült előkészítési munkák kb. 2 Mrd Ft-ot tesznek majd ki, az időigénye pedig kb. 2–3 év. A korszerűsítés megvalósítására kb. 3 évre lesz szükség.

A korridor jelentősebb állomásainak kapacitásbővítése: Rajka, Szombathely állomások szűk keresztmetszet feloldása, átbocsátóképeség javítása, zavarérzékenység csökkentése, biztosítóberendezés, pályakorszerűsítés, utasforgalmi létesítmény megújítása. A beruházás előkészítése Rajka állomás esetében CEF-forrásból kezdődött meg 2017 második felében, Szombathely állomás előkészítési forrásigénye 950 M Ft. Utóbbi tervezési munkákra a feltételes közbeszerzési eljárásban az ajánlatok beérkeztek, kiértékelésük folyamatban van, forrás viszont, sajnos, eddig nem biztosított.

A projekt javasolt ütemezése és becsült kivitelezési költsége:

I. ütem: Rajka (bez.)–Hegyeshalom (kiz.) 13 km: 19 Mrd Ft

II. a ütem: Csorna (kiz.)–Pórpác–Szombathely (kiz.) 72 km: 80 Mrd Ft

II. b ütem: Szombathely állomás: 29 Mrd Ft

III. ütem: Hegyeshalom (kiz.)–Csorna (kiz.) 39 km: 40 Mrd Ft

IV. ütem: Szombathely (kiz.)–Zalaszentiván (kiz.) 48 km: 50 Mrd Ft

A Győr–Sopron vasútvonal kétvágányúsítása

Az engedélyezési tervek megvannak, azokhoz megszereztük a vasúthasználati, környezetvédelmi, illetve egyéb engedélyeket is. Mindez KÖZOP-forrásból, 2,8 Mrd Ft-ból valósult meg. A beruházás jellege szükségessé teszi az előkészítés folytatását, a kiviteli tervek elkészítését, amihez további forrásokra van szükség.

A vasútvonal fejlesztését a 345/2012. (XII. 6.) Korm.rendelet nemzeti gazdasági szempontból kiemelt jelentőségűvé nyilvánította.

A projektet ütemezetten is meg lehet valósítani, aminek egy optimális bontása az alábbiak szerint lehetséges.

0. ütem: Harka–Sopron „2.” vágány megépítése: 150 M Ft előkészítés, 6 Mrd Ft kivitelezés

I. ütem (Győr–Csorna szakasz): tervezés 0,9 Mrd Ft, kivitelezés 60 Mrd Ft

II. a ütem (Fertőboz–Sopron szakasz): tervezés 1 Mrd Ft, kivitelezés 90 Mrd Ft

II. b ütem (Csorna–Fertőboz szakasz):

tervezés 0,7 Mrd Ft, kivitelezés 70 Mrd Ft
A beruházás jelentősége:

A vasútvonal az RFC 7 (Rail Freight Corridor) része.

A vasútvonal a TEN-T hálózat része, és a legnagyobb teherforgalmat bonyolító magyarországi egyvágányú vasútvonal, így fejlesztése kiemelten fontos az áruk és szolgáltatások minél hatékonyabb mozgásának biztosítása érdekében.

A projekt szervesen illeszkedik az Országos Vasútfejlesztési Konceptióhoz, valamint a Nemzeti Közlekedési Stratégiához.

A tervezett fejlesztés a vasútvonal kétvágányúsítására, 160 km/h sebességre és 225 kN tengelyterhelésre alkalmassá tételére vonatkozik.

Az előkészítés tervezési munkáinak időigénye kb. 2 év. Területszerzés 2–3 év. A teljes program kivitelezési munkáinak megvalósítási időigénye kb. 4–5 év.

A Fertőszentmiklós–Fertőújlak országhatár (Fertővidéki HÉV) vonal rekonstrukciója

A Fertővidéki HÉV magyarországi része a 9. sz. Fertőszentmiklós–Fertőújlak (Pamhagen) országhatár vasúti vonalszakasz. A vonal kihasználtsága nem jelentős, csak személyszállítás folyik rajta, nagyobb beruházás nem történt. A több mint 10 km hosszú vonal Fertőszentmiklós állomásból ágazik ki. A vasúti infrastruktúra kiépítésére Ausztria és Magyarország között regionális központok TEN-T hálózathoz csatlakozása miatt, az Interreg V-A Ausztria–Magyarország Program keretében nyert pályázat biztosít forrást, több mint 5 700 000 euró értékben.

A vasúti felépítmény teljes egészében átépül, a jelenlegi 60 km/h pályasebesség 100 km/h-ra emelkedik az osztrák oldalhoz történő egyenkapacitás létrehozása érdekében. Három, műszakilag nem biztosított útátjáróba sorompóberendezés kerül. Fertőszéplak–Fertőd megállóhelyen sk +55 cm magas emelt peron létesül, szintbeni akadálymentes megközelíthetőséggel, esőbeállóval, utastájékoztatással, térvilágítással.

A Fertőszentmiklós–Fertőújlak országhatár vonalszakasz vasúti pálya modernizációjának előkészítését szolgáló műszaki tervek elkészültek. A műszaki tervek alapján a vasútvonal mintegy fele hosszában az előzetesen vártnál nagyobb mértékű beavatkozásra lesz szükség. Komoly szak-



3. ábra. Csorna vasútállomásra tervezett infrastruktúra-épület

mai kihívás a beruházáshoz rendelkezésre álló források mértékéig terjedő kivitelezési közbeszerzési dokumentáció véglegesítése.

A műszaki tartalom módosítása és a kivitelezési munkák vállalkozásba adása lehetőségeinek többszöri átgondolása után is várhatóan további mintegy 800 M Ft pluszforrás bevonására lesz szükség.

Szombathely vasúti csomópont modernizálása

Szombathely vasúti csomópont jelenleg is kapacitása határán teljesít, azonban az elvégzett forgalmi vizsgálatok alapján a 16. sz. vasútvonal Csorna–Porpác vonalszakasza, valamint a 17. sz. vasútvonal Szombathely–Zalaszentiván pályaszakasz villamosítása, továbbá a tervezett zalaszentiváni deltavágány megépítésének együttes hatása jelentős mértékű teherforgalmi átrendeződést eredményez a nyugat-dunántúli régióban.

A jelenlegi biztosítóberendezés évtizedek óta elérte a biztonságosan és megbízhatóan üzemeltethető élettartamot, emiatt gyakori a vonatkésést is okozó meghibásodás.

A vágányhálózat kialakítása során alapvető célként tűztük ki Szombathely vasútállomás jelenlegi kötöttségeinek, forgalmi korlátainak felszámolását.

A megvalósíthatósági tanulmányterv elkészült, következő lépésként az engedélyezési tervekre szeretne pénzügyi forrást találni a GYSEV Zrt.

A nyertes változatban a személypályaudvar kezdő- és végponti állomásfeje teljesen, a rendező pályaudvar állomásfejei részben helyben épülnek át (3. ábra). A tervezett kapcsolatok kialakításához a csatlakozó vasútvonalak bejáratí íveinek korrekciója szükséges. A tehervonati átmenő vágány tervezési sebessége 80 km/h.

A 15. és 21. sz. vasútvonalak, valamint a 20-as vonal jobb vágánya és a 17-es vonal átmenő vágányai tervezési sebessége 80 km/h, a többi vágányé 40 km/h. A tervezett tengelyterhelés 225 kN.

A változatban nagy sugarú kitérőkapcsolatok épülnek a személypályaudvar kezdőponti oldalán a 15-ös és a 20-as vonal jobb vágánya között, valamint a rendező pályaudvar végponti oldalán a 21-es és 17-es vonal között. A személypályaudvaron a kettős vágánykapcsolatokat megszüntettük. Az állomáson egyszerű és átszelési kitérőket alkalmaztunk. A kisebb beavatkozások érdekében a 4,75 m vágánytengely-távolságot a tervezett állapotban is megtartottuk, kivéve a nagy sugarú kapcsolatok esetén, ahol a vágánytengely-távolság 5,00 m.

Az állomás páros oldalán új műszaki előkészítő vágánycsoport készült el.

Két részre bontott torzított helyszínrajz a Szombathely vasúti csomópont átépítéséről

A kétvágányúsítási projekthez hasonlóan ez a beruházás is nagy léptékű, költséges,

és éppen ezért forráshiányos. Az állomás átépítése csaknem zöldmezősnek tekinthető, mivel a jelenlegi vágányhálózatot el kell bontani. Az átépítést természetesen ütemezetten, az állomás kapacitásának korlátozásával, de nem teljes lezárásával kell megvalósítani. Mindaddig viszont amíg ez a fejlesztés el nem indul, nem lehet beruházás nélkül hagyni az állomást. A Pályavasúti Üzletág ütemezett felújítási programot állított fel, melyet 3 év alatt szeretne megvalósítani. A tervezett éves ráfordítási összeg pedig 250 M Ft nagyságrendű.

Saját hatáskörben végzett munkák

A beruházások másik csoportját az összegében kisebb volumenű, de számosságában jelentős „szinten tartó” beruházások adják. Ezeknek a munkáknak a teljes körű tervezését, szervezését és bonyolítását a GYSEV Zrt. üzemeltetési kollégái végzik. A Pályavasúti Üzletágon belül a felújítási és beruházási munkák legnagyobb volumenben a pályafenntartáshoz köthetők, így világossá vált az is, hogy ha a cikk elején olvasható mottóban megfogalmazott hatékonyságnövelést itt kell megkezdeni. Melyek is ezek?

Infrastruktúra-épület építése

A GYSEV Zrt. régi terve egy központi, a vasúti infrastruktúra üzemeltetésére kiépített telephely létesítése. Az is eldöntött tény, hogy ennek egyik legoptimálisabb

Ikker Tibor a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola építési és pályafenntartási szakán 1985-ben szerzett diplomát, ezután a MÁV Nagykanizsai Pályafenntartási Főnökség főpályamestere, szakasz-mérnöke, majd vezetőmérnöke lett. 2004-től a Zalaegerszegi Osztály-mérnökség osztálymérnöke. 2005 februárjától a MÁV Szombathelyi Területi Központ titkárságvezetője, 2011-től pedig pályalétesítményi osztályvezetője. 2007-ben sikeresen védte meg közlekedési menedzser egyetemi szakmérnöki diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. 2012 szeptemberétől a GYSEV Zrt. pályavasúti üzletágvezetői beosztását tölti be.

helye Csorna állomáson lenne, mintegy másik súlypontot képezve Szombathely állomással és annak infrastruktúrájával. Ez a két telephely a vasúti hálózatok csomópontja is egyben, ahonnan az esetleges megmunkálásra veendő vonalrészek a legkönnyebben megközelíthetők mind vasúton, mind közúton.

Az épület magában foglalná a jelenlegi szervezeti felépítésben, a munkák és feladatok szervezésével és a háttérfeladatok elvégzésével megbízott Infrastruktúra Koordináció irodáit, továbbá a szakszolgálatok számára biztosítandó szociális blokkokat, műhelyeket, garázsokat és nem utolsósorban tárgyaló- és oktatótermet (3. ábra).

A méretezendő létszám 250-270 fő, ebből 45 fő irodai dolgozó van prognosztizálva. A telephely ellátottságához tartozna 50 fő dolgozói parkoló, fedett kerékpártároló és természetesen önálló beléptető rendszer.

A tervezett raktár és műhely méretei:

- Pályafenntartás: raktár 115 m², műhely 75 m²;
- Biztosítóberendezés: raktár 60 m², műhely 100 m²;
- Távközlés: raktár 82 m², műhely 25 m²;
- Veszélyesanyag-raktár 50 m²;

A burkolt rakterületek minimum mennyisége 1500 m², mely kiszolgálását Győr felőli kitérőkörzetről való kiágazással javasoljuk megoldani, e vágány mellett minimum 16 m széles oldalrakodót kérnünk biztosítani.

Természetesen a munka volumene nagyobb annál, mintsem azonnal megvalósítható lenne. A munka kivitelezhetőségének és egyben a tervezés feltétele volt

az ütemezhetőség. Jelenleg öt ütemben képzel el a Vállalat a megvalósítást.

A beruházás tervezett összköltsége az első ütem megvalósítására: 600 millió Ft.

Fertőszentmiklós, Kapuvár sk +55 magasperon létesítése

Ez a két állomás, mint a 8. sz. Győr–Sopron oh. vasúti vonal Sopron és Csorna utáni legnagyobb állomásai, régóta várnak, ha nem is infrastruktúra- de utaskényelmi és védelmi létesítményekre. A GYSEV Zrt. névadó vonala sajnos egyike az ebben a tekintetben legelmaradottabb vonalaknak, csak részben a kőszegi és a lezárt 22. sz. Kőrmend–Zalalövő vonal van vele egy szinten vagy mögötte.

Mivel a vonalra elkészültek a kétvágányúsítási tervek, melyek megvalósítására korábban komolyabb remények voltak, mint napjainkban, hosszú évek óta nem került sor fejlesztésre. Tökéletes példa ez arra, hogy egy nagy, átfogó projekt várása és annak folyamatos csúszása milyen következményekkel jár a folyamatosan üzemelő, de avuló és korszerűtlenné váló pályára és az utasforgalmi létesítményekre nézve.

Mindkét állomás komplex átépítésével számol a kétvágányúsítási engedélyezési terv, ami nagyon impozáns megoldás, de költségvonzata is jelentős. Jogos lenne a felvetés, hogy az ütemezett megvalósítást állomási rendszerelemekre is érdemes lenne lebontani. Ne épüljön át az egész állomás, de az új peronok kerüljenek a jövőben is tervezett helyükre. Az elképzelést mi, műszaki kollégák is magunkévá tettük, de ilyen módon történő megvalósítása mégsem lehetséges. A fejlesztési terv minden tekintetben kihat az állomásra és vágányhálózatára. Az állomási vágányok jelenlegi 4,75 m-es vágánytengely-távolságának megnövelése 5,00 m-re már egy olyan tényező, ami a peron helyét meghatározza. Nem lehet a mostani 9,50 m-es vágánytengely-távolságban olyan peront építeni, amely a 10 m-es vágánytengely-távolság-nak is megfelel. Ezeken kívül mozdulna a fővágány, átépül a felsővezetéki keretállás, és ami fontos, a kétvágányúsításra tervezett peronok utasaluljárókon keresztül válnának elérhetővé, amit most nem lehet megvalósítani.

Ugyanakkor a peronok létesítése nem várhat további hosszú éveket, ezért azokat úgy kell megtervezni és építeni, hogy sajnos számolni kell későbbi megszüntetésükkel.

A peronok tervezését és engedélyeztetését a Pályavasúti Üzletág költségvetéséből finanszírozza a GYSEV Zrt., ahogy a későbbi megvalósítást is. Az ütemezett, gördülő tervbe ezeket a tételeket beépítették. Jelenleg érvényes szerződés van a peronok engedélyezési tervének elkészítésére vonatkozóan, és a készülő tervek bírálati szakaszba léptek.

A Kőszeg–Szombathely vasútvonal felsővezetéki ellátása

A GYSEV Zrt. a jövőre vonatkozó fejlesztési tervei keretében tervezi a Szombathely–Kőszeg egyvágányú, mintegy 18 km hosszú vasútvonalának villamosítását. Szombathely állomás villamosítása a Székesfehérvár–Szombathely vonal villamosításával már 2000-ben megtörtént. Az ezt követő időszakban a vasútvonal villamosítása is felmerült, de a munkák megkezdésére végül nem került sor. Időközben Szombathely állomás és a hozzá csatlakozó vasútvonalak a MÁV Zrt. üzemeltetéséből átkerültek a GYSEV Zrt. üzemeltetésébe, és a Vállalat sorra villamosította a Szombathely állomásra befutó vasútvonalakat, így a soproni vasútvonalat 2002-ben, a szentgotthárdi vonalat pedig 2016-ban. A vasútvonalak villamosításával és a villamos üzemek felvételével dízelüzemű vontatás már csak a kőszegi vonalon maradt meg. A most már szigetüzemnek tekinthető kőszegi vonal érdemben veti fel annak megszüntetését és a felsővezetéki hálózat kiépítését. A villamos üzem 25 kV-os villamosenergia-ellátása és annak távvezérlése a korábbi kiépítettség kapcsán biztosított, az egységes villamos üzemű járműpark is rendelkezésre áll (FLIRT motorvonatok).

A Szombathely–Kőszeg vonalon óránkénti ütemben közlekednek a vonatok mindkét irányban, emiatt (forgalmi kitérő nélkül) kapacitása felső határán jár. Gazdasági szempontból ez előnyös és indokoltá teheti a vonal villamosítását, mely további előnyökkel jár a környezetvédelem és a zajvédelem területén, a korszerű motorvonatok alkalmazása pedig az utazóközönség komfortérzetét növeli, mely további utasszám-emelkedéssel járhat.

A GYSEV Zrt. a vonal villamosításának előkészületi munkálatait az engedélyezési, illetve kiviteli tervek elkészítésére kiírt pályázatával megkezdte. A tervezés során figyelembe veszik a kapacitásnöve-

lés szempontjából egy esetleges forgalmi kitérő optimális helyen történő megépítésének lehetőségét is, mellyel a félóránkénti ütemezésű vonatközlekedés is megoldható lenne.

A tervezést követő kivitelezési, megvalósulási munkák a szükséges (pénzügyi) források megszerzésével indulhatnak el.

Lajta bal parti csatorna műtárgy rekonstrukciója

A Lajta bal parti csatorna feletti vasúti híd rekonstrukcióját fáradási és merevségi problémák indokolják, a hídon jelenleg $V = 10$ km/h sebességhatárítás van érvényben. Érzékeny pont ez az 1d vonalon, mert a korábbi egyedi engedéllyel közlekedő „trafószállító” szerelvények a határértéken teljesítő műtárgyat már nem használhatják, a GYSEV Zrt. hálózatát elkerülve közlekednek. További érdekes kihatása az érvényes sebességhatárításnak, hogy a Lajta hídjától pár száz méterre épül az M15-ös gyorsforgalmi út második műtárgya. Az építés idejére ezen a szakaszon leengedett áramszedővel, kiszigetelt felsővezetékekkel közlekedhetnek a szerelvények. Komoly kockázata volt annak, hogy a tehervonatok nem tudnak olyan mértékben felgyorsulni, hogy átgördülhessenek a kiszigetelt szakasz alatt. Ezzel kapcsolatban külön számítást végeztek a GYSEV Zrt. szakemberei, és próbamenetet tartottak, még működő felsővezetési hálózat alatt. A



4. ábra. Alfektetés az ágyazaton

híd tervezéséről és építéséről külön cikkek szólnak.

A nagyeceni Széchenyi István Múzeumvasút rekonstrukciója

2017-ben a Nemzeti Fejlesztési Minisztériummal kötött 961 500 000 Ft-os támogatási megállapodást a GYSEV Zrt. a „Kisnyomtávú vasúti fejlesztések” fejezeti előirányzat terhére.

Az elnyert összeget a GYSEV Zrt. korábban a minisztériumnak betervezett fejlesztési igénye határozta meg, melyben a vasúti pálya, a peronok, a térvilágítás mind helyet kapott.

A pálya felmérését és minimálisan szükséges helyszínrajzi, hossz-szelvényi és keresztmetszeti tervezését a GYSEV Zrt.

geodéziai csapata, továbbá az előkészítő, technológus, koordinátor kollégák végezték. A jelenlegi fel- és alépítményt teljes egészében elbontják, és a vasúti pálya 15 cm védőréteget kap, valamint csaknem teljes hosszban zúzottkő ágyazatba kerül. A fa keresztaljakkal kiépített íveket leszámítva, ahol a nyombővítést nem lehetett másként megoldani, egyedi gyártású vasbeton aljak épültek be. Ahol lehetett, a korábban bent lévő használt, 23,60 kg/fm rendszerű síneket építik vissza. Minden körülmények között szeretnénk elkerülni a nagyobb, 48 kg/fm rendszerű sínek alkalmazását, különösen a kis sugarú ívekbe történő, hagyományos rendszer kiépítése mellett. Vállalás volt a sebességemelés is, amely így már 20 km/h is lehet a korábbi 5 km/h helyett. Kérdés, hogy van-e ennek reális indoka egy turisztikai vasútnál.

A kivitelezés oroszlánrészét, így a vasúti pálya rekonstrukcióját a GYSEV Zrt. GYVSZ munkáscsapata végzi (4. ábra). Tervezett átadása 2019. második negyedévre várható. A munka csak kézi módszerekkel és csak a nyomvonalban végezhető. Felújítják a Múzeumvasutat, a Barátság állomás előtt lévő, Ikva patak felett átmenő műtárgyat (5. ábra) is, szintén saját, a GYSEV Zrt. Hidász csapatának kivitelezésében. A híd ismertetése elolvasható a X. Vasúti Hidász Találkozó alkalmából kiadott, Vasúti hidak a MÁV Zrt. Szombathelyi Igazgatósága és a GYSEV Zrt. területén c. könyvben.

A részletes ismertetéssel reményeink szerint sikerült átfogó képet adni arról, hogy a megfogalmazott célkitűzéseink teljesítése hol tart. «

Summary

GYSEV Co. and inside its organization the Infrastructure Business Branch executes its developments along "GYSEV Co's group level strategy". General Assembly accepted our middle-term strategy in 2018 whose motto is: "Purposeful development and sustainable increase of efficiency". Important tool of realization of both aims drafted in the motto is the investment activity. In order that a railway company could be purposeful, the correct drafting and presentation of the directions and aims is essential, which is realised by working out the strategy. Thus "only" the necessary developments should be executed in order that we could ensure the appropriate service for the passengers and for the servicing railway companies.



5. ábra. Az Ikva patak hídjának felújítása



Vasúti hídépítési feladatok a NIF Zrt. projektportfóliójában

Somodi László

vasútfejlesztési igazgató

NIF Zrt.

✉ somodi.laszlo@nif.hu

☎ (1) 436-8400

A vasúti hídépítési feladatok a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő (NIF) Zrt. Vasútfejlesztési Igazgatóságának történetében soha nem kaptak még akkora szerepet, mint napjainkban. Ezeknek a beruházásoknak az a sajátosságuk, hogy ellentétben a legtöbb vasúti infrastruktúra-fejlesztési projekttel, itt nem állomások közti vasútvonalszakaszok vagy állomások komplex rekonstrukciójáról beszélünk, hanem – mintegy a környezetükből kiragadott – pontszerű létesítmények építéséről, átépítéséről. Létjogosultságuk annak köszönhető, hogy a döntés-előkészítő szakmai körök javaslatára – gondolva itt a Nemzeti Közlekedési Stratégia kidolgozására – a döntéshozók felismerték, hogy nemcsak a nagy költségű közlekedésfejlesztési beruházások eredményezhetnek attraktívabb szállítási lehetőséget, hanem jól célzott beavatkozásokkal egy alapvetően megfelelő kondícióban lévő vasútvonal lokális gyengeségeit kiküszöbölve ugyancsak hosszú távon biztosítható a vasúti infrastruktúra korlátozásoktól mentes kínálata.

A hídépítések előtt megnyíló lehetőségek annak köszönhetők, hogy a szűk keresztmetszet feloldására irányuló fejlesztések új lehetőségként jelentek meg a 2014–2020 közötti fejlesztési időszakban az európai uniós források kiaknázásában.

Mit és hogyan érhetünk el hídépítési projektjeink megvalósítása révén?

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy az ilyen szűk fókuszált beavatkozások esetében milyen mértékű szolgáltatás színvonal-emelkedéssel számolhatunk, illetve ahhoz milyen mértékű fejlesztést tervezünk.

A kérdés megválaszolásakor minden esetben abból az alapvető tényből kell kiindulni, hogy a nagyvasúti fejlesztésekre szánt európai uniós pénzügyi források csak a transeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) részét képező vasútvonalak fejlesztésére fordíthatók. Az Európai Parlament és a Tanács transeurópai közlekedési hálózat fejlesztésére vonatkozó uniós iránymutatásokról szóló 1315/2013/EU-rendelete előírja a TEN-T törzshálózati vasútvonalak esetében egyebek között a 22,5 t tengelyterhelésre való alkalmasságot és a legalább 100 km/h vonali sebességet. Ezért a fejlesztések előkészítésekor mindenkor legalább 22,5 t tengelyterhelésre kell mére-

tezni, az engedélyezett sebesség pedig nem lehet kisebb a hídon, mint a vasútvonalra engedélyezett sebesség – annak figyelembevételével, hogy a vasútvonal engedélyezett sebessége egy későbbi vonali fejlesztés alkalmával akár növekedhet is. A szűk keresztmetszet feloldása továbbá tényleges kapacitásbővítésre is irányulhat, amikor a korábbi állapothoz képest nagyobb számú vágánnyal kívánjuk áthidalni az akadályt, vagy a csatlakozó, a bővítéssel megegyező számú vágányon a forgalom zavartalanul bonyolódhasson le, vagy abból az okból kifolyólag, hogy a későbbi vonali fejlesztés során a műtárgyon már ne kelljen további beavatkozásokat eszközölni az organizációs és egyéb költségek növekedése árán.

Hídrekonstrukciós program – kivitelezési projekt

A projekt a MÁV Zrt. előkészítésében indult, megvalósítása azonban a 2015. április 13-ai szakpolitikai elrendelést követően a NIF Zrt. feladatkörébe került. Ekkorra a MÁV Zrt. már elkészítette a tervek egy részét és megszerezte a hatósági engedélyeket. A NIF Zrt. számára innen kezdődött a projekt megvalósítása, amely összesen 9 vasúti híd átépítését tartalmazza a 10., 20., 40. és 120a vasútvonalakon. A beruházás

az Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Program (IKOP) keretében, a Kohéziós Alap társfinanszírozásával valósul meg. Az erre vonatkozó támogatási szerződés aláírására 2016. december 15-én került sor.

A hídrekonstrukciók során nem elég csupán a meglévő állapot konzerválását célzó, karbantartási jellegű felújításban gondolkodni, mint például: korrózióvédelem, rácsrudak megerősítése, betonfelületek javítása stb. Amellett, hogy ezekkel a beavatkozásokkal valamelyest növelhető a hidak élettartama, az avulás miatt kialakult és érvényben lévő, a tengelyterhelésre és a sebességre vonatkozó korlátozások megmaradnak. Az európai uniós források felhasználásának egyik feltétele éppen az, hogy ezek a korlátozások megszűnjenek, a hidak áteresztőképességének növelésével pedig a vonali szolgáltatások színvonala emelkedjen.

A program keretében 3 híd már megvalósult (I.), 3 híd kivitelezése jelenleg is zajlik (II.), további 3 híd kivitelezésére vonatkozó közbeszerzési eljárásnak az előkészítése pedig folyamatban van (III.).

I. A megvalósult hidak a 40. sz. vasútvonalon találhatók. Ezek a Kapos folyó felett átfelülő pinchehelyi és tolnánémedi, valamint a Sárvíz-Nádor-csatorna feletti rétszilasi vasúti hidak.

Somodi László 1975-ben született. A Budapesti Műszaki Egyetemen közlekedésmérnöki diplomát szerzett. Azóta a közlekedésszervezés és a közlekedési, mélyépítési beruházások különböző területein dolgozott, dolgozik; 2000-től a BKV-nál különböző munkakörben, majd vezérigazgató-helyettesként. 2008-tól a MÁV-Start Zrt. marketing- és fejlesztési vezetője. 2011-től a BKK Zrt. stratégiai, fejlesztési és beruházási igazgatója, majd közlekedésszervezési és fejlesztési vezérigazgató-helyettese. 2015-től a Nemzeti Fejlesztési Minisztériumban közlekedési szolgáltatási főosztályvezető, 2015-től a NIF Zrt. vasútfejlesztési igazgatója.

E három műtárgy kivitelezése is érdekel néhány szót. A három műtárgy és a rajtuk átvezetett vasúti pálya egy vágányzárban, 2017. június 16. és augusztus 31. között, vagyis 77 nap alatt épült át. A teljesség igénye nélkül ez alatt kellett elvégezni a bontásokat (vasúti pálya, hidak, hídfők), megépíteni az új hídfőket, összehegeszteni és korrózióvédelemmel ellátni a gyártócsarnokból 6-6 db-ban megérkezett, segédjármokra helyezett új hidakat, betolás után pedig visszaépíteni az új vasúti pályát. A határidőre megtörtént ideiglenes forgalomba helyezés után már csak szabályozási feladatai maradtak a kivitelezőnek.

Érdemes kiemelni a pinchelyi vasúti híd kapcsán a stratégiai gondolkodás fontosságát. A híd egy 120 km/h-val járó ívben található, azonban a 40. sz. vasútvonal távlati fejlesztési tervei szerint a vasúti pálya 160 km/h engedélyezett vonali sebességre fog átépülni, amely az említett ív korrekciójával is jár. Az ortotróp pályalemez, ágyazatátvezetéses híd rekonstrukciója során már a tervek is ezt szem előtt tartva készültek el. A jelenlegi vasúti pálya és a majdani ívkorrekció utáni nyomvonal egyaránt elfér a hídon, annak ismételt átépítése nélkül.

II. A Hídrekonstrukciók program hasonló kihívásokkal folytatódik. Idén nyáron ugyancsak rövid, 50 napos vágányzári munkában épül át két híd a Torna patak felett Ajka térségében, a 20. sz. vasútvonalon. Ezután a 10. sz. vasútvonalon, a Külsővatnál lévő híd rekonstrukciója valósul meg a Veszprémi-csatorna felett kétszer egy hetes vágányzárban.

III. A folytatásban sor kerül még a

120a vasútvonalon Farnos és Tápiógyörgye környezetében található Hajta patak, Tápió patak és Ilike-ér feletti vasúti hidak átépítésére is, ehhez azonban egyelőre csak engedélyezési tervek és az építési engedélyek állnak rendelkezésre. Ebben az esetben tehát a kiviteli tervek elkészítése is az előttünk álló feladatok egyike.

A hidak rekonstrukciója a lokális szűk keresztmetszetek kiváltását célozza ugyan, de könnyen belátható, hogy a vasúti szolgáltatási színvonal csak rendszerszintű megoldások alkalmazásával növelhető.

A Déli összekötő vasúti Duna-híd korszerűsítése – kivitelezési projekt

A projektnek immár hosszú az előélete, a budapesti közlekedésfejlesztési elképzelések között már évszázados múltra tekint vissza a híd – és a kapcsolódó vágányhálózat – háromvágányúra bővítése.

Ennek oka, hogy a Déli összekötő vasúti Duna-híd a hazánkat átszelő nemzetközi TEN-T „Mediterrán folyosó”, a „Rajna–Duna-folyosó” és a „Kelet-mediterrán folyosó” egyetlen lényegi keresztelési pontja, melynek az európai és távolsági teherforgalom mellett a nemzetközi és belföldi személyközlekedésben is meghatározó a szerepe. A hídon bonyolódik a MÁV Zrt. hálózatának legnagyobb vasúti forgalma, így annak forgalomból való kivesése beláthatatlan gazdasági és társadalmi károkat okozna.

Az évszázados elképzelés megvalósításának lehetősége előtt az út végül megnyílt – az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz (Connecting Europe Facility, CEF) pályázati kiírására történő benyújtását követően –, az Európai Bizottság támogatásra jogosultnak ítélte a projektet, ennek megfelelően az előkészítési munkálatok elkezdődtek. 2017 júliusában írtuk alá a tervezési szerződést a híd korszerűsítésének engedélyezési tervei elkészítésére és a szükséges engedélyek megszerzésére, valamint a tenderdokumentáció elkészítésére vonatkozóan.

A kivitelezésre irányuló közbeszerzési eljárás előkészítés alatt áll, a korszerűsítés után a meglévő két felszerkezet helyett három új felszerkezet áll majd rendelkezésre a meglévő alépítményeken, melyek mindegyike 22,5 t tengelyterhelésre alkalmas. A vasúti pályatervezési sebessége 120 km/h, a tervezett kiépítési sebesség 100 km/h.

A kivitelezési feladatok elvégzésére az

elnyert CEF-forrás biztosít fedezetet 2020 végéig.

A beruházással kapcsolatban érdemes kiemelni, hogy – mivel a híd kulcsfontosságú – a teljes kizárása nem lehetséges, a kivitelezés során a forgalmat két vágányon folyamatosan fenn kell tartani. A meglévő felszerkezetek cseréjére a folyamatos kétvágányú forgalom és a Rákóczi híd közelsége miatt igen kevés hely áll rendelkezésre, ezért kimagasló mérnöki teljesítményt igényel, különösen organizációs és technológiai szempontból.

A Gubacsi vasúti híd és a csepeli folyami Szabadkikötő fejlesztéséhez kapcsolódó vasúti létesítmények átépítése – előkészítési projekt

A Budapesti Szabadkikötő – mint a TEN-T hálózathoz tartozó belvízi kikötő – és további logisztikai területek vasúti összeköttetését a Gubacsi vasúti hídon átmenő egyvágányú vasúti pálya biztosítja a ráckevei Duna-ág felett, a Soroksári út rendező pályaudvaron keresztül a TEN-T vasúti hálózattal. A híd jelenlegi leromlott paraméterek melletti üzemben tartását

Summary

Railway bridge construction tasks never received such a big role in the history of NIF Co. Railway Development Directorate as nowadays. Speciality of these investments that contrary to most of the railway infrastructure development projects, here we speak not about complex reconstruction of railway line sections between stations or of stations but about construction or reconstruction of point-like establishments – quasi snatched from their surroundings. Their raison d'être can be thanked to that for the proposal of decision preparing professional circles – thinking here about the working out of National Transport Strategy – decision makers recognised that not only the transport development investments of high cost can result more attractive transport possibility but with well targeted interventions eliminated the local weaknesses of a railway line being basically in good condition the restriction-free offer of railway infrastructure can also be ensured for a long time.



A meglévő Déli összekötő vasúti Duna-híd pillérjavítási munkái 2012-ben
(Fotó: Gyukics Péter)

fokozott felügyelettel végzi az üzemeltető MÁV Zrt. A jelenlegi infrastrukturális feltételek mellett a csepeli kikötő komplexum vasúti kiszolgálása nehézkes, elmarad a potenciális kapacitástól, gátja a vízdali áruforgalom növekedésének. A vasúti kiszolgálás fejlesztését – térségi elhelyezkedése következtében – mind a közlekedési, mind a területfejlesztési szándékokkal,

törekvésekkel folyamatos érdekütköztetés, elemzés, igényérvényesítés mellett kell kidolgozni, értékelni és az optimális megoldást megtalálni.

CEF pályázati kiírására történő benyújtását követően a Gubacsi vasúti híd átépítése előkészítésére irányuló projektjavaslatot az Európai Bizottság támogatásra jogosultnak ítélte, és ennek eredményeként

az előkészítési feladatok elvégzésére vonatkozó tervezési szerződés aláírása 2018 márciusában megtörtént. Jelenleg az elkészítendő engedélyezési tervek megalapozó megvalósíthatósági tanulmány készítése van folyamatban.

A további előkészítési feladatok részeként engedélyezési eljárások lefolytatására, valamint a tenderdokumentáció elkészítésére is sor kerül, tervezetten 2019. második negyedévvél bezárólag.

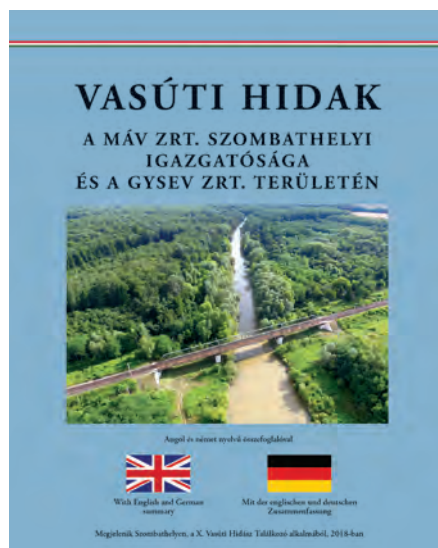
A fejlesztés legfőbb célja a csepeli teherkikötők megbízható, biztonságos és fenntartható vasúti kiszolgálása, a Gubacsi vasúti híd és a Csepeli Szabadkikötő vasúti kapcsolatának fejlesztésével. A vasúti híd tekintetében cél a jelenlegi tengelyterhelés- és sebességkorlátozások feloldása, emellett további cél olyan mérnöki megoldás megtalálása, amely megoldja a híd szerkezeti hiányosságaihoz adódó hátrányokat, a vasúti forgalom minimális zavartatású folyamatos fenntartása mellett, figyelembe véve a közműkiváltási nehézségeket is.

A bemutatott projektek szemléletesen mutatják be az egyenkapacitások és a távlati fejlesztések végrehajtásához szükséges feladatok összetettségét, bonyolultságát.

Rövid írásunkban igyekeztünk megválaszolni a mit és hogyan kérdéseket, továbbá képet adtunk a NIF Zrt. Vasútfejlesztési Igazgatósága történetében kiemelkedő hídépítési feladatok súlyáról. «

Vasúti hidak a MÁV Zrt. Szombathelyi Igazgatósága és a GYSEV Zrt. területén

Vasúti Hidak Alapítvány, 2018



Különleges alkalom e kötet megjelenése, egyrészt mert a könyvsorozat végére értünk, másrészt mert nemcsak a MÁV, hanem a területileg és szakmai kapcsolatok terén a vele szorosan együttműködő GYSEV hídjait is ismerteti. A most megjelent könyv a sorozat 6. tagja, és a Nyugat-Dunántúl területén levő vasúti hidakat mutatja be Vörös József, Bárdosi László és Jung Péter szerkesztésében. Az eddigiekhez hasonlóan nem csak a régi műtárgyakról van szó a könyvben; a ma is üzemelő hidakról nyújt a tervező és üzemeltető szakemberek számára hasznos információkat a hidak történetével, a legfontosabb adatokkal és a jellegábrával. A hidak ismeretetésén kívül több érdekességet is tartalmaz a kötet, így a régió vasúthálózatának történetét, geológiai és földrajzi viszonyait, valamint a hidakkal foglalkozó hidász szakemberek életrajzát.

A könyv a X. Vasúti Hidász Találkozó alkalmából jelent meg hasznos útravalóként a konferencia résztvevőinek és a hidak iránt érdeklődőknek egyaránt.

Vasúti hidak fejlődése Észak-Amerikában

A vasútépítés Észak-Amerikában az 1830-as években indult, és világszerte forradalmasította a hídépítést is. Az észak-amerikai vasútépítés első évtizedét a gyors fejlődés jellemezte. A következő évtized végére megháromszorozódott a vasúti pálya hossza, elérve Chicagót és a Mississippi folyó vonalát is. Ezután 1850 és 1860 között szintén megháromszorozódott a vasúti pályák hossza a Mississippi vonaláig, ami akkor a Vadnyugat kapuját jelentette. A rohamos amerikai fejlődést mutatja, hogy a vasúti hálózat hossza közel a felét tette ki a világ akkori vasúti hálózatának.



Dr. Dunai László*
egyetemi tanár
BME Hidak és
Szerkezetek Tanszék

✉ dunai.laszlo@epito.bme.hu
☎ (70) 310-2526



Jáger Bence*
doktorjelölt
BME Hidak és
Szerkezetek Tanszék

✉ jager.bence@epito.bme.hu
☎ (30) 420-6381



Dr. Kövesdi Balázs*
egyetemi docens
BME Hidak és
Szerkezetek Tanszék

✉ kovetsdi.balazs@epito.bme.hu
☎ (30) 336-1384

A polgárháború után és az első világháború előtt a vasúti hálózat fejlődése az aranykorát élte az Egyesült Államokban.

1869. május 10-én átadták az első transzkontinentális vasúti vonalat, amely a Missouri partján fekvő Omahát kötötte össze a nyugati parton fekvő Sacramentoval. 1885-re a vasútépítés szabványosítása mellett további három vasútvonal érte el a nyugati partot. A vasúti hálózat fejlődése 1930-ban érte el a csúcst, a megépült vasúti pályák hossza meghaladta a 690 000 km-t. A személygépjármű, majd az 1950-es évektől a légi közlekedés térhódításával a vasúti hálózat igénybevétele és így fejlesztése is háttérbe szorult, és az 1970-es évek közepére több vasúti társaság csődbe meneteléhez vezetett.

A vasúti személyszállítás felkarolására és védelmére 1971-ben megalapították az amerikai állami vasúttársaságot, az Amtrakot, mivel a gazdasági társaságoknak a csökkenő kereslet miatt már nem érte meg a vasúti személyszállítás üzemeltetése és fenntartása. Ettől függetlenül az utazóközönség száma és vele együtt a vasúti hálózat rohamosan csökkent a következő évtizedekben, hiszen a sűrűn lakott régiók egymástól nagy távolságban (több mint 500 km-re) helyezkedtek el, ami előtérbe helyezte a légi közlekedést. A vasúti személyszállítás így napjainkban dominánsan regionális szerepet tölt be a közeli nagyvárosok között.

A szerzők tudomása szerint a jövőbeni



1. ábra. A gyorsvasúti hálózat tervezett fejlesztései [3]

középtávú vasúti fejlesztések első körben a hét nagy regionális gyorsvasúti hálózat fejlesztését tűzték ki célul [2], az 1. ábra és az alábbiak szerint:

- a keleti parti Northeast Corridor (Washington DC és Boston között) teljes hosszon való 240 km/h üzemi sebességre fejlesztése;
- a nyugati parton San Francisco és Los Angeles között a kaliforniai nagysebességű vasút fejlesztése (300–350 km/h);
- a Miami–Orlando–Tampa között a floridai nagysebességű vasút építése 250–300 km/h-s üzemi sebességgel;
- Chicago-központú középnyugati nagysebességű vasút építése 350 km/h üzemi sebességgel (Minneapolis, Milwaukee, Kansas City, St. Louis, Detroit, Cleveland, Indianapolis, Cincinnati, Louisville);
- Birmingham és Charlotte közötti Southeast Corridor fejlesztése (Atlanta érintésével);
- a nyugati parton Eugene és Vancouver között Portland és Seattle érintésével a Pacific Northwest Rail Corridor építése 350 km/h tervezési sebességgel;
- délen a San Antonio–Dallas–Houston

*A szerzők életrajzai megtalálhatók a Sínek Világa 2015/4–5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

háromszögben a South Central Corridor kiépítése.

Információink szerint az elmúlt évtizedek észak-amerikai vasútépítési elmaradtak a tervezett ütemtől. Elmondható, hogy a fenti célok alapján az észak-amerikai vasút napjainkban kezdheti meg elmozdulását a mélypontról. Az észak-amerikai vasútépítés történelmét tekintve a vasúti közlekedés megjelenésekor Észak-Amerikának úttörő szerepe volt, és a hídépítés területén is számos figyelemre méltó újdonságot hozott. Ezt mutatja, hogy a hídépítésben a rácsos szerkezeti kialakítást amerikai vagy Amerikában dolgozó külföldi mérnökök alkalmazták először. A teljesség igénye nélkül néhány rácsos típus az első alkalmazáshoz tartozó évszámmal: Burr (1804), Town (1820), Haupt (1839), Howe (1840), Whipple (1841, 1847), Pratt (1842), Bollman (1852), Fink (1852), Parker (1868), Smith (1869), továbbá más típusok, mint a Baltimore-féle (1871) vagy Pennsylvania-féle (1875) rácsosok.

Vasúti hidak fejlődéstörténeti áttekintése

Kezdeti hídalkalakitások – kő- és faszerkezetek 1829-től

A vasúti közlekedés megjelenése jelentette a világ és az amerikai hídépítés forradalmasítását is. A megnövekedett vasúti terhelés új kihívások elé állította a mérnököket. 1829-től kezdetben boltíves kőhidakat és kisebb rácsos állványzattal készült fahidakat alkalmaztak [4]. A boltíves kőhidak jelentős része a mai napig üzemképes. Az első nagy mérnöki vasúti híd a Carrollton viadukt volt, amelyet a Baltimore & Ohio Railroad vállalat épített 1829-ben (2. ábra). További jelentős szerkezetek még az 1835-ben átadott Thomas és az 1848-ban átadott Erie Starrucca viaduktok, amelyek a mai napig üzemelnek.

Az alkalmazott fő szerkezeti anyagokat a terület is meghatározta. Míg később nyugaton a faállványzattal gyorsan és olcsón épített hidak voltak gyakoriak, addig keleten az innováció volt jellemző. Az első Town-féle rácsalával készült fahíd 1835-ben adták át, a közúti hidaktól eltérően megerősített, duplázott rácsalával készült panelek kialakításával. Ezt követően 1839-ig bezárólag a Philadelphia & Reading Railroad rendszeresítette az alkalmazását. A legjelentősebb ilyen kialakítású híd a Richmond & Petersburg Railroad hídja

2. ábra.
Carrollton
viadukt [5]



3. ábra.
Hopkinton
híd [6]



volt, mely 1838-tól a virginiai Richmondnál a James folyó felett 19 nyíláson vezette át a vasúti forgalmat. A hidat 1865-ben a polgárháború során lerombolták.

A legrégebbi megmaradt Town-féle rácsalós fedett fahíd (dupla rácsalával) az 1850-ben átadott Hopkinton híd, mely egészen 1960-ig a Contoocook folyó felett vezette át a vasúti forgalmat New Hampshire-ben. A híd a 3. ábrán látható, támaszközei 19,50 és 20,40 m. A híd 1889-ben átesett egy nagyobb megerősítésen, így a mai napig az eredeti helyén megtekinthető a látogatók számára.

Vaselemek alkalmazása vasúti hidakban 1839-től

Észak-Amerika innovációs szerepét a közúti és vasúti hídépítésben az úgynevezett kombinált fa- és vaselemekből álló rácsos hidak határozták meg. A vaselemek alkalmazásának mozgatórugója az egyre

növekvő terhelés és a fenntartási költségek csökkentése volt [4].

Az 1840-es években átmenetként fokozatosan megjelent a vaselemek alkalmazása a fa mellett a vasúti hidakban. Az első szerkezeti kialakítás William Howe nevéhez fűződik, akinek a magasépítésben már bevált kialakításai alapján 1839-ben megépült az első Howe-féle rácsosú híd (4. ábra). A húzott függőleges rácsrudak kovácsoltvasból készültek [4], amelyeket szorító anyák segítségével utófeszítettek a két fa övrúd összetartására. A kezdetben X alakban elhelyezett diagonális elemek közül a húzottak szimpla, míg a nyomottak duplázott keresztmetszettel készültek. A típus fejlődése során a húzott diagonális elemeket elhagyták. A két különféle anyag alkalmazása miatt ezeket kombinált szerkezeteknek nevezték. A faelemek védelme miatt az első ilyen hidak fedett kialakítással készültek, a Western Railroad of Massachusetts részeként. Az első alkalmazás

a Quaboag folyó felett vezette át a vasúti forgalmat Warren településnél.

Az első sikeres próbálkozásokon felbuzdulva Howe számos megbízást kapott, köztük egy sokkal nagyobb támaszközü, a Western Railroadhoz tartozó Connecticut folyó feletti híd megtervezését a Massachusettsi Springfieldnél [4], melynek terve az 5. ábrán látható. A hétnyílású, folytatólagos többtámaszú hidat 1840-ben adták át a forgalomnak. A diagonális fa rácsrudak két függőleges húzott kovácsoltvas elemet fogtak át. A 6. ábra egy tipikus Howe-féle kialakítást mutat be.

Az elkövetkező két évtizedben ezrével alkalmazták ezt a szerkezeti kialakítást, melynek oka a fa és a vas gazdaságos kombinációja, a könnyű szerelhetőség és a kedvező csomóponti kialakítás volt. Amerikai mintára számos országban, köztük Németországban és Oroszországban is rendszeresen alkalmazták ezt a szerkezeti kialakítást. A híd típus meghatározó szerepet játszott az amerikai vasút korai fejlődésében, és mindaddig a legelterjedtebb és leggazdaságosabb szerkezeti kialakítás volt, míg meg nem jelentek és el nem terjedtek a nagyobb teherbírású vasból, majd acélból készült hidak.

Thomas és Caleb Pratt 1842-ben szintén kidolgoztak egy új kombinált szerkezeti koncepciót, mely a fordítottja volt a Howe-féle kialakításnak. A függőleges nyomott elemek fából, míg a diagonális húzott elemek kovácsoltvasból készültek. E szerkezet inkább a XIX. század utolsó negyedében és a XX. században terjedt el az acélhidak építésekor, mivel a diagonális vaselem kapcsolatának kialakítása nagyon nehézkesnek bizonyult [4].

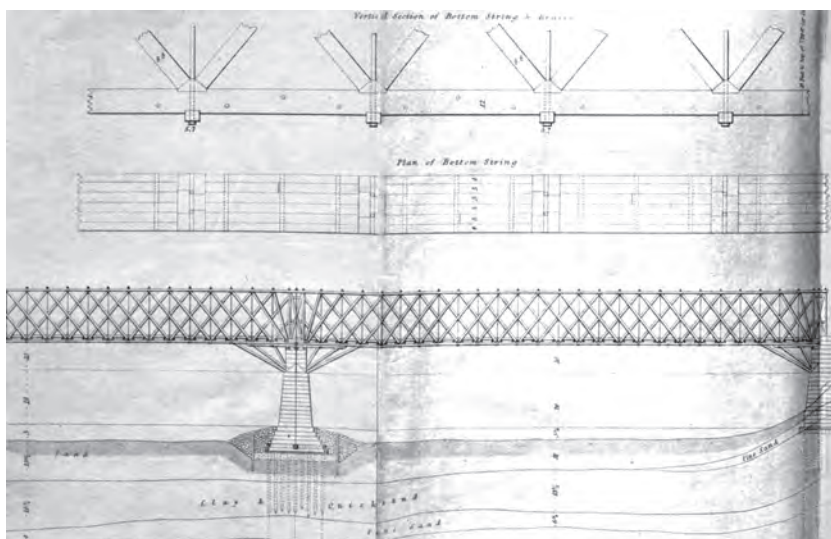
Vashidak 1845-től

A világ első öntöttvas hídjá az 1779-ben épült ívhíd Angliában (a Severn folyó felett, Coalbrookdale-nél) [8]. A főleg katasztrófákból származó tapasztalatok hamar megtanították a hídépítőket, hogy az öntöttvas elemek nyomási teherbírása és korrózióállósága kedvező, míg a kovácsoltvas szerkezetek húzási ellenállása többszöröse az öntöttvasénak. Ezért az öntöttvas hidakat főként ívekben alkalmazták. A vas árának kedvezőtlen alakulása miatt az első amerikai, teljes egészében öntöttvas (közúti) hidat 1839-ben adták át a forgalomnak. Ez az ívhíd a Dunlap's Creek híd [9], és a mai napig üzemel.

Az amerikai hídépítésben az öntött-



4. ábra. A Quaboag folyó hídja [7]



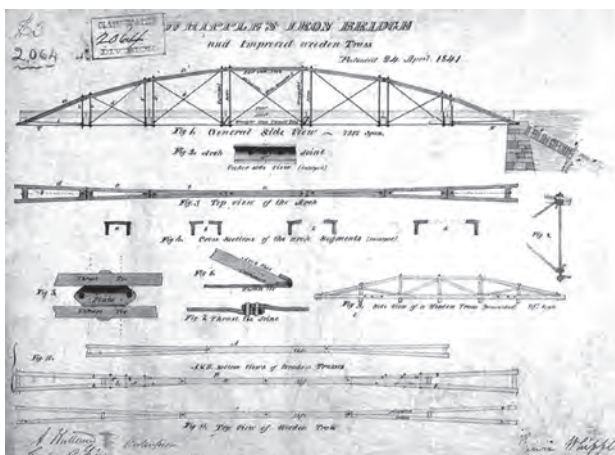
5. ábra. A Connecticut folyó hídjának oldalnézete és csomóponti kialakítása [7]



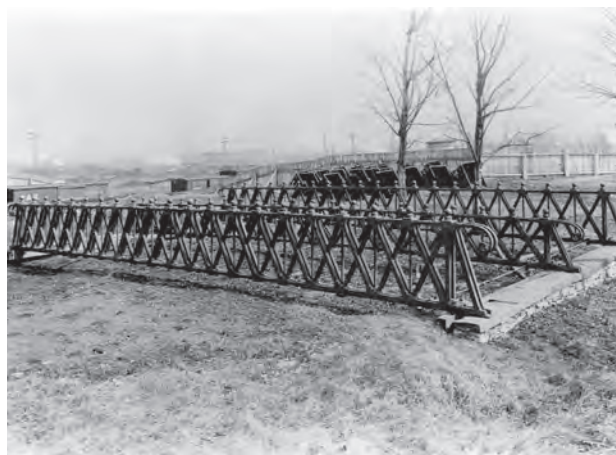
6. ábra. Tipikus Howe-féle kialakítás: 1857-ben átadott közúti híd (Au Sable folyó, Jay, New York) [7]

vassal szemben kezdetben inkább a kovácsoltvas alkalmazása terjedt el, míg Angliában a kő ívhidak helyett öntöttvas íveket alkalmaztak. A kovácsoltvas kedvező húzási ellenállását kihasználva alkalmazták a húzott fa rácsrudak helyett elsőként a magas- és a hídépítésben egyaránt. Az első, öntöttvas mellett kovácsoltvas elemekből álló (közúti) hidat Squire Whipple tervezte meg, terve a 7. ábrán látható.

Elsőként ő alkalmazott statikai számításokat a hidak tervezésekor. A híd 1840-ben készült rácsoszt vonórudas, íves kialakítással [10], amelyben az újdonságot nem a szerkezeti kialakítás, hanem a faelemek helyett az öntöttvas ív és a kovácsoltvas húzott elemek jelentették. Ezzel a kialakítással számos, a szerzők tudomása szerint – a lágy pályaszerkezet miatt – kizárólag közúti vashíd épült.



7. ábra. Whipple-féle vonórudas ívhíd [11]

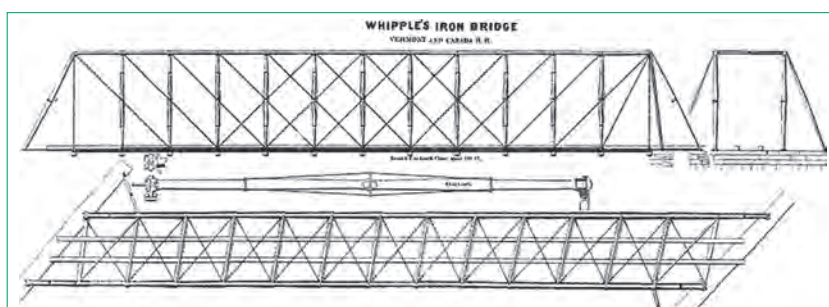


8. ábra. Howe-féle rácsos vasúti híd [12]

A terhek növekedése váltotta ki, hogy az új típusú vasszerkezetek alkalmazásával a hídépítő szakma tapasztalati alapú „művészből” tudománnyá váljék. Squire Whipple volt az első, aki számszerűsítette a kovácsoltvas anyagjellemzőit, és ő készítette el 1847-ben a rácsos szerkezetek számítására vonatkozó első tervezési útmutatót.

Észak-Amerika első, kizárólag vasszerkezeti elemekből álló vasúti hídját 1845-ben adták át, amelyben a nyomott elemek öntöttvasból, míg a húzott elemek kovácsoltvasból készültek [12]. A híd a már „jól bevált” Howe-féle rendszerben épült, kis támaszközzel, a Philadelphia & Reading Railroad részeként (8. ábra). Ezt a kialakítást a továbbiakban a Boston & Albany Railroad részeként is alkalmazták 1847-ben Pittsfieldnél, továbbá a New York & Erie Railroad részeként 1850-ben is készültek ilyen hidak.

1847-ben Whipple tovább forradalmasította a vas nyújtotta előnyöket, amikor a Pratt-féle rácsos szerkezettel kidolgozott egy öntött- és kovácsoltvas elemekből álló, vasúti hídhoz alkalmas rácsoszat. A szerkezetben az előzőleg ismertetett Connecticut folyó feletti híd konstrukciójához hasonlóan, de fordítottan a diagonális húzott kovácsoltvas rácsrudak két függőleges nyomott öntöttvas elemet fogtak át. A felső nyomott örvrudat öntöttvasból, míg az alsó húzott örvrudat kovácsoltvasból készült. Az új kialakítást elsőként 1853-ban alkalmazták a Vermont & Canada Railroad részeként a New York állambeli Troy-nál az Erie-csatorna felett [13]. A híd rajza a 9. ábrán látható. A kedvező szerkezeti kialakításnak köszönhetően – feltehetően az azonos fesztávokhoz viszonyítva –



9. ábra. Whipple-féle rácsos vasúti híd [13]



10. ábra. Bollman-féle rácsos vasúti híd [14]

Whipple a kor legkönnyebb vashídját alkotta meg. Whipple munkái megalapozták a nagyobb fesztávokhoz alkalmazható Bollman- és a Fink-féle rácsos tartók fejlesztését, ezért és az úttörő gyakorlati és elméleti megfontolásai okán nevezik Whipple-t a rácsos vashidak atyjának.

Wendel Bollman 1852-ben a Baltimore & Ohio Railroad részeként egy új típusú rácsos vasúti hidat fejlesztett ki, amelyet Bollman-féle függesztett rácsos tartónak neveztek el [14]. A húzott rácsrudak mindegyikét a támasz feletti függőleges rácsrúd csúcsába kötötték be. A húzott

elemek kovácsoltvasból, a nyomott elemek öntöttvasból készültek. 1873-ig közel száz ilyen típusú hidat építettek. Az egyetlen, mai napig megmaradt híd 1869-ből a marylandi Savage-ban található, amelyet az alkotóról Bollman rácsos hídnak neveztek el (10. ábra).

Albert Fink 1852-ben a Baltimore & Ohio Railroad részeként egy új típusú rácsos vasúti hidat fejlesztett ki, mely abban az időben a leghosszabb vasúti vashíd volt Észak-Amerikában. A híd a nyugat-virginiai Fairmontnál vezette át a vasúti forgalmat a Monongahela folyón. 1857-

ben Kentucky államban a Louisville & Nashville Railroad részeként a Green folyó felett építette Fink az addigi leghosszabb amerikai vashidat. Fink az amerikai polgárháborúban fontos végrehajtó szerepet töltött be. Az ő nevéhez fűződik a louisville-i Ohio folyó feletti, összesen 1,6 km hosszú híd megépítése is, mely a maga idejében a leghosszabbnak számított. A legrégebbi, napjainkig fennmaradt, 11. ábrán látható Fink-féle rácsosvasúti vashidat 1858-ban adták át a forgalomnak a New Jersey-i Hamdennél [15].

Az első szegecselt kapcsolatokkal kialakított kovácsoltvas vasúti híd *Howard Carroll* író mérnök (*MacNeill* író hidmérnök tanítványa) tervezte. A 12. ábrán látható híd, a New York Central Railroad részeként, Schenectadynál a Mohawk folyó felett vezette át a vasúti forgalmat [16]. Mivel a kapcsolatok szegecselték voltak, így feltehetően ez az első teljes egészében kovácsoltvas főtartó elemekből épült híd, melyet 1859-ben adtak át a forgalomnak. A híd 10 támaszközből állt, Howe-féle rácsosvasúti (függőleges húzott elemekkel és két függőleges elemet átfedő átlós nyomott elemekkel). Ezután a fém vasúti hidak és szegecselt kapcsolatok első számú fejlesztője és alkalmazója a New York Central Railroad volt, mely a kovácsoltvas hidak alkalmazásában évekig élen járt.

A 13. ábrán látható Parkersburg hidat 1871-ben adták át a Baltimore & Ohio Railroad részeként. Jelentések alapján a világ leghosszabb vasúti hídja volt a maga 2180 m-es hosszával [17]. A hidat *Jacob Linville* tervezte kovácsoltvas elemekből, szegecselt kapcsolatokkal és Whipple-féle rácsosvas alkalmazásával. A híd kovácsoltvas elemeit 1904 és 1906 között részben acélra cserélték, majd 1914-ben egy új acél felszerkezet épült helyette.

A New York és Boston közötti Lyman viaduktot, mely akkor a leggyorsabb útvonalat biztosította a két nagyváros között, 1873-ban adták át a forgalomnak [18]. A híd állványhídként épült kovácsoltvas elemekkel, szerkezeti kialakítása szintén jellemző az észak-amerikai vasúti hídépítésre (14. ábra bal oldali része). A vasúti teher megnövekedése miatt 1912-ben a mérnökök úgy döntöttek, hogy homokos kavicsos töltést építenek köré, hogy növeljék a stabilitását és így a teherbírását (14. ábra jobb oldali része). A híd a mai napig a helyén áll, és túraútvonalként használják a kirándulók.

A Portage faállványzattal készült via-



11. ábra. Fink-féle rácsosvasúti híd Hamdennél [15]



12. ábra. A Mohawk folyó hídja [16]



13. ábra. A Parkersburg vasúti híd [17]

duktot 1852-ben adták át a vasúti forgalomnak az Erie Railroad részeként, áthidalva a Genesee folyó völgyét. A híd 1875-ben teljesen leégett [19], helyére

egy kovácsoltvas állványzattal készült híd került, amelyet 1903-ban megerősítettek. Az állványzat oszlopai közötti áthidalásokat acél rácsos tartókra és gerendákra

cserélték, majd 1940-ben megerősítették az állványzatot is. A magas fenntartási költségek miatt a hidat 2017-ben kiváltották egy új acél felsőpályás ívhíddal, amely öszvér pályaszerkezettel készült. A régi és az új szerkezet a 15. ábrán látható.

Acélhidak 1874-től

A világ első vasúti hídja, melyben acélelemeket alkalmaztak (2390 t tömegű acélívek), az 1874-ben átadott Eads híd volt St. Louisban [20]. A híd további elemei kovácsoltvasból készültek (3150 t össztömeggel). A híd vegyes forgalmú hídként épült, amint ez a 16. ábrán is látható. Az alsó pályán jelenleg a vasút helyett egy metróvonal üzemel, míg a felső pályán a közúti forgalom halad.

Az első teljes egészében acélból készült vasúti híd 1879-ben adták át a forgalomnak [21]. A Glasgow vasúti híd a Chicago & Alton Railroad részeként a Missouri folyó felett vezette át a forgalmat. A Whipple-féle rendszerben épült hidat (17. ábra) 1900-ban kicserélték egy Parker-féle acél rácsos hídra.

Az észak-amerikai vasúti hídépítés jelenlegi irányai

Napjainkban az észak-amerikai vasútfejlesztés hiányát a legjobban az mutatja, hogy kis számban valósulnak meg a vasúti közlekedés szempontjából innovatív szerkezeti kialakítások vagy a létező szerkezeti kialakítások vasúti műtárgyakba való adaptálása. A vasúti személyszállítás fokozatos csökkenése miatt az elmúlt két évtizedet a régi hidak karbantartása vagy elbontása jellemezte, mintsem az új vasúti hidak létesítése. Az utóbbi időben a vasúti hídépítésben inkább a bevált szerkezeti kialakítások alkalmazása a jellemző, ugyanakkor a városi vasúti hidak területén az elmúlt két évtizedben megjelentek innovatív megoldások is. A következőkben ezeket mutatjuk be.

Acél- és öszvérszerkezetű gerenda-hidak

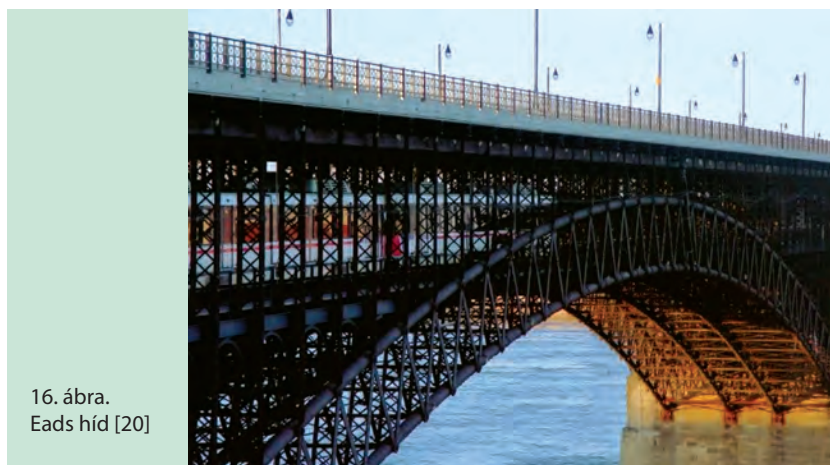
Az elmúlt két évtizedben – a szerzők információi szerint – kisebb számban épültek acélszerkezetű vasúti hidak. Ezek közé tartozik a 2009-ben átadott Kentucky-tó feletti vasúti híd Gilbertsville-nél. A híd hosszának nagyobb szakaszán tömörgerincű felsőpályás acél felszerkezeteket alkalmaz-



14. ábra.
A Lyman
viadukt
építése [18]



15. ábra. A Portage viadukt régi és új szerkezete [19]



16. ábra.
Eads híd [20]



17. ábra. Glasgow vasúti híd [21]



18. ábra. Kentucky-tó feletti vasúti híd, Gilbertsville [22]



19. ábra. Plattsmouth vasúti híd [23]

tak, míg a főnyílás kéttámaszú tartóként, Warren-féle rácsozással készült (18. ábra). A hidak színén is jól látható a légköri korrózió ellenálló acél (*weathering steel*) alkalmazása, amely nagyon elterjedt az észak-amerikai hídépítésben.

A főnyílásban szintén hasonló Warren-féle rácsozással készült a 2013-ban átadott Plattsmouth vasúti híd az iowai Mills countryban (19. ábra), ugyanakkor az árteri hidak felsőpályás öszvérszerkezetként épültek acél gerinclemezes tartókkal. Érdekesség, hogy a vasbeton pályát átvezették a főnyílásban elhelyezett rácsos főtartó keresztartóin is.

Az öszvérszerkezetű városi vasúti hidak közé tartozik az arizonai Tempe városánál 2006-ban épült híd, mely a Salt folyó felett vezeti át a metróvonalat. A 20. ábrán látható 12 támaszú híd két főtartóját egy-egy háromötvű rácsos tartó alkotja, mely fejes csapokkal együtt dolgozik a felette lévő vasbeton pályalemezzel.

Ferdekábeles és feszített-függesztett hidak

A nemzetközi trendek azt mutatják, hogy városi vasúti közlekedésben a ferdekábeles és feszített-függesztett rendszerű hidakat nagy számban alkalmazzák. Észak-Amerikában az első ferdekábeles vasúti híd a SkyBridge (21. ábra), melyet 1990-ben adtak át Vancouverben. A szerkezeti kialakítás úttörőnek és a maga idejében a legnagyobb számított. A híd teljes hossza 616 m, míg a főnyílás támaszköze 340 m. A karcsú merevítőtartó előregyártott feszített vasbeton szegmensekből épült, hosszuk 5,50 m, szélességük 12,56 m, magasságuk pedig mindössze 1,10 m. A pilonok jellegzetessége, hogy ez az első előregyártott elemekből épített ferdekábeles híd, mely keresztartók nélkül, pályalemezként is szolgáló tömör beton merevítőtartóval készült.

2009-ben szintén Vancouverben adták át a North Arm feszített-függesztett (*extradosed*) rendszerű városi vasúti és egyben gyalogos hidat (22. ábra), amely feszített vasbeton szekrény szegmensekből épül fel. Teljes hossza 562 m, a legnagyobb támaszköze 180 m, a pilon magassága 47 m. A híd feszítő-függesztő kábeleit és pilonját centrálisan helyezték el, elválasztva egymástól a kétirányú vasúti közlekedést.

2015-ben az oregoni Portlandben adták át a városi vasúti és gyalogos forgalomnak a 23. ábrán látható Tilikum Crossing nevű ferdekábeles hidat. A teljes hossza 520 m, legnagyobb nyílása 240 m hosszú, a pilonok magassága 55 m.

Mozgatható hidak

Mozgatható hidakat már az 1930-as évek óta rendszeresen alkalmaznak a hídépítésben, vasúti hídként azonban viszonylag

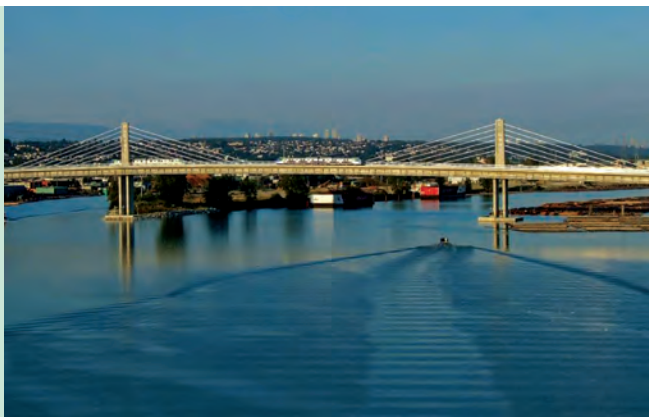


20. ábra. Tempe Town Lake Metro híd [24]



21. ábra. SkyBridge Vancouver, Kanada [25]

22. ábra.
North Arm
híd, Vancou-
ver [26]



23. ábra.
Tilikum
Crossing,
Portland,
Oregon [27]



ritkán jelennek meg. Egy függőleges emelhető vasúti hídra mutat például a 24. ábra. A Florida Avenue hidat 2004-ben adták át a forgalomnak a louisianai New Orleansban.

Összefoglalás

A vasútépítés kezdeti időszakától Észak-Amerika úttörő szerepet töltött be a vasúti hidak fejlesztésében a XIX. század közepétől egészen a XX. század első negyedéig. Az észak-amerikai vasúti hidak „arany-

korának” számító időszak alatt a hidak anyaga és szerkezeti rendszere teljesen megváltozott. Az új anyagok alkalmazásával a kő és kisebb fa állványhidaktól a kombinált hidakon keresztül nem egészen 15 év alatt eljutottak a rácsos vasúti hidak alkalmazásáig, majd az elkövetkező évtizedekben a kovácsoltvas hidakig, melyek már szegecselt kapcsolatokkal készültek. A rohamos fejlődés számos, a mai napig ismert és alkalmazott szerkezeti kialakítást eredményezett. Napjainkban ugyanakkor a vasút fejlődése Észak-Amerikában megtorpant, és inkább követő szerepet tölt be a közlekedésfejlesztések területén. A kitörést a jelenlegi helyzetből a regionálisan versenyképes gyorsvasúti hálózat fejlesztése jelentheti. «

Irodalomjegyzék

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_rail_transport_in_the_United_States
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/High-speed_rail_in_the_United_States
- [3] <http://www.ushsr.com/ushsrmap.html>
- [4] Solomon, B.: North American Railroad Bridges. Voyageur Press, 2008.
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Carrollton_Viaduct
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Contoocook_Railroad_Bridge



24. ábra. Florida Avenue híd,
Louisiana, New Orleans [28]

- [7] <http://www.woodcenter.org/docs/dayton-conference/NizamievHoweTrussesNikolaevRailw.pdf>
- [8] https://hu.wikipedia.org/wiki/Iron_Bridge
- [9] https://en.wikipedia.org/wiki/Dunlap%27s_Creek_Bridge
- [10] <http://www.blackrivercanalmuseum.com/WhippleBridge.htm>
- [11] <http://www.structuremag.org/?p=7899>
- [12] <http://explorepahistory.com/hmarker.php?markerId=1-A-1C5>
- [13] <http://www.structuremag.org/?p=8470>
- [14] https://en.wikipedia.org/wiki/Bollman_Truss_Railroad_Bridge
- [15] https://en.wikipedia.org/wiki/Fink_truss
- [16] <http://www.structuremag.org/wp-content/uploads/2014/08/C-HistoricStructures-Guise-Aug111.pdf>
- [17] <http://electricearl.com/parkersburg/rivers.html>
- [18] https://en.wikipedia.org/wiki/Lyman_Viaduct
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Portage_Viaduct
- [20] https://en.wikipedia.org/wiki/Eads_Bridge
- [21] <https://bridgehunter.com/mo/howard/first-glasgow-rr/>
- [22] <https://hu.pinterest.com/pin/570409109038702222/>
- [23] <https://bridgehunter.com/ne/cass/bh69773/>
- [24] <https://www.tylin.com/en/projects/tempe-town-lake-light-rail-bridge>
- [25] <https://www.tylin.com/en/projects/sky-bridge-over-the-fraser-river>
- [26] <https://structurae.info/ouvrages/north-arm-bridge>
- [27] https://en.wikipedia.org/wiki/Tilikum_Crossing
- [28] <http://www.portno.com/bridges>

Summary

In North America the railway transport started in 1830s and it revolutionized also the bridge construction all over the world. The first decade of North American railway construction was characterised by the fast development. By the end of the next decade the length was more than tripled reaching Chicago and also the line of Mississippi river. Then between 1850 and 1860 the length of railway tracks was tripled again to the line of Mississippi river which. Expressive indicator of the rapid American development is that the length of the railway network took nearly half of the railway network of the world at that time.

A vasúti hídszabályzatok története és az Eurocode-alapú új szabályozás

A vasúti közlekedés kezdeti időszakában a mai értelemben vett hídszabályzatok vagy előírások nem voltak. Így épültek meg az első nagy folyami hídjaink: a szegedi vasúti Tisza-híd 1858-ban, a szobi Ipoly-híd 1859-ben, az algyői Tisza-híd 1870-ben, a déli összekötő vasút hídja 1877-ben, valamint a zimonyi Száva-híd 1884-ben. Elképzelhető, hogy mekkora felelősség hárult e hidak tervezőire, hiszen segédletek, szabályzatok, korábbi hidak tervei és építési tapasztalatai nélkül, javarészt saját tudásukra és tapasztalataikra hagyatkozhattak a tervezők és a hatóság egyaránt.



Duma György
ügyvezető igazgató
MSc Kft.

✉ dgy@mschu.hu
☎ (1) 252-2559



Solymossy Imre
műszaki igazgató
MSc Kft.

✉ si@mschu.hu
☎ (1) 252-2559



Üörös József*
okleveles építőmérnök,
ny. mérnök főtanácsos

✉ voros.jozsef@preflexkft.hu
☎ (30) 921-1796

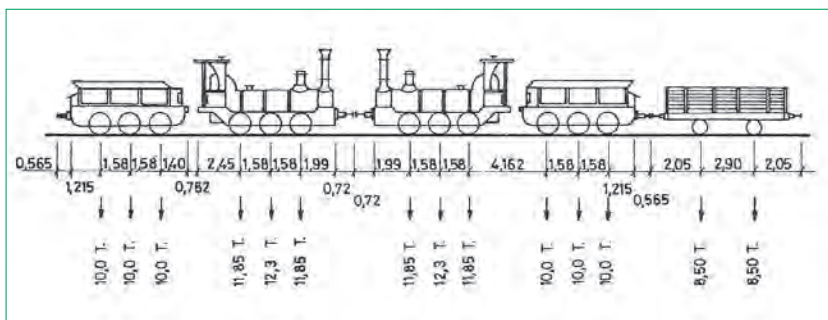
Előzmények, történeti áttekintés Ősi előírások

A szabályzatok és szabványok nélküli hídtervezés a mérnököket óvatosságra intette. A szerkezetek túlméretezettek voltak, amit dr. Kossalka János későbbi tanulmányai és a szegedi Tisza-híd teherbírásának megállapítása tárgyában készített doktori értekezése, valamint a híd háborús pusztítás utáni vizsgálatai is igazoltak.

Az 1867-es kiegyezés gazdasági fellendülést hozott, megnövekedett az állam szerepe, és nagyarányú vasútépítés kezdődött. Már ekkor elhatározták a Déli összekötő vasúti Duna-híd megépítését, amely végül 1876 végére elkészült (1. ábra). A híd üzembe helyezésére azonban csak 1877. október 23-án kerülhetett sor. Ennek magyarázata, hogy a különböző magán-vasúttársaságok összekötő vágányában megépülő műtárgy más-más előírások alapján működő vasúttársaságok kölcsönös átjárhatóságát biztosította. A hatóság ezért úgy döntött, hogy a használatbavételt csak a vasúttársaságok előírásainak harmonizálása után engedélyezi. Ez jogos igény volt, mivel a társaságoknak eltérőek voltak a megengedett tengelyterhelési, ürszelvényi, forgalmi, kocsifelülvizsgálati, tarifapolitikai és jelzési utasításai. E szigorú megkötés eredményeként már a próbaterhelés is mozdonyterhelés helyett statikus teherrel készült, melynek során 1021 t terhet (4840 szál sín) kellett kézi erővel fel-



1. ábra. A szabályozást felgyorsító vasúti összekötő híd



2. ábra. Az 1879. évi fővasúti hídterhelés

vinni a hídra. Meggyőződésünk szerint ez volt az első olyan indítók, amely a mérnököket, közgazdászokat és jogászokat egységes műszaki és jogi szabályozásra készítette. Ezt az igényt igazolta az is, hogy a rohamosan növekvő vasúti terhek és igénybevételek a híd megépítése után viszonylag rövid időn belül műszakilag és statikailag is komoly gondokat okoztak, és a hidat már 1913-ban át kellett építeni

az áthidalószerkezetek alulméretezettsége miatt. Az 1870-es évek végétől nagyrészt a megépült hidaknál szerzett tapasztalatok alapján kezdték el a vasúti hidakra, elsősorban az acélhidakra a szigorú, az akkor illetékes minisztérium által kiadott szabályok kidolgozását. A részletek ismertetése nélkül elegendő az 1878-ban és 1879-ben kiadott rendeletek összefoglaló címére utalni: „Utasítás a vasból építendő hidak

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2009. évi Különszámában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

tervezése, építése és megvizsgálása tárgyában.” Ezek az előírások már egyértelműen rögzítették a vasúti hidaknál alkalmazandó vasúti terheket (2. ábra).

1883-ban futott be a Budapest-Nyugati pályaudvarra az Európát átszelő Orient expressz első szerelvénye. A Párizstól Isztambulig közlekedő expressz több európai országon végighaladva tette meg útját (3. ábra). Csak érdekességképpen jegyezzük meg, hogy az expressz útvonala egyharmad részben Magyarország területén haladt. Teljesen nyilvánvaló volt, hogy az expressz üzemeltetéséhez az általa érintett vonalakra vonatkozóan egységes műszaki és jogi szabályozásra volt szükség.

1886-ban a Magyar Mérnök és Építész Egylet tudós szakemberei (Kberndl Antal, Czekelius Aurél, Seefehlner Gyula) átfogó szabályozás kidolgozásába kezdtek. Később a munkába, felkérésük alapján, Feketeházy János is bekapcsolódott.

1903-ban Zelovich Kornél Magyar Királyi Vasúti és Hajózási biztos aláírásával adták ki a „Jelentés a vasúti vashidak méretezése, forgalomba helyezése és időszakos vizsgálata tárgyában” című kiadványt.

Az 1907. évi szabályzat

A kereskedelmi miniszter 1907-ben 30666/1906. sz. alatt adta ki a „Szabályrendelet a vasúti hidak vasszerkezetének tervezéséről, méretezéséről, megerősítéséről és időszakos vizsgálatáról” (4. ábra) című előírást. A szabályozás már a meglévő hidakra is kiterjedt. Ebben a vasúti teher előírásánál – fővasúti hidakat és

– helyi érdekű vasúti hidakat különböztetett meg, külön szabályozva a nagy folyami hidak terhet (1. táblázat).

Az előbbieknél a legnagyobb teher az 5×17 t tengelyterhű mozdony, illetve a maximum 20 t tengelyterhű súlycsoportok, az utóbbinál 4×12 t, illetve 4×14 t a hozzá csatolt szerkocsi 2×12 t tengelyterhével.

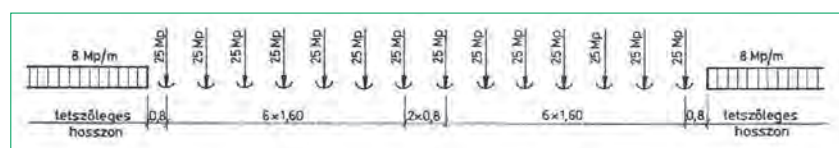
1914-ben, az I. világháború idején a szerbek felrobbantották a zimonyi Száva-hidat (5. ábra), ezért az Orient expressz működtetése rövid ideig szünetelt. A személyszállítási igények azonban arra kényszerítették a hálókocsi-társaságokat, hogy kerülő útvonalakon közlekedtessék a vonatot. Ennek következtében szemléletváltásra kényszerültek a vasút-üzemeltetők. Már nem egy vonalra kialakított jogi és műszaki szabályozás volt a közlekedtetés feltétele, hanem a ténylegesen közleked-



3. ábra. Egységes jogi és műszaki szabályozással működő Orient Express

1. táblázat. A hidak 1886–1976 közötti méretezési terhének összefoglaló táblázata

Teher rövid megnevezése	Teher megnevezése	Teher leírása	Maximális tengelyteher [t]	Összes kerékterher [t]
886F1	1886. I. cs. ($l > 15$ m) 3×13 t	3×13 t + $3 \times 11,3$ t + 2,8 t/m	13	73
886F2	1886. I. cs. ($l > 15$ m) 4×12 t	4×13 t + $3 \times 11,3$ t + 2,8 t/m	12	86
886F3	1886. III. cs. 3×10 t	3×10 t + 2,8 t/m	10	30
893E.8	1893 Elsőrendű $2 \times (4 \times 16)$ t	$2 \times (4 \times 16)$ t + (3×12) t + 2,8 t/m	16	200
893Hé	1893 HÉV. $3 \times (3 \times 10)$ t	$3 \times (3 \times 10)$ t + 2,8 t/m	10	90
907Fő	1907 Fővonal $2 \times (5-17)$ t	$2 \times 5 \times 17$ t + 4 t/m vagy 2,20; 3-19; 4×18 t	20	170
907Hé	1907 HÉV $2 \times (4 \times 12)$ t	$2 \times (4 \times 12)$ t + 4 t/m	12	96
907hH	1907 hajózh. HÉV $2 \times 4 \times 14$ t	$2 \times (4 \times 12)$ t + 4 t/m	14	96
925Fő	1925 Fővonal $2 \times (5 \times 22)$ t	$2 \times (5 \times 22)$ t + 8 t/m vagy 4×25 t egymagában	25	220
925Hé	1925 HÉV $2 \times (4 \times 16)$ t	$2 \times (4 \times 16)$ t + 4 t/m	16	128
925hH	1925 hajózh. HÉV $2 \times 5 \times 18$ t	$2 \times (5 \times 18)$ t + 4 t/m	18	180
938 A	1938 A $2 \times (7 \times 25)$ t + 8 t/m	$2 \times (7 \times 25)$ t + 8 t/m	25	350
938 B	1938 B $2 \times (5 \times 22)$ t + 8 t/m	$2 \times (5 \times 22)$ t + 8 t/m vagy 4×25 t egymagában	25	220
938 C	1938 C $2 \times (15 + 15 \times 18 + 15)$ t	$2 \times (15 + 5 \times 18 + 15)$ t + 6 t/m vagy 3×20 t	20	240
951 A	1951 A jelű ideális	$2 \times (7 \times 25)$ t + 8 t/m	25	350
951 B	1951 B jelű ideális	$2 \times (5 \times 22)$ t + 8 t/m, ill. 3×25 t	25	220
951 C	1951 C jelű ideális	$2 \times (15 + 5 \times 18 + 15)$ t + 6 t/m vagy 3×20 , ill. 1×25 t	25	240
976 U	1976 U jelű ideális	4×25 t + 8 t/m	25	100



4. ábra. Az 1907. évi ideális mozdonyteher (2)

tethető vasúti járművek által követelt biztonsági és műszaki követelmények megfogalmazásával vizsgálták felül a különböző kerülő útvonalak műszaki paramétereit. Ez a kényszerű, de téves szemlélet ötven éven keresztül érezte a hatását.

Átmeneti szabályzatok

A századfordulót követően a vasúti teher növekedése arra készítette a MÁV-ot, hogy új szabályzatot készítsen. Az 1926. évi hídszabályzat-tervezet már az 5×22 t-s mozdony és a 4×25 t-s súlycsoport alkalmazását írta elő a méretezésnél. Az 1938. évi hídszabályzat-tervezet pedig a $2 \times (7 \times 25)$ t-s mozdonyt jelölte meg a méretezés alapjául.

Ez a két tervezet nem kapott miniszteri jóváhagyást, de a MÁV az abban foglaltakat is alkalmazta. Azoknál a hidaknál, amelyeket a minisztérium engedélyezett és MÁV-érdekltségbe tartoztak (iparvágányok), két számítást kellett készíteni: a jogilag érvényes 1907. évi szabályzat szerintit és – a MÁV igényeinek figyelembevételével – az 1938. évi tervezet (kiegészítés) alapján.

Az I. világháború után, 1922-ben párizsi székhellyel megalakult az UIC (Union Internationale des Chemins de Fer; Nemzetközi Vasútegylet), amelynek legfőbb feladata a kontinens területén gazdátlanul heverő vasúti járművek leltározása, kategorizálása és visszajuttatása eredeti tulajdonosának, vagy csereügyletek lebonyolítása volt. A szervezet alapító tagjai között szerepelt a MÁV is. Tevékenysége elsősorban a gépészeti vonatkozású műszaki szabályozások összegyűjtését, rendszerezését igényelte. Később a szervezet a vasúti pálya és tartozékai egységes szabályozásának szellemi központjává vált. Ezzel párhuzamosan hatalmas kutatási és fejlesztési tevékenységet végzett. Csak jóval később, 1956-ban alakult meg a keleti blokk vasútjainak nemzetközi szervezete, az OSZZSD (Vasutak Együttműködési Szervezete, oroszul Организация Сотрудничества Железных Дорог [ОСЖД]), amelynek feladata az UIC-hez hasonló volt, eredményei azonban elmaradtak attól.

Az 1951. évi szabályzat

Az 1951. évi szabállyal bővebben kell foglalkozni, mert ez volt a legteljesebb vasúti hídszabályzat, és bármilyen furcsa, jogilag még a mai napig nem vonták vissza. A MÁV utasítási rendszerébe illesztve a H.1. sz. jelzettel adták ki. Azt a közlekedési

5. ábra.
A zimonyi
Száva-híd,
1884

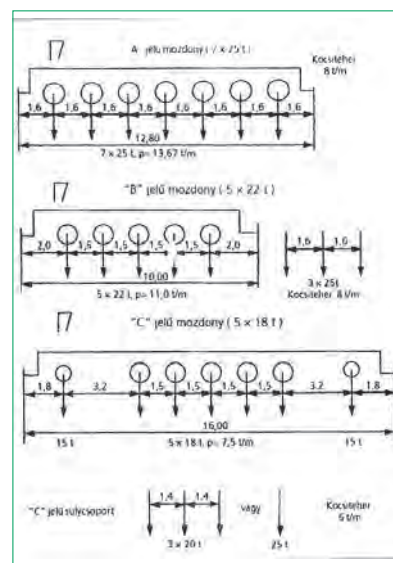


miniszter 7680/C/4/1951.-I/10 B. számú rendelettel hagyta jóvá (1951. évi H.1.).

A szabályzat hatálya nyomtávától függetlenül kiterjedt mind a közforgalmú és korlátolt közforgalmú, mind a nem közforgalmú, azaz a saját használatú vasutak ideiglenes és végleges hídjainak, átterezeinek, a vasút által fenntartott gyalogfelüljáróinak és jelzőtartó hídjainak (tehát minden vasúti hídjának), tervezésére, méretezésére, erősítésére, valamint ellenőrzésére, továbbá forgalomba helyezésére, illetve üzembe helyezésére, fenntartására, időszakos vizsgálatára és nyilvántartására. A vasúti terhet a gőzmozdonyok akkoriban várható fejlesztése alapján írta elő (6. ábra). A fejlődés azonban a dízel- és villamos mozdonyok elterjedését hozta.

A szabályzat kidolgozóit által végzett munkarészek részletesen megtalálhatók a szabályzat előszavában, így csupán a nevek felsorolását tesszük közzé a Dénes Oszkár által e cikk egyik szerzőjére örökölt hagyott példányban szereplő aláírások sorrendjében (7. ábra).

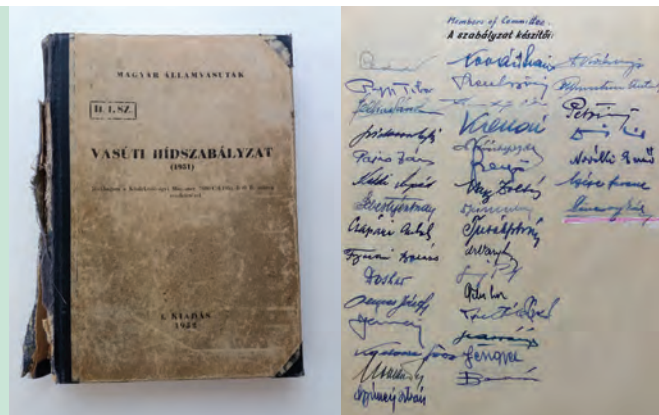
Cholnoky Tibor, Papp Tibor, Felkay János, Szidarovszky János, Pajzs János, Kézdi Árpád, Sebestyén Andor, Czapári Antal, Fogarasi Balázs, Doskar Ferenc, Nemes József, Jándy György, Kadocs Lajos, Kovács



6. ábra. A H.1. sz. Vasúti Hídszabályzat ideális terhei

Vilmos, Gyimesi István, Kovács Alajos, Szentgyörgyi Károly, Kereszti Péter, Kollai János, Vásárhelyi Boldizsár, Szegő Ferenc, Nagy Zoltán, Feimer László, Tusák István, Varga Kálmán, Sávoly Pál, Péter Lajos, Tantó Pál, Massányi Károly, Lengyel József, Balázs János, Korányi Imre, Schwertner Antal, Petz Jenő, Dénes Emil, Nováki Ernő, Szepe Ferenc, Dénes Oszkár. A névsorból

7. ábra.
A H.1. sz.
Vasúti Hídszabályzat
borítólapja
és készítői-
nek aláírása



egyértelműen látható, hogy a kor legjobb tudósai, elismert szakemberei vettek részt a munkában.

A szabályzat tartalmazta a már forgalomban lévő hidak átszámítási kötelezettségét is. A meglévő hidakra készített erőtan felülvizsgálatnál megemelt feszültséget (túrt feszültséget) engedélyezett.

A túrt feszültség alkalmazását esetenként meghatározott határidőhöz kötötte. A szabályzat a fáradást illetően csak a hegesztett szerkezetekre tartalmazott előírást.

Az erőtan ellenőrző számítások készítése során kiderült, hogy az új hidakra vonatkozó előírás nem minden pontja alkalmazható a meglévő szerkezetekre. Ezért kiadták a H.1. – VU. I. (Vasúti hídszabályzat végrehajtási utasítás I. részt), mely egyes, az acélszerkezetekre vonatkozó engedményeket, számítási módszereket rögzítette. Jogilag kifogásolható ez az utasítás, mert miniszter által jóváhagyott szabályzatot módosított a biztonság kárára – miniszteri jóváhagyás nélkül.

A hídszerkezeteknél fontos követelmény a szakszerű kivitelezés, ennek előírásait acélszerkezetekre a 33 jelű feltétfüzet tartalmazta. Ennek jogelődje a „Vas és acélmunkák” K jelű feltétfüzete. A H.1. számú Vasúti Hídszabályzat mellett több H jelű utasítás is megjelent, melyeket lényegében a szabályozás részének kell tekinteni:

- a beton, vasbeton szerkezetekre kidolgozták a H.2. sz. Utasítást;
- a ténylegesen közlekedő MÁV-mozdonyok és egyéb vontató járművek adatait a H.3. sz. Utasítás tartalmazta. Ennek jogelődje volt az ún. mozdonykönyv;
- a H.4. sz. Utasítás a vasúti hidak teherbírásának megállapítására vonatkozott. Elődje, részben táblázatos formában, közkezen forgott;
- a H.5. sz. Utasítás az ideiglenes hidakra, a provizóriumokra vonatkozott;
- a H.6. sz. Utasítás az ún. rendkívüli vasúti küldemények továbbítási szabályait tartalmazta.

A fentiek jól érzékeltetik, hogy milyen komplex szabályozásra volt és van szükség a vasúti hidakkal kapcsolatosan.

Az 1976. évi szabályzat

Az előző, 1951. évi szabályzat megjelenése után Európa-szerte a gőzmozdonyok helyett a villamos és a dízelvontatás vált általánossá. Ez a mozdonyok tengelyter-

helését és tengelyelrendezését alapvetően megváltoztatta. Kevesebb tengellyel – de az 1938. évi 25 t tengelyterhelésnél nem nagyobb tengelyterheléssel – nagyobb vonóerőt tudtak az új vontatójárművek kifejteni, mint a gőzmozdonyok. Ez a vasutakat új ideális teher és új szabályzatok kidolgozására készítette. Megszületett az U 71 jelű tehermodell, amelyet az 1976. évi szabályzatban már a MÁV is átvett.

A MÁV Vezérigazgatóság részéről fejezetenként kiadott, jelenleg is érvényes szabályzat (VH.76.) tartalmáról a fejezet-címek adnak felvilágosítást. A szabályzat fejezetei és kidolgozói (A személyek neveit *Evers Antal* visszaemlékezése alapján rögzítettük):

I. Általános előírások, terhek, méretezés (kidolgozta a Közlekedési Távközlési Műszaki Főiskola: *Dénes Emil, Evers Antal, Németh István*)

II. Alapozások (kidolgozták az Uvater szakemberei: *Darvas Endre, Rosnyay András, Petur Alajos*)

III. Beton- és kőanyagú szerkezetek (készült a BME Vasbeton Tanszékén, *Szalay Kálmán, Balázs György, Erdélyi Attila* munkájaként)

IV. Acélszerkezetek (készült a BME Acélszerkezetek Tanszékén, *Szépe Ferenc, Plattky Pál, Szittner Antal* által)

V. Faszerkezetek (kidolgozta: Uvater, *Darvas Endre, Rosnyay András, Petur Alajos*)

VI. Ideiglenes hidak (kidolgozta: MÁVTI, *Czvikovszki Ferenc, Keresztény József*)

VII. Peronok és rakterületek alatti hídszerkezetekre, gyalogfelüljárókra, jelzőhidakra és a vasutat keresztező közművezetésekre vonatkozó előírások

VIII. Meglévő hidakra vonatkozó előírások

IX. Vasúti hidak használatbavétele, vizsgálata, fenntartása (összeállította a MÁV Vezérigazgatóság Hídosztálya: *Forgó Sándor, Nemeskéri-Kiss Géza, Evers Antal*)

Az I.–VI. és IX. fejezetek elkészültek, azonban jogi problémák miatt azokat a következő záradékkal adták ki először: „Ideiglenes jelleggel használatba véve 1976. aug. 1-től a MÁV hídjainál.” Az 1981. évi kiadásnál: „Érvényes a MÁV hídjainak tervezésére és kivitelezésére...”

A VII. fejezet elkészült ugyan, de hivatalosan nem adták ki, ezt részben rendeletek, például a vasutat keresztező közművezetésekre a Kötelező irányelvek a fővasúti vágányok és ezekből kiágazó iparvágányok

alatt átvezetésre kerülő vezetékek tervezésére, valamint kivitelezésére (KPM 112521/1970. 6.E.) rendelet helyettesíti a mai napig.

A VIII. fejezet nem készült el.

A hiányzó fejezetek lényegében azért nem készültek el, mert a műszaki szabályozás 1980-ban bevezetett reformja eredményeként a szabályzatokat és így a vasúti hídszabályzatot – közúti hídszabályzattal együtt – ágazati szabvánnyá kellett átdolgozni.

A jóváhagyási problémák megoldása és az országos jellegű hatály elérése érdekében elindult az ágazati szabvánnyá való kidolgozás.

A szabályzatok szabványosítása

Az ágazati szabványok kidolgozásakor szempont volt, hogy – ahol lehet – a vasúti és a közúti hidakra vonatkozó előírások azonosak legyenek. Így alakult ki 1981-ben az 1. sz. melléklet szerinti szabályozási rend, melyet a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium (KPM) Vasúti Hídosztály és a Közúti Hídosztály vezetői állítottak össze előzetes megállapodásként. Annak eredményeként a következő szabványok készültek el:

Első ütemben:

1. MSZ-07-3203 Acélhidak gyártása és szerelése. Követelmények.

2. MSZ-07-3202/1 Beton-, vasbeton és feszített vasbeton hidak építése. Követelmények.

3. MSZ-07-3204 Fahidak és hídállványok építése. Követelmények.

Ezek kiadását a szabályozási reform miatt megszünt Építőipari Kivitelezési Szabályzat sürgette.

Szabványtervezetként 1990-ben készült el:

MSZ-07-2306/1T Vasúti hidak létesítésének általános előírásai és az

MSZ-07-2306/2T Vasúti hidak erőtanai számítása,

MSZ-07-2306/3T Vasúti acélhidak tervezése,

MSZ-07-2306/4 T Vasúti vasbeton, feszített vasbeton és betonhidak tervezése ágazati szabványtervezet.

A szabványtervezet kidolgozásában részt vett: *dr. Darvas Endre* (Uvater), *Forgó Sándor, dr. Koiss Iván* (MÁV), *Evers Antal* (Közlekedési Felügyelet), valamint a 4. kötetben *Vörös József* (MÁV).

Nem készültek el az 1. melléklet szerinti tervbe vett MSZ-07-2306/5 Vasúti hidak

vizsgálata és az MSZ-07-2305/6 Vasúti hidak nyilvántartása c. szabványok. A 2306-os szabványtervezetek alapján a MÁV-nál a készített ellenőrző számítások tanúsága szerint a korábbi előírások figyelembevételével épített nagyhidak nem feleltek meg a 100 éves tartóssági követelményeknek. Az említett szabványtervezetek, ahogy a címükből is kiderül, az új hidak tervezésénél voltak alkalmazhatók. A meglévő hidakra vonatkozóan a H.1. sz., a H.1. – VU. I., a H.2. sz. és a H.4. sz. előírások a kiadásuk idején megfelelő szabályozást tartalmaztak. Idővel megállapítást nyert, hogy a tartóssági követelményekre (a fáradásra) vonatkozó előírás nem megfelelő, ezért indokolttá vált e kérdés rendezése.

Erre való tekintettel 1999-ben a MÁV megrendelésére és a Közlekedéstudományi Egyesület közreműködésével az MSc Kft. elkészítette a „H.4/2000. Utasítás a meglévő acélhidak teherbírásának és tartósságának megállapítása” tárgyú összeállítást. Az utasítás kidolgozásában részt vett: *Evers Antal, Forgó Sándor, Duma György, Gál András, Solymossy Imre, Vörös József*.

Ha az említettekből tanulságot kívánunk levonni, arra a következtetésre juthatunk, hogy a vasúti hidak tekintetében mindig komplex szabályozásra volt szükség, a tervezéstől az építésen át az üzemben tartás feltételeinek meghatározásáig.

Az Eurocode megjelenése

Az Eurocode az épületek (hidak) tartószervezeteinek méretezésére vonatkozó, európai szinten harmonizált szabványcsomag, amely 10 témakör szabványsorozatából áll, és ezek teljes terjedelme mintegy 5000 oldalt tesz ki.

Az Európai Közösség Bizottsága – az alapító szerződés 95. cikke alapján – 1975-ben akciótervet dolgozott ki a kereskedelmi akadályok felszámolására. A cél, hogy harmonizálják a tartószervezetek méretezésére vonatkozó műszaki előírásokat, amelyek majd felváltják a tagállamok nemzeti szabványait. Az első szabványok kidolgozása 15 évet vett igénybe. 1989-ben született a megállapodás az Európai Bizottság, a tagállamok és az Európai Szabványügyi Bizottság (Comité Européen de Normalisation; CEN) között, hogy az Eurocode-ok kidolgozása és közzététele a CEN feladata lesz. 1992–1998-ig 64 db ENV (európai előzetes szabvány) jelent meg, 2003-tól pedig már EN-ként (európai szabványként) adták ki őket.

2. táblázat. A kidolgozás alatt álló utasítások kidolgozói (2017–2018)

	Csoport-vezető	Csoporttag	MÁV csoporttag	Konzulens- lektor 1	Konzulens- lektor 2
H.1.1.	Benedekné Győri Enikő	Dobó Gábor	MÁV Zrt. PLI HAO hidászai	Csomós Anna	Miklós Levente
H.1.2.	Dr. Kövesdi Balázs	Dr. Szabó Gergely	Tóth Axel Roland	Horváth Adrián	Vörös József
H.1.3.	Dr. Jóó Attila László	Nagy Zsolt	Jung Péter	Dési Attila	Pálóssy Miklós
H.1.4.	Dr. Kovács Tamás	Szabó János	Szebenyi Gergő	Dr. Dalmy Dénes	Pusztai Pál
H.1.5.	Dr. Kovács Nauzika	Gyurity Máttyás	Horgos Dániel	Dr. Kisbán Sándor	Teiter Zoltán
H.1.6.	Dr. Szepesházi Róbert	Szepessy Gábor	Simon Ilona Erdődi László	Dr. Móczár Balázs	Szilvágyi László
H.1.7.	Solymossy Imre	Dr. Szatmári István, Dr. Kövesdi Balázs	Tóth Axel Roland, Szebenyi Gergő	Dr. Koller Ida	Zsömböly Sándor

Utóbbival gyakorlatilag párhuzamosan kezdte meg a MÁV is a hídtervezési szabványainak harmonizációját, és ebben a folyamatban a kezdetektől részt vett az MSc Kft.

Az előírások harmonizálása

Az első szerződés a MÁV Rt. és az MSc Kft. között e tárgyban 2002 szeptemberében született. Tárgya: „Vasúti hidak előírásainak UIC, Eurocode előírásokkal történő összehangolására javaslat kidolgozása és a meglévő hidak elemzése alapján mintaterv kidolgozására javaslattevél” volt.

Az azóta eltelt 16 évben szinte folyamatos volt az előrehaladás a harmonizáció területén, bár hozzá kell tenni, hogy 2014-ig igen apró lépésekben. 2006-ban elkészült a H.1.2. Utasítás „Vasúti hidak méretezésének általános előírásai” címmel. Az Utasítást a hatóság 1483/1/2006. számon hagyta jóvá, és 2007. március 1-jén lépett életbe. Kidolgozásában a Vörös József által vezetett csoport: *Evers Antal, Mátyássy Lászlóné, Pozsonyi Iván, Földváry Kálmán* vett részt, a kiadás előtti átvizsgálást és a végleges formába öntést az MSc Kft. részéről *Solymossy Imre* és *Duma György* végezte. Az utasítás már figyelembe vette az Eurocode előírásait, és attól csak minimális mértékben tért el. A kidolgozás végső fázisában nagy segítséget jelentettek a BME végzős vagy frissen végzett hallgatói (*Orbán Zoltán, Tóth Axel Roland, Rafik Jaramani*) részéről – tanszéki mentorálás mellett – az új és megelőző szabványok alkalmazásával készített összehasonlító próbaszámítások.

Elkészült 2006-ban a H.1.1. Utasítás „Vasúti hidak általános előírásai” című előírás is. Kidolgozói *Evers Antal, Erdődi László Zoltán, Kiss Józsefné* és *Vörös József* voltak, azonban hatósági jóváhagyásra nem került sor, és így a MÁV-nál sem léptették hatályba.

Ugyancsak 2006-ban készült el a H.3. Utasítás „Vasúti hidakon közlekedtethető járművek elbírálásához” című előírás (mozdonykönyv), amelyet a hatóság 1881/1/2006. számon hagyott jóvá, kidolgozója *Hillier Dávid* és *Vörös József* volt. Bár az Utasítást hivatalosan nem vonták vissza, de használata okafogyottá vált a vasúti pályahálózat liberalizációja és a TSI szerinti kölcsönös átjárhatósági követelmények életbelépésével.

Eurocode-alapú előírások kidolgozása

A 2014-ben a MÁV Zrt. által elindított és jelenleg is folyó munka már a Vasúti Hídszabályzat teljes átdolgozását és Eurocode-alapúvá tételét tűzte ki célul. Jelenleg ennek a folyamatnak a végső fázisánál tartunk.

Mivel a munka összetettsége jelentősen meghaladta az MSc Kft. kapacitásait, ezért a közreműködők köre jelentősen bővült, szinte az összes nevesebb hídtervező cég képviseltette magát (2. táblázat) legalább 1 fő közreműködővel, míg a munka oroszlánrészét a BME, valamint egy kötet erejéig a SZIE oktatói gárdája készítette.

A vasúti hidakra és átereszekre, valamint a nevesített egyéb műtárgyakra vonatkozó új H.1. Vasúti Hídszabályzat

(továbbiakban VHSZ) utasításgyűjtemény a következő kötetekből épül fel:

- H.1.1. Utasítás: Vasúti hidak és egyéb műtárgyak létesítésének általános előírásai
- H.1.2. Utasítás: Vasúti hidak és egyéb műtárgyak méretezésének általános előírásai
- H.1.3. Utasítás: Vasúti acélhidak tervezése
- H.1.4. Utasítás: Vasúti vasbeton, feszített vasbeton és betonhidak tervezése
- H.1.5. Utasítás: Vasúti öszvérszerkezetű hidak tervezése
- H.1.6. Utasítás: Vasúti hidak geotechnikai tervezése
- H.1.7. Utasítás: Meglévő vasúti hidak értékelése
- H.1.8. Utasítás: Vasúti pálya keresztezése közműjellegű létesítménnyel
- H.1.9. Utasítás: Vasúti hidak és egyéb műtárgyak műszaki felügyelete

A MÁV Zrt. megbízásából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke *dr. Dunai László* tanszékvezető egyetemi tanár vezetésével, valamint az MSc Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft. alkotta konzorcium *Duma György* vezetésével készíti a H.1.2–7. Utasításokat. A további kötetek a MÁV Zrt. Üzemeltetési Vezérigazgató-helyettesi Szervezet Pályalétesítményi Igazgatóság Hid és alépítményi osztályán készülnek *Tóth Axel Roland* osztályvezető irányításával (2. táblázat).

A földrengrésvizsgálatokat érintő részek kidolgozását *dr. Vigh László Gergely* vezeti.

A munka 2017 januárjában kezdődött. A Vasúti Hídszabályzat H.1.2.–H.1.6. kötetekre a munkacsoportok által elkészített javaslatokat a csoport vezetői szakmai vitán ismertették, és azokat a résztvevők véleményezték. A szakmai vitát *dr. Dunai László* egyetemi tanár vezette a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén, 2018. március 13-án (8. ábra).



8. ábra. A vitavezető dr. Dunai László (középen)

Az utasításgyűjtemény területi hatálya Magyarország vasúti hálózatát képező, a Magyar Állam tulajdonában és a MÁV Zrt. vagyonkezelésében vagy tulajdonában lévő mindazon normál, keskeny és széles nyomtávolságú vasúti pályára terjed ki, amelyek üzemeltetési jogosultságát a vasúti hatóság – a vasútbiztonsági engedélyen keresztül – a MÁV Zrt.-re vonatkoztatva állapítja, illetve állapította meg.

Az utasításgyűjtemény területi hatálya kötelező jelleggel nem terjed ki a MÁV-csoportba tartozó elővárosi vasutakra (MÁV-HÉV), valamint a vasút-villamos (tram-train) városi infrastruktúrára.

Az Utasítás előírásai kötelező jelleggel a $v \leq 160$ km/h sebességtartományra érvényesek. Az Utasításban szereplő előírások – az MSZ EN 1990 és az MSZ EN 1991-2 szabványokban megadott szabályok szerint – kiterjeszthetők a legfeljebb 350 km/h sebességre tervezett vasúti műtárgyra is.

A tárgyi hatálya a vasúti közlekedésről szóló 2005. évi CLXXXIII. törvény 2. § 2.21. pont és alpontjai, valamint a 2. § 2.22. pont alapján meghatározott alábbi elemekre terjed ki:

- vasúti hidak és átereszek,
- vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak,
- vasbeton tálca (lefejtő, töltő, kegyeleti mosó, kocsimosó),
- akna (vizsgáló, buktató, ürítő),
- vizsgálócsatorna (egyaknás, háromaknás),
- ürítőhid, ürítőgarat,
- vasúti járműmérleg,
- fordítókörong,
- tolópad;
- alagutak, galériák, zárítótárók (a D.11. Utasítással együtt kezelendő),
- vasúti pályán kívüli hidak és átereszek,
- vágány melletti vagy feletti gyalogos, kerékpáros, közúti híd és áteresz,
- vágány feletti gyalogos-, kerékpáros-felüljáró,
- vágány feletti jelzőhid, jelzőkonzol, védőműtárgy;

- alépítményi és geotechnikai műtárgyak (a D.11. Utasítás együtt kezelendő),
- támszerkezetek (tám- és belésfalak),
- görgetegfogók (fal, borda, háló).

A H.1.2.–6. Utasítások egységes szerkezetben foglalják össze az acél, a beton, vasbeton és feszített vasbeton, valamint az öszvér anyagú új vasúti hidakra és műtárgyra, illetve azok teherherviselő szerkezeti elemeire vonatkozó, Eurocode-szabványokkal harmonizált tervezési-műszaki követelményeket és vasútüzemeltetői igényeket. Ezzel lényegesen leegyszerűsítik az utóbbi évtizedben már az Eurocode-on alapuló vasúti hídtervezési gyakorlatot.

A H.1.7. Utasítás a meglévő hidak teherbírásai, fáradási, illetve használhatósági értékelésével foglalkozik. A korábbi hídszabályzatokhoz hasonlóan az Eurocode és a H.1.1.–6. Utasítások új hidak és műtárgyak tervezésére vonatkoznak, de ezek szemléletében és a H.4./2000 MÁV Utasítás aktualizálásával, kiterjesztésével. Ez az Utasítás egységes rendszerbe foglalva a meglévő acél és vasbeton anyagú, illetve falazott (kő, téglá) szerkezetű vasúti hidak erőtanai felülvizsgálatát, illetve értékelésének alapelvét, követelményeit valamennyi szerkezeti elem (felszerkezet, saru, alépítmény, altalaj) vonatkozásában tartalmazza.

Az 1951. évi H.1. számú Vasúti Hídszabályzat hatálybalépése előtt épített hidak, valamint a később készült, de a használat során károsodott szerkezetek nyilvánvalóan nem felelnek meg az új hidakra vonatkozó és jelenleg érvényes hídszabályzati követelményeknek. Ezért ezeket – a rendeltetésszerű használhatóságuk megítéléséhez – mind teherbírásai, mind tartóssági szempontból vizsgálni kell. Ennek során lehet eldönteni a megengedhető forgalmi terhelés mértékét és időtartamát, valamint meghatározni az ehhez szükséges forgalmi

Duma György okl. építőmérnök, 1982-től 1996-ig az Uvaterv tervezőmérnöke, 1996-tól 2012-ig az MSc Kft. műszaki igazgatóhelyettese, 2012-től az MSc Kft. ügyvezető igazgatója. A MAGÉSZ elnökségi tagja. Szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű közúti hidak, vasúti hidak, különféle támfalak és aluljárók tervezésére, illetve tervezésének irányítására terjed ki.

Solymossy Imre széles körű szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű közúti hidak, vasúti hidak, támfalak és aluljárók tervezésére, illetve ezek tervezésének irányítására terjed ki. A vasúti hidak tervezése és a hídszerkezetek fejlesztése terén végzett kimagasló tevékenységéért 2008-ban megkapta a Korányi Imre díjat, a vasúti hídszaki szakma legmagasabb szakmai kitüntetését, amelyet a Visszafelé Négyek Mérnökkamaráinak konferenciáján vett át.

korlátozásokat és a várható fáradási meghibásodások felismerését célzó rendkívüli hídvizsgálatok szükségességét. Az azonos módon számított hidak fajlagos károsodásának mértéke alapján ütemezhető átépítésük sorrendje.

Fővonalai hidak felújításának tervezése előtt e kötet alapján kell elkészíteni azoknak a hidaknak az „előéletét” figyelembe vevő ellenőrző statikai számításokat, melyek tervezése nem Eurocode-alapon készült. Ennek eredménye alapján kell kijelölni azon szerkezeti elemek cseréjét, illetve erősítését, melyek teherbírási mutatószámai nem teszik lehetővé a TSI szerinti kölcsönös átjárhatósági követelményeknek, tanúsítási és vasútbiztonsági előírásoknak való megfeleltetést. Ezeknek a munkáknak a gazdaságos kivitelezhetősége és a megmaradó eredeti szerkezeti elemek fáradásvizsgálati eredménye alapján becsülhető élettartam ismeretében lehet dönteni a felújításról, illetve a teljes átépítésről.

A H.1.7. Utasítás részletesen taglalja a szabályzat szerinti ideális LM 71 járműteherteről eltérő tényleges, illetve a nemzetközi vonali besorolást meghatározó típusjárműveket, valamint az ezekhez tartozó és sebességtől függő dinamikus tényezőket. A statikai vizsgálat/mérlegelés szintjeit az elérendő célok függvényében az alábbiak szerint határozza meg:

I. korábbi (eredeti vagy üzemeltetés közben készített) statikai számítás alapján végzett műszaki mérlegelés;

II. egyszerűsített közelítő statikai számítás;

III. hagyományos (pl. manuális) statikai számítás;

IV. korszerű, a híd szerkezeti kialakítását, térbeli elrendezését és meghibásodásának jellegét megfelelően modellező számítógépes (numerikus) módszeren alapuló részletes statikai számítás;

V. terheléses célvizsgálattal igazolt IV. szintű ellenőrző számítás.

Részletesen taglalja az ellenőrző számítások módját, a figyelembe veendő biztonsági tényezőket, különös tekintettel a régi anyagokra. A fáradásvizsgálat során az általános tervezési módszert megengedi, de a híd fáradási kihasználtságának, valamint a becsülhető fáradási élettartamának meghatározására a lineáris károsodási hipotézisen alapuló részletes fáradásvizsgálati módszer alkalmazását írja elő. Ehhez megadja a múltbeli fásasztó vonattípusokat a különböző vonalakra.

A teherbírás és a tartósság értékelése során meghatározható, hogy a vonali besorolásnak, illetve a kölcsönös átjárhatóságnak, tanúsításra való alkalmassági követelményeknek megfelel-e a híd, és hogy a további üzemeltetés milyen járatási és felügyeleti intézkedéseket tesz szükségessé.

A függelékekben szereplő táblázatok és adatok (a statikai vizsgálat célja, szintjei és annak előírásai; a dinamikus tényezők kiszámított értékei; a korábbi hídszabályzatok járműterhei és dinamikus tényezői; a hídteherbírási nyilvántartólapok; az irányelvek hídfelújítások tervezéséhez) hasznos segédanyagot adnak a meglévő hidakkal foglalkozó szakembereknek.

Hogyan tovább?

A már említett, idén március 13-án megtartott, dr. Dunai László vezette szakmai vita (8. ábra) után – a beérkezett és ott elhangzott vélemények és javaslatok alapján – a bizottságvezetők összefogásával folyik a teljes anyag véglegesítése, összehangolása.

Ezután következik az elkészült javaslat alapján mintapéldák, összehasonlító vizsgálatok elvégzése, adott esetben a javaslatok korrigálása.

A munka befejezésének tervezett időpontja 2018 októbere. A cél, hogy az új szabályozás 2019. január 1-jével életbe léphessen. A vasúti pálya közműjellegű keresztezésének kialakítására vonatkozó H.1.8. Utasítás kidolgozása 2019-re marad; a Vasúti Hídszabályzat ezzel válik majd teljessé.

Írásunkból megállapítható, hogy a korábban, kellő alapossgal kidolgozott, és a fejlődés irányát is figyelembe vevő szabályozások 15, maximum 25 év távlatában adtak megfelelő és biztos kapaszkodót a szakemberek számára.

Napjaink tapasztalata azt mutatja, hogy a fejlődés az élet minden területén egyre gyorsabb, és nagyobb változásokat eredményez. Ennek ellenére reméljük, hogy a rövidesen életbe lépő, vasúti hidakkal és egyéb műtárgyakkal kapcsolatos új szabályozás hosszú távon is megállja helyét a hidak tervezése, létesítése és felügyelete terén. ◀

Irodalomjegyzék

- Kossalka János: A szegedi vasúti Tisza-híd. Doktori értekezés. Magyar Mérnök és Építészegylet 1904. évi közleménye.
- H.1. sz. Vasúti Hídszabályzat (1951). Közlekedésügyi Minisztérium, 1952.
- Forgó Sándor: Vasúti acélhidak fáradása. Sínek Világa, 1995/3.
- Jaramani Rafik: Magyar típusvonatokkal végzett fáradásvizsgálatok eredményei. Sínek Világa, 1995/3.
- Orbán Zoltán, Vörös József: Vasúti híd biztonságának megítélése a hazai szabályzatok és az Eurocode alapján. Vasbetonépítés, 1999/3.
- Vörös József, Evers Antal, Fodor István, Forgó Sándor, dr. Pintérné Agárdi Veronika: Tanulmány az új vasúti hídszabályzat készítésére. Kézirat. 1996. október 30.
- Vörös József: Tartószerkezeti Eurocode-ok, Eurocode 1. Sínek Világa, Különszám, 2009.
- Dr. Farkas György, Kovács Tamás: Tartószerkezeti Eurocode-ok, Eurocode 2. Sínek Világa, Különszám, 2009.
- Dr. Iványi Miklós: Eurocode-ok, Eurocode 3. Sínek Világa, Különszám, 2009.
- Vörös József: Vasúti hídszabályzatok történeti áttekintése. In: Vasúti Hidak a Budapesti Igazgatóság területén. Vasúti Hidak Alapítvány, 2006.
- Vörös József: A MÁV hídszolgálat elmúlt három éve. Sínek Világa, Különszám, 2006.
- Vörös József: Az európai és a hazai szabványok összefüggései. Sínek Világa, 2011/4.
- Hajós György: Építészek, mérnökök, építők. Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., 2011.

Summary

In the initial period of railway transport there weren't bridge regulations or instructions in today's meaning. Our first big river bridges: Tisza-híd at Szeged (1858), Ipoly-bridge at Szob (1859), Tisza-bridge at Algyő (1870) the southern connecting railway bridge (1877), Száva-bridge at Zimony (1884) were built in this way. It can be imagined how big was the responsibility of the designers of these bridges, since without work-help, regulations, plans of earlier bridges and their construction experiences both designers and authorities could rest mainly on their own knowledge and experiences.



Nagy szilárdságú acélok a hídépítésben

Dr. Kövesdi Balázs*

egyetemi docens

BME Hidak és

Szerkezetek Tanszék

✉ kovesdi.balazs@epito.bme.hu

☎ (30) 336-1384

A nagy szilárdságú acélszerkezetek alkalmazása már széles körben elterjedt a járműiparban, mobildaru-szerkezeteknél, offshore szerkezetekben, illetve a hajóiparban. Építőmérnöki felhasználásuk ezeknek az új és nagy teljesítőképességű acélszerkezeteknek napjainkban még csekély, ám egyre növekszik. A felhasználás elterjedését jelenleg erősen korlátozza a hiányos méretezési háttér, ami kiegészítő kutatásokat tesz szükségessé. Ezek a kutatások, melyek a nagy szilárdságú acél felhasználásának elterjedését hivatottak szolgálni, számos nyugat-európai, amerikai és ázsiai egyetemen nagy ütemben zajlanak, továbbá a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén is. Ma a világon a nagy szilárdságú acélt építőmérnöki szerkezeteknél leggyakrabban nagy fesztávú hídszerkezetekben alkalmazzák súlycsökkentés és ezáltal igénybevétel-csökkentés céljából. Másik felhasználási terület a szintén nagy fesztávú térbeli felületszerkezetű rácsos tartók, esetleg rácsos gerendák.

Napjainkban a nagy szilárdságú acél jeleníti az építőmérnöki gyakorlatban az egyik legújabb anyagszerkezeti újítást, melyet négy globális cél mozgat [1]:

- gazdaságosság: a szilárdság növelésével a szerkezeti méretek csökkenthetők, ami megtakarítást jelenthet gyártási és kivitelezési oldalon;
- építészeti megjelenés: a szerkezet méreteinek csökkentésével karcsúbb, esztétikusabb, szabadabb formavilágú szerkezetek építhetők, melyek jobban illeszthetők az adott környezetbe;
- környezettudatosság: a kisebb anyagfelhasználás kisebb károsanyag-kibocsátáshoz vezet a gyártásban, szállításban, szerelésben egyaránt;
- biztonság: a modern, nagy szilárdságú acélszerkezetek nemcsak nagyobb szilárdsági jellemzőkkel rendelkeznek, hanem nagyobb a környezeti ellenálló képességük is, jobb a szívóssági tulajdonságuk,

ennek eredményeként pedig nagyobb biztonsággal lehet felhasználni ezeket az anyagokat építőmérnöki szerkezetekben (modern offshore szerkezetek a legjobb példák ezen a téren a nagy szilárdságú acél felhasználására).

Korábban a nagy szilárdságú acélszerkezetek csak lemez formájában voltak kaphatók, mára azonban megjelentek a melegen hengerelt vagy hidegen alakított

acélszerkezeti gyártmányok is (I szelvények, zárt szelvények) nagy szilárdságú acélszerkezetekből. Elsősorban a zárt szelvények alkalmazása terjedt el az acél rácsos tartók körében, ahol a nagy szilárdságú acél számos előnyös tulajdonsága kihasználható. Egyrészt a nagyobb szilárdsági jellemzők keresztmetszeti méretcsökkentést tesznek lehetővé, ami súlycsökkentéshez, ezáltal igénybevétel-csökkentéshez vezet, és ez versenyképesebb szerkezetek előállítását teszi lehetővé. Ezenkívül a keresztmetszeti méretcsökkentés a festendő felület és a tűzvédelmi bevonat csökkenését is jelenti, ami tovább csökkenti az építési költséget. A kisebb keresztmetszeti méretek azonban karcsúbb, ezáltal stabilitásra érzékenyebb szerkezeti kialakításokhoz vezetnek, melyeknél a lokális horpadás és a kihajlás nagyobb hangsúlyt kap a tervezésben. Mindemellett ismert, hogy a nagy szilárdságú acélok gyártása, hengerlése, hegesztése a folyáshatárhoz képest kisebb sajátfeszültséget eredményez a normál szilárdságú acélokhoz képest, így lényegesen kedvezőbb lehet a nagy szilárdságú acélszerkezetekből készült szerkezeti elemek stabilitási viselkedése. Ezenkívül a hagyományos méretezési eljárások alkalmazása miatt jelentősen alulbecsülhetik a tényleges teherbírást, ami rontja a gazdaságos felhasználást. Ennek érdekében a globális és lokális stabilitási jelenség és teherbírás meghatározása nagy szilárdságú acélból készült



1. ábra. A Tokyo Gate Bridge oldalnézete – BHS500 és BHS700 anyagból készült [1]

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2015/4–5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

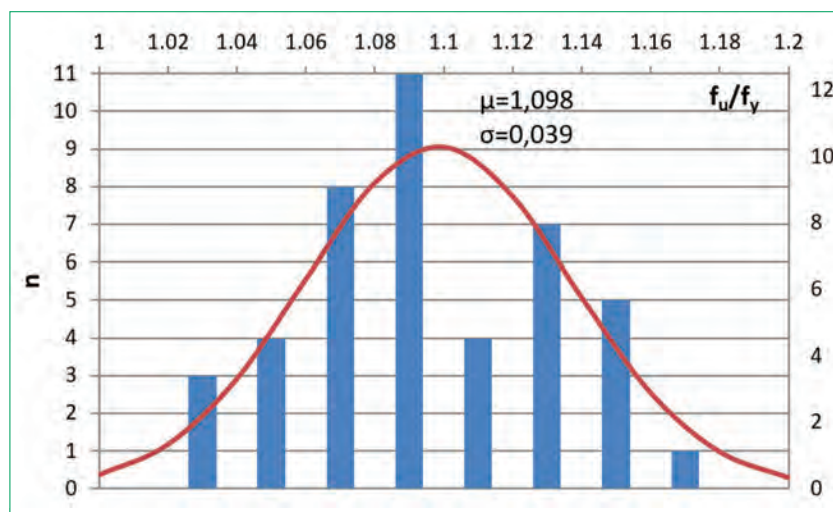
szerkezeti elemek esetén felülvizsgálatra szorul. Korábbi saját és nemzetközi szakirodalomban talált kutatási eredményeink azt igazolják, hogy a különösen nagy szilárdságú acélananyagok (S500–S960) stabilitási ellenállása lényegesen meghaladja a hagyományos (S235–S355) acélananyagból készült szerkezetek teherbírást.

A nagy szilárdságú acél világvizsgonylatban legjelentősebb építőipari felhasználási területe a nagy fesztávú híd-szerkezet (pl.: Tokyo Gate Bridge – 1. ábra). Napjainkig az építőmérnöki célból felhasznált nagy szilárdságú acélok számottevő részét híd-szerkezetekben alkalmazták. A nagy fesztávolságú híd-szerkezeteket a jelentős önsúly/hasznos teher arány jellemzi, ami azt jelenti, hogy önsúlycsökkentéssel nagymértékű maximális igénybevétel-csökkentést lehet elérni, ami további anyagfelhasználás-csökkenéshez vezethet. A keresztmetszeti méretek csökkentése azonban magával vonja a szerkezet merevségének, valamint a járműteherből származó feszültség-ingések nagyságának növekedését. Az anyagfelhasználás további csökkentésének általában a használhatósági, valamint a fáradási határállapot szab korlátot, ami azt is jelenti, hogy a hídépítésben alkalmazott nagy szilárdságú acélszerkezetek esetén szinte mindig a használhatósági és/vagy fáradási határállapot a mértékadó. Mivel a fáradás-vizsgálati eljárások és méretezési módszerek függetlenek az acélananyag szilárdsági tulajdonságától, ezért elengedhetetlen a nagy szilárdságú acél híd-szerkezetek gazdaságos alkalmazásához, hogy tovább fejlesszük a tervezésükhöz alkalmazott méretezési eljárásokat. Korábbi szakirodalmi adatok egyértelműen alátámasztják, hogy a folyáshatár növelésével az alapanyag fáradási jellemzői is kedvezőbbek lesznek, ugyanez azonban már nem mutatható ki egyértelműen hegesztett szerkezeti részletek esetén.

Magyarországon jelenleg leginkább az S235–S355 (S420/S460) acélananyagok érhetők el. Ugyanakkor külföldön már szélesebb körben kaphatók az S500–S960 acélananyagból készült szerkezeti elemek is, így középtávon várható ezeknek az acélananyagoknak a hazai építőipari térnyerése is.

Nagy szilárdságú acélok anyagi jellemzői

A nagy szilárdságú acélok fejlesztése már az 1950-es években megindult. Az első nagy szilárdságú acéloknál ugyan a nagy



2. ábra. Szakítószilárdság és folyáshatár aránya nagy szilárdságú acéloknál

(>500 MPa) szilárdságot sikerült elérni, de közben az acél más jellemzői nem voltak kedvezőek, mint például a hegeszthetősége, korrózióállósága vagy a duktilitása. Ugyanakkor a mai nagy szilárdságú acélok előállításánál sok hátrányos tulajdonságot sikerült felszámolni az anyagtudomány fejlődésének köszönhetően. Az úgynevezett nagy teljesítményű acéloknak már nemcsak a szilárdsága magasabb, hanem kedvezőbb a hegeszthetősége, valamint a korrózióállósága is. A továbbiakban bemutatjuk azokat a legfontosabb jellemzőket, amelyekben szignifikánsan eltér a nagy szilárdságú acélananyag viselkedése a normál szilárdságú acéloktól.

1. Megnövekedett szilárdság: az általánosan alkalmazott S235/S355 acélokhöz képest akár 3-4-szeres szilárdsági növekedés is elérhető (S960/S1100).

2. Nincs folyási plató, emiatt az anyag folyáshatárát a 0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó egyezményes folyáshatárral jellemezzük.

3. Kisebb a felkeményedési mérték: míg az EN 1993-1-1 [2] előírásai alapján S460-as anyagminőségig a szakítószilárdság és a folyáshatár hányadosának nagyobbak kell lenniük, mint 1,10 ($f_u/f_y \geq 1,10$), addig ezt az értéket a nagy szilárdságú acélok nem minden esetben teljesítik. A BME korábbi anyagvizsgálati kísérletei, melyeket 22 nagy szilárdságú acélanagyon végzett (összesen 42 db próbapálcán különböző gyártó, anyagminőség vagy anyagvastagság esetén), azt mutatták, hogy a vizsgált nagy szilárdságú acélananyagok átlagos f_u/f_y arányának átlaga kisebb, mint 1,1.

4. Az EN 1993-1-12 [3] előírása alapján az S460 és S700 közötti acélananyagminőségek esetén a minimális f_u/f_y arány határértéke 1,05. A korábban a BME által vizsgált anyagok nagy része ezt a feltételt kielégíti. A vizsgált próbatestek statisztikai kiértékelése a 2. ábrán látható.

5. Kisebb duktilitás: az Eurocode-ban az f_u/f_y arány a duktilitási feltételek között szerepel, habár az tulajdonképpen a felkeményedés jelenségét írja le. Ugyanakkor szerepel az Eurocode-ban két másik feltétel is, ami már ténylegesen a duktilitás jelenségét írja le. S460-as anyagminőségig az első ilyen feltétel 15%-os minimumhátart szab a szakadási nyúlásra ($\epsilon_f \geq 15\%$), a másik meg a folyási nyúlás 15-szörösében minimalizálja a szakadónyúlást ($\epsilon_u \geq 15\epsilon_f = 15f_y/E$). Az S460-tól S700-ig terjedő anyagminőségek esetén az EN 1993-1-12 az első feltételt 10%-ra csökkentti, míg a másodikat változatlanul hagyja. Saját laboratóriumi kísérleti eredményeink azt mutatták, hogy a 10%-os szakadónyúlást az S500-as és S700-as acélok minden esetben teljesítették.

A képlékenységi követelmények biztosítják a törés jellegű tönkremenetek elkerülését. Ebben a széntartalomnak igen fontos szerepe van. A széntartalom növelésével ugyan a szilárdság nő, azonban az alakíthatóság csökken. Ezért a széntartalmat 0,15–0,30% között kell tartani minden szerkezeti acélnál. A HSS típusú acélok széntartalmát egészen alacsony, 0,15%-os értéken tartva tudják biztosítani a magas szilárdságot, ugyanakkor ennek következtében jelentősen lecsökken a duktilitás mértéke. Mivel az alacsony

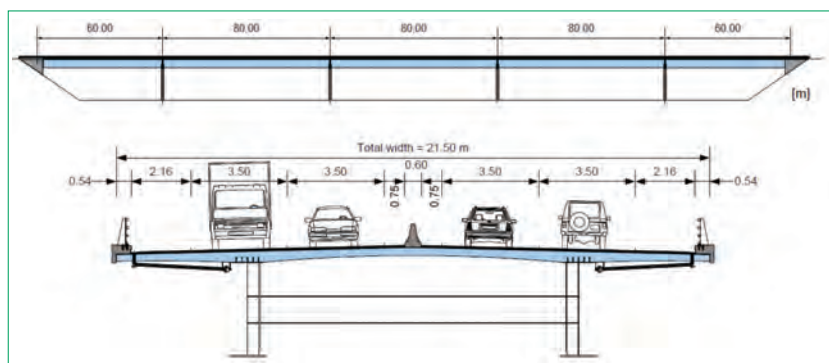
szilárdságú acélszerkezetekre kidolgozott méretezési eljárások közül számos képlet kihasználja a képlékeny teherbírás tartalmát, illetve a képlékeny tartományban bekövetkező feszültségátrendeződést, ezért az eltérő anyagjellemzőkkel bíró nagy szilárdságú acélszerkezetek méretezési eljárása felülvizsgálatra, pontosításra szorul.

Nagy szilárdságú acélszerkezetek előnyei, jellemzői, gazdaságossága

Nagy szilárdságú acélszerkezetek napjainkig elsősorban a hídépítésben terjedtek el, magasepítési felhasználásuk csekély. Költségelemzések azt mutatják, hogy a jelenlegi árszinten még egyértelműen nem igazolható a nagy szilárdságú acélszerkezet gazdaságossága sem a hídépítésben, sem a magasepítésben. Hidaknál azonban előtérbe kerülhetnek előnyös tulajdonságai, önsúlycsökkentés és ezáltal igénybevételcsökkentés révén, illetve szükség esetén a szerkezeti magasság csökkentése érdekében. A nagy szilárdságú acélszerkezetek előnyei a hagyományos szilárdsági osztályú szerkezetekkel szemben a következők:

- kisebb önsúly és anyagmennyiség;
- karcsúbb, és ezáltal kedvezőbb megjelenésű szerkezetek;
- feszítvánövelés, és ezáltal esetleg pillérszámcsoökkentés lehetősége;
- kisebb szerelési költség (kisebb varratméretek a vékonyabb lemezek miatt, kisebb előmelegítési igény a kedvezőbb hegeszthetőség miatt);
- egyszerűbb szállíthatóság és összeszerelhetőség a kisebb önsúly következtében;
- a kedvezőbb szívóssági tulajdonság csökkenti a ridegtörési kockázatot, és növeli a szerkezet megbízhatóságát az élettartama alatt;
- kedvezőbb fenntarthatóság, jobb korrózióállóság, mely növeli a szerkezet élettartamát.

Több korábbi nemzetközi szakirodalomban publikált tanulmány is arra az eredményre jutott, hogy a nagy szilárdságú acélanyag más, alacsonyabb szilárdságú anyaggal együtt lehet igazán gazdaságos, például hibrid tartókban (ötlemez nagy szilárdságú, gerinclemez normál szilárdságú acélból készül), vagy öszvérszerkezetekben felső vasbeton pályalemezzel, ahol a nagy szilárdságú szerkezeti elemek dominánsan húzóttak [4]. További felhasználási alternatíva, hogy szerkezetek bizonyos részei nagy szilárdságú, bizo-



3. ábra. Gazdaságossági számításhoz alkalmazott öszvérhíd geometriája

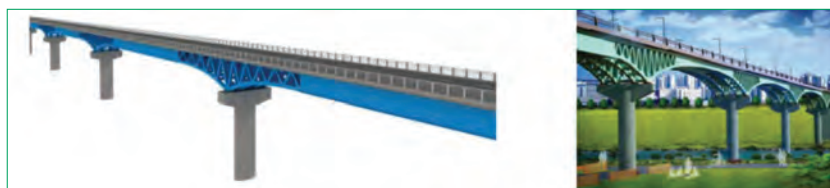
nyos részei normál szilárdságú acélból készülnek (például nagy fesztávolságú hidak mezőközépi része nagy szilárdságú acélból, támaszközei részei normál szilárdságú acélból). Az anyagköltség-csökkentés továbbá magával vonja a szerelési, szállítási és építési költség csökkenését is, mivel kisebb tömegű szerkezeteket kell szállítani, mozgatni, emelni. Továbbá a kedvezőbb időállósági és korrózióállósági tulajdonság következtében a híd élettartama során is kisebb költségekkel lehet számolni. A külföldön hagyományosan 10 évenkénti festés (ami jelentős költség) csökkenthető a nagy teljesítőképességű acélanyag alkalmazásával.

Japánban a Tokyo Institute of Technology és a Japan Iron and Steel Federation közös kutatási projekt keretében végzett költségvetésszámításokat kis/közepes, valamint nagy fesztávolságú hidak esetén a nagy teljesítőképességű acélanyagok felhasználásával a várható költségcsökkenés meghatározására [1]. Két kialakítású hídszerkezetet vizsgáltak: egy 53 m fesztávolságú két főtartós autópályahídat és egy rácsos, ortotrop pályaszerkezetű, 69 m fesztávolságú hidat. A számítások azt mutatták, hogy a kis fesztávú szerkezetek esetén az S355-ös acélanyaghoz képest a magasabb folyáshatár a fátadási határállapot miatt csak kismértékű súlycsökkenést tud eredményezni. Nagyobb fesztávolságú hidaknál azonban, ahol a fátadási határállapot kisebb szerepet kap, egészen az S600-as

acélanyagig számottevően csökkenthető a szerkezet önsúlya, és ezáltal az anyagfelhasználás mennyisége.

Komoly kutatást és gazdaságossági számításokat végeztek Portugáliában 2014 és 2018 között S690-es acélanyag közötti hídépítésben való alkalmazására [5]. Összehasonlító tanulmány készült egy 21,5 m kocsipálya-szélességű, 80 m fesztávolságú, folytatólagos többtámaszú, két főtartós, nyitott keresztmetszetű öszvérszerkezetben a nagy szilárdságú acélanyag alkalmazásának elemzésére. A kutatók két szerkezeti alternatívát dolgoztak ki és hasonlítottak össze, az első S355 NL, a második variáns S690 QL acélanyagból készült. A gazdaságossági számításhoz alkalmazott szerkezet geometriája a 3. ábrán látható.

A számítás eredménye azt mutatta, hogy a nagy szilárdságú acél alkalmazásával közel 25%-os acélanyag-megtakarítás érhető el. Ezenkívül a kutatók még arra jutottak, hogy a nagy szilárdságú acél alkalmazásának révén a megtervezett hídszerkezet lemezei horpadás szempontjából érzékenyebbek, a lemezvastagság-csökkentések következtében ugyanakkor ridegtöréssel szemben kismértékben kedvezőbbek lettek. A mértékadó határállapot a nagy szilárdságú acél alkalmazása esetén a fátadás volt – a 80 m-es fesztáv ellenére. További előnye a nagy szilárdságú variánsnak, hogy a tompavarratok mennyisége a hídban a lemezvastagságok csökkenése miatt jelentő-



4. ábra. Gazdaságossági számítással optimalizált hídszerkezeti megoldás [6]

sen (közel 35%-kal) csökkent, ami számotvető építésköltség-csökkenéshez vezethet.

2011-ben koreai kutatók igyekeztek optimalizálni a nagy szilárdságú acélanyag felhasználását hídszerkezetekben [6]. Három különböző acélanyagot (S500, S600 és S800) vizsgáltak. Az optimalizálás során kidolgozott öszvérszerkezeti variánst a 4. ábra mutatja be, mely kombinálja a rácsos szerkezeti kialakítást a tömör gerincű tartókkal.

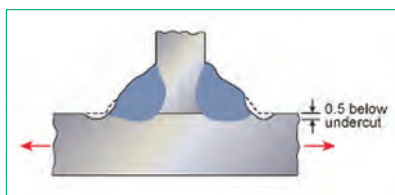
Fáradási specifikumok és fáradási élettartamot növelő eljárások

Mivel a nagy teljesítőképességű hegesztett acélszerkezetek folyáshatára és fáradási élettartama között a laboratóriumi kísérletek és az eddigi kutatások eredményei alapján nem lehetett egyértelmű összefüggést találni, a nagy teljesítőképességű acélok alkalmazásával együtt elterjedtek a fáradási élettartamot javító eljárások. A nemzetközi szakirodalom – [7] és [9] – a fáradási élettartam-növelő technikáknak három csoportját különbözteti meg, melyekről magyar nyelven is olvasható leírás [8]. A három csoport a következő:

- varratalak módosítása (éles sarkok, mikrohibák lemunkálása – feszültségkoncentráció csökkentése érdekében);
- varratalak módosítása – maradó feszültségek csökkentése;
- környezeti hatások minimalizálása.

Az első csoportba a következő eljárások tartoznak:

- tompavarratok dudorjának síkba munkálása;



5. ábra. Eredeti és szegélyköszörüléssel módosított varratalak [9]

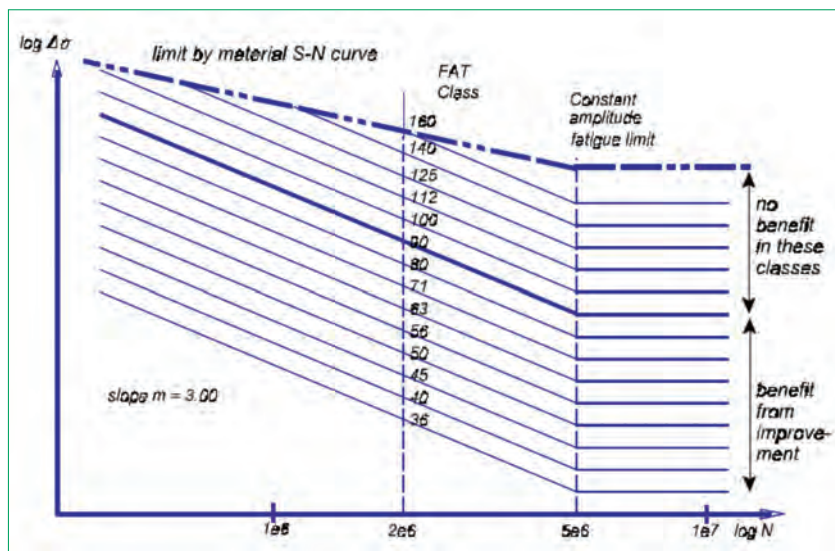
- sarok- és tompavarratok varratszegélyének kiköszörülése;
- varratszegély újraolvasztása (AWI, plazma vagy lézertechnológiával).

A második csoportba tartoznak a varratalak mechanikai deformálásának módszerei:

- gépi kalapálás (hammer peening);
- tűskézés/verőcézés (needle peening);
- szemcseszórás;
- nagyfrekvenciás kalapálás (Ultrasonic impact treatment, UIT).

A harmadik csoportba az aktív és passzív korrózióvédelem tartozik.

A laboratóriumi vizsgálatok alapján ezek az élettartamot növelő eljárások általában a nagy ismétlésszámú fáradási tartományban tudnak hatékonyak lenni, és jelentős fáradási élettartam-növekedést elérni. Ezek az eljárások azoknál a szerkezeti részletosztályoknál hatékonyak, melyeknél a fáradt repedés a varratszegélytől indul [6]. Azoknál a szerkezeti kialakításoknál, melyeknél varratrepedés a jellemző tönkremeneteli mód, a fent felsorolt eljárások csak kis hatékonysággal alkalmazhatók. A nemzetközi szakirodalomban található fáradási ellenállást növelő technikák közül ebben a cikkben hármat mutatunk be.



6. ábra. Köszörülés fáradási osztályt módosító hatása [9]

Szegélyköszörülés

A szegélyköszörülés célja a varratalak módosítása révén a feszültségkoncentráció csökkentése, a szegélybeégek, a hideg ráfolyások, a mikrorepedések megszüntetése és kedvezőbb varratlakprofil kialakítása. Az eredeti és a szegélyköszörüléssel módosított varratlakot és a köszörülés javasolt méretét az 5. ábra mutatja. A kiköszörülés mértékének minimálisan 0,5 mm-nek kell lennie, 40 mm vastag lemezekig a maximális mérete a lemezvastagság 7%-a lehet. A 40 mm-nél vastagabb lemezek esetén a szegélyköszörülés mélysége maximum 3 mm lehet [9].

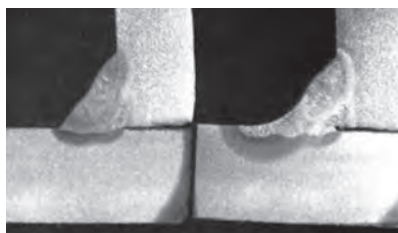
A kiköszörülés sugarát a köszörülési mélység és a lemezvastagság függvényében kell meghatározni. A köszörülési sugár minimális mértékének $r/t \geq 0,25$ és $r/d \geq 4$ összefüggéseket kell kielégítenie. Ennek megfelelően egy 10 mm vastag lemez és 5 mm mély köszörülési mérték esetén a köszörülési sugárnak 2,5 mm-nél nagyobbak kell lennie. A szegélyköszörüléssel a fáradási osztály az IIW ajánlása alapján [7] az eredeti fáradási osztály 1,3-szorosára növelhető S235–S355 acélok esetén (ami 2,2-szeres élettartam-növekedésnek felel meg, $m = 3$ -mal számolva). Ennél magasabb szilárdsági osztályú szerkezetek esetén a növelő tényező értéke 1,5 (ami 3,4-szeres élettartam-növekedésnek felel meg, $m = 3$ -mal számolva) [8].

Ez a varratjavító eljárás csak 90-es részletosztályig alkalmazható (6. ábra), mert ennél magasabb részletosztályok már nem a varrat szegélyétől kiinduló repedésekre vonatkoznak. Ennek megfelelően a varratjavítással maximálisan 112-es fáradási osztály érhető el.

AWI újraolvasztás

A varratszegélynél lévő hibák nemcsak köszörüléssel, hanem AWI újraolvasztással is javíthatók. Az újraolvasztás hagyományos AWI hegesztőgéppel történik, amit hegesztőhuzal nélkül alkalmaznak a varratjavítás során. Az IIW ajánlásaiban pontosan rögzített hegesztési paraméterbeállításokat adnak meg a pontos hőbeviteli mennyiség meghatározása és a kedvező varratlak elérése érdekében [8]. Egy jellemző eredeti és egy újraolvasztás utáni varratkép látható a 7. ábrán.

Megjegyzendő, hogy az AWI újraolvasztás technikája nagyon érzékeny a szennyeződésekre, melyek az újraolvasztás során bekerülhetnek a varratba, illetve az

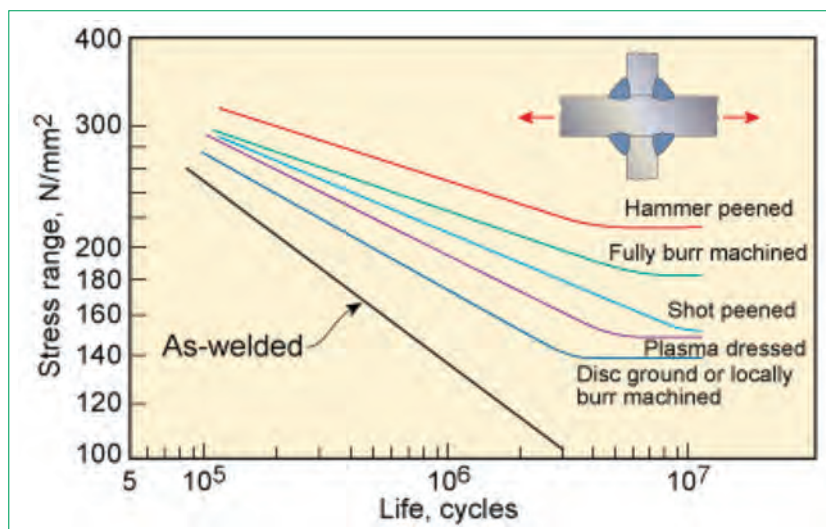


7. ábra. Jellemző eredeti és újraolvasztás utáni varratalak [9]

alapanyagba. Fontos, hogy az újraolvasztás előtt a felületről és környezetéből minden szennyeződést (festék, homok, szemcseszórás stb.) el kell távolítani csiszolással vagy más módon [8]. Továbbá ezzel a varratalak-módosító eljárással is csak maximálisan 90-es fáradási osztályú szerkezeti részeket javíthatók. Az AWI újraolvasztással a fáradási osztály az IIW ajánlása alapján [9] az eredeti fáradási osztály 1,3-szorosára növelhető S235–S355 acélok esetén, ennél magasabb szilárdsági osztályú szerkezetek esetén a növelő tényező értéke 1,5.

Kalapácsolás és verőcézés

A kalapácsolás és verőcézés varratjavító technikák célja a varratban lévő húzó sajátfeszültségek megszüntetése. Ezenkívül a nagy erejű, nagy sebességű kalapálás zárja a mikrorepedéseket, és képlékeny alakváltozást hoz létre a varratszegély felületén. Ennek eredményeként a nyomófeszültségek semlegesítik a fáradás szempontjából kedvezőtlen húzófeszültségeket, ezáltal késleltetik a fáradt repedések kialakulását. Emellett a varratprofil is javul a képlékeny alakváltozással, és a feszültségkoncentráció is csökken a mikrorepedések zárásával. Kalapácsolásnál fontos megjegyezni, hogy



8. ábra. Fáradási élettartam-növelési lehetőségek hatékonysága [9]

a sajátfeszültségek változásával változik a feszültségváltozás arányszáma is. Ismert, hogy $R = 0,5$ értéknél a legnagyobb a szerkezetek fáradási élettartama, mely egyre csökken $R = 0$, illetve $R = -1$ irányba. Mivel azonban a kalapácsolással nyomó sajátfeszültséget viszünk a szerkezetbe, a feszültségváltozási tartományt az $R = 0,5$ irányból az $R = -1$ irányába mozdítjuk el, ami lényegesen kedvezőtlenebb fáradási viselkedést eredményez. A nagy szilárdságú acélból ($f_y > 355$ MPa) készült hegesztett szerkezetek legmagasabb fáradási osztálya kalapácsolás és verőcézés révén is egyaránt a 125-ös fáradási osztály lehet. Ugyanakkor ez az egyik leghatékonyabb varratmódosító eljárás, amit a 8. ábra szemléltet. A diagramon látható, hogy a fáradási tartamszilárdság a varratmódosító eljárás révén jelentősen javul, és a jellemző S-N görbe nemcsak párhuzamosan eltoló-

dik, hanem a meredeksége is megváltozik, ami különösen a kis feszültséglengéssel terhelt hídszerkezetek esetén hatékony.

Alkalmazási példák és az alkalmazás előnyei

Ebben a részben a [10] szakirodalom alapján bemutatok néhány példát a világ különböző pontján alkalmazott nagy szilárdságú acél felhasználására, és ismertetem a hozzájuk kötődő előnyöket. Megjegyzendő, hogy Magyarországon is többször alkalmaztak tervezők az elmúlt években nagy szilárdságú acélt hídépítésben (pl.: Pentele híd – Dunaiújváros; hárosi Duna-híd betolópályája; M30-as főút Sajó-híd), ugyanakkor ezúttal kizárólag a külföldi alkalmazásokat ismertetem, melyek talán kevésbé ismertek.

Fast Bridge 48 (katonai hídszerkezet)

A Fast Bridge 48 egy 48 m fesztávú, katonai célra kifejlesztett szerkezet, melyet a NATO szabványainak megfelelően dolgoztak ki. A szerkezetet különösen nagy szilárdságú acélból tervezték, S960 és S1100 anyagok felhasználásával. A szerkezet kevesebb mint 90 perc alatt összeszerelhető és használatba vehető. A híd üzemszerű állapotban a 9. ábrán látható.

A szerkezet 8,00 m-es modulokból áll, ennek megfelelően 32,00 m és 48,00 m hosszú szerkezet szerelhető össze belőle. A szerkezet szélessége 4 m, szerkezeti magassága 1,6 m. A pályaszerkezet 5 mm vastag S1100 szilárdsági osztályú acélanyagból készült. A rácsos tartó alsó övei S460



9. ábra. Fast Bridge 48 összeszerelt és üzem közbeni állapotban [10]

szilárdságú négyzetes zárt szelvények. A modulokat összekapcsoló csomólemezek S960 szilárdsági osztályú 50 mm vastag lemezekből készültek. Ennél a hídstruktúráknál a nagy teljesítőképességű acélok előnyei a következők:

- súlycsökkentés, ami a szállíthatóságot és szerelést könnyíti meg;
- kedvezőbb élettartam korrózióállóság miatt;
- csökkentett építési költség és gyorsabb kivitelezhetőség a kisebb önsúly okán.

A katonai célú hídstruktúráknál az a két határállapot, ami egyébként a nagy szilárdságú acélok alkalmazását korlátozza hídstruktúrák esetén (fáradási és használhatósági határállapot), nem jelentenek korlátot, mivel nincs rajtuk nagyszámú járműforgalom, illetve nincsen előírt lehaladási kritérium. Ennek következtében a nagy teljesítőképességű acél minden kedvező tulajdonsága kihasználható, ugyanakkor a hátrányai nem okoznak méretezési problémát [10].

Airport-Bridge a Rajna felett

Az Airport-Bridge Düsseldorf közelében vezeti át az A44-es autópályát a Rajna felett (10. ábra). A híd ferdekábeles, 1998–2002 között építették 7180 t S355, illetve 520 t S460 acélszelvény felhasználásával. A pilon magasságának csökkentése érdekében (melyre a közeli repülőtér miatt volt szükség) V alakú pilonokat terveztek, melyeket S460 szilárdsági osztályú acélból készítettek.

A nagy szilárdságú acél előnyei ebben az esetben a ferde kábelekből származó nagy erők felvételére szolgáló összekötő rúd falvastagságának csökkentése, ezáltal a hegeszthetőség kedvezőbbé tétele volt. Továbbá a nagy teljesítőképességű acél alkalmazásával megvalósítható volt az előmelegítés nélküli hegesztés, ami csökkentette a kivitelezési költséget [10].

Öszvérhíd Ingolstadt mellett (Németország)

A hídstruktúra egy folytatódó többszárnyú öszvérhíd $24 + 5 \times 30 + 20$ m fesztávokkal. A kocsiút szélessége 15 m, mely minden támaszon két különálló pilléren fekszik. A híd integrált szerkezetként lett kialakítva, saruk nélkül. A pályaszerkezet fix kapcsolattal csatlakozik a pillérekhez egy kis merevségű acéllemezen keresztül. Ennek a félmerev kapcsolatnak



10. ábra. Az Airport-Bridge oldalnézete; Düsseldorf–Ilverich, Németország [10]



11. ábra. Gyalogoshíd a Bayerstrasse felett, München [10]

a kialakítására alkalmaztak S690 QL szilárdsági osztályú acélszelvényt. Az adott szerkezetnél a nagy szilárdságú acél előnye abban mutatkozott meg, hogy nagy teherbírást lehetett elérni viszonylag kis merevség mellett. A nagy teherbírás fontos volt a reakcióerők (normál és nyíróerő) továbbítására, míg a kis merevség fontos volt a csuklóhoz közeli kapcsolat kialakítása érdekében [10].

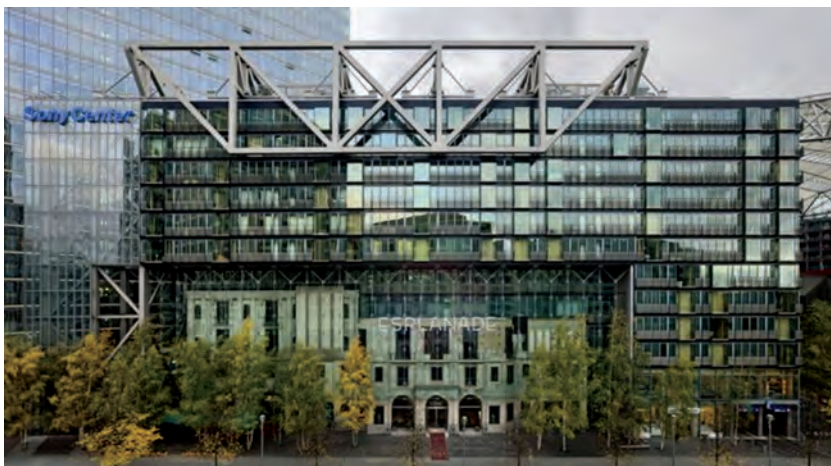
Verrand viadukt (Olaszország)

A Verrand viadukt felszerkezete szekrény keresztmetszetű ortotróp pályalemez szerkezet. A híd nyílásbeosztása $97,5 + 3 \times 135 + 97,5$ m, a kocsiút szélessége 20 m. A szerkezet betölös technológiával készült, 85 m hosszú betölőcső alkalmazásával. A nagyon hosszú betölőcső ese-

tén kiemelt fontosságú volt a betölőcső súlycsökkentése, melyet S690 acélszelvény felhasználásával értek el a tervezők. Ennek következtében az eredetileg végleges állapotra tervezett és optimalizált felszerkezetet nem kellett megerősíteni a betölös építésmód alkalmazása miatt, ami jelentős kivitelezési és gyártási előnyöket jelentett [10].

Hibrid szerkezetek (Svédország)

A svéd tervezési gyakorlatban meglehetősen elterjedt a különböző szilárdsági osztályok kombinációja, ezáltal a szerkezet teherbírásának optimalizálása. Általában nagyobb szilárdsági osztályt alkalmaznak az övlemezben és kisebbet a gerinclemezben. Az általános kritérium az, hogy az övlemez folyáshatára ne haladja meg



12. ábra. A Sony Center épülete, Berlin [10]

50%-nál nagyobb mértékben a gerinclemez folyáshatárát. 1995-ben egy egy-nyílású, 20 m fesztávú hídszerkezet épült Mittaldalenben. Az alsó övlemez S690 szilárdsági osztályú acélból, a felső övlemez és a gerinclemez S460-as acélból készült. A különböző anyagelosztású hibrid tartókon végzett költségelemzés egyértelműen

azt mutatta ki, hogy a hibrid kialakítás költséghatékony megoldás lehet [10].

Gyalogoshíd a Bayerstrasse felett

2005-ben készült el a 11. ábrán látható gyalogoshíd Münchenben. A felszerkezet fesztávja 38,7 m, szélessége 4 m. A főtartó szerkezete két rácsos szerkezetű gerenda, melyre vasbeton pályaszerkezet került. A rácsos főtartó rúdjai S690 QL szilárdsági osztályú acélból készültek, 127 × 30 mm keresztmetszeti jellemzőkkel. A nagy szilárdságú acél alkalmazásával a főtartó lényegesen karcsúbb megjelenésű, ami építészeti szempontból fontos volt [10].

A Sony Center rácsos tetőszerkezete

A Sony Center tetőszerkezete egy érdekes rácsos kialakítás (12. ábra), melynek célja a régi falazott szerkezetek épületfelújítás utáni terhelésének csökkentése és a terhek új szerkezeti elemekre való áterhelése. A rácsos tartót S460 és S690 szilárdsági osztályú anyagból készítették. A nagy szilárdságú acél alkalmazásának oka a keresztmetszetek méretének csökkentése volt, ami egyrészt kedvezőbb megjelenéssel jár, másrészt kevesebb tűzvédő bevonat alkalmazását tette szükségessé [10].

HST híd a Hollandsch Diep felett

A Hollandsch Diep HST hídja (13. ábra) nagysebességű vasútvonalat visz át az 1200 m szélességű Hollandsch Diep folyó felett. Az acél felszerkezet szekrény keresztmetszetű, mely S355 J2 és S460 N jelű acélszerek alkalmazásával készült. A szerkezet érdekessége, hogy a magas

szilárdsági osztály ellenére a híd nagy részén 100–210 mm vastag lemezek alkalmazására volt szükség. A nagy szilárdságú acélszerek alkalmazásának előnye ennél a hídnál abban jelentkezett, hogy sikerült 500 t alatt tartani a gyártási egységek súlyát, és ez lehetővé tette a folyón szállítást, valamint a szerkezet úszódaruval való beemelését [10].

Enneus Heerma híd

Az Enneus Heerma híd (14. ábra) különleges vonalvezetésű ívhíd, melynek fesztávja 230 m, szélessége 38 m, ívmagassága pedig 26 m. A híd négy-sávú autópályát, két vasúti vágányt, két biciklis és két gyalogos sávot kapott helyet. A szerkezetet 2001-ben készítették el termomechanikusan hengerelt S460-as acélszerekkel [10].

Összefoglalás

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy a nagy szilárdságú acélok az acélszerkezeti építőmérnöki gyakorlatban alkalmazott acélszerek új generációját jelentik, melyek jelentősen javított mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek; növelt folyáshatár és szakítószilárdság, kedvezőbb szívóssági tulajdonság, hegeszthetőség és korrózióállóság jellemzi őket.

Az EN1993-1-12 [3] szabvány S700-as anyagminőségig ad méretezési eljárást, gyártási minőségi szabványok pedig S960 szilárdsági osztályig állnak napjainkban rendelkezésre. A hiányos szabványi háttér súlyos limitációt jelent, és gátolja a nagy teljesítőképességű acélok széles körű elterjedését. Napjainkban ennek a hiánynak a pótlásával foglalkoznak kutatók világszerte. A nagy szilárdságú acél hídépítési felhasználásának szempontjából komoly korlátot jelent, hogy acél- és öszvérhidak esetén a fáradási határállapot jelenti a mértékadó határállapotot, a hegesztett szerkezeti részeket esetén azonban a legtöbb nemzetközi szakirodalomban fellelhető kutatási eredmények szerint nincs lényegi különbség a különböző folyáshatárú acélszerek fáradási élettartamában. Ugyanakkor fáradás szempontjából három tényező a nagy szilárdságú acél mellett szól:

- kisebb lemezvastagságú és kisebb hegesztési varratokkal kialakítható szerkezeti részeket lehet nagy szilárdságú acélból készíteni, ami a varratméret-csökkenés

Summary

Application of high-strength steel materials has already spread in wide range in vehicle industry, at mobile crane structures, in offshore structures and in ship industry. But civil engineering utilization of these new and high-performance steel materials is low yet but it grows. Spreading of utilization is presently heavily restricted by the missing sizing background which necessitates complementary researches. These researches which are inspired to serve the spreading the utilization of high-strength steel are in process in several Western-European, American and Asian Universities in great tempo, among them also in Bridges and Structures Department of Budapest Technical University. Presently in the world the steel with high strength at civil engineering structures mostly applied in bridge structures of great-span for the purpose of weight decreasing and thereby for the purpose of load decreasing. The other application areas are the truss-girders with spatial surface structure which have also great span maybe trussed beams.



13. ábra.
Hollandsch
Diep HST híd-
ja; Dordrecht-
Breda, Hollan-
dia [10]

és a mérethatás miatt kedvezőbb fáradási jellemzőket eredményez;

- a nagy szilárdságú acél alapanyag-fáradási viselkedése lényegesen jobb, mint a normál szilárdságú acélé, folyáshatár növelésével a fáradási osztály közel lineárisan nő, ennek köszönhetően, gondos részlettervezéssel, a nagy szilárdságú acélból készült szerkezetek fáradási viselkedése javítható;
- minden varratjavító eljárással kapcsolatos eddigi kutatás azt igazolta, hogy minél nagyobb a szilárdsági osztály, annál nagyobb mértékben javul a szerkezet fáradási viselkedése, mivel a javított varrattal kialakított szerkezet közelebb kerül az alapanyagszerű viselkedéshez.

Nagy szilárdságú acélszerkezetek stabilitási viselkedése szintén kedvezőbb, mint a normál szilárdságú osztályú szerkezeteké. Ennek oka a folyáshatárhoz képest arányosan kisebb nyomó sajátfeszültségek kialakulása az acélgyártmányokban. Figyelembe véve a fent ismertetett kedvező

tulajdonságokat, körültekintő tervezéssel és helyes szerkezeti megoldások alkalmazásával költségcsökkentést lehet elérni a nagy szilárdságú acélanyag alkalmazásával, és ez jelentős előnyökkel kecsegtet a felhasználás jövőjét illetően.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét az Emberi Erőforrások Minisztériumának a számára nyújtott támogatásért. Jelen kutatás és cikk az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A kutatást ezenkívül támogatta az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíja is, melyért a szerző szintén köszönetét fejezi ki. «

Irodalomjegyzék

[1] IABSE-AIPC-IVBH: *Structural Engineering Documents. Use and*

application of High-Performance Steels for Steel Structures - 8, 2005.

[2] EN 1993-1-1. *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1.1: General rules and rules for buildings. CEN. 2009.*

[3] EN 1993-1-12. *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S700. CEN. 2007.*

[4] K. Mela, M. Heinisuo: *Weight and cost optimization of welded high strength steel beams. Engineering Structures, Vol. 79, 2014, pp. 354–364.*

[5] J.O. Pedro, A.J. Reis: *High strength steel (HSS) S690 in highway bridges. Comparative design, Proceedings of the 8th European Conference on Steel and Composite Structures (Eurosteel 2017), September 13-15, 2017, Copenhagen, Denmark.*

[6] C.S. Shim, J.W. Whang, C.H. Chung, P.G. Lee: *Design of double composite bridges using high strength steel. Procedia Engineering, Vol. 14, 2011, pp. 1825–1829.*

[7] A. Hoobacher: *Recommendations for fatigue design of welded joints and components. IIW document XIII-1965-03 / XV-1127-03, 2003.*

[8] A. Gál: *A hegesztési varratok fáradási szilárdságának növeléséről. MAGÉSZ Acélszerkezetek, Vol 4. 2014, pp. 50–57.*

[9] P.J. Haagsen, S.J. Maddox: *IIW recommendations on post weld improvement of steel and aluminium structures. IIW-XIII-2200r7-07 Revised, July 2010.*

[10] E. Gogou: *Use of high strength steel grades for economical bridge design. MSc thesis study, TU Delft, 2012.*



14. ábra. Enneus Heerma híd, Hollandia [10]

A CSOMIÉP Kft. beton és vasbeton termékcsaládjaival a vasútépítők partnere

Keretelem közműalagút



Szádcölöp közbenső elemmel



Iparjogvédelem
alatt áll

Szádcölöp elem



Iparjogvédelem alatt áll

Vasúti kerethíd keretelem



Iparjogvédelem alatt áll

Konzolos támfalas elem



Iparjogvédelem alatt áll
Fotó: partnerünk hozzájárulásával

Aknás keretelem



Iparjogvédelem alatt áll

Új univerzális peronelem



Iparjogvédelem alatt áll
Fotó: partnerünk hozzájárulásával

Betonacél nélküli vasúti sínpanel



Iparjogvédelem alatt áll

CSOMIÉP-Mócsán támfalas elem



Iparjogvédelem alatt áll

Hagyományos peronelem



Kábelcsatorna



Társaságunk vállalja egyedi műtárgyak statikai tervezését valamint engedélyezési és kiviteli tervek készítését.

CSOMIÉP Beton és Meliorációs Termékgyártó Kft.

6800 Hódmezővásárhely, Makói úti CSOMIÉP ipartelep

Telefon: (+36) (62) 535-730 · Fax: (+36) (62) 535-731

Honlap: www.csomiep.hu · E-mail: beton@csomiep.hu



Gazdaságért
Nívódíj
2012



Magyar
Termék
Nagydíj



Üzleti
Etikai
Díj
2012



Kamarai Minősített Vállalkozás



ALKALMAS



CertUnion
TANÚSÍTOTT RENDSZER
ISO 14001 ✓



TUV Rheinland

A MÁV FKG Kft. vasúti híd munkái

A MÁV FKG Kft. Mérnöki Létesítmények Divíziója vasúti hidak és egyéb mérnöki létesítmények karbantartásával, felújításával foglalkozik. A divízió széles körű munkavégzés keretében különböző technológiákkal újítja meg a MÁV Zrt. üzemeltetésében lévő vasúti hidakat és műtárgyakat. Munkavégzéséből kiemelendő a korrózióvédelem, betonfelület-javítás, hídszigetelés, kerethidak beépítése, hídgerendacsere, mederrendezés. Ebben a cikkben elsősorban a főbb munkákat ismertetjük vázlatosan, kiegészítve a divízió általános bemutatásával.



Udvarhelyi Ádám
előkészítő mérnök
MÁV FKG Kft.

✉ udvarhelyi.adam@fkg.hu
☎ (30) 581-9597



Borbély Tamás
divízióvezető
MÁV FKG Kft.

✉ borbely.tamas@fkg.hu
☎ (30) 848-8545

A MÁV FKG Kft.-n belül a Mérnöki Létesítmények Divízió (MLD) 2012. március 1-jén alakult meg, a pályás divíziókból kiválva. Ekkortól a budapesti MLD-központ három fő-építésvezetőség irányításával fedte le a hat pályás divízió területét. A MÁV Zrt. – mint Megrendelő – által kijelölt vasúti hidak és egyéb mérnöki létesítmények (pl.: támfalak, aluljárók, felüljárók... stb.) karbantartása és felújítása a fő profilunk.

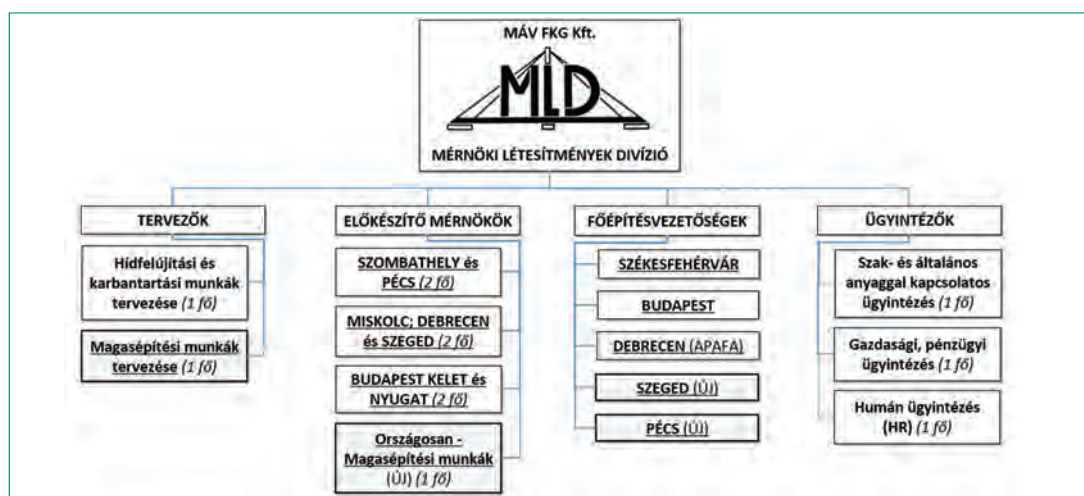
2016-tól a Mérnöki Létesítmények Divízió tevékenysége a magasépítési munkavégzéssel is kibővült, és már 2017-ben végeztünk kisebb, részben saját kapacitással, nagyobb részben alvállalkozó bevonásával magasépítési munkákat. Mindezeket megelőzően – egy bővülési program keretében – átgondoltuk és az új profil fi-

gyelembevételével megújítottuk a divízió szervezeti felépítését. Ennek keretében Pécsen és Szegeden új fő-építésvezetőségek felállításába kezdtünk, melyek kapacitásának kiépítése jelenleg is folyamatban van. A bővülés során eddig az új fő-építésvezetőségekhez felvettünk két fő-építésvezetőt, három építésvezetőt, egy adminisztrátort, a divízió központjába pedig egy magasépítési tervezőt és egy magasépítési előkészítő mérnököt (1. ábra).

A budapesti divízióközpontban jelenleg a divízióvezető munkáját a bővülés után egy hidász tervező, egy anyagos, egy pénzügyes, egy időadat-rögzítő, az igazgatóságok területeihez igazodva hat előkészítő mérnök (akik a hidász munkákon kívül a magasépítési feladatok bonyolításában is részt vesznek), valamint egy-egy magas-

építési tervező és magasépítési előkészítő mérnök segíti (akik összefogják a magasépítési feladatokat és a kiemelt munkákat intézik). Fontos, hogy a kollégák bizonyos határokon belül képesek egymás segítségére, helyettesítésére. Az előkészítő mérnökök szoros kapcsolatot tartanak a fő-építésvezetőségekkel, segítik a saját vállalkozásban végzett munkáikat és bonyolítják az alábbi (legfontosabb) feladatokat:

- a saját kapacitásában nem elvégezhető munkák alvállalkozásba adása;
- a munkák árazása, költségeinek előalkulálása;
- megrendelések kiállítása, azok teljesítésének intézése;
- kapcsolattartás a „Megrendelővel”, folyamatos tájékoztatás az elvégzett munkákról.



1. ábra.
A MÁV FKG Kft.
szervezeti
sémája

Hídmunkák

A Mérnöki Létesítmények Divízió évről évre a hídfelújítási és hidkarbantartási munkák meglehetősen széles spektrumát végzi el. A MÁV FKG Kft. többi divíziójához hasonlóan outsourcing (kiszervezett) keretek között tevékenykedik. A divízió az outsourcing feladatai mellett gyakran vállal kárhelyreállítási munkákat, valamint néha (MÁV-csoporton belüli) egyedi megkeresések kivitelezését is vállalja. Az adott évi munkákat minden egyes területről (SM, PS, BP, MS, DB, SG) a MÁV Zrt. pályavasúti területi igazgatóságainak területi pályalétesítményi osztályainak hidász szakaszmérnökei, valamint híd és alépitményi szakértői határozzák meg a hidak és műtárgyak állapota alapján. Az 1. táblázat naturália szinten mutatja, hogy a divízió az elmúlt öt évben az egyes főbb munkatípusokból évente hány megrendelést kapott és végzett el.

Természetesen a naturália és árbevétel szempontjából meghatározó munkákon kívül kisebb volumenben számos más egyéb típusú munka elvégzésére is kapunk megbízást. Példaként említendő, hogy az acélszerkezet karbantartó mázolását gyakran megelőzik különböző szerkezeti elemek (pl.: csomólemezek, szélrácsok) cseréje, javítása; a betonfelület-javításokkal, hídszigetelésekkel szinte mindig együtt jár éves szinten nem elenyésző mennyiségű hídkorlátjavítás, pótlás, mázolás; a keret elemek beépítéséhez az esetek többségében vizsgálólépcső, monolit vasbeton szikkasztóakna, mederburkolat építése is hozzátartozik. A munkáink legnagyobb részét saját kapacitással végezzük. Alvállalkozók bevonása nagyobb részben technológiai, kisebb

1. táblázat. Az MLD főbb munkáinak naturália adatai

MAV FKG Kft. Mérnöki Létesítmények Divízió – Naturália					
Megnevezés	Egység	2014	2015	2016	2017
Acélszerkezetek karbantartó átmázolása	m ²	7 179	9 455	4 895	10 072
Beton szerkezeti elem javítása, betonfelület javítása, felületvédelem	m ²	4 425	5 301	4 162	5 981
Szigetelések felújítása	m ²	1 126	1 157	2 342	2 333
Keret hidak (átereszek) építése	fm	79	119	81	131
Hidfacsere	db	460	1 378	374	859
Kőboltozat rehabilitációja	m ³	600	814	0	412
Kő-, léglaszerkezet hiányzó elemeinek pótlása, falazatok, homlokfalak, repedések fugázása, injektálása	m ³	2 296	128	3 717	1 565
Burkolatlan részsű, meder rendezése, felújítása, takarítása	m ²	8 009	3 641	3 227	3 300
Részsű-, mederburkolat átrakása	m ²	1 808	1 283	3 454	2 195
Hordaléktakarítás	m ³	100	131	67	370
Sarurendezés	db	65	12	54	262
Bozótirtás	m ²	10 380	16 680	20 980	14 296
(—)					
Hidkorlát javítása, pótlása, mázolása	m	1 237	935	991	1 442
Lépcsőkarok, lépcsőcsere	m ²	1 206	155	278	988
Aluljáró belső felületének tisztítása, mázolása, graffit védelme	m ²	3 790	6 631	622	1 511
Hátolrás víztelenítése, felújítása, megoldása	db	16	15	17	1 410
Járdolmezpótlás	m ²	359	28	98	1 093
Lépcsőkarok, lépcsőcsere	m ²	1 206	155	278	988
(---)					

részben kapacitáspótló Az céllal történik. Az alábbiakban néhány (kizárólag saját kivitelezésben végzett) specifikus hídmunka rövid bemutatására vállalkozunk a teljesség igénye nélkül, melyek alapján érzékelteni tudjuk a munkavégzésünk technológiáit, műszaki körülményeit.

Servidek/Servipak rendszerű hídszigetelés, betonfelület-javítás

2014-ben végeztük el a Fonyód és Kaposvár közti 36. sz. vasútvonal 302+09 hmszelvényében (Pamuk település közelében) lévő tartóbetétes vasbeton teknőhid karbantartását. A munka során főképp a felszerkezet folyamatos átázását (2. ábra) kellett meggátolni, hogy megelőzhető legyen a további állapotromlás. Ehhez

Servidek/Servipak hídszigetelési rendszert alkalmaztunk (3. ábra). Az ábra jobb oldalán látható az ágyazatmegtámasztó szegély zsaluzata.

A szigetelési munka érdekessége, hogy a hídfők mögötti körakatháttöltés nagyon feliszapódott, ezért a hídfők háttöltés felőli részét is teljes terjedelmében szigetelni kellett. Ehhez Bituthene 5000/ Bithushield szigetelési rendszert alkalmaztunk. Mindezeket túl a körakatháttöltést is újraépítettük, és ezt a további feliszapódás megakadályozásának érdekében geotextíliával burkoltuk, melyre tömörített homokos kavics feltöltés került.

A zúzottkő ágyazat hídfők környezetében való lepergésének megakadályozására vasbeton ágyazatmegtámasztó gerendát építettünk be. A tartószerkezet szigetelési



2. ábra. Somogyvár-Osztópán 302+09 (Pamuk) szelvényben lévő híd



3. ábra. Servidek-Servipak szigetelési rendszer alkalmazása



4. ábra. Az ernyőszigetelés kialakítása



5. ábra. A kerethídépítésnél a fejelem beemelése

tervei előzetes felmérések után az MLD budapesti központjában, saját tervezés-ként készültek.

A teknőhid felszerkezetének szigetelése után következhetett a szárnyfalak és az áthidalószerkezet felületeinek betonfelület-javítása. Ehhez a Kerakoll többretegű, többkomponensű betonjavító anyagait alkalmaztuk a következő technológiai sorrendben:

1. Laza, hámló, feltáskásodott felületek letisztítása magasnyomású mosással;
2. Hézagok kitöltése, tömítése;
3. Felület-előkészítés mélyalapozóval;
4. Betonfelület javítása betonfelület-javító anyaggal.

Carbofol rendszerű hídszigetelés, hídszegély-magasítás

A 11-es vasútvonal Győrszabadhegy és Veszprém állomások közti szakaszában, a 626+13 hm-szelvényben lévő 1 m nyílású terméskő boltozat karbantartása 2014-ben történt. A Megrendelő – MÁV Zrt. – az alábbi megvalósítandó munkarészeket irányozta elő a műtárgynál:

- Hídszegély-magasítás, szélesítés, mivel a pályakorrekciók miatt az eredeti hídszegély-magasság és szélesség nem volt megfelelő. Ezenfelül az eredeti szegély a teljes keresztmetszetében átrepedt, emiatt megtámasztó szerepét már nem tudta megfelelően ellátni.
- A boltozat szigetelése, mivel csapadékosabb időjárás után a terméskő teljesen átnedvesedik, ami további állagromláshoz vezet.
- Fugajavítás, mivel a nedvesség miatti erózió következtében a fuga több helyen kipergett.

A hídszegély monolit vasbeton kivitelben épült vissza. A betonacél armatúra a vágányzár megkezdése előtt a székesfehérvári telephelyünkön készült. A zsaluzatot és annak állványzatát a hídkarbantartók a helyszínen állították össze (4. ábra). A szigetelés tükörszintjének kialakítása kételtű forgó felsővázas kotróval készült. A C30/37-XC1-F1-16 jelű beton mixerkocsiban Veszprémből érkezett a helyszínre, és az ott dolgozó brigád azonnal bedolgozta. A beton szilárdulásával párhuzamosan a szerkezet szigetelése zajlott. A tervező ún. Carbofol ernyőszigetelést alkalmazott. Az ernyőszigetelési rendszer a boltozat felett, a híd hosszmet-szetével párhuzamosan két irányban lejtő és szivárgóban végződő ernyőként nyújt védelmet a felülről bejutó nedvesség ellen. A laza, kifagyott fugadarabok eltávolításáról, valamint a híd szárnyfalainak tisztításáról a magasnyomású vizes mosás gondoskodott. A fugázás és injektálás célja, hogy a terméskő repedéseit és a terméskő fal nagyobb hézagait tömítse.

Az ismertetett híd szegélyeinek vasalási tervei, az ernyőszigetelés szigetelési tervei előzetes felmérések után az MLD budapesti központjában, saját tervezésben készültek.

Kerethíd (áteresz) építése

A 11-es vasútvonal 725+14 hm-szelvényében Eplény és Veszprém állomások között 2014-ben építettük be a 3,00 × 4,00 m-es kerethídat. Az eredeti műtárgy egy kalodázott provizóriummal szélesített tartóbetétes teknőhid volt. Ez a híd azonban az állapotát tekintve már nem felelt meg a modern műszaki követelményeknek, ezért

elbontása szükségszerűvé vált. A kerethíd terveit alvállalkozásban az MSc Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft. készítette el.

Az építés az előkészítő munkálatokkal kezdődött, ugyanis egyrészt gondoskodni kellett a híd alatt átfolyó patak vízhozamának munkagödör feletti áttemeléséről, másrészt a daru letalálásához szükséges terület kialakításáról. A vasúti felépítményt az FKG Kft. veszprémi pályás fő-építésvezetőse bontotta el. A 3,00 × 4,00 m nyílású elemek üzemi előregyártással készültek, és közúton érkeztek a munkaterületre.

A kerethíd a vágánytengelyre merőlegesen 12,15 m hosszú és összesen 6 db, közel 30 t-s előregyártott elemből áll az alábbiak szerint: két fejelem (a befolyási és kifolyási oldalon), egy váltóelem (mely a keretelemek megfelelő csatlakozását biztosítja) és három általános elem. Az elemek egymáshoz gumiszalaggal tömített csapos, hornyos kialakításban csatlakoznak. A daruzáshoz Liebherr LTM1300/1 típusú, 300 t-s közúti autódarut használtunk (5. ábra). Az elemek pontos összeillesztése az egyes elemek két oldalsó felületére erősített (már az üzemi előregyártás során beépített) „összehúzó csapokba” rögzített, „kézi működtetésű láncos vonszoló szerszámmal” történt. Az összehúzást a közúti autódaru is segítette, a 30 t-s elemeket megemelve csökkentette a vasalt alaplemez és a keretelemek alsó síkja közötti súrlódást. Az összehúzott elemek vágánytengelyre merőleges összetartását, valamint az alámosás megakadályozását a fejelemek végéhez épített lezárófog biztosítja. A keretelemek beépítése után következett a rétegekben tömörített háttöltés visszaépítése. Az építés során szükségessé vált a biztosítóberendezési kábelek kivál-

tása is, amit a MÁV Zrt. veszprémi TEB Osztálya végzett el. Ez a munka a Mérnöki Létesítmények Divíziójának eddigi legnagyobb méretű kerethíd-beépítése volt.

Hídgerendacsere

Városlőd-Kislőd

A 20-as vasútvonal Szentgál és Városlőd-Kislőd állomások közötti szakaszán, a 717+60 hm-szelvényben, 2014-re szükségessé vált a szegecselt acélszerkezet hídgerendáinak cseréje (6. ábra). Erre egyrészt a hídgerendák állapota, másrészt az újonnan tervezett vasúti pálya magassági és ívbeli korrekciója miatt volt szükség. A kivitelezést komoly tervezés előzte meg, ugyanis a hídgerendák megmunkálásának értékeit és az alátelezés mértékét a korrekció miatt mind a magassági, mind a vízszintes vonalvezetésében módosult pálya adatai alapján kellett megadni. E tervek a felmérések alapján az MLD budapesti központjában, saját tervezésben készültek. A szegecselt hídon a hídgerendák a híd hosszstartójának felső övéhez hídgerendacsavarral közvetlenül kapcsolódnak. Az alátételezés terv szerinti legyártását (hegesztését) a Gépészeti Üzletág végezte el. A 24 × 26 × 250 cm méretű hídgerendákat a vágányzár előtt a székesfehérvári telephelyen előzetesen megmunkálták. Mivel a vasúti híd között felelt van, a munkálatokhoz félútzárat is kellett kérni. Az útlezárást forgalomtechnikai tervezés és táblázás előzte meg.

Déli összekötő vasúti híd

A budapesti Déli összekötő vasúti híd Magyarország legforgalmasabb vasúti hídja, mely a Dunántúlt köti össze az ország többi részével. A hídon átvezetett vasúti pálya több transzeurópai közlekedési folyosónak is része. A műtárgyon végzett korábbi híd- és pályavizsgálatok a hídgerendák állapotát találták a legkritikusabbnak. Ezek jelentős része erős korhadásnak indult, a pálya leerősítése is több helyen hiányossá vált (7. ábra).

A további sebességkorlátozások elkerülése érdekében a MÁV FKG Kft. hidász divíziója 2017-ben 101 db, 2018-ban pedig 215 db hídgerenda cseréjére kapott megrendelést. Tekintettel arra, hogy hamarosan a hídszerkezetek teljes cseréje várható, a hídgerendacsere csak szórványosak voltak, a legrosszabb állapotban



6. ábra. Az előzetesen megmunkált hídfák a végleges beépítés előtt



7. ábra. A Déli összekötő vasúti híd repedt hídgerendái

lévő hídgerendákat érintették. Ezeket a Megrendelő (Üzemeltető) jelölte ki. A bal vágányban már az 1990-es években történt egy teljes körű hídgerendacsere, így a jobb vágány volt rosszabb állapotban, ezért a feladatok is elsősorban oda koncentráltak. A hídgerendacsere előtt a hídra felszerelt monitoringrendszer, illetve a Green Bridge típusú járőlemezeket is el kellett távolítanunk az érintett szakaszról. Előbbi rengeteg apró alkatrészből áll, eltávolítását, majd visszaszerelését az üzemeltetője végezte el. A pályát 2017-ben csak részlegesen, 2018-ban pedig teljesen el kellett bontani.

A hídgerendacsere tervét az MLD saját tervezésben készítette el. Komoly nehézséget jelentett a tervezés bemenő adatainak megszerzése. Tekintve, hogy a tervezéshez szükséges felmérések elvégzéséhez vágányzár nem kaptunk, emiatt nem volt lehetőségünk a hídgerendák, hosszstartók felső szintjeinek bemérésére. Ezért az új hídgerendákat a kivitelezés vágányzára előtt egységesen 22, illetve 23 cm vastagságúra munkáltuk meg, majd a végleges magasságokat vagy a hídgerendák felső síkjának megmunkálásával, vagy fellemezelésével alakítottuk ki. Neheztítő körülmény volt, hogy a hídgerendák a hosszstartókhoz

többféle leerősítéssel csatlakoznak, melynek konkrét típusára csak a járómezek elbontása után derült fény. Mindezek miatt gyakran vált szükségessé a beépítési technológia azonnali megváltoztatása, anyagok gyors beszerzése és a beépítendő elemek legyártása.

A szűk vágányzári idő miatt a budapesti fő-építésvezetőség teljes létszáma mellett egy székesfehérvári brigád is dolgozott a projekten, váltott műszakban, a munkavédelmileg lehetséges teljes nappali időszakot kihasználva. Tavaly nehezítette munkánkat a HÉV-vágányok közelsége (vágányzárat, illetve feszültségmentesítést kellett kérnünk), illetve idén két között is: ezek fölött útzár mellett kellett dolgozunk.

Korrózióvédelem

A korrózióvédelmi munkák az MLD budapesti hídász fő-építésvezetőségének legfontosabb munkái közé tartoznak. Kiemelt prioritásuk miatt a többi hídmunka ütemezése (vágányzári lehetőségekhez képest) ezekhez igazodik. A korrózióvédelmi munkáinkat külön erre szakosodott brigáddal végeztetjük el, mely más típusú hídkarbantartó tevékenységet nem is végez, és munkájukat korrózióvédelmi művezető irányítja. A munka specialitására való tekintettel ez a csapat végzi az egész ország területén a jelentősebb korrózióvédelmi munkálatokat. Általában komoly szervezést igényel az állványzat megfelelő kialakítása, a környezetvédelmi szempontoknak való megfelelés, a nagy mennyiségű anyag, gép, eszköz költséghatékony szállítása, felhasználása, a határidők tartása, nem beszélve az időjárási körülményekhez való alkalmazkodásról. Jelenleg a budapesti hídász fő-építésvezetőség kapacitása egy évre körülbelül 6000 m² korrózióvédelmi munkát tesz lehetővé.

Heréd patak híd – gerinclemezes acélhíd

2014-ben saját kivitelezésben végeztük el a hatvani Heréd patak hídjának a korrózióvédelmét. A munkálatok állványozással kezdődtek, melyhez alvállalkozót vontunk be. Telepített Layher típusú zárt állványzatot alakítottunk ki, melynek célja a környezetvédelmi előírások betartása, illetve a megfelelő munkaszint kialakítása volt. A korrózióvédelmet két ütemben végeztük. A vágányzári idők mérséklése



8. ábra. Heréd patak, gerinclemezes vasúti híd homokszórása



9. ábra. Heréd patak, gerinclemezes vasúti híd korrózióvédelem után

miatt a belső, úrszelvényben elhelyezkedő részek, illetve a hídszerkezet alsó és külső felületeinek korrózióvédelmi munkafolyamatai külön-külön készültek.

A munkavégzés során homokszórással SA 2½ tisztaságú felületet kellett elérnünk, illetve $Ry = 30\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ felületi érdességet (8. ábra). Az alkalmazott festérendszer a Hempel festékcsaládból került ki. Kétkomponensű epoxi alapozót, vascsillamos közbenső bevonatot, illetve RAL 6011 színkódú fedőfestéket használtunk (9. ábra). A korrózióvédelmi munkáknál kiemelt figyelmet kell fordítani a környezeti körülményekre és a kivitelezés

ellenőrzésére. A helyi építésvezető folyamatosan ellenőrizte a lég- és az acélszerkezet-hőmérsékleteket, a páratartalmat és az ebből kalkulált harmatpontot. Ezeket az adatokat az építési naplóban naponta többször is rögzítette. Mindezekon kívül a kivitelezést a MÁV FKG Kft.-től független külső cég is ellenőrizte. A független minőség-ellenőrzés célja a Technológiai Utasítás, illetve a Minőségbiztosítási és Mintavételi Terv (MMT) szerinti kivitelezés vizsgálata.

A festék felhordását Airless technológiájú szóróberendezéssel végeztük. A kritikus részeket (pl.: szegecsek, élek, nehezen

hozzáférhető elemek) kézi elő- vagy utókenéssel mázoltuk le. A száraz rétegvastagságok rétegenként a következők voltak: 100 μm (alapozó); 120 μm (közbenső); 100 μm (fedő); mindösszesen 320 μm . A kivitelezés befejeztével a szóróhomokot veszélyesség szempontjából megvizsgáltuk, majd megfelelő hulladéklerakó helyre szállítottuk, az állványt elbontattuk, a munkaterületet pedig rendezett állapotban visszaadtuk.

Vadna Sajó-híd – rácsos acélhíd

A vadnai Sajó-híd a Miskolc–Ózd vasútvonalon található. A vasútvonalon a személyforgalom mellett az Ózdi Acélmű kiszolgálása is folyik. Az acélmű zavartalan működése érdekében szükség volt a vágányzár korai előkészítésére.

A munka megkezdéséhez számos egyeztetésre volt szükség. A felvonulási terület kialakításához egyeztetnünk kellett a községgel, a vízkezelővel, a bejárási út tulajdonosával stb.

A munkavégzés állványozással kezdődött. Az állvány terveit és magát az állványt a védőborítással együtt alvállalkozó készítette el (10. ábra). A korrózióvédelmi munkákat két ütemben valósítottuk meg: elsőként a pályaszint feletti részt tisztítottuk meg fémtisztítóra, majd három rétegben, 320 μm vastag új bevonatrendszerrel alakítottunk ki, a Megrendelő kérésére RAL 6011-es (rezedazöld) színben. A pályaszint alatti részt – a forgalom minél rövidebb szüneteltetése érdekében – vágányzáron kívül festettük.

Érdekesség, hogy bár kívülről egységesnek tűnt a régi bevonatrendszer, a híd oldalain a többitől eltérő festékreteget találtunk. Mivel ennek a tapadása a mostani



10. ábra. Vadna Sajó híd, rácsos vasúti híd állványa

festékretegeivel vetekedett, a független korrózióvédelmi szakértő, a műszaki ellenőr és az üzemeltető egyetértésével, ún. sweepeléses technikát alkalmaztunk. Ez azt jelenti, hogy az egyébként jól tapadó rétegeket csak érdesítettük, és erre vittük fel a három réteget.

A korrózióvédelem mellett több acél-szerkezeti elemet is cseréltünk, illetve a betonfelületeket is megújítottuk. Munkánk során együtt dolgoztunk a különböző szakszolgálatokkal is: a csomólemezek cseréjéhez a Pályafenntartási és a Hidász Szakasz bontotta el és építette vissza a pályát, illetve az érintett hídfákat. A hídra rögzített távközlési vezetékeket pedig a helyi távközlési szakszolgálat helyezte át ideiglenes nyomvonalra.

Mederrendezés, vízelvezetés

2016 végén került sor a Cuha patak mederrendezésére a 11. sz. vonal Bakony-szentlászló–Zirc 409-416 szelvények közötti szakaszán. A 11-es vonal hazánk egyik különleges vasútvonala, Bakonyvasút néven is ismert. A Bakonyt észak–dél irányban szeli át, műszakilag egyedülálló az országban a Porva-Csesznek és Vinye közti szakasz, ahol három alagúton és két völgyhídon át halad a Cuha-völgyben. A vasúti pályát közvetlenül a Cuha patak melletti szakaszokon támfalrendszer támasztja meg.

A támfalak szárazon, többnyire idomított kövekből, a helyszínen bányászott anyagokból készültek. A szűk völgy miatt a támfal alapozása a patak medréből indul. A Cuha patak medre nem szabályozott, a támfalak mentén ősállapotú. Mivel

a nagy esésű patak folyamatosan mélyült, a vasút üzemeltetője megpróbálta a támfalak alapozását a kimosástól megvédeni. Először az 1980-as években, majd 2000-ben betonküszöbökkel erősítették meg a támfalak alapozását. Ezek a próbálkozások azonban nem hozták meg a várt eredményt. A betonküszöbök védőfunkciójuk mellett ellenkező hatást is kiváltottak, ugyanis a beszűkített patak így még intenzívebb erodáló munkát végzett, mint a korábbi majd egy évszázad alatt. A 2010-es évekre újra jelentős alámosások alakultak ki, a mélységük egyes szakaszokon a 60-70 cm-t is elérte. Az erózió sebessége sürgető beavatkozást tett szükségessé.

A mederrendezési munkálatokat közel két éves tervezési és előkészítési munka előzte meg. A kiviteli tervek generáltervezője az MSc Kft. volt. A tervezők a támfalak hosszú távú állékonyosságát a

Udvarhelyi Ádám 2008-ban kezdte meg egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán. 2012-ben védte meg BSc diplomamunkáját híd és tartószerkezet szakirányon. MSc tanulmányait a BME Építőmérnöki Karán folytatta tartószerkezet és geotechnika szakirányon. A diploma megszerzése után, 2014-től a MÁV FKG Kft. Mérnöki Létesítmények Divíziójánál dolgozik előkészítő mérnök pozícióban. 2018-ban a BME Gazdaságtudományi Karán okleveles közgazdász végzettséget szerzett.

Borbély Tamás 1986-ban végzett a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola (ma SZE) hídépítési és fenntartási szakán. 1995-ben a Bánki Donát Műszaki Főiskolán hegesztő műszaki szakember, majd 1997-ben a Miskolci Egyetemen EWT diplomát szerzett. Pályáját 1986-ban a MÁV Hídépítési Főnökségen kezdte munkavezetőként, és építésvezetőként folytatta. 2006-tól a Mahíd 2000 Zrt.-nél és a Vegyépész Zrt.-nél acélszerkezeti főmérnökként dolgozott. 2009-től a Közép Zrt.-nél projektvezetőként, 2011-től napjainkig pedig a MÁV FKG Kft.-nél kezdetben építésvezetőként, majd 2013-tól divízióvezetőként végzi munkáját.

mederfenék kismértékű szabályozásával és visszatöltésével javasolták biztosítani. A betonlábazatok elbontását nem javasolták, nehogy a bontásnál keletkező rezgések kedvezőtlen hatással legyenek a rakott támfal ép szerkezetére. A mederrendezési munkák előtt így el kellett végezni a kiüregelődések alábetonozását is. Tekintettel arra, hogy a 11. sz. vasútvonal Cuha-völgyi szakasza 2011 óta műemléki védeltséget élvez, valamint Natura 2000 környezetvédelmi besorolású területen fekszik, a vízjogi engedélyezési eljárásba be kellett vonni a Balaton-felvidéki Nemzeti Parkot, a Zöldhatóságot és az Örökségvédelmi Hivatalt is.

Az erdei út használatáról a Bakony-szentlászlói Erdészettel is megállapodást kellett kötni. A közel 2000 t vízépítési terméskövet a szűk, meredek partfalú, kis teherbírású, gázlókkel tarkított erdei úton kellett beszállítani.

A mederfeltöltés a magas támfalak és a védett fák miatt a pálya felől nem volt kivitelezhető, így a kőanyag vasúti beszállítását elvetettük. Környezetbe illő (mészke vagy dolomit), 30–100 cm átmérőjű nagy méretű kőanyagra volt szükség, hogy a nagyvizek ne tudják a feltöltést elhordani. A kővek elgörgetésének megakadályozására még betonba rakott kövekből 16 keresztoszleányban keresztbordákat is kellett készíteni. A kivitelezési munkákat és az építési technológia kidolgozását a Székesfehérvári Hidász Főépítészvezetőség saját létszámmal és alvállalkozók bevonásával készítette.

Az alábetonozások technológiájára és a keresztbordák készítésére több elképzelés is született. A szűk meder miatt és a Cuha patak gyakori áradásaitól tartva a víz elterelését először elvetettük. Az alábetonozások esetén emiatt szó volt víz alatti betonozásról, helyben, zsákos anyagból kevert betonról, esztrich gépes bedolgozásról és a szegélyek megfúrásáról is. A keresztbordák építését pedig félig előregyártva terveztük. Végül mégis a patak vízének elterelése mellett döntöttünk a keresztbordák megfelelő felfekvése és a lehető legegyszerűbb alábetonozási technológia érdekében.

A víz eltereléséhez a patak három érintett szakaszán (magas támfal, alacsony támfal és viadukt) ideiglenes gátak készültek, a patak vizét kb. 300 m hosszban a betonlábazatokra épített ácsolt, fóliázott szerkezetekre tereltük (11. ábra). A gátakon és a fóliázott vályún átszivárgó vizet folyamatosan szivattyúzni kellett, és a fóliázás karbantartása is folyamatos munkát igényelt.

A víz elterelése mellett a keresztgátak a mederhez tökéletesen illeszkedő monolitbeton-alapokra készülhettek, és a támfalak alábetonozását is egyszerű oldalzaluzattal, transzportbeton használatával tudtuk elvégezni.

Nagy kihívást jelentettek 2016 végén az enyhébb fagyok is, főleg a fóliaborítású vízelvezető vályú egyre gyakoribb meghibásodása miatt. Szerencsére a 2017 eleji nagy fagyok előtt sikerült befejezni a munkát. Még nagyobb szerencsénk volt,

Summary

MÁV FKG Ltd's Engineering Establishments Division deals with the maintenance and renewal of railway bridges and other engineering structures. The Division renews the railway bridges and engineering structures operated by MÁV Co. in the frame of wide range working by different technologies. From its work the followings should be emphasized: corrosion protection, concrete surface reparation, bridge insulation, installation of portal bridges, replacement of bridge sleeper, river-bed arrangement. In the article we can find the schematic presentation of the main works, completed by the general introduction of the division.

hogy a kivitelezés idején kevés csapadék esett, ezért a patak vízének terelését szolgáló szerkezetek beváltak, nem vitte el ezeket a víz, csak folyamatos karbantartásra és az átszivárgó vizek szivattyúzására volt szükség. Reméljük, hogy a Cuha-völgyi támfalak védelmét jó pár évtizedre sikerült biztosítani. «

Irodalomjegyzék

Hídmunkák kiviteli tervei.

Hídmunkák Technológiai Utasításai/ MMT-i.



11. ábra.
Cuha patak,
támfal alá-
betonozása



A Déli összekötő vasúti Duna-híd (1. rész)

A híd múltja

Sztankó Nikolett

hidász szakaszmérnök

MÁV Zrt. PTI Budapest

Pályafenntartási Főnökség

Ferencváros

✉ sztanko.nikolett@mav.hu

☎ (30) 738-5146

Az 1877-ben forgalomba helyezett Déli összekötő vasúti híd volt hazánk első vasúti Duna-hídja. Azóta már, különböző szerkezeti és történelmi okok miatt, többször is átépítésre szorult. Az 1948 és 1953 óta napjainkban is üzemelő két hídszerkezet az ötödik híd. Az egyre növekvő vasúti forgalomra és az előregedett műtárgyra tekintettel előtérbe került a jelenlegi híd és a Lágymányosi híd közé egy új vasúti híd létesítése, valamint a jelenlegi két szerkezet átépítése. Az alábbiakban ezeknek a Duna-hidaknak a történetét mutatom be, kitekintéssel a jövőbe.

Az első hídszerkezet

A XIX. század utolsó harmadáig a Budapestet érintő vasútvonalakat egymástól független vasúti társaságok építették, így nem volt igény a Pestet Budával összekapcsoló vasúti hídra. Ahogy az állam befolyása egyre növekedett a vasútépítésben, úgy merült fel a Duna két partját összekötő vasúti híd gondolata, először 1868–69-ben. A politikai előfeltételt az Ausztriával való kiegyezés, illetve a Buda, Pest és Óbuda egyesítését kimondó 1870. évi X. törvény biztosította. 1872-ben az országgyűlés a IX. törvényben felhatalmazta a kormányt a Keleti és a Déli pályaudvar vasútvonallal történő összekötésére, és pályázatot írt ki a vasúti híd tervezésére, építésére. A következő évben, 1873. szeptember 29-én megkezdődött a híd alépipítványának építése két francia vállalat – Filleul-Brohy és Cail et Cie – nyertes pályázatának kivitelezésében (1. kép).

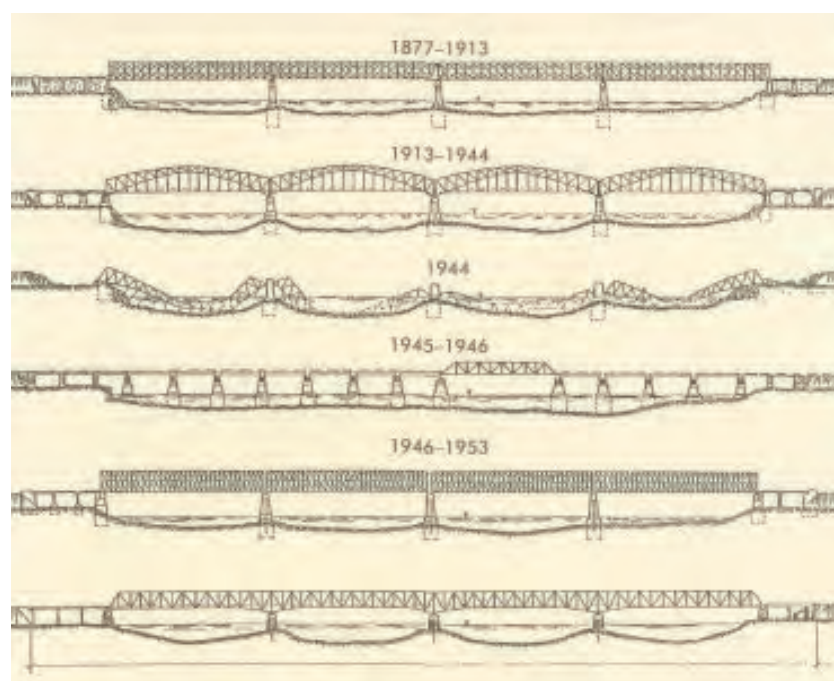
A tervek szerint a hídnak négy medernyílása, a bal parton három, a jobb parton két rakparti nyílása volt. A medret két háromtámaszú, kétvágányú, alsópályás, négyszeres rácsoszású szerkezet, míg a parti nyílásokat kétszeres rácsoszású szerkezetek hidalták át. Az első és a harmadik mederpilléren fixcsuklós saru (billenőágy), a hídfőkön és a középső mederpilléren mozgó saru (mozgó billenőágy) támasz-

totta alá a szerkezetet. A párhuzamos övű főtartók 9,80 m magasak voltak, a meder-nyílások mérete 94,00 m volt.

A híd három mederpillérét és két partpillérét pneumatikus módszerrel alapozták. A keszonok süllyesztési sebessége 0,30–1,20 m/nap volt. A legnagyobb süllyesztési mélység 10,10 m volt. A súly-

lyesztőszekrények összeállítása és leeresztése pillérenként 20–30 napot vett igénybe. A munkamérakat, terv szerinti helyzetük elérése után, betonnal töltötték ki, majd az alaptestet felfalazták. A pilléreket az árvízmagasságig gránitburkolattal képezték ki, a felette lévő részt pedig sósúti mészkővel burkolták. 1875. augusztus 17-ére sikerült elkészíteni az összes aléipítványt. Közben már megkezdődött a vasszerkezet gyártása és szerelése is.

A vasszerkezetet – francia és belga eredetű kovácsvasból – a Cail et Cie vállalat párizsi gyárában készítették elő, és onnan szállították a helyszínre. A két háromtámaszú szerkezetet azok közbenső támaszától kiindulva, két irányban haladva, faszervezetű, cölöpözött állványzaton szerelték. Később csak az alsó övet szerelték fix állványon, össze is szegecselték, és csak ezután állították be az oszlopokat, a rácsrudakat, majd a felső övet. A tartókat a saruk emelésével, illetve süllyesztésével,



1. kép. A Déli összekötő vasúti híd korszakai



2. kép. Az első híd 1876-ban



3. kép. Az első híd keresztmetszete

ékek segítségével szabályozták be. Az I. és II. nyílásban a szerelés 1875. május 12-étől augusztus 9-éig tartott, míg a III. és IV. nyílásban ezt a munkát ugyanezen év június 15-én kezdték, és szeptember végére a szerkezet elkészült (2–3. kép).

A híd próbaterhelésére a szerelési munkák befejeztével, 1876 januárjában került sor. Mivel a csatlakozó vasúti pályaszakaszok még nem készültek el, a hidat vonatszerelvénnyel helyett sínekkel próbaterheltek. A hídon lévő vágányokat folyóméterenként 4450 kg-mal, a gyalogjárdát pedig 760 kg-mal kellett leterhelni. Egy nyílás

áthidalószerkezetére 4840 db 6,5 m-es sín hordtak fel, ami nyílásonként 1021 t terhet jelentett. Ezt a terhet 4-8 napig hagyták a hídon, hogy az esetleges maradó alakváltozások kialakulhassanak. A két hídnilyást külön-külön is megterheltek, mind a két hídfélen. Miután a szerkezet az előírásnak megfelelően viselkedett, és maradó alakváltozások nem jelentkeztek, a hidat 1877. október 23-án átadták a forgalomnak. Ez a híd volt a Lánchíd és a Margit híd után Budapest harmadik hídja.

A szerkezet csupán 1913-ig, 36 évig volt forgalomban. Az áthidalószerkezetek

alulméretezettsége, anyaguk fogyatékossgai és jelentős korróziója miatt az átépítés elkerülhetlenné vált, mivel a megerősítés sem műszaki, sem gazdaságossági szempontból nem lett volna célszerű.

A második hídszerkezet

Az új híd építésekor fő szempontnak bizonyult a forgalom két vágányon történő fenntartása. Ezért döntés született arról, hogy a meglévő híd mellé, az észak felé meghosszabbított pillérekre új, kettős vágányú híd épüljön, és az építés idején a régi hídon bonyolódjék le a forgalom. Ennek alépítménye maradjon meg arra az esetre, ha a pályát négyvágányúvá kellene átalakítani. Az új híd vonóvasas, csonka szegmens alakú, kéttámaszú tartósor lett. Tengelyét a régi híd tengelyétől 12 m-rel északra tűzték ki.

A falazati munka 1909. december 4-én kezdődött a pesti mederpillérrel, és 1911. november 11-én fejeződött be a budai hídfővel. A pesti oldal pilléreit és hídfőit favázás betonkeszonokkal, a budaiakét vaskeszonok pneumatikus süllyesztésével alapozták. A régi és az új pillértest közötti kb. 1,00 m-es hézagot átboltozták. A keszonmunkák során sok nehézség hátráltatta a munkát. Így például 1910. április végén a Duna megáradt, és elöntötte a munkatereket. A deformációk elkerülése érdekében az egyik keszont is el kellett árasztani süllyesztés közben.

A híd vasszerkezetét 1911 elején kezdték el szerelni. A meder feletti négy nyílás



4. kép. A második híd látképe

áthidalására az esztétikus kéttámaszú, vonóvasas, rácsos ívszerkezetet választották, 96,80 m-es támaszközzel. A parti nyílásokat gerinclemezes, kéttámaszú, alsó övükben szintén íves kialakítású szerkezetekkel hidalták át. A főtartók és a parti áthidalások folytatásból készültek, a beépített anyag a mederhídon 4048, a parti hidnyílásokban 237 t volt. A mederhídalások vasszerkezetét fix állványokról szerelték, előbb 1912-ben a pesti, majd 1913-ban a budai hidnyílásokban. A rakparti áthidalásokat a pesti oldalon 1911-ben, a budai oldalon pedig a következő évben szerelték.

A híd próbaterhelését két 301 sorozatú mozdonnyal és 4-4 teherkocsival végezték el a bal, illetve a jobb vágányra, majd 1913. november 18-án a jobb, majd 25-én a bal vágányát is átadták a forgalomnak (4. kép). A vasúti vágányokat ellenívekkel vezették rá a hídra.

Az I. világháború kitörésekor az üzem kívül helyezett régi híd bontását abba kellett hagyni. Ekkor a budai hídfőhöz csatlakozó nyílás már hiányzott, és a híd így állt, amíg 1924-ben a bontást be nem fejezték.

A II. világháború során, 1944 őszén a hidat kétszer is légítámadás érte. A hídszerkezeteket sikerült ideiglenesen kijavítani, és sebességkorlátozás mellett forgalmat lebonyolítani a hídon, de 1944. december 29-én felrobbantották. Ennek következtében az áthidalószerkezetek teljesen tönkrementek. A híd falazatainak legnagyobb része is rombolás áldozatává vált.

A harmadik hídszerkezet

Az északi oldalon, a roncsoktól 25,00 m-re a szovjet hadsereg egyvágányú szükség-

hidat épített. A hídnak $14 \times 18,0$ m-es és öt, még ezeknél is kisebb nyílása volt, melyeket részben szegecselt, részben hengerelt acéltartókkal hidalnak át. A provizórium fa- és vascső cölöpjármokon nyugodott. A hidat szovjet alakulatok építették a lakosság bevonásával, és 1945. április 26-án adták át a forgalomnak, 10 km/h sebességkorlátozással (5. kép). Ezt a szükséghidat azonban mielőbb fel kellett váltani állandóbb jellegű hídval, mert a sebességkorlátozás a vasúti forgalom lebonyolítása szempontjából nagy nehézséget jelentett, illetve tartani lehetett attól, hogy benne a víz vagy a jégjárás kárt tehet.

A negyedik hídszerkezet

A végleges jellegű újjáépítéshez 5500 t acélanyagra lett volna szükség, ám a háború utáni igen nehéz körülmények miatt, belátható időn belül elképzelhetetlen volt ennek legyártása és szerelése. Éppen ezért döntöttek félállandó jellegű híd építése mellett. Az ehhez szükséges hídanyag egyharmada már rendelkezésre állt, hiszen a háború alatt jelentős mennyiségű, félállandó híd építésére alkalmas hídalkatrészt gyártottak le katonai célokra. Ezek alapján esett a választás a K rendszerű, félállandó jellegű, csavarozott, rácsos szerkezetű katonai hadihídra. A háromszintes hídszerkezetekkel négy, 98,00 m-es nyílást kellett a Duna felett áthidalni, melyek pillérjeiken kéttámaszú tartókként helyezkedtek el. Az új híd számára a lerombolt falazatok északi részeit akarták végleges jelleggel helyreállítani, ahol a végleges híd megépítésének nem áll majd útjában.

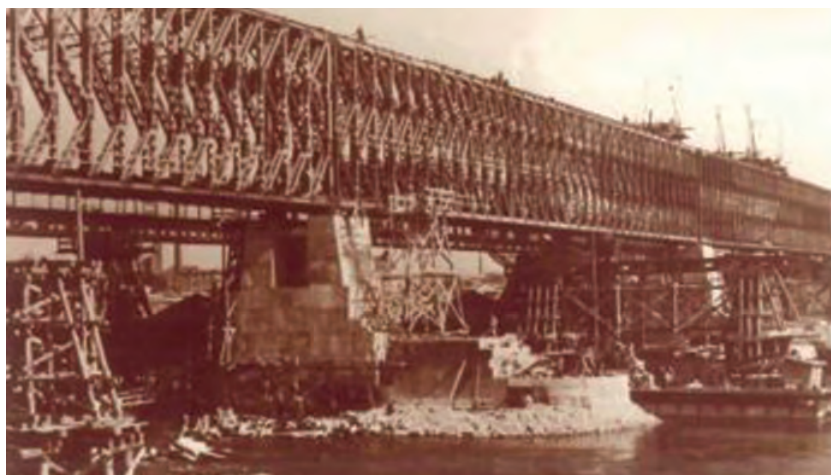
A tényleges helyreállítási munka a roncsok helyszínről történő eltávolításával



5. kép. A szükséghíd építése 1945 tavaszán

kezdődött. Ezután következett a falazatok K hídszerkezetek alátámasztó északi részeinek helyreállítása és a lerombolt déli falazatok újjáépítése. A két hídfőt a robbantás általi roncsolás miatt a terepszint alatt mintegy 1,50-2,00 m mélységig lebontották, majd teljes szélességükben, egyszerre építették újjá őket. Látható sarkait faragott természetkövel burkolták. A K szerkezet elhelyezésére a pilléreket több mint 4,00 m-rel fel kellett falazni, hogy a régi, vonóvasas ívszerkezet és a K híd közötti különbséget kiegyenlítsék. Csak ezután kerülhetett sor a K szerkezet szerelésére.

Az újjáépítés során négy, háromszintes K hídszerkezet anyagának biztosítására, majd felszerelésére volt szükség. A két szélső nyílás felett 96,00 m-es, a két közbenső nyílásnál pedig 98,00 m-es támaszközü áthidalást építettek be. A négy hídszerkezet teljes tömege 4150 t volt. Ebből a szerkezet eredeti anyagának minősége nagy szilárdságú acél volt, az újonnan legyártott alkatrészek pedig „folytvas”. A meder feletti részt szabadszereléssel szerelték, így csak a nyílások közepén kellett egy-egy segédjármot építeni. A K hidat a két partpillértől kiindulva, két irányból szerelték a középső mederpillér felé. A szélső nyílások konzolos szereléséhez előbb a partokon ellensúlyok – 48,00 m-re kinyúló szerkezetek – épültek, a közbenső nyílásoknál magukat a már megépült szerkezeteket használták fel ellensúlyként. A pályaszerkezet a szokásos vasúti hidakétól annyiban tért



6. kép. A K híd szerelése 1946-ban



7. kép. Az 1948 végén átadott új híd a K híddal



8. kép. A második új híd 1953-ban

el, hogy a hosszartók nem 1800, hanem 1650 mm-re vannak egymástól.

Az összesen 388,00 m hosszú hídszerkezetet 76 nap alatt szerelték össze. 1946. október 31-én próbaterhelték két 424 sorozatú mozdonnyal és 4 db, 28 t-ra terhelteherkocsival. A terhelés során fellépő lehajlások kisebbek voltak a vártnál, és ezen a napon át is adták a hidat a forgalomnak, 40 km/h-s megengedett sebességgel (6. kép). A forgalomba helyezés után megkezdtek az 1945 tavaszán, a szovjet hadsereg által épített provizórium elbontását. A K híd 1953-ig volt forgalomban.

Az ötödik hídszerkezet

A K híd csak korlátozott mértékben felelt meg az egyre növekvő vasúti forgalom követelményeinek, ezért szükségessé vált a végleges, jelenleg is forgalomban lévő szerkezet építése.

A pillérek déli részének helyreállítását már 1947-ben befejezték, először a jobb

(7. kép), majd a bal vágányban építettek szegecselt, acélszerkezetű, egyvágányú, alsópályás hidat (8. kép). Az ötödik hídszerkezet tehát lényegében két egymás mellett fekvő négyvágányú, folytatódó rácsos gerendatartó szimmetrikus rácszassal, a támaszok fölött egyenes vonalú kiékeléssel (ikerhíd), melyeket nem azonos időpontban helyeztek forgalomba, egymástól mért 7,00 m-es tengelytávolságban (9–10. kép).

A hidakat – a középső mederpillértől kiindulva – egyszerre két irányba haladva szerelték, ahol egy kiinduló állványzatot építettek, és innen folytatták a szabadszerelést. Modernnyílásonként csupán egy-egy segédjármű felállítására volt szükség.

A bal vágány forgalomba helyezése előtti mederhíd-próbaterhelések során sarureakció-méréseket végeztek, és az ezekből nyert adatok alapján állították be a szabályozható kivitelen készített saruk magassági helyzetét. A forgalomba helyezés (1953) után megkezdtek az 1946 óta

üzemelő K híd elbontását, melynek szerkezete később az Újpesti vasúti híd anyagául szolgált.

A két híd kialakítása között csupán anynyi a különbség, hogy az 1948. október 8-ától a jobb vágányban üzemelő hídnak az északi oldali főtartójának a külső oldalán gyalogjárda van, az 1953. június 22-én forgalomba helyezett szerkezet déli oldalán pedig közművezetékek átvezetésére szolgáló konzolok vannak felszerelve. A gyalogjárda egészen 1995-ig, a Lágymányosi híd (2011-től Rákóczi híd) megépítéséig töltötte be funkcióját, azóta nem engednek rá gyalogos forgalmat. Ugyanekkor a közművezetéseket is áthelyezték az új közúti híd szekrénytartójának belsőjébe [1], [2].

A közelmúlt és a jelen

A Lágymányosi híd kapcsán vita tárgyát képezte a két híd között szabadon maradt pillér sorsa. Ezt a kérdést oly módon



9. kép. A híd medernyílása, háttérben a Lágymányosi híd



10. kép. A híd keresztmetszete



11. kép. Szórványos hídgerenda-csere 2018-ban

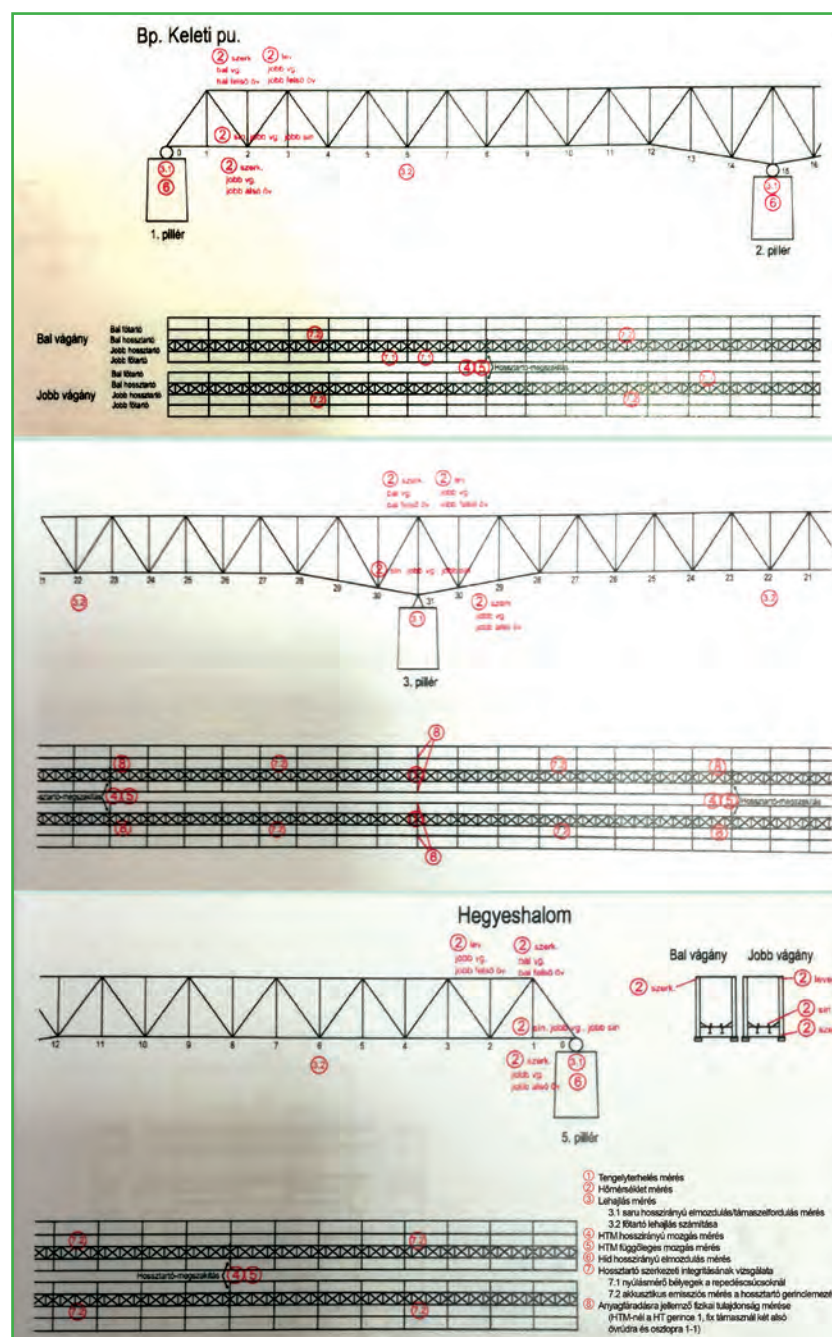
sikerült rendezni, hogy ez a pillér – tartalékként – a vasútvállalat céljait fogja szolgálni. Az ezen a pillérsoron létesítendő harmadik híd feladata, hogy a meglévő ikerhidak egyikének a szerepét átvegye a hidak felújításának idején, ezután az elővárosi forgalom céljait szolgálná. Erre az 1995-ben közzétett távlati program szerint 2000-ben került volna sor, ám akkor nem történt meg.

A déli Duna-hídon utoljára teljes hídgerendacsere 1994-ben a jobb vágányon, míg a bal vágányon 2002-ben került sor. Ekkor a hang- és rezgéscsökkentő 30 mm-es alátétlemezek beépítése miatt a KL csavarokat hosszabbakra cserélték, ami miatt a furatok egy része tönkrement, a hídfákban a furatok kikoptak, emiatt megszűnt a csavarok leszorító hatása. Ez fekszint- és nyomtávproblémákhoz vezetett. Az azóta eltelt időszakban szórványos cseréket és hídfajavításokat végeztek. 2015. május 19-étől a híd bal és jobb vágányán részlegesen 60 km/h lassújelet vezettek be. 2016. március 1-jétől a híd mindkét vágányán teljes hosszban 60 km/h lassújelet kellett bevezetni. 2017-ben a két pályán körülbelül 240 db hídgerendacsere történt, míg idén a jobb vágányon 215 db hídgerendát cseréltek (11. kép). Az idén már a 40 km/h-s lassújelet a gerenda-, 4 db Csilléry- és hosszúsín-cserék után újra 60 km/h sebességre lehetett módosítani. Ez azonban nem változtat azon a tényen, miszerint új híd-szerkezetekre van szükség.

A Déli összekötő hídon halad át az ország egyik legforgalmasabb vonalszakasza, a Bp.-Ferencváros-Bp.-Kelenföld vasútvonal. A műtárgyat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 2013-ban részletesen megvizsgálta. Megállapításai alapján – a hídszerkezeteken a híd végleges kialakításától függetlenül – azonnal el kellett rendelni a fokozott hídfelügyeletet, a hídvizsgálat gyakoriságának sűrítését, gyakoribb, híddiagnosztikán alapuló felülvizsgálat

előírásával. Szükségesnek vélték továbbá a híd átépítéséig folyamatosan végzendő fokozott felügyeleti tevékenységet támogató diagnosztikai, felügyeleti eszközök, valamint a vizsgálatok végzését biztosító telepített, állandó jellegű állványok beszerzését. A monitoringhálózatot a korábbi vizsgálatokban feltárt anyagrepedések, fáradási eredetű meghibásodások, hossztartó-megszakítások, illetve főtartók megfigyelésre, vizsgálatra javasolt felületei, illetve csomópontjai vizsgálatához javasolták kialakítani (12–14. kép). A viz-

gálat eredményeit a hídvizsgálatok során tapasztaltak is alátámasztották. 2016-ban elkészült a monitoringrendszer terve, amelynek alapján a rendszer kiépült a következő funkciókkal: tengelyterhelés-mérés, hőmérsékletmérés, lehajlásmérés, hossztartó-megszakítások hossz- és függőleges irányú mérése, a híd hosszirányú elmozdulásának mérése, a hossztartó szerkezeti integritásának vizsgálata és anyagfáradásra jellemző fizikai tulajdonságok mérése. A mérési adatok elérhetőek az interneten.



12., 13., 14. kép. A monitoringrendszer telepítési helyei



15. kép.
Sérült járda-
elem a budai
parti közút
felett



16. kép.
Erősen
korrodált
hídszerkezet

A fokozott hídfelügyelet során elvégzendő feladatok közül a vasbeton pályalemez gyalogjárda vizsgálatát, illetve a sérült betonszerkezeti elemek (15. kép) eltávolítását a Ferencvárosi Hidász Szakmérnökség 2014-ben saját létszámával elvégezte a parti nyílásokban. A járda burkolata kizárólag gyalogos forgalmat bír el, nagyobb terhet nem viselhet. Ugyancsak 2014-ben, saját létszámmal történt a főtartó támaszkörnyezet lokális korróziós károsodásainak a szerkezet újbóli mázolásával történő megszüntetése.

Sztankó Nikolett 2016-ban szerezte meg BSc diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, és még 2016 decemberében megkezdte pályafutását a MÁV Zrt. szervezetében. Kezdetben az akkori Hid és Alépitményi Főnökség pályavasúti gyakornokaként tevékenykedett a budapesti TIG területén. 2018. március 19-étől áll a MÁV Zrt. Ferencvárosi Pályafenntartási Főnökség szolgálatában hidász szakaszmérnökként.

A jövő

Mivel a jelenleg közös pilléren lévő két (közel 70 éves) felszerkezet mára szinte teljesen előregedett, több helyen is romlásnak indult (16. kép), és gazdaságosan már nem javítható, ezért 2017-ben újra előtérbe került az új szerkezetek építésének tervezése. Az átépítés azonban csak úgy oldható meg, ha az 1995-ben felmerült teljesen új, harmadik hidat megépítik a közúti és a vasúti hidak közé. A tervek szerint a partokon lévő pillérekre támaszkodó teljesen új felszerkezet forgalomba adása után kerül sor a meglévő két felszerkezet átépítésére. A tervezett ütemezés biztosítja a kétvágányú kapacitás folyamatos fenntartását az egyre növekvő vasúti forgalom számára.

A kivitelezés eredményeként a három hídfelszerkezetű kialakítás hozzájárul az elővárosi és távolsági kötőtpályás kapcsolatok fejlesztéséhez. A hídon átvezetett mindhárom vágánynak azonosak lesznek a teljesítményparaméterei: 120 km/h engedélyezett sebességet és 225 kN engedélyezett tengelyterhelést kell kialakítani.

Összefoglalás

A történeti áttekintés alapján beláthatjuk, hogy Buda, Óbuda és Pest egyesülése óta a Déli összekötő Duna-híd idővel egyre fontosabb szerepet játszott az ország vasútforgalmának a lebonyolításában. Ez napjainkban sincs másképp, sőt, mivel itt bonyolódik le az ország teljes kelet–nyugati irányú fővonal transzítforgalma, ezért a Déli összekötő vasúti Duna-híd a hálózat egyik legkritikusabb infrastruktúra-eleme. Az új híd elkészülte és a jelenlegi két szerkezet átalakítása a forgalom akadálytalan és eredményesebb lebonyolításán kívül hozzájárul a társadalmi hatások eredményességéhez. Ugyanis a forgalom vasúton tartása csökkenti a környezeti károkat, és ezáltal pozitív hatással van az életminőségre is. ◀

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Horváth Ferenc, Kiss Józsefné, Koronkai József, Kovács Péterné, Lada Ildikó, Legeza István, Muhari Zoltán, Szaip Lászlóné, Vörös József, Zsigmond László: *Vasúti hidak a Budapesti Igazgatóság területén. Vasúti Hidak Alapítvány, 2006.*
- [2] Dr. Nemeskéri-Kiss Géza: *A déli összekötő vasúti Duna-híd története. Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1990. október.*

Summary

The very first railway bridge of the Danube River was the Southern Connecting Railway Bridge, which had been operating since 1877. There were many redevelopments on the bridge because of structure's defect and the different happenings of the history. In these days we have two bridge-structures as the fifth bridge. They have been working since 1948 and 1953. As the traffic on the railway system increases and the structure of the bridge is getting worse and worse as the time passes, it is needed to redevelop the two old structures. It is also needed to build a new bridge between the Lágymányosi Bridge and the Southern Connecting railway bridge, so the railway system could work during the building operations of the old bridges. These procepts will come true in the nearly future.

A Déli összekötő vasúti Duna-híd (2. rész)

A tervezést meghatározó körülmények, építéstechnológia

A NIF Zrt. megbízásából a Főmterv–MSc–Speciálterv tervezői konzorcium készítette a Déli összekötő vasúti Duna-híd átépítésének terveit. A Főmterv Zrt. Híd- és szerkezettervezési irodája a konzorciumvezetés mellett a technológiai tervezéssel foglalkozott. Minden híd tervezésénél alapvető, hogy megismerjük a helyszínt, a kielégítendő igényeket, a környezeti adottságokat, kötöttségeket. A tervezéskor a fő követelmények: a megbízhatóság, robusztusság, tartósság, esztétika, gazdaságosság. Már az előtervezésnél végig kell gondolni a kivitelezés minden részletét.



Álló László*

tervezőmérnök

Főmterv Zrt.

Híd- és szerkezettervezési iroda

✉ allo.laszlo@fomterv.hu

☎ (1) 345-9568



Horváth Adrián*

szerkezettervezési

igazgató

Főmterv Zrt.

✉ fomterv@fomterv.hu

☎ (1) 345-9500

A Déli összekötő vasúti Duna-hídnál nem új híd tervezése volt a feladat, hanem a meglévő felszerkezetek átépítése, gyakorlatilag cseréje. A pillérek helye és mérete adott, a vasúti híd mellett álló Rákóczi híd támaszaival egy vonalban vannak, tehát ezeken változtatni értelmetlen és nem is lehetséges. Ez a vasútvonal Magyarország legforgalmasabb vonala, ez köti össze Nyugat-Európát a Balkánnal és a Közel-Kelettel. Különösen az áruszállítás akadályoztatása, hosszabb idejű elterelése más irányba a MÁV Zrt. üzleti érdekeinek súlyos sérelmét okozhatja. Ezért az átépítést úgy kell megvalósítani, hogy a vasúti forgalom akadályoztatása a lehető legkisebb legyen a teljes folyamatban. A munkát CEF-támogatás (Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz) anyagi fedezetével tudja megvalósítani az ország. A támogatási összeg első ciklusban való realizálásának feltétele, hogy 2020 végéig a kivitelezési munkákat be kell fejezni. Ez olyan szigorú követelmény a megrendelővel szemben, hogy a tervezésre kiírt pályázat elnyerése után a NIF gyakorlatilag azonnali választ kért a munka befejezhetőségére vonatkozóan. A megalapozott válasz érdekében – még minden érdemi tervezés előtt, csak átgondolva a lehetőségeket – a tervezést és a kivitelezőt kiválasztó tendereljárást is figyelembe vevő kivitelezési ütemtervet készítettünk. Ebben az ütemtervben már közelítőleg meghatároztuk a vasúti

forgalom zavarásának lehetséges módját, számát és időpontjait is.

Természetesen az ütemterv kidolgozása előtt el kellett dönteni a felszerkezet anyagát, szerkezetét és szerkezeti rendszerét. A kialakuló városi környezetbe lehetőleg esztétikus, azonban a körülményekhez igazodó és a vasúti terheknek megfelelő szerkezetet kell tervezni. A tervezésre adott idő (2017. augusztustól decemberig tanulmányterv, engedélyezési terv, technológiai terv) nem sok lehetőséget engedett megfontolásra – sajnos – ebben a kérdésben, ezért kénytelenek voltunk a járt utat választani: acél szimmetrikus rácsos tartó felszerkezeteket. Ilyen körülmények között nem annyira a szerkezet tervezése jelenti a kihívást, mint annak megvalósíthatósága, technológiája.

Megvizsgálva a helyszíni adottságokat, láttuk, hogy a bal parton gyakorlatilag nem lehet alkalmas előszerelő területet kialakítani, a jobb parton erre a célra kialakítható terület pedig nehezen megközelíthető és túl szűk a szerkezet összeszereléséhez. A Lágymányosi híd felhajtója felének elvételével biztosítható lett volna a munkaterület szükséges szélessége, ezt a nyereséget azonban és a közúti forgalom kétéves korlátozását nem tartottuk arányosnak. Ezért inkább részletesebben a vízről szerelés lehetőségét vizsgáltuk, amelynek sok előnye van az adott helyszínen, csak a vízjárási kötöttségek jelenthet-

tek kockázatot az amúgy is szoros ütemterv végrehajthatóságának.

Ha a rendkívül rövid kivitelezési idő, a vízi szerelés és a vasúti forgalom folyamatos fenntartása nem határolná be eléggé a lehetőségeket, különleges adottságként kellett foglalkoznunk azzal, hogy a híd budai hídfőjét számos légitámadás sújtotta a II. világháborúban. A szakértők szerint a légi bombák mintegy ötöde nem robbanhatott fel, ezért bárhol, bármilyen mélységben számítani kell fel nem robbant, nagy erejű lőszerre. A kivitelezési technológiákat és az építési ütemezést úgy kellett megtervezni, hogy a lőszermentesítés – előre megjósolhatatlan – időtartama se veszélyeztesse a befejezési határidőt, és a vasúti forgalmat is a lehető legkevésbé akadályozza.

Felszerkezetek építése

A lehetséges építéstechnológiákat az előbb ismertetett szempontok alapján vizsgálva végül a vízről javasoljuk beemelni a felszerkezet szerelési egységeit.

Az építés során egy távolabb levő szelvényterületen készítik elő a lehető leghosszabb hídelemeket (~82 m), majd úsztatják azokat a Rákóczi híd felvízi oldalára. A hídelem hosszúságát a mederpillérek közti távolság maximalizálja. Az elemeket a felvízi oldalra kell úsztatni, hogy a meglévő híd alsó öv kiékelése magasságilag ne

*A szerzők életrajzai megtalálhatók a Sínek Világa 2015/4–5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

korlátozza a beúsztatást. A szűk hely miatt, ami a Rákóczi híd és a meglévő vasúti híd között (1. ábra) emelési célra gyártandó, egyedi úszó emelőmű segítségével lehet majd a hídelemeket a helyükre juttatni. Az emelések után a felszerkezeti egységeket hosszirányban is mozgatni kell a part felé (2. ábra), amihez segédszerkezeteket kell telepíteni a pillérekre, és a két hídfő környezetébe jármot kell építeni. A hosszirányú tolási fázisok alatt előforduló külpontos terhelések miatt a rácsos főtartó alsó övének egyes csomópontjait keresztbordákkal, illetve a csomólemez meghosszabbításával kell megerősíteni. A felszerkezeti egységeket a pilléreken helyszíni NF-csavaros kapcsolatokkal (rácsos főtartó rúdjai), illetve helyszíni hegesztéssel (pályszerkezet) terveztük illeszteni.

A felszerkezet építési sorrendje:

- Az I. egységnek a parti nyílásba úsztatása, majd felemelése, aztán kitolása a hídfő irányába tolópad és segédjármó segítségével.
- A II. egységnek a parti nyílásba úsztatása, majd illesztése az I. egységgel.
- A III. egységnek a modernnyílásba úsztatása, majd illesztése a II. egységgel.
- A pesti és a budai oldalon elkészült fél hosszúságú felszerkezetek összetolása és illesztése.

A felszerkezetek építését kétvágányos vasúti forgalom fenntartása mellett lehet végrehajtani. A vízi kiszolgálással történő építés egyértelmű kockázata a vízállás és a jégzajlás. Vizsgálatunk szerint a hídelemek úsztatására 150 cm és 400 cm közötti vízállás alkalmas. Az utóbbi 15 év vízügyi adatait összegyűjtve és tanulmányozva úgy látjuk, hogy az említett vízállás-intervallum a hídepítés tervezett időszakában jellemzően rendelkezésre áll. A tartalékidőket az úsztatáshoz szükséges vízállás-intervallum és jégzajlás valószínűségét is figyelembe véve határoztuk meg.

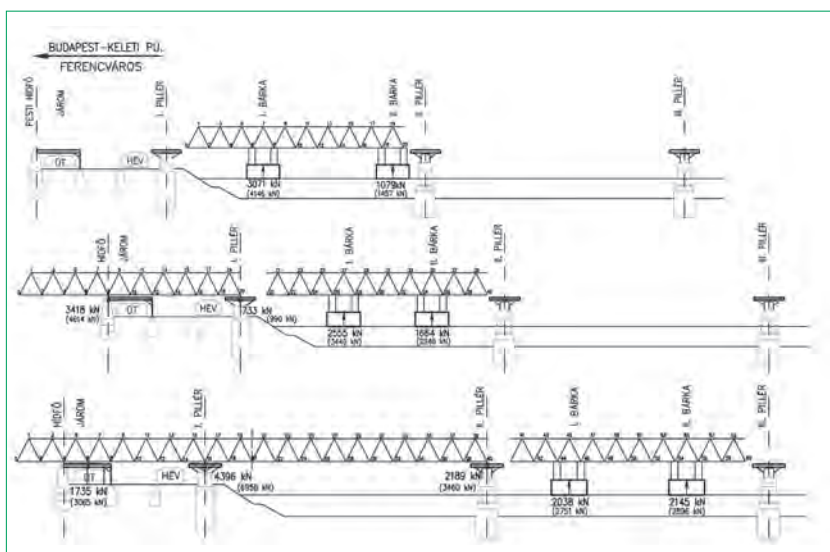
Alépitmények átalakítása

A meglévő pilléreket a tervezett, párhuzamos övű rácsos felszerkezet fogadására alkalmassá kell tenni, azokat magasítani kell. Az átalakítást értelemszerűen az adott pillérrész feletti felszerkezet bontása után lehet elkészíteni, a vasúti forgalom zavarása nélkül.

A jelenlegi budai hídfő helyett egy új, közvetlenül cölöpözött hídfőt kell építeni, ~15 m-rel hátrébb. A tervezett helyen lesz az új híd fix saruja, ami a hosszirányú



1. ábra. A Rákóczi híd és a meglévő vasúti híd közötti szűk munkaterület

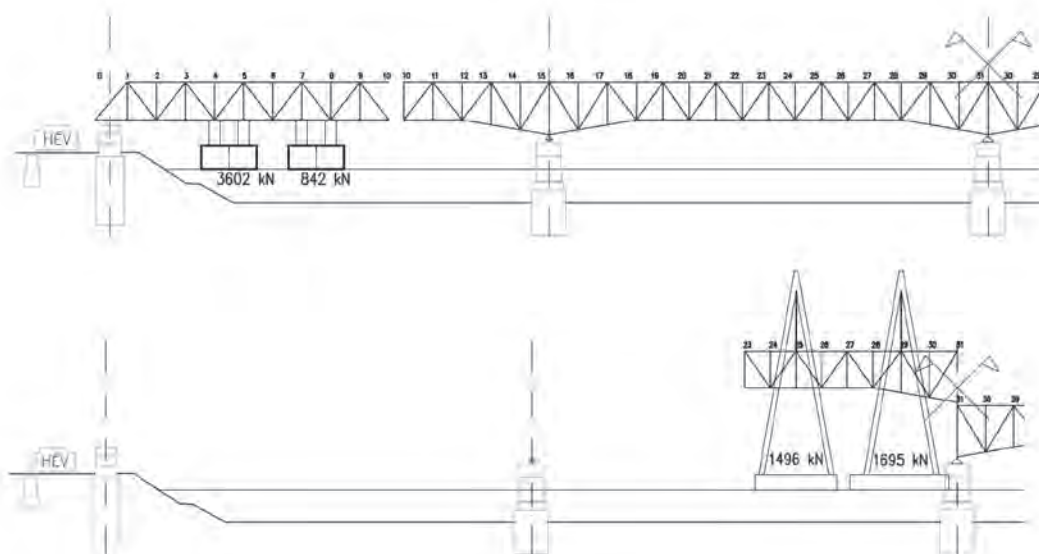


2. ábra. A hídelemek hosszirányú mozgatása



3. ábra. A budai hídfő korábban átalakított hídfője

4. ábra.
Az a jelű bon-
tási technoló-
gia vázlata



erőket felveszi, majd továbbítja a talajnak. A három felszerkezet közül az I. jelű hídhoz (befolyási oldal) tartozó hídfőt már korábban, a Rákóczi híd építésekor elkészítették (3. ábra), ezért e hídfő megerősítését, illetve a II. és III. híd (középső és kifolyási oldal) közvetlenül cölöpözött hídfőszerkezetét kell a kivitelezőnek elkészítenie.

Az I. és II. jelű híd (befolyási oldal és középső) hídfőhöz tartozó munkálatokat az előzetes felsővezetéki hálózat átalakítási munkái után, a felszerkezeti munkák elé ütemeztük. A hídhoz csatlakozó felsővezetéki hálózatot többszöri, egyoldali éjszakai vágányzár mellett kell átépíteni, hogy az a végleges, háromvágányos állapotot, illetve a hídépítési fázisok miatt kialakuló ideiglenes vágánygeometriát is le tudja követni. Ahol indokolt volt, ott a felsővezeték-tartó oszlop helyett keretgerendákat terveztünk. A keretgerendák beemeléséhez szükség lesz majd egy rövid idejű (kb. 4 órás) éjszakai teljes vágányzárra is. A felsővezetéki hálózat átalakítása során ideiglenes szakaszszigetelők épülnek be a hídfő környezetébe, melyek segítségével a kivitelezéssel érintett pályaszakaszt

feszültségmentesíteni lehet. A feszültségmentesített pályaszakaszon egyoldali hétvégi vágányzár mellett lehet elkészíteni a hídfő cölöpözését, illetve a későbbi munkatér-határolást szolgáló szád falazást.

Az alapozási munkákat csak a lösszermentesítési feladatok elvégzése után lehet megkezdeni. Stratégiai fontossága miatt a műtárgy a II. világháború idején kiemelt célpont volt, a régi hidat és a környéket számos bombatalálat érte, ezért adott esetben az alapozás környezetében is lehetnek még fel nem robbant löszerek. A ferromágneses anyagok jelenlétét az alapozás mélységében egy speciális, külön erre a célra alkalmas CPT-szonda lejutásával lehet ellenőrizni. Ha az eredmények (3D-s térkép) alapján szükségessé válik az érintett terület megtisztítása, akkor azt egy szervezett, egyszeri beavatkozással lehet megvalósítani.

A meglévő felszerkezetek bontása

A meglévő mederhíd felszerkezetek bontását eredetileg egy a jelű változatban dolgoztuk ki, azonban a beruházó kérésére

egy alternatív b jelű technológiát is szerepeltettünk a dokumentációban. Mindkét változatot alapvetően vízi kiszolgálás segítségével lehet végrehajtani. A két változat a következő:

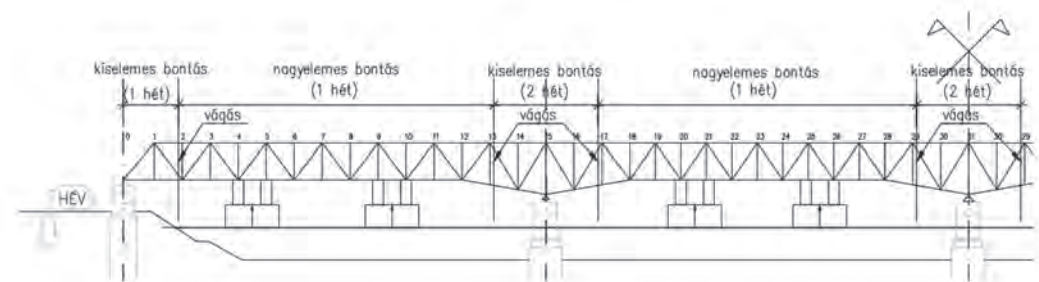
Az a jelű változat (4. ábra).

A jobb vágány (középső) meglévő felszerkezetét az I. jelű (befolyási oldal) új felszerkezet forgalomba helyezése után keresztirányban a kifolyási oldalra kell húzni – hasonlóan a szolnoki Tisza-hídnál alkalmazott megoldáshoz –, majd forgalomba helyezni. A II. jelű felszerkezet építését és forgalomba helyezését követően a kihúzott, meglévő felszerkezet szélső pozícióban bontható el, az alvízi oldalról, nagyeleemes egységekben. A parti, szélső egységeket úszó emelőmű, a közbelsőket pedig két úszódaru segítségével lehet elbontani. Ez a bontási technológia végrehajtható a hajózásra alkalmas vízállásokban.

Az a változat előnyei: rövidebb építési idő (csak nagyeleemes bontás); kisebb ki-tettséggel a vízállásnak; bontási műveletek-hez való hozzáférés kedvezőbb az alvízi oldalról.

A b jelű változat (5. ábra).

5. ábra.
A b jelű bon-
tási technoló-
gia vázlata



Az I. jelű új felszerkezet építése és forgalomba helyezése után a meglévő, középső híd bontását helyben kell elvégezni, keresztműzár nélkül.

A két üzemelő híd közötti bontást a parti részek kisélemes bontásával kell kezdeni. A parti, 2 keresztartó-távolság hosszúságú részt (~13 m) a bontandó híd felső övére telepített mozgó daruval terveztük elbontani. A nyílások közben lévő részének bontása nagyelemekben (~80 m), úszó emelőművek segítségével történik, kétoldalt üzemelő vágány/híd között. A meglévő és a tervezett felszerkezet teljes magassága közel megegyezik (~8900–9000 mm), ezért a bontott egységek emelőművekkel történő úsztatása azonos (korlátozott) vízállási körülmények között végezhető, mint a tervezett hidak építése. A mederpilléreknél az előbb említett kisélemes bontási technológiával lehet folytatni a bontást, az elbontandó hídelem hossza 4 keresztartó-távolság (~26 m).

A b változat előnyei: elmarad a meglévő jobb vágány felszerkezetének kereszt-

húzási művelete, az azzal járó kockázatok; 6 db helyett 4 db vágányelhúzási fázis.

Összefoglalás

A feladatban részt vevők (beruházó, üzemeltető, tervező) szoros együttműködésének köszönhetően az igények és peremfeltételek tisztázását követően, valamint a meglévő híd és a helyszíni adottságokat figyelembe véve sikerült egy kivitelezésre alkalmas, reálisan megvalósítható megoldást kidolgozni. A tervezett építéstechnológia – a 2020-as befejezési kényszer miatt – ugyan feszített tempójú kivitelezést tartalmaz, de még így is elegendő idő és munkaterület áll rendelkezésre a felszerkezetek cseréje mellett az alépítmények szükséges építési és átalakítási munkáihoz, a vasúti forgalom lehető legkisebb zavarásával. Végül a zavarás pontos mértékét szemléltetendő, felsoroljuk a híd fenti technológiával történő átépítéséhez tartozó kapacitáskorlátozásokat számszerűen: 7 db éjszakai, 8 db hétfé-

Summary

In assignment of NIF Co. Főmterv–MSc–Speciálterv designer consortium made the plans of Southern connecting railway Danube-bridge. Bridge and structure designer office of Főmterv Co. beside the consortium leadership dealt with the technological planning. At planning of each bridge it is essential that we should recognise the spot, the demands to be met, environmental abilities, fixities. The main demands at planning: reliability, robustness, endurance, aesthetics, economy. Already at the preliminary designing all the details of execution must be thought over. That's what we did also at the planning of the reconstruction of the railway Danube-bridge.

egyvágányos, 1 db rövid éjszakai (4 órás) teljes vágányzár, 2 db éjszakai állomásközi közlekedés. «



A VAMAV Vasúti Berendezések Kft. a kötéspályás felépítményi szerkezetek hazai piacvezető gyártója.

Fő termékeink:

- kitérők
- vágányátszelések
- vágánykapcsolatok
- dilataációs szerkezetek
- vágánylezáró szerkezetek
- átmeneti sínek
- ragasztott szigetelt kötések
- kapcsoló- és kötőszerek

Legfontosabb szolgáltatásaink:

- kitérők első karbantartása
- előszerelt kitérők szállítása
- jármű- és kitérő diagnosztikai berendezések telepítése
- sínmarás és csiszolás

Célunk, hogy termékeink és szolgáltatásaink versenyképes, folyamatosan bővülő kínálatával segítsük a vasút modernizációját és folyamatos fejlődését a vevői igények mind teljesebb kielégítése mellett.

3200 GYÖNGYÖS, Gyártelep utca 1.
Tel.: +36 37/312-270, +36 37/311-077
Fax: 37/316-179, +36 37/316-226
web: www.vamav.hu





A Déli összekötő vasúti Duna-híd (3. rész)

A felszerkezet tervezése

A Déli összekötő vasúti Duna-híd jelentőségét a nagyfolyami átkelés tényéből fakadó szerepén túl az adja, hogy több európai közlekedési folyosó metszéspontjában található. Ezek után az sem meglepő, hogy a hídon átvezetett vasúti pálya Magyarország legnagyobb forgalmú pályaszakasza. Tekintettel a főváros szövetén belüli elhelyezkedésére, környezetének beépítettségére és az ottani városi, kulturális és lakófunkció jellegére, tervezése esztétikai és környezetvédelmi szempontokat is felvet.



Duma György*

MSc Kft.
ügyvezető igazgató

✉ dgy@mschu.hu
☎ (1) 252-2559



Gyurity Máttyás**

MSc Kft.
műszaki
igazgatóhelyettes

✉ gyurity@mschu.hu
☎ (1) 252-2559

A tervezési feladat tehát az volt, hogy mindezen körülmények figyelembevételével mellett gazdaságosan megépíthető és üzemeltethető, ugyanakkor magas üzembiztonsági szintű, a környezetébe harmonikusan illeszkedő, zaj- és rezgésvédelmi szempontból is elfogadható hídszerkezetet tervezzünk.

A tervek az Eurocode szabványsorozat alapján és a MÁV H.1.2. Utasítás figyelembevételével készültek, LM 71, SW0, SW2 jelű hasznos teher és $\alpha = 1,21$ rendeltetési tényező figyelembevételével.

A híd tervezési sebessége $v = 160$ km/h, míg a vasúti pálya tervezési sebessége $v = 120$ km/h.



1. ábra. A híd látványa napjainkban (Fotó: Gyurity Máttyás)

A felszerkezet bemutatása

A meglévő, megmaradó alépítmények elhelyezkedése alapvetően meghatározta a felszerkezet támaszkiosztását (1. ábra), emellett kézenfekvő volt a jelenlegi rakparti felszerkezetek közbenső támaszainak megszüntetése és ezáltal tágasabb parti nyílások létrehozása a közúti híddal összhangban. Ily módon körvonalazódott négy modernnyílással és két parti nyílással kialakított felszerkezet képe. A felszerkezet tervezett támaszkiosztása ennek megfelelően $49,26 + 4 \times 98,52 + 49,26$ m, a felszerkezet teljes hossza 493,60 m.

A tervezési diszpozíció három vágány

átvezetését írta elő a Duna felett, a vasúti forgalom legalább két vágányon való építéskori fenntartásával. Ebből adódóan három azonos kialakítású, de különálló felszerkezet megtervezésére került sor a meglévő kettő helyett (2. ábra).

A három korszerű felszerkezet [1] tehát egyforma kialakítású (3. ábra), hatnyílású, párhuzamos övű, folytatólagos többtámaszú rácsos főtartós acélszerkezet, szimmetrikus háromszög rácsozással (4. ábra). A főtartók felső öveit a főtartóhatásnak kevésbé alárendelt K alakú rácsozás támasztja ki egymáshoz. A főtartók tengely-

távolsága 5200 mm, hálózati magassága 8000 mm.

A pályaszerkezetet kereszt- és hossz-tartókkal, valamint hosszbordákkal merevített, korszerű kialakítású ortotróp pályalemez alkotja. A szerkezeti magasság 1230 mm. A megfelelő csapadékvíz-elvezetés céljából a pályalemez keresztirányban tetőszelvényű, kb. 2%-os keresztetéssel.

A felszerkezet hegesztett kivitelben készül, S355-ös acélanyag felhasználásával. Egy-egy felszerkezet teljes acélszükséglete kb. 2800 t, ebből a vasúti terhet viselő

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2006. évi Különszámában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

**A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2016/5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

fő tartószerkezet tömege kb. 2400 t (kb. 4,80 t/m).

A teljes acélszerkezet az előírásoknak megfelelő korszerű korrózióvédő bevonatrendszert kap.

Mindhárom felszerkezeten egyoldali, 100 cm névleges szélességű, diszkrét megvilágítású üzemi járda fut végig. A hídfelületei munka elősegítése és kisebb karbantartási/javítási feladatok elvégzése céljából ugyancsak mindhárom felszerkezet medernyílásaiban – felszerkezetenként egymástól független – vizsgálókocsikat szerelnek fel.

A villamos vontatás felsővezeték-tartó szerkezetét a teherhordó szerkezeti elemekbe integrálva tervezzük. A MÁV-vezeték az üzemi járda járószintje alatt elhelyezett kábelcsatornában futnak, külön-külön védőcsőbe helyezve. A déli oldali felszerkezetre hajózási jelzéseket szerelnek majd fel. A hídfelület korszerűsítése érdekében, továbbá a híd tartószerkezeti viselkedésének állandó megfigyelése céljából a hídon monitoringrendszert építenek ki.

A tervek szerint vízi úton helyszínre érkező nagyelemes gyártási hídegységek vízről való beemeléssel kerülnek a helyükre, majd a teljes felszerkezet összeállítása a helyszíni illesztések elkészítésével ér véget.

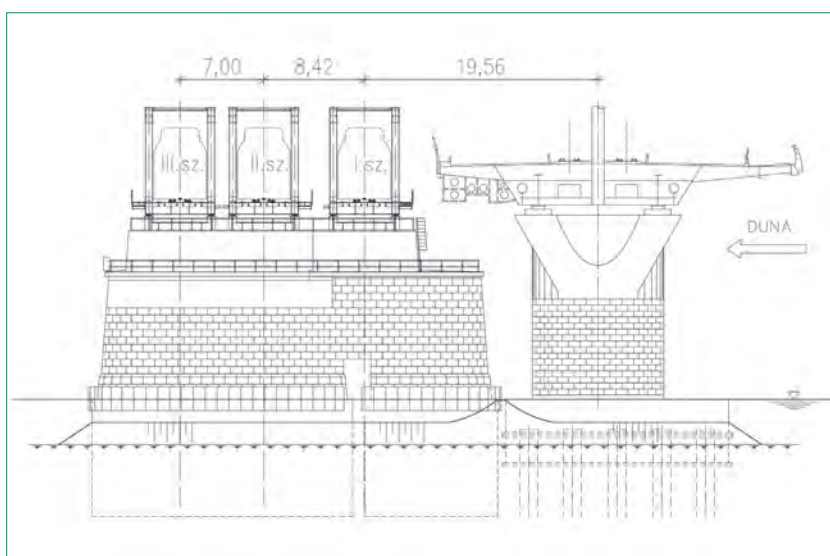
Vasúti felépítmény

A MÁV Zrt. jóváhagyásával az új hídra folyamatos rugalmas ágyazású, hosszvályús vasúti felépítményt terveztünk az UNITEF-83 Zrt. bevonásával, UIC 60 E2 R400 HT rendszerű sín alkalmazásával (5. ábra), 225 kN-os tengelyterhelés figyelembevételével. A nyomtávolság 1435 mm, a síndőlés 1:20 (6. ábra).

A híd alaprajzilag egyenes, a felszerkezetek egymással és a Rákóczi híddal párhuzamosak. A hosszvályús rendszerű, folyamatos rugalmas ágyazású vasúti felépítmény elméleti hossz-szelvénye a hídon vízszintes. A hídníylásokban a vasúti pályát a méretezési teher 40%-ának meg-



2. ábra. A jelenlegi hidak elrendezése (Fotó: Duma György)



3. ábra. Tervezett keresztmetszeti elrendezés (Forrás: MSc Kft.)

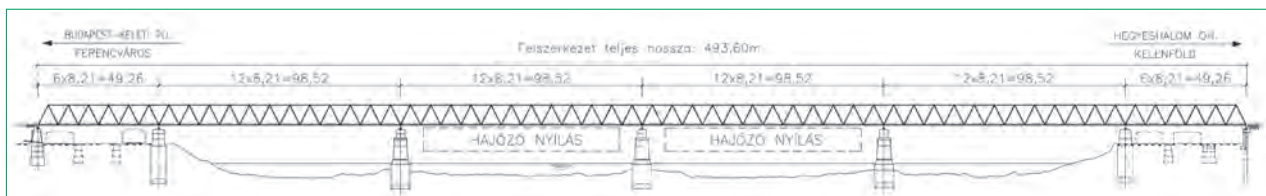
felelő mértékben túlemeljük, így a vonatok a híd lehajlása következtében közel vízszintes pályán haladnak majd.

Sarurendszer, hídfő- és pályacsatlakozás

A hídsaruk elrendezése hagyományos. Gömbsüveg saruk beépítését irányoztuk

elő. A híd fix sarui a budai oldali hídfőn helyezkednek el, a fékező- és indítóerők itt adódnak át az alépítményre. A két szélső nyílás adottásként kialakult kedvezőtlen aránya miatt fellépő hídvég-felemelkedés megakadályozására a hídvégeknél acél ellensúlyokat építenek be, továbbá speciális lekötőszerkezeteket is terveztünk.

A hídvégeknél a mára már bevett meg-



4. ábra. Oldalnézet (Forrás: MSc Kft.)

Summary

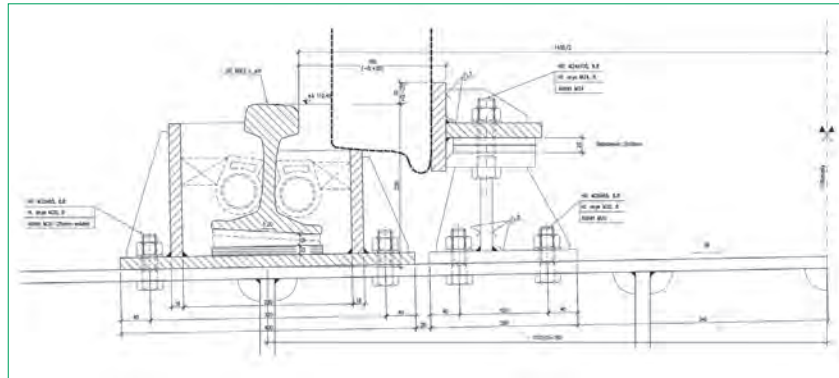
The Southern Connecting Railway Bridge is a key structure of No. 1 Railway Line (Ferencváros–Kelenföld) of MÁV. Apart from its linking function as a major river crossing, the bridge's importance also lies in its location since it stands at the intersection of several European traffic corridors. By taking these circumstances into account, our task was to design an economical structure that achieves high level of operational safety, fits harmonically in the landscape and also satisfies environmental protection demands.

oldásnak számító bordás kiegyenlítőlemezek épülnek, korszerű szintetikus keresztaljakkal. Különös figyelmet fordítottunk a híd és a folyó pályaszakasz közötti rugalmas átmenet megtervezésére.

A síndilatációs készülékeket mindkét hídvégénél a hídhoz csatlakozó pályaszakaszra helyezik el. A pesti oldalon, mivel itt játszódik le a híd dilatáló mozgása, nagynyitású dilatációs készüléket tervezünk beépíteni, amelynek mozgástartománya +305 mm –225 mm.

Összefoglalás

A tervek elkészültek, a szükséges engedélyek rendelkezésre állnak. Az eredeti ütem-



5. ábra. A vasúti felépítmény (Forrás: MSc Kft.)



6. ábra. A siklott kerék vezetése (Forrás: MSc Kft.)

terv szerint 2020-ra a Déli összekötő vasúti Duna-híd már régóta húzódó rekonstrukciója végre megvalósul (7. ábra). ◀

Irodalomjegyzék

- [1] Solymossy Imre: Az Északi vasúti Duna-híd tervezése. *Sínek Világa, Különszám, 2009, 9–13. o.*
 [2] Solymossy Imre: *Hídesztétika. Javaslát*

a Déli összekötő vasúti Duna-híd környezetbe illeszkedő átépítésére. *Sínek Világa, Különszám, 2006, 69–69. o.*

[3] Gyurity Mátyás: *Gondolatok a hidak esztétikájáról. Sínek Világa, 2016/5, 19–23. o.*

[4] Gyurity Mátyás: *Vasúti acélhidak tervezésének elmúlt két évtizede. MAGÉSZ-Acélszerkezetek, 2016/2, 36–41. o.*

7. ábra.
A látványterv egyik színváltozata
(Forrás: Főmterv Zrt.)





A Déli összekötő vasúti Duna-híd (4. rész)

Az alépítmények felújításának tervezése

Hiros Károly

mélyépítési irodavezető

Speciálterv Kft.

✉ hiros.karoly@specialterv.hu

☎ (1) 386-9127

A Déli összekötő vasúti Duna-híd felújítása és bővítése hamarosan elkezdődik. Az alépítmények felújításának tervezője a tervező konzorciumon belül a Speciálterv Kft. A vasúti híd és alépítményeinek 150 éves története *Sztankó Nikolett* írásából (1. rész) megismerhető, ezért ennek a cikknek az elején a rövid visszatekintésben kizárólag az alépítmény előéletéről lesz szó.

Az első déli vasúti Duna-hídat 1873 és 1877 között építették. A kétvágányú híd a folyómedret négy 94,00 m támaszközzű, kettős rácsosú kéttámaszú szerkezettel hidalta át, amelyhez a bal parton $3 \times 14,00$, a jobb parton $2 \times 14,00$ m támaszközzű ártéri szerkezetek csatlakoztak. A felszerkezeteket *Feketeházi János* tervezte.

A pillérek alapja pneumatikus úton készült, acélszerkezetű keszonjukat betonnal töltötték ki. A keszont kitöltő beton ún. francia beton, amely nagy méretű kövekből és földnedves betonból készült. A felmenőfal egymással szervesen összeépített

francia beton belső mag és faragott termésköburkolat.

A második, szintén kétvágányú híd, amelyet egyik tervezőjéről, *Kölber Ernő*ről Kölber-hídnak neveztek el, 1909 és 1913 között épült. A felszerkezet építése előtt az alépítményeket észak felé kiszélesítették. Az új felszerkezet az elkészült északi alépítményrészekre épült, szerelése alatt az alépítmény déli részére támaszkodó régi felszerkezeten a forgalmat folyamatosan fenntartották.

A pillérek északi részének alapja a délitől különállóan szintén acélszerkezetű keszonnal készült, és keszonját úsztatott

betonnal töltötték ki. Csak a két parti pillért és a két hídfőt készítették szádfalas alapozással. Az alapjukban különálló (egymástól 1,00 m távolságra lévő) pillérrészeket az alapok fölött kőboltozattal kapcsolták össze, falazataikat a déli falazat visszabontása után összeépítették, amelyek így egy falazattestet alkottak. A felmenőfalazat új része úsztatott beton maggal és faragottkő-burkolattal készült.

A megépült északi pillérrészekre támaszkodó új felszerkezet elkészülte után a déli pillérrészekre nyugvó régi szerkezetet elbontották. Ezután a pillérek déli része sokáig terheletlenül állt.

1944-ben, a Kölber-híd felrobbantásakor a felszerkezet tönkrement, és a pillérek is erősen megsérültek. Miután a robbanótölteteket feltehetően a falazati boltozatok alatt helyezték el, az utóbbi épült északi pillérreszek súlyosabban megrongálódtak.

A híd alépítményei annyira megsérültek, hogy még ideiglenes szerkezet alátámasztására sem voltak alkalmasak (1. ábra), 1945-ben szovjet katonai egységek a felrobbantott hídtól északra fa



1. ábra.
A háború után megmaradt pillércsonkok

cölöpjármokon álló ideiglenes hidat építettek. Ezt követően távolították el a leomlott híd roncsait és állították helyre a lerombolt falazatokat.

Legsúlyosabban a hídfők sérültek meg. A pesti hídfőt a terepszint alatt 1,00 m-ig, a budai hídfőt 1,80 m-ig le kellett bontani, és falazatukat e szintektől újra kellett építeni.

A parti pillérek is súlyosan megrongálódtak, ezek falazatát az alapokról kellett újjáépíteni.

A mederpillérek közül az V. számú pillér sérülései voltak a legkisebbek, a pillér belső betonmagja le sem omlott, de falazatának helyreállításához még így is 800 m³ betonra volt szükség. A magbetonról levált kőburkolatot az alap felső síkjától újra kellett falazni.

A VI. számú pillér nagyobb mértékben megsérült. A pillért burkoló köréteg a boltozat szintjéig levált, északi részét a boltozat vállvonaláig, a kevésbé megrongálódott déli falrész felé, egyharmadáig kellett elbontani. A pillér helyreállításához 1000 m³ betonra volt szükség.

A VII. számú pillér rongálódott meg a legnagyobb mértékben. Északi részét teljesen, déli részét nagymértékben el kellett bontani. Helyreállításához 1400 m³ betont használtak fel.

A tönkrement burkolatot mindhárom pilléرنél csak részben tudták helyreállítani. A kevésbé sérült déli pillérrészek nagyobb, az északi pillérrészek kisebb falfelületén hozták helyre a burkolatot. A VI. és VII. számú pillér északi felén csak az íves jégtörő pillérvég burkolatát rakták újra. A pillérek boltozat feletti falrészét teljes szélességben betonból, burkolat nélkül állították helyre. A falazat lábazati kőburkolatát mindhárom pilléرنél újjáépítették.

A helyreállítási munkák során, amelyek 1945-ben és 1946-ban folytak, a déli pillérrészeket elkészítették a távlati új híd jobb és bal vágányú szerkezetét alátámasztó vasbeton szerkezeti gerendákat, az északi pillérrészen pedig az ideiglenes hidat rövid ideig felváltó ún. K híd A alakú vasbeton bakjait is.

A K hidat 1946 októberében adták át a forgalomnak. Ezután a pillérek déli részén a végleges, jelenleg is meglévő új híd jobb és bal vágányú szerkezeteit építették fel, az előbbi 1948-ban, az utóbbit 1953-ban helyezték forgalomba.

Az 1990-es évekig a pilléreken csak kisebb javítási munkákat végeztek. Nagyobb átalakítási munkákra 1995-ben, az

új Lágymányosi közúti Duna-híd építésének keretében került sor, ami a vasúti hídfők és töltéslezáró szárnyfalak átalakítását eleve szükségessé tette. A budai oldalon a tervezett harmadik vágány hídja részére új, cölöpfal-szerkezetű hídfő épült a közúti híd hídfőjéhez igazodva, és ugyancsak cölöpfal-szerkezetű támfallal kapcsolódva a megmaradó régi hídfőhöz. Elbontották a volt K híd A alakú bakjait a pilléreken, majd vasalásukat a pillérekbe bekötve, megépítették a tervbe vett harmadik szerkezet magasító szerkezeti gerendáit. A munkálatok során felújították a régi pesti hídfőt és a parti pilléreket is.

Az 1980-as évek végétől a mederpillérek állapotát többször vizsgálták. A vizsgálatok eredményeképpen 1996-ban mikrocementes injektálással felújították a VII. mederpillér betonalapját. Ezzel – az 1995-ben megszakított felújítási munkák folytatásaként – elkezdődtek a mederpillérek belső magjának javítási munkái.

2012–2013-ban elkészült a mederpillérek teljes körű injektálása és a pilléralapok felső részének vasbeton táblás védelme, így a mederpillérek három felszerkezet fogadására váltak alkalmassá.

A szóban forgó alépítmények közül a hídfőket, a parti és mederpilléreket a közelmúltban felújították, és a tervbe vett új felszerkezetek, köztük az I. számú – északi oldali – felszerkezet fogadására alkalmassá tették, a X. számú budai hídfőt a II. és III. számú szerkezet fogadásához e projekt keretében átépítik.

A közbeső mederpillérek jelen állapotukban nem tudják fogadni a tervezett felszerkezetet, mivel a meglévő és a tervezett felszerkezet geometriája a támaszok környezetében eltér. A felszerkezetek építése előtt elbontandó a nyomvonalon található meglévő, támaszok felett kiékelte hídszerkezet, és megmagasítandók a mederpillérek oly módon, hogy fogadni tudják a tervezett, párhuzamos övű acélszerkezetet.

A X. számú hídfő II. és III. vágány alatt lévő súlytámfalszerű tömbjét vissza kell bontani, helyette 15,44 m-rel távolabb új cölöpfalas megtámasztás készül.

A többi alépítmény felső síkját oly módon kell kialakítani, hogy a szerkezeti gerendák fogadni tudják az acél saruzsámolyokat és az új hídszerkezetet. Ezek az alépítmények az I. számú hídfő, a IV. és VIII. számú parti pillérek, valamint az V., VI. és VII. számú mederpillérek.

Alépítmények szükséges szerkezeti beavatkozásai:

I. hídfő: szerkezeti gerendák visszabontása, újjáépítése,

II., III. ingaoszloppillér: elbontása,

IV., V., VI., VII., VIII. parti pillér: szerkezeti gerenda kiszélesítése,

IX. ingaoszloppillér: elbontása,

X. hídfő: II–III. vágányok alatti résznek visszabontása, 15,44 m-rel hátrébb új cölöpfalas hídfő építése. Az I. vágány alatti meglévő cölöpfalas hídfőszakaszon szerkezeti gerenda visszabontása, újjáépítése.

A mederpillérek világháború utáni újjáépítése

Az alapok feletti boltozat, amellyel a felmenőfal a déli és északi alap közötti rést áthidalja, a híd felrobbantásakor a három mederpilléرنél különbözőképpen sérült meg. Az V. jelű pilléرنél a boltozat középső része megmaradt, ezért ennél csak kétoldalt készítették egy-egy kiváltó vasbeton gerendát, amely a boltozat megmaradt részét majdnem teljesen eltakarja. A VI. és VII. pilléرنél a boltozat teljesen tönkrement, ezeknél a nyílást acéltartókkal hidalták át, amelyeket a falba bebetonoztak. Áthidaló gerendának a VI. jelű pilléرنél a Kölber-híd hosszartóit, a VII. pilléرنél hengerelt I tartókat építettek be.

A különbözőképpen megrongálódott mederpillérek falazatát is más-más módon építették újjá. Az V. és VI. pillér falazatát viszonylag könnyen helyreállították. Helyreállításukat az előbbinél a kisebb károk miatt magasabb építési kezdőszint, az utóbbinál az alacsony vízállás segítette.

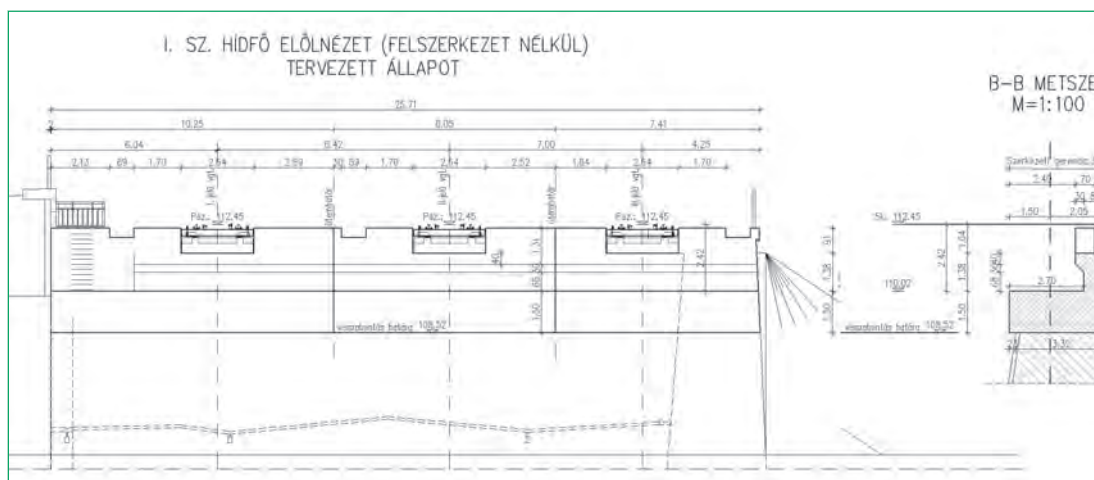
A VII. pillér falazatának építését szád-falas védelem mellett kezdték el. Az építés közben megemelkedő vízszint miatt a munkatér víztelenítését nem tudták megoldani, ezért a fal alsó 1,50 m-es részét víz alatti betonozással készítették el.

A II., III. és IX. jelű pillérek:

Az acél ingaoszloppillérek meglévő állapotban az I–IV. támaszok és VIII–X. támaszok között a parti szakaszon a független, felsőpályás acél gerinclemez hidakat támasztják alá. A tervezett felszerkezetek elkészültekor ezek az alátámasztások funkciójukat veszítik, ezért visszabontják őket. A visszabontás alsó határa terepszint alatt 0,50 m.

Alaptestek erőtani vizsgálata

A II–III. és IX. pilléreket (támaszokat) elbontják, így azok vizsgálatát nem végeztük el, az I. hídfő, IV–VIII. közbeső tá-



2. ábra.
Az I. jelű hídfeje

maszok és a X. hídfeje szilárdsági vizsgálatát a következő megfontolásokkal végeztük:

A megmaradó alaptestek vizsgálata:

Az I. hídfejenél (2. ábra) a saru alatti térdfallal kialakított szerkezeti gerenda vasalását a hídfeje mögötti teherre vizsgáltuk. A függőleges terhekre a teljesen feltámaszkodó szerkezeti gerenda a beton nyomásával áll ellen, így annak részletes vizsgálatát jelen tenderterv szinten nem kell elvégezni, a szerkezeti gerenda vasalhatóságát igazoltnak vesszük. A nagy nyomóerőnek kitett acél saruszámoly/sarugerendák alatti részeket külön vizsgáltuk.

A szerkezeti gerenda a keletkező vízszintes (elsősorban a fékező) erőkre elcsúszhat a meglévő alépítményen. Az elcsúszást befűrt-beragasztott tüskékkel akadályoztuk meg. A keletkező vízszintes erők a befűrt-beragasztott tüskék minimális darabszámát meghatároztuk.

A szerkezeti gerenda alatti külpontos nyomásra a meglévő alépítményt ellenőriztük, mint falazatot, az anyagoknál megadott mézskőfalazat feltételezésével. Hasonlóan ellenőriztük a beton alaptestet a külpontos nyomóerőre.

A hídfejenél ~1,00 m-rel a terepszint alatt a maximális igénybevétel helyén ellenőriztük a szerkezetet stabilitásra (elcsúszás-kiborulás).

A hídfeje alatti alapozást az elkészített VEM modell talajfeszültség-számítása alapján ellenőriztük és adtuk meg a talajfeszültséget az állandó terhek hatására is.

A IV–VIII. közbenső támaszokra a II. és III. számú vágány alatt az I. vágány alatt már meglévő vasbeton szerkezeti gerenda épül, hogy az alépítmény magassága megfelelő szintre kerüljön az új felszerkezetek fogadásához (3. ábra). A sarukról átvitt terheket a C 35-ös betonból készült, tömbszerű szerkezeti gerenda a meglévő

alépítményen teljesen alátámasztva hordja.

A szerkezeti gerenda a keletkező vízszintes erők elcsúszhat a meglévő alépítményen. Az elcsúszást befűrt-beragasztott tüskékkel akadályoztuk meg, mint az I. hídfejenél. A keletkező vízszintes erők a befűrt-beragasztott tüskék szükséges darabszámát meghatároztuk.

A szerkezeti gerenda alatti külpontos nyomásra a meglévő alépítményt ellenőriztük, mint falazatot, az anyagoknál megadott mézskő-falazat feltételezésével. Hasonlóan ellenőriztük a betonból épített keszont külpontos nyomóerőre.

A közbenső támaszoknál közbenső vastagságváltásnál és az alépítmény alján a maximális igénybevétel helyén ellenőriztük a szerkezetet stabilitásra (elcsúszás-kiborulás).

A támaszok alatti alapozást az elkészített VEM modell talajfeszültség-számítása alapján ellenőriztük és adtuk meg az egyes támaszok alatt a talajfeszültséget az állandó terhek hatására is.

Eltekintettünk a pillértest hajóütközés lokális hatásainak a vizsgálatától, mert az esetleges komoly ütközés esetén beépített ütközőként funkcionáló vasbeton elemeket terveztek (tervező: MSc Kft.; Projekt megnevezése: DVÖDH Pillérerősítés és medervédelem II. ütem; Tervszám: MSc Kft. 8000/1; Tervkészítés időpontja: 2012. április). Ez a műszaki megoldás tökéletesen megfelel a rendkívüli terhek okozta esetleges hatásoknak. Meg kell jegyezni, hogy olyan hajóütközések még a rendkívüli terhek között is ritkák, amelyek komoly sérülésekhez, azaz a vasbeton gallér cseréjéhez vezetnek.

A X. hídfeje II. és III. vágány alatti tömbjét elbontjuk, és 15,44 m-rel hátrébb a 3 felszerkezet fogadására megfelelő szélességű, új cölöpfalas hídfeje épül, mely bekötő

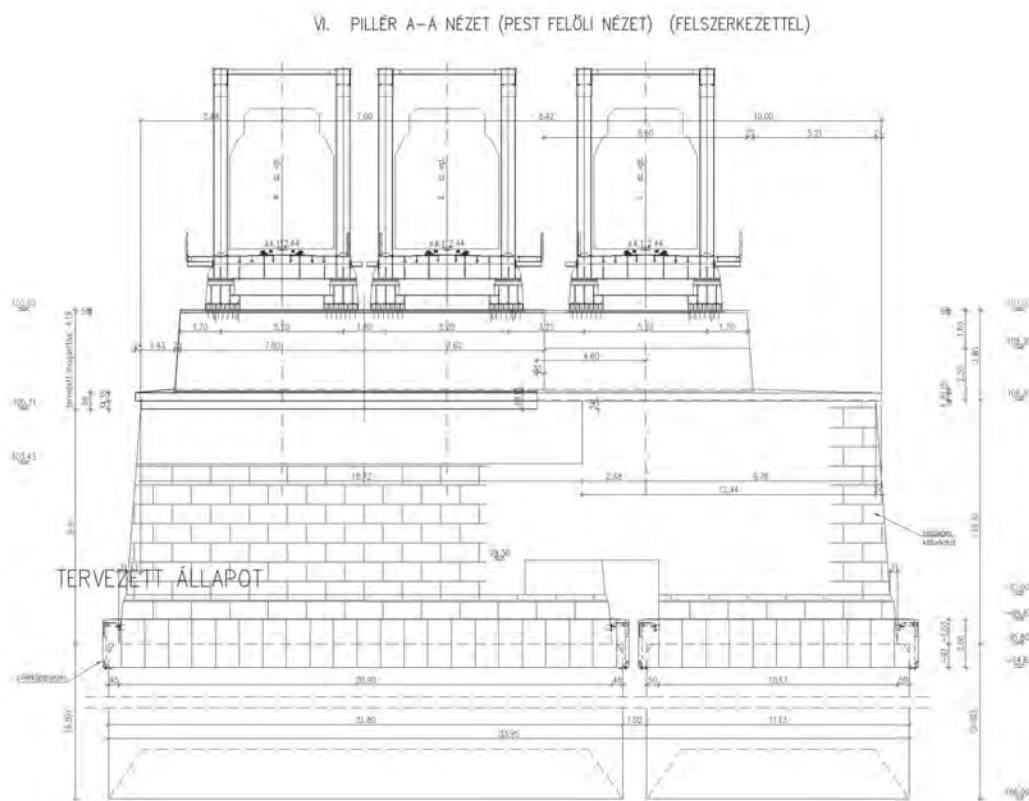
vasalással csatlakozik az I. vágány alatt korábban épített cölöpfalas vasbeton szerkezethez. A cölöpök 1,50 m átmérőjűek. A cölöpfal nyílás felőli oldala a terepszint alól 50 cm-rel indítva teljes magasságban min. 10 cm vastag vasalt löttbeton felületkiegénylítést kap, melynek hálóját a cölöpökbe befűrt-beragasztott tüskék segítségével a cölöpökkel együtt kell dolgoztatni.

A hídfeje építését több fázisban, a felszerkezetek építésével összehangoltan kell végezni, mivel a vasúti forgalmat minden esetben két vágányon fent kell tartani.

A számításban ellenőriztük a vasbeton szerkezetek (összefogó gerendák, cölöpök) vasalhatóságát a hídfejen és a hídfeje mögött átvitt terhelésekre, különös tekintettel arra, hogy a három új felszerkezet fix saruja ezen a támaszon lesz, így a vontatási és fékezőerők ezen a támaszon adódnak át.

Amennyiben egyes építési fázisokban

Hiros Károly okleveles építőmérnök 2004-ben végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, és azóta a Speciálterv Kft.-nél dolgozik, jelenleg a Speciálterv Kft. Mélyépítési irodájának vezetője. Részt vett a Gellért téri metróállomás, a Tópark autópálya-csomópont, a Zalalövői völgyhíd, a szombathelyi Csaba utcai felüljáró, a bajai Türr-csatorna feletti gyalogos híd, a hatvani Zagyva feletti gyalogos híd tervezésében. Tervezett műtárgyakat az M3-as, az M7-es, az M31-es, az M6–M0-s, az M6-os, az M60-as, az M35-ös, az M4-es gyorsforgalmi utakra és autópályákra, valamint a Dél-Balaton, a Kelenföld–Pusztaszabolcs, Gyoma–Békéscsaba, Pilis–Vörösvár–Esztergom vasútvonalakra.



3. ábra.
A VI. jelű
támasz

mértékadó helyzetbe kerül egy szerkezet, úgy az ellenőrzést annak figyelembevételével a fázisokban kialakuló terhelésekre is elvégeztük.

A hídfőnél a VEM modell segítségével a cölöpök mértékadó terheinek vizsgálatával ellenőriztük az alapozást, és megadtuk a cölöp terhelését az állandó terhek hatására is.

Elvégzendő beavatkozások az alépítményeken

Az I. jelű hídfő szerkezeti gerendája a hídfő felett lejátszódó szerkezeti mozgások miatt nem megfelelő, ezért a szerke-

zeti gerenda visszabontandó, és a bordás kiegyenlítőlemez fogadására alkalmas új térdfallal újraépítendő.

A X. hídfő végleges nyílás oldali sík felülete két szélén és a felszerkezetek közötti felületeken 10 cm-re kiugratott, 2,00 m széles áloszlopokkal (lizénával) megszakított. Az így kapott homlokzat olyan, mintha a szerkezeti gerendát négy oszlop támasztaná meg.

A csatlakozó cölöpfalas szakasz szerkezeti gerendája visszabontandó, és új térdfallal újraépítendő. Az új cölöpfalas hídfő is ugyanolyan keresztmetszetű szerkezeti gerendát kap. A szerkezeti gerendák térdfalának vállkialakítása a bordás kiegyenlítőlemez fogadására alkalmas. A meglévő, csatlakozó kiegyenlítőlemez elbontandó. A térdfalban, az I. számú felszerkezet északi oldali járdájában elhelyezett kábelek és vezetékek számára lefedett átvezető nyílást terveztünk. A Rákóczi híd melletti, vasúttal párhuzamos cölöpfal cölöpösszefogó gerendája Z alakú, a hídfő felé eső cölöpök és a hátöltésben lévő cölöpök felső síkja között a cölöpösszefogó gerenda 4,20 m magasságot hidal át. A hosszirányú igénybevételek miatt itt háromszög alakú vasbeton kiékelés készül a meglévő cölöpösszefogó és a meglévő térdfal között.

A X. hídfő mögötti részü töltését hosszirányban a hídfő cölöpfala és a déli oldalon készülő burkolt részükup támasztja meg.

Összefoglalás

A Déli összekötő vasúti Duna-híd felújítása és bővítése ma mindennél aktuálisabb feladat. A tervezett átépítés radikálisan javítja a vasúti áteresztőképességet és a szolgáltatási minőséget. A 150 éves alépítmények a fent leírt jelentős átalakításokkal továbbra is biztosítják az új felszerkezetek megfelelő alátámasztását. «

Irodalomjegyzék

- Dr. Gáll Imre: *A budapesti Duna-hidak. Híddépítő Rt., 2005.*
Dr. Gáll Imre, Kovács József, dr. Tóth Ernő: *Pest megyei és budapesti hidak. Pest Megyei Állami Közútkezelő Közhataln Társaság, 1997.*
Horváth Árpád: *Utak, hidak, vasutak. Zrínyi Katonai Kiadó, 1970.*
Uvaterv Zrt.: *Déli összekötő vasúti híd 48314/05/1-202. tervszámú tervcsomag. MSc Kft.: Déli összekötő vasúti híd. Pillér és medervédelem 8000/1. tervszámú tervcsomag.*

Summary

The refurbishment and broadening of the Southern connecting railway bridge is more necessary than ever. The designed structure radically increases the capacity and the quality of service. The 150 years old substructures with the modifications written above still give suitable support for the new superstructures.



A Lajta bal parti csatornahíd átépítésének tervezése

Csurilla Imre

ügyvezető,

vezető tervező

Unique-Plan Kft.

✉ imre.csurilla@uniqueplan.hu

☎ (30) 338-2364

A híd 2012-es III. fokú vizsgálata során állékonysági és deformációs problémákat tártak fel. A kapcsolatoknál ismét korróziós károkat, mozgásra utaló jeleket találtak. A rácsos főtartó oszlopok eltértek a függőlegestől, az öv-elemek pedig a vízszintestől. A 100 km/h sebességű közlekedésre a hidat átépítés nélkül alkalmatlannak találták, ezért a vizsgálat eredményeképpen 20 km/h-s sebességkorlátozást vezettek be.

Ezután 2014-ben került sor a következő statikai felülvizsgálatra próbaterheléssel, melyet már a GYSEV Zrt. – mint a vasútvonal kezelője – megbízásából a Speciálterv Építőmérnöki Kft. készített. Statikus és dinamikus próbaterhelés készült BR 232 típusú dízelmozdonnyal. A statikai ellenőrzés a H1.2. Vasúti hidak méretezésének általános előírásai, H.4. A meglévő vasúti acélhidak teherbírásának és tartósságának megállapítása – szegecselt szerkezetek, az MSZ-07-2306/1,2,3-90T Vasúti hidak erőtan tervezése előírások alapján történt. A felülvizsgálat megállapította, hogy a szerkezet fáradási élettartama kimerült, a keretmerevség globális vizsgálata

95-98%-os kihasználtságot mutatott, ezért a szerkezet cseréjét javasolták.

Az új híd tervezése

A 2014-es statikai felülvizsgálatban feltárt merevségi és fáradási problémák miatt a GYSEV Zrt. 2015 februárjában tanulmánytervet készíttetett a híd átépítésére. A terveket a Speciálterv Építőmérnöki Kft. 2015 áprilisában készítette el, melyben az acélszerkezetű hídon a vasúti pálya átvezetésére három változatot mutattak be (1–4. ábra).

A Megrendelő GYSEV Zrt. a tanulmányterv második változatának megfe-

lelő ágyazatátvezetéses, alsópályás, rácsos főtartós, ortotrop pályalemez (keresztbordás) megoldást választotta. A tanulmányterv részeként elkészült a híd átépítési idejére kialakítandó kerülővágány és provizórium beépítési terve is.

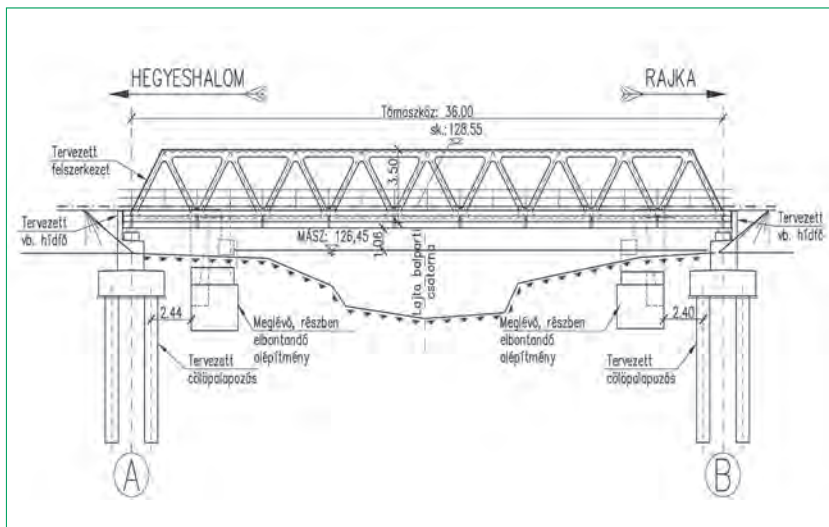
2016-ban a GYSEV Zrt. megbízásából elkezdődött a tanulmányterv kiválasztott szerkezeti változatának alapulvételével a hídrekonstrukció egyesített terveinek elkészítése. A 2016-ban történt szemrevételezés alkalmával a meglévő híd acélszerkezetén kezdeti korróziós károsodások mutatkoztak (5. ábra). A végponti hídfőnél a mozgó saruk előtt a hídfő kitört (6. ábra), ami a saruk nem megfelelő működésére utalt. A hídfőkon tartós ázásnyomok, repedések látszottak.

A projekt fővállalkozója a Dekorpont Hungary Kft., generáltervezője a CEOS Kft., híd szakági tervezője pedig cégünk, a Unique-Plan Kft. volt.

Az átépítés alatt a tanulmánytervben megtervezett, provizóriumon és kerülővágányon haladt volna a vasúti forgalom (7. ábra). A P 20,4-80 típusú vasúti provizórium a meglévő hídtól 10,00 m tengelytávolsággal, azzal párhuzamosan épült volna be. A hídon vezetett kábeleket és a felsővezeteki oszlopokat a terelőtöltésen, illetve a provizóriumon helyezték volna el.

Az új acélszerkezetű híd elfogadott tanulmánytervi változatához képest nagyobb, 4,5 m szélességű híd tervezésére volt szükség a rostagép biztonságos haladása, a pályaszabályozásnál esetlegesen előforduló külpontosság és a korlátok vasúti vágány elsodrasi határtól való megfelelő távolságának betartása érdekében (8. ábra).

A kerülővágány és provizórium koncepciójának megfelelően 2016-ban elkészültek a híd bontásának és a helyette az új, végleges hídnak az egyesített tervei. A híd építési engedélyt 2017 áprilisában adta ki a közlekedési hatóság. Mennet közben azonban a Megrendelő új,



1. ábra. A tervezett híd oldalnézete

költséghatékonyabb megoldással kívánta a hidat átépíteni. Ennek megfelelően a híd kerülővágány és provizórium építése nélkül, megközelítőleg három hónapig tartó folyamatos vágányzárban épül át, amelyhez a korábban elkészült tervek át kellett dolgozni. A kábelek a híd átépítése idejére a meglévő híd mellett kialakítandó közműhídra kerülnek át, a villamos vontatás felsővezetékét az átépítéssel érintett szakaszon ideiglenesen lebontják. A 2016-ban elkészült tervek átdolgozását cégünk 2017-ben végezte el (9. ábra).

A híd tervezésekor számos nehezítő körülményt, kivitelezési szempontot kellett figyelembe venni. A Hegyeshalom–Rajka vasútvonal egyvágányú, a vonal teherforgalma kiemelt fontosságú, ezért az átépítés alatti forgalom biztosításának lehetősége vagy a minimális vágányzári idő fontos tervezési szempont volt.

A híd mellett 5 m-nyire Natura 2000 terület határa húzódik, ami a munkálatok által igénybe vehető területeket erősen korlátozta. Az építési terület csak a vasúti pálya mellett haladó 1501-es sz. útról közelíthető meg munkagépekkel, ami az út kis szélessége miatt szintén nehézkes. A meglévő hídon több eltérő szinten vezeték át a kábeleket, és ez a híd bontását, az üzemi kábelek áthelyezését nehezítette.

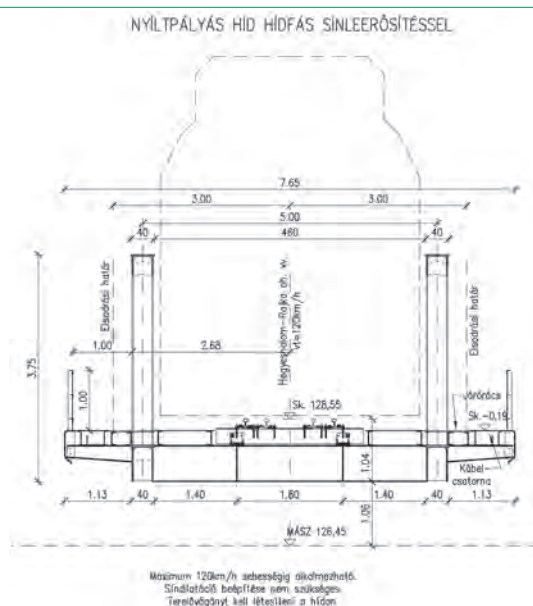
Az új hídszerkezet – a tanulmánytervi változatnak megfelelően – rácsos főtartós, alsópályás szerkezet, ágyazatátvezetéssel. A tervezés kiindulási alapja a Speciálterv Építőmérnöki Kft. által tervezett egyedi szerkezet volt, ugyanakkor számos nehézséget kellett menet közben leküzdeni.

A mértékadó árvízszinthez (126,45 m Bf) képest felvehető szerkezeti alsó él magasság (MÁSZ + 1 m = 127,45 m Bf), a meglévő vágány sínkoronasintje (128,55 m Bf) a tervezés során – az átvezetett ágyazatra minimálisan előírt vastagság megtartása mellett is – erősen korlátozta az igénybe vehető szerkezeti magasságot. Emiatt a hídszerkezeten nem volt mód hosszartók kialakítására, a terheket a sűrűn elhelyezett keresztartók közvetítik a rácsos főtartókra. A rácsos főtartó-keresztartó bekötéseknél az ágyazatátvezetés jelentette nagy súlyból ébredő igénybevételek felvételéhez a keretsarkokat merevebbé kellett tenni.

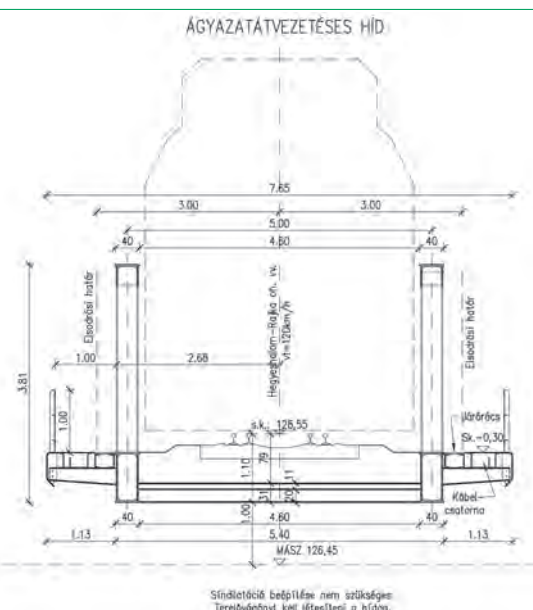
A tervezett új híd szerkezete

Az új műtárgy teherbírását a vonatkozó Eurocode szabványok szerint és az

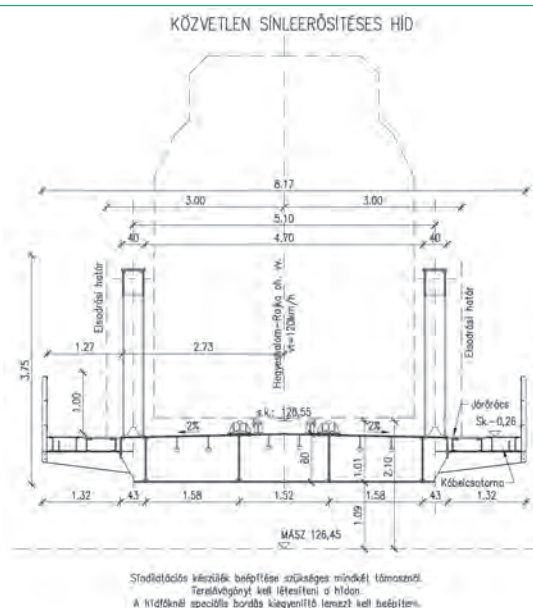
2. ábra.
Pályaátvezetési változat I.



3. ábra.
Pályaátvezetési változat II.



4. ábra.
Pályaátvezetési változat III.



Az új alapozás helyszíni betonozással, monolitikusan készül, és hídfőnként 8 db 80 cm átmérőjű CFA cölöpre támaszkodik. A hídfők terheit monolit vasbeton fejtömbök közvetítik a cölöpökre. A cölöpösszefogó gerendán 1,50 m széles, 7,10 m hosszú hídfőfal épül. A hídfőfal tetején, a felszerkezet alátámasztásainak helyén 2 db 80 × 100 cm-es saruszámoly készül a szerkezeti gerendával és térdfalal összevasalva. A szerkezeti gerendából nyúlik ki a felszerkezet magasságában a földet és ágyazatot megtámasztó, 40 cm vastag térdfal. A felmenőfalhoz és a térdfalhoz 60 cm vastagságú párhuzamos szárnyfalak csatlakoznak. A szárnyfalakra konzolosan támaszkodik a hídhoz csatlakozó vasbeton üzemi járda. Az U profilú konzollemez belsejében a kábelcsatornáknak fenntartott hely van, a járófelület a felszerkezethez hasonlóan lencsemintás lemezzel van kialakítva. A vasúti töltésről a hídra való feljutást vasbeton rámpa biztosítja.

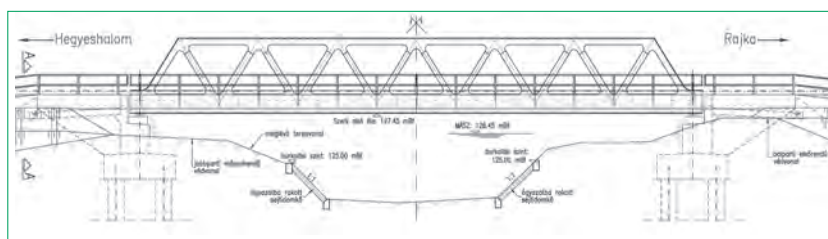
A vasúti pálya zúzottkő ágyazatát eredetileg megszakítás nélkül, folytonosan vezettük volna át a hídfők felett, vízzáró, süllyesztett dilatációs szerkezet beépítésével. A kivitelezés megkezdésekor azonban az ágyazatmegszakítás mellett döntöttek, így a hídvégeken acél ágyazattámasztó készül, dilatációt pedig nem építenek be. A hídfők mögötti süllyedéskülönbségek kiegyenlítésére a térdfal hátulján kialakított konzolra ül fel a 30 cm vastag, 4,00 m hosszú kiegyenlítőlemez, melynek hosszúsága 5%. A kiegyenlítőlemez végén Raudril típusú keresztzárógót építenek be beton előfejjel.

A hídon a vasúti pályára hulló csapadékvizet a pályalemez 2%-os keresztvágása a két oldalon kialakított mélyvonalakba vezeti. A hosszirányú vízelvezetést a pályaszerkezet állandó terhekre való 2%-os túl-emelése biztosítja. A hídfőknél összegyűlt vizet a támaszok melletti víznyelő csöveken keresztül a mederbe vezetik. A pályalemez szigetelése teljes hosszban Servidek/Servipak rendszerű lesz.

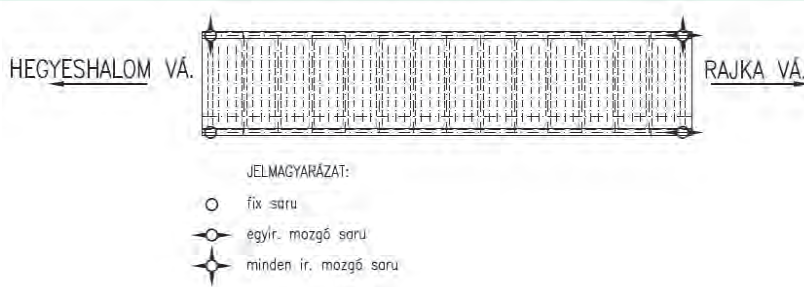
A szerkezet 1 db fix, 2 db egyirányban mozgó és 1 db minden irányban mozgó gömbcsüvegcsarura támaszkodik (10. ábra).

Anyagminőségek:

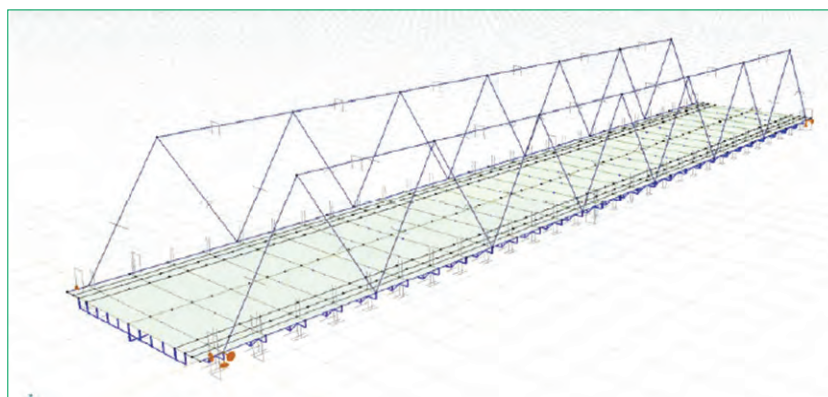
- főtartók, pályaszerkezet: S355J0+N
- járdakonzol, korlátelemelek: S235JR
- CFA cölöp: C30/37 -XC2-XA1-16-F5 (víz alatt 380 kg/m³ cement)



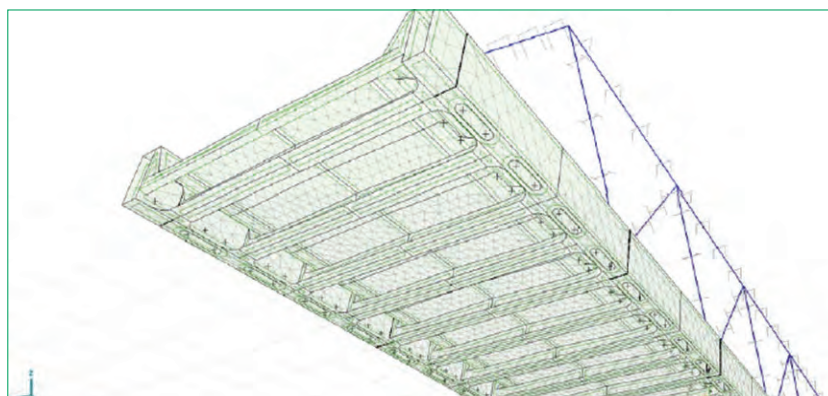
9. ábra. A tervezett híd oldalnézete



10. ábra. Az új hídszerkezet saruelrendezése



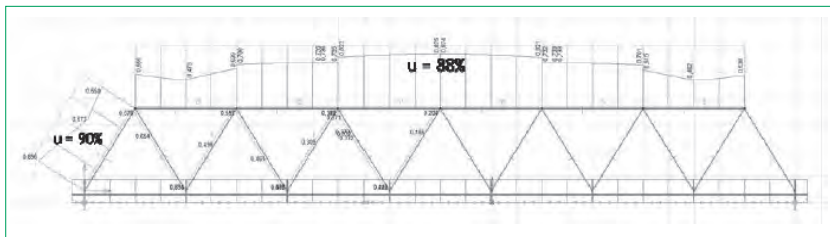
11. ábra. Az acélszerkezet 1. statikai modellje



12. ábra. Az acélszerkezet 2. statikai modellje

- cölöpösszefogó gerenda: C30/37 -XC2-XF2-XA1-16-F3
- hídfő felmenőfal, térdfal, szárnyfal: C35/45 -XC4-XF4-XA1-16-F3

Az acél felszerkezetet és az egyéb kiegészítő acélszerkezeteket négyrétegű bevonat – min. 4 × 80 µm rétegben, 320 µm összrétegvastagságban – védi a korróziótól.



13. ábra. A rácsrudak kihasználtsága



14. ábra. Az elkészült hídszerkezet

Vasúti pálya

A meglévő hídon jelenleg UIC 54-es sínrendszer van, 1:20 síndőléssel. A Megrendelő kérésére – a megemelt vasúti pályasebességnek megfelelően – a vasúti hídon, valamint a híd előtt-után egy rövid szakaszon UIC 60 E1 sínrendszer épül teljes ágyazatcserével, 60 cm-es aljkiosztással. Az átépítés idejére a hídfők mögött alakítják ki a munkaterületeket. A Rajka felőli oldalon kb. 60 m hosszú szerelőtér épül, melyről a helyszínrre szállított hidat betolják.

Az átépítés során a híd előtti és utáni rövid szakaszokon UIC 60 E1 sínrendszer épül hézag nélküli kivitelben, L4 jelű vasbeton aljakkal, Vossloh W14 sínleerősítéssel. A hídon és a hozzá csatlakozó terelessínes szakaszon UIC 60 E1 sínrendszer épül hézag nélküli kivitelben, LT, LT-1, LT-3 jelű vasbeton aljakkal. Az átépítéssel nem érintett csatlakozópálya az eredeti UIC 54-es sínrendszerű, hézag nélküli felépítmény marad, LM jelű vasbeton aljakkal.

A felszerkezet statikai számítása

Az acél felszerkezet méretezését AXIS programmal végeztük, és kétféle statikai modellt használtunk. Az 1. modellben a pályalemezt héjmodellel, a keresztartókat

bordaként, a főartókat rúdként modelleztük (11. ábra).

Az 1. statikai modellen az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- kihajlászvizsgálat (teherszorozók megállapítása),
- rezgészvizsgálat (első sajátfrekvencia megállapítása).

A 2. modellben a pályalemezt, a keresztartókat, a főartók alsó övrúdját héjmodellel, a főartók rácsrúdjait, valamint felső övrúdjait rúdmodellként vettük figyelembe (12. ábra).

A 2. statikai modellen az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- szilárdsági és stabilitási vizsgálatok (rúdelem-kihasználtságok, lemezelem-feszültségek),

- használhatósági vizsgálatok (lehajlás, felszerkezet elcsavarodása),
- fáradászvizsgálat.

Szilárdsági vizsgálat a héjelemekre Sök von Mises összehasonlító feszültségek vizsgálatával történt. Az elvégzett számítások alapján a leginkább igénybe vett helyen (rácsos főartó alsó övrúd és keresztartó-bekötés) a mértékadó összehasonlító feszültség $Sök_{max} = 296 \text{ N/mm}^2$, ez kisebb a folyáshatárnál ($f_y = 355 \text{ N/mm}^2$).

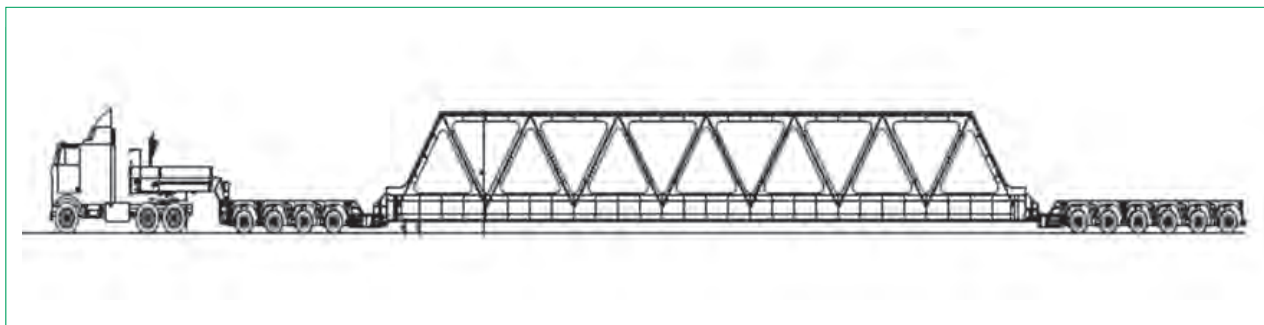
Szilárdsági és stabilitási ellenőrzés a rúdelemekre

A rácsos főartó rúdjában ébredő erők vizsgálatkor a legnagyobb kihasználtság a felső kalapszelvényű övrúdban (88%) és a szélső nyomott rácsrúdban (90%) ébredt. A főartók belső rácsrúdjainak lemezvastagságait gazdasági okokból csökkentettük, ennek mértékét a felső övrúd megrámasztásában játszott szerepük korlátozta. Nagyobb kihasználtságot adó, kisebb keresztmetszetű belső rácsrudaknál a felső öv kihajlási hossza megnövekedett volna (13. ábra).

A felső övrúd kihajlási hossza látható és lemérhető. A kihajlási hossz azonban analitikusan is számítható. A kritikus erő a kihajlási teherfaktor és normálerő szorzataként számítható. Az Euler-képletből kapott befogási tényezővel megszorozva a hálózati hosszt, megkapjuk a kérdéses kihajlási hosszt. Mivel a keresztartókiosztás elég sűrű, ezért az U kerethatás jól érvényesül a felül nyitott, összetámasztás nélküli rácsos tartószerkezetnél. A főartó tartósíkra merőleges kihajlási hossza a fenti számítás alapján 5,28 m-re adódott. Ezen kihajlási hossz figyelembevételével a felső övrúd kihasználtsága 88%-os. A helyzeti állékonyságvizsgálat alapján a felborulással szembeni ellen-

1. táblázat. Szabványos vonatforgalom legfeljebb 22,5 t (225 kN) tengelyterhelés esetén

Vonattípus	A naponta áthaladó vonatok száma	Egy vonat tömege [t]	Éves forgalom [10^6 t/év]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	7	510	0,93
5	12	2160	5,52
6	8	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	8	1035	2,27
	67		24,95



15. ábra. Kész szerkezet szállítása a helyszínre

állás 8,37-szeres, ami kellően nagy biztonságot jelent.

A hídön átvezetett pálya szempontjából nem elhanyagolható a szerkezet alaktorzulása. Az elvégzett vizsgálatok alapján a 3 mm-es megengedett siktorzuláshoz képest a tényleges torzulás 0,25 mm.

Fáradásvizsgálat

A 225 kN tengelyterhelés figyelembevételével végzett fáradásvizsgálathoz a 100 éves tervezett élettartam alatt a szabványos tehermodellek figyelembevételével közel 2,5 millió vonatáthaladás adódik (1. táblázat).

A fáradásvizsgálatokban a szabványban meghatározott terhekkel végeztük a számításokat. A vasúti pályát nem vontuk bele a modellbe, ezért a terheket az acélszerkezetre közvetlenül tettük fel, a koncentrált terhek esetében az erőket három szomszédos keresztartó között 25-50-25%-os arányban osztottuk el, ami a biztonság javára történő közelítés, tekintve,

hogy a terhek a sín, az ágyazat és a szerkezet pályalemeze által jobban szétterülnek. Az egységteherből számított maximális feszültség $\Delta = 0,1626 \text{ N/mm}^2$, ami a keresztartó öv-gerinc kapcsolatát biztosító hosszvarratban ébredt. Az egységteherből számított maximális feszültségből, a szabványos járműteherből és az ismétlésszámból meghatározott mértékadó károsodás a tervezett 100 éves élettartam alatt Σ Károsodás = $0,97 < 1,00$ (97%-os kihasználtság) adódott, mely a keresztartó öv-gerinc kapcsolatát biztosító hosszvarratban ébredt. A többi vizsgált elemet lényegesen kisebb fárasztó teher érte. A fent említett, a biztonság javára történt teherosztás mellett ez a kihasználtsági érték elfogadható. Az elkészült hídszerkezet a 14. ábrán látható.

A szerkezet helyszínre szállítása

A híd teljes egészében üzemi körülmények között készül, a gyártóműben állítják össze, és a járdakonzolokat leszámítva egy

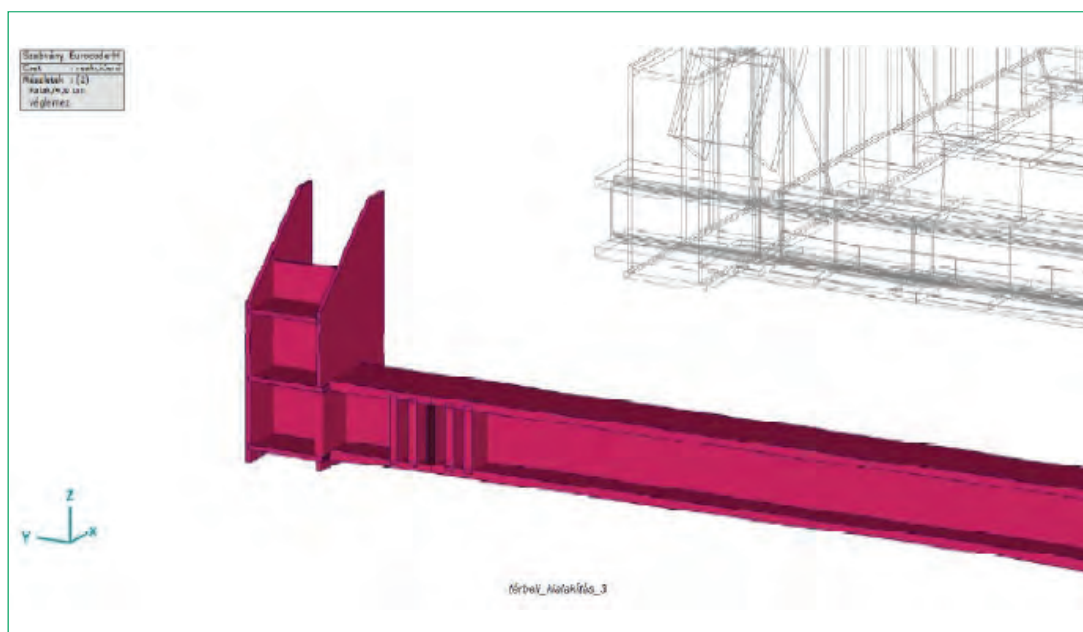
darabban, közúton szállítják a helyszínre (15. ábra).

A szállításhoz használt speciális járműhöz a hídszerkezetet vonógerendával kapcsoljuk. A teljes szerelvény hossza trailerrel együtt ~55 m.

A vonógerenda a rácsos főartó alsó övrúdjaéhoz igazodik, és ahhoz hegesztett, a végein dobozolt HEM 300 gerenda (16. ábra), mellyel a szállítandó acélszerkezet a trailerhez csatlakoztatható.

Az új híd beépítése

A leszállított acélszerkezetet a rajkai hídfő mögött kialakított szerelőtérre közúton szállítják. A szerelőtéren kialakított tolópályán a híd betolással kerül a helyére. Az ideiglenesen térfalak nélkül megépült hídfők közé 2×2 db IPE 750 hídgerendát helyeznek el, a szerelőtéren két hosszgerendával kialakított tolópálya folytatásában. A szerkezet betolása ezen keresztül történik. A hídszerkezet tolópályán haladásához a keresztartókhoz

16. ábra.
Vonógerenda
a szállításhoz

Csurilla Imre a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszékén diplomázott 2002-ben. Az egyetem elvégzése után a tervezésben kezdett dolgozni hídszerkezet-tervezőként a Kánya és Társai Bt.-ben, ahol elsősorban autópályahidak tervezésében, hídvizsgálatokban és hídfelújításokban szerzett tapasztalatot. 2004-ben megalapította első saját cégét, a First-Plan Kft.-t, melynek ügyvezetőjeként a tervezést sem hagyta abba, számos híd- és támfalszerkezet tervezését végezte. 2015-ben új kihívásként megalapította második cégét, a Unique-Plan Kft.-t, melynek ügyvezetőjeként 8-9 fős mérnökirodát igazgat, mellette a szerkezetek tervezése is megmaradt. Számos nagyobb beruházás hídtervezésében, esetenként generáltervezésében vett részt a cégeivel.

leszorított öt pár csúszószámoly nyújt segítséget. A tolopálya gerendáinak tengelytávolsága a főtartók tengelyéhez képest 800 mm-rel kisebb, így a betolás után a hídszerkezet a saruszámolyoknál hidraulikus sajtó segítségével a helyére engedhető.

Összességében az átépítés után, a megvalósult fejlesztéseknek köszönhetően,

vasúti és vízügyi szempontból kedvező lesz a változás. A tervezett korszerűsítéssel a vasúti pálya érintett szakaszán a sebesség 160 km/h-ra növelhető, az új ágyazat-átvezetési rendszerrel a vasúti forgalom csendesebb lesz. Javul az árvízi biztonság, mivel a hídfők az árvízvédelmi töltés belső koronaéléhez képest kívülre kerülnek, a hídfők okozta mederszűkítés megszűnik, ennek megfelelően a híd támaszköze 24,80 m-ről 28 m-re nő. Az új híd elhelyezése a mederhez képest középre igazítva történik, a Hegyeshalom felőli hídfő kb. 30 cm-rel, a Rajka felőli hídfő pedig kb. 2,70 m-rel kerül hátrébb. «

Irodalomjegyzék

MÁV Vasúttervező Ü. V.: Lajta csatorna-híd helyreállítása és erősítése. Tervdokumentáció, 1955.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Kiértékelő jelentés a Hegyeshalom–Rajka vonal 988+10 szelvényében lévő $l = 24,80$ m támaszközü vasúti Lajta-híd próbaterheléséről, 1989. augusztus.

Pont-Terv Kft.: Lajta bal parti csatorna felülvizsgálat, 1996. december.

Speciálterv Építőmérnöki Kft.: Hegyeshalom–Rajka-oh 988+10 hm-sz.-ben

Summary

In this article we want to present planning process details of reconstruction of railway bridge on "Lajta bal parti csatorna". The old bridge which is part of the Hegyeshalom–Rajka railway system was rebuilt in 1955 after damage in World War II. The old bridge isn't suitable for the future requirements on this line (160 km/h speed, 225 kN load, UIC60 E1 rail system). The planned new bridge has similar steel structure as the old one but without longitudinal girder and with densely placed cross beam under the railway line.

lévő alsópályás rácsos acélhíd a Lajta folyó felett. Statikai felülvizsgálati szakvélemény, 2014. november.

Speciálterv Építőmérnöki Kft.: Hegyeshalom–Rajka-oh vv. 988+10 hm-sz.-ben 24,00 m ny. alsópályás rácsos acélhíd végleges tanulmányterve és a híd kiváltására szolgáló provizórium elhelyezésének tanulmányterve, 2015. április.

MSZ-EN 1991-2:2006 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 2. rész. Hidak forgalmi terhei.



Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozat tisztújító küldöttgyűlése és a Csány László-díj átadása

2018. május 25-én tartotta a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Közlekedési Tagozata tisztújító küldöttgyűlését. A Tagozat elnökének, **Lakits Györgynek** és **Kassai Ferencnek**, az MMK alelnökének köszöntője után a 2002-ben alapított Csány László-díj átadása következett.

Idén vasúti területen dolgozó mérnök nem volt a díjazottak között, de mindhárman munkásságuk alatt különböző kapcsolódásokkal segítettek a vasúti szakterületek fejlődését is (konferenciák, oktatás, tervezési munkák).

2018-ban Csány László-díjat kapott **Hamarné Szabó Mária** okleveles építőmérnök – a Közlekedési Tagozat korábbi elnöke –, **Polányi Péter** okleveles építőmérnök és **Vizi E. Zoltánné** mérnökgeológiai szakmérnök. A díjakat **dr. Monigl János**, a Csány László-díj Kuratóriumának elnöke és **Lakits György**, a Tagozat elnöke adta át.

A díj átadása után a jelenlevők **dr. Koren Csaba** professor emeritus előadását hallgathatták meg „Az európai közlekedési kutatás aktuális kérdései” címmel



Hamarné Szabó Mária Lakits György elnöktől veszi át a Csány László-díjat
(Fotó: Szikszay Ágnes)

(szemelvények a Transport Research Arena 2018 előadásából).

A küldöttgyűlés utolsó napirendje volt a Tagozat új tisztségviselőinek megválasztása. A várakozásoknak megfelelően a következő időszakra is Lakits Györgyöt választották meg a Tagozat elnökének a küldöttek. A többi megválasztott tiszt-

ségviselő névsora az MMK Közlekedési Tagozat honlapján elérhető.

Gratulálunk az idei Csány László-díjasoknak, a tagozat megválasztott elnökének és tisztségviselőinek pedig eredményes munkát kívánunk!

Szőke Ferenc



A Lajta bal parti csatornahíd átépítésének kivitelezése

Czap Zsigmond

hidász szakaszmérnök

GYSEV Zrt.

Pályavasúti üzletág

✉ zsczap@gysev.hu

☎ (99) 577-154

A régi Lajta bal parti csatornahíd, a GYSEV kezelésében lévő egyik nagy vasúti híd, 2018-ban átépül. A híd története a X. Vasúti Hidász Találkozóra kiadott, Vasúti hidak a MÁV Zrt. Szombathelyi Igazgatósága és a GYSEV Zrt. területén című könyvben megtalálható. Az új híd tervezéséről *Csurilla Imre*, a híd tervezője írt részletes ismertetést, amely ebben a számban olvasható. Ez a cikk kifejezetten az új híd átépítésének előkészítését és a folyamatban levő kivitelezés részleteit mutatja be az üzemeltető ismeretei alapján.

Tervezési, előkészítési időszak

2014 és 2017 között elkezdődött a híd átépítésének előkészítése. A kezelő GYSEV olyan megoldást keresett, hogy az építés alatt a forgalom zavartalanul folyhasson. Ennek egyik lehetséges módja a terelővágány és a provizórikus híd beépítése. A terelővágány beiktatásával történő átépítési koncepció két részből állt. Első ütemként a terelővágány és a provizórium megépíté-

se, utána a forgalom átertelésével a régi híd felszerkezetének és falazatainak elbontása, majd az új híd megépítése következett volna. 2015-ben a GYSEV Zrt. pályázatot írt ki a terelővágány és provizórium tervezésére, amelyet a Speciálterv Kft. nyert meg. A 2015 végére elkészült tervekből a GYSEV Zrt. 2016-ban megpályáztatta a 316 m hosszú kerülővágány és a provizórium beépítésének kivitelezését.

Az első ütem kivitelezésének közbe-

szerzésével párhuzamosan a kezelő pályázatot írt ki a végleges híd átépítésének tervezésére is. A nyertes Dekorpont Kft. generáltervezőjének (CEOS Kft.) szakági tervezőjeként a Unique-Plan Kft. (felelős tervező: Csurilla Imre) tervezte a hídszerkezetet a korábban elkészült tanulmánytervből kiindulva.

A provizórium és a terelővágány kiépítésének koncepcióját időközben a GYSEV Zrt. elvetette, így a tervezésnek már az előrehaladott szakaszában koncepcióváltásra került sor.

Az új koncepció szerint a provizórikus állapot kihagyásával egy három hónapos vágányzári időszakban kell átépíteni helyben a hidat, ami azt jelentette, hogy a már közel teljes készülségű egyesített tervdokumentációt át kellett dolgozni a provizórikus állapot nélküli kialakításnak megfelelően.

A híd az elkészült új koncepció alapján 2017. április 5-én kapta meg az építési engedélyt, és a kiviteli tervek módosítására ekkor már közvetlenül a Unique-Plan Kft.-t kértük fel.

A kivitelezés pályáztatása

A hosszas tervezési időszak után megkezdődött a kivitelezés közbeszerzési eljárása.

A GYSEV saját erőforrásait felhasználva nyílt eljárást írt ki 2017-ben. A pályázatra két cég jelentkezett: az A-Híd Zrt. és a Kútház Kft., közülük a Kútház Kft. adott jobb ajánlatot a bírálati szempontok szerint. A vállalkozói szerződés aláírásával 2018. január 30-án megkezdődött a 300 napos kivitelezési időtartamú és 796 830 699 Ft átalányárú projekt, melynek keretén belül a vállalkozó első osztályú teljesítést és 10 év jótállást vállalt.

A híd átépítése és a kapcsolódó munkák kivitelezése

A kivitelezés a szerződés szerint 2018. január 30-án kezdődött, és november 26-án



1. ábra. Az átépítésre váró Lajta-híd

fejeződik be. Mivel e cikk 2018 nyarán született, a kivitelezés egyes részeit csak tervszinten tudjuk ismertetni.

Az építési terület bemutatása

A híd a Hegyeshalom–Rajka vasútvonal 988+10 szelvényében lévő 24,00 m nyílású acélhídját (1. ábra) váltja ki. A szelvényezés szerinti bal oldalon Natura 2000 terület van, az áthidalt akadály a Lajta bal parti csatorna, melyet a bal parton I., a jobb parton II. osztályú árvízvédelmi töltések szegélyeznek. A jobb oldalon árvízvédelmi szükségtározóként is funkcionáló földterületek vannak. A híd viszonylag könnyen megközelíthető közúton is, mivel a menetirány szerinti bal oldalon található a Hegyeshalmot és Bezenyét összekötő 1501. sz. önkormányzati út. A jelentős árvízvédelmi kockázat miatt a tervekhez árvízvédelmi tervfejezetet kellett készíteni. Az építési munkálatok idején fontos megoldandó feladat az alépítmény építése közbeni esetleges árvíz során a munkatér határolásának kialakítása.

A kivitelezés előkészítő szakasza

A kiviteli szerződés aláírása után megkezdődött a kivitelezés előkészítése. Mivel a híd helyben, terelővágány nélkül épül át a 2018. július 30-ától október 28-áig tartó három hónapos átszállásos vágányzárban, ezért komoly előkészítő munkára volt szükség.

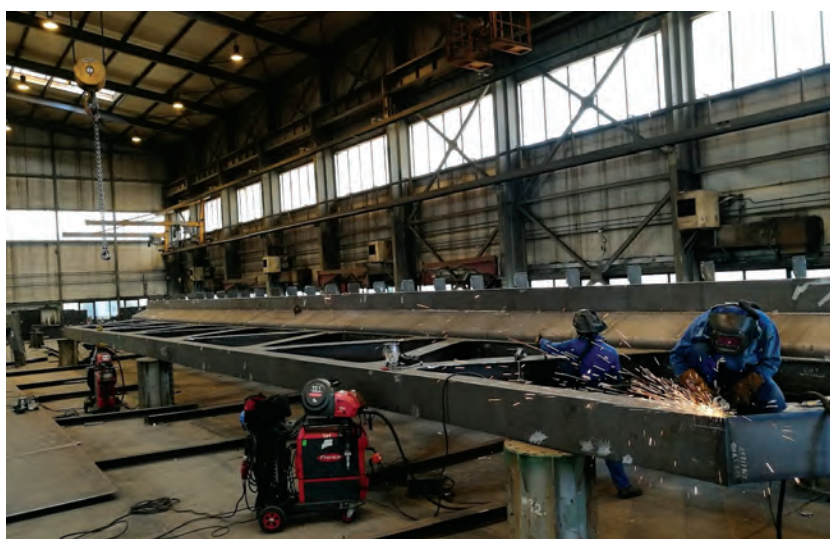
A GYSEV Zrt. pályázatot írt ki a hídszakági műszaki ellenőri tevékenységre, amelynek nyertese a Főber Zrt. volt, így szerződöttestet partnerként ők segítik a munkánkat. A további szakági műszaki ellenőrök a GYSEV Zrt. mérnökei közül kerültek ki.

A Kútház Kft. alvállalkozói közül a Homlok Zrt. a pályaépítési és felsővezeteki munkák generálfelelőse, a Távték Kft. végzi a közműkiváltásokat, a híd acélszerkezetének gyártója az MCE Nyíregyháza Kft. A kábelkiváltásokat és egyéb, ehhez kapcsolódó munkákat további alvállalkozók végzik.

Az előkészítés magába foglalta a szakasos Mintavételi és minősítési tervek, Technológiai utasítások, anyagok és labor bemutatását, ezek benyújtását és elfogadását. A kezelői és szakhatósági hozzájárulások beszerzését részben a tervezési időszak alatt intéztük, így ezzel most nem kívánunk részletesen foglalkozni.



2. ábra. A próbacölöpözés



3. ábra. A főtartó gyártása Nyíregyházán

A tényleges kivitelezés a május 8-án tartott munkaterület-átadással kezdődött. Az első helyszíni tevékenység a próbacölöpözés előkészítése volt, mely a terület előkészítését, bejáróút létesítését és a kijelölt próbacölöpözésre alkalmas terület kézi kábelfeltárását foglalta magába, majd június 27-én a tényleges próbacölöpözés is elkészült (2. ábra).

Az előkészítés időszakában megkezdődött az acélszerkezet gyártása is (3. ábra).

Mint már említettük, gyártója az acélhidak szerelésében komoly tapasztalattal rendelkező MCE Nyíregyháza Kft. A hídszerkezet az előzetes tervek szerint több darabban érkezett volna a helyszínre, és a régi híd végponti oldalán kialakított 60 m-es szerelőtéren szerelték volna össze. A gyártó cég javaslatára végül egy

darabban összeszerelve, végleges korrózióvédelemmel ellátva történik a kiszállítása speciális járműszerelvényen. Az acélszerkezet-szállító szerelvényhez egy speciális rögzítőgerendás megoldással súllyesztve kapcsolódik. A rögzítőgerendás kialakítás részleteit elolvashatják a híd tervezésével foglalkozó cikkben.

A vágányzár megkezdésekor a hídon lévő közműveket védelembe kellett helyezni (4. ábra). A híd átépítésének idejére a hídtól menetirány szerinti jobb oldalon kb. 8 m-re egy közműhid létesül, melyben KPE 110-es védőcsőbe kerültek a kiváltandó vagy védelembe helyezendő biztosítóberendezési, távközlési kábelek és egyéb szolgáltatók által használt optikai kábelek. A közműhid két, 273/8 mm átmérőjű zárt végű acél csőcölöpön nyugszik, 21 m tá-

masközzel. A felszerkezete két IPE 400-as tartó 80 cm-es tengelytávolsággal és méterenkénti IPE 120-as keresztartókkal. A csőcölöpök leverése után az acélszerkezetet egyben emelik be autódaruval, majd átemelik a kiváltandó, elhelyezendő kábeleket. A közműhidat az új vasúti híd építésének befejezése után elbontják a csőcölöpökkel együtt, a csőcölöpök helyét pedig cementtejjel eltömődékelik.

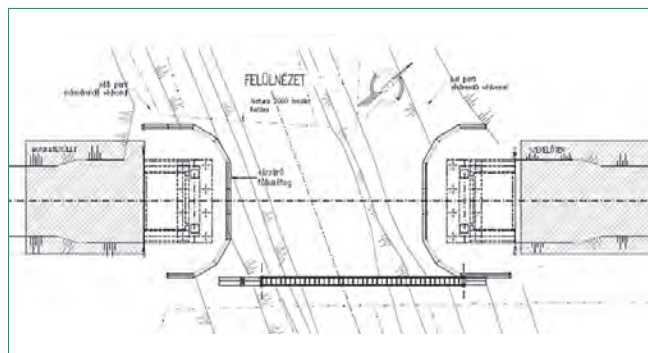
A régi híd bontása és az új híd építése szükségessé teszi, hogy a felsővezeteki rendszerben ideiglenes átalakításokat végezzenek. A három hónapos vágányzárban Hegyeshalom–Rajka állomásközből teljes kikapcsolást (feszültségmentesítést) kell alkalmazni. Ezért Rajka állomás betáplálását szlovák oldalról kell biztosítani.

A vágányzár kezdetekor a tápvezeték és a hosszláncot feszültségmentesíteni, földelni kellett annak elbontásához. Ezután egy útból levő felsővezeték-tartó oszlopot ideiglenesen el kellett bontani. A jó állapotú porgetett vasbeton oszlop a híd átépítése után visszakerül.

A vágányzár kezdetekor egy időben a felsővezeteki bontással és a közműkiváltással megkezdődött a vasúti pálya bontása is. A régi hídon 54-es sínrendszer volt, az újra pedig 60-as épül, így teljes ágyazatcserére van szükség a 987+72–988+95 hm-szelvény közötti csatlakozó pályaszakaszon. A vágányok bontásának 5 napja alatt a fent említett szakaszon alépitményig elbontják a vágányt, majd a híd kezdőponti oldalán 12 m hosszú munkaterületet, míg a végponti oldalon egy 60 m hosszú szerelőteret alakítanak ki a padka szélesítésével egyidejűleg.

Az üzemi kábelek kiváltása után kezdődik a régi híd acélszerkezetének bontása.

A régi hídfők körül árvízvédelmi terv szerint megépítik a munkatér-határolást, majd elbontják a régi hídfőket.



4. ábra.
Provizórium
a kábelek
részére

A régi hídfők bontása után megkezdődik az új hídfők alapozása és az új monolit hídfők, szerkezeti gerendák építése és saruk, valamint a 4 m hosszú, 30 cm vastag kiegyenlítőlemez beépítése, melyen 100 mm átmérőjű Raudril szivárgó csövekkel oldják meg a csapadékvíz oldaltöltés részűjére való kivezetését. Az új hídfők megépítésével elbontják a munkatér-határolást, hogy az ekkorra már a szerelőtérre szállított és a tolopályán lévő új acélszerkezet elhelyezhető legyen.

Ahogy már korábban írtuk, az acélszerkezetet egyben, egy különleges szerelvényel, közúton szállítják a helyszínre. A szerelvény minden tengelye külön irányítható, így komolyabb akadályok nélkül elhelyezhető a szerelőtérre kialakított tolopodon.

A szerelőtér után még a kiegészítő acélszerkezeteket – úgymint járdakonzol, mely egyben kétoldali kábelcsatorna is, korlátok és egy kétoldali csőszerelvény, mely alpinista technikával elvégzendő vizsgálatot vagy függesztett állványzatról történő karbantartást tesz lehetővé – rá szerelik. Betolják és elhelyezik a szerkezetet a sarukon. A szerkezetet ezután szigetelik. A sarura helyezés után elkezdődhet a pályaeépítés, felsővezeték-visszaépítés és a közműkábelek elhelyezése.

Az átépítés a szerelőtér bontásával és a 160 km/h 225 kN-os tengelyterhelésű vasúti pályaszakasz építésével folytatódik.

A híd zúzottkő ágyazata a hídfőknél megszakítással épül. A csatlakozó pályaszakaszon 2,60 m-es alhosszakkal, 40 cm ágyazatvállal, 57 cm ágyazatvastagsággal számoltak. Ez alá 30 cm, a D.11. Utasításnak megfelelő SZK1 jelű erősítőréteget és 40 × 40 mm kiosztású, két irányban húzott, nem hegesztett georácsot építenek be.

A hídon és a csatlakozó vágányszakaszon 60 kg/fm rendszerű sín épül hezagmentes kivitelben, LT, LT-1, LT-3 aljakkal, terelősinnel. A híd előtti és utá-

ni szakaszokon szintén 60-as rendszerű sínrendszer épül. A folyópályán meglévő megmaradó, 54 kg/fm rendszerű és az új, 60 kg/fm rendszerű felépítmények között lineáris átmenetet képeznek.

A hídépítés kiegészítő létesítményeit, így a mederkorrekciót és mederburkolást részben a régi híd bontásakor és az új híd elkészülte után fejezik be. A híd próbaterhelése után már csak a forgalomba helyezés, a bejáróutak bontása és rekultiválása lesz hátra.

Terveink szerint év végére készül el a GYSEV Zrt. új büszkesége, a Lajta bal parti csatornahíd, amelyen már korlátozás nélkül haladhatnak a nemzetközi személy- és teherszállító vonatok. ◀

Irodalomjegyzék

A régi híd törzskönyve.

Az új híd egyesített tervei.

A régi híd III. fokú hídvizsgálati jegyzőkönyve.

Summary

The old Lajta left bank channel bridge is one of the big railway bridges being in the management of GYSEV and it will be reconstructed in 2018. The history of the bridge can be found in the book titled Railway bridges on the area of Szombathely Directorate and GYSEV published for the Xth Railway Bridge Experts Meeting. The designer of the bridge Csúri Imre wrote a detailed exposition about the planning of the new bridge which can be found in this issue. This article presents explicitly the preparation of the reconstruction of the new bridge and the details of the implementation being in process on the base of the operator's knowledge (GYSEV Co.).

Czap Zsigmond BSc építőmérnöki diplomáját 2010-ben a Széchenyi István Egyetem Építőmérnöki Karán szerkezetépítő szakon szerezte, majd 2012-ben a Pécsi Tudományegyetem PMMK karán MSc diplomát szerzett szerkezetépítő mérnök szakon. 2007–2009 között tanulmányai mellett a Magyar Közút NZrt. Vas Megyei Igazgatóságán a hidász részleg műszaki ügyintézője, majd 2010-ben gyakornok *Dipl. Ing. Gerhard Palfalvi* építészirodájában, Badenben. 2011-től főállásban a GYSEV Zrt. hidász szakaszmérnöke.

Az érdi, Velencei út feletti vasúti híd tervezése

Az Érdi, Velencei út feletti vasúti híd a Magyarországon szokványosan elterjedt vasúti hidaktól eltérő, újszerű kialakítású szerkezeti megoldás. A híd öszvér keresztmetszetű bordás vasbeton lemez híd, betonpálya-lemezes vasúti felépítménnyel. Az alul és felül elhelyezett acélövek a betonnal öszvércapcsolatként együtt dolgoznak. A hidat az európai RFCS R&D projekt keretében fejlesztett PreCo-Beam javaslatai alapján terveztük. Szerkezeti rendszere és a pályalemez együttes alkalmazása lehetőséget adott a szerkezeti magasság csökkentésére a kis sugarú átmeneti íves pályaszakaszon. Így, az egyedi kialakításnak köszönhetően, a híd alatti útpálya süllyesztése kisebb mértékű lehetett, a projekt költsége pedig csökkent.



Dési Attila
tervezőmérnök
Speciálterv Kft.

✉ desi.attila@specialterv.hu
☎ (20) 326-3067



Borzai Tibor
műszaki igazgató
Speciálterv Kft.

✉ borzai.tibor@specialterv.hu
☎ (30) 316-1868



Pál Gábor
ügyvezető
Speciálterv Kft.

✉ pal.gabor@specialterv.hu
☎ (1) 368-9107/103

Előzmények

A MÁV Zrt. fejlesztési elképzelései között szerepelt az Érd alsó–Érd állomás közötti összekötő vágány kiépítése. A megépítendő vágányösszekötés közvetlen kapcsolatot teremt a 30-as és a 40-es vonalak között, ami ezen a szakaszon jelentős forgalomnövekedést fog jelenteni. Jelenleg a 40-es és a 30-as vonalak között Érd-elágázás–Tárnok állomás között van összekötő vágány, és ez a forgalom átcsoportosítását teszi lehetővé Érd-elágázás, illetve Tárnok és Kelenföld állomások között, ami főleg a nyári balatoni forgalom lebonyolítását segíti.

Az összekötő vágányra korábban a Főmterv Zrt. engedélyezési tervet készített. Abban ágyazatátvezetéses, gerinclemezes, süllyesztett pályás ortotróp pályalemezes gerendahidat terveztek.

Az engedélyezési tervek szerint a vasúti pálya vonalvezetése és az ágyazatátvezetéses híd szerkezeti magassága miatt a közúti úrszelvény biztosításához az áthidalalt út pályaszintjét jelentős mértékben, 1,00 m-rel kellett volna süllyeszteni, és a meglévő közműveket is ki kellett volna váltani komoly költségráfordítással.

A NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. – mint projektmegbízó – közbeszerzési eljárást folytatott „Érd–Érd alsó összekötő vágány építésének kiviteli tervének és tenderdokumentációjának tervezési feladatai” címmel, melynek nyertes ajánlattevője a Speciálterv Kft. lett.

Helyszíni kötöttségek és a tervezett híd

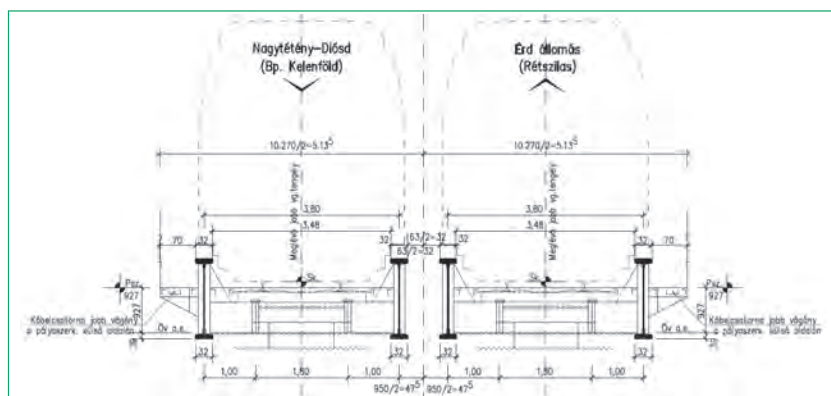
A tervezett vasúti felüljáró Érd–Érd alsó összekötő vágányt vezet át a Velencei út

felett. A Velencei út 2 × 1 forgalmi sáv, az útpálya szelvényezése szerinti bal oldalon egyirányú kerékpáros és gyalogos közös járdával, jobb oldalon pedig egyirányú kerékpárúttal és kezelőjárdával.

A 80 km/h sebességre tervezett összekötő vágány kezdőponti és végponti csatlakozásai lényegében meghatározzák az egész vágány magassági geometriáját, mely 37 cm-rel alacsonyabban van, mint a meglévő vágányok. A Velencei út felett a jelenlegi pályaszintet figyelembe véve nincs meg a vasúti híd alatt a közúti úrszelvény előírt magassága, ennek következtében kell az útpályát lesüllyeszteni, hogy a híd alatt minimum 4,70 m-es úrszelvénymagasság biztosított legyen.

A műtárgy alépítményeinek helyét a tervezett híd melletti 40. sz. vasútvonal meglévő hídja határozta meg. A tervezett vasúti híd másik két meglévő vasúti híd mellé épül a pályafejlesztés következtében. A meglévő szomszédos hidak 1950–1952 között épültek, 14,18 m-es nyílással. A hidak vasbeton hídfőn nyugvó, alsópályás, gerinclemezes vashidak, nyílt pályás átvezetéssel (1. ábra). A két meglévő vasúti híd síkalapozású szárnyfalas hídfője közös.

A Főmterv Zrt. 2014-ben az engedélyezési tervekben a közel 17 m-es nyílás áthidalására alsópályás, gerinclemezes acélhidat tervezett. Az egyvágányú, ágyazatátvezetéses, keresztbordás, kéttámaszú, alsópályás gerinclemezes acélhíd 35 cm hatékony ágyazatot vezet át, a híd végén dilatációs szerkezettel kapcsolódik a térfalhoz, ezzel biztosítva a híd mozgását.



1. ábra. A 40. sz. vasútvonal meglévő hídja

Táblázat. Hídtípusok összehasonlítása

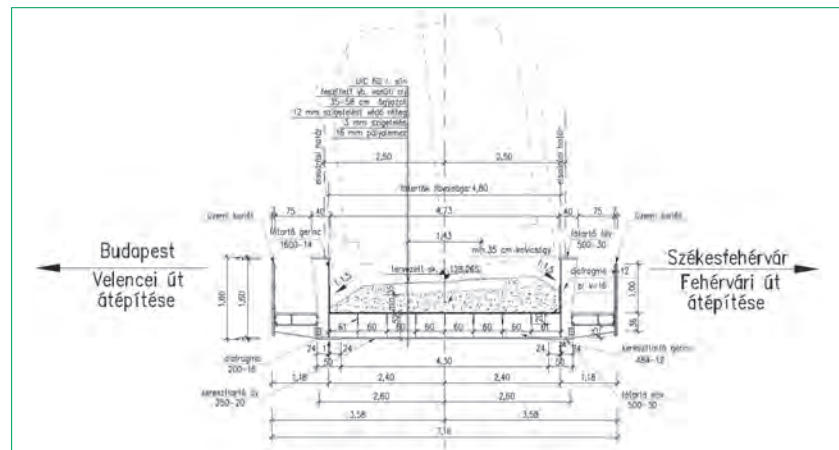
A hídak főbb adatai	Meglévő hidak (1952) 1948. évi típusú hídfás, gerinclemezes tartós acélhíd	2014-ben tervezett híd ágyazattávetetéses, ortotróp pályás, gerinclemezes tartós acélhíd	2017-ben tervezett híd betonpályás, öszvérkereszt- metszetű bordás lemez híd
Vasútvonal	Budapest–Szentlőrinc vv.	40-es vv.	
Méretezési teher	1951. évi A jelű teher	H.1.2. (2006) Utasítás U jelű teher	MSZ EN 1991-2:2006 szerinti LM71 jelű teher
Vasúti pálya irányviszony	átmeneti ívben	átmeneti ívben	átmeneti ívben (R = 487-659 m)
Vasúti pálya lejtviszony	esik: 3,8‰	esik: 0,9‰	esik: 0,82‰
Sk. szint híd tengelyében [mBf]	128,61 és 128,62	128,27	128,26
Szerkezeti magasság [m]	1,14	1,31	0,88
Híd merőleges nyílása [m]	13,92	16,85	16,63
Támaszköz [m]	15,80	16,96	17,63
Felszerkezet hossza [m]	16,50	17,69	18,63
Támaszköz és a szerkezeti magasság aránya	13,86	12,93	20,06
Híd szélessége [m]	4,96	7,16	7,16
A híd és az áthidalat akadály keresztelési szöge	79,04°	73,16°	72,02°
Támasztengely és hídtengelyek által bezárt szöge	90,00°	73,16°	90,00°

A gerinclemezes főtartók tengelytávolsága 4,80 m, a keresztartók egymástól kb. 3,40 m-re voltak elhelyezve, és a 16 mm vastag ortotróp pályalemez támasztották volna alá (2. ábra).

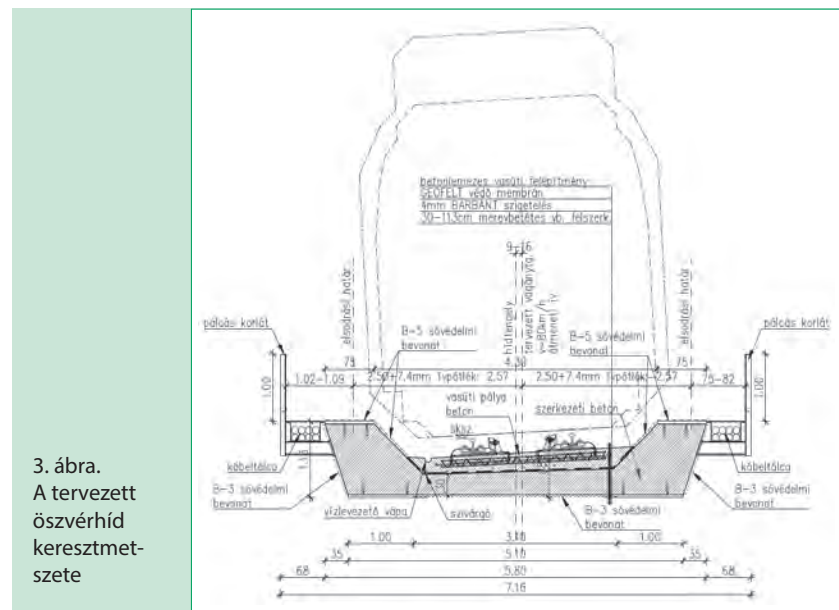
A Speciálterv Kft. által 2017-ben tervezett híd felszerkezete öszvér keresztmetszetű, bordás vasbeton lemez híd, melyen a vasúti felépítmény betonpálya-lemezes kialakítású (3. ábra). A felszerkezet a hídfőknél lekötött, a hídfők így végállapotban kitémasztott kialakításúak. A bordás vasbeton lemezszerkezettel acélövek dolgoznak együtt fogas kapcsolat segítségével. Ennek kialakítása az európai RFCS R&D projekt keretében fejlesztett PreCo-Beam geometriai ajánlásokat követi. A szerkezet típus és a vasúti felépítmény módosításával 43 cm-t tudunk csökkenteni a szerkezeti magasságon (táblázat), így elérhető lett több közművezeték költséges kiváltása. A hidat vasbeton síkalapozással terveztük. A tervezett hídfők és szárnyfalak helyszínrajzilag követik a meglévő híd hídfőfal elülső síkjának vonalát, viszont a megfelelő pályacsatlakozás kialakítása miatt a felszerkezet alatt a hídfők síkot váltanak, és merőlegesen a felszerkezet tengelyére.

Vasúti felépítmény

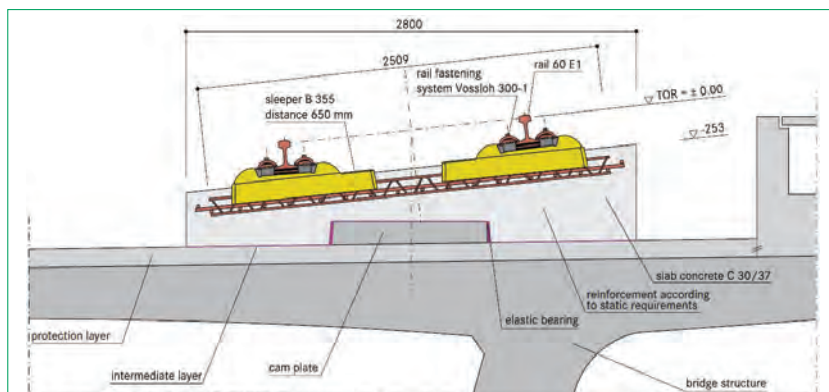
A szerkezeti magasság csökkentése érdekében a felépítmény pályaszerkezetét a MÁV Zrt.-vel és a NIF Zrt.-vel egyeztetve ágyazattávetetéses megoldásról betonpálya-lemezesre módosítottuk, ami kis sugarú



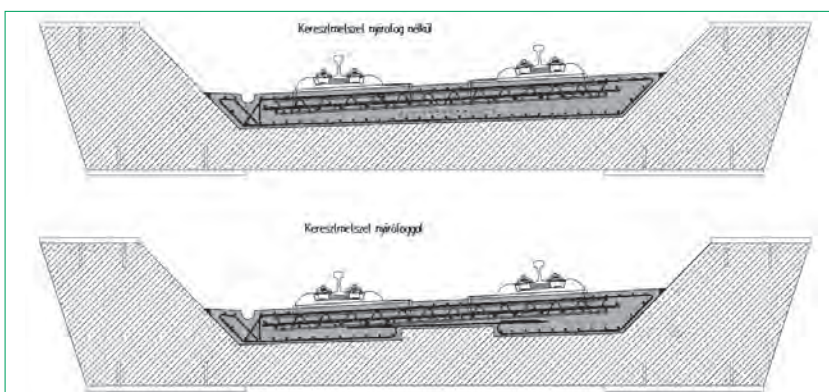
2. ábra. Az engedélyezési tervi ágyazattávetetéses felszerkezet (Főmterv Zrt.)



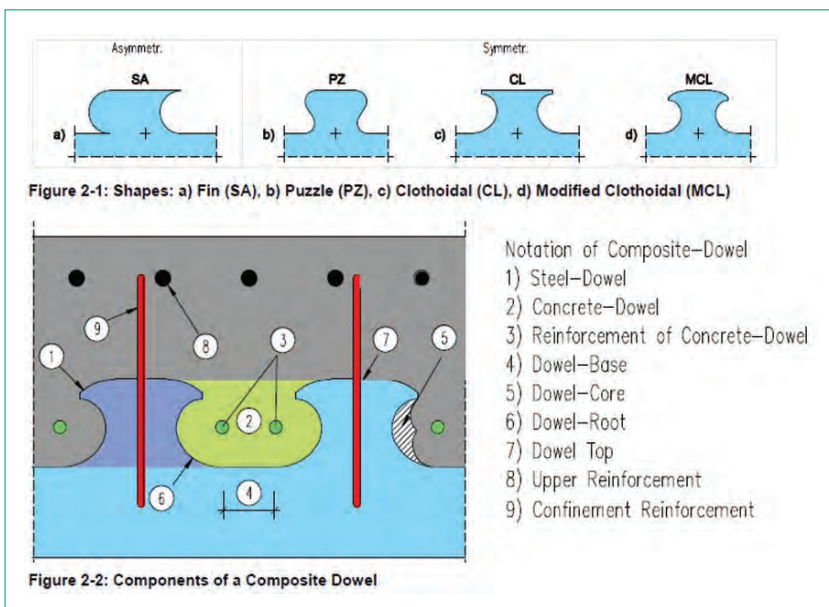
3. ábra.
A tervezett
öszvérhíd
keresztmet-
szete



4. ábra. Rheda 2000° típusú betonlemez-es pályarendszer hídon [1]



5. ábra. Betonpálya-lemez-es vasúti felépítmény a tervezett felszerkezeten



6. ábra. A PreCo-Beam által javasolt öszvércapcsolat elemei [2]

átmeneti ív esetén is megoldást jelentett. Az edilonos sínleerősítéssel még alacsonyabb szerkezeti kialakítást lehetett volna elérni, de az átmeneti ívben való pályatürelés, ami a hídon 50–78 mm között változik, és annak kifuttatása miatt üze-

metelési szempontból ezt elvetettük, mivel vélhetően a későbbiekben gyakoribb sínserét igényelt volna. További ellenérvként merült föl, hogy a merev hídszerkezethez csatlakozó háttöltéseknél, vasúti pályánál a fix edilonos pályához való csat-

Dési Attila okleveles építőmérnök, 2007 SZIE YBL Miklós Építéstudományi Kar, 2011 BME Építőmérnöki Kar. 2011-től a Speciálterv Építőmérnöki Kft.-nél dolgozik statikus tervezőként.

lakozás sokkal nehezebben megoldható a szabályos türelés-kifuttatás kialakítása nagygépes szabályozás esetén.

Alternatívaként vizsgáltuk a diszkrét rugalmas sínleerősítési rendszert, amely szintén kis magasságú, acél pályalemezre leköthető, és a sínserét, a szabályozást, a felépítmény finom szabályozását biztosíthatja, de a hídszerkezethez csatlakozó háttöltés, pálya problematikája ekkor is jelentkezik, amit üzemeltetői oldalról nem tudtak felvállalni. Végül a hídon vasúti felépítményként a Rheda 2000° típusú betonlemez-es pályarendszert (vagy azzal egyenértékű rendszert) választottuk ki (4. ábra).

A rendszer integrált kétblokkos előre-gyártott keresztaljakkal készülő, helyben öntött betonlemez-ből áll. A kétblokkos előre-gyártott magánaljak részben már tartalmaznak keresztirányú vasalást, ehhez kell hozzáilleszteni a betonlemez hossz- és keresztirányú vasalását.

A hídon a betonlemez-es felépítmény a szigetelt felszerkezet pályalemezére kerül (5. ábra). A betonlemez-felépítmény vastagsága a vasúti pálya átmeneti íves, türelmet mivolta miatt változó. A gyártó által javasolt 2,80 m széles és 24 cm magas betonlemez-geometria – függetlenül a pálya átmeneti íves kialakításától – mindenhol adott. A betonlemez a hídon négy részre dilatáltuk. A dilatációk hosszát a felépítmény keresztaljaknak kiosztása határozta meg. A betonlemez-felépítmény kereszt- és hosszirányú mozgásait nyíró fogak korlátozzák. A hídon terelősin alkalmazása szükséges.

A vasúti pálya átmeneti íves szakasza miatt a hídon változó mértékű türelésben halad a pálya. Ennek megfelelően a változó keresztmetszű betonlemez-felépítmény a szelvényezés szerinti bal oldal felé lejt. Ezen az oldalon a betonlemez-felépítményben változó mélységű vápát alakítottunk ki, ami minimális hosszúsággal biztosítja a víz lefolyását a híd végponti hídfője felé. A végponti hídfő előtt a vápához ejtőcső csatlakozik, amelyet a hídfőfal előtt vezetnek le. Az ejtőcső az útpálya csapadécsatorna-rendszerébe köt be.

A betonlemez-felépítményen esetlegesen átszivárgó vízpára elvezetésére a felszerkezet szigetelésén a mélyvonalban teljes hossz

Borzai Tibor okleveles építőmérnök, BME Építőmérnöki Kar. 2000–2007 hídtervező, 2007 híd irodavezető, 2014-től műszaki igazgató a Speciálterv Építőmérnöki Kft.-ben.

szivárgó épül. A felszerkezetnek hosszirányban 0,5%-os az esése, ez biztosítja a vizek lefolyását. A szivárgót szintén a végponti hídfő előtti ejtőcsőbe vezetik be.

A bordás úszólemezek végén keresztirányú szivárgó épül, és azok a pálya vízvezetéséhez csatlakoznak.

A felszerkezetet Brabant vagy azzal egyenértékű szigetelésrendszerrel tervezük. A megtisztított és kellőképpen betonfelületre 4 mm vastag elasztomer modifikált bitumenes lemez poliészterfátyol hordozóbetétet képezi a szigetelést, erre a lemezzel összedolgozott, 700 g/m² geotextília védőlemez (Geofelt MF 700) kerül.

A hézagokat tartósan rugalmas „poliuretán” hézagkitöltéssel (pl.: Icosit KC 340) kell tömíteni.

A hídon a vasúti pálya a tervek szerint közvetlen sínleerősítéssel halad át, ami a hídfőknél igen érzékeny a süllyedéskülönbségekre. A tervezett síkalapozás esetén a szerkezet és a háttöltés is süllyed, ám az eltérő süllyedések miatt átmeneti szakaszt kellett betervezni.

A műtárgy felszerkezetének végénél a hídra feltámaszkodó előregyártott bordás úszólemez kellett elhelyezni, ezenkívül erősített átmeneti zónát kellett kialakítani, így biztosítva a minél kisebb süllyedés- és meredégsüllyedéskülönbséget a műtárgy és a csatlakozó pálya között. A hídszerkezetek geometriai összehasonlítása a táblázatban látható.

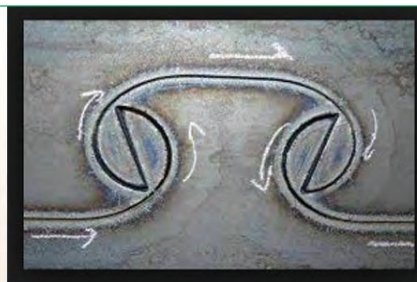
Tervezett öszvér-keresztmetszetű híd és öszvércapcsolata

A híd felszerkezete a Magyarországon szokványosan elterjedt vasúti hidakétól eltérő, újszerű kialakítású szerkezeti megoldás. A híd öszvér-keresztmetszetű bordás lemez híd. A bordás vasbeton lemez minimális vastagsága 30 cm. A két szélső borda között a lemez a szelvényezés szerinti bal oldal felé esik. A két szélső borda alsó és felső felületén egy-egy acél övlemez található, amelyeket a betonnal öszvércapcsolat dolgoztat együtt.

Az elhelyezett acélöveken két-két „gerinclemez”-szerű, speciális profilozású, hosszirányban végigfutó, együtt dolgoztató lemez van. A bordák teljes magassága 1,13 m.



7. ábra. VFT-Rail hídkeresztmetszet alkalmazása PreCo-Beam technológiával [4]



A vágás haladási iránya



A kivágott lemez

8. ábra. A PreCo-Beam kapcsolat vágása [5], [6]

Az öszvérszerkezetek – gazdaságos és sokoldalú alkalmazásuknak köszönhetően – egyre nagyobb szerepet kapnak a hídépítésben. A PreCo-Beam által javasolt öszvércapcsolat egy új formája a beton és acél közötti együttdolgozásnak. A kialakítás folytonos nyírási kapcsolatot biztosít, amely hosszirányú nyíróerőt továbbít az acél és a betonszerkezet között. A két anyag közötti erőátadást speciális vágott acéllemez (acélfog) és az acéllemezek kö-

zött vasalással megerősített betonszerkezet (betonfog) teszi lehetővé. A kapcsolat elemeit a 6–10. ábrák mutatják [2].

A megfelelő pályacsatlakozás kialakítása miatt a felszerkezet vége merőleges a hídtengelyre, és közel merőleges a vágánytengelyre. A felszerkezet oldalsó élei nem függőlegesek, hanem ferdek, így az alsó él 5,10 m hosszú, a felső sarokpontok közötti távolság pedig 5,80 m.

A felszerkezet betonozásához az acél-

Pál Gábor okleveles építőmérnök, 1994 Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar; 1994–1999 Főmterv Zrt. tervező, 1999-től a Speciálterv Építőmérnöki Kft. ügyvezetője, a hídszakág irányítója.

lemezek felső acél övlemezén betonozólyukakat terveztünk, amelyeket betonozás után helyszíni hegesztéssel kell bezárni.

A felszerkezet hídfőbe bebetonozott acélsarukra támaszkodik fel, melyek csak az alsó övek alatt helyezkednek el. A felszerkezet helyszínrajzilag egyenes. Magasságilag – nem követve a vasúti pálya 0,82‰-es hosszécsését – 0,5% esésű, így a felszerkezet felső síkjára esetlegesen bejutó vízpárát is el lehet vezetni.

Összefoglalás

Az Érdi, Velencei út feletti vasúti híd tervezési feladata lehetőséget biztosított egy új, a szokványostól eltérő keresztmetszeti kialakításra. A tervezés során a fő cél az volt, hogy a szerkezet alsó élét minél magasabbra emeljük, hogy elkerülhető legyen a híd alatti útpálya szintjének jelentősebb süllyesztése, és a vele járó költséges közműkiváltások.

A szokványos vasúti hidaktól eltérő kialakítása miatt a hídon a forgalomba helyezés előtt próbaterhelést kell végezni, melynek során a megszokott alakváltozás-méréseken kívül – a jellemző keresztmetszetekben – a feszültségek mérése is szükséges. «

Irodalomjegyzék

[1] <https://www.railone.com/products-solutions/long-distance-and-freight-transport/ballastless-track-systems/rheda-2000r/>

[2] Seidl G. et al: *Prefabricated enduring composite beams based on innovative shear transmission (PreCo-Beam)*. European Commission, 2013.

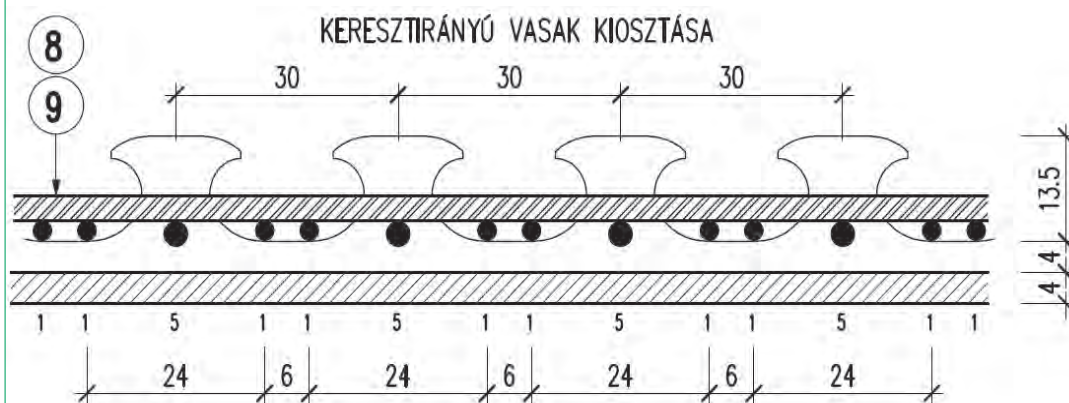
[3] PRECO+, *Design Guide Preco Beam*, European Commission RFS2-CT-2011-00026, 2012.

[4] Popa N. et al: *Demonstration of economical bridge solutions based on innovative composite dowels and integrated abutments (ECOBRIIDGE)*. European Commission, 2015.

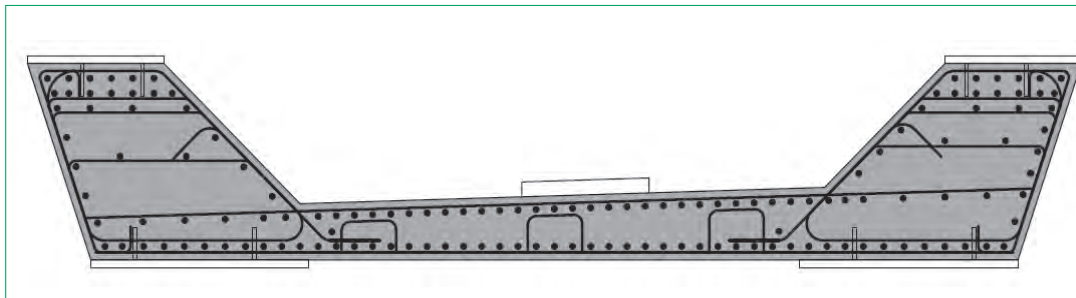
[5] https://www.aisc.org/globalassets/modern-steel/archives/2014/03/2014v03_short-span.pdf

Summary

The new railway bridge above Velencei street at Érd has an innovative structural system, different from regular railway bridges of Hungary. The structure is a reinforced concrete slab bridge with unique composite edge beams, and a concrete slab railway track. The upper and lower steel flanges have specially shaped continuous shear connectors, designed in accordance with the PreCo-Beam system developed by an European RFCS R&D project. As a consequence of the structural system and the use of a slab bridge, the height of the bridge structure under the reference rail level was successfully reduced at a railway track alignment with small radius transition curve. Due to the reduction of the structural height the lowering of the road below the bridge was smaller, so the complex project could achieve significant cost savings.



9. ábra. Nyírófogak és a keresztirányú vasak kiosztása



10. ábra. Keresztmetszet vasalása



Műemlékvédelmi feladatok a 11. számú vasútvonalon

Csiszár Terézia*

hidász szakaszmérnök

MÁV Zrt. PTI Szombathely

PFT Főnökség Szombathely

✉ csiszar.terezia@mav.hu

☎ (1) 517-5356

A 11. számú vasútvonal fennmaradása az elmúlt két évtizedben többször is veszélybe került a MÁV-vonalak bezárási tervei miatt. Talán kicsit furcsa, hogy a vasútvonal műemléki védettségét közvetve ugyan, de részben ennek is köszönheti. A műemléki védettség kivívásának a műemlékek megőrzése mellett a vasútvonal életben tartása volt az eredeti célja, azonban, mint mindennek, némely esetekben ennek is megmutatkozott az árnyoldala. A cikk a műemléki védettségig vezető utat és az ezzel járó nehézségeket, feladatokat mutatja be.

A 11. számú Győr–Veszprém vasútvonal a Győr–Veszprém–Dombóvár HÉV részeként épült 1895–97-ben.

Építésének elsődleges célja a Bakony kincseinek (szén, makkon hizlalt sertés, kitermelt faanyag) győri kereskedőkhöz való eljuttatása volt, másrészt Győr vasúti hálózatban betöltött szerepének növelése a legrövidebb fiemei vasúti összeköttetés megteremtése által. A vonal létrejöttében nem a személyszállításnak volt döntő szerepe.

A közel 74 km hosszú Győr–Veszprém vonalszakasz építési munkáit 1895 áprilisában kezdték meg, átadása két szakaszban történt. Először a Győr–Bakonyszentlászló közötti pályarészt helyezték forgalomba 1896. augusztus 11-én, majd a Bakonyszentlászló–Veszprém szakaszt 1896. december 16-án.

A sertésszállítás nem sokkal a vonal megnyitása után, már az 1900-as évek elején háttérbe szorult. Az 1930-as évektől a Bakonyban kitermelt faanyag szállítása mellé a vasútvonal térségében bányászott nyersanyagok – mangánérc, szén, bauxit – szállítása társult. A nyersanyagok teherforgalma az 1900-as évek végére esett vissza, a bányák kimerülése vagy bezárása miatt. Napjainkban a vasútvonalon csak Vinye–Veszprém és Győr–Tarjánpuszta között

van még fa és üzemanyag szállítására kis volumenű teherforgalom. A személyszállításnak sem a vonal megépítésében, sem a működés első évtizedeiben nem volt meghatározó szerepe. Némely növekedés az 1950–60-as évektől volt tapasztalható az országjáró turizmus fellendülésével. Napjainkban a személyforgalom jelentősebb részét a Bakonyszentlászló–Győr közötti

hivatásforgalom és a Cuha völgyébe, Vinyére és Porva-Csesznekre tartó turistaforgalom teszi ki.

A 11. számú vasútvonal egyvágányú, nem villamosított, az ország kevés számú hegyi vasútajának egyike. A Bakonyszentlászló–Veszprém közötti, 20‰-es emelkedéssel tűzdelt bakonyi szakaszán egymást sűrűn követik a 200 m-es, kis sugarú ívek.

A vasútvonal különösen látványos – és a vonal mentén húzódó Cuha-völgyi turistaútnak köszönhetően jól „látogatható” – szakasza Vinye megállóhely és Porva-Csesznek állomások között húzódik. Itt kevesebb mint 1 km-es pályaszakaszon három alagút, az országban egyedülként sziklafogó galéria (1. kép), a 12,00 m nyílású Gubányi Károly völgyhíd és annak közvetlen szomszédságában a „Vasútépítők emlékműve”, továbbá több nagy magasságú, szárazon rakott támfal (2. kép) látható; mindez csodálatos természeti környezetben.

A vasútvonalat hazánk egyik legszebb



1. kép. Sziklafogó galéria a II. számú alagút folytatásában (Fotó: Radvánszky Réka)

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2010/4. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.



2. kép. A 410–413 hm-szelvények közötti támfal felújítás közben, háttérben a galéria (Fotó: Bach László)

vasútvonalaként tartják számon, az utóbbi időben „Bakonyvasút” néven emlegetik.

2004-ben – gazdasági indokokra hivatkozva – felvetődött a vonal bezárásának terve, majd 2006 júliusában a kormány megszorító intézkedései miatt ismét a bezárásra ítélt vonalak listájára került. Ekkor a forgalom szüneteltetését tervezték a vasútvonal Veszprém–Veszprémvársány közötti 45 km hosszú szakaszán.

Ennek megakadályozására a vasútvonal által érintett települések a Győr-Moson-Sopron Megyei Önkormányzatok Közgyűléséhez fordultak indítványukkal, kérték a közgyűlés támogatását és közbenjárását annak érdekében, hogy a Győr–Veszprém vasútvonal véglegesen fennmaradjon, annak Veszprém és Veszprémvársány közötti szakaszán is megmaradjon a személyszállítási közszolgáltatás, és javaslatot tettek a Bakony-szentlászló–Veszprém közötti vonalszakasz műemléki védelem alá helyezésére „tekintettel annak – a Magyarországon egyedülálló – turisztikai, ipartörténeti, környezetvédelmi értékeire”.

A közgyűlés 2007. augusztus 3-i nyilatkozatában rögzítette az önkormányzatok törekvéseinek támogatását, majd a nyilatkozatot a közgyűlés elnöke felterjesztette a gazdasági és közlekedési miniszterhez.

Ezután 2008. július 27-én megalakult az önálló jogi személyként működő Bakonyvasút Szövetség is, amelyet a vasútvonalért tenni akaró települési önkormányzatok, magánszemélyek és civil szervezetek hoztak létre. A szövetség az utazóközönség érdekképviselőként kívül településfejlesztési, környezetvédelmi és turisztikai célokat is megfogalmazott,

továbbá szorgalmazta a műtárgyak végleges műemléki védelem alá vételét.

2008. augusztus 11-én a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal (KÖH) Közép-dunántúli Irodája 430/3616/2008. sz. alaphatározatában egy évre szóló ideiglenes műemléki védelmet biztosított a vonal Veszprém megyei szakaszára. A határozat indoklásában ez volt olvasható: „...megállapítható, hogy a védendő vasúti épületek és műtárgyak a vasútvonal esetleges használaton kívüliségéből adódó romlás, pusztulás miatt továbbra is veszélyeztetettek...”

A határozatban szerepel az egyik, a vasútvonal egyediségét legfrappánsabban megfogalmazó összegzés:

„A Győrt Veszprémmel összekötő vonal a Millennium környékén csúcspontját elérő HÉV-építkezések általános jegyei mellett a különlegesen szép, ugyanakkor az építők számára komoly erőpróbát jelentő hegyvidéki terep miatt olyan egyedi jelleget mutat, amely hazánkban páratlanra teszi. A jó állapotban fennmaradt, a kor technikai színvonalát hűen reprezentáló vasútvonal különös jelentőségét adja, hogy rendkívül nehéz terepen, a Magas-Bakonyt átszelő Cuha patak völgyében vezet pályája. Építéskor nagyon sok műtárgy – alagút, völgyhíd, támfal... – létesítése vált szükségessé. A legnehezebb adottságú magashegyi pályákat megközelítő paraméterekkel bíró vasútvonal Magyarország hajdan nagyszámú, hasonló jellegű létesítményei közül az egyik utolsó, ezért a XIX. századi ipari fejlődés jelentős emléke. Fontos műemlékek – Győr, Pannonhalma, Zirc, Veszprém – között teremt kapcsolatot környezetbarát módon, ezzel a műemlékek megismerését is szolgálja.”

Miután a védési eljárás 2009 augusztusáig nem fejeződött be, a KÖH Közép-dunántúli Irodája a vasúti vonalszakasz ideiglenes védelmét további egy évvel – 2010. augusztus 12-éig – meghosszabbította.

A műemléki védettség, a Bakonyvasút Szövetség és civil szervezetek minden igyekezte ellenére a MÁV 2009-ben végül mégis szűkítette a vasútvonalon a szolgáltatások körét. 2009. december 13-ától Zirc és Veszprém között személyvonatok csak hétfőeken közlekedtek. Ezzel egy időben a MÁV hálózata több más mellékvonalat véglegesen bezártak.

2010. július 4-étől kormányzati döntés értelmében szerencsére újraindulhatott a forgalom, a 11-es vonal azon öt szerencsés mellékvonal közé került, amelyek megmenekültek a végleges bezárástól.

A vasútvonal 2011-ben kapta meg a végleges műemléki védelmet az 53/2011. (VIII. 25.) Nemzeti Erőforrás Minisztérium (Nefmi) rendeletével.

A rendelet 3. § 4. pontjában leírtak szerint: „A védetté nyilvánítás célja az 1895–1897 között épült magas-bakonyi vasútvonal építészeti, technikatörténeti és iparművészeti értékeinek, továbbá táji szerepének megőrzése.”

A vonalra vonatkozó részletesebb szabályozást a rendelet 1. pontjának 3. §-a tartalmazza.

Ennek értelmében a Bakony-szentlászló–Veszprém közötti közel 40 km hosszú vonalszakasz 34 db, helyrajzi számmal jelzett területe – az azokon lévő vasúti pályával és a hozzá tartozó létesítményekkel (műtárgyak, épületek, támfalak...) együtt – különböző fokú védelem alá került. A rendelet 23 ingatlan műemlékké, 11-et pedig műemléki környezeté nyilvánított. A vonalszakasz hidjai és átereszei közül 86 db pályában lévő műtárgy és 13 db pályán kívüli áteresz is műemléki területre, illetve műemléki környezetbe került. A hidak, átereszek többsége MÁV-típus-tervek alapján épült teknőhíd, áteresz, kerethíd volt, amelyek egyedinek legkevésbé sem voltak mondhatók. Érdemes még azt is kiemelni, hogy a pályában lévő műtárgyak csaknem 40%-a (32 db) 1984 és 1991 között épült kerethíd volt. A „védett műtárgyak” közül így csak néhány völgyhíd, boltozat, alagút emelhető ki.

A rendelet 1. pont 3. § 3. pontja a műemlékeket az örökségvédelmi bírság kiszabása szempontjából I. kategóriába sorolta.

A műemléki védelemből adódó első problémával igazgatóságunk hidászai

2015-ben, egy meghiúsult műtárgyátépítés kapcsán szembesültek.

A vasútvonal 568+36 hm-szelvényében fekvő 4,00 m nyílású, 1937-ben, típus-terv alapján épült teknőhíd várt átépítésre (3. kép). Rossz állapota miatt sem a falazatok, sem a felszerkezet felújítása nem volt megoldható, ezért a szerkezet pótlását igazgatóságunk 2,50/2,00 m nyílású kerethíd beépítésével tervezte.

A híd az Olaszfalu 0242/8 hrsz.-ú területen feküdt, a Nefmi-rendelet besorolása szerint műemléki védettségű ingatlanon. (Az adott helyrajzi számú területen egy 1896-ban épült 2,00 m nyílású boltozatot leszámítva csak 3 db, 1991-ben épült kerethíd található.)

A híd átépítésének előkészítését a munka műszaki ellenőre már 2015 márciusában megkezdte, felvette a kapcsolatot az Örökségvédelmi Hivatal területileg illetékes munkatársával. Az előzetes egyeztetések alapján úgy tűnt, hogy a hídépítés „zöld utat kap”, és a teknőhíd kerethídra való átépítésének a híd műemléki védelme nem lesz akadálya.

A pozitív elbírálás reményében az előkészítő munkák is – kábelkiváltás, terep-előkészítés, keretelemek gyártása, anyagbeszerzés – hamarosan megkezdődtek.

Az Örökségvédelmi Hivatal hivatalos nyilatkozatot viszont nem adott ki, és időközben a hivatalban a munkakört is másik személy vette át.

Közeledett a tervezett vágányzár időpontja. A Hivatal korábbi előzetes nyilatkozatai nem tartalmaztak határozott állásfoglalást, és az új munkatárs sem adott ki egyértelmű, írásba foglalt nyilatkozatot.

A döntés előmozdítása érdekében a műszaki ellenőr 2015. augusztus 12-ére helyszíni bejárásra hívta a Hivatal képviselőit.

A bejárásán a műemlékvédelem munkatársai az új kerethíd terv szerinti megvalósításához nem járultak hozzá, helyette vagy a teljes híd eredeti állapotnak megfelelő újraépítését, vagy annak „eredeti látványát visszaadó megoldás” kivitelezését javasolták. Elfogadható megoldás lett volna számukra a „kerethíd köré a régi híd visszaépítése”; a fejelemek elhagyásával a homlokkal oly módon való visszaépítése (lehetőleg a híd eredeti kőanyagát is felhasználva), hogy az a híd eredeti oldalnézeti látványát adta volna vissza.

Azon túl, hogy a híd említett módon való megépítése előzetes becslések szerint több mint 20 millió forintos többletköltséget jelentett volna, sem műszaki, sem



3. kép. Az átépítésre váró teknőhíd

a későbbi fenntartás szempontjából nem lett volna szerencsés megoldás. A híd 2015-re tervezett átépítése elmaradt.

A hasonló problémák elkerülése érdekében a MÁV Hídosztálya megkeresést küldött a Forster Gyula Nemzeti Örökségvédelmi és Vagyongazdálkodási Központhoz.

A megkeresésben a MÁV a hidak műemléki védettsége okozta problémát így összegezte: „Az 1895–97 között épült vonal, korosságából adódóan, számtalan olyan műtárgyat tartalmaz, melyek felújításra, átépítésre szorulnak... A jelenleg hatályos előírások (mértezési, üzemeltetési, kapacitáskorlátozási), valamint a folyamatosan növekvő személy-, illetve teherszállítási igények (sebességnövelés, tengelyteheremelkedés) miatt számos esetben a múlt századtól eltérő felépítésű, anyagú műtárgyak építése válik szükségessé. A meglévő műtárgyak felújításai esetén eleget tudunk tenni a műemléki besorolás támasztotta

követelményeknek, azonban egy esetleges átépítés kapcsán a védettség gazdasági és technológiai szempontból ellehetetleníti a mai kor előírásainak megfelelő műtárgy megépítését.”

A MÁV a védelem alá helyezett vonalszakasz közös beutazását, a műtárgyak, műtárgytípusok helyszíni megtekintését és ezt követő egyeztetést szorgalmazott a mindkét fél számára egyaránt elfogadható megoldás, a MÁV reményei szerint a védendő műtárgyak körének szűkítése érdekében.

A vonalbeutazásra 2016 júliusában került sor, amikor is megszületett az első részeredmény. A jegyzőkönyvben rögzítették: „A bizottság egyöntetű véleménye, hogy bizonyos műtárgyak (pl.: Cuha patak hidjai a 409/10 hm és 460/61 hm szelvényekben, gyulaforatói völgyhidak a 656/57 hm és 659/60 hm szelvényekben (4. kép) nem kerülhetnek ki a »rendszerből«. Ellenben a csőátereszek, kerethidak, valamint azon szer-



4. kép. A 656/57 és 659/60 hm-szelvényekben lévő rátóti völgyhidak makettjei terepasztalon



5. kép. A 607/08 hm-szelvényben, műemléki környezetben lévő, 6,00 m nyílású boltozat

kezetek, melyek már nem viselik a »múlt« jellegzetességeit, illetve a környezet sem teszi indokoltá azt – kihagyhatók lesznek. Ilyen műtárgy például a kérdéses 568/69 hm-szelvényben lévő is.”

A beutazást a MÁV Székházban 2016 novemberében megtartott egyeztetés követte. A Bakonyszentlászló–Veszprém vonalszakasz teljes állagának főbb műszaki adatainak és fotóinak áttekintése után a MÁV és a Forster Központ képviselőiből álló bizottság közösen határozta meg a védendő műtárgyak körét. Az egyeztetés eredményét a Forster Központ munkatársai a „Magas-bakonyi vasútvonal hídjainak értékleltára (2016. július–november)” című dokumentációban rögzítették. Magyarországon vasúti műtárgyakra elsőként készült ilyen lajstrom.

A megbeszélés jegyzőkönyvébe bekezdte: „A vasútvonal hídjainak értékleltára... a vasúti pályához tartozó műemléki értékek tételes listájának tekinthető. Az örökségvédelmi eljárás során eleve nem kell foglalkozni azokkal a műtárgyakkal, melyeket nem ítéltünk műemléki értéknek, amelyeket viszont igen, azokra engedélyezési eljárás vonatkozik.” A Forster Központ képviselői részéről elhangzott – így egyértelművé vált, hogy „az olyan helyrajzi számú ingatlanokon lévő hidak, melyek műemlékvédelmi környezethez tartoznak – azok jövőbeni karbantartási, felújítási, beruházási munkáinál műemlékvédelmi szempontból egyeztetés, illetve jóváhagyás nem szükségesetlik.” (5. kép)



6. kép. Csőáteresz kifolyási oldala a Cuha-völgyi szakaszon

Az értékleltárba – a Nefmi-rendelet által eredetileg védett 99 db híd helyett – 14 db hidat vettek fel, ezek mindegyike – részben vagy egészben (az acélhidaknak csak a falazatai) – 1896-ban, a vonal építésével egy időben épült. Az előbbieken már említett Cuha patak hidak és a rátóti völgyhidak természetesen a műemlék műtárgyak közé kerültek. Érdekes, hogy a műemlékvédelmi kollégák indítványozására a leltárba a kis nyílású műtárgyak közül is bekerült 6 db; 1 db 0,60 m nyílású fedlapos áteresz, 2 db kisnyílású boltozat és 3 db csőáteresz. Az átereszeknek némi különlegességet a támfalakba kifutó rövid boltozatos szakasz kölcsönöz (6. kép).

A vasútvonal 568/69 hm-szelvényében lévő teknőhíd végül 2017-ben problémamentesen átépült.

A vasútvonal ideiglenes műemléki védelme óta eltelt évek alatt több „műemlék műtárgy” felújításra is sor került. Elkészült a galéria falazatainak megerősítése, felújítása, a galéria födémjének szigetelése, a 409/10 hm-szelvényben lévő Gubányi-viadukt falazatmegerősítése, állagmegóvása, a 410–413 és 414–416 hm-szelvények között lévő támfalak alámosásának megszüntetése, mederrendezés, valamint a Vasútépítők emlékművének stabilizálása és állagmegóvó felújítása. Szerencsére ezeknek a munkáknak a megvalósítása nem ütközött a leírtakhoz hasonló nehézségekbe, az előzetes örökségvédelmi hatósági engedélyekben a hatóság teljesíthető feltételeket szabott.

Végül egy kis érdekesség a vasútvonal 460/61 hm-szelvényében lévő Cuha patak híd tervezett átépítésével kapcsolatban:

A 8,00 m nyílású acélhídon a falazatok állapota miatt 2011 márciusa óta 20 km/h sebességkorlátozás, a felszerkezet elégtelen teherbírása miatt pedig 18,5 t tengelysúly-korlátozás van érvényben. A híd átépítése már a 2012-es KÖZOP-



7. kép. A 460/61 hm-szelvényben található, átépítésre váró, szegecselt acélszerkezetű Cuha-híd

programban is szerepelt, mint teljesen átépítendő műtárgy (alapok, falazatok, felszerkezet), majd 2014-ben ismét be volt tervezve, de forrás hiányában ez idáig mindig elmaradt.

A jelenlegi szegecselt, felsőpályás gerinclemezes acélhíd helyett az örökségvédelmi hatóság csak hasonló acélszerkezet építéséhez járult hozzá. A tervezett műtárgy a jelenlegihez jellegében hasonló (rácsos keresztkötés és járdakonzol-kialakítás) hegesztett szerkezet. „A KÖH (...) a hídfők és szárnyfalak tekintetében kérte a meglévő kőfalazat elemeinek lehetőség szerinti felhasználását, a köburkolat legalább 40 cm vastag falként történő kialakítását, különös tekintettel a hídfő és a szárnyfalak csatlakozásánál alkalmazott sarokelemekre.”

A jelenlegi hídszerkezetet (7. kép) „műzeumi jelleggel” kívánják megőrizni, az acélszerkezet ipartörténeti emlékként terv szerint Bakonyszentlászló állomáson lesz kiállítási tárgyként felállítva. Bízunk benne, hogy erre mihamarabb sor kerül. ◀

Summary

Survival of the railway line No. 11 got into danger several times during the last two decades due to MÁV Co's line closure plans. Maybe it's a little bit strange that this railway line can thank its monument protection indirectly but partly also to this fact. The original aim of the attainment of monument protection was the sustenance of the railway line, but as everything it had also a shady side in certain cases. Our article presents the way led to the monument protection and the difficulties and tasks belonging to this.



Vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak

Erdődi László Zoltán*

hidász főmérnök

MÁV Zrt. Pályalétesítményi Igazgatóság Híd és alépítményi osztály

✉ erdodi.laszlo@mav.hu

☎ (30) 382-7662

A MÁV Zrt. Pályafelügyeleti Utasítása (D.5.) szabályozza a vagyonkezelésében vagy tulajdonában lévő vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak nyilvántartásának, műszaki felügyeletének végzését. Ilyenek például a nem MÁV Zrt. tulajdonú/vagyonkezelésű vasúti hidak és átereszek, alagutak, galériás sziklavédő művek, szárítótárók, vasúti pályán kívüli hidak, alépítményi és geotechnikai műtárgyak, forgalomból kizárt és forgalomszüneteltetett vonalak műtárgyai. Az utasítás korábbi verziója nem foglalkozott részletesen valamennyi létesítményi körrel, a többi között a vasúti terhet viselő egyéb műtárgyakkal sem. Indokolt ezért a vasúti terhet viselő egyéb műtárgyakról külön említést tenni.

A MÁV Zrt. üzemeltetésért felelős pályalétesítményi szervezetének felelőssége a vagyonkezelésre, üzemeltetésre rábízott, és a MÁV Zrt. tulajdonában lévő vasúti vágányok, tárgyi eszközök, ezen belül a közforgalmú vasúti pályákban és a saját célú, üzemi vágányokban létesített egyedi, speciális, vasúti terhet viselő eszközök nyilvántartása és felügyelete is. A D.5. Utasítás módosítása során ezért ezek a létesítmények is bekerültek a szabályozásba.

A D.5. Utasítás hatálya alá tartozó vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak köre:

- vasbeton tálca,
- akna,
- vizsgálócsatorna,
- ürítőhíd, ürítőgarat,
- vasúti járműmérleg,
- fordítókorong,
- tolópad.

Ezeknek a berendezéseknek az a sajátosságuk, hogy a vasúti járművek átvezetésére, mozgatására szolgáló „hídszerű” létesítmények, ezért ezeket is – a hidakhoz hasonlóan – a vasúti hidakra vonatkozó méretezési előírások szerint kell megter-

vezni, kialakítani. Szerkezeti kialakításuk erősen függ a berendezés funkciójától.

Az elektronikai, gépészeti berendezésekkel (hajtó-, futómű, mérlegelektronika, védelmi, biztonságtechnikai berendezés, töltő-, lefejtőberendezés és ezek vezérlése) ellátott műtárgyak elektronikai, gépészeti szempontú felügyelete nem tartozik a D.5. Utasítás hatálya alá.

Az eszközök egyedi, speciális kialakítása miatt a cikk kísérletet tesz e szerkezetek és sajátosságaik megismertetésére.

Vasbeton tálca

A vasúti szolgáltatáshoz szükségesek az egyedi igényeket kielégítő speciális létesítmények, mint

- tartálykocsi töltő/lefejtő/átfejtő berendezések,
- kocsimosók:
 - tartálykocsik belső mosására szolgáló mosó,
 - személykocsik külső mosására szolgáló mosó,
 - kegyeleti mosó,
- üzemanyagtöltő kutak.



1. ábra. Üzemanyagtöltő kút vasbeton tálccával (Fotó: Tóth András)

Ezeknek a berendezéseknek sajátja, hogy az alapfunkciót biztosító eszközökön (töltőkarok, csövek, szivattyúk, szerelvények, kezelőpódium, billenőlépcső, védelmi berendezések, térvilágítás, mosókeret, gépi mosó) kívül a berendezés részeként készül egy kármentő, csurgalék-, mosóvíz összefogására szolgáló tálca a vágányzónában.

A tálca kialakítása történhet a sínzsalak közé, mellé telepített, a csapadék, csurgalék elvezetésére szolgáló csatornarendszerrel kombinált, műanyag környezetvédelmi elemek beépítésével. Ezek a berendezések nem viselnek vasúti terhet, a vasúti felépítményi szerkezetek speciális kiegészítő elemei.

A tálca másik jellemző megoldása a vágány alá 4,00 m széles, minimum 15,00 m hosszúságú, 0,30 m vastagságú vasbeton teherviselő lemez beépítése, melyen egyedi, diszkrét, magánaljas vasúti felépítmény épül, például üzemanyagtöltő kút vasbeton tálccával (1. ábra). Szükség

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2015/4–5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.



2. ábra. Vagonbuktató üzemen kívüli állapotban
(Fotó: Erdődi László Zoltán)



3. ábra. Vagonbuktató üzemi állapotban (Fotó: Erdődi László Zoltán)

szerint a berendezések, a tálcák egymás után is telepíthetők.

A vasbeton tálcán is biztosítani kell a csapadék, csurgalék felfogását, elvezetését, zárt rendszerre való rákötését is. A tálcá feletti álláson kezelt vegyszerek, anyagok függvényében a vasbeton tálcá felülete védőbevonattal is ellátandó.

Akna

A vasúti szolgáltatáshoz szükséges egyedi igényeket kielégítő speciális létesítmények, mint a buktató-, ürítőberendezések és ezek gépészeti egységeinek elhelyezésére létesített vasbeton szerkezetek, az aknák.

A buktató működési elve alapján lehet homlokbuktató, illetve körbuktató berendezés, melynek lényege, hogy az ürítésre szolgáló járművek berendezésen történő rögzítését követően hosszirányba közel 45°-ban megbillentve, illetve hossz-tengelye körül 180°-kal elforgatva ürül ki a vagonból a szállított áru a berendezés alatt telepített garatba, melyről egy szállítópálya viszi tovább. A 2. ábra buktatót mutat be üzemen kívüli állapotban, a 3. ábrán a buktatót üzemi állapotban látjuk. A 4. ábra a körbuktatót szemlélteti.

Az ikerbuktatonál a hosszirányba emelhető acél gerinclemezes vagy szekrénytartós buktató hídszerkezeteket az ürítőakna

két oldalán kialakított vasbeton aknába helyezik el, és egyszerre emelve a két hídszerkezetet, az ürítőgaratba történik az áru kiürítése. Az ürítőgarat fölötti átjárást biztosítja az ürítőhíd, melynek célja a garat felett a vasúti vágány átvezetése, a biztonsági okokból telepített rácsozat alátámasztása.

Fő teherviselő elemei az ürítőhidak és a berendezést is magába foglaló vasbeton aknák. Ezek az aknák mélységükből adódóan víz elleni szigeteléssel is ellátandók.

Vizsgálócsatorna

Ezek a szerkezetek a vasútiüzemi javítóházakon a vagonok, mozdonyok javítása



4. ábra. Körbuktató
(Fotó: Erdődi László Zoltán)



5. ábra. Egyknás vizsgálóakna
(Fotó: Erdődi László Zoltán)



6. ábra. Háromaknás vizsgálócsatorna
(Fotó: Erdődi László Zoltán)



7. ábra. Szemestermény-ürítő híd
(Fotó: Tóth András)

során a járművek alsó megközelíthetőségét biztosítják. A vágány alatt épülnek be oly módon, hogy a sínszál az akna falazatára támaszkodik. Fő teherviselő eleme maga az akna falazata. Mélysége a sínkoronaszint alatt 1,35 m, belső szabad szélessége 1,10 m, hosszát a vizsgálandó járművek hossza határozza meg.

A sínszálakat rögzítő felépítményi szerkezeteket az aknafalazaton fa magánaljakkal vagy beragasztott töcsavarokkal rögzítik.

A járművizsgálatok céljára létesített aknajellegű szerkezetek elhatárolása a D.5. Utasítás szerint:

- vizsgálóakna: $h \leq 15$ m,
- vizsgálócsatorna: $h > 15$ m.

Az akna geometriai kialakítás szerint lehet egyaknás (5. ábra) vagy háromaknás (6. ábra). Az egyaknás vasbeton akna csak a sínszálak közötti aknaszakaszon járható, míg a háromaknás vizsgálócsatorna biztosítja a sínszálak közötti és a vágány mindkét oldalán a karbantartó személyzet

közlekedését, a járművek megközelítését. Az akna szélső és közbelső csatornái között az átjárás biztosítására a sínszálakat acél- vagy vasbeton oszlopokon nyugvó acélszerkezetű, alacsony szerkezeti magasságú tartók támasztják alá.

Fő teherviselő elemeik a vasbeton akna, illetve a többtámaszú folytatólagos hídszerkezetként funkcionáló alacsony szerkezeti magasságú tartók, ezek alátámasztásai és az akna, amire ezek az elemek ráterhelnek.

Üritőhíd, ürítőgarat

Az ürítőgarat a szemes termény, só, érc speciális kialakítású, szoknyás, maguk alá ürítő vasúti kocsikból történő kirakodását biztosítja egyéb rakodógépek igénybevétele nélkül. A 7. ábrán szemestermény-ürítő híd, a 8. ábrán szemestermény-ürítő garat, szállítóberendezés látható. A hídszerkezet anyaga lehet acél vagy vasbeton, egy- vagy többnyílású, a kirakodás módjához, a vas-

úti járművek méretéhez igazodóan, ami egy, a vágány alatt hosszában kialakított vasbeton aknára támaszkodik fel, amiben a szállítóberendezés is helyet kap.

Az ürítőgarat mérete, kialakítása olyan, hogy a vágány alatt elhelyezett acél- vagy vasbeton garatba bekerülő terméket egy szállítópályára tereli, ahonnan emberi kéz érintése nélkül a szállítópálya-rendszeren keresztül a termék a kívánt helyre, silókba, raktárakba, tárolóterekre kerül.

Az ürítőgarat fölötti vasúti átjárást biztosítja az ürítőhíd, melynek célja a garat felett a vasúti vágány átvezetése, a biztonsági okokból telepített rácszat alátámasztása. Egy speciális kialakítású műtárgy a záhonyi ércrakodó (9., 10. ábra).

Vasúti járműmérleg

A mérlegelő berendezések célja a közforgalmú vasúti jármű bruttó, nettó tömegének, speciális esetekben kerékterhelésének meghatározása.



8. ábra. Szemestermény-ürítő garat, szállítóberendezés
(Fotó: Tóth András)



9. ábra. Üritőhíd felülől
(Fotó: Tóth András)



10. ábra. Üritőhíd oldalnézete üritőgarattal
(Fotó: Tóth András)



11. ábra. Egyaknás, vágánymegszakítás nélküli vasúti jármű-
mérleg (Fotó: Erdődi László Zoltán)

A vasúti járműmérlegek típusai a vágányba való beépítés módja szerint:

Vágánymegszakításos

A mérlegen átvezetett vasúti felépítményt a mérleg dilatációs hézagai fölött megszakítják, a vasúti pálya folytonosságát biztosító sínzsalakat a vasúti pálya alatt elhelyezett vasbeton mérlegaknába vagy acél beépítő keretbe elhelyezett mérleghídra rögzítik.

Az akna kialakítása alapján lehet:

- egyaknás,
- ikeraknás,
- sekélyaknás,
- acél beépítőkeretes.

Vágánymegszakítás nélküli

a) A sínzsal a mérleg vasbeton falazatára van rögzítve, a mérlegszerkezet üzemi állapotában megemeli a mérleg fölé állított vasúti járművet;

b) A „mérleg” elektronikus úton, a sínzsalakra felszerelt nyúlásmérő bélyeg révén határozza meg az áthaladt kerekekről átadódó terhelést, a folyóvágány megszakí-

tása nélkül (ez a mérlegtípus a vasúti felépítményi szerkezetek speciális kiegészítő eleme, külön vasúti terhet viselő műtárgy nélkül).

A mérlegek geometriai kialakításuk szerint lehetnek:

- egyaknás (pl. vágánymegszakítás nélküli egyaknás, mechanikus, régi vasúti járműmérleg [11. ábra]);
- ikeraknás (pl. vágánymegszakításos, 2×10 m hasznos hídhosszúságú, iker elrendezésű mechanikus Metripont típusú vasúti járműmérleg [12. ábra]);
- sekélyaknás egy vagy több aknával, pl. Schenck vagy MMC típusú sekély vasbeton aknás elektronikus vasúti járműmérleg; sekélyaknás, statikus elektronikus vasúti járműmérleg (13. ábra) vagy sekélyaknás, dinamikus elektronikus vasúti járműmérleg (14. ábra);
- akna nélküli, acél beépítőkeretes, pl. ARDIN típusú elektronikus vasúti járműmérleg (15. ábra);

működési elvük szerint lehetnek:

- mechanikus,
- hibridizált,
- elektronikus,
- statikus,
- dinamikus kialakításúak.

A sínzsalra felragasztott nyúlásmérő bélyeges, dinamikus vasúti mérlegek (16. ábra) kivételével valamennyi mérlegnek van teherfellevő szerkezeti eleme, amely a gyakorlatban egy vasbeton vagy acél hídszerkezet. A mérleghíd saruja elektronikus mérlegek esetében maga a mérőcella (17. ábra), míg a mechanikus áttétellel működő mérlegeknél a villaállványok, villák, görgős hídállványok, áttételi emelők (18. ábra), amelyek továbbítják az erőket egészen a mérőkarokig, illetve a villaállványon keresztül a vasbeton aknára. Fő teherviselő elemei a teherfellevő mérleghíd, a villaállványok, görgős hídállványok, áttételi emelők és a vasbeton akna.



12. ábra. Ikeraknás, vágánymegszakításos vasúti jármű-
mérleg (Fotó: Erdődi László Zoltán)



13. ábra. Sekélyaknás, statikus elektronikus vasúti jármű-
mérleg (Fotó: Erdődi László Zoltán)

Fordítókorong

Ezek a szerkezetek is a vasútüzemi javító-bázisokon, kis alapterületű ipartelepeken létesültek a vagonok, mozdonyok javítása során a közvetlenül meg nem közelíthető vágányok közötti kapcsolat biztosítására. A járművek más – az akna körül sugárirányban kiépített vagy az egymást

szögben keresztező – vágányra történő átírányítására vagy a jármű megfordítására alkalmas berendezés, amely a vágány megszakításával, a korongon lévő vágányszakasz tetszés szerinti szögben vagy körbeforgatásával teremti meg a korong körüli vágányokkal a kapcsolatot (19. ábra).

A fordítókorong padozata lefedheti a teljes kör alakú aknát, vagy csak maga

a hídszerkezet és az azon elhelyezett kezelőhelyiség üzemi járófelületét szolgál. Ez utóbbi megoldás a nagyobb méretű korongok sajátja a takarékos kialakítás jegyében.

A szerkezet egy kör alakú kő-, beton-, vasbeton falazatú aknából és a benne elhelyezett hídszerkezetből áll, melynek jellegzetessége a hid közepén fix támasz-



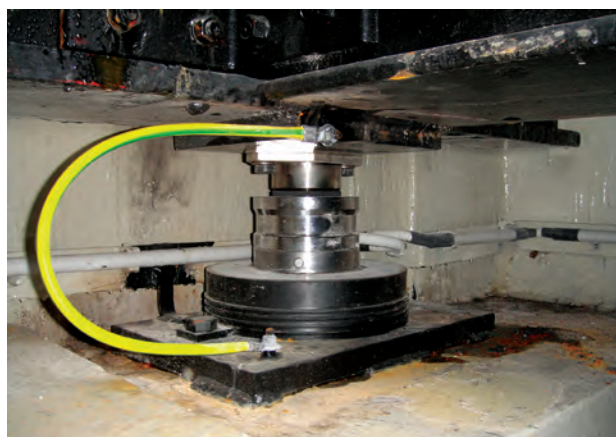
14. ábra. Sekélyaknás, dinamikus elektronikus vasúti járműmérleg (Fotó: Erdődi László Zoltán)



15. ábra. ARDIN típusú statikus, dinamikus elektronikus vasúti járműmérleg (Fotó: Alkér András)



16. ábra. Dinamikus vasúti járműmérleg (Fotó: Erdődi László Zoltán)



17. ábra. Elektronikus mérlegcella (Fotó: Erdődi László Zoltán)



18. ábra. Villaállványok, görgős hídállványok, áttételi emelők (Fotó: Erdődi László Zoltán)



19. ábra. Fordítókorong (Fotó: Erdődi László Zoltán)

ként elhelyezett speciális saruszerkezet, a „királycsap”, amelynek függőleges tengelye körül a fordítókörong hídszerkezete elfordulni képes. A hídszerkezet két végén az akna falazatára megépített, kör-sínen futó kerek képezik a híd mozgó saruit. A fordítókörong hídszerkezetén a sínkoronaszint megegyezik a csatlakozóvágányok sínkoronaszintjével. A hídszerkezet mozgatható annak méretétől függően tör-ténhet kézi erővel vagy villamos hajtással.

Fő teherviselő elemei a hídszerkezet, azok támaszai, valamint a terheket átvevő, illetve az akna körüli vágányokat meg-támasztó köraknafalazat.

Tolópad

Ezek a szerkezetek is a vasútüzemi javító-bázisokon, kis alapterületű ipartelepe-ken létesültek a vagonok, mozdonyok javítása során a közvetlenül meg nem közelíthető vágányok közötti kapcsolat biztosítására (20. ábra). A tolópad a járművek és a tolópad aknája által meg-szakított vágányra történő átirányításra alkalmas berendezés. Az akna és a benne elhelyezett pálya a keresztezett vágányokra merőlegesen épül meg, és a vágányok között biztosítja a gépi hajtású, kereken gördülő hídszerkezet szabad mozgását. A jármű rágördül a tolópad hídszerkezetére, ami a kívánt helyre gördülve biztosítja a jármű elvárt mozgását. A hídszerkezeten



20. ábra. Tolópad
(Fotó: Erdődi László Zoltán)

a sínkoronaszint megegyezik a csatlakozó-vágányok sínkoronaszintjével.

Fő teherviselő elemei a tolópadhíd és annak tartóelemei, a speciális saruszerke-zetként funkcionáló gurulótámaszok, a tolópad pályáját alátámasztó hosszgeren-da, alaptest. A hídszerkezet lehet két- vagy többtámaszú kialakítású.

A vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak felügyelete

A létesítmények fenti leírásából látható, hogy fő szerkezeti elemeik ezeknek is

- a vasúti felépítmény,
- a közvetlen leerősítésű, rugalmas ágya-zású vasbeton pályalemez vagy
- az áthidaló hídszerkezet (mérleghíd, for-dítóköronghíd, tolópad hídszerkezete),
- a saruként funkcionáló speciális szerke-zetek (cellák, gördülőrtámaszok stb.) és
- az ezeket befogadó, a terhet az altalajnak átadó aknák.

Ezeket a hidaknál megszokott sorrend-ben, a teherátadás irányát követve javasolt végignézni, megvizsgálni és értékelni.

Az elektronikai, gépészeti berendezésekkel (hajtó-, futómű, mérlegelektronika, védelmi, biztonságtechnikai berendezés, töltő-, lefejtőberendezés és ezek vezérlése) ellátott műtárgyak elektronikai, gépésze-ti szempontú felügyelete nem tartozik a D.5. Utasítás hatálya alá, azt a berendezé-sek üzemeltetőjének feladata a vonatkozó előírások alapján végeznie, végeztetnie.

Valamennyi ismertetett eszköz kar-bantartásáért, üzemeltetéséért a pályalé-tesítményi igazgatóság – mint központi pályalétesítményi irányítószervezet – és a pályavasúti területi igazgatóságok, terü-leti pályavasúti szervezetek felelősek.

A különféle vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak I., II. és III. fokú vizsgálatát a D.5. Pályafelügyeleti Utasítás 4.4.3.1. és 4.4.3.3. fejezetekben rögzítettek szerint

kell végezni, végeztetni, összehangoltan az eszközök gépészeti vizsgálatának (fővizs-gálatának) szabványban meghatározott gyakoriságával.

A vizsgálatokat csak az adott felügyeleti tevékenység (feladatkör) ellátására az 1. sz. függelék 6. fejezete szerint jogosult mun-kavállaló végezheti.

A vizsgálatok során feltárt, de nem a pályalétesítményi szakszolgálat hatásköré-be tartozó hibákról, hiányosságokról az il-letékes szakszolgálat kimutatható módon értesítendő, határidőhöz kötve a hibák, hiányosságok megszüntetését. Az értesítés tényét a vizsgálati jegyzőkönyvben fel kell tüntetni, illetve ahhoz az értesítést mellé-kelni kell.

A tolópad, fordítókörong, vizsgá-lóakna, vizsgálócsatorna, az általuk létesített speciális vasúti járműmérlegek, töltő- és lefejtőberendezések vonatko-zásában az üzemeltetést (napi gondozás, időszakos vizsgálatok, hatósági ügyek in-tézése) az eszközöket ténylegesen használó MÁV-Start Zrt., illetve Záhony-Port Zrt. és a MÁV Zrt. között kötött üzemelteté-si megállapodás keretében a MÁV-Start Zrt., illetve a Záhony-Port Zrt. végzi.

Tőlük az e keretek között, általuk a D.5. Utasítás előírásainak megfelelően el-végzett, elvégzettetett időszakos vizsgálatok megtörténtét igazoló jegyzőkönyveket kell megkérni és a MEDINA-ban rögzíteni, előjegyezni.

A vasúti járműmérlegek esetében a pá-lyavasúti területi igazgatóságok, területi pályavasúti szervezetek részére a D.5. Utasítás határoz meg felügyeleti felada-tot, de a mérlegek szakmai felügyeletét az Infokommunikációs és technológiai rendszerek főigazgatóság TEB Igazgató-ság Technológiai Központ látja el, ezért a beavatkozást igénylő hibákról, hiányos-ságokról kimutatható módon értesítendő.

Összefoglalás

E cikk célja a vasúti terhet viselő egyéb műtárgyak bemutatása, valamint a pá-lyalétesítményi szervezet által a D.5. Pá-lyafelügyeleti Utasításban leírtak szerint végzendő, illetve ellenőrizendő felügye-leti tevékenység értelmezését, betartását segítő gondolatok megosztása annak fe-lelőseivel. «

Irodalom

D.5. Pályafelügyeleti Utasítás.

Summary

MÁV Co's Zrt. Track Inspection Instruction Book (D.5.) regulates the execution of registration and technical supervision of railway load bearing other structures being in its asset management or its property. Such as the railway bridges and culverts not owned/asset managed by MÁV, tunnels, galleried rock protecting structures, drainage drifts, bridges being outside of railway track, under-structural and geotechnical structures, and structures of lines excluded from traffic and being in traffic standstill. The earlier version of the instruction book didn't deal in details with all establishment, inter alia didn't deal with the other constructions bearing railway load. Therefore it's justified to mention particularly the other structures bearing railway load.

Híd és vasúti folyópálya közötti átmeneti szakaszok kialakítása

A szerzők a MÁV Zrt. által finanszírozott kutatási munka keretében komplex módon vizsgálták az eltérő alátámasztási merevségű szakaszok csatlakozásánál fellépő al- és felépítményi maradó alakváltozások problémáját. Nagyszámú végeselemes futtatás eredményeire alapozva határozták meg az átmeneti szakasz geotechnikai, illetve pályaszerkezeti okból szükséges hosszát. Megoldásokat javasolnak helyszíni feltételekhez alkalmazkodó vasúti al- és felépítményi kialakításokra.



Dr. Horvát Ferenc*
ny. főiskolai tanár

✉ horvat.sze@gmail.com
☎ (30) 351-1633



Dr. Koch Edina**
egyetemi docens
SZE Szerkezetépítési és
Geotechnikai Tanszék

✉ koche@sze.hu
☎ (30) 563-6342



Dr. Major Zoltán***
egyetemi adjunktus
SZE Közlekedésépítési
Tanszék

✉ majorz@sze.hu
☎ (30) 358-9288

Bevezetés

Az eltérő alátámasztási merevségű vasúti pályaszakaszok (pl. híd és folyópálya, alagút és folyópálya) csatlakozásánál gyakori jellegzetes hiba az al- és a felépítményben kialakuló süllyedési teknő. A merevség hirtelen változása impulzusszerű dinamikus terheléseket gerjeszt, amelyek nem megfelelő szerkezeti kialakítás esetén a pályaszerkezetben maradó deformációkat okoznak. A viselkedést befolyásoló tényezők részben külső hatásból erednek (pl. vasúti járművek sebessége és tengelyterhelése, időjárási viszonyok, vibráció), részben geotechnikai eredetűek (pl. alépítmény- és altalajviszonyok, töltésmagasság), részben szerkezeti okokra (pl. híd statikai rendszere, a hídfő típusa, kölcsönhatás a vasúti vágány és a híd között), illetve vasúttervezési okokra (pl. gyenge vágányalátámasztási merevség és csillapítási képesség) vezethetők vissza. A kiváltó okok összetettsége komplex geotechnikai és pályaszerkezeti szemléletet, valamint a híd szerkezeti kialakításának figyelembevételét teszi szükségessé.

A helyes kialakítás megtervezése és kivitelezése két lépésben történik. Először a csatlakozó folyópálya alépítményében kell geotechnikai módszerekkel a terhek alatti süllyedések nagyságát megfelelő mértékűre csökkenteni és az elfogadhatónál nagyobb deformációkat megelőzni, majd

az ágyazat alatt így kiadódott alátámasztási körülményekhez alkalmazkodóan kell a felépítmény szerkezeti kialakítását meghatározni.

A csatlakozás és környezete kialakításával kapcsolatosan az alábbi általános követelmények fogalmazhatók meg:

- Új építéseknel, átépítéseknel meg kell előzni, illetve esetleges kialakulásukat követően kezelni kell tudni a hídfők környezetében kialakuló nagy süllyedéskülönbségeket. A különbségek oka az is lehet, hogy ütemében és mértékében eltérő a hídfő alapozásának süllyedése, a csatlakozó töltéstest alatti talaj konszolidációja, a töltéstest anyagának összenyomódása.
- A vágány szilárd, egyenletes és megfelelő mértékben merev alátámasztású legyen. Ez szavatolja, hogy az alátámasztó szerkezetekre (híd, földmű) túlzottan nagy dinamikus terhelés nem jut, így kisebb a lokális hibák kialakulásának lehetősége.
- Az alátámasztási merevség pontszerű, nagymértékű változásait átmeneti szakasz kialakításával kell megszüntetni. Az eltérő merevségű szakaszok között lépcsősen vagy folyamatosan kell az átmenetet kialakítani.
- Az átmeneti szakasz hossza alkalmazkodjék a pályasebességhez, a járműterhekhez, a leküzdendő nagy merevségi lépcsőhöz.

- Üzemelő pályában fontos szempont, hogy a csatlakozó szakaszon vaksüppedések ne alakulhassanak ki.

Geotechnikai szempontból az alábbi megoldásokat lehet összefoglalóan megemlíteni:

- csatlakozó földék kialakítása emelt követelményekkel (szemeloszlás, tömörítés, teherbírás),
 - talajerősítő eljárások alkalmazása:
 - stabilizáció,
 - CKT réteg beépítése,
 - mélykeverés,
 - függőleges vagy ferde oszlopok készítése,
 - rétegszerkezet-erősítés geoműanyagok (georács, geocella) alkalmazásával.
- Vasúti felépítményszerkezeti oldalról is több megoldás alkalmazható. Ezek – az adott feladattól függően – az alátámasztási merevség szükséges mértékű megváltoztatását célozzák:
- a hídfőnél a vágány alátámasztási merevségének csökkentése, a csillapítás mértékének növelése (pl. elasztomerek alkalmazása);
 - a lehajlások egyenletessé tétele a csatlakozó zúzottkőves pályaszerkezet hajlító merevségének növelése által (pl. kiegészítő sínek beépítése, ágyazatragasztás);
 - egyenletes merevségváltozás biztosítása az átmeneti zónában építendő merevlemez vágányszakasszal, nem ágyazatátvezetési hídhoz csatlakozóan.

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2011/2. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

**A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2017/2. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

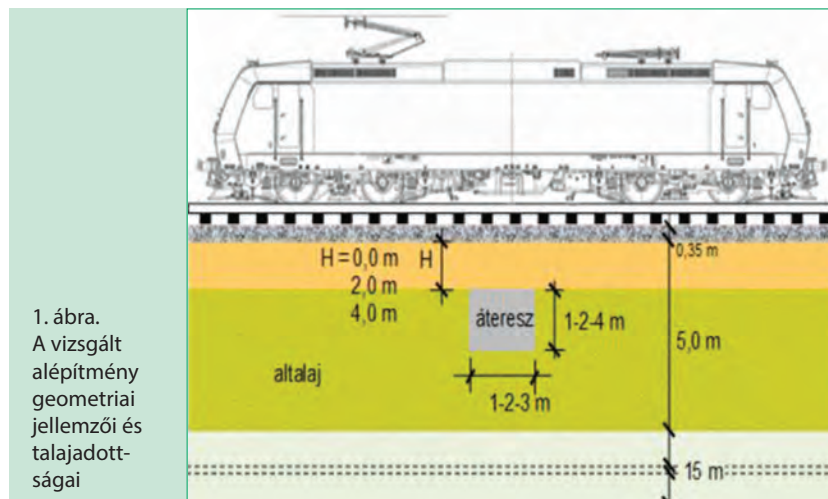
***A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2012/5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

1. táblázat. Modellezési esetek

Eset	Talajfajta				
	puha iszap	puha agyag	előterhelt iszap	közepes agyag	homok
1 × 1 m-es vb. keret, 5 m vastag altalaj		0–2 m töltés	0–2 m töltés		0–2 m töltés
2 × 2 m-es vb. keret, 5 m vastag altalaj	0–2 m töltés	0–2 m töltés	0–2 m töltés	0–2 m töltés	0–2 m töltés
2 × 2 m-es vb. keret, 10 m vastag altalaj	0–2 m töltés	0–2 m töltés	0–2 m töltés		0–2 m töltés
3 × 4 m-es vb. keret, 5 m vastag altalaj		0–2 m töltés	0–2 m töltés		0–2 m töltés

A geotechnikailag szükséges átmeneti szakasz hosszának meghatározása

Plaxis 3D végelemes program dinamikus moduljával különböző altalajviszonyokra és alépítmény-, illetve műtárgykialakításokra, illetve különböző vasúti terhekre és sebességekre végeztünk futtatásokat egyvágányú vasúti pálya esetére. Az altalaj vastagsága 5 m, illetve 10 m volt, amely alatt 15 m vastag merev réteg ($E_s = 150 \text{ MPa}$) helyezkedett el. Öt különböző típusú altalajra vonatkozóan készítettünk számításokat: puha agyag, közepes agyag, előterhelt szerves iszap, puha iszap és laza homok (1. ábra). Az 1:1,5 rézsúhajlású töltéstartományban minden esetben jó minőségű szemcsés anyagot vettünk figyelembe. A felépítményt 35 cm hatékony ágyazatvastagságú zúzottkő, B70 vasbeton keresztalak, 60 E1 r. sínzsalak alkották. A térbeli modell 45 m széles és 96 m hosszú volt. Járműterheként az LM71 tehermodellt működtettük ($4 \times 250 \text{ kN}$ koncentrált tengelyteher egymástól 1,6–1,6 m távolságban). A számítások során kétféle vonatsebességgel dolgoztunk: 80 és 250 km/h.



1. ábra.
A vizsgált
alépítmény
geometriai
jellemzői és
talajadottságai

Műtárgy nélküli esetek

A műtárgy nélküli esetekben 0-2-4-6 m volt a töltésmagasság. A számítási eredmények elemzése segítségével az épített pályatest önsúlya alatt a sínkoronaszinten kialakuló süllyedés a következő összefüggéssel írható le:

$$s_{sin} = \frac{-29,2 \cdot t}{E_s} \cdot h_o [m]$$

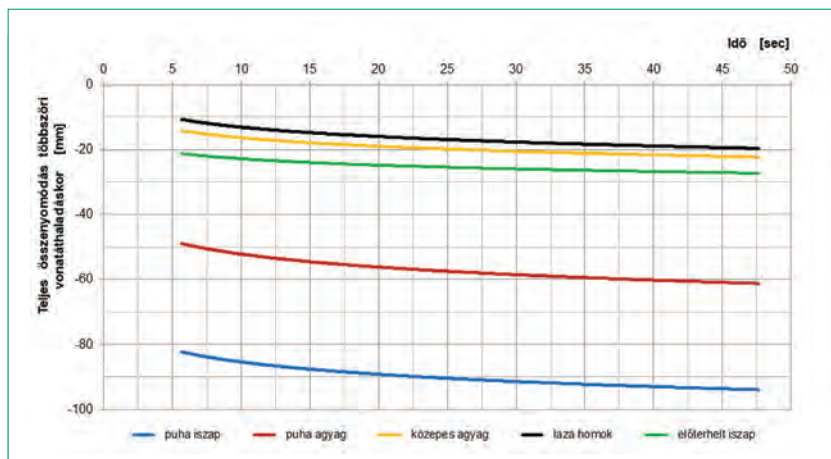
ahol

t – a töltés magassága [m],
 E_s – az altalaj összenyomódási modulusa [kN/m^2],
 h_o – az összenyomódó réteg vastagsága [m].
 Ezután számítottuk az első vonatáthaladás hatását is figyelembe vevő teljessüllyedés-értékeket és azok segítségével az alábbi közelítő jellegű képletet állítottuk fel:

$$s_{teljes} = s_{sin} \cdot (\ln(V) - 2,62) \cdot t^{-0,002 \cdot V}$$

ahol (az előbbieken leírt jelöléseken túl)
 V – a jármű sebessége [km/h].

Megvizsgáltuk a többszöri vonatáthaladás hatását is mind az öt altalajtípusra vonatkozóan. A számításokat 80 km/h sebességre készítettük el. Az LM71 vonatteher mindegyik modellen hétszer futott át, s az eredménydiagram a 2. ábrán látható. Megállapítottuk, hogy a süllyedésnövekmények az egyes vonatáthaladások között mindegyik altalajtípusra csökkenő tendenciát mutatnak. Kedvezőbb altalajadottságok mellett 10-15 ciklus, kedvezőtlen talajokban pedig várhatóan kb. 50 áthaladás után fog a süllyedés növekedése megállni.



2. ábra. Idő-teljes süllyedés kapcsolat a járműteher többszöri áthaladásakor

Kis méretű műtárgyak esetei

A modellezett esetek jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Sebesség 80 km/h, illetve 250 km/h. Összesen 60 különböző modellt vizsgáltunk meg.

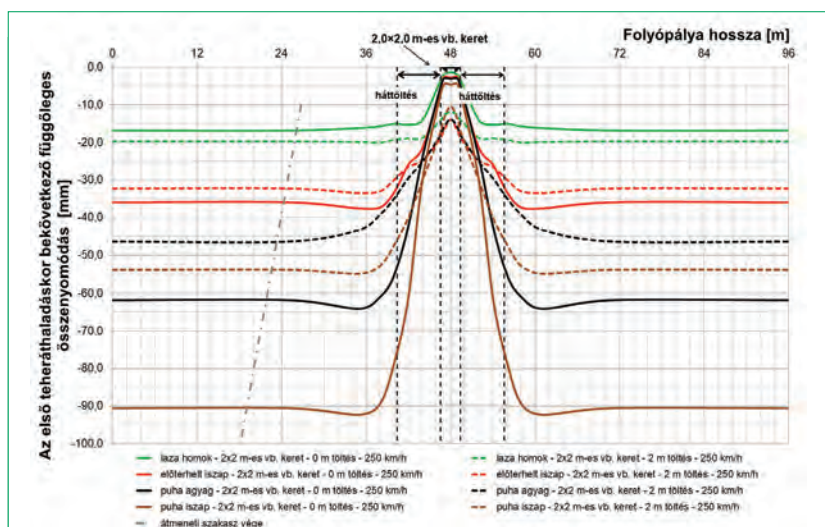
A 96 m hosszú modelleken a vonatteher első áthaladásakor bekövetkező többletmozgásokat, valamint a teljes süllyedéseket számítottuk. Meghatározásukhoz függőleges metszeteket vettünk fel, kettőt a folyópályán, ötöt pedig a háttöltés zónájában, valamint a műtárgy fölött, és ezekben a metszetekben kérdeztük le a teljes alakváltozást, amikor a vonatteher éppen az adott metszet fölött volt. Egy eredmény sorozat grafikus feldolgozását a 3. ábra mutatja.

A kis méretű műtárgyak előtt és után szükséges átmenet hosszát a két eltérő alátámasztási merevségű építményrészt (folyópálya és műtárgy) felett kialakuló süllyedéskülönbség határozza meg. Az első teheráthaladásakor kiadódó maximális süllyedéskülönbséget a folyópályán kialakult maximális süllyedés és közvetlenül a műtárgy széle fölött bekövetkezett maximális süllyedés különbsége adja meg. A 4. ábra a folyópályán az első teheráthaladásakor bekövetkező többletsüllyedés és a kialakult maximális süllyedéskülönbség kapcsolatát mutatja. Látható, hogy a különböző kisebb méretű műtárgyak és az ezekhez tartozó eltérő sebességet jelölő trendvonalak lineárisak, egymáshoz képest körülbelül párhuzamosan helyezkednek el. Az összes számítási eredményre vonatkozóan megállapítható, hogy a várható süllyedéskülönbség:

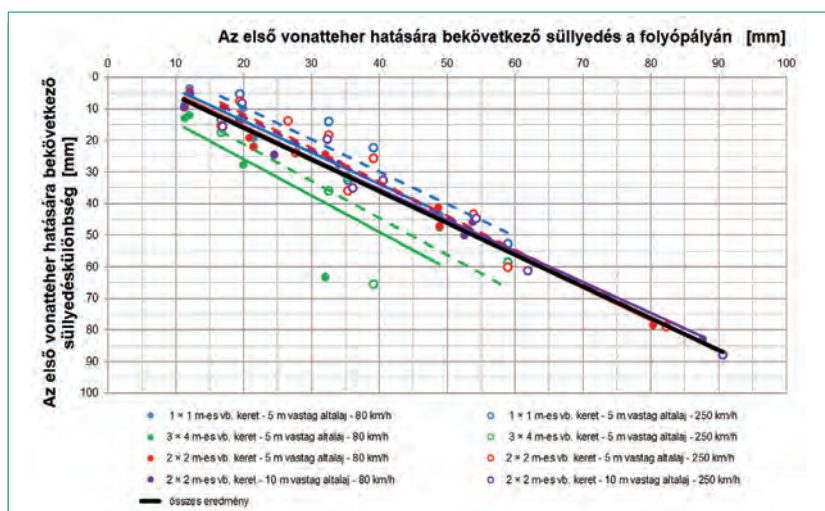
$$s_{\text{süllyedéskülönbség_teljes}} = s_{\text{folyópálya többlet}} - 5,8$$

A kifejezésben a „süllyedéskülönbség teljes” a csak a dinamikus teher hatására a folyópálya és a kerethíd között kialakuló süllyedéskülönbséget, míg a „folyópályatöbblet” a csak a teher hatására a folyópályában bekövetkező azonnali összeszenyomódást jelenti.

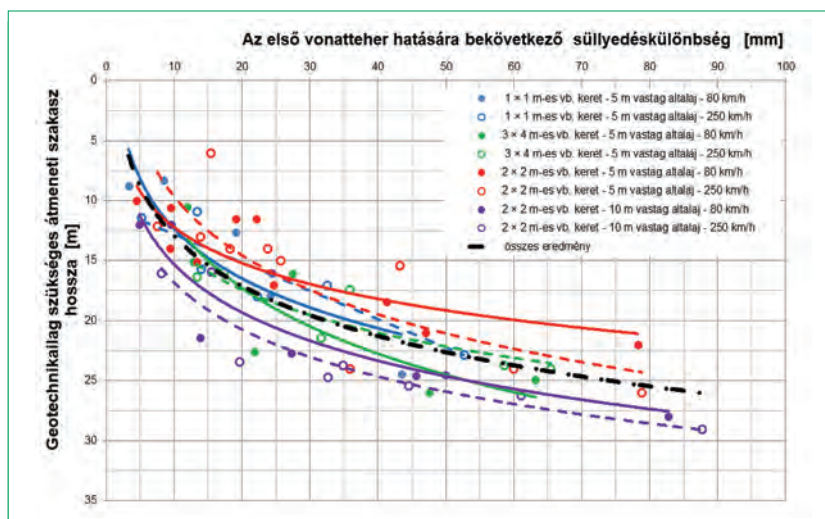
Az átmeneti szakasz szükséges hosszának megállapításához minden modell esetében leolvastuk, hogy hol kezd el megváltozni a mozgáskép, a háttöltés előtt mennyivel kezd el csökkenni, illetve az előterhelt iszap, helyenként a puha agyag és iszap esetében pedig hol kezd el nőni a süllyedés értéke. Ezek alapján minden esetben berajzoltunk egy trendvonalat (ld. a 3. ábrán a szürke színnel rajzolt ferde eredményvonalat), melyet az átmeneti szakasz végének tekintettünk.



3. ábra. 2 x 2 m-es kerethíddal épített kialakítás eredményei 250 km/h vonatsebesség és 10 m vastag altalaj esetén



4. ábra. Az első teheráthaladás során a szakaszok között bekövetkező maximális süllyedéskülönbség az első teheráthaladásakor bekövetkező többletsüllyedés függvényében



5. ábra. A geotechnikailag szükséges átmeneti szakasz hossza

2. táblázat. A geotechnikailag szükséges átmeneti szakasz javasolt hossza

Többletsüllyedés az első teheráthaladáskor [mm]	Átmeneti szakasz hossza [m]
~10	14
~20	22
~30	26
~40	29
~50	31
~60	33
~70	34
~80	35
~90	36
~100	37
~120	38
~140	40
~160	41

Az 5. ábra az első teheráthaladáskor keletkező süllyedéstöbblethez tartozó süllyedéskülönbségek és az átmeneti szakasz hossza közötti kapcsolatot mutatja. Látható, hogy a különböző méretű műtárgyakkal és sebességekkel végzett számítások trendvonalai közel párhuzamosan futnak, és csak néhány métert különböznek az összes eredményre fektetett vonaltól.

Az összes számítási eredményre legjobban logaritmikus trendvonal volt illeszthető. A számos befolyásoló tényezőre tekintettel a közelítésként elfogadható következő összefüggés használatát ajánljuk:

$$\lambda = 8,1 \cdot \ln(s_{\text{süllyedéskülönbség-többlet}})$$

A kifejezésben a „süllyedéskülönbség” a csak a vonatteher hatására a folyópálya és a kerékhíd között kialakuló süllyedéskü-

lönbséget, míg a „többlet” a csak a vonatteher hatására a folyópályában bekövetkező süllyedést jelenti.

Az átmeneti szakasz javasolt hosszait az első teheráthaladáskor bekövetkező többletsüllyedés függvényében a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Hidak

Hidaknál a különböző merevségű, dinamikai viselkedésű szerkezeti részek kölcsönhatása nagyon bonyolult, és ez a kölcsönhatás a talaj időfüggő viselkedése miatt az időben is változik. Ráadásul egy hídfőt többféle sorrendben lehet építeni, s emiatt még a kölcsönhatások jellege, iránya is változhat.

Egy „átlagosnak tekinthető” vasúti hídra is elvégeztük a komplex modellezést. A modell legfontosabb paraméterei a következők voltak:

- az altalaj puha agyag,
- az altalaj vastagsága 25 m,
- a töltés magassága 3,5; 5,3; 7,2 m,
- a töltés anyaga jó minőségű szemcsés anyag,
- a háttöltés jó minőségű szemcsés anyagból készült, a felmenőfal mögötti 10 m hosszú zónában épült, 1:1,5 rézsűhajlással,
- a hídszerkezet szabad nyílása 18 m,
- a hídfők alapozása 18 db CFA cölöp,
- a hídfők, szárnyfalak betonból készültek,
- a felszerkezet típusa tartóbetétes,
- vonatteher: LM71 szerinti koncentrált terhek,
- vonatsebesség 120, illetve 250 km/h.

A futtatások eredményeit nem részletezzük, azokról a *Sínek Világa* 2018/2. számában dr. Koch Edinától „Vasúti híd és pályacsatlakozás modellezése Plaxis3D szoftverrel” címmel olvasható cikk. A modellezési eredmények alapján megállapítottuk, hogy a hídhöz csatlakozó átmeneti zóna viselkedése nem tér el a kis méretű műtárgyakhoz csatlakozó átmeneti zóna viselkedésétől, így hidak építése során is a 2. táblázatban összefoglalt átmeneti hosszakat célszerű alkalmazni.

Az átmeneti szakasz kialakítása a kiegészítő rétegben és a felépítményben

Meghatározó követelmények

A szükséges geotechnikai beavatkozás(ok) ellenére a hídon és a csatlakozó szakaszokon a vágány alátámasztásának merevsége még olyan mértékben térhet el egymástól, hogy szükséges a kiegészítő réteg és a felépítmény méretezett megtervezése. A cél a járműteher alatti sínlehajlásértékek változásának folyamatossá tétele vagy a lépcsős változás adott határérték alá szorítása. A méretezési módszereinkkel a rugalmas sínlehajlást – az alátámasztó rétegszerkezet jellemzőinek ismeretében – számítani tudjuk. Ezért a két pályaszerkezet jármű okozta rugalmas sínlehajlási értékének a különbségére megadott határérték alapján eldönthető az átmeneti szakasz szükségessége.

A járműteher alatti sínlehajlás (sínsüllyedés)-különbségek javasolt határértékei a pályasebesség függvényében:

$$V \leq 120 \text{ km/h} \dots \Delta S_{\text{eng}} = 0,8 \text{ mm},$$

$$120 \text{ km/h} < V \leq 160 \text{ km/h} \dots \Delta S_{\text{eng}} = 0,6 \text{ mm},$$

$$160 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h} \dots \Delta S_{\text{eng}} = 0,4 \text{ mm}.$$

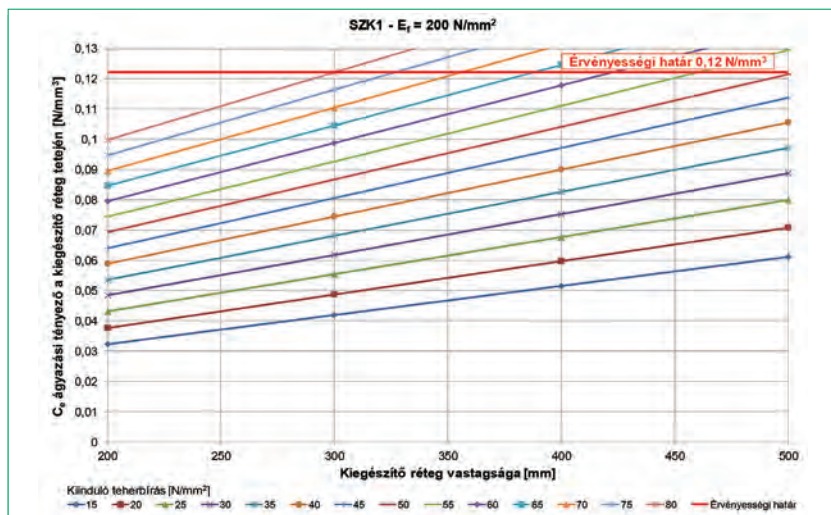
Az átmeneti szakasz minimális hosszát ($L_{\min}$) – az [1] UIC tervezetben foglaltak kisebb mértékű módosításával – az alábbiak szerint javasoljuk meghatározni:

- a hossz a k aljtávolság egész számú többszöröse legyen (cikkünkben a $k = 60$ cm-es aljkiosztásra fogalmazzuk meg a hosszszakat),
- a hossz a pálya tervezési sebességének függvénye

$$40 \leq V \leq 160 \text{ km/h } L_{\min} = 0,5 \cdot v, \text{ de nem kisebb, mint } 12,0 \text{ m},$$

$$160 < V \leq 200 \text{ km/h } L_{\min} = 0,7 \cdot v,$$

ahol a v sebesség m/s dimenziójú, és a



6. ábra. Az SZK1 anyagú kiegészítő réteg tetején kialakuló C_e ágyazási tényező értéke a réteg vastagságának függvényében, különböző kiinduló teherbírási (E_2 értékek) esetén

3. táblázat. Az $L_{\min}$ hossz értékei

Sebesség [km/h]	$L_{\min}$ [m]
$40 \leq V < 90$	12,0
90	12,6
100	14,4
110	15,6
120	16,8
130	18,6
140	19,8
150	20,4
160	22,2
170	33,1
180	35,0
190	36,9
200	38,9

szakasz hossza méterben adódik. Az $L_{\min}$ hosszakat a 3. táblázat foglalja össze.

A durva szemcsés rétegek méretezése

A számítógépes futtatásokhoz a pályaszerkezeti kialakításokat kezelni képes modellt kell alkotni. A vágány alátámasztási merevségének jellemzésére az ágyazási tényezőt – C [N/mm^3] – hívjuk segítségül, amely azt mutatja meg, hogy mekkora erő képes egységnyi felület egységnyi rugalmas benyomódását előidézni.

Az alábbiakban bemutatjuk azt a számítási módszert, amely lehetővé teszi a vasúti vágányt alátámasztó felületen (keresztaljak alsó síkján) értelmezhető ágyazási tényező értékének meghatározását, amely a méretezés alapját képezi. A hazai tervezői gyakorlatban használt módszerek a valóság pontos modellezésére esetünkben alkalmatlanok, így egy, a holland mérnöki gyakorlatban előforduló eljárást [2] hívtunk segítségül, amelyet azután továbbfejlesztettünk.

A kétrétegű rendszer felső rétege felületén értelmezhető ágyazási tényező C_e [N/mm^3] az alábbi képlet alapján határozható meg:

$$C_e = 2,7145 \cdot 10^{-4} \cdot (C_1 + C_2 \cdot e^{C_3} + C_4 \cdot e^{C_5})$$

ahol

az egyes C_i tényezők számítása az alábbi képletek alapján végezhető el:

$$C_1 = 30 + 3360 \cdot C_0$$

$$C_2 = 0,3778 \cdot (h_f - 43,2)$$

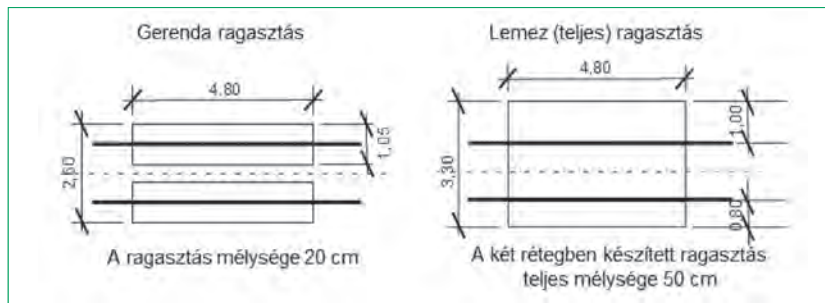
$$C_3 = 0,5654 \cdot \ln(C_0) + 0,4139 \cdot \ln(E_f)$$

$$C_4 = -283$$

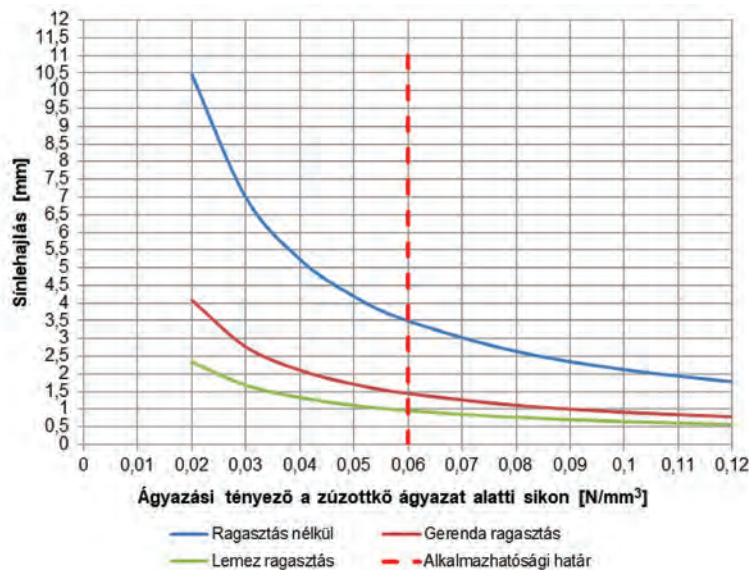
$$C_5 = 0,5654 \cdot \ln(C_0)$$

A $C_1 \dots C_5$ tényezőkben látható jelölések jelentése:

C_0 : ágyazási tényező az alsó réteg felső síkján [N/mm^3],



7. ábra. Ágyazatragasztási típusok



8. ábra. A számított sínlehlajlásértékek a kiinduló ágyazási tényező függvényében

h_f : a felső réteg vastagsága [mm],
 E_f : a felső réteg dinamikus rugalmassági modulusa [N/mm^2].

A módszer alkalmazásának peremfeltételei:

- a felső réteg dinamikus rugalmassági modulusa nagyobb, mint az alatta fekvő rétege;
- a felső réteg minimális vastagsága 150 mm legyen stabilizált anyag, míg 200 mm durva szemcsés anyag esetén;
- durva szemcsés, kötőanyag nélküli réteggel elérhető ágyazási tényező határértéke $C \leq 0,16$ [N/mm^3].

Abban az esetben, ha kettőnél több a rétegek száma, úgy a módszert ismételtelen kell alkalmazni, és a C_0 kezdeti ágyazási tényező értékére az alatta fekvő rétegek esetén kalkulált C_e ágyazási tényező értéke helyettesítendő be.

A 6. ábra méretezési diagramereget mutat be az SZK1 típusú szemcsés kiegészítő rétegre.

Hasonló méretezési ábrákat készítünk homokos kavics, valamint kötő-

anyaggal kezelt szemcsés rétegek (stabilizáció, CKT) és ragasztott zúzottkő ágyazat alkalmazásának eseteire.

Megoldás ágyazatragasztással

A ragasztás hatására a korábban kohézió nélküli halmazban a zúzottkőszemcsék éleik, érintkezési pontjaik, felületeik mentén nagy szilárdsággal és a keresztaljakkal is összeragadnak. Így olyan teherviselő szerkezet jön létre, amelyet – kialakításától függően – gerendaként vagy lemezként értelmezhetünk, s amelynek méretezéséhez szükséges rugalmassági modulusa pályakísérletekkel meghatározható [3]. Kétféle szerkezeti kialakítást mutat a 7. ábra.

A ragasztás nélküli és a kétféle ragasztással kezelt zúzottkő ágyazatra, változó alépítményi ágyazási tényezők esetére, kiszámítottuk a sínlehlajlásértékeket (8. ábra). A ragasztóanyag Ballastbond 60 New típusú. A ragasztott ágyazat alatt megfelelő minőségű, konszolidálódott

rétegszerkezet (alépitmény + kiegészítő réteg) szükséges. Ezért a ragasztás alkalmazhatóságának határát $E_2 = 60 \text{ MPa}$ alépitményi teherbíráshoz ($C = 0,06 \text{ N/mm}^3$ ágyazási tényező alsó értékhez) kötöttük.

A hazai gyakorlatban nyitott pályás hidak esetén gyakran alkalmazzák az egyik végén a hídfőre ültetett, másik végén a csatlakozópálya alépitményére támaszkodó felülbordás kiegyenlítőlemezt a következő célokkal:

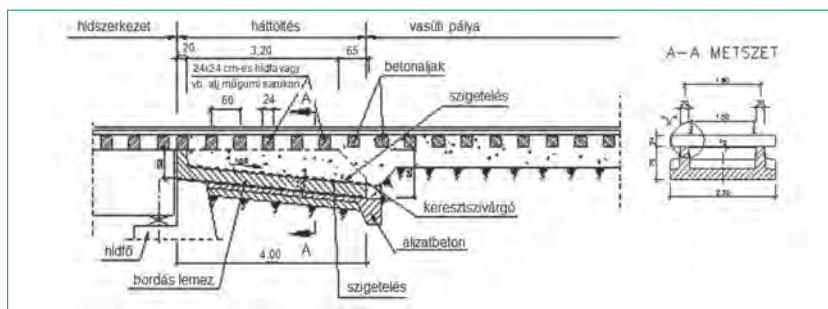
- a bordák között (zúzottkő ágyazattal is leterhelt) lemez súlyánál fogva nem engedi, hogy a bordákhoz lekötött keresztaljas vágány megemelkedjék;
- csökkenti, illetve egyenletesebbé teszi a háttöltés tömörödéséből származó süllyedést.

A felülbordás kiegyenlítőlemez rajza 9. ábrán látható.

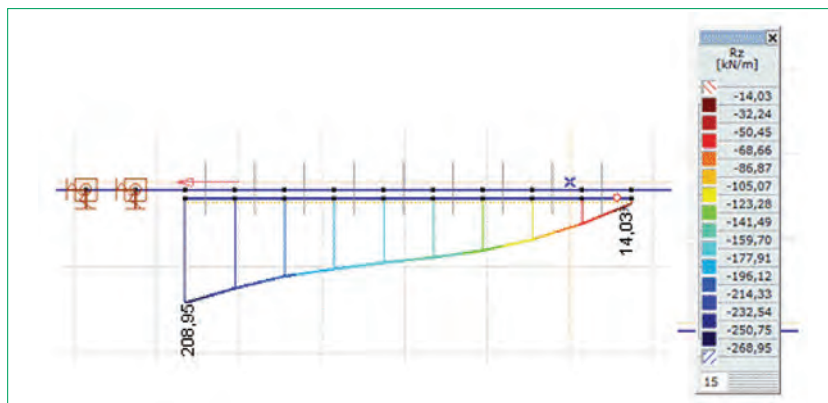
A felülbordás kiegyenlítőlemez azt a feladatát, hogy a hídszerkezet végpelfordulásából származó vágányemelő hatást kompenzálja/csökkentse, megfelelően ellátja, azonban az alátámasztási rugalmasság egy keresztmetszetben történő megváltozásának gondját többnyire nem tudja kezelni. Ilyenkor a kiegyenlítőlemez nélküli hídfő – hagyományos pályacsatlakozás süllyedési teknő problémáját „eltolja” a kiegyenlítőlemez csatlakozópálya felőli végére. Rossz vízelvezetés miatti gyenge alépitmény esetén a hiba biztosan bekövetkezik.

A bordás lemezen a járműteher hatására kialakuló reakcióerőket a 10. ábra szemlélteti, amely 40 m fesztávolságú, nyitott pályás, felülbordás lemezzel épített hídhöz csatlakozó esetre készült. Egyéb adatok: sínrendszer $60 E_1$, keresztaljak/hídfák távolsága 60 cm, sínek alátámasztási pontjain a rugóállandó 30 kN/mm , bordás lemez alatti ágyazási tényező $0,1 \text{ N/mm}^3$.

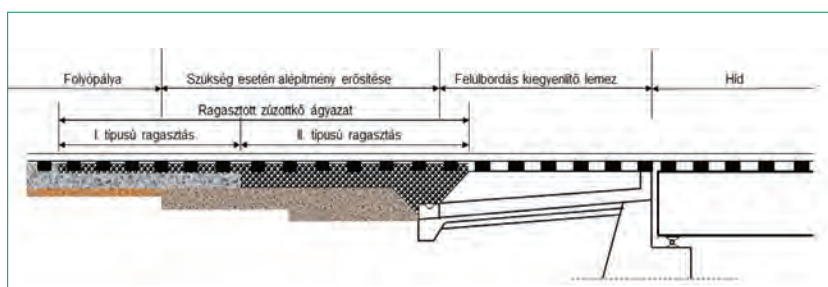
Gyakorlati esetek igazolják, hogy jelentős vágánydeformáció akkor is bekövetkezik, ha az ágyazatot alátámasztó réteg teherbírással nincsen gond. Ekkor az ágyazatban kell a kialakult fekszinthiba okát keresnünk. Közvetlenül a kiegyenlítőlemez csatlakozópálya felőli végénél igen jelentős a zúzottkő ágyazat vastagsági többlete, amelynek megfelelő minőségű tömörítését vastagsága és a merevlemez alátámasztás akadályozza. A rétegben a vonatforgalom dinamikus hatása a lemez utáni 1-3 db alj alatt jelentős mértékű utótömörödést okoz, ami a keresztaljak alatt az ágyazatszint csökkenéséhez vezet. A vágány – merev-



9. ábra. Felülbordás kiegyenlítőlemez rajza



10. ábra. A reakcióerők [kN/m] változása



11. ábra. Felülbordás kiegyenlítőlemezhez csatlakozó felépitmény ágyazatragasztással és lépcsős alépitményi erősítéssel kialakítva

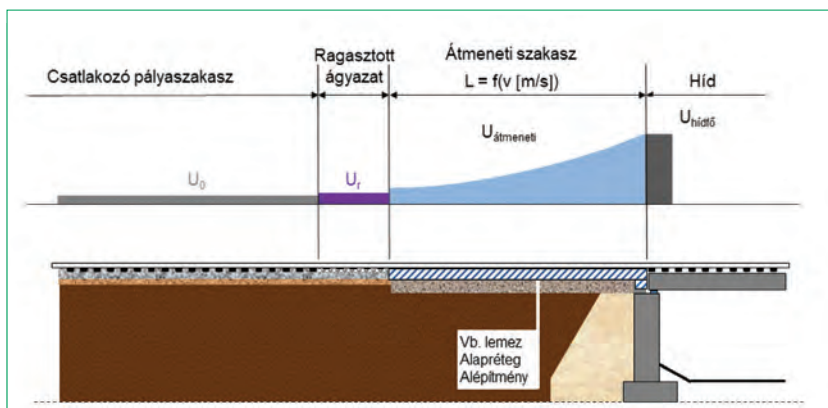
sége okán – a vonatteher elhaladása után eredeti magassági pozíciójába törekszik visszaállni. Igen gyorsan vaksüppedések alakulnak ki a bordás kiegyenlítőlemezt követő néhány alj alatt. A vaksüppedéses aljakra jutó vonatteherből származó függőleges erő – a vaksüppedés mértékétől függően – a normál esetben fellépő erőnek akár kétszerese is lehet. Az egyre növekvő erőhatás egyre nagyobb vaksüppedést okoz, ami még nagyobb erőket jelent, és a fekszint romlása egyre erőteljesebb lesz.

A kiegyenlítőlemez végénél kialakuló süllyedési teknő és a vaksüppedések elkerülésére az alábbi kialakítások, illetve azok kombinációi adhatnak megoldást (lásd a

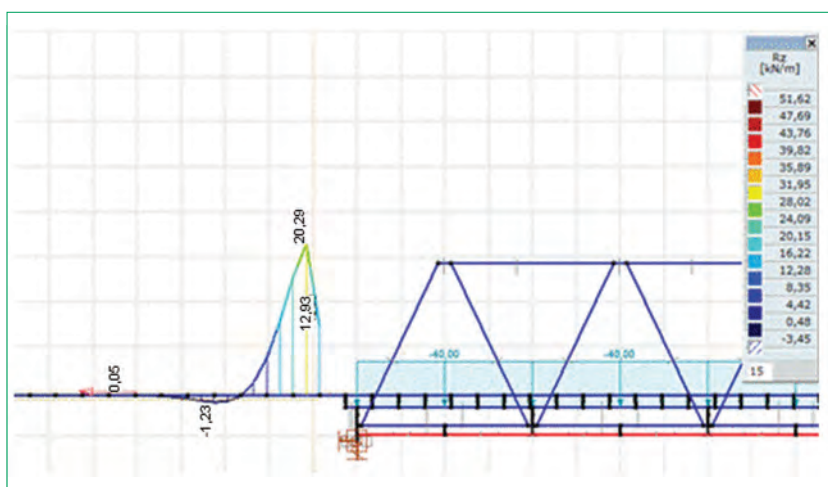
11. ábrát, a hossz mentén az átmeneti szakasz nem arányos ábrázolásával):

- szükség esetén a csatlakozószakaszon az alépitmény megerősítése a kötőanyag nélküli vagy kötőanyaggal kezelt durva szemcsés réteg vastagságának lépcsős (vagy ferde alsó síkú) kialakítású növelésével;
- ágyazatragasztás a vastag zúzottkő réteg stabilizálására, például gerenda- és lemezragasztás kombinált alkalmazása, a bordás lemez végénél lévő nagy vastagságú zúzottkő ágyazat teljes mélységében történő ragasztásával.

A kétféle ragasztás javasolt minimális hossza egyenként 12-12 m, amelyek közvetlenül csatlakoztathatók egymáshoz.



12. ábra. A sínalátámasztás merevségi tényezőjének megkívánt folyamatos változtatása az átmeneti szakaszon, a csatlakozószakaszok alátámasztási merevségének ismeretében



13. ábra. Az átmeneti vasbeton lemezen a beöntött sínslátra ható függőleges erők [kN/m] a járműteherből

Elasztomerek alkalmazása a felépítményszerkezetben

A vasúti felépítményben elasztomerek alkalmazásával az alábbi helyeken befolyásolhatjuk a szerkezet függőleges síkú merevségét:

- a sín talpa alatt közbetét alkalmazásával (mérsékelt hatású lehetőség);
- osztott sínleerősítésnél az alátétlemez alatt alacsony rugóállandójú (lágy) lemezek beépítésével;
- az alj talpán aljapucással;
- az ágyazat alatti síkon alágazati szőnyeggel (pl. ágyazatátvezetési hídszerkezeten).

Az elasztomerek általában zárt vagy vegyes cellás polimerek, vagy recycling/mesterséges gumik. Rugalmasságukat jellemezhetjük:

- a rugóállandóval (k), ami adott próbatestre működtetett függőleges terhelőerő és annak függőlegességében mért rugalmas

összenyomódás hányadosa, mértékegysége kN/mm,

- az ágyazási tényezővel (C), ami a rugóállandó értékének és az elasztomer terhelte felületének hányadosa, mértékegysége N/mm³.

A gyártók anyaglapokon ismertetik – a vizsgálatokkal meghatározott – fizikai jellemzők értékeit. Számításaink szempontjából azonban az adatok felhasználhatósága nem egyszerű, mert a rugóállandó értéke függ a próbatest alakjától, annak vastagságától, az ágyazási tényező pedig a vizsgálat során terhelte felület nagyságától is, s mindkettőtől a terhelési (nyomófeszültségi) tartománytól is, amelyben az értékek kiszámítása történik. A gyártók adataikat azonban gyakran egymásaitól eltérő próbatestméretekkel és kiértékelési terhelési tartománnyal számítják. Azaz a különböző termékekre megadott értékek közvetlen összehasonlítása nem mindig

lehetséges. Sőt gyakran – amennyiben a próbatestek adatai és a terhelési tartomány nincsen feltüntetve – tervezésre közvetlenül nem is használhatók fel.

Az elasztomerek alkalmazásának részletes tárgyalásától, terjedelmi okok miatt, ebben a cikkben eltekintünk.

Javaslat az átmeneti szakasz kialakítására kiöntött sínscatornás, merevlemez kivitelével

A javaslat olyan megoldást kíván nyújtani, amely képes teljesíteni az alábbi célokat:

- tömegénél fogva megakadályozza/megfelelő mértékűre csökkenti a hídvég és vele együtt a sínsláka végelapelfordulás miatti megemelkedését;
- a kiöntött sínscatornában a sínek felszakítási ellenállása a fellépő függőleges erőhatásokra megfelelő nagyságú;
- biztosítja a vágány alátámasztási merevségének előírások szerinti változását;
- fekszinthibamentes szakaszt létesít.

A vasbeton pályalemez híd felőli vége a hídfőre ül fel, a lemez javasolt hossza 12 m, szélessége 3,0 m. A vasbeton lemezhez a folyópálya felé csatlakozó szakaszon, 12-12 m hosszban – a helyi körülmények által meghatározott kialakítással – ágyazatragasztást (7. ábra) ajánlott alkalmazni a vaksüppedések és a süllyedési teknő elkerülése érdekében.

Az elvi megoldást a 12. ábra mutatja. A sínalátámasztás merevségi tényezője a folyópályában U_0 , míg a hídfőnél $U_{híd}$ érték. (A két sínsláka független viselkedése okán lehetséges nem a vágányra, hanem egy sínsláka elvégezni a számításokat.) A sínalátámasztás merevségi tényezője a rugóállandó 1 fm hossza megállapított értéke, kN/mm/m dimenzióval.

A megbízható viselkedés szempontjából meghatározó fontosságú, hogy a sínsláka beragasztásának mekkora függőleges, felfelé mutató erőket kell felvennie anélkül, hogy a csatornából történő kiszakadás bekövetkezne. Ennek nagyságát egy végeselemes modellezés eredményeivel kívánjuk bemutatni. A híd nyílt pályás, $L = 40$ m fesztávolságú, rácsos, nyílt pályás, kéttámaszú szerkezet, 0,25 m konzollal. A terhet az LM71 modell koncentrált erői adják, az átmeneti, kiöntött sínscatornás vasbeton lemez 12 m hosszú. A hídon lévő utolsó diszkrét alátámasztás és a vasbeton lemezen kialakított sínscatorna eleje között a távolság 600 mm,

Summary

In frame of a research work was financed by MÁV Zrt. authors investigated in complex way the problem of permanent deformation in railway sub- and superstructure, which can be developed at junction of track sections with different support stiffness. Based on results of a large number implemented FEM calculation they determined the length of transition zone required for geotechnical and railway track structural reason. They suggest sub- and superstructural solutions depending on on-site conditions.

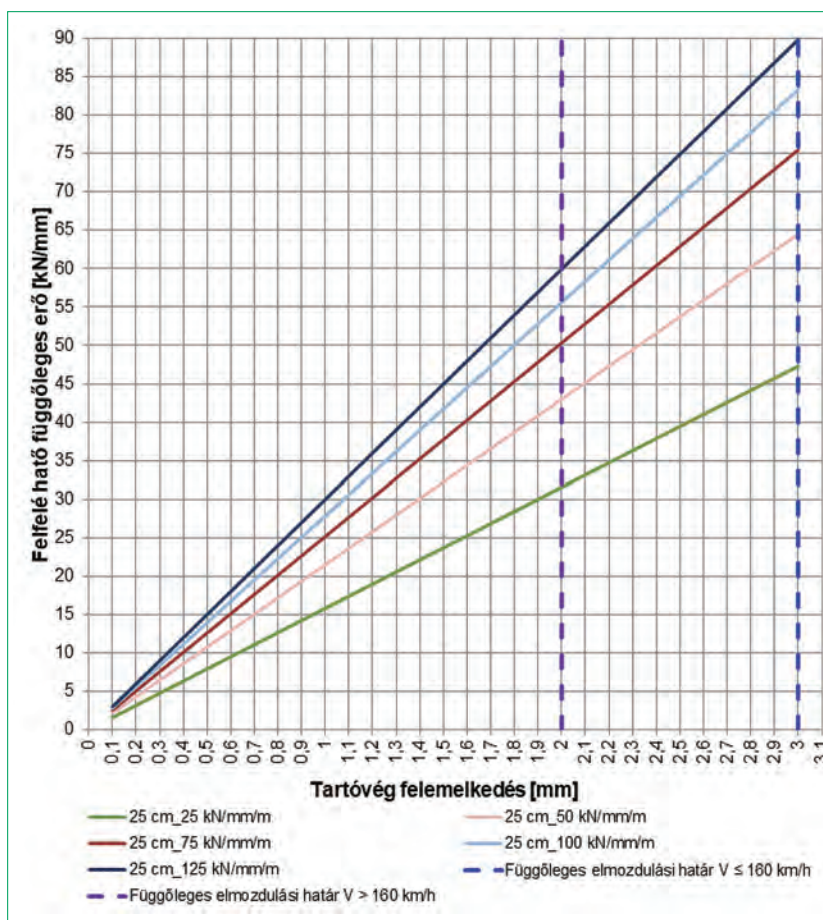
a hídon lévő sárlátámasztási pontok egymástól szintén 600 mm-re vannak. A vasbeton lemezhez csatlakozó szakaszon a sárlátámasztás merevségi tényezője 25 kN/mm/m (folyópályában), illetve 210 kN/mm/m (hídon).

A csatlakozó átmeneti vasbeton lemezen működő erők irányát és nagyságát a 13. ábra mutatja.

Az MSZ EN 1991-2:2006 [4] szerint a pályalemez felső síkján a nem állandó hatásokból számítható δV [mm] relatív függőleges elmozdulás nem haladhatja meg a következő értékeket:

- 3 mm $V \leq 160$ km/h sebességű pályán,
- 2 mm $V > 160$ km/h sebességű pályán.

A változók függvényében számított, a beöntött sínálára ható függőleges erőket



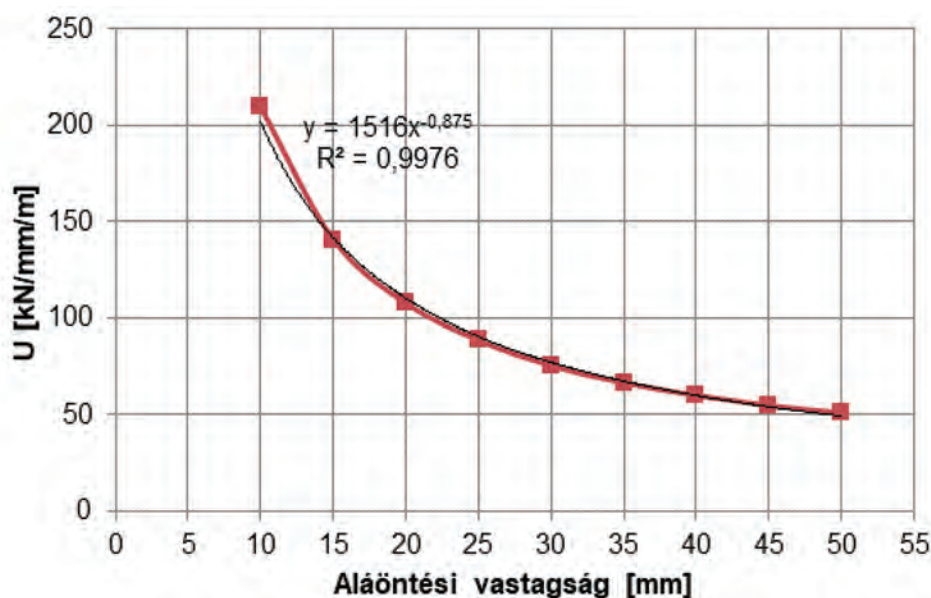
14. ábra. A járműteherből származó függőleges húzóerők alakulása kiöntött sín-csatornás vasbeton lemez esetén és a határelmozdulások

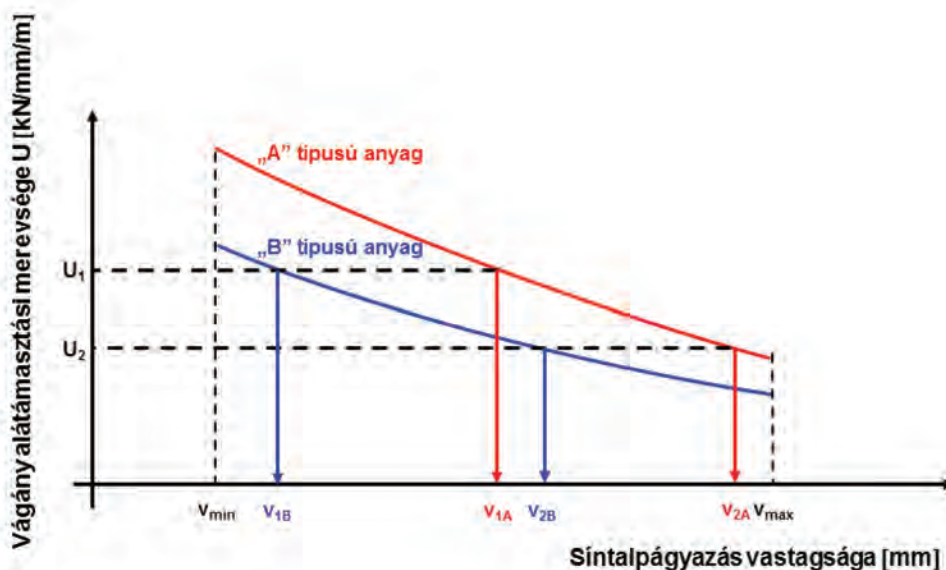
a felemelkedési határokkal a 14. ábrán mutatjuk be.

Az átmenetet a sín-csatorna folytonossága miatt ki lehet alakítani

- lépcsőzéssel, eltérő rugalmas tulajdonságú kiöntőanyagok és szükség esetén sínalpszalagok alkalmazásával;
- folytonos átmenettel.

15. ábra. Icosit KC 340/45 anyagra megállapított sárlátámasztási merevségértékek a sárlaöntés vastagságának függvényében





16. ábra.
A sínalátámasztás
vastagsága
meghatározá-
sának elve

A számításokhoz szükséges U merevségi tényezők mérésekkel vagy számítógépes modellel állapíthatók meg. Icosit KC 340/45 anyagra vonatkozó eredmény-diagramot közöl a 15. ábra.

Az alkalmazandó anyagra és sínrendszerre ismert „ U tényező – sínalátámasztás vastagsága” diagram segítségével – a lemez két végén csatlakozó szakaszok U tényezői értékeinek ismeretében – megállapítható az alkalmazandó alátámasztási vastagságok értéke (16. ábra). Az ábra kétféle anyagra mutatja meg a vastagság meghatározását, és ez a módszer lehetővé teszi a kétféle anyag közül történő választást is, például a felhasználandó anyag mennyisége és így a bekerülési költség szempontjából.

A sínalátámasztás vastagsága általában 20 mm-nél ne legyen kisebb érték, s nem javasolt – a bekerülési költség, illetve az alkalmazhatósági határ miatt – az 50 mm-nél vastagabb kialakítás alkalmazása.

A választott kiöntőanyaggal megállapított

v_1 és v_2 vastagság között a csatornafének mélysége lineárisan változtatható, amint azt a 17. ábra mutatja. (20...50 mm alátámasztási vastagságok között az U tényező változása lineárisan közelíthető, ld. 15. ábra.)

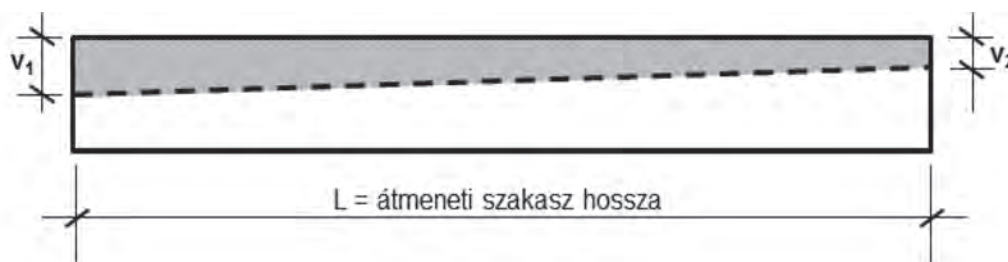
A vasbeton lemez felső síkját a vágánytengely mentén 1%-os hosszésséssel kell kialakítani a csapadékvíz elvezetése érdekében. A lemez csatlakozópálya felőli végénél, még a vasbeton lemezben, keresztfolyóka szükséges, amely a csapadékvizet oldalra kivezeti.

A vasbeton lemez és a folyópálya csatlakozásánál ragasztott ágyazatos szakaszt ajánlott kialakítani. Ezzel elkerülhető a vaksüppedés és a süllyedési teknő kialakulása a lemezvég után, és az ágyazati anyag igénybevétele, a felépítményben kialakuló rezgésebbesség is kedvező lesz.

Diszkrét sínleerősítésekkel kialakított átmeneti vasbeton lemez esetében a tervezés elve a fentiekben ismertetettekkel rokon, de ebben az esetben a sínalátámasztási rugóállandókkal kell dolgozni. «

Irodalomjegyzék

- [1] Vertical Elasticity of Ballastless Track. Draft. UIC project 1/03/U/283. version 2005-08-02.
- [2] L. J. M. Houben: Structural design of pavements. Part IV Design of Concrete Pavements. CT 4860. (2009)
- [3] Új műszaki megoldás kidolgozása a hézag nélküli vágányhidakon történő átvezetésére, amely a jelenlegi előírások szerint szükségesnek tartott síndilatációs szerkezet alkalmazásának szükségességét a hídhossz függvényében csökkenti, és a hídfő mögötti gyenge háttöltés miatti vágánygeometriai romlást mérsékli. Zárójelentés. Munkaszám: 95-3106-18. Készítette: Széchenyi István Egyetem, Győr, 2012. 11. 30.
- [4] MSZ EN 1991-2:2006 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások. 2. rész: Hidak forgalmi terhei.



17. ábra.
A folytonos
átmenetű
sínscatorna
kialakítása



Alépítményi rétegrendek anyaga és teherbírása

Nyári István

laboratóriumvezető

Fugro Consult Kft.

✉ nyari@fugro.hu

☎ (20) 282-0212

A hazai vasútépítések során az utóbbi években bevezetett előírásokhoz köthető új szemcsés anyagokkal történő alépítményi rétegrend méretezése vált szükségessé. A korábban alkalmazott nomogramok homokos kavics alapú védőréteghez készültek, melynek talajfizikai paraméterei jelentősen eltérnek az SZK1 szemcsés kiegészítő rétegtől. Időszerű volt egy olyan méretezési eljárás elkészítése, mely figyelembe veszi az utóbbi évek alépítményjavítási technológiáit, anyagait, és gazdaságos anyagfelhasználást tesz lehetővé. Ez a cikk a MÁV Zrt. finanszírozásában, az Universitas-Győr Kft. és a Fugro Consult Kft. együttműködésében készült – Vasúti alépítményi rétegrendek és anyagok laboratóriumi és helyszíni vizsgálata, teherbírasi követelmények meghatározása című – kutatási jelentés összefoglalásának szerkesztett változata.

Az előírások alapján az alépítmény minősítése statikus tárcsás teherbírásméréssel történik. A kiegészítő rétegen a tervezési sebességtől függően nyílt vonali szakaszokon $E_2 = 80\text{--}100$ MPa teherbírás elérése szükséges. A rétegrend tervezése a statikus tárcsás vizsgálat modellezésével készült. Korábbi tapasztalatok alapján a végelelemes vizsgálatoknál kiemelt figyelmet kell fordítani az anyagmodell kiválasztására. A várt alakváltozási eredmények tükrében kis alakváltozásokat is figyelembe vevő anyagmodellt (HSS; Hardening Soil Small Strain Stiffness) választottunk a tervezéshez.

ve a rugalmassági modulus alakváltozással növekvő csökkenését írja le. A laboratóriumi vizsgálati programban első helyen állt az SZK1-es keverék talajfizikai paramétereinek meghatározása. Az SZK1 kiegészítő réteggel szemben speciális elvárások fogalmazódnak meg, hiszen ennek a rétegnek kell az ágyazatról érkező feszültségeket elosztani az altalaj felső síkján, továbbá biztosítani kell az ágyazat felől érkező csapadékvíz elvezetését, és meg kell akadályoznia a víz szivárgását az altalaj felé. A korábbi szakirodalmi adatok hiányában a kutatás során derült fény arra, hogy az egyenletes szemeloszlású SZK1-es keve-

rékek kohéziója jelentős. A vizsgálatokat 90 és 95%-os tömörség mellett is elvégeztük. A mérések alapján a kohézió 95%-os tömörség mellett a 30–40 kPa-os értéket is eléri, 90%-os tömörségnél a kohézió értéke 20–25 kPa-ra csökken. A vizsgálati eredmények alapján a kiegészítő réteg tömörsége jelentősen befolyásolja a kohéziót, és alacsony értéke hátrányosan növeli a réteg vízáteresztő képességét. Az SZK1-es kiegészítő réteg kohéziója az egyenletes szemeloszlású anyag pórusaiban található víz menizkuszerőiből keletkezhethet.

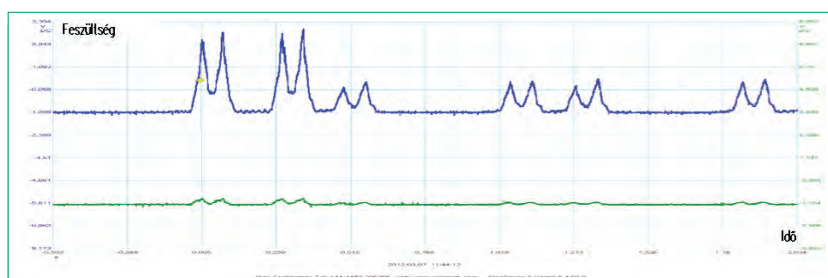
Az alépítményjavítási technológiák során a megerősítés kiegészítő réteg vagy georács beépítésével vagy az altalaj stabilizációjával történhet. A georácsok teherbírás-növelő szerepét már a kiegészítő rétegek talajfizikai paramétereire gyakorolt hatása alapján határoztuk meg. A triaxiális vizsgálatokat a talajmintákba georácsok beépítésével végeztük. A georács alkalmazásával 10–15 kPa-os kohézió-növekmény jelentkezett az SZK1-es rétegben. A talajstabilizációval javított altalaj esetén a stabilizált rétegek talajfizikai paramétereit is meghatároztuk.

Speciális terepi és laboratóriumi vizsgálatok

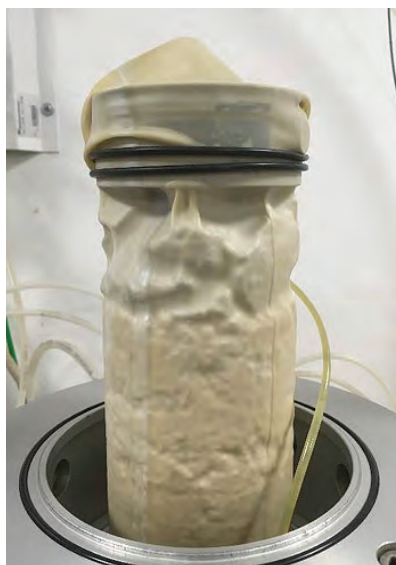
A valós vasúti terhelés laboratóriumi mintákon történő alkalmazásához még 2011-ben helyszíni méréseket végeztünk. A Tárnok–Martonvásár szakaszon az alépítmény különböző mélységeiben feszültségmérő

Laboratóriumi mérések

A laboratóriumi vizsgálatok során meghatároztuk a HSS talajmodellhez szükséges bemenő paramétereket. A nyírószilárdsági paramétereket (ϕ , c) CU és UU triaxiális vizsgálatokkal, a talajok összenyomódási modulusait ödométeres vizsgálatokkal, míg a talajok $G\text{--}\gamma$ görbéit ciklikus triaxiális és szeizmikus CPT-vizsgálatokkal lehet megállapítani. A $G\text{--}\gamma$ görbe a nyírási, illet-



1. ábra. Feszültségmérő cellák mérési eredményei vasúti szerelvény elhaladásakor



2. ábra. Feszültségmérő cellák mérési eredményeinek változása

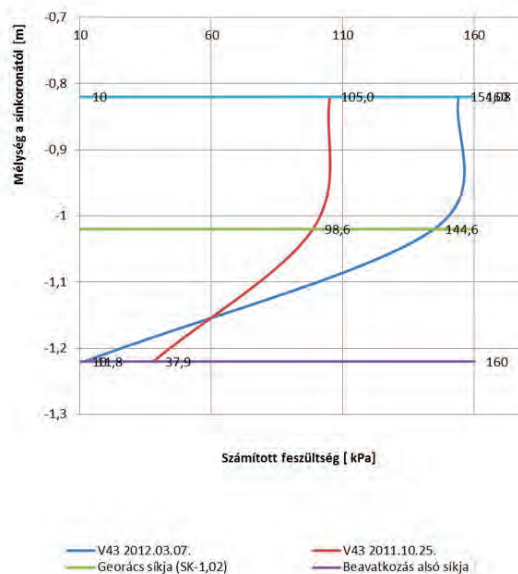
cellákat helyeztünk el. A vasúti forgalom elhaladásakor a feszültségmérő cellákban jelentkező mérési eredményeket oscilloszkóppal rögzítettük. A kiegészítő réteg felső zónájában elhelyezett cella mérési eredménye a kék, míg az alépítmény és az altalaj határában beépített cella mérési eredményei a zöld grafikonon láthatók (1. ábra). A grafikonon láthatók az elhaladó mozdony okozta nagyobb és a mozdonyt követő vagonok kisebb terheléséből adódó feszültségcsúcsok.

A cellák kezdeti és öt hónappal később mért eredményeit a 2. ábra szemlélteti. A kezdeti feszültségeloszlás öt hónap elteltével átrendeződik. A kiegészítő rétegben a mért feszültségértékek 100 kPa-ról 150 kPa-ra nőttek, míg az altalaj zónájában a feszültségek értékei 30 kPa-os tartományból 10 kPa-os tartományra csökkentek.

A kiegészítő réteg méretezéséhez szükséges laboratóriumi vizsgálatokon kívül speciális vizsgálatok is készültek. Az alépítmény teherbírásán és a vasúti terhelésből keletkező alakváltozásán kívül a kiegészítő réteg és az ágyazat közötti kapcsolat vizsgálata is hasznos a vasúti pályák leromlási folyamatainak megértéséhez. Elsődlegesen olyan ciklikus triaxiális mintákat állítottunk elő, melyek felső harmadában ágyazati kövek, míg a minta alsó kétharmadában SZK1-es réteg épült be különböző tömörség mellett (3. ábra).

A ciklikus terhelés során a mintát elárasztottuk, így vizsgálni lehetett a csapadékos időjárás okozta helyzetet is. A speciális mintákon végzett vizsgálatoknál 5 Hz-es szinuszos frekvenciájú 900 N

3. ábra. Zúzottkő ágyazat és SZK1 réteg ciklikus triaxiális vizsgálata

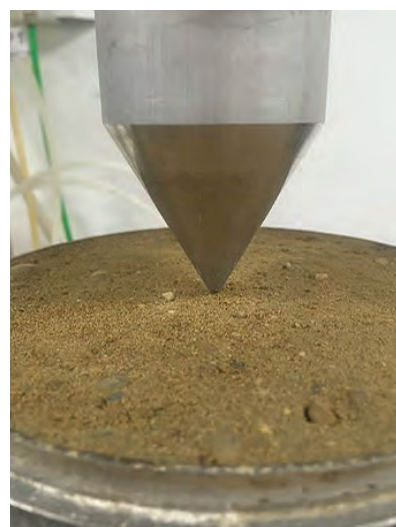


(115 kPa)-os amplitúdójú terhelést alkalmaztunk. A 10 000 ciklusig tartó vizsgálatok alatt a 95%-os tömörségű mintán a benyomódás nem érte el az 1 mm-t. Ennél a mintánál a maradó alakváltozás pár 10 ciklus alatt kialakult. A 92%-os minta esetén a benyomódás már 2,2 mm-re adódott, és a végérték több száz ciklus során jött létre. A legalacsonyabb, 90%-os tömörségű mintán történő benyomódás mintegy 4000 ciklus elteltével érte el a 3,8 mm-es végértékét.

Fontos hangsúlyozni, hogy a két szélsőérték között jelentkező 3 mm-es különbség 160 km/h sebességű pálya esetén már komoly hibát okozhat.

A 4. ábrán az elvégzett kísérletek alatt véglegesen kialakuló benyomódás és a vizsgált SZK1-es védőrétegtanyag tömörsége látható. Egyértelmű, hogy a tömörség növekedésével az ágyazati kő benyomódása csökken.

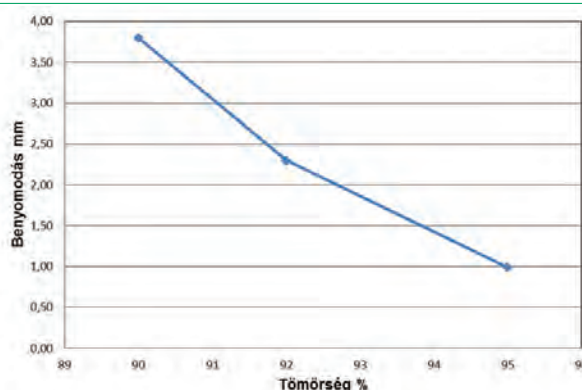
Az ágyazati kő védőrétegbe nyomódásának vizsgálatához kidolgoztunk egy



4. ábra. Ágyazati réteggel beépített talajminták triaxiális vizsgálatának eredménye

ciklikus kúpbehatolási módszert (5. ábra). Az eljárás során egy CBR-edénybe beépített kiegészítőrétegtanyagba egy 45 fokos

5. ábra. Ciklikus kúpbehatolási vizsgálat



Nyári István 2008 és 2010 között a BME Geotechnikai Tanszékén volt PhD-hallgató. 2010-től a Fugro Consult Kft. Geotechnikai laboratóriumának vezetője. Fő kutatási területe a vasúti alépítmények feltárására vonatkozó helyszíni vizsgálatok fejlesztése, a vasúti alépítményi rétegek viselkedése és tervezése. Az utóbbi évek vasúti átépítéseinél a Fugro Consult Kft. geotechnikai tervezőjeként vett részt.

kúp behatolását kell elvégezni. A kúpra a korábbiakban meghatározott 1 ágyazati köré jutó erőt közöltünk 5 Hz-es szinuszos frekvenciával.

A ciklikus kúpbehatolás-vizsgálatoknál is három különböző, 90, 94 és 98%-os tömörség mellett vizsgáltuk a mintákat. A kísérletek közben elárasztottuk a mintákat egy esetleges csapadékos időjárást szimulálva. Az elárasztás hatására a 90%-os mintán 5 mm-es benyomódás keletkezett. A 94%-os mintán 2-3 mm-es benyomódások jöttek létre, míg a 98%-os mintán csupán 1 mm alatti benyomódások keletkeztek (6. ábra).

Altalaj hidrológiai besorolása, előzetes feltárások

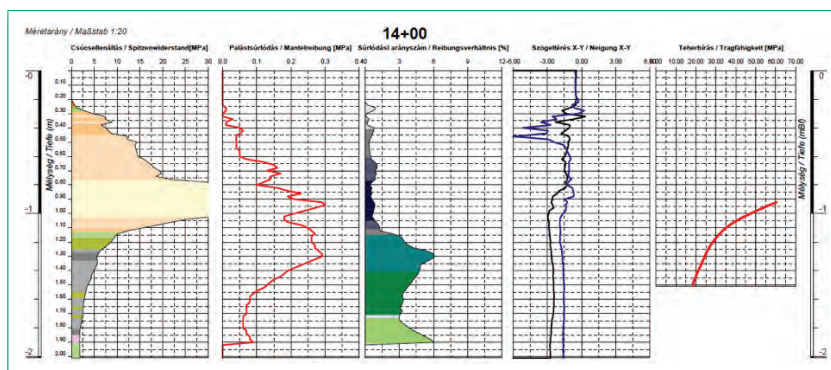
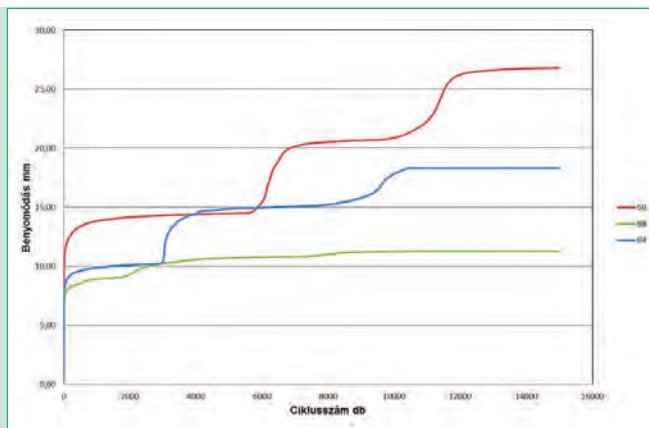
Az altalaj teherbírását jellemző tervezési alapérték meghatározására, az altalaj hidrológiai besorolására az előírások adnak ajánlást. Itt a különböző talajtípusok, azon belül is a finomszemcsés talajok konzisztenciája alapján történik az osztályozás.

Az altalaj tervezési alapértékének felvétele történhet átépítés előtti vágatolás során végzett statikus tárcsás teherbírás-méréssel, továbbá az alépítményt alkotó talajok azonosításával, konzisztenciájának meghatározásával. Hazánkban közel hét éve CPT-szondázással is vizsgálható a vasúti alépítmény állapota. Az eljárás kvázi roncsolásmentesnek tekinthető a vágatolással szemben, ezáltal a feltárás során nem keletkezik lokális pályahiba az alépítményben. A szondázási eredmények alapján a talajok típusa, konzisztenciája és tömörsége is megállapítható. Korábbi kutatásaink során a szondázási eredményekből teherbírás-számításra is lehetőség nyílik. A módszer során a CPT-szonda csúcsteljesítményéből az adott réteg összenyomódási modulusa meghatározható. Egy elméleti statikus tárcsás terhelés alatti

6. ábra. Ciklikus kúpbehatolási vizsgálat eredményei



7. ábra. CPT-szondázási eredményből számított teherbírási vonal



8. ábra. Tárcsa alatti altalaj süllyedése a végeselemes futtatásban

feszültségeloszlás feltételezéséből és a mért értékekből számított modulusok alapján az alakváltozások számíthatók, és az összegzésből lehet következtetni a statikus tárcsás teherbírás eredményére. A módszer előnye, hogy a tervezési alapérték meghatározására szolgáló teherbírás-eredmény nemcsak egy diszkrét mélységben, hanem a vizsgált mélység függvényében számítható. Ezáltal az eredmény egy teherbírási vonal, mely a 7. ábra jobb oldalán látható.

Végeselemes modell bemutatása, számítási eljárás

A végeselemes vizsgálatok Plaxis 2D és Plaxis 3D programokkal készültek. Az elvégzett számításokat három fő csoportba lehet sorolni. Az első számítási csoport-

ba a georácscsal erősített kiegészítő réteg vizsgálatai, míg a második csoportba a stabilizációs réteggel javított kiegészítő réteg vizsgálatai tartoznak. A harmadik számítási csoportban a korábbi években használt homokos kavics védőréteget modellező számítások vannak. A végeselemes modell esetén a futtatásokat 10; 12,5; 15; 20; 25 MPa-os tervezési alapértékű altalajokra és 20; 30; 40; 50 cm-es kiegészítő réteg-vastagságokra végeztük el. A kiegészítő réteg vastagságánál a felső 20 cm-es zónát 95%, míg az alsó zónát 90%-os tömörséggel vettük figyelembe. A statikus tárcsás terhelés során fellépő 300 kPa-os feszültség a modellben is terhelés-visszaterhelés és újratelhelés ciklusban történt.

A vizsgálatok kiértékelésekor láthatóvá vált, hogy az alacsony kohéziójú homokos kavics védőréteg feszültségeloszlása az al-

Summary

It has become necessary to develop a railway substructure design method that is able to consider new subballast layers and technologies. In this method, using finite element models, HSS models are applied. The parameters for this model are determined by laboratory tests. High cohesion of the supplementary granular subballast layers has a significant effect on the stress distribution properties of these layers. New processes for examining the ballast-subballast relationship will also be presented. Nomographs depicting the thickness of layers combining geogrids or stabilised layers have also been established.

talajra csekélyebb, mint a magas kohéziójú SZK1-es kiegészítő rétegé. Az SZK1-es réteg alatt – az altalajra jutó kisebb feszültségekből adódóan és a korábban használt HSS talajmodell alkalmazásából – az alakváltozás értékei jó korrelációt mutatnak az átépítések során mért alakváltozással, teherbírási modulussal. A végeleemes modell egy futtatása látható a 8. ábrán.

Méretezési nomogramok

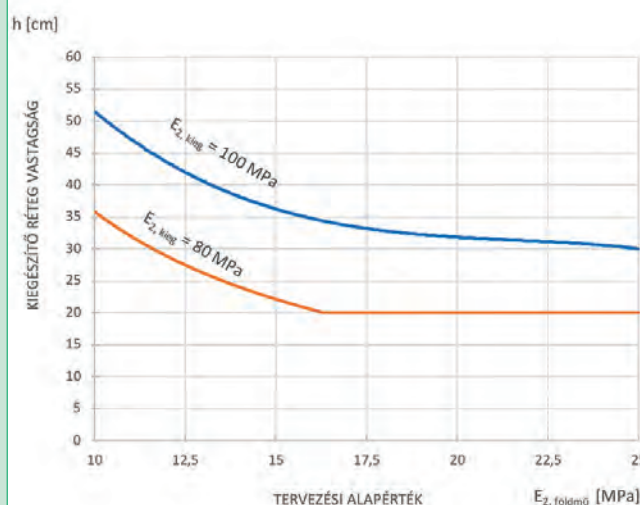
Az alépítmények méretezésére az előírások nomogramokat közölnek, ezért az elvégzett futtatások eredményeit is nomogramokban mutatják be. A georácscsal erősített alépítmény lehetséges kialakításainál az $E_2 = 80$ és 100 MPa-os grafikonok szerepelnek (9. ábra). A stabilizációs réteggel kialakított rétegredeknél a 100 MPa-os értékhez tartozó nomogram a 10. ábrán látható.

A nomogramok által számított rétegvastagságok jó korrelációt mutatnak a megvalósult átépítések során mért eredmények karakterisztikus értékével.

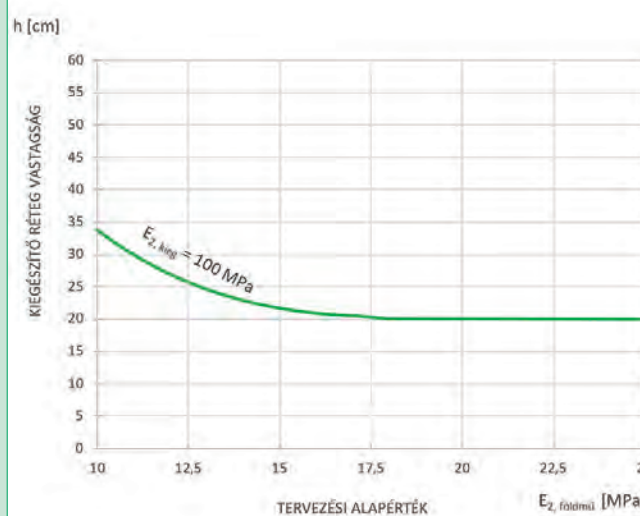
Összefoglalás

A vasúti alépítmények méretezésében az újabb anyagok és technológiák megjelenésével elengedhetlenné vált egy új tervezési eljárás kidolgozása. A fent ismertetett módszerrel lehetőség nyílik a különböző technológiákkal átépítendő alépítményi rétegredek meghatározására, illetve a módszer tovább fejleszthető új anyagok, altalajok felvételével. A 140 – 160 km/h

9. ábra.
Kiegészítő
réteg vas-
tagságának
meghatáro-
zása merev
csomópontú
georács alkal-
mazásával



10. ábra.
Kiegészítő
réteg vas-
tagságának
meghatáro-
zása 45 cm
talajstabilizá-
ció alkalmazá-
sával



tervezési sebességű pályák megfelelő vágánygeometriai paramétereinek fenntartása érdekében érdemes kiemelt hangsúlyt fektetni a lokálisan jelentkező pályahibák megismerésére és az azok megszüntetésére irányuló beavatkozások kidolgozására. A már átépült pályák vizsgálatával, azok esetleges geometriai leromlásának nyomon követésével további tapasztalatokat lehet szerezni, melyek a későbbi átépítésknél felhasználhatók.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni dr. Horvát Ferenc nyugalmazott főiskolai tanár és Szekeres Dénes fejlesztőmérnök kutatási munkámhoz nyújtott segítségét. «

Irodalomjegyzék

Buddhima Indraratna, Wadud Salim:

Advanced Rail Geotechnology-Ballasted track. CRC Press, 2011.

Buddhima Indraratna, Trung Ngo: Ballast Railroad Design. CRC Press, 2018.

Claus Göbel, Klaus Lieberenz: Handbuch Erdbauwerke der Bahnen. Eurail Press, 2004.

Dingqing Li, James Hyslip, Ted Sussmann, Steven Chrismer: Railway Geotechnics. CRC Press, 2015.

Dr. Horvát Ferenc, Nyári István (Győr, 2016): Vasúti alépítményi rétegredek és anyagok laboratóriumi és helyszíni vizsgálata, teherbírási követelmények meghatározása.

Paul J. Vardanega, Ph.D., M. D. Bolton, Ph.D.: Stiffness of Clays and Silts: Normalizing Shear Modulus and Shear Strain. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, September 2013, pp. 1575–1589.

A tűzhorganyzás várható élettartama

A horganyzás tapasztalatai

A fémbevonatok korróziós élettartamát általánosságban – a környezeti hatásokon kívül – a fémréteg anyagi minősége, anyagának tisztasága, a réteg szerkezete, feszültségállapota, de mindenekelőtt vastagsága határozza meg. Ez vonatkozik a tűzhorganyzással előállított bevonatokra is. A gyakorlat szempontjából a korróziós képességekre meghatározó befolyása a horganyréteg vastagságának van, hiszen a darabáru tűzhorganyzásánál képződő fémrétegek egyéb tulajdonságai lényegében adottnak tekinthetők vagy elhanyagolhatók. Ugyanis a rétegek kémiai összetételét az MSZ EN ISO 1461:2009 szabvány szabályozza, amit a bevonó vállalatok szigorúan betartanak. De vastagságuk az acélszerkezet kémiai összetétele függvényében ugyanazon szerkezeti elemen akár két-háromszoros különbséget is mutathat.



Antal Árpád*

szakmai tanácsadó
Magyar Tűzhorganyzók
Szervezete

✉ rpd.antal56@gmail.com
☎ (30) 694-8183



Nagy Miklós

műszaki igazgató
NAGÉV CINK Kft.

✉ nagy.miklos@nagenv.hu
☎ (20) 429-2202

Bevonatvastagságok és várható élettartamok légköri igénybevételnél

A horgany (Zn, cink) reakcióképes fém, mely kiváló korróziós tulajdonságát annak köszönheti, hogy felületén rövidebb-hosszabb idő alatt, a légköri hatások következtében, igen vékony és tömör oxidréteg (cinkpatina) alakul ki. Ez a védőoxid külső hatásokra lassan „kopik”, de újratermelődik a cinkalapból, és ennek megfelelő ütemben fogy a fémréteg. A folyamat mindaddig tart, amíg a védőbevonat anyaga, a horgany kellő mennyiségben jelen van. Ez a korróziós fogyás hosszabb idő (>10 év) távlatában lineárisnak tekinthető, azonban ennél rövidebb idő alatt a függvény más lefutást mutat (1., 2. táblázat).

Rétegvastagságok alakulása vasúti felsővezeték-tartó oszlopok példáján

A NAGÉV CINK Kft.-nél az elmúlt években horganyzott vasúti felsővezeték-tartó oszlopok, tartók védőrétegei általában megbízhatóan egységes képet mutatnak. Ez annak köszönhető, hogy az acélszerkezetek konstrukciója, valamint a gyártáshoz felhasznált acélok minősége (tűzhorganyzás szempontjából is) egységes. Ezt bizonyítják a NAGÉV CINK Kft.-nél évek óta rendszeresen végzett minőségi ellenőrzések és vizsgálatok, melyek a rétegvastagság mellett kiterjedtek

1. táblázat. A horgany maximális korróziós rátái hosszú távú (első 20 év) légköri hatásoknál (Forrás: ISO 9224:2012, A.2 táblázat)

Korrózió-osztály	C1	C2	C3	C4	C5
Max. korrózió-ráta [μm/év]	0,06	0,4	1,2	2,4	4,8

2. táblázat. A horgany lineáris korróziós rátái hosszú távú (30 év) légköri hatásoknál (Forrás: ISO 9224:2012, B.1 táblázat)

Korrózió-osztály	C1	C2	C3	C4	C5
Lin. korrózió-ráta r_{lin} [μm/év]	$\leq 0,05$	$0,05 < r_{lin} \leq 0,4$	$0,4 < r_{lin} \leq 1,1$	$1,1 < r_{lin} \leq 2,2$	$2,2 < r_{lin} \leq 4,4$

3. táblázat. Tűzhorganyzott vasúti felsővezeték-tartó oszlopok főtartó elemeinek horganybevonat-vastagságai

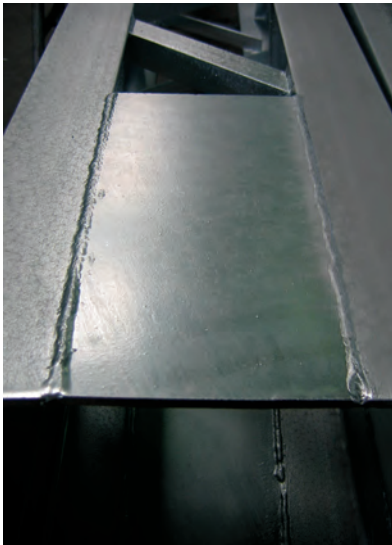
Szerkezeti részegység	Max. értékek átlaga [μm]	Min. értékek átlaga [μm]	Átlagok átlaga [μm]
Övrudak (mh. L és U acélok)	277	177	204
Rácsrudak (mh. L, U acélok)	280	120	184

a bevonat küllemére és folytonosságára is. A legfontosabb tartószerkezeti elemeken mért rétegvastagságok átlagértékeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A számadatokból látható, hogy az átlagok jelentősen meghaladják az MSZ EN

ISO 1461 szabványban rögzített, ezekre az anyagvastagságokra vonatkozó megengedett legkisebb átlagértéket, azaz a 85 μm-t. A regisztrált többletvastagságok korróziós tartalékként nagy biztonságot jelentenek a jövőre nézve.

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2013/1. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.



1. kép. Tűzhorganyzott felsővezeték-tartó oszlop felső része

A rétegvastagságok változása egy oszlopon belül

Amennyiben csak egyetlen acéloszlopot vizsgálunk meg, akkor az átlagok mögött meghúzódó rétegvastagság-eltérések akár jelentősek is lehetnek. Ez befolyásolni fogja az adott oszlop rész védőbevonatának várható élettartamát. 1. képünkön egy tűzhorganyzott acéloszlopon kijelölt mérési felületeket láthatunk (övrúd, rácsrúd, merevítőlemez). Az öv- és rácsrudak bevonatait az oszlop teljes felületén mértük.

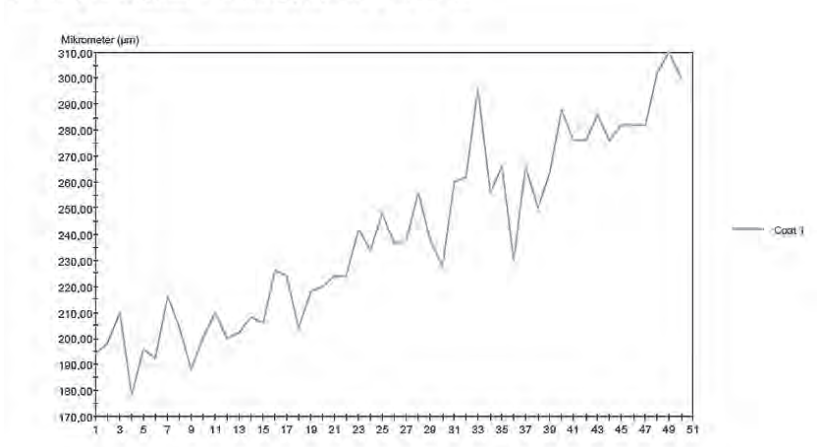
Az 1. képen látható rácsos oszlop-csúcsban övrudak (L 90 × 90 × 9 mm), rácsrudak (L 50 × 50 × 6 mm) és merevítőlemezek (v = 10 mm) vannak beépítve. Az egyes acélszlopokon mért bevonatvastagságoknál egy esetben jelentős eltérés volt mérhető (4. táblázat).

Az 1. merevítőlemezen kialakult bevonat vastagsága éppen hogy megfelel a szabványban előírt minimális értéknek, viszont csak megközelítően fele-harmada, mint az oszlop más elemein. A 2. merevítőlemezen a rétegvastagság megfelelt a teljes szerkezetének. A nagy eltérések oka részben az alkalmazott acélminőségben, részben horganyzástechnológiai okokban keresendők. Megjegyezzük, hogy az 1. merevítőlemez alapanyagául is tűzhorganyzás szempontjából hasonlóan viselkedő acélt kellett volna választani (MSZ EN 10025:2005, 7.4.3 pont), mint a többi elemen. Egy acélszerkezeten keletkező bevonat vastagsága a darab hossza mentén akár jelentősen is változik, aminek technológiai oka van. Tájékoztatásul az egyik övrúd rétegvastagságának az osz-

4. táblázat. Rácsos oszlop egyes elemein mért bevonatvastagságok

Szerkezeti részegység	Max. értékek [μm]	Min. értékek [μm]	Átlag [μm]
Övrudak (L 90 × 90 × 9 mm)	310	178	239
Rácsrudak (L 50 × 50 × 6 mm)	300	152	215
Merevítőlemez 1 (v = 10 mm)	110	72	85
Merevítőlemez 2 (v = 10 mm)	188	155	167

Grafik / Histogramm - Batch_5/16/2018 5:23:47 PM



2. kép. Egy tartóoszlop övrúd bevonatvastagságának változása a hossza mentén

5. táblázat. Bevonatvastagságok és várható élettartamok egy szerkezet példáján

Tűzhorganyzott szerkezeti elem	Várható bevonat-élettartam (év)*				
	Horganyréteg-vastagság min. értéke [μm]	C-2 korróziós kategória**	C-3 korróziós kategória**	C-4 korróziós kategória**	C-5 korróziós kategória**
		gyenge	közepes	erős	nagyon erős
Rácsos oszlop, övrudak	178	> 445	> 162	> 81	> 40
Rácsos oszlop, rácsrudak	152	> 380	> 138	> 69	> 34
Rácsos oszlop, merevítőlemez 1	72	> 180	> 65	> 33	> 16
Rácsos oszlop, merevítőlemez 2	155	> 388	> 141	> 70	> 35

*(MSZ EN) ISO 9224:2012 B.1 táblázata szerint.

** (MSZ EN) ISO 9223:2012 C. 1 táblázata szerint.

lop hossza mentén mért változását a 2. kép mutatja. A vastagságváltozás a horganyoldékban töltött időtartammal függ össze.

Egy szerkezet védőbevonatának „leggyengébb” pontja ott lehet, ahol az a legvékonyabb, esetünkben ez a 10 mm vastag 1. számú merevítőlemez teljes felülete

(4. táblázat). Ezt a lemezt olyan acélminőségből gyártották, amely tűzhorganyozhatóság szempontjából jelentősen eltér az öv- és rácsrudak, valamint a 2. merevítőlemez anyagától. Itt az acél szilícium- és foszfortartalma játszik meghatározó szerepet.



3. kép. L acélból gyártott oszlop

Várható bevonat-élettartamok becslése

Az (MSZ EN) ISO 9223:2012 szabvány tartalmazza az egyes légköri korróziós osztályok meghatározását, valamint a cinkre (és más fémekre) vonatkozó rövid távú (1 éves) korróziós rátákat. A vasúti műtárgyak szokásosan több évtizedes élettartamra vannak tervezve, ezért korróziós hatásoknál az (MSZ EN) ISO 9224:2012 szabványban szereplő lineáris hosszú távú (30 év) korróziós rátákat (r_{lin}) javasolt figyelembe venni. Ezt azért fontos megjegyezni, mert a horgany korróziós vesztesége a kité első időszakában (1–3 év) lényegesen nagyobb, mint az azt követő évtizedek alatt. Ez a jelenség a teljes értékű cinkpatina kialakulásával függ össze.

Az 5. táblázatban kívánjuk érzékelteni a tűzhorganyzással kialakított védőbevonatok különböző korróziós körülmények alatt várható élettartamát.

A 3. táblázatban levő élettartamok az acélszerkezeten mért legkisebb bevonatvastagság, valamint az MSZ EN ISO 9224:2012 szabvány B.1 táblázata szerinti korróziós rátákkal számítva. Megjegyezzük, hogy a C-5 korróziós kategória (nagyon erős) külső téren, szabad levegőn elsősorban agresszív ipari környezetben előforduló osztály (MSZ EN ISO 9223:2012). Helyi hatások is okozhatnak ritkán ilyen erős igénybevételt.

Nyitott szelvényes, rácsos acélszerkezetek tűzhorganyzásának tapasztalatai

Melegen hengerelt idomszelvényekből készült rácsos sík- és térszerkezetek az alapanyag minőségét, az acél kémiai összetevőit tekintve jól horganyozhatóak. Általában egységes küllem, esztétikus megjelenés jellemzi a gondosan gyártott és horganybevonattal ellátott szerkezeteket (3. kép).



5. kép. Technológiai nyílás szükséges az övrúd és a rácsrúd között



4. kép. Az U szelvényes rácsrúd csatlakozása az L acél főszárhoz

A nyitott szelvények ellenére a horganyzás sajátosságait, technológiai követelményeit mindenképpen fontos szem előtt tartani. A szelvények csatlakozási pontjait úgy kell kialakítani, hogy a technológiai előkezelő folyadékok, a keletkező gőzök és gázok szabadon tudjanak áramlani (4–5. kép).



6. kép. Nincs technológiai rész, a termék így nem horganyozható



7. kép. Sarokkivágás

Alapvető elv a tűzihorganyzásnál, hogy a termék minden egyes pontjának érintkeznie kell a technológiai folyadékokkal, zárt sarkok, folyadéktároló edények, légzsákok, nem alakulhatnak ki. E fontos szabályok figyelembevételével néhány hiányosságot megemlíthünk. A jól ismert kialakítású, L acélból készült oszlopoknál a főszár (öv-) és rácsrudak találkozási pontjai még festett kivitelnél sem metszik egymást. Ez a megoldás a tűzihorganyzás technológiájának is tökéletesen megfelel. Viszont néhány esetben megfelelnek róla, ami a festésnél nem okoz problémát, de ha elmaradnak a hézagok, akkor a termék nem horganyozható, mert a fent említett folyadékáramlást a nyílások hiányai gátolják (6. kép).

Nagy Miklós 1985-től első szakmai tapasztalatait ipari járdarács és acélszerkezet gyártás területén szerezte, majd a NAGÉV Kft.-nél folytatta. 1998-tól a NAGÉV Kft. tiszacsegei acélszerkezeti tűzihorganyzó üzemének vezetője. 2002-től hét éven át egyik szakmai szerzője és szerkesztőségének tagja a *Tűzihorganyzás* című szakmai folyóiratnak. 2010-ben a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége kiadásában megjelent, a tűzihorganyzás technológiájával foglalkozó tankönyv társszerzője. 2014-től a szövetség szakmai bizottságának elnöke. A Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége online szakfolyóiratának rendszeres szerzője, szakmai ismertető anyagok társszerzője és konferenciák rendszeres előadója. A szakmai szövetség szakmai oktatásért felelős vezetője. 2011-től a NAGÉV CINK Kft. tűzihorganyzójának gyárvezetője, majd a NAGÉV vállalatcsoport műszaki igazgatója.

8. kép.
A zárt, üreges
szerkezet
sarokpont-
jait meg kell
nyitni9. kép. Jó minőségű hegesztési
varratok

10. kép. Varrathibák

11. kép. Rakomány rögzítése láncsal
– helytelen megoldás

A merevítő szögacélok csomóponti lemezeken keresztül kapcsolódnak az öv-szelvényhez, a sarokkivágás megléte és mérete szükségszerű a horganyozhatóság szempontjából (7. kép). Néhány típusú oszlopnál, kiegészítő elemként, teljesen zárt szerkezeteket építenek ki (8. kép). A technológiai nyílás fontosságát itt még jobban ki kell hangsúlyoznunk, nemcsak a teljes felületvédelem érdekében, hanem az üzembiztonság és a horganyzási technológia követelményei miatt is. A belső üregek a horganyzás hőmérsékletén – a megnövekedett hőmérsékletből adódó nyomásnövekedés miatt – robbanást okozhatnak. Nem elhanyagolható az sem, hogy mivel a horgany sűrűsége közel van az acél sűrűségéhez, kisebb légzsákok esetében a szerkezet nem merül el a horganyfürdőbe, aminek megtörténte alapvető feltétele a bevonat kialakulásának. A zárt, dobozszerű kialakítású elemek sarokpont-

jaira a zárt tér belső térfogatához igazodó méretű nyílások szükségesek.

A hegesztési varratoknak zártnak és tömörnek kell lenniük (9. kép), mert a rácsos szerkezetnél szinte minden egyes csatlakozási ponton átlapolások vannak. A varrathibáknál előkezelő folyadékok szivárognak a lapolások belső üregébe, ami bevonathibát okozhat (10. kép). A tűzihorgany-bevonat mechanikai tulajdonságai nagyon jók, ennek ellenére gondos csomagolást és szállítást igényelnek. A rakomány rögzítésére ne használjunk acélkötelet vagy láncot, mert a bevonaton sérülést okoz (11. kép). «

Summary

Corrosion lifetime of metal coatings – besides the ambient effects – generally determined by the material quality of metal layer, cleanliness of its material, structure of the layer, its stress state, but first of all by its thickness. This concerns the coatings produced by hot-dip galvanizing. From the point of view of practice the thickness of zinc layer has defining effect for the corrosion abilities, since the other characteristics of metal layers forming at piece-goods hot-dip galvanizing essentially can be considered to be given or they are neglectable.



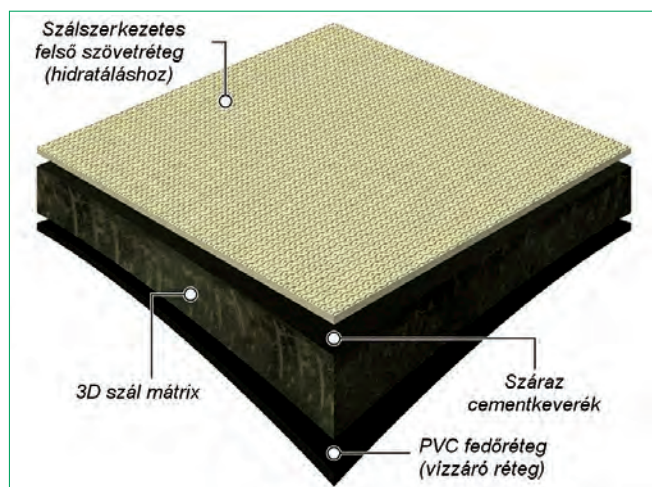
A MÁV Zrt. által bevezetett új termékek

Napjainkban az anyagok és technológiák fejlődése egyre nagyobb léptékű mind a vasútépítés, mind pedig a híd- és műtárgyépítés területén. Ezeknek a termékeknek a megismerése, bevezetése alapvető feladatunk a fenntartható üzemeltetés, fejlődés biztosítása érdekében, ezzel nyitva a piac kínálta korszerű lehetőségek felé. Az elmúlt időszakban a MÁV Zrt. Híd és alépítményi osztálya az alábbi, a hazai vasútépítésben újszerű termékek hálózati szintű betervezéséhez, beépítéséhez járult hozzá vasút-üzemeltetői felülvizsgálatot követően.

Betonpaplan

A SoDeGo Consulting Ltd. által forgalmazott Concrete Canvas betonpaplan speciális cementkeverékkel töltött, kompozit geoszintetikus szőnyeg (GCCM). A felső szálszerkezetes szövetet és az alsó PVC vízzáró réteget 3D szál mátrix köti össze, továbbá a két réteg közé speciális cementkeveréket töltöttek (1. ábra). A zárórétegek sűrű szövetszerkezete megakadályozza a cement kipergését. A termék 5, 8 és 13 mm vastagságban kapható. Az 1,00, illetve 1,10 m széles tekercsek leterítéskor flexibilisen alakíthatók, majd a felületet vízbemerítéssel vagy vízszórással hidratálni kell. Az alsó PVC-réteg

speciális géppel akár hegeszthető is, ezáltal folytonos vízzáró membrán alakítható ki. Kötés után a szálszerkezet megerősíti a betont, megakadályozva a repedezést. A végeredmény egy vékony, rendkívül tartós, nagy terhelhetőségű víz-, tűz- és vegyszerálló kéregbeton. A megszilárdult betonpaplan nyomószilárdsága 40 MPa, melynek 80%-át már hidratálás után 24 órával eléri. A betonpaplan alkalmazható árokburkolásra (2. ábra), töltéstegek ideiglenes és végleges stabilizálására, részüvédelemre, sziklavédelemre, részüfelületek burkolására, illetve azok helyreállítására, szerelőbeton készítésére. A termék nagy előnye, hogy a beépítés élőmunkaigénye alacsony, nem szükséges különleges szak-



1. ábra.
Concrete
Canvas
betonpaplan
szerkezete

Horgos Dániel

hidász főmérnök

MÁV Zrt. Pályalétesítményi Igazgatóság Híd és alépítményi osztály

✉ horgos.daniel@mav.hu

☎ (1) 511-3070

értelem, gyorsan kivitelezhető, illetve nehezen megközelíthető helyekre is könnyen beszállítható.

Surtreat TPS II betonjavító impregnálószer

A Surtreat International által kifejlesztett Surtreat TPS II szervesetlen vízbázisú, színtelen, szagtalan, folyadék halmazállapotú betonvédő és betonjavító szer. Egyszerre javítja a beton fagyállóságát, vízzáró képességét, vegyszerállóságát, szilárdságát, kopásállóságát, és védi a vasbeton szerkezeteket a korrózióval szemben azáltal, hogy a beton felületén felszívódva eljut egészen a betonacélkorig, és ott a rozsdásodással szemben védelmet nyújtó oxidsemleges filmréteget képez a betonacél felületén. A beivódott szer eltávolítja és kémiaiilag megköti a betonban lévő kloridionok és más káros szennyező anyagok nagy részét, egyúttal növeli a beton pH értékét. A szer csökkenti a betonban lévő kapillárisok számát, így minimálisra csökken a víz bejutásának lehetősége, miközben a beton páraáteresztő képessége megmarad. Ennek köszönhetően nagymértékben javul a fagyállóság. A TPS II-t a megtisztított beton- és vasbeton szerkezetekre hengerrel, ecsettel vagy szórással kell felhordani. A TPS II-val való impregnálás után a hiányzó részeket és betonfedést betonjavító habarccsal pótolni kell, majd ezt követően lehetséges a felületek esztétikai célú festése, bevonása – amennyiben arra igény van. A MÁV Zrt. hálózatán a TPS II első sorban hidak és műtárgyak beton-, illetve vasbeton felületeinek impregnálására, védelmére, továbbá betonjavító habarccsal történő helyreállításának előkészítésére ajánlott.

Kompozit műanyag járófelület és lépcsőburkoló elemek

Gyalogos-aluljárók és -felüljárók rossz állapotú járófelületeinek és lépcsőinek felül-

burkolására az Alplastic Kft. három terméke jelent alternatívát. Mindhárom típusra igaz, hogy az elemek önmagukban nem teherhordók, azokat csak megfelelően stabil aljzatra lehet rögzíteni. A termékek előnye is ebben rejlik: szerkezeti beavatkozás és komolyabb gyalogosforgalom-zavartatás nélkül, gyors száraz telepítéssel biztosítható a csorbulásmentes, csúszásálló járó- és lépcsőfelület.

A burkolóelemek anyaga üveg- vagy szénszál, illetve kevlar és rovingszövet-erősítésű poliészter- vagy vinilésztergyanta. A JB1 és JH1 típusjelű burkolóelemek (4. ábra) mérete $2000 \times 1220 \times 10$ mm, tömege pedig 7 kg/m^2 . Az elemek járófelületek utólagos, csúszásmentes burkolataként alkalmazhatók a meglévő fa- vagy betonfelülethez csavarozással, illetve dübeleléssel rögzítve. Lépcsőfokok burkolására az LH jelű (5. ábra), 4 mm vastag elemek használhatók, melyek 6 mm vastag polisztirol hab alátétekre fektetve csavarozhatók a meglévő, még teherbíró, jellemzően faanyagú lépcsőfokokra. A standard elemméret $2000 \times 200/250/350 \times 4$ mm, azonban a helyszíni adottságoktól függően egyedi méret és alak gyártása is lehetséges. A csúszásmentességről JB1 elemek esetén a recéslemezekhez hasonló, lencsemintájú bordázat, JH1 típus esetén szilícium-oxiddal vagy egyéb ásványi anyaggal történő szórás, LH elemeknél pedig 1 mm vastag alumínium-oxid vagy kvarchomok bevonat gondoskodik. A gyártói adatlap szerint az elemek élettartama 20 év, azonban forgalmas helyeken, használatától és kopástól függően, 10 évente javasolt a csere a megfelelő csúszásállóság biztosítása érdekében.

Festéktávolító paszta

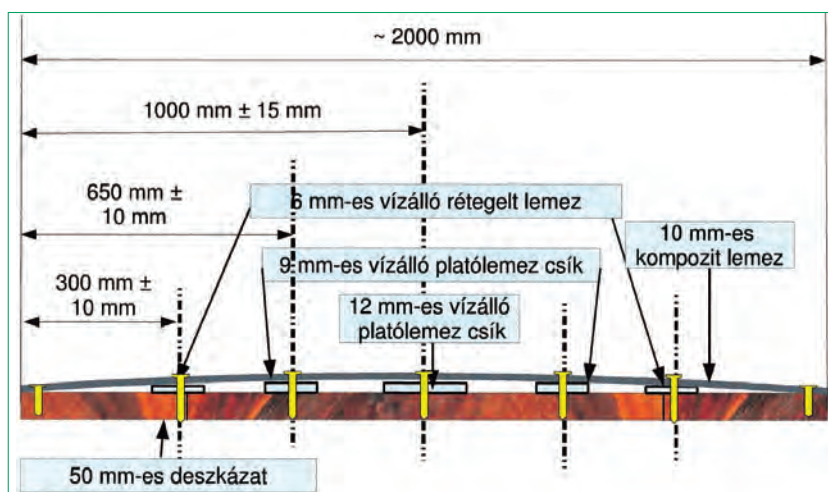
A Peelaway festék- és graffititávolító paszta (6. ábra) olyan, vízzel hígítható anyag, amely különféle festékek és bevonatok eltávolítására alkalmas. Az anyag felhordható ecsettel, (fogazott) glettvasal vagy airless szórással. A paszta vízzel hígítható, ennek mértékét, a felhordás módját, felületen tartásának idejét, valamint eltávolítását az alapfelületről és az eltávolítandó bevonattól függően egyedileg, tesztkezeléssel kell meghatározni. A termék alkalmazásának legfőbb előnyei, hogy egyszerűen használható, környezetbarát, nincs veszélyesanyag-kibocsátása. A Peelaway-jel nagy hatékonysággal távolíthatók el graffitik, 1K/2K lakkok, homlokozat- és



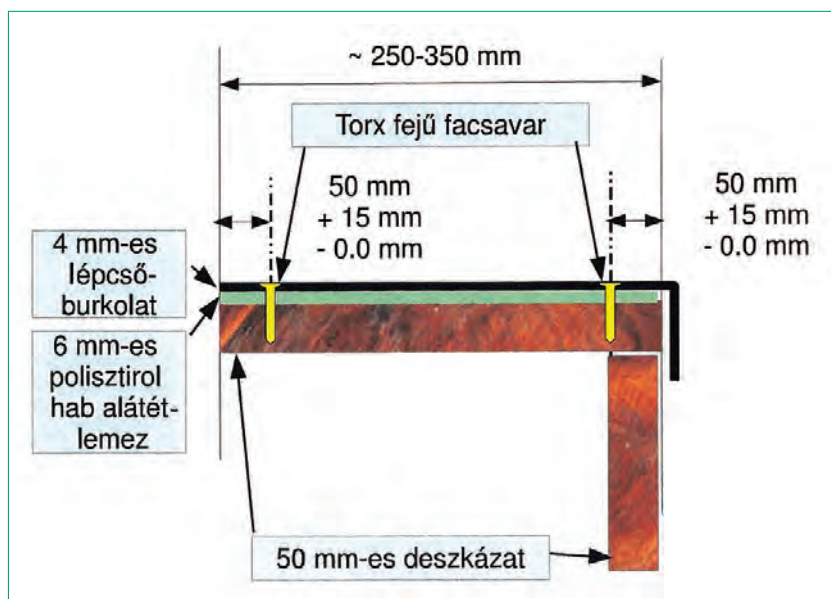
2. ábra. Concrete Canvasszal burkolt árok (Fotó: SoDeGo Ltd.)



3. ábra. TPS II felhordása háti permetezővel (Fotó: Bánhegyi-Nagy István)



4. ábra. Alplastic JB1, JH1 elem (Készítette: Zsembery András)



5. ábra. Alplastic LH elem (Készítette: Zsembery András)

falfestékek, acélszerkezet-bevonatok, ragasztómaradványok. A termék 1 kg-os kiszerelésben kapható, melyhez 1 m² fólia is tartozik. A felhordott Peelaway-t a fóliával takarva lassítható az anyag kiszáradása, és ez hosszabb behatási idők esetén növeli az eltávolítás hatékonyságát. A MÁV Zrt. hálózatán elsősorban közforgalmú útvonalak melletti, frekvenciált helyen lévő műtárgyakon nem kívánt vagy elhasználdott bevonatok, illetve graffitik eltávolítása esetén javasolt a felhasználás. Graffitieltávolításkor fokozottan ügyelni kell arra, hogy a szerkezet eredeti, például korrózióvédelmi, esztétikai bevonata ne károsodjon, azaz az eltávolítani kívánt réteggel együtt ne oldódjon fel.

Műanyag hídgerenda

A hatályos európai uniós szabályozás szerint hagyományos, kreozottal telített vasúti talpfa, kitérőalj, hídgerenda használata

Horgos Dániel okl. építőmérnök, diplomáját 2010-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszékén szerezte magasépítés, valamint híd- és műtárgyépítés szakirányon. 2010 és 2014 között az Addor Kft.-nél dolgozott előkészítő mérnökként. 2014-től a MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóságán szakaszmérnökként, 2017-től a Híd és Alépítményi osztály egyik területi főmérnöke.

rövidesen megszűnik a hatóanyag rákkeltő hatása miatt. Az EU 2017/2334. (2017. december 14.) számú végrehajtási határozata alapján 2020. október 31-éig még gyárthatók, 2021. április 29-éig még forgalomba hozhatók ezek a termékek. A beépítés legutolsó lehetséges dátuma 2021. október 26. A MÁV Zrt.-nek már most fel kell készülnie a hagyományos, telített fialjak helyettesítésére, melyekre a műanyag alapanyagú aljak jelentenek alternatívát. Ezek előnye a magas élettartam (50 év), a fával közel azonos fizikai tulajdonságok

Summary

Nowadays the development of materials and technologies obtains a higher and higher scale both on the area of railway construction and on the area of bridge and engineering structure construction. Recognition and introduction of these products are our basic tasks for the sake of the assurance of sustainable operation and development, opening with this towards the up-to-date possibilities offered by the market. In the past period MÁV Co's Bridge and Substructure Division agreed to the planning and installation of the following novel products in domestic railway constructions on network level after revision by the railway operator.

és megmunkálhatóság, hátránya viszont a magas ár (a faaljak árának 300-400%-a). Hídon történő kísérleti beépítésre várhatóan 2018 szeptemberében történik a bobai Marcal-híd hídgerendacseréjekor. A hídon 37 hídgerenda van, melyek közül 20 gerendát cserélnek műanyagra. A munkálatok során öt magyarországi forgalmazó cég termékeit építik be, ami gyártónként 4 hídgerendát jelent. A termékek további alkalmazásáról a kísérleti beépítés üzemeltetési tapasztalatai alapján dönt majd a MÁV Zrt. «



6. ábra. Peelaway paszta használat közben



Különleges korróziós vizsgálatok

Fortuna László

ügyvezető

Forkorr Kft.

✉ fortuna@forkorr.hu

☎ (30) 972-7167

A korrózió elleni védekezést két nagy csoportra lehet bontani. Aktív vagy katódos korrózióvédelem, ahol a fémionok kilépését „védőáram” akadályozza meg. Elsősorban föld alatti csővezetékknél alkalmazzák. A passzív védelem fő jellemzője, hogy olyan védőbevonatot alakítunk ki a fém felületén, amely csak homogén, sérülésmentes felület esetén véd. Az elégtelen korrózióvédelem az acélszerkezeteken komoly károsodást okozhat. Ezért sok esetben különleges korróziós vizsgálatokra van szükség.

A korróziós vizsgálatokat két nagy csoportba oszthatjuk:

- laboratóriumi,
- kültéri, helyszíni.

Tanulmányomban a passzív korrózió elleni védelem kialakításával kapcsolatban alkalmazott különleges helyszíni korróziós vizsgálatokkal és ezek kiértékelésével foglalkozom.

A csongrádi vasúti Tisza-híd hároméves állapotvizsgálata

A felületvédelmi munkák megkezdése előtt állapotvizsgálatokat végeztünk, amelyek alapján elkészült a Korrózióvédelmi Terv.

A vasúti hídon (1. kép) 1986 óta többféle felületvédelmi felújítást végeztek.

A befolyási oldalon vascsillámos átvonó nyomait véltük felfedezni.

Az egyes rétegek eltérő módon levelesen váltak le, a hegesztési varratokon az átrozdásodás több helyen megkezdődött.

Tapadásvizsgálatokat végeztünk (2. kép) annak kiderítésére, hogy milyen állapotú bevonatokra lehet számítani. Nem titkolt szándékunk volt, hogy – természetvédelmi helyről lévén szó – szemcseszórásos felület-előkészítés helyett ultranagy nyomású vizes tisztítást szeretnénk alkalmazni.

A vizes mosás mellett szólt az a tény is, hogy 1986-ban a pályaszint alatti vízszintes hossz- és keresztirányú cinkszórás

alkalmaztak. A fémiszórás előtt igen komoly, Sa 3 minőségű felület-előkészítést kell elvégezni.

A tapadásvizsgálatok azt mutatták, hogy mind a rácsvágás, mind pedig a tapadókorong esetében 5 N/mm²-nél magasabb, illetve 2-3-as fokozatnál nem volt rosszabb, és sehol sem a fémfelületnél következett be a szakadás.

Az ultranagy nyomású vizes mosással biztosítható a jól tapadó rétegek és a fémiszórt felületek megóvása is.

Ultramagas vizes tisztításos felület-előkészítés után kialakított bevonatrendszer vizsgálata és kiértékelése.

A bevonatok rétegvastagságának ellenőrzését több lépcsőben is elvégeztük:

- eredeti bevonat vastagsága,
- mosás utáni bevonat vastagsága,
- az elkészült új bevonat vastagsága.

A festékbefvonatok vizsgálatokor a bevonatok tapadószilárdságát is ellenőriztük:

- eredeti bevonat tapadása (mosás előtt),
- mosás utáni bevonat tapadása (festés előtt),
- elkészült új bevonat tapadása (festés után).

Az ultranagy nyomású vizes tisztítás után a felületeken nagymértékben változó bevonatrendszer maradt vissza. Az esetek többségében alapozóréteggel sikerült meg-



1. kép. Csongrádi mederhíd látképe, 2017



2. kép. Referenciafelületek a csongrádi ártéri hídon, 2017

tisztítani a felületeket, de voltak olyan részek is, ahol fémfelületig vagy valamely közbenső rétegig lejtött a régi bevonat.

A megtisztított felületeket és a visszamaradó rétegek minőségét folyamatosan ellenőriztük.

A vizes mosás utáni felület-előkészítés ellenőrzését szemrevételezéssel, az MSZ EN ISO 8501-4:2007 szabvány szerint végeztük. A megtisztított felületeken az oldható szennyező anyagok elemzését, ezen belül is a vezetőképességet és sótartalmat az MSZ EN ISO 8502-6:2006 szerint mértük.

A vizes mosás hatékonyságának, illetve a régi és az új bevonat összeférhetőségének vizsgálata érdekében tesztfelületeket készítettünk.

Összehasonlító állapotvizsgálatok

Az ártéri híd korrózióvédelmi munkáit 2013. május 17. és augusztus 22. között, míg a mederhídét 2013. augusztus 13. és 2014. június 31. között végezték.

A munka érdekessége, hogy az ártéri és a mederhídon a felület-előkészítési technológia eltérő volt.

A gerinclemezes ártéri híd esetében a felület-előkészítő munkát ultramagas nyomású vizes mosóberendezéssel végezték.

A rácsos mederhídon acél szemcseszórásos felület-előkészítést alkalmaztak.

Az állapotvizsgálatokat 2017. július 10. és július 12. között, valamint 2018. július 19-én végeztük.

A vizsgálatok célja a következő volt:

- Van-e különbség az ártéren és a mederhídon alkalmazott kétféle felület-előkészítési technológia között?
- A fémszemcsés felület-előkészítés okozhatott-e problémát a fémszort felületeknél (a mederhídon)?
- A visszamaradó festékrétegekre kerülő rétegek okoztak-e repedezettséget (az ártéri hídon)?
- A tapadásvizsgálati eredmények változásának összehasonlítása a kétféle technológia között;
- A bevonatrendszerek krétásodása a kétféle technológiánál;
- A rozsdásodási fok meghatározása a kétféle technológiánál.

Az elvégzett vizsgálatok:

- szemrevételezés,
- krétásodási fok meghatározása (MSZ EN ISO 4628-7:2012),
- rozsdásodási fok meghatározása (MSZ EN ISO 4628-3:2016),



3. kép. Tapadásvizsgálati érték a csongrádi hídon, 2017



4. kép. A pályalemez alatti szennyeződések, 2017

- rétegvastagság mérése (MSZ EN ISO 2808:2007),
- tapadásvizsgálat (MSZ EN ISO 4624:2016).

A szemrevételezés során az egyes korróziós károsodási formák, mint a krétásodás, repedezettség, hólyagosodás, réteges leválás, átrozsdásodás értékelését az MSZ EN

ISO 4628 szabványsorozat szerint végeztük. E szabványok a bevonatrendszer károsodásának mértékét fényképetalonnokkal/táblázatokkal való összehasonlítás útján osztályozzák, és 0-tól 5-ig terjedő pontszámmal jellemzik.

A bevonatrendszer korrózióvédő képessége szempontjából legfontosabb az



5. kép. Algák, mohák, gombák vizsgálata, 2018

átrozsdásodás vizsgálata. Átrozsdásodás az a károsodási forma, amely – az alapfém korróziója következtében – a bevonat felületén rozsdafoltok megjelenésében nyilvánul meg. Az átrozsdásodás megjelenése és mértéke a bevonat korrózióvédő képességét jellemzi. Az értékelést az átrozsdásodási fokozat meghatározásával a szabvány függelékében közölt fényképetalonokkal való összehasonlítással, illetve táblázatok alapján kell elvégezni. Az átrozsdásodási fokozat a bevont felület károsodásának mértékét jellemzi. Betűjellel és számmal jelölik. Az Ri az átrozsdásodás nemzetközi jele (*Rostgradinternational*), a szám a rozsdá által áttört bevonatfelület nagyságára utal a 3. táblázat és fényképetalonok szerint.

Vizsgálati eredmények

A szemrevételezéses vizsgálatok (3. kép) a kijelölt felületen készültek, ennek eredményei az ártéri hídon:

- Az egyes rétegek színe eltérő volt.
- A felületeken helyenként megfolyások láthatók.
- Helyenként acélszerkezeti anyaghibák és hegesztési anyagmaradványok láthatók.
- A hulló falevelek a felületeken (4. kép) megtelepedve korróziós veszélyforrást jelenthetnek, melyek eltávolításáról a rendszeres karbantartások során gondoskodni kell.

doskodni kell.

- A tapadókorongok helyeit a bevonatvizsgáló kijavította.
- Krétásodás a felületeken nem mérhető.
- Rozsdásodásra utaló jeleket nem tapasztaltunk.
- A magasabb rétegvastagságú helyeken repedezettségre utaló jeleket a bevonaton nem tapasztaltunk.
- Több helyen graffitik láthatók.
- A bordás járólemezek helyenként felpattogzások láthatók.
- A felületeken megjelentek a mohák, algák (5. kép).

Hasonlóak voltak a szemrevételezés vizsgálatok eredményei a mederhídon:

- Az egyes rétegek színe eltérő volt.
- Helyenként acélszerkezeti anyaghibák és hegesztési anyagmaradványok láthatók.
- A felületeken több helyen visszarozsdásodott fémszemcsék találhatók.
- A hulló falevelek a felületeken megtelepedve korróziós veszélyforrást jelenthetnek, melyek eltávolításáról a rendszeres karbantartások során gondoskodni kell.
- A tapadókorongok helyeit a bevonatvizsgáló kijavította.
- Krétásodás a felületeken nem mérhető.
- Rozsdásodásra utaló jeleket nem tapasztaltunk.
- Több helyen graffitik láthatók.
- A legfelső vízszintes főtartókon a függeszőrkampók felfekvő helyei javításra szorulnak.

- A bordás járólemezek helyenként felpattogzások láthatók.
- A felületeken megjelentek a mohák, algák.

Az összehasonlító vizsgálatok kiértékelése

A vizsgálatok nem vonatkoztak a mederhídon az 1–35. keresztartó közti részre, illetve a felső szélrácsokra.

- Az ártéri hídon (átvonón) látható festékleválások kivitelezési hibára utalnak, a tapadásvizsgálatok is ezt támasztják alá.
 - A bordás járólemezek festékfelpattogzásai a mélyedésekben megálló vízterhelés következménye.
 - A referenciafelületek állapota megfelelő.
 - Értékelhető krétásodás a hídon nem következett be.
 - Helyi sérüléseken kívül a hídon értékelhető rozsdásodás nem következett be.
 - A tapadásvizsgálati eredmények a három év alatt növekedtek.
 - A cinkszórt felületeken az eseti túlszórásos felület-előkészítés nem okozott problémát.
 - A visszamaradó festékrétegek miatti túlfestés repedezettséget nem okozott.
 - A mohásodás, algásodás a hídon számottevő, további vizsgálatokat tesz szükségessé!
 - Az ártéri hídon a környező fák által okozott levél és egyéb szennyeződések terhelése számottevő, ami megfelelő karbantartással csökkenthető.
- Fentiek alapján elmondható, hogy a kétféle felület-előkészítés melletti kivitelezés között jelentős különbséget nem tapasztaltunk.

Javaslatok

- A túlzott mohásodás, algásodás okát ki kell vizsgálni, de a vizsgálati eredményektől függően rendszeres vizes tisztítással ez a folyamat csökkenthető. Szükséges az alkalmazni kívánt bevonatrendszerek mikrobiológiai vizsgálata a bevonat elfogadása és a konkrét felhordás előtt.
- A faleveleket, madárfészkeket rendszeres időközönként el kell távolítani.
- A bűvönnyílások szimmetrikus elhelyezésével a madarak beköltözését meg kell akadályozni.
- A cinkszórt felületek felület-előkészítésére jobban oda kell figyelni!
- Állványbontás után a kiszóródott fémszemcséket gondosabban kell eltávolítani.

- A visszarozdásodott fémszemcséket sürgősen el kell távolítani.
- A bordás járólemezek gyakori és tartós vízterhelése miatt célszerű más bevonatrendszert választani.
- A függesztőkampók helyeit a felső szélrácsok festése során ki kell javítani.

Mintafelületek vizsgálata a vadnai Sajó-hídnál

Az elmúlt 10-15 évben a megszokott és alkalmazott festékanyagok többé-kevésbé átalakultak, újabb, korszerűbb festékanyagok kerültek piacra.

A valóságot legjobban megközelítő módszer a festékek összehasonlítására, időjárás-állóságának vizsgálatára egy adott környezetben elkészített, többfajta minta vagy más néven referenciafelület.

Az esetlegesen betervezendő bevonatrendszerek megismerése céljából a MÁV Zrt. „mintafelületek” felfestését tette lehetővé a vadnai vasúti Sajó-hídon (6. kép) 2017-ben, az alábbiak szerint:

- 20 éves vizsgálati program elindítása;
- 16 (17 tervezett – 1 kihagyott = 16) mintafelület (7., 8. kép) mintafelület kialakítása (pályaszint alatt);
- Hídfőnként: 8-8 mintafelület (kereszt-tartókon-hossztartókon);
- A mintafelületek nagysága: 1,5–2,5 m²;
- A híd korrozivitási kategóriája: C5I;
- A festékgalmazók H 15 elvárt élettartamú bevonatokkal pályáztak;
- Előírt színek: RAL 6011.

A mintafelületek 2017. augusztus 15–19. között készültek el.

Az egyes bevonatrendszerek legfontosabb tulajdonságait és összetételét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A 2. táblázatban a vizsgálati módszereket foglaltuk össze.

A 3. táblázat a 2017-ben kapott vizsgálati eredmények elemzését tartalmazza.

A különböző vizsgálati módszereknél az eredmény és a sorrend az alábbiak figyelembevételével alakul ki.

- szemrevételezésnél a kisebb érték a jobb;
- rozsdásodási fokozatnál a kisebb érték a jobb;
- krétásodási fokozatnál a kisebb érték a jobb;
- tapadásmérésnél a nagyobb érték a jobb;
- a nagyobb eltérésváltozás a jobb;
- kisebb szélsőérték-változás a jobb;
- rétegvastagság-mérésnél a kisebb eltérés a jobb;
- 80% alatti értéknél a kisebb érték a jobb;



6. kép.
A vadnai
Sajó-híd
látképe,
2018



7. kép. A mintalemezek a vizsgálat helyszínén, 2017



8. kép. Felületi szennyeződések, 2018

- 80–100% között a kisebb érték a jobb;
- 100–120% között a nagyobb érték a jobb;
- 120% felett a kisebb érték a jobb;
- a nagyobb átlagértékű a jobb;

- a kisebb szélsőértékű (egyenletesebb) a jobb;
- gyakorlati értéktől való kisebb eltérésű a jobb.

A 4. táblázatban összefoglalt szempontok alapján sorrendbe állítottuk a bevonatrendszereket, majd pontszámmal értékeltük. Az első helyre került bevonatrendszer 16 pontot, az utolsó helyre került 1 pontot kapott.

A 2017-ben elvégzett vizsgálatok alapján a következő megállapításokat tettük:

1. A kivitelezés módjától (saját, felügyelet mellett, megbízott kivitelező) függő lényeges különbség (előnyök/hátrányok) nem volt felfedezhető.

2. A forgalmazók által előzetesen megadott bevonatrendszerek szárazréteg-vastagságának értékei a gyakorlatban igen nagy eltérést mutattak.

3. A műszeres vizsgálatok során 1600 szárazrétegvastagság-mérést és 48 leszakítási tapadásvizsgálatot végeztünk.

4. A végső sorrend 12 vizsgálati szempont alapján alakult ki.

5. A mintafelületekre a részt vevő cégek vállaltak garanciát.

6. A hosszartók felső öveit nem festettük le, mert a vágányzár rövidege miatt sem a talpfákat, sem a bordáslemezeket nem szedték fel, emiatt rozsdáslefolysokkal szennyeződnie fognak a mintafelületek.

7. A mintafelületeken az állványtartó szerkezetek felfekvései az állványbontás után a híd tényleges bevonatrendszerével lettek javítva megfelelő mértékű átfedésben.

8. A mintafelületek elkészítésében tizenhárom festékforgalmazó vett részt:

1. Barill DCC
2. Chromos Svjetlost
3. Egrokor1, Egrokor2
4. Frey Color
5. Geholit+Wierner
6. Hempel1, Hempel2
7. Jotun
8. Maxrest
9. Mipa
10. Sigma
11. Sika1, Sika2
12. Tikkurila
13. Zinga

Az 5. táblázatban a 2018. július 16–17-én elvégzett vizsgálati eredmények elemzése olvasható.

A 6. táblázatban a 2018-ban elvégzett vizsgálatok végeredményét is feltüntettük.

A 2018-ban elvégzett vizsgálatok alapján a következő megállapításokat tettük:

1. A kivitelezés (saját, felügyelet mellett, megbízott kivitelező) módjától függően eltérő felületeket találtunk.

1. táblázat. Egyes bevonatrendszerek tulajdonsága és összetétele

sor sz.	alapozó	közbenső	átvonó	rétegvastagság	
				elméleti	mért
2	2KEP(Al)	2KEP(EG)	2KPUR(AK)	80+160+80=320	433
3	2KEP (Al)	2KEP(EG)	2KPUR	80+160+80=320	560
4	1K(V)	-	2KPUR(V)	50+80=130	275
5	2KEP(Zn)	2KEP(FeO)	2KPUR	70+170+80=320	427
6	2KEP(ZF)-V	2KEP(EG)-V	2KPUR-V	80+80+80+80=320	415
7	2KEP(Zn)	2KEP(EG)	2KPUR(AK)	80+80+80+80=320	507
8	2KEP(Zn)	2KEP	2KPUR	80+80+80+80=320	499
9	2KEP(Zn)	2KEP(ZF)	2KPUR	40+90+90+50+50=320	472
10	2KEP(Al)	2KEP	2KPUR	120+120+50=290	453
11	2KEP	2KEP(EG)	2KPUR(AK)	40+40+90+90+60=320	549
12	2KEP(Zn)	2KEP(EG)	2KPUR(AK)	80+90+90+60=320	593
13	2KEP(Zn)	2KEP	2KPUR(ZF)	80+80+80+80=320	632
14	2KEP(Zn)	2KEP	2KPUR(ZF)	80+140+100=320	552
15	2K(Zn)	-	2KPUR	100+80=180	274
16	1K(Zn)	-	2KPUR	90+90=180	306
17	2KEP(Al)	2KEP(Al)	2KPUR(AK)	145+145+60=350	534

A táblázatban alkalmazott jelölések:

jel	jelentése	jel	jelentése	jel	jelentése	jel	jelentése
K	komponens	AK	akril	EG	vascsillám	MG	mikrocsillám
EP	epoxi	V	vizes hígítású	FeO	vas-oxid pigment	Zn	cinkpor pigment
PUR	poliuretán	Al	alumínium pigment	IG	inert lemezes	ZF	cinkfoszfát pigment
AY	alkid						

2. táblázat. Vizsgálati módszerek

	vizsgálat	hivatkozás	2017	2018	2022	2027
1	fedőképeség		X			
	megfolyások		X			
	ecsetnyomok, ecsethibák		X			
	narancs-héjasodás, ráncosodás		X			
	színmérés	MSZ 9619-3:1975	X			
	fényesség-változás	MSZ EN ISO 2813:2015:		X	X	X
	tisztíthatóság			X	X	X
	visszafényesíthetőség			X	X	X
	repedezettség	MSZ EN ISO 4628-4:2016		X	X	X
	réteges leválás	MSZ EN ISO 4628-8:2013		X	X	X
	hólyagosodás	MSZ EN ISO 4628-2:2016		X	X	X
2	szárazrétegvastagság-mérés	MSZ EN ISO 2808:2007	X	X	X	X
3	tapadószilárdság-mérés	MSZ EN ISO 4624:2016	X	X	X	X
4	krétásodás	MSZ EN ISO 4628-6:2012		X	X	X
5	rozsdásodás	MSZ EN ISO 4628-3:2016		X	X	X

3. táblázat. A 2017-es vizsgálati eredmények elemzése

sorsz.	vizsgálati módszerek	
1	szemrevételezés	fedőképesség
		megfolyások
		ecsetnyomok, ecsethibák
		narancshéjasodás, ráncosodás
2	szárazréteg-vastagság	átlag szerint
3		minimum szerint
4		maximum szerint
5		maximum-minimum közötti eltérés
6		80% alatti értékek szerint
7		80–100% közötti értékek szerint
8		120% feletti értékek szerint
9	tapadás leszakítással	3 érték összege szerint
10		3 érték átlaga szerint
11		szélsőértékek szerint
12	szín (RAL 6011)	ΔE_{ab} eltérés

2. Meghibásodást egyetlen bevonatrendszeren nem véltünk felfedezni.

3. A rácsvágásos tapadásvizsgálat (MSZ EN ISO 2409:2013) valamennyi mintafelületen 1-es fokozatú volt.

Fortuna László címzetes egyetemi docens 1977-ben a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Vegyipari Automatizálási Főiskolai szakán gyárszerelő üzemmérnöki diplomát szerzett, majd 1993-ban a Bánki Donát Műszaki Főiskolán sikeresen elvégezte a korróziós szaküzemmérnöki kurzust. Közel 40 éves szakmai tevékenysége során volt megrendelő, kivitelező, műszaki ellenőr és szakértő. Mintegy száz – elsősorban passzív korrózióvédelemmel foglalkozó – publikáció szerzője, a Vekor-konferenciák rendszeres előadója. A korrózióvédelmen belül szakterülete a minőségbiztosítás, minőségellenőrzés. A Mol Nyrt., illetve az FGSZ Zrt. létesítményeinél, továbbá számos közúti és vasúti hídnál korróziós szakértőként működött közre. A korrózióvédelem területén kész bevonatrendszerek végminősítésén kívül műszaki felügyelettel, referenciafelületek ellenőrzésével, kár-elemzésekkel és felületvédelmi tervek elkészítésével is foglalkozik. A kivitelezés és szakértés mellett igen nagy hangsúlyt fordít az Integrált (MIR-KIR-MEBIR-VCA/SCC) Irányítási Rendszerek kialakítására és folyamatos fejlesztésére.

4. A merőleges irányú leszakítással (MSZ EN ISO 4624:2016) fémfelülettől való szakadás csak egy mintafelületnél következett be.

5. A forgalmazók által előzetesen megadott bevonatrendszerek szárazréteg-vastagságának értékei a gyakorlatban igen nagy eltérést mutattak.

6. A műszeres vizsgálatok során 1600 szárazrétegvastagság-mérést és 48 leszakításos tapadásvizsgálatot végeztünk (9. kép).

7. A végső sorrend 13 vizsgálati szempont alapján alakult ki.

A hosszartók felső öveit most sem festették le, mert sem a talpfákat, sem a bordáslemezeket nem szedték fel a vágányzár rövideje miatt, ezért rozsdáslefolysók, szennyeződések keletkeztek a mintafelületeken.

8. A mintafelületeken lényeges különbség (előnyök/hátrányok) most sem volt felfedezhető.

9. Rozsdásodás (MSZ EN ISO 4628-3:2016), krétásodás (MSZ EN ISO 4628-6) az állványtartó szerkezetek felfekvései az állványbontás után a híd tényleges bevonatrendszerével lettek javítva, megfelelő mértékű átfedésben.

A 2017–2018-as vizsgálati eredményekből látszik, hogy három bevonatrendszer kivételével a sorrendek alaposan megváltoztak!

A kiértékeléseknél az élettartam szempontjából legfontosabb paramétereket nagyobb mértékben, míg az élettartam szempontjából kevésbé meghatározó paramétereket kisebb mértékben vesszük majd figyelembe a soron következő (2022, 2027, 2032, 2037) vizsgálatoknál, azaz:

- díszítő tulajdonságok: 10%
- mohásodás: 10%
- krétásodás: 10%
- tapadás: 30%
- rozsdásodás: 40%



9. kép. Vizsgálati helyek egy mintafelületen, 2018

4. táblázat. A 2017-es vizsgálati eredmények sorrendje

sorrend	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mintafelület	7	6	10	17	3	15	13	11	4	8	12	5	9	14	2	16

Summary

Quality coated protection is the most important, most effective and most widely used method. Corrosion protection depends on many factors, but let's remember that "the rust is in the air". The presented tests also demonstrate that every stage of implementation requires control, implementation and documentation. In addition to the continuous development of dyes and the comparison of different surface protection technologies and the long-term testing of sample surfaces, we can get answers to professional questions such as:

- Is there a higher layer thickness required?
- Are there more than two layers of paint needed?
- What is the adhesion value (when it is appropriate to measure it after finishing the painting) in the coating quality system specifications?
- How much protective time can be reasonably prescribed for a paint coating system?

Összefoglalás

A jó minőségben készült bevonatos védelem a leghatékonyabb és legelterjedtebb módszer. A korrózióvédelem minősége nagyon sok tényezőtől függ, de ne feledjük: „a rozsda lesben áll”. A bemutatott vizsgálatok is azt igazolják, hogy a kivitelezés minden fázisában rendszerbe foglalt ellenőrzésre, megvalósításra és dokumentálásra van szükség.

A festékekanyagok folyamatos fejlesztése mellett, illetve a különböző felületvédelmi technológiák összehasonlítása és a mintafelületek hosszú távú vizsgálata során választ kaphatunk olyan szakmai kérdésekre, hogy:

- Szükséges-e nagyobb rétegvastagság?
- Szükséges-e kettőnél több festékréteg?
- A bevonatrendszer minőségére vonatkozó előírásokban milyen tapadásértéket (10. kép) (és a festés befejezése után mikor mért) célszerű előírni?

5. táblázat. A 2018-as vizsgálati eredmények elemzése

sorsz.	vizsgálati módszerek	
1	szemrevételezés	fedőképesség
		megfolyások
		ecsetnyomok, ecsethibák
		narancshéjasodás, ráncosodás
2	szárazréteg-vastagság	átlag szerint
3		A vállalt és mért érték közötti különbség szerint
4		maximum-minimum közötti eltérés szerint
5		80% alatti értékek szerint
6		80–100% közötti értékek szerint
7		100–120% közötti értékek szerint
8		120–300% közötti értékek szerint
9		300% feletti értékek szerint
10	tapadás leszakítással	3 érték összege szerint
11		3 érték átlaga szerint
12		szélsőértékek szerint
13		1 év alatti változás szerint



10. kép. Tapadásvizsgálati érték egy mintafelületen a vadnai hídon, 2018

- Mennyi védőidőtartamot lehet meg-alapozottan előírni egy festékbevonat-rendszerre? «

Irodalomjegyzék

Fortuna László: Minősegbiztosítás a korszerű festési technológiák megvalósításánál. Minőség és Megbízhatóság, 2018, 3. szám.

Fortuna László – Zsanthy Valéria: 15 referencia-bevonatrendszer értékelése 10 év igénybevétel után. Korróziós Figyelő, 2007, 4. szám.

Fortuna László – Zsanthy Valéria: 15 referencia-bevonatrendszer értékelése

10-15-20 év igénybevétel után. Vekor-konferencia-előadások, 2007, 2012, 2017. Forkorr Kft.: Vadnai vasúti híd mintafelületeinek összefoglaló jelentése, a mérési eredmények kiértékelése 2017–2018. MÁV Zrt.-nek leadott dokumentáció. Forkorr Kft.: Összefoglaló jelentés a csongrádi vasúti Tisza-híd 3 éves összehasonlító állapotvizsgálatáról 2017. MÁV Zrt.-nek leadott dokumentáció. [6] Varga Emese: A csongrádi Tisza-híd korrózióvédelmi munkái. Alkalmazott felület-előkészítési technológiák összehasonlítása. Magyar Mérnöki Kamara Vegyészmérnöki Tagozat, Korrózióvédelmi Mesteriskola. Szakdolgozat, 2018.

6. táblázat. A 2017–2018-as vizsgálati eredmények összefoglalása

sorrend	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mintafelület-17	7	6	10	17	3	15	13	11	4	8	12	5	9	14	2	16
mintafelület-18	12	6	9	10	11	4	3	14	8	17	13	15	7	5	2	16

V. Pályavasúti Nap a Füstiben

A Magyar Vasúttörténeti Parkban idén is megrendezték – immár ötödik alkalommal – a Pályavasúti Napot, és annak keretében a IX. Aranycsákány Krampácsversenyt. Ezúttal a „Forgalmi, magasépítményi és értékesítési szakterületek fejlődése a kezdetektől napjainkig” címet viselte a rendezvény. A három szakág által tartott átfogó ismeretterjesztő előadások, kiállítások, interaktív bemutatók most is sok érdeklődőt vonzottak.



Molnár Márta

forgalmi szakértő
MÁV Zrt. Forgalmi
Igazgatóság Forgalmi
Felügyeleti Osztály

✉ molnar.marta@mav.hu

☎ (1) 511- 4378



Both Tamás*

pályavasúti szakértő
MÁV Zrt. Üzemeltetési
vezérigazgató-helyettesi
szervezet

✉ both.tamas@mav.hu

☎ (1) 511-3927

A 2000-ben megnyílt Magyar Vasúttörténeti Park, ahol több mint 100 vasúti jármű, köztük számos ritka, egyedi gyártású mozdony, vasúti kocsi, továbbá tárgyi emlékek sokasága látható, az 1870-es évektől napjainkig mutatja be Magyarország vasúti fejlődését. Közép-Európa legnagyobb szabadtéri vasúti emlékparkjában a látogatók nemcsak megtekinthetik a kiállított tárgyakat, tablókat, hanem ki is próbálhatják a többi között a mozdonyon utazást, hajtányt, lóvasutat, fordítókorongot. A kerti kisvasút meg a terepasztalok gyerekek és felnőttek kedvencei.

Ebben a környezetben rendezték meg – a MÁV Zrt. védnöksége mellett, június 9-én – az V. Pályavasúti Napot. A forgalmi, magasépítményi és értékesítési szakterületek színvonalas előadásokon, kiállításokon, interaktív bemutatókon mutatkoztak be, és az esős idő ellenére is sok érdeklődő látogatott ki a Füstibe. Ezen a napon ingyenes volt a belépés a Parkba. A rendezvény kitűnő programként szolgált a gyermekes családoknak, valamint az egyedül érkezőknek is. Munkatársaink és családtagjaik is szép számban megjelentek, s lehetőségük volt szakmai és személyes beszélgetésekre, ismerkedésre, régi ismerősökkel való örömteli találkozásokra.

A szakmai programot a Nagycsarnokban, a Keleti pályaudvar makettje előtt, házigazdaként Kiss Gábor, a MÁV Zrt.

forgalmi igazgatója nyitotta meg. Köszöntötte a jelenlévőket, röviden méltatta a pályavasút három – a pályavasút működése szempontjából meghatározó – bemutatkozó szakterületét, ismertette a programokat. Reményét fejezte ki, hogy a szakmai előadások, kiállítások, bemutatók és a Krampácsverseny meghozza a kedvet a pályavasút működésének megértéséhez és megismeréséhez – és a vasút szeretetéhez.

Szakmai előadások

Az előadások ugyanezen a helyszínen hangzottak el.

„Az üzemirányítás múltja, jelene és jövője a forgalmi szakmai területen belül” című előadásában Béres Barna forgalmi üzemirányítási osztályvezető bemutatta azt a folyamatot, amely a menetirányítás alapjainak II. világháború idején történő lerakásával, illetve a katonai vasúti szállítás miatt szükségessé vált menetirányítói diszpécserszolgálat kialakításával kezdődött. Mivel az 1960-as években a megnövekedett szállítási igények a közlekedés szervezésének központosítását igényelték, ekkor hozták létre a legmagasabb szintű felügyelet ellátó forgalomirányító szervezetet, valamint a vasútigazgatóságok székhelyein működő forgalomirányító részlegeket. Az 1990-es években az üzemirányító központok beolvadtak a forgalmi szakág szervezetébe, s megkezdődtek a központi

forgalom-ellenőrző (KÖFE) rendszer előkészületei, a 2000-es években pedig az Üzemirányító Központ a MÁV Zrt. hálózati hatáskörű irányító szervezete lett. Az osztályvezető elmondta, hogy napjainkban az üzemirányítás a Tervezés, Lebonyolítás, Operatív intézkedés (rendkívüli helyzetek kezelése), Felügyelet, Ellenőrzés, Elemzés szintjén végzi a forgalomszervezést és irányítást, valamint a vállalkozó vasúti társaságok diszpécserszolgálataival a kapcsolattartást. A jövőben a központi forgalomirányító (KÖFI) szakaszok nagymértékű növekedése várható a fővonalakon, 2025 után pedig már a vasúthálózatunk közel felét a KÖFI kezeli majd, ami azzal jár, hogy a forgalomszabályozás integrálódik a forgalomirányítás szervezetébe. Ebből várhatóan az következik, hogy egyrészt mind több lesz a személyzet nélküli szolgálati helyek száma, másrészt a forgalomszabályozást végző forgalomirányító központok fajsúlya is növekszik.

„Pályavasút és értékesítés – a számok és ami mögöttük van” című előadásában dr. Rónai Péter, a MÁV Zrt. Pályavasúti Szolgáltatások Igazgatóság igazgatója interaktív, hagyományosnak nem nevezhető előadásában mutatta be a szervezetet, annak helyét a MÁV Zrt.-n belül, a magyarországi pályaműködtetőket, vasútvállalatokat. Elmondta, hogy az Igazgatóság 2004-ben Értékesítési főosztályként alakult, s azóta működik változó névvel

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2017/5. számában, valamint a sinekvilaga.hu/ Mérnökportrék oldalon.

és fokozatosan bővülő feladatkörökkel. Szemléletesen érzékeltette a pályavasúti bevételek alakulását (a 93 Mrd Ft évenkénti hálózat hozzáférési díjbevétele napi 12 kg-nyi 20 ezer Ft-os bankjegyet jelent), s kitért a szabályozási környezetre is.

Tájékoztatta a hallgatóságot, hogy az Igazgatóság ügyfelei körében egytől ötig terjedő vevőelégedettségi indexszel méri a pályavasút tevékenységét. Ez a mérőszám, ami jelenleg négyes, egy olyan komplex mutató, amely a legfontosabb tényezőket mutatószámba sűrítve ad átfogó képet a MÁV Zrt. pályavasúti tevékenységének minőségéről.

Végül arról is beszélt, hogy az Igazgatóság továbbra is nagyon fontosnak tartja a vevői elégedettséget, a folyamatos kapcsolattartást a vasúti társaságokkal, hogy a felmerülő igényeket továbbra is az elvárható színvonalon tudja a MÁV Zrt. teljesíteni és bevételeit növelni.

„MÁV típusépületek és a herbicidek, avagy: Állomásaink épített és természetes környezetének fenntartási, üzemeltetési, fejlesztési kérdései” című előadásában az Ingtatlanüzemeltetési és magasépítményi igazgatóság munkatársai, *Renkóné Kókai Anikó* ingatlankezelési koordinátor és *Móczár Péter* projekt-előkészítési szakértő elmondta, hogy a vasúttársaság építésszei a költséghatékonyság figyelembevételével a létesítmények tipizálására, azonos minőségére és az állomási épületek egységes arculatának kialakítására törekednek. A típusterveknek köszönhetően az ország különböző pontjain egyforma állomásépületek láthatók. A típusépületek eltérő változatai, a végrehajtott átalakítások, felújítások az állomási épületek palettáját változatossá teszik, de ez az üzemeltetési feladatok elvégzését bonyolítja. A MÁV Zrt. – az egységes anyaghasználattal és műszaki megoldások alkalmazásával – nagy hangsúlyt fektet az egységes arculat kialakítására. Felújításoknál az Arculati kézikönyv garantálja az egységes megjelenést. Felújításkor törekszenek a műemléki jelleg megtartására, továbbá mind a külső, mind a belső terek rekonstrukciója során a mai kornak megfelelő üzemi és utasforgalmi helyiségstruktúra kialakítására.

Hangsúlyozták, hogy az épületek mellett meghatározó az utazóközönség és a lakosság számára az állomási környezetet alkotó zöldfelületek látványa, állapota, gondozása, mindez szintén az Igazgatóság feladata. Ennek érdekében végzik a vasúti pálya egyik fontos, sok-sok résztvevő-



A Borsodi Sínhajlító csapat (Fotó: Morvai Tamás)

seget magába foglaló karbantartási munkát, a vegyszeres gyomirtást. Kitértek a gyomirtás jelentőségére, a kezeléseket végző eszközparkra és kollektívára, a vonatkozó szabályozásra, a szükséges szakképesítésekre. Végül, de nem utolsósorban szó esett a gyomirtó szerekről és a kezelendő gyomnövényzetről. Összességében komoly szabályozás mellett, kötött üzemmenetben folytatott tevékenységről van szó, melyben a gyomnövényzet irtása a területenként változó gyomnövényirtás figyelembevételével valósul meg.

Kiállítások és bemutatók

A Nagycarnokban az érdeklődők megismerkedhettek a múlt és a jelen használati tárgyaival, eszközeivel, berendezéseivel, amelyek nagyban tükrözik a vasút fejlődését.

A Forgalmi Vontaközlekedési Információs Rendszer (FOR) a MÁV Zrt. Üzemirányítás legújabb, átfogó, valamennyi vonat közlekedésének irányítását támogató informatikai rendszere, amelyet megtekinthettek és kipróbálhattak az érdeklődők. A vonatok forgalomba helyezése után több állomáson keresztül lehetőség volt az engedélykérés, engedélyadás, vonatok érkezésének, indulásának, áthaladásának rögzítésére, a vonatok menetrendi adatainak megtekintésére.

A rendszer bemutatása mellett a gyerekeknek vasúti teszt is készült, melyben vasútföldrajzi, vasútüzemi és egyéb, vasúttal kapcsolatos kérdések megválaszolásával adhattak számot ismereteikről. A kisebb gyermekek nagyon sok szép, vasúttal kapcsolatos rajzot készítettek. A feladatok megoldásáért és a rajzokért a bátor résztvevők ajándékot kaptak.

A Baross Gábor Oktatási Központ (BGOK) bemutatta a Forgalmi Szimulátor Rendszert, amely 2010-től segíti a forgalmi szolgáltatók és biztosítóberendezést kezelők kiképzését, gyakorlati oktatását. A rendszer célja, hogy valósághoz közeli környezetben és helyzetben sajátíthassák el az új felvételek és a már képzett munkavállalók a lehetséges biztosítóberendezési hibák, zavarok, veszélyek, stresszhelyzetek esetén követendő eljárásokat. Lehetőséget biztosít új biztosítóberendezések üzembe helyezése előtt a vasútüzem veszélyeztetése nélkül zavarhelyzetek kipróbálására, szimulálására, kezelésére. A szimulációs rendszer minden forgalmi szolgáltatói és váltókezelői képzésnek a része.

Bemutatták az első magyar, nem oktatási céllal készített, TerVez2 vasútforgalmi szimulátort, mely élvezhető és játszható formában valósítja meg a „valós” vasúti forgalmat. A program moduláris felépítésű, külön tervezhető a vasútvonalak topológiája, melyhez helyszínrajz tartozik, azon megtekinthetők a váltó- és jelzőállások, valamint foglaltságok. Már most is többféle biztosítóberendezés szimulálására alkalmas. *Hajós Norbert* és lelkes csapata a folyamatos fejlesztés során tervezi Domínó 70 és elektronikus biztosítóberendezés alkalmassá tételére, valamint arra, hogy a kezdőktől a haladókon át egészen a fanatikus rajongók is használhassák. A játék során lehetőség van különböző biztosítóberendezési hibák (vonóvezeték-szakadás, jelzőzavar, váltómeghibásodás stb.) szimulálására is. A szoftver jelenleg előfizetéssel érhető el, további információkat a <http://tervez2.eu> vagy a <https://facebook.com/TerVez2> oldalon találnak az érdeklődők.

A forgalmi szakszolgálat 1970–80-as évekből és a mai kornak megfelelő mun-

köznyezetét mutatta be több mint húsz éve gyűjtött relikviáival *Kondor Balázs* szolnoki forgalmi csomóponti főnökség-vezető. A látogatók a többi között korabeli távközlő eszközöket, nyomtatványokat, a D.55 típusú biztosítóberendezés modelljét, irodai eszközöket, használati tárgyakat tekinthettek meg, és kipróbálhatták a MAEF típusú elektronikus jegykiadó gépet. Az V. Pályavasúti Nap alkalmából nyomtatott kérejjel szolgálhatták ki magukat az érdeklődők, melyet jegypénztári állomásnév- és keletbélyegzővel érvényesíthettek. A közel 2000 tárgy állandó kiállításként megtekinthető a szolnoki vasútállomás utascsarnokában, a nap 24 órájában.

Husonyicza Gábor nyugalmazott kazincbarcikai állomásfőnök jóvoltából, aki már fiatal vasutas korától igazi „értékmentőként” tevékenykedett, korabeli fotókat, iratokat, rangjelzéseket, kitüntetések, karszalagokat és egyenruhákat csodálhattak meg az érdeklődők. A kiállításon több kuriózumnak számító tárgy is szerepelt, egyebek között egy olyan fotó, ahol a mozdonyvezetők Kossuth-díjas egyenruhát viselnek, a 3. Vasutas Nap plakátja, amelyen *Sárdi János* érdemes művész látható egyenruhában, illetve a két világháború között a nagy állomásokon és határállomásokon szolgáló forgalmi szolgálattelvők részére készített fehér színű vasutas egyenruhák, továbbá Magyar Királyi Államvasúti rangjelzések és karszalagok.

Szabó Menyhért nyugalmazott mátészalkai személyügyi vezető gyűjtőmunkájának köszönhetően az érdeklődők betekintést nyerhettek a különböző jelzőlámpák, jelzőeszközök, LB (a helyi telep angol megnevezésének [Local Battery] kezdőbetűiről kapta a nevét – *a szerk.*) menetirányítói kisközpontok 1940-es évektől kezdődő fejlődésébe. Különböző iratokat, dokumentumokat, utasításokat láthattunk, amelyek jól tükrözik a vasút fejlődését. A teljesség igénye nélkül: volt 1886-ból származó „Útmutatás a váltóörök számára”; 1906-ból „13. sz. Utasítás pályafelügyelők számára”; 1935-ből „Vasúti jelzési utasítás”; 1940-ből „Hivatalos menetrend”; 1950-ből „Balesetelhárítási útmutató”; 1963-ból „Állomásfőnökök kézikönyve”. A tárgyak Mátészalka vasútállomáson, állandó kiállítás keretében megtekinthetők.

A szegedi Pályavasúti Területi Igazgatóság – lelkes csapata jóvoltából – két témával jelent meg a kiállításon. Az egyik

az átépített Békéscsaba állomás múltját és jelenét szemléltette képekben, a másik pedig a szegedi forgalomirányítás fejlődését mutatta be a papír-ceruza világától a modern KÖFI rendszerekig. A fényképek mellett megtekinthetők voltak a korabeli használati tárgyak és az egykori „panoráma” tábla egy-egy darabja is, a jelent pedig látványos videón ismerhették meg az érdeklődők.

A Fercom Systems Kft. jóvoltából kiállították azokat a korszerű, ipari kivitelű Motorola URH-készülékeket, melyeket a MÁV Zrt. megrendelésére szállítanak. Ezeket a készülékeket legfőképpen a vasúti járművek tolatásakor használják, ahol – a nagy igénybevétel, az egyszerű kezelhetőség, a minden körülmények között megbízható működés mellett – fontos a gyors kapcsolatfelvétel. Kiállították az egyéb kiegészítőket (külső hangszóró mikrofon, melltáska vagy bőrtok) is, melyekkel a használat könnyebbé, biztonságosabbá, gyorsabbá tehető. Láthatók voltak továbbá a ma nagyon népszerű USB-s falizatok, melyeket szerelvényekbe lehet utólagosan beszerezni az utazás kényelmének növelésére, világító tárcsás forgalomirányító vagy a nagy teljesítményű, könnyű, hordozható terméglámpák, különböző színű fényjelzések. Ezekkel a dolgozók munkája megkönnyíthető és biztonságosabbá tehető éjszakai javítás/karbantartás vagy azonnali beavatkozást igénylő helyszínen. További információt a www.fercomsystems.hu oldalon találhatnak az érdeklődők.

A Pályavasúti Szolgáltatások Igazgatóság kiállítóstandján egy „szabadulószober” játékkal próbálta beavatni az érdeklődőket a MÁV Zrt. pályahálózatán közlekedő vonatok hálózat-hozzáférési díja metodikájának meghatározásába. A feladványt sikeresen megoldók „Tiszteletbeli Értékesítő” titulust, sőt még csokoládét is kaptak. Ezenkívül kirakóval, memóriajátékkal, értékesítési totóval szórakoztatták a kicsiket és nagyokat, a jutalom pedig ajándék menetjegy volt a kerti vasútra.

A közelmúltban beszerzett és a pályafenntartás szolgálatába állított Unimog járművek apropóján a Nagycsarnok melletti területen kiállítottak két gépegységet. A hatféle különböző adapterrel felszerelhető gépek lehetővé teszik a vágányok melletti zöldterületek karbantartását, a vegyszeres gyomirtást, a felsővezeték ellenőrzését, javítását, télen a hóakadályok leküzdését, valamint a sínek csiszolását.

A Pályavasúti Nap alkalmából egy részűkaszával és űrszelvényvágó adapterrel felszerelt, statikusan kiállított Unimogot, valamint egy síncsiszolási tevékenységet végző Unimogot láthattak az érdeklődők.

Krampácsverseny

A Pályavasúti Nap élénk érdeklődéssel várt rendezvénye ezúttal is az Aranycsákány Krampácsverseny volt. Tekintettel arra, hogy a GYSEV Kanárik csapata tavaly harmadszor győzött, és ezzel végleg elnyerte az Aranycsákányt, idén új ciklus kezdődött, új Aranycsákányért versengtek a csapatok. Az idei verseny érdekessége volt, hogy a tavaly a győztes ellenében alulmaradt, s idén ismételt győzelmi esélyekkel indult, összeszokott miskolci **Borsodi Sínhajlító** egységgel szemben a többi induló új csapattal nevezett. Először szerepelt a versenyen a MÁV-HÉV **Gördülő Zúzottkövek** és a kecskeméti pft. **Kecskeméti Vitézek**, de a GYSEV **Acél Kolibri** és az FKG Kft. **Fehérvári Krampácsoló Gladiátorok** is új néven és új összetétellel szereplő társasággal jelentkezett.

A 9. alkalommal megrendezett verseny szabályai az előző évhez képest nem változtak, a kiírás is azonos feladat elvégzésére vonatkozott: csapatonként 2-2 aljcsereje volt, hagyományos kézi módszerrel, illetve kisgépes technológiával. Az értékelés szempontjai sem változtak (a végrehajtás ideje és aljanként, mindkét sínálatti vaksüppedés értéke).

Az idei verseny üde színfoltját jelentette, hogy azon, versenyen kívül részt vett a munkában szakmailag teljesen kívülállóknak tekinthető Pályavasúti Szolgáltatások Igazgatóság nőkből és férfiakból összeállított vegyes csapata, a **Papírcsákány**. Ők egy aljcserejét vállalták és mutatták be.

A hat csapat – a verseny előtt megtartott sorsoláson elnyert munkaterületen – mozdony kürtjelére kezdte a munkát. A csapatok bemutatását, az aljcsere, alávevés, vágányszabályozás nehéz fizikai munkáját, munkaeszközeit, a munka haladását *Ikker Tibor*, a GYSEV pályavasúti igazgatója közvetítette a vágányok mentén elhelyezkedő és a versenyzőket biztató munkatársaknak, családtagoknak, vendégeknek.

Ezúttal a verseny alatt végig szemerkélő eső is nehezítette a munkát, ennek ellenére az aljak csereje jól haladt. Az újoncok sem voltak megilletődve, próbáltak lépést tartani a versenyzésben már rutinos miskolciakkal. A versenyen kívül induló

V. Pályavasúti Nap a Füstiben



Fotók: Morvai Tamás és Szőke Ferenc

vegyes csapat – a közönség szimpátiáját, biztatását elnyerve – is szépen dolgozott, látszott, hogy jól felkészültek, és felkészítették őket a nem mindennapi feladatra.

A verseny közben a neves szakemberekből álló, *Virág István* pályaelésményi igazgató vezette zsűri árgus szemekkel figyelte a technológia betartását, a munkavégzés szabályosságát.

Miután a csapatok – 40–56 perc elteltével – készre jelentették a munkát, a „vasaló” mozdony alatti vaksüppedés mérési eredmények leolvasása után a zsűri értékelésre visszavonult, s elsősorban a ráfordított idő és a süppedésmérési eredmények összegzése, majd minimális szubjektív pontok odaítélése után kialakult a végeredmény.

A Krampácverseny győztese – a papírfornának megfelelően – 2016 után másodszor, a **Borsodi Sínhajlító** (PTIG Miskolc) csapata lett, így egy évig ők őrizhetik az Aranycsákányt. A *Herman Ottó* előmunkás által irányított csapat tagjai: *Benkő Csaba, Kömüves László, Tamás Zsolt, Balogh István, Horváth Lajos, Molnár Tibor, Kerek Zsolt, Borai Aladár, Bertalan Ferenc, Juhász András*. A csapat felkészítője

– csakúgy, mint a versenyen kívül induló, nagy közönségisikert aratott **Papírcsákány** gárdának – ezúttal is *Szilágyi Sándor* műszaki szakértő volt. Ők a többiekénél lényegesen rövidebb idő alatt végeztek, és a süppedésmérési eredményeik is kiválónak bizonyultak. Második helyen a GYSEV, harmadikon a Kecskemét Pft. végzett, negyedik a MÁV-HÉV, ötödik pedig az FKG Kft. csapata lett.

A versenyt követő ebéd után jó hangulatú koncertet adott a *Kis Marianna* zenekar, vasutasokból álló Restee zenekar.

A Pályavasúti Nap hivatalos programjának befejezéseként került sor a Krampácverseny és a hajtányverseny eredményhirdetésére, továbbá az egész nap értékelésére. Kiss Gábor forgalmi igazgató megköszönte az előadóknek, közreműködőknek, kiállítóknak, versenyzőknek a szakmai és szabadidős élményeket, s a Pályavasúti Napot a hagyományokhoz méltónak értékelte. Külön köszönetet mondott a szakmai program szervezőinek, a Vasúttörténeti Park vezetőinek és munkatársainak a színvonalas rendezésért. Majd átadta az Aranycsákányt, a díjakat, okleveleket, ajándékokat a győzteseknek

Molnár Márta a hatvani Széchenyi István Közgazdasági és Vasútforgalmi Szakközépiskolában érettségizett 1990-ben, vasútforgalmi szakon. 2007-ben a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen, közgazdász szakon szerzett diplomát. 1990 óta dolgozik a MÁV Zrt.-nél, ahol korábban forgalmi szolgálattelévő, forgalmi oktató, üzemmérnök volt. 2015-ben helyezték a MÁV Zrt. Forgalmi Főosztály Üzemirányítási osztályára. Jelenleg a Forgalmi Igazgatóság Forgalmi felügyeleti osztályán dolgozik, forgalmi szakértőként a Szegedi Pályavasúti Területi Igazgatóság területét felügyeli.

és helyezetteknek, illetve a rendezvény előkészítésében, lebonyolításában részt vevőknek.

Végül meghívta a jelenlévőket, hogy 2019 júniusának első szombatján ismét jöjjenek el a Vasúttörténeti Parkba, amikor egy újabb szakág mutatkozik be, illetve sor kerül a jubileumi, X. Aranycsákány Krampácversenyre. «



FEHÉR VILL-ÁM

15 ÉVE „Keresem a feszültséget...”

8000 Székesfehérvár, Szedres út 23.

Tel.: 06/30 839 0635 Fax: 06/22 300 118 e-mail: info@fehervillamkft.hu

25kV-os villamos felsővezeték átalakítása, építése • Villamos előfűtő telepek átalakítása, építése, javítása, karbantartása • Térvilágítás, energiaellátás kivitelezés • Villámvédelem

Jelentés a IX. Vasúti Hidász Találkozó Ajánlattevő Bizottságának munkájáról

A Bizottság a IX. Vasúti Hidász Találkozón öt pontban összefoglalva, ajánlásokat fogalmazott meg. Ezeket számba véve vizsgáltuk meg az ajánlások teljesítését.

1. A vasúti hidász szakma elismeri és nagyra értékeli a Vasúti Hidak Alapítvány alapító okiratában lefektetett célkitűzések helyességét, és a megvalósításuk érdekében kifejtett munkát. Az alapítvány továbbra is munkálkodik e célok megvalósításán.

Az ajánlás címzettje: *Vasúti Hidak Alapítvány*

- Az előző, 2015. évi konferencia óta két szakmai napot szervezett az Alapítvány. Két Korányi-díjat (*Virág István, Legeza István*), két szakmai nívódíjat (*Kiss Józsefné, Tarján Ferenc*), egy diplomatervezői díjat (*Garai Dávid*) és egy elismerő oklevelet (*Tóth Zoltán*) adtuk át. Az Alapítvány tagjai több rendezvény szervezésében vagy előadónként vettek részt.

2. A hidak eddigi tervezési, diagnosztikai és felújítási tevékenységéhez hasonlóan kapjon nagyobb hangsúlyt az alépitményi szakterület is, amelyet szakirodalmi, oktatási, utasítási és segédletalkotási tevékenységgel kell támogatni. Az ajánlás címzettje: MÁV Zrt. PÜF Híd és alépitményi osztály.

A *Sínek Világa* a MÁV Zrt. szakmai vezetésével közösen állítja össze a lapkiadási tervet, ennek köszönhetően alépitmény-diagnosztikai kérdésekkel bőven foglalkozott a szakirodalom, így a szakmai folyóiratban alépitményi témákkal kapcsolatban az ajánlások szellemében több cikk jelent meg.

- *Dr. Gálos Miklós:* Zúzottkő ágyazat viselkedésének megítélése a szemszerkezeti tulajdonságai alapján. *Sínek Világa*, 2016/4. sz.
- *Pótári Zoltán:* Megújult kiadással ünnepeljük a MÁV Alépitményi Utasítás 90. születésnapját. *Sínek Világa*, 2016/5. sz.
- *Dr. Fischer Szabolcs, Szatmári Tamás:* Georácsokkal és geokompozitokkal erősített szemcsés rétegek laboratóriumi vizsgálata. *Sínek Világa*, 2016/6. sz.
- *Gönczi Emese, Szatmári Tamás:* Geoműanyagok alkalmazása a vasúti alépitményi földműben, 2. rész. *Sínek Világa*, 2016/5. és 2017/1. sz.
- *Hudacsek Péter, dr. Koch Edina, Szilvágyi Zolt, Wolf Ákos:* Kisnyílású műtárgyak csatlakozó szakaszainak vizsgálata. *Sínek Világa*, 2017/2. sz.
- *Gönczi Emese, Sándorné Ór Erzsébet:* Radarral detektálható geotextília diagnosztikai tapasztalatai.

- Az oktatás, továbbképzés területén is hangsúlyt kapott az alépitmény-diagnosztika, így a szakmai napokon és a mostani konferencián is helyet kaptak ezek az előadások.

- Az utasítások korszerűsítésénél nagy hangsúlyt kapott az alapozás geotechnika. Az új hídszabályzat kidolgozásánál (amiben az Ajánlattevő Bizottság és az Alapítvány szakemberei is részt vettek) legnagyobb változtatás, korszerűsítés, előrelépés ezen a területen történt a korábbi szabályzatokhoz képest.

3. Napjainkban nem biztosított a vasúti hídépítő technikus- és szakmunkásképzés. Különösen igaz ez akkor, amikor az európai uniós források jelentős részét közlekedésépítési beruházásokra fordítják. A technikus-képzés színvonala feleljen meg a mai kor követelményeinek. A MÁV Zrt. vezetése ennek előmozdítása érdekében tegyen meg minden lehetséges intézkedést.

Az ajánlás címzettje: MÁV Zrt. PÜF Híd és alépitményi osztály

- A MÁV Zrt. 2017-ben a Vasúttörténeti Parkban nyílt napot szervezett a pályakezdő fiatalok részére, ezen a szakmai vezetés mellett az alapítvány is részt vett.
- *Tóth Axel Roland* a MÁV Zrt. híd és alépitményi osztályvezetője részt vett a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara által összefogott OKJ-képzések kerettantervének át- és kidolgozásában. Ennek keretében a Hídépítő és fenntartó technikus szakképesítés tekintetében a modulok, a szakmai és vizsgakövetelmények, valamint a kerettantervet aktualizálták, korszerűsítették. A munkába több, építőipari technikus képzést is folytató oktatási intézményt is bevontak.

4. A Vasúti Hidász Konferenciák előadásainak sorába a jövőben illesszünk be történeti visszatekintésként olyan előadásokat is, amelyek nagynevű hídtervezőkről, hídépítőkről szólnak, életútjuk és jelentősebb munkáik bemutatásával.

Az ajánlás címzettje: *Vasúti Hidak Alapítvány*

- A MÁV História Bizottság szervezésében 2016-ban tartott konferencián előadást tartott az Alapítvány részéről *Vörös József*, a Szerterfalva–Déda vasútvonal építéséről és az építkezésben részt vevő neves szakemberekről. Az előadáson elmondottakról részletes

cikk jelent meg a *Sínek Világa*, 2017/2. számában.

- 2017. október 25-én a Hidászokért Egyesülettel és a Magyar Mérnöki Kamarával közösen Feketeházy-emlékülést tartottunk Komáromban. Előadást tartott *Vörös József Feketeházy János* munkásságáról. Ezután Vágsellyén, Feketeházy szülővárosában koszorúzáson vettünk részt. Az eseményről Rege Béla Beszámoló a Feketeházy János-emlékülésről című írása jelent meg a *Sínek Világa* 2018/1. számában.).
- *Dr. Zsákai Tibor* 2018. május 17-én előadást tartott a MÁV História Bizottság konferenciáján a *Sínek Világa* 60 éves jubileuma alkalmából „A Sínek Világa a vasúti infrastruktúra fejlődésének szolgálatában” címmel. Itt szakterületként megemlékezett azokról a nagy tudású szakemberekről, tudósokról, akik nemcsak munkásságukkal, hanem írásaikkal is hozzájárultak a fejlődéshez. Az előadás anyaga a *Sínek Világa* 2018/2. számában megtalálható.
- A mostani, X. Vasúti Hidász Találkozó Sztankó Nikolett MÁV Zrt. ÜVIGHSZ Budapesti Pályavasúti Területi Igazgatóság hídász szakaszmérnöke előadást tart A Déli összekötő vasúti Duna-híd múltja címmel, amelyben megemlíti a híd neves tervezőit.

5. Az ajánlások időarányos teljesítését az Alapítvány bevonásával évente egy alkalommal közös megbeszélésen tekintse át a MÁV Zrt. PÜF Híd és alépitményi osztály.

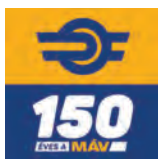
- Az ajánlások évenkénti időarányos teljesítését a MÁV Zrt. PÜF Híd és alépitményi osztály vezetése az Ajánlattevő Bizottság elnökével, az Alapítvány kuratóriumával évenként áttekintette. Az értékelés – a kor színvonalának megfelelően – e-levelezés útján történt. A bizottsági tagok (témafelelősök) írásban adtak számot vállalásaik, feladataik teljesítéséről.

Összegezve a beérkezett jelentéseket, rögzíthetjük, hogy az ajánlások címzettjei maradéktalanul és lelkiismeretesen teljesítették a kitzított feladatokat.

A bizottság elnökeként megköszönöm a végrehajtásban részt vevők munkáját.

A bizottság tagjai:
Bárdosi László
Erdődi László Zoltán
Karácsony Tamás
Legeza István
Virág István

Az Ajánlattevő Bizottság elnöke:
Bánkúti Gyula



A 68. Vasutasnap alkalmából kitüntetett munkatársaink

Közlekedésért érdemérem:

Révészné dr. Csehy Erzsébet pályahálózat-működtetési jogi vezető, MÁV Zrt. Jogi Igazgatóság

A Vasút Szolgálatáért arany fokozat:

Fonyó Sándor hidász szakaszmérnök, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szombathely, Pályafenntartási Főnökség Szombathely

Lakos György vasútüzemeltetési és cargokoordinátor, MÁV FKG Kft. Műszaki Üzletág, Vasútüzemeltetés Koordináció

Lendvai Ernő vezetőmérnök, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Ferencváros

Szigethy Tamás pályalétesítményi szakértő, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Pécs, Területi Pályalétesítményi Osztály

A Vasút Szolgálatáért arany fokozat posztumusz:

Pincsák László vonalgonozó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Miskolc, Pályafenntartási Főnökség Miskolc, Pályafenntartási szakasz Hidasnémeti

A Vasút Szolgálatáért ezüst fokozat:

Arucknecht Csaba előmunkás, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szeged, Pályafenntartási Főnökség Kecskemét, Pályafenntartási szakasz Kecskemét

Oláhné Mészáros Edit műszaki szakelőadó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Debrecen, Területi Pályalétesítményi Osztály

Plander Attila vasútüzemi csoportvezető, MÁV KfV Kft.

Tanka Lajos építészvezető, MÁV FKG Kft. Debreceni Fő-építészvezetőség

A Vasút Szolgálatáért bronz fokozat:

Tóth Imre diszpécser, MÁV FKG Kft.

Vasúti Munkagép-üzemeltetési Diszpécser szolgálat

Elnök-vezérigazgatói dicséret:

Both Tamás pályavasúti szakértő, MÁV Zrt. Üzemeltetési Vezérigazgató-helyettesi Szervezet, Üzemeltetési működéstámogatás

Görög Beáta műszaki igazgatóhelyettes, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szeged

Kiss László infrastruktúra-üzemeltetési igazgató, MÁV-HÉV Zrt. Infrastruktúra-üzemeltetési Igazgatóság

Sándor István pályalétesítményi szakértő, MÁV Zrt. Pályalétesítményi Igazgatóság

Szűcs Károly műszaki szakelőadó, MÁV Zrt. Beruházás lebonyolító igazgatóság

Váradi János főpályamester, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Szolnok, Pályafenntartási szakasz Monor

Varga Péter infrastruktúra-fejlesztési szakértő, MÁV Zrt. Infrastruktúra-fejlesztési Igazgatóság

Vezérigazgatói dicséret:

Vágó István pályafenntartási szolgálatvezető, MÁV-HÉV Zrt. Pályafenntartási Szolgálat

Vezérigazgató-helyettesi dicséret:

Ballabás György vonalgonozó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Budapest Észak, Pályafenntartási szakasz Rákosrendező

Boros István vonalgonozó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Pécs, Pályafenntartási Főnökség Dombóvár, Pályafenntartási szakasz Kaposvár

Erdélyi Zoltán egyéb vasúti járművezető, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szombathely, Pályafenntartási Főnökség Szombathely, Pályafenntartási szakasz Celldömölk

Frank László egyéb vasúti járművezető, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Győr, Pályafenntartási szakasz Győr

Győri Tamás egyéb vasúti járművezető, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szeged, Pályafenntartási Főnökség Kecskemét, Pályafenntartási szakasz Kecskemét

Kántor László kitérőlakatos, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Debrecen, Pályafenntartási Főnökség Nyíregyháza, Pályafenntartási szakasz Fényeslitke

Kis László előmunkás, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Ferencváros, Pályafenntartási szakasz Rákos

Kovács Csaba pályamunkás betanított munkás, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Szeged, Pályafenntartási Főnökség Békéscsaba, Pályafenntartási szakasz Békéscsaba

Nyalka János előmunkás, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Debrecen, Pályafenntartási Főnökség Debrecen, Pályafenntartási szakasz Debrecen I.

Siba János vonalgonozó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnökség Székesfehérvár, Pályafenntartási szakasz Pusztaszabolcs

Szabó György vonalkezelő, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Miskolc, Pályafenntartási Főnökség Miskolc

Szava Gyula vonalgonozó, MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Igazgatóság Pécs, Pályafenntartási Főnökség Pécs, Pályafenntartási szakasz Bátaszék

Turtóczki Tibor tengelyátszerelő, Pályavasúti Területi Igazgatóság Debrecen, Tengelyátszerelési Főnökség Záhony, Tengelyátszerelő üzemegység Záhony

Gratulálunk a kitüntetetteknek, továbbbi munkájukhoz sok erőt és jó egészséget kívánunk.



Concrete Canvas® (CC) betonpaplan, a feltekerített beton

A betonpaplan nyers állapotában tekercsekben szállított, flexibilis, speciális cementkeverékkel impregnált 3D-s szövet, mely hidratálása után vékony, tartós, nagy terhelhetőségű, víz- és tűzálló szálerősített kéregbetonná szilárdul. Az alsó felületére felvitt PVC-réteg vízzáró szerkezet kialakítását teszi lehetővé ($k < 10-9$ m/s; CC Hydro: $k < 10-12$ m/s).

Hidratálásához bármilyen víz alkalmas, túlhidratálni nem lehet, így akár vízben, akár víz alatt is alkalmazható.

A betonpaplant 5, 8 és 13 mm-es vastagságban, 1, illetve 1,1 m szélességű, kézben szállítható, ~70 kg súlyú kis-tekercs és ~1,5 t súlyú nagytekercs formában gyártják.

Az ÜBE-engedéllyel is rendelkező betonpaplan leggyakoribb felhasználási területei a vasútépítésben:

- Árok-, csatorna-, átereszt- és töltésburkolás (1. kép)
 - Flexibilitása révén könnyen burkolhatók vele torz és összetett formájú felületek, surrantók, kanyarulatok, be- és kitorkollások, árokcsatlakozások (2. kép)
- Erózióvédelem, rézsűvédelem (3. kép)
 - Meredek, akár függőleges felületre is rögzíthető, így egyedi megoldásokat kínál munkagödrök falazatához,

munkatér-határoláshoz, töltésekhez vagy egyéb rézsűvédelmi igényekhez.

- Növénytársítás elleni védelem (4. kép)
 - Gyökerek és állatok okozta károk megakadályozása.

Előnyök a vasútépítésben

Kivitelezés, illetve vágányzár szempontjából lényeges tényezők:

- gyors és egyszerű alkalmazás, akár 200 m²/óra terítési sebességgel fektethető;
 - minimális az eszköz- és munkagépigény;
 - nem igényel szakképzett kivitelezői munkaerőt.
- Munkaterület és organizációs szempontok:
- méretre szabható és kézben is szállítható tekercsek;
 - nehezen megközelíthető, szűk területeken is alkalmazható;
 - esőben, rossz időjárási körülmények között is beépíthető.
- Üzemeltetés, fenntartás:
- felülete kézzel, géppel egyszerűen tisztítható.



1. kép. Árokburkolás



2. kép. A betonpaplan flexibilitása



3. kép. Rézsűvédelem



4. kép. Növénytársítás elleni védelem

Elismerés – UK Rail Industry Award *

A termék számos szakmai díja és elismerése mellett 2014-ben a Cost Base Reduction (Építési költségcsökkentés) kategóriában elnyerte az Egyesült Királyság Vasút Iparági Díját (UK Rail Industry Award).

Richard Wade, a UK legnagyobb mély-, közmű- és speciális vasútépítési anyagok beszállítójaként számontartott Keyline Ltd. vasúti üzletági vezetője:

„Minden szakembernek és vállalkozásnak ajánljuk a szektor egyik leginnovatívabb, csúcsmínőségű termékét. Kivitelezőink visszajelzései szerint építési és javítási tevékenységük során a CC alkalmazása a költségek csökkentése mellett növelte munkájuk hatékonyságát, mindezt környezetkímélő módon, a környezetre gyakorolt hatások jelentős csökkenése mellett.”

A bírálóbizottságot nemcsak a kivitelezés egyszerűsége és gyorsasága győzte meg, hanem olyan előnyök is, mint a

- a vágányok mellett végzett munka biztonságának növekedése;
- a munkaterületen töltött idő, vágányzári idők – beépítésnél a vasútüzem működésének zavarása vagy korlátozása, az utasok számára okozott kellemetlenségek – csökkenése.

Összefoglalás

A betonpaplannal – mint új betontechnológiával – építési, felújítási és állagmegóvási munkákban a hagyományos technológiákhoz képest időt és költséget takaríthat meg. Erózióvédelmi, csapadékvíz-elvezetési, növénytársítás elleni feladatoknál, nehezen hozzáférhető munkaterületeken, szűk idő és emberi erőforrások esetében kiemelten költséghatékony megoldást nyújt.

* <https://railway-news.com/concrete-canvas-cement-its-reputation-with-top-rail-award/>



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

Adószám

Bankszámlaszám

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + 5% áfa

Fizetési mód: átutalás (az igazolószelvény másolata a megrendelőlaphoz mellékelve).

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem a fenti címre eljuttatni.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Infokommunikációs és technológiai rendszerek főigazgatóság, TEB főosztály Technológiai központ, 1063 Budapest, Kmety György utca 3.

Kapcsolattartó: Gyalay György

Telefon: (30) 479-7159 • gyalay.gyorgy@mav.hu

(Amennyiben lehetősége van, kérjük, a www.sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el megrendelését.)

ISSN 0139-3618

Címlapkép: A Székesfehérvár–Szombathely vasútvonal sárvári Rába-hídja (Drónfotó: Zeke Balázs Győző)

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és híd szakmai folyóirata
A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) által akkreditált folyóirat

Kiadja az Üzemeltetési vezérigazgató-helyettesi szervezet,
Pályalétesítményi igazgatóság
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.
www.sinekvilaga.hu

Felelős kiadó Virág István
Szerkeszti a szerkesztőbizottság
Főszerkesztő Vörös József
A szerkesztőbizottság tagjai

Both Tamás, dr. Horvát Ferenc, Szőke Ferenc, Virág István
Korrektor Szabó Márta
Tördelő Kertes Balázs
Grafika Biró Sándor

Nyomdai előkészítés a Kommunik-Ász Bt. megbízásából
a PREFLEX' 2008 Kft.

Nyomdai munkák PrintPix Kft.

Hirdetés 200 000 Ft + áfa (A/4), 100 000 Ft + áfa (A/5)
Készül 1000 példányban



World of Rails

Professional journal of track and bridge at Hungarian State Railways Co.
Journal accredited by Bay of Hungarian Scientific Works (MTMT)

Published by MÁV Co. Operational general manager-assistant organization Track Establishment direction
54–60 Könyves Kálmán boulevard Budapest Post Code 1087
www.sinekvilaga.hu

Responsible publisher István Virág
Edited by the Editorial Committee
General Editor József Vörös

Members of the Editorial Committee

Tamás Both, Dr. Ferenc Horvát, Ferenc Szőke, István Virág
Reader Márta Szabó

Layout editor Balázs Kertes

Graphics Sándor Biró

Typographical preparation Preflex 2008 Ltd mandated by Kommunik-Ász Bt.

Typographical work PrintPix Ltd.

Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)

Made in 1000 copies