

SÍNEKVILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA



SF02 W-FS VASÚTI-KÖZÚTI SÍNMARÓ MUNKAGÉP

Járműterhelés automatikus mérése • Átmeneti szakasz kialakítása ágyazatragasztással, eltérő függőleges merevségű pályaszakaszok csatlakozásánál • Villamos vontatójárművek és motorvonatok vontatási energiafogyasztása • Lassújelek hatásai a vasúti közlekedés költségeire • Sínmarás és -csiszolás a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalon • A tűzihorganyzás – Technológia és bevonat (1. rész) • Hajtányok, sínautók



2013 1

Ára: 1200 Ft



Vasúti és városi közlekedés infrastruktúrájához váltók, kitérők, átszelések és egyéb felépítményi szerkezetek gyártása
3200 Gyöngyös, Gyártelep utca 1. • Tel.: (37) 312-270 • Fax: (37) 316-179 • Honlap: www.vamav.hu



A KVE a
Nemzetközi
Vasutasmisszió
(IRM)
tagszervezete.



2013. augusztus 1-8.

az IRM
szabadidő hetére

MEGHÍVÓ

BALATONSZÁRSZÓN
a Református Egyház
SDG Konferenciaközpontjába

www.railway-mission.eu

info@railway-mission.eu

KEDVES OLVASÓK! VASUTASOK!

Csatlakozzatok és adományokkal támogassátok a Keresztény Vasutasok Egyesületét!

dr. Baráth Éva elnök (T: 36-1-386 4523; 36-20- 775 3113; barathe45@t-online.hu)
Somody Árpád társelnök (T: 36-1-368 3648; 36-30-606 1236; somiapo@gmail.com)
dr. Ercsey Zoltán képviselő (T: 36-1-222 2560; 36-30-370 9708; info@e4.hu)

**Hívunk az egyesületbe, hogy egyek legyünk a szeretetben és az igazságban,
a bizalmatlanság és a megosztottság helyett.**

Postacím: Keresztény Vasutasok Egyesülete, 1113 Budapest, Karolina út 47.
Bankszámla: Kincsi Bank Zrt Pesti Fiók 73200165-11214898

TARTALOM

Vörös József – Köszöntő	1
Szemerey Ádám – Járműterhelés automatikus mérése	2
Dr. Horvát Ferenc, Major Zoltán – Átmeneti szakasz kialakítása ágyazatragasztással, eltérő függőleges merevségű pályaszakaszok csatlakozásánál	6
Dr. Fischer Szabolcs – Villamos vontatójárművek és motorvonatok vontatási energiafogyasztása	13
Dr. Ercsey Zoltán, Kisteleki Mihály, Vincze Tamás – Lassújelek hatásai a vasúti közlekedés költségeire	19
Boda Tamás, dr. Joó Ervin, Sándor Ferenc – Sínmarás és -csiszolás a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalon	27
Antal Árpád – A tűzihorganyzás – Technológia és bevonat (1. rész)	32
Halmi Antal – Hajtányok, sínautók	38

INDEX

József Vörös – Greeting	1
Ádám Szemerey – Automatic measurement of vehicle loading	2
Dr. Ferenc Horvát, Zoltán Major – Forming the transition section by ballast gluing at the connection of track sections with different vertical stiffness	6
Dr. Szabolcs Fischer – Traction energy consumption of electric locomotives and electric multiple units	13
Dr. Zoltán Ercsey, Mihály Kisteleki, Tamás Vincze – Effects of speed restrictions on the costs of railway transport	19
Tamás Boda, dr. Ervin Joó, Ferenc Sándor – Rail milling and rail grinding on Budapest–Hegyeshalom railway line	27
Árpád Antal – Hot-galvanizing – Technology of galvanizing (Part 1)	32
Antal Halmi – Draisines, railcars	38

Köszöntő

Köszöntöm kedves olvasóinkat idei első számunk megjelenése alkalmából. Az előző évre visszatekintve, mozgalmas esztendő tudhatunk magunk mögött; számtalan évforduló, rendezvény, szervezetenkénti változtatás tette változatossá és emlékeztetővé a 2012. évet. Ezekről az eseményekről lapunkban részletesen beszámoltunk. Kétszemes cikkben ismertettük a MÁV tisztképzés 125 éves múltját, megemlékeztünk a magyar mérnökképzés 230 évéről és bemutattuk a Pécsi Tudományegyetemen folyó építőmérnökképzést. A Pályalétesítmenyi Főosztály szervezetei közül bemutatkozott a Műszaki Előkészítő Osztály, a Híd és Alépítmenyi Osztály, valamint a Pályalétesítmenyi Technológiai Osztály. Összevont dupla számban tettük közzé a Pécsen megrendezett VIII. Vasúti Hidász Találkozó előadásait. Emellett természetesen beszámoltunk a tavaly megvalósult műszaki fejlesztésekről és jelentős beruházásokról.

Az idei év várhatóan sok új változást, feladatot és eseményt hoz, amelyekről szeretnénk időben és folyamatosan tájékoztatni olvasóinkat. Az új szervezeti változások, a megvalósult beruházások ismertetése számunkra ugyanolyan fontos, mint az, hogy beszámoljunk a műszaki fejlesztésekben elért eredményekről. Arra törekszünk, hogy a szakmai területeket bemutató témák – a szakmák súlyának megfelelően – arányosak legyenek. Nem felejtkezünk meg a visszatekintő írások megjelentetéséről sem, hiszen a múlt sikerei, eredményei a visszaemlékezés mellett segíthetnek mai feladataink megoldásában is.

Idén lép a Sínek Világa az ötvenötödik évfolyamába, ami arra kötelez bennünket, hogy továbbvigyük azt a küldetést, amelynek szellemében lapunkat eddig is szerkesztettük. Vagyis fontosnak tartjuk az új műszaki ismeretek átadását, a pályavasút napi tevékenységének bemutatását, a rendeletek, előírások naprakész ismertetését, továbbá a múlt eddig feláratlan részleteinek felvillantását. Szeretnénk, ha a cikkek szerzői között – az előző évekhez hasonlóan – minél több fiatal lenne. Ez nagymértékben hozzájárulna ahhoz, hogy az olvasók megismerjék a fiatal szakemberek munkáját, ugyanakkor a pályakezdő fiataloknak mércét és sikert jelenthet írásuk megjelenése.

A számtalan teendő és feladat mellett ezekkel a gondolatokkal kívánok valamennyi olvasónknak sikeres, boldog új évet, munkájukhoz sok erőt és egészséget.

Vörös József



Járműterhelés automatikus mérése

Szemerey Ádám*

műszaki szakértő

MÁV Zrt. Debreceni TPK,

Nyíregyházi Pft. Alosztály

✉ szemereya@mavrt.hu

☎ (1) 513-4187, (30) 953-4155

A vasúti pálya biztonságos állapotának fenntartását és ellenőrzését szolgálja a pályafelügyeleti tevékenység, és ezen belül az objektív adatokat szolgáló gépi mérések, valamint azok számítógéppel történő kiértékelése. Ehhez hasonlóan fontos, hogy a közlekedő vonatok mozgásáról, a pályára átadódó terhelésről is rendelkezünk naprakész adatokkal, sőt rendellenesség esetén akár másodperceken belül a beavatkozás helyére is eljussanak ezek az adatok.

Az Osztrák Szövetségi Vasúttársaság (ÖBB) 2004-ben olyan mérőállomásokat állított rendszerbe, melyek feladata az adott mérőhelyen áthaladó vonatokról minden szükséges adat begyűjtése. A Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (HBM), az ÖBB-Infrastruktur Bau AG és a Bécsi Műszaki Egyetem közös fejlesztésében elkészült Argos-System nevű rendszer alkalmas arra, hogy a szükséges adatokat mérje, tárolja, értékelje, e-mailben továbbítsa, illetve mérhetőáron túli értékek esetén automatikusan riassza a következő vasútállomást.

A rendszer méri a járműterhet, a tengelyterhelést és külön-külön, az egyes kerek okozta terhelést, a keréklapulást, az egyenetlen járműmozgást, illetve érzékeli, ha siklott jármű halad el fölötté. Ezeken kívül leolvassa minden elhaladó jármű azonosító számát, méri a zajszintet és az esetleges sugárzást is. Külön érzékelőket telepítettek a vágány mellé, hogy a vonatok okozta talajmozgást is regisztrálják. A mérőhelyre telepített konténerben található az adatrögzítéshez, az adat-továbbításhoz, valamint a kiértékeléshez szükséges műszerek és számítógépek.



1. ábra. A mérőhely és a mérőállomás

A győri Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar Közúti és Vasúti Jármű Tanszéke dr. Kiss László vezetésével és tolmácsolásával 2012. október 5-én szakmai kirándulást szervezett Bécsbe. A látogatás célja az automatikusan működő mérőállomás megismerése és működés közbeni bemutatása volt. Az ÖBB részéről Paul Zaji, az ÖBB Járműengedélyezési területének nyugalmazott vezetője fogadta csoportunkat.

A szakmai kirándulás során a deutschwagrami mérőállomást (1. ábra) tekintettük meg, mely Bécsből északkeletre, a Bécs–Bréclav–Brno–Prága kétvágányú, villamosított, 140 km/h sebességre kiépített vasútvonal mellett található.

A mérőállomás mellett a jobb vágány kb. 50 m hosszú szakaszán vannak elhelyezve a különféle érzékelők (sugárzás, zaj- és rezgésmérők) a síngerincen és a sínalján, a sínfej külső oldalán (2. ábra), a különleges kialakítású keresztaljakban, illetve a vágány külső oldalán a te-
repen.

A speciális ragasztóval felhelyezett mérőfejeket munkapadon ragasztották a sín-szálra, mert így biztosítható a rázkódásmentes száradás, illetve jelentősen rövidíthető a beépítéshez szükséges vágányzári idő (6+2 óra). Az előkészített és felszerelt sín-szál becserélése és behegesztése rövid éjszakai vágányzárban elvégezhető, majd másnap a vágány gépi szabályozása is megtörténhet. A kábelek bekötése és a mérőállomás üzembe helyezése már nem zavarja a forgalmat.

A mérőrendszer kialakítása és működése

A tervezési alapelvek szerint a mérésnek folyamatosnak kell lennie, a forgalom és a pályafenntartás zavarása nélkül. Az érzékelőknek a vasúti pályán és/vagy a pályában kell lenniük, s nem a járműveken.

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon vagy a Sínek Világa 2012/2. számában.



2. ábra. A sínszállakra ragasztott érzékelők, a rezgésérzékelő a sínfejen és a tengelyszámláló a sínkamrában

A mérések pontossága folytán olyan objektív értékekhez kell jutni, melyek összehasonlíthatók az érvényes mérőhatárokkal. A mért adatokat önműködően kell feldolgozni és továbbítani, illetve mérőhatáron túli, mért értékek esetén alkalmasnak kell lenni a megfelelő riasztásra. A berendezésnek 300 km/h-s sebességig, sebességcsökkentés nélkül kell megbízható adatokat szolgáltatni.

Első lépésként a kisiklásérzékelőt fejlesztették ki (Argos Level 1). A keresztaljakra és a sínszállakhoz erősített eszköz (3. ábra) folyamatosan ellenőrzi az elhaladó vonatokat. Úgy alakították ki, hogy az aljak fölött – de úrszelvényen kívül – legyen, hogy ne akadályozza sem az ágya-

zati munkát, sem a gépi szabályozást, ezen felül minden kapcsolószer mellett alkalmazható. Beépítését olyan helyek: alagutak, hidak, állomások és ágyazat nélküli vágányszakaszok elé javasolják, ahol különösen nagy kárt okozna egy siklás.

A második egység feladata a járművek és a rakomány folyamatos ellenőrzése (Argos Level 2). A tehererőt (Q) méri kerekenként, ebből számolja a tengelyterhelést és a járműterhet, illetve a külpontos rakományt, és a terheletlen kereket is érzékeli. Az oldalerő (Y) mérésével a billenési tényező is kiszámítható. Emellett figyeli a kerék futófelület-hibáit és egyenetlenségeit (kipattogzás, lapultság, szennyeződés, külpontosság stb.) is.



3. ábra. A kisiklásérzékelők

Ehhez a méréshez a sínszállakon minden aljközben vannak érzékelők, és még 10 db speciális kialakítású alj is található a pályában. Az aljak és az alátétlemezek külön mozoghatnak, így az aljakba épített érzékelők rögzítik az egyes kerekek okozta terhelést, majd a program kiszámítja az összes további értéket és összehasonlítja a mérőhatárokkal. A 12 m hosszban, minden aljközben elhelyezett érzékelők szükségesek a kerékegyenetlenség nagy pontosságú méréséhez, mert minden kereknek legalább háromszor teljesen körbe kell gördülnie ezen a vágányszakaszon.

A mérés után 5 másodperccel már minden adat rendelkezésre áll, úgy a mérőkonténerben, mint az ellenőrző központban. A statisztika szerint a kerekhibák legalább 95%-át kiszűri ez az egység. Ezeknek az adatoknak a segítségével jelentősen csökkenthető, illetve megelőzhető a nagyobb kár mind a rakományban, mind a járművekben és/vagy a pályában.

A harmadik egység (Argos Level 3) feladata a kisiklásbiztonság folyamatos ellenőrzése a pályára és a sínre ható függőleges és vízszintes erők mérésével, illetve az ezek hányadosából (Y/Q) számolható együtthatók elemzésével. Érzékeli a teherközéppont eltérését és a túlterhelést (ΣY), majd kritikus értékek esetén vészjelzést küld – a haladási irányban megfelelően – a következő állomásra, ahol legfeljebb 20 perc alatt kisorozzák az érintett kocsit a szerelvényből, a vonat pedig haladhat tovább.

Az adatok értékelésével jelzést ad a járművek és a pálya állapotváltozásáról, illetve a szükséges beavatkozásokról. Például folyamatosan követi a kapcsolószerkezet rugalmasságát, az aljak rezgését és rezgés-változását, valamint az ágyazat csillapító hatását. Ezekből az adatokból statisztikai halmazokat képez, melyek segítségével a romlási folyamatok jól követhetők, illetve megelőzhetők vagy lassíthatók.

A bizonytalan járműfutás méréséhez 50 m hosszban kell felszerelni az érzékelőket (1. ábra) minden második aljközben.

Íves pályán a mérések alapján elemzi a forgószámolyra ható vízszintes erőket, ezen keresztül az ívbé állást, továbbá érzékeli a terheletlen kerekeket is.

Ehhez a szinthez tartozik a zaj- és rezgésmérő egység. Fantázianeve ACRAMOS (ACoustic RAILway MONitoring System). Elsődleges feladata az elhaladó jármű okozta zaj és rezgés mérése. Miután a rendszer ezzel egy időben rögzíti az elha-

ladó kocsí adatait is, minden gond nélkül beazonosítható a megengedettnél nagyobb rezgést és/vagy zajt okozó tengely, illetve jármű (4. ábra). Az együttes mérés az egyéb zavaró zajok (szél, eső, hó stb.) kiszűrését is lehetővé teszi. Az egységhez 4 db, a különféle időjárési viszonyokat jól tűrő mikrofon és 4 db rezgésérzékelő tartozik (1. és 2. ábra).

Az elhaladó járművek keltette zaj mérése mellett a pályával párhuzamosan, attól 8 és 16 m-re elhelyezett mérőműszerek a vasúti közlekedés okozta talajrezgéseket és azok terjedését, illetve csillapodását is mérik. Ezeket az egységeket a piros-fehér oszlopokkal megjelölt aknában helyezték el.

A pályát érő hatások mérését kiegészíti a sugárzásmérő (5. ábra). Érzékenysége jellemző, hogy ha egy elhaladó személyvonaton olyan utas utazik, aki sugárkezelést kapott, azt is érzékeli.

Külön szólni kell a rendszer működtetését segítő és kiegészítő járműazonosító rendszerről (RFID = Radio Frequency Identification). Ez a készülék az egyes járművekre szerelt jeladó (transzponder) segítségével továbbítja az adott jármű azonosító adatait a vonatfigyelő rendszereknek (az 1. ábra jobb alsó sarkában a sárga fedelű doboz és a 6. ábra).

Ennek az eszköznek a továbbfejlesztésével született meg a Rail-Reader RFID-AVI-System nevű rendszer, amelynek segítségével mind a jármű, mind a rakomány folyamatosan nyomon követhető, illetve minden adatuk rendelkezésre áll. Az Argos részére továbbítja a jármű minden műszaki adatát, például a különleges jelzést a rakományról, a tengelyekről és/vagy a kerekekről, a vagon pontos helyét az adott vonatban és a haladási irányt.

További, a logisztikát segítő szolgáltatás a folyamatos adatgyűjtés, a jármű érkezésének előrejelzése, a vonatösszeállítás és az indulás/érkezés dokumentálása. Az üzemeltető munkáját segíti a flottatervezéshez és a futásoptimalizáláshoz nyújtott adatokkal, valamint a fenntartáshoz, tervezéséhez szükséges adathalmazzal. A rendszer megalkotója és tulajdonosa a Prosoft SÜD Consulting GmbH.

Néhány gondolat az adatkezelésről, -elemzésről és statisztikákról

A minden egyes vonat minden járművéhez kapcsolható adathalmazt egy erre a feladatra kialakított központban rendsze-



4. ábra. A kerékteher mérése speciális aljakon

rezik. A szerverek az adatforgalomban a szabványos adatkezelési felületeket használják, hogy gond nélkül bővíthetők legyenek, a külső rendszerek könnyen kapcsolódhassanak hozzá, és csökkentsék a meghibásodás lehetőségét.

Az adathalmaz bármilyen megközelítésben elemezhető, mert a megadott kritériumok szerint lehet leválogatni azokat (vonattípus, jármű, tengely, kerék, felépítmény stb.). Könnyen készíthetők táblázatok, diagramok, szöveges jelentések, illetve ezeket a program képes elektronikus formában továbbítani a megadott címekre. Lehetséges különféle statisztikai értékek

kiszámítása napi, havi vagy éves adathalmazokból. A rendszer üzemeltetését az ADES GmbH végzi.

Az érzékelőktől induló kábelek (1. ábra) a mérőállomás konténerében kapcsolódnak az adatokat rögzítő számítógéphez, mely egyrészt rögtön elemzi az adatokat, másrészt továbbítja a központba, valamint a vonat fogadó állomására, amely tehervonat esetében a Bécs melletti Klederingben kiépített új központi teherpályaudvar.

A kiértékelő program által készített egyes diagramokat a vonat elhaladása után 5 másodperccel akár a konténerben



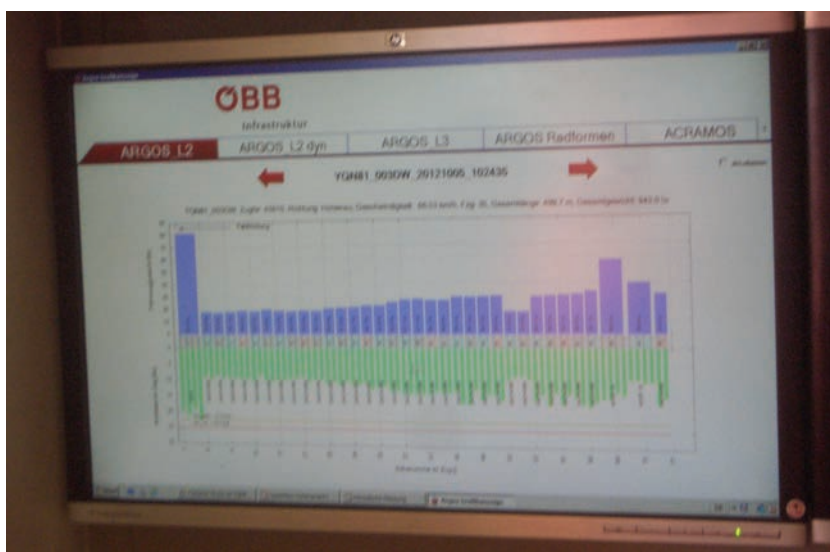
5. ábra. A sugárzásmérő egység



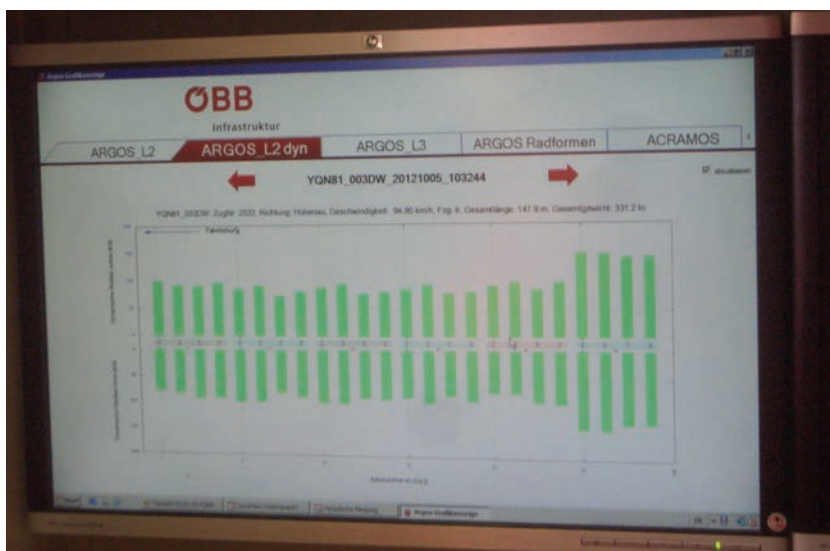
6. ábra.
A járműre
rögzített jeladó

lévő monitoron, akár a központban meg lehet nézni. A 7. ábrán látható az első fülön megjelenített diagram. A két piros nyíl között és alatta a vonat adatai olvashatók. Felül a kék oszlopok az egyes jár-

művek okozta terhelést, míg alul a vékonyabb, zöld oszlopok az egyes tengelyek két mutatják. A képernyőn jól látható minden egyes jármű azonosító száma a kék mezőkben, illetve a zöld oszlopok kö-



7. ábra. Tehervonat jármű- és tengelyterhelésének diagramja



8. ábra. A dinamikus kerékterhelés megjelenítése

Summary

This paper shows in detail the automatic measuring-station named Argos Systems installed into the system on ÖBB's network in 2004 which continuously measures the load transmitted to the railway track and environment by the trains passing along it. The measuring system developed in more steps identifies the passing vehicle, and it is able to connect the individual measured data not only to the vehicle but to axle and to a wheel. In case of values over the tolerances it gives an alarm in order to prevent or to decrease the expectable damage. Besides it measures the so called load of environment, inside this the noise, vibration and the load of soil as well. Data processing is automatic. From the collected data there is a possibility both in connection with vehicles and with track for the examination of processes and for making statistics, diagrams or periodical reports.

zött. Alul a sárga vonal jelzi a 225 kN-os terhelési határt, míg a piros vonal a 250 kN-ost. A kép jól mutatja, hogy az első jármű – a mozdony – megközelíti a megengedett terhelési határokat.

A következő fülön a dinamikus kerékterhelés ellenőrizhető (8. ábra). Ez egy személyvonatról készült ábra. Itt is jól látszik, hogy csak a mozdony közelíti meg a megengedett mérethatárt. A további füleken található diagramokon az eltérések olyan kicsik voltak, hogy alig látszottak, bemutatásuktól ezért eltekintek.

Megismerve a teljes mérőrendszer működését, meglepve tapasztaltuk, hogy nem a Bécsbe, illetve a központi teherpályaudvarra tartó vonatokat ellenőrzi a mérőállomás, hanem a Prága felé tartókat. Kérdésünkre vendéglátóink elmondták, hogy a kiépítés idején ezen a vonalon még balos közlekedés volt, ezért került a jobb vágányba és mellé a mérőrendszer. A kiépítés költsége 2004-ben 400 ezer euró volt, de az áttelepítése a másik vágányba mára kb. 500 ezer euróba kerülne, és ezt az ÖBB nem tervezi.

A tájékoztatón elhangzottakat kiegészítendő, forrásként felhasználtam a rendszertulajdonos honlapját is (www.argos-systems.eu). A fényképeket a 6. ábra kivételével, amely az említett honlapról származik, magam készítettem. ◀◀

Átmeneti szakasz kialakítása ágyazatragasztással, eltérő függőleges merevségű pályaszakaszok csatlakozásánál



Dr. Horvát Ferenc*
főiskolai tanár
SZE Közlekedéscsatlakozási és Településmérnöki Tanszék
✉ horvat@sze.hu
☎ (30) 351-1633



Major Zoltán**
tanszéki mérnök
SZE Közlekedéscsatlakozási és Településmérnöki Tanszék
✉ majorz@sze.hu
☎ (30) 358-9288

A vasúti híd és a folyópálya csatlakozási helyén erősen eltérő függőleges merevségű pályaszakaszok találkoznak, ahol a gyakran kialakuló süppedési teknő miatt jelentős a vágányszabályozási igény. Ez a gond a vágány hossza mentén változó merevséget biztosító átmeneti szakasz kialakításával kiküszöbölhető. A szerzők különböző geometriájú és erősségű ragasztásokkal kialakított és ragasztatlan zúzottkő ágyazatú szakaszokon méréseket végeztek, meghatározva a járműteher alatti keresztalji-süllyedési értékeket. Ezután véges elem programmal számították gerenda-, illetve lemezmodellekkel a ragasztott mezők teher alatti lehajlását. Változó az eltérő ragasztás miatt a gerenda és a lemezek rugalmassági modulusa, azok ágyazási tényezője, valamint a járműteher volt. A szerzők javaslatokat tettek az átmeneti szakasz hosszát és a függőleges merevségnek pályahossz menti változását meghatározó paraméterekre, valamint a korrekt méretezést segítő értékek meghatározására.

A kissugarú ívek hézagnélküliesítése során ma már elterjedten használt megoldás a hazai vasúthálózaton az ágyazatragasztás. Az ív külső oldalán kialakított ágyazati gerenda nagy szilárdsága okán, erősen megnövelve az ágyazat keresztirányú ellenállását, jelentős nagyságú oldalirányú, vágányról érkező erő felvételére képes. Így lehetséges a korábbi gyakorlathoz képest kisebb sugarú ívekben is a sín-szálak folyamatos összehegesztése úgy, hogy a vágány szerkezeti stabilitása a nyári magasínhőmérséklet mellett is megmarad.

A MÁV Zrt. a 2011–2012. évekre az ágyazatragasztás újabb felhasználási lehetőségeinek kutatására adott egyetemünknek megbízást [1]. Egyrészt meg kellett vizsgálnunk, hogy különböző pályaszerkezeti jellemzőkkel (pl. sínrendszer, sínleerősítések, ragasztott hossz) épült pályaszakaszokon hogyan változtatja meg a hosszirányú ágyazat-ellenállás nagyságát az ágyazatragasztás. Másrészt választ kellett adnunk arra a kérdésre is, hogy hogyan befolyásolható ágyazatragasztással a pálya függőleges merevsége (rugalmas-

sága) és hogyan alkalmazható ez a megoldás a hidakhoz közvetlenül csatlakozó szakaszokon a vágánygeometria tartós helyességének biztosítása érdekében. Írásunk csak az ágyazatragasztásnak a pálya függőleges merevségére gyakorolt hatásával foglalkozik, előrebocsátva, hogy erre vonatkozóan igen szerények a hazai és a nemzetközi eredmények.

A vasúti pálya merevségi viszonyainak egyenletessége fontos az alépítménykorona, az ágyazat és a vágány elemeinek igénybevétele szempontjából. Különösen ott lényeges a kérdés, ahol hirtelen, egy keresztmetszetben következik be a pálya kialakításában számottevő szerkezeti változás. A hazai vasúthálózaton elsősorban a folyópálya és a híd csatlakozások tekinthetők ilyen helyeknek.

Hangsúlyoznunk kell, hogy minden mérési eredményünk csak a vizsgálatra jellemző körülmények, adatok és paraméterek körében érvényes. A legfontosabbak e tekintetben a ragasztott ágyazatú szakaszok geometriája (hossz, szélesség, vastagság), a ragasztás erőssége, az alépítmény állapota.

A vasúti pálya függőleges merevsége

A vasúti pálya függőleges merevsége (rugalmassága) a következő módon fejezhető ki az ún. rugóállandó segítségével:

$$k = \frac{Q}{s}$$

ahol

k = a vasúti pálya függőleges merevsége (kN/mm),

Q = a függőleges tengelyteher (kN),

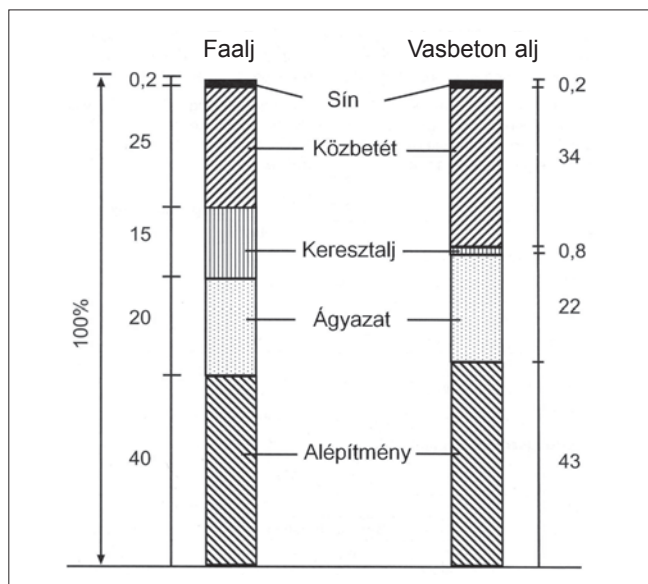
s = a sín teher alatti süllyedése (mm).

Az 1. ábra az egyes szerkezeti komponenseknek (nem ragasztott zúzottkő ágyazatban) a pálya rugalmasságára gyakorolt hatását mutatja be [2].

A pálya függőleges merevsége nagymértékben befolyásolja a vágány forgalom alatti süllyedését és a fekvéshibák kialakulását. A 2. ábra a vágány forgalom hatására bekövetkező süllyedésének sebességét (süllyedési rátáját) mutatja a pálya merevségének függvényében. Számításához az empirikus kifejezés a következő [2]:

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon vagy a Sínek Világa 2011/2. számában.

** A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon vagy a Sínek Világa 2012/5. számában.



1. ábra.
A teherviselő
elemek százalékos
szerepe a teljes pályaszerkezet
esetén

$$sr = \frac{1800}{k^2}$$

ahol

sr = vágánysüllyedési ráta (mm/millió et),
k = függőleges pályamerevség (kN/mm).

A vágánygeometria fekszint jellemzőjének szórása és a vasúti pálya merevsége közötti közelítő empirikus összefüggés az alábbi:

$$\sigma_f = \frac{100}{k}$$

ahol

f = fekszint szórása (mm),
k = a pálya merevsége (kN/mm).

A 3. ábra a vágány fekszint jellemzője szórási alakulását mutatja a pálya merevségének függvényében [2].

2. A pálya megfelelő merevségének jelentősége

A pálya merevségi (rugalmassági) viszonyainak egyenletessége fontos az alépítménykorona, az ágyazat és a vágány elemeinek

igénybevétele, valamint a sínzsalak magassági helyzetének maradó megváltozása szempontjából. Különösen ott lényeges ez a kérdés, ahol hirtelen, egy keresztmetszetben következik be a pálya kialakításában jelentős szerkezeti változás. A hazai vasúthálózaton ilyen helyek elsősorban a folyópálya és a híd csatlakozások.

A csatlakozás és környezete kialakításával kapcsolatosan az alábbi követelmények fogalmazhatók meg:

- A vágány szilárd, egyenletes és megfelelő mértékben rugalmas alátámasztású legyen. Ez szavatolja, hogy az alátámasztó szerkezetekre (híd, földmű) túlzottan nagy dinamikus terhelés nem jut, kisebb a lokális hibák kialakulásának lehetősége.
- Az alátámasztási rugalmasságban jelentkező pontszerű, nagymértékű változásokat kezelni kell. Ilyen változási hely a hidaknál az, ahol a földanyagú alépítményről a hídszerkezetre lép át a vágány. A nagymértékű, hirtelen változásokat átmeneti szakasz kialakításával

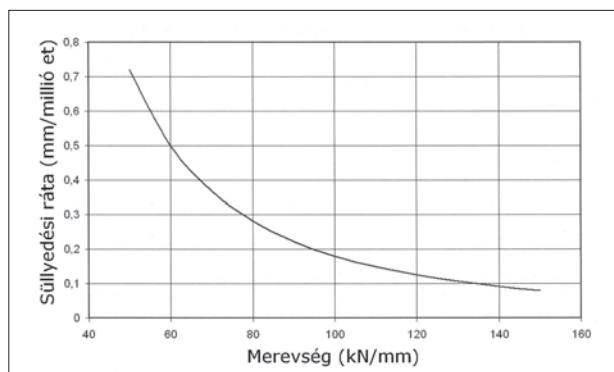
kell kezelni. Ezek hossza elsősorban a pályamerevség különbségétől és a pályára engedélyezett sebességtől függ.

- Új építéseknél, átépítéseknél meg kell előzni vagy kialakulásukat követően kezelni kell tudni a hídfők környezetében kialakuló nagy süllyedéskülönbségeket. A különbségek oka az, hogy ütemében és mértékében eltérő a hídfő alapozásának süllyedése, a csatlakozó töltéstest alatti talaj konszolidációja, a töltéstest anyagának összenyomódása.

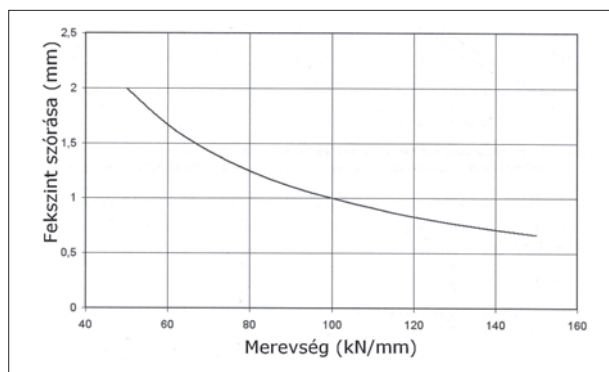
A kialakítás helytelensége oda vezet, hogy a hídfőhöz csatlakozó vágányszakaszban a pálya merevségének hirtelen változása következtében

- a keresztalj alsó síkjáról az ágyazatra jutó nyomás értéke számottevően megnövekszik, ami a zúzottkőszemcsék gyorsabb aprózódásához és az alépítményben süllyedések kialakulásához vezet, majd erőteljes fekszinthibák alakulnak ki, süllyedési teknő keletkezik;
- az áthaladó szerelvények alatt a vaksüppedések miatt jelentős sínlehajlások adódnak, mértékük a 10 mm-t is meghaladhatja;
- megnövekszik a sínleerősítések igénybevétele;
- erőteljesebb lesz a sínfáradás mértéke;
- romlik a futaskényelem minősége, majd előbb-utóbb lassújelet is be kell vezetni.

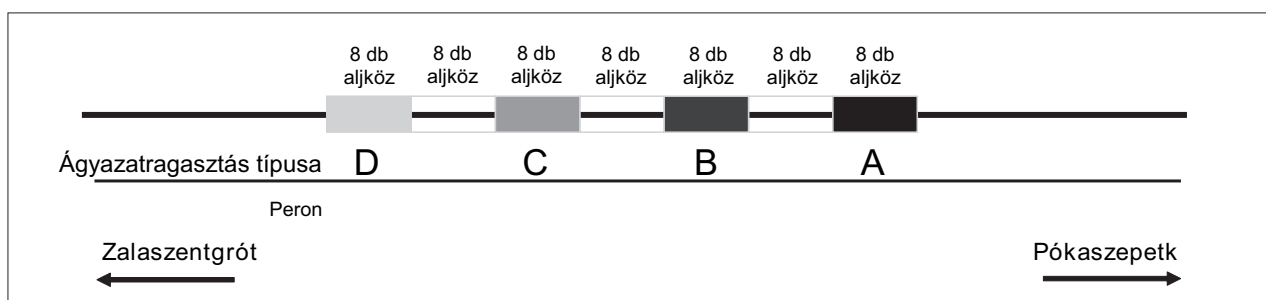
A jelenség megszüntetése több, egyes esetekben bizonytalan erősségű hatás megszüntetését követeli meg, s idő-, munka- és költségigényes. Az átmeneti szakasz kialakítása során tehát a híd és a csatlakozó pályatest alatt bekövetkező, eltérő mértékű süllyedések kérdését kell megoldani a pályamerevség hossz menti helyes változtatásával.



2. ábra. Vágánysüllyedési ráta a pályamerevség függvényében, ha a forgalmi terhelés nagyobb 200 millió et-nél



3. ábra. A fekszint szórásának alakulása a pályamerevség függvényében



4. ábra. Zalabér-Batyk állomás átmenő fővágányában az eltérő módon ragasztott szakaszok kialakítása

3. A kísérleti szakaszon végzett mérések és eredményeik

A különböző ragasztási módokkal kialakított vágányszakaszon a kísérleti mérések 2012. június 12-én történtek meg, Zalabér-Batyk állomás átmenő fővágányában. A kísérleti szakasz teljes hossza $10,80 + 33,60 + 9,60 = 54,00$ m volt. A vágányszakasz jellemzői:

- 60 E1 rendszerű sín,
- B70-N típusú vasbeton aljak, 0,60 m aljtávolsággal,
- Vossloh szorítókegyelek, KL sínca-
varok,
- 0,35 m hasznos ágyazatvastagság,
- HK védőréteg.

A 4. ábrán a kísérleti szakaszon a különböző típusú ragasztások kialakítása látható. Ötfajta változat valósult meg:

- 0 – nincsen ágyazatragsztás,
- A – gyenge ragasztás (két ragasztott gerenda a sínszála környezetében, egyenként $4,80 \times 1,05 \times 0,20$ m mérettel),
- B – közepes ragasztás (a keresztaljakkal együtt $4,80 \times 2,60 \times 0,25$ m-es ragasztott lemez),
- C – erős ragasztás (a keresztaljakkal együtt $4,80 \times 2,90 \times 0,33$ m-es ragasztott lemez),
- D – nagyon erős ragasztás (a keresztaljakkal együtt $4,80 \times 3,30 \times 0,50$ m-es ragasztott lemez).

A kísérleti szakaszon a ragasztást a MÁV-Thermit Kft. szakemberei végezték el. Az eltérő módon kialakított ágyazatragsztások geometriai méretei nem, de a ragasztáshoz felhasznált anyag mennyisége üzleti titok, ezért utóbbit nem áll módunkban megadni. Az 5. ábra a kísérleti vágányszakaszt mutatja.

A kísérleti szakaszon összesen 7 db tartószerkezetet szereltünk fel a peron oldalfalára, amelyek segítségével 7 db keresztaljon, azok peron felőli végén mérni tudtuk a járműteher alatti függőleges elmozdulásokat. Két keresztaljra egy-egy gyorsulásmérőt is felszereltünk. A kísérleti vágányszakaszon a számozott keresztaljakat, az út- és gyorsulásmérők elhelyezését a 6. ábrán rajzoltuk meg.

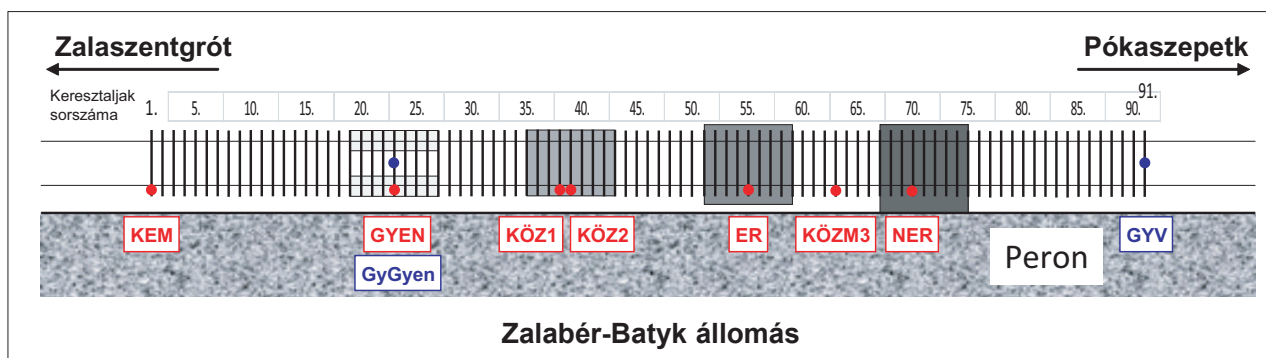
Az eredeti elképzelés szerint a kísérleti méréseket két ütemben kívántuk elvégezni. A mérések első sorozatában statikus méréseket terveztünk úgy, hogy egy UDJ vontatta, ismert tömegű teherrel (vb. keresztaljakkal) megrakott Ks kocsi azonos tengelye kerül mindig a mérésre kijelölt aljak fölé a ragasztatlan és a különböző módon ragasztott szakaszokon. Először megmértük volna a felállított Ks kocsi statikus tengelyterhe okozta függőleges süllyedést az egyes szakaszok kijelölt aljain (pl. az aktuális mező középső alja). Ezt követően a Ks kocsi alvázához a két tengely közötti felezőpontban kitámasz-

tott statikus terhelőberendezéssel akarunk egyre növekvő nyomóerő hatására létrejövő sínlesüllyedéseket mérni. (Az egy sínszála működtetett tervezett terhelőerő maximális nagysága 150 kN lett volna.) Második ütemben dinamikus méréssorozatot terveztünk. Az UDJ a megrakott Ks kocsit 10–40–80 km/h sebességgel végigvontatta volna a teljes kísérleti szakaszon, s mérni kívántuk a pórkocsi tengelyei okozta keresztalj-lesüllyedéseket ugyanazokon az aljakon, amelyeken statikusan is mérni terveztünk.

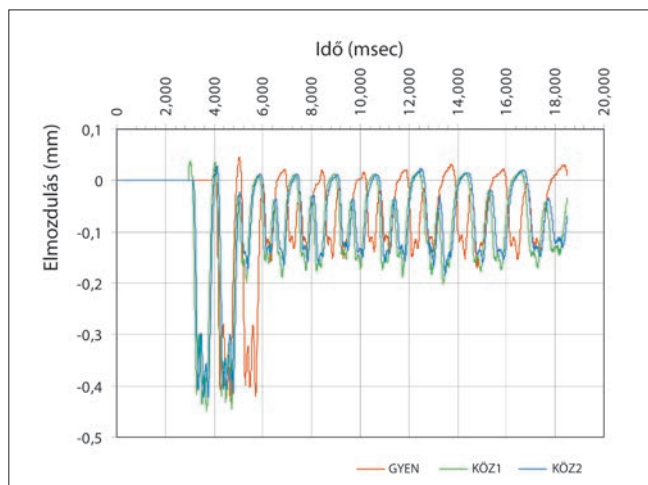
Sajnos az eredetileg elképzelt mérések nem kerülhetett sor, mert a tervezett 8 óra vágányzárát a forgalmi szolgálat nem tudta biztosítani. Ekkor döntöttünk úgy, hogy a méréseket állomáson áthaladó szerelvények segítségével végezzük el.



5. ábra. Zalabér-Batyk állomás átmenő fővágányában kialakított kísérleti szakasz



6. ábra. A helyszínrajz az út- és gyorsulásmérők elhelyezésével



7. ábra.
Az 1. mérőmenet alatti keresztaljesültyedések az A és B ragasztott hosszakon

Összesen 10 áthaladó szerelvény alatt történt mérés. A 7. ábra az időben első, V63-as villanymozdony vontatta teher-szerelvény áthaladása során felvett adatokból az idő (msec) függvényében készített diagramokat mutat. A mozdonytengelyek alatti elmozdulások a diagramokon az időtengely mentén eltolódtak egymáshoz képest, mégpedig annyival, mint amennyi időre szüksége volt a mozdony-nak az adók közötti távolság megtételéhez. A B jelű ragasztott hosszban két jeladót szereltünk fel (KÖZ1 és KÖZ2).

Az 1. táblázat az áthaladó villanymozdonyok statikus tengelyterhe és a mért lehajlások hányadosaként számított rugóállandókat mutatja. A szerelvények alacsony áthaladási sebessége miatt (két eset kivételével 55 km/h alatt) dinamikus felszorzást nem alkalmaztunk. A táblázat alsó sorában az átlagértékek olvashatók, amelyeknél az alászínezések jelentése a következő:

	nincs ragasztás (KEM, KÖZM3),
	gyenge ragasztás (GYEN),
	közepes ragasztás (KÖZ1 és KÖZ2),
	erős ragasztás (ER),
	nagyon erős ragasztás (NER).

A gyenge (GYEN), a közepes (KÖZ) és az erős (ER) ragasztások rugóállandói között különbséget gyakorlatilag nem lehetett kimutatni. Ennek oka, hogy bár a felhasznált fajlagos anyagmennyiség aránya egyre nagyobb volt és a kialakult ragasztás vastagsága is növekedett (20:25:35 cm arányban), de ezekhez képest a pálya merevségi (rugalmassági) viszonyai uralták a viselkedést. Azaz a teher alatti lehajlásra a rétegszerkezet alsó rugójának (alépítmény + kiegészítő réteg) lágyasága, s nem a ragasztott rétegek merevsége volt lényegesen erősebb hatással. (A mérési eredmények alapján számított rugóállandók nagyságát az alépítménykorona állapota is befolyásolta, erre vonatkozó adatokkal azonban nem rendelkezünk. A vágányt néhány éve új alépítménykorona sík kialakításával, kiegészítő réteg beépítésével újíították fel. Ezért a közepesen jó, homogén állapot feltételezhető volt.) A helyszíni mérések során kapott eredmények szükségessé tették a ragasztott ágyazat járműteher alatti viselkedésének véges elem számítógépes programmal történő alaposabb elemzését.

4. Számítások véges elem programmal

A ragasztással az ágyazati szemcsék nagy szilárdsággal, tartósan kapcsolódnak egymáshoz. Az így létrejött réteg – geometriájától függően – felfogható olyan gerendának vagy lemeznek, amely rugalmassági modulusal rendelkezik és rugalmasan ágyazott. Nehézséget okozott azonban a Zalabér-Batyk állomási kísérleti szakasz adataival történő számításokban, hogy nem ismertük a gerenda/lemez ágyazási tényezőjét. Sőt a ragasztott gerendára megbízható rugalmassági modulus érték sem állt rendelkezésre.

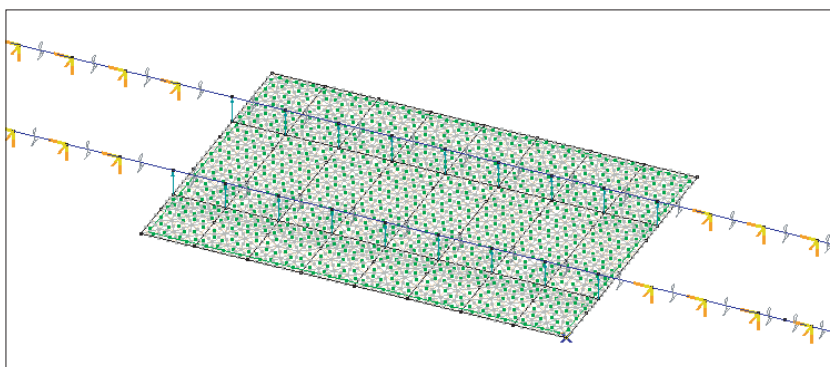
A felmerült nehézségek miatt úgy döntöttünk, hogy nagyszámú, véges elem programmal történő számítással oldjuk meg a feladatot, azaz határozzuk meg – a kísérleti ragasztásokra megállapított helyszíni mérési eredmények alapján – azt, hogy milyen körülmények között és milyen paraméterekkel lehetséges/szükséges az átmeneti szakaszt kialakítani.

A számítási modellek felületi geometriája mindig megegyezett a helyszíni kísérlet során alkalmazott ragasztott mezőkével. A vastagságot az A modellben 20, a B modell esetén 25 és a C esetben 35 cm-nek vettük fel. A D modell esetében 50 cm vastagsággal dolgoztunk. A 8. ábrán a D típusú ragasztás 4,80 × 3,30 m felületű lemezmodellje látható. A ragasztott ágyazat a vb. keresztaljakkal együtt alkotja a lemezt.

Először az ún. gyenge ragasztással készült gerenda rugalmassági modulusát határoztuk meg a helyszíni mérés során GYEN jelű útdával felvett vonatteher alatti keresztaljesültyedésekből (1. táblázat). Ehhez egy sorozat futtatást végeztünk úgy, hogy

1. táblázat. Valamennyi mérőmenet adataiból számított rugóállandók

Menet	Mozdony típusa	Statikus tengelyteher (kN)	V (km/h)	Rugóállandók statikusnak tekintett tengelyteherből						
				KEM (kN/mm)	GYEN (kN/mm)	KÖZ1 (kN/mm)	KÖZ2 (kN/mm)	ER (kN/mm)	KÖZM3 (kN/mm)	NER (kN/mm)
1. menet	V63	189,7	37,6	90,7	442,2	422,5	448,5	339,4	117,9	2231,8
2. menet	V63	189,7	68,4	88,4	467,2	402,8	436,1	475,4	122,3	3719,6
3. menet	V43	196,2	52,8	92,2	484,4	413,1	442,9	467,1	119,9	2581,6
4. menet	Traxx	208,5	91,1	96,5	491,7	461,3	476,0	481,5	126,0	2936,6
5. menet	V43	196,2	20,7	90,2	454,2	415,7	443,9	459,5	123,2	2515,4
6. menet	V43	196,2	47,8	90,5	459,5	418,3	438,9	461,6	117,3	2885,3
7. menet	V43	196,2	54,7	92,2	484,4	413,1	442,9	467,1	119,9	2581,6
8. menet	V43	196,2	28,2	95,8	468,3	417,4	449,0	454,2	121,9	2281,4
9. menet	V43	196,2	48,9	95,0	472,8	439,9	455,2	488,1	122,3	2156,0
10. menet	V43	196,2	54,1	96,5	526,0	440,9	460,6	493,0	123,5	2308,2
Átlag				92,8	475,1	424,5	449,4	458,7	121,4	2619,8



8. ábra. A D típusú ragasztott lemez véges elem modellje

- az A típusú gerendamodellel dolgoztunk, melynek vastagságát 20 cm-re vettük fel;
- a ragasztott gerenda ágyazási tényezőjét $C = 0,20 \text{ N/mm}^3$ értékben határoztuk meg, mert a gerenda alatt még kb. 35 cm tömörített ágyazati réteg volt (hasznos ágyazatvastagság);
- a terhet a V63-as sor. villanymozdony első forgóváza adta, s annak első tengelyét tettük a mező szimmetriapontjára, azaz ahol a próbaszakaszon az útdóntát is elhelyeztük (második tengely a ragasztott lemez szélére, a harmadik a ragasztatlan zúzottkő ágyazat szakaszára került).

A futtatások során addig változtattuk a rugalmassági modulus értékét, amíg ugyanaz a keresztaljsüllyedési érték (0,42 mm) nem adódott, mint amekkorát a kísérleti vágányszakaszon mértünk a V63-as mozdonyok tengelyterhe alatt. Eredményül $E = 5750 \text{ N/mm}^2$ értéket kaptunk, s ezt tekinthetjük az A típusú, gyenge ragasztással létrehozott gerenda rugalmassági modulusának.

Ezután számításokat készítettünk az A típusú, gyenge ragasztásra az alábbi paraméterekkel:

- lemezvastagság: 20 cm,
- lemez ágyazási tényezője: $0,05-0,10-0,15-0,20 \text{ N/mm}^3$,
- $E = 5750 \text{ N/mm}^2$,
- teher: V63-as háromtengelyes forgóváz, első tengely lemezközépen.

A zúzottkőes vágány ágyazási tényezőinek gyakorlati értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

Előállítottuk a sínben ébredő nyomatékoknak és a sín függőleges süllyedéseinek ábráit. A nyomatékértékek akkorák voltak, hogy elemzést nem igényeltek. Egy süllyedési eredmény a 9. ábrán látható. A kék vonallal jelölt szakasz a ragasztott mező hossza.

Hasonló módon jártunk el a D jelű, nagyon erős ragasztás esetében is. Eredményül $E = 25\,000 \text{ N/mm}^2$ értéket kaptunk, s ezt tekinthetjük a D típusú, nagyon erős ragasztással létrehozott gerenda rugalmassági modulusának.

Az előzőekben leírt eljárást kívántuk alkalmazni a közepes és az erős ragasztással készített lemezek rugalmassági modulusának meghatározására is. Ez azonban nem sikerült, mert a helyszíni mérések során gyakorlatilag semmi különbség nem adódott az A, a B és a C ragasztott mezőkön mért, mozdonyterhek alatti keresztaljsüllyedések között. Ezért a kísérleti mérések alapján rugalmassági modulusot a B és a C erősségű ragasztásra nem számítottunk. Mérlegelve az A és a D ragasztásokra meghatározott rugalmassági modulusok (E) értékét, valamint az E értéknek a sín süllyedése nagyságára gyakorolt befolyásoló szerepét, a B, illetve a C ragasztásra az alábbi rugalmassági modulusokat javaslatként fogalmaztuk meg:

- B (közepes) ragasztás: $E = 10\,000 \text{ N/mm}^2$,
- C (erős) ragasztás: $E = 15\,000 \text{ N/mm}^2$.

A Zalabér-Batyk állomási kísérleti szakaszon útdóntát szereltünk fel olyan keresztaljakra is, amelyek ragasztás nélküli zúzottkő ágyazatban feküdtek. Számításaink alapján a ragasztás nélküli ágyazat

2. táblázat. Az ágyazási tényező gyakorlati értékei

Altalaj	Ágyazási tényező (N/mm^3)
Nagyon gyenge altalajon (pl. láptalaj)	0,02
Gyenge altalajon (pl. iszap, agyag)	0,05
Jó altalajon (pl. durvaszemcsés talaj)	0,10
Nagyon jó altalajon (pl. kavics, szikla)	0,15–0,20
Betonaltalajon (pl. alagút, hídszerkezet)	0,25–0,30

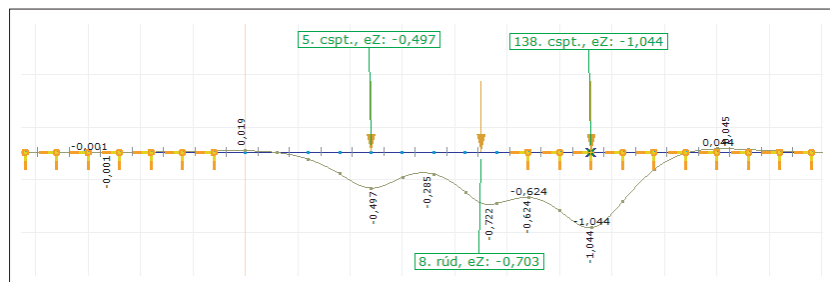
rugalmassági modulusára $E = 70\,000 \text{ N/mm}^2$ érték vehető fel.

5. Az átmeneti szakasz kialakításának megkövetelt paraméterei

A csatlakozó szakaszon a pálya merevségének nagymértékű, hirtelen változása nem megengedett. Két, jelentősen eltérő érték között az átmenet lehet folyamatos változású vagy lépcsőzetes. A folyamatos változás mind a vágány igénybevétele, mind a jármű futása számára ideális lenne. Azonban ennek anyagtulajdonsági (létrehozható rugóállandók), valamint kivitelezési nehézségei lennének. Sokkal egyszerűbben számítható és megvalósítható, ha az átmeneti szakaszon a pálya merevségének változását – bizonyos peremfeltételeket kielégítve – lépcsőzetesen oldjuk meg.

A peremfeltételek alapjául a jármű futásműködésének szempontját választottuk. A megfelelőséget két paraméter szabályozásával érhetjük el:

- a két szomszédos szakaszon a járműteher alatti sinsüllyedés értékének különbségét korlátozzuk,
 - az átmeneti szakasznak pedig megállapítjuk a szükséges legrövidebb hosszát.
- A határparaméterek megállapításánál az is szempont (de nem döntő), hogy a lehető legkevesebb lépcsővel lehessen az átmenetet megoldani.

9. ábra. A sinsüllyedésértékek A típusú ragasztás és $C = 0,15 \text{ N/mm}^3$ ágyazási tényező esetében

A jármű alatti sínsüllyedés értéke függ a kerékterhertől és a pályaszerkezet jellemzőitől. A dinamikus kerékterher nagysága a statikus alapértékből és abból a szorzótényezőtől adódik, amely a sebesség és a pályaminőség függvénye. Próbaszámítások alapján végül az átmeneti szakasz kialakításának szükségességét eldöntő lehajláskülönbség értékére – kiindulási paraméterként – 0,5 mm-t vettünk fel. A lehajláskülönbséget ugyanazon járműteher által a csatlakozó, de eltérő kialakítású pályaszerkezeteken létrejövő lehajlások különbsége jelenti.

Az átmeneti szakasz legrövidebb hosszának megállapítására azt a megoldást választottuk, hogy a pályasebesség függvényében előírjuk, a változás milyen időhossznál ne legyen rövidebb. Ezt 0,5 s-ra ajánljuk felvenni. Ebből a feltételből a 3. táblázat hosszai adódnak.

Az egyes ragasztási típusokra számítógépes futtatások segítségével sínsüllyedésértékeket határoztunk meg az ágyazási tényező függvényében. Egy példát mutat a 10. ábra.

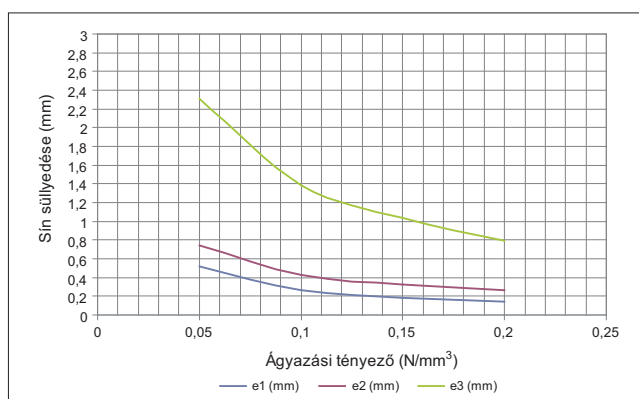
Az egyes ragasztási típusokra elkészítettük azokat a számításokat, amelyek eredményei alapján – a mező közepén álló tengely alatti sínsüllyedések értékeit hívva segítségül – összehasonlíthatók azok a járműteher alatti süllyedésértékek, amelyek a szomszédos, eltérő ragasztottságú mezőkön alakulnak ki. A számítások V63 típusú villanymozdony háromtengelyes forgóváz elrendezése és 189,7 statikus tengelyteher alapulvételével történtek, és azt mutatták, hogy túl nagy a süllyedéskülönbség az A típusú ragasztás és a ragasztatlan ágyazat között. Tehát itt újabb lépcsőket kellett beiktatni.

Újabb számítógépes futtatásokkal A00, A01 és A02 jelű ragasztási típusokat határoztunk meg. Ezek egyre lágyuló ragasztást jelentenek, s a következő – általunk javasolt – rugalmassági modulusokkal bírnak:

- A00 ragasztás: 1600 N/mm²,
- A01 ragasztás: 550 N/mm²,
- A02 ragasztás: 300 N/mm².

3. táblázat. Az átmeneti szakasz ajánlott legrövidebb hossza

Pályasebesség		Min. hossz (m)
(km/h)	(m/s)	
80	22,2	11,1
100	27,8	13,9
120	33,3	16,7
140	38,9	19,4
160	44,4	22,2



10. ábra.
A sínsüllyedés-
értékek a V63-
as mozdony
forgóvázának
három tengelye
alatt, D típusú
ragasztás és
eltérő ágyazási
tényezők eseté-
ben

A most már összesen hétféle ragasztott ágyazatragasztás-típust egymás után téve nézzük meg, hogyan alakul az átmenet. A 11. ábra mutatja, hogy az átmenetenkénti 0,5 mm-es sínsüllyedéskülönbség-lépcső mindenütt teljesül.

Számításainkat valószínűségi tényezővel felszorozott 225 kN tengelyteherrel is elkészítettük, különböző sebességű ($V = 80 \dots 160$ km/h) pályákra. A valószínűségi tényezők értékei $(1 + t \times s)$ a 4. táblázatban találhatók.

A következőkben a felszorozott teherértékekkel elvégzett számítások eredményeit közöljük $V = 160$ km/h sebességre (12., 13. ábra).

A 13. és 14. ábrák alapján megállapítható, hogy:

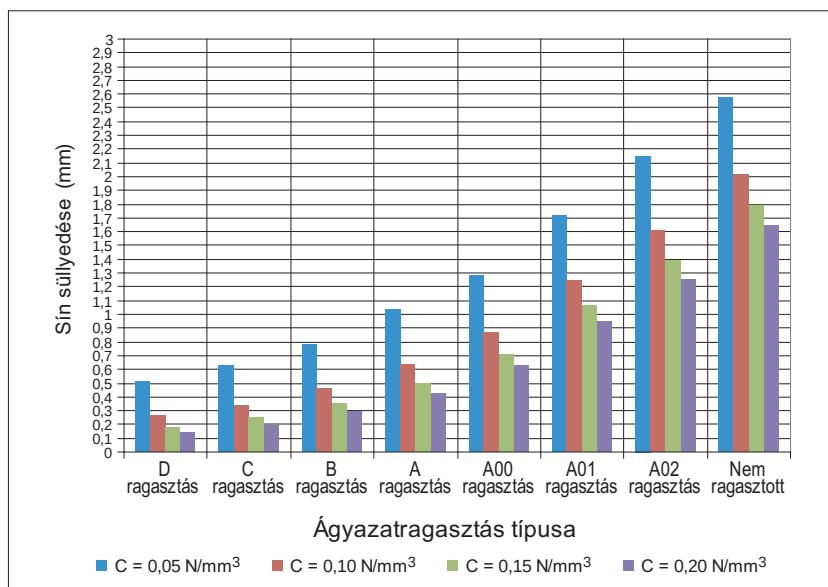
- a járműteher következtében kialakuló sínsüllyedés nagyságára a ragasztott ágyazati gerenda/lemez ágyazási tényezője van relatíve a legnagyobb hatással;
- a 0,5 mm-es sínsüllyedés-különbség határérték tartható a hídról D szakaszra, D-ről C, C-ről B, B-ről A és A-ról

A00 szakaszra történő átmenetek esetében. Az A00 szakasztól induló további lépcsők esetében a sínsüllyedéskülönbség a 0,8 mm-es értéket nem haladja meg, ha az ágyazási tényező legalább 0,15 N/mm³.

6. A ragasztott ágyazat segítségével megvalósítandó átmeneti szakasz kialakításának javasolt szabályai

A fentiekben közölt számítási eredmények és egyéb megfontolásaink alapján az átmeneti szakasz kialakítására a következőket javasoljuk:

1. A kialakítás lehetőleg ne igényelje az alépitmény megerősítését (pl. cementes stabilizációs réteg vagy geoműanyaggal erősített réteg készítését), és ne legyen szükség a keresztaljak talpa alatti olyan ragasztóanyag-adagolásra sem, amely a vágány elbontásával járna. Ezek a munkák megnövelnék a kivitelezési időt, vágányzárat igényel-



11. ábra. A sínsüllyedési értékek a V63-as mozdony forgóvázának három tengelye alatt

4. táblázat. A valószínűségi tényezők értékei

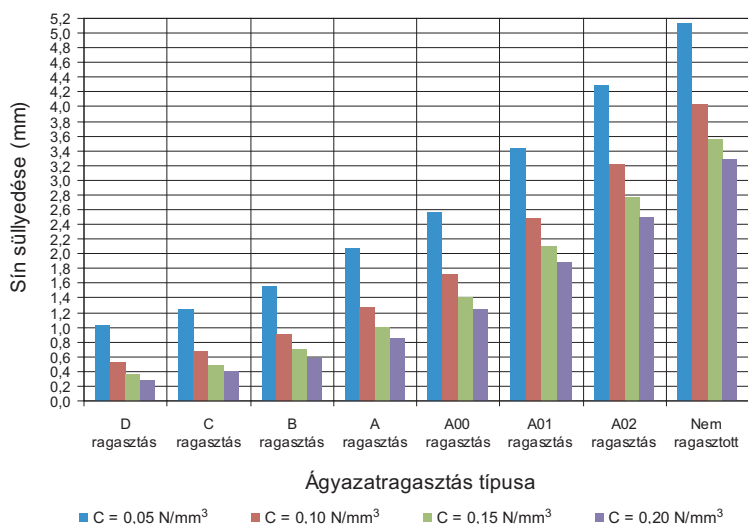
V (km/h)	ϕ	$n \times \phi$	$t \times n \times \phi$	$1 + t \times s$
80	1,143	0,171	0,514	1,514
100	1,286	0,193	0,579	1,579
120	1,429	0,214	0,643	1,643
140	1,571	0,236	0,707	1,707
160	1,714	0,257	0,771	1,771

nének és lényegesen megemelnék a költségeket. Természetesen, ha a kiegészítő réteg-alépítmény rétegszerkezet nagymértékű erősítést igényel, akkor ezekhez a megoldásokhoz kell folyamodni.

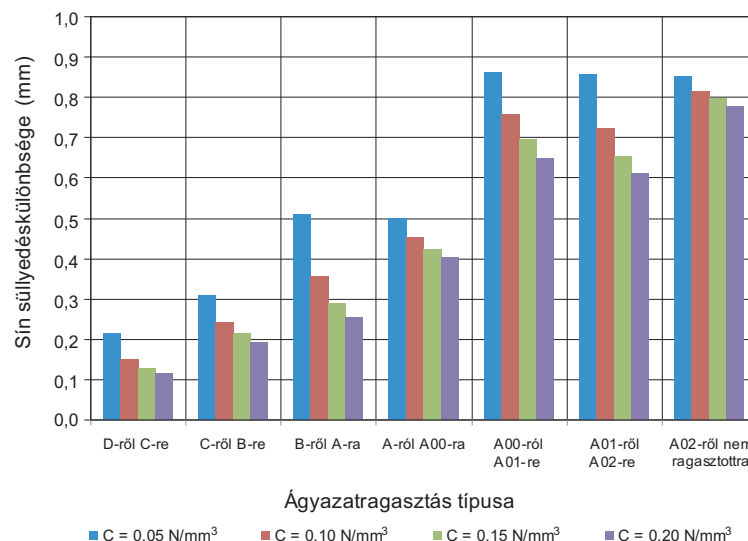
- El kell kerülni, hogy a gyenge alépítményen történő kialakítás esetén a szakaszban lévő lépcsők számának

jelentős növekedése következzen be. Az alkalmazhatóság feltételét jelentse, hogy az ágyazási tényező értéke $C > 0,10 \text{ N/mm}^3$ legyen.

- A ragasztott ágyazat segítségével kialakítandó átmeneti szakasz megtervezéséhez ismerni kell azoknak a paramétereknek az értékeit, amelyek segítségével a rugalmasan ágyazott ragasztott gerenda/lemez méretezhető. Ehhez geotechnikai vizsgálatokra is szükség lehet.
- Az átmeneti szakaszon a ragasztástípusok számát a lehető legkevesebbre kell választani úgy, hogy a járműteher alatti sínsüllyedéskülönbség-feltételek teljesüljenek. Számításaink alapján a különbség értékét 0,8 mm-re javasoljuk felvenni.



12. ábra. Sínsüllyedés-értékek dinamikus tengelyteher és $V = 160 \text{ km/h}$ sebesség esetén



13. ábra. Sínsüllyedés-különbségértékek dinamikus tengelyteher és $V = 160 \text{ km/h}$ esetén

Summary

Track sections with strong different vertical rigidity meet at joint of railway bridge and track on earthwork, where the demand on regulation work can be very often because of the track settings. This problem can be eliminated with develop of transition section, where the vertical rigidity of the track can be change along the length. Authors fulfilled on site measurements to get results of sleepers' sinking under vehicle load, where the railway track sections were developed with unglued and glued crushed stone ballast, and where the variables were dimensions and strength of the cementation. Afterwards a lot of FEM calculations were fulfilled with help of beam and slab models. The variables were the Young's modulus and the bedding elasticity of glued beam and slabs, vehicle load. Authors suggest parameters, which can offer base to decide the length of the transition section, to calculate the change of the vertical rigidity along the transition section and to determine values, which help the correct dimensioning

- Az átmeneti szakasz megtervezhetősege igényli olyan kísérleti mérések végzését, amelyek segítségével megállapítható, hogy az alkalmazott ragasztóanyag fajtája és fajlagos mennyisége (kg/m^2), valamint a ragasztás típusa (erőssége) függvényében az egyes esetekben mekkora rugalmassági modullal ($E; \text{N/mm}^2$) lehet számolni.
- A gyengénél ($E = 5750 \text{ N/mm}^2$) gyengébb ragasztásoknál meg kell állapítani azt a ragasztóanyag-adagolási minimális határértéket, amely a vonatforgalom hatása ellenére is tartósan biztosítja a ragasztott ágyazat megkövetelt mechanikai paramétereit. ◀◀

Irodalomjegyzék

[1] Új műszaki megoldás kidolgozása a hézagnélküli vágány hidakon történő átvezetésére, amely a jelenlegi előírások szerint szükségesnek tartott síndilatációs szerkezet alkalmazásának szükségességét a híd hossz függvényében csökkenti, és a híd fő mögötti gyenge háttöltés miatti vágánygeometriai romlást mérsékli. Innovációs járulék terhére finanszírozott kutatás-fejlesztési (K+F) munka. Témaszám: 2-07-11-006-01. Zárójelentés. Készítette: Széchenyi István Egyetem, Győr, 2012. november 30.

[2] B. Lichtberger: Handbuch Gleis. Tetzlaff Verlag, Hamburg, 2004.



Villamos vontató- járművek és motor- vonatok vontatási energiafogyasztása

Dr. Fischer Szabolcs*

egyetemi adjunktus

SZE Közlekedéscsoporthoz és

Települmérnöki Tanszék

✉ fischersz@sze.hu

☎ (30) 630-6924

Cikkünkben a Villamos vontatással üzemeltetett vasúti pályákon a sebességkorlátozások okozta többletköltségek csökkentési lehetőségeinek komplex vizsgálata tárgyú kutatás-fejlesztési munkának a VMMSZK (Vasúti Mérnöki és Mérésügyi Szolgáltató Központ) segítségével elvégzett vontatási mérőkocsis méréseit ismertetjük. A munka eredményeképpen a 2008–2010 közötti kutatási jelentésekben publikált mérési eredményeket pontosítottuk, így megnyílik a lehetőség annak alkalmazására a sebességkorlátozások utáni többlet gyorsítási energiák meghatározásához.

A villamos vontatás tárgyalásakor is előtérbe kerül az a szempont, hogy a kialakult pályahibák és azok kijavításának elmaradása miatt vasútbiztonsági okokból bevezetésre kerülő sebességkorlátozások (ún. lassújelek) nagymértékben megnövelik a vontatáshoz szükséges energiafogyasztást.* A dízelüzemű vontatójárműveknél és motorvonatoknál ez a többlet a gázolajfogyasztásban jelentkezik.

A korábbi cikkekben és tanulmányokban publikált számításaink során megbízható adatokkal akkor dolgozhattunk, amikor villamos mozdonyon, illetve villamos motorvonatokon végzett saját energiafogyasztási méréseink eredményeire támaszkodhattunk, ám ezek további pontosításra szorultak.

A MÁV Zrt. PLÜ PLF 2011-ben megbízta a Széchenyi István Egyetemet, hogy a villamos vontatással üzemeltetett vasúti pályákon a sebességkorlátozások okozta többletköltségek csökkentési lehetőségeinek komplex vizsgálata téma kidolgozásával folytassa a 2008–2010-ben elvégzett kutatási munkáját, amelyet 2012-ben ku-

tatási zárójelentésünkben publikáltunk. Ebben a kutatási jelentésben összefoglaltuk a VMMSZK segítségével végzett vontatási mérőkocsis méréseket három típusú vontatójármű és egy motorvonat esetén.

Írásunk a 2011–2012-es kutatási munkánk során végzett új mérési és számítási eredményeket ismerteti a villamos vontatójárművek és motorvonatok vontatási energiafogyasztásával kapcsolatban.

A vontatási mérőkocsis mérések szükségessége és bemutatása

A korábbi kutatásainkban a sebességkorlátozások miatti többlet gyorsítási energiák meghatározásával kapcsolatos kalkulációknál kizárólag azokra az adatokra támaszkodhattunk, amelyekhez méréseket végeztünk a villamos vontatójárművek és motorvonatok vezetőfülkéjében.

Ezek az alábbiak voltak:

- 1116-os sorozatú Siemens Taurus mozdony vontatta Railjet vonatok,
- 1047-es és 1116-os sorozatú Taurus mozdony vontatta személyszállító vonatok,

- 1047-es és 1116-os sorozatú Taurus mozdony vontatta teherszállító vonatok,
- 5341-es sorozatú Stadler Flirt személyszállító motorvonatok,
- 5342-es sorozatú Bombardier Talent személyszállító motorvonatok.

Amennyiben egy vasútvonalra a teljes villamos vontatási energiafogyasztást kívánjuk meghatározni, akkor egyéb vontatójárművek esetében is korrekt adatokra van szükségünk. Ehhez futási kísérleteket kellett elvégezni. Ezek célja az volt, hogy meg lehessen határozni mozdony sorozatonként azokat az α szorzótényezőket, amelyek kapcsolatot létesítenek a járművön mért, lassújelek utáni gyorsítás miatti energiafogyasztás és az általunk számított gyorsítási energiafogyasztási értékek között.

Az egyszerű összefüggések:

$$E_{sz} = 0,5 \cdot m \cdot (v^2 - v_0^2) \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ [kWh]}, \quad (1)$$

$$E = \alpha \cdot E_{sz} \text{ [kWh]}, \quad (2)$$

ahol

- m a teljes szerelvény (mozdony + kocsik) tömege kg-ban;
- v és v_0 a gyorsítási sebességlepcső értékei m/s dimenzióban;
- E a vontatójármű és/vagy motorvonat által a gyorsításkor elhasznált (mért) villamos energia kWh dimenzióban;
- α a vontató mozdonytól függő szorzó-állandó;
- E_{sz} a mozgási energia képletével számított gyorsítási energia az (1) képlet szerint.

Mivel csak a Taurus villamos mozdony vontatta Railjet, személyszállító, illetve tehervonatok, valamint a Flirt és Talent

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon vagy a Sínek Világa 2012/6. számában.

** A Széchenyi István Egyetem kutatócsoportja 2008-ban kapott először megbízást a vasúti sebességkorlátozások okozta többlet gyorsítási energia meghatározásának egzakt kidolgozására (Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2009; Kiss, 2009a; Kiss, 2009b), majd a téma folytatásaként a lassújelek okozta vontatási energiátöbblet költségeinek és a lassújelet okozó pályahiba kijavítási költségeinek összevetése témával foglalkoztunk (Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2010).

motorvonatok esetén végeztünk konkrét méréseket (1. táblázat értékei), így a többi villamos vontatójármű esetén energetikus-vasútgépész segítőink kalkuláltak szorzószámokat a mért gyorsítási energiák becsléséhez. Ezekhez az alábbi értékeket használtuk korábbi számításaink során:

- V63-1 (1163) személyvonat esetén: 1,166
- V63-1 (1163) tehervonat esetén: 1,280
- V43 (1043, 1143, 1243, 1343) személyvonat esetén: 1,266
- V43 (1043, 1143, 1243, 1343) tehervonat esetén: 1,313
- M41 (2241, 2341) személyvonat esetén: 1,884
- M41 (2241, 2341) tehervonat esetén: 2,000
- M62-0 (2062) személyvonat esetén: 1,639
- M62-0 (2062) tehervonat esetén: 1,927
- 5429 és 6312 személyvonat esetén: 1,570

A mérőszorozat célja az volt, hogy meghatározzuk mozdónysorozatonként, személy- és teherszállító vonatokra külön-külön az α szorzótényezőket pontosabb értékeit.

A VMMSZK 2011 októberében dolgozta ki a mérési tervet, amelyet azután – bizonyos nehézségeket leküzdve – 2012 áprilisában tudott végrehajtani. A mérőszervevény elrendezése az 1. ábrán látható.

A 2. ábra a mérőszervevény összeállítását mutatja. Elöl a vizsgált villamos vonómozdony, mögötte a VMK 002 pályaszámú vontatási mérőkocsi haladt, majd a harmadik tag a 1047-es sorozatú Siemens Taurus villamos mozdony volt.

A vontatást az alábbi vonómozdonyokkal, illetve motorvonattal végezték:

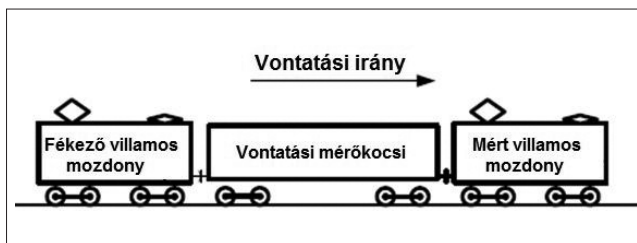
- V43-as sorozatú 1338-as villamos mozdony (Szili),
- 1047-es sorozatú Siemens Taurus villamos mozdony (a továbbiakban Taurus),
- V63-as sorozatú 151-es villamos mozdony (Gigant),
- 5341-es sorozatú 044-es Stadler Flirt motorvonat (a továbbiakban Flirt).

A mérőkocsi adatai:

- pályaszám: 60 55 99-80 002-2
- max. sebesség: 160 km/h
- hossz: 24,5 m
- önsúly: 41 t
- féksúly: 61 t



1. ábra.
A mérőszervevény Öttevény állomáson (Dr. Horvát Ferenc felvétele)



2. ábra.
A mérőszervevény összeállítása (Forrás: VMMSZK)

A fékezési szimulációt minden esetben ugyanaz az 1047-es sorozatú Taurus villamos mozdony látta el. A mozdony 240 kN fékerő kifejtésére volt képes.

A mérésekre Öttevény és Hegyeshalom állomások között került sor. Itt a vonalvezetés $V = 160$ km/h sebességű futást is lehetővé tett. Az egyenes és közel vízszintes vonalvezetés nem torzította az energiafogyasztási eredményeket, s a vágányok geometriai állapota is jó volt.

A mérési program a következők szerint valósult meg:

- 2012. április 16. és 17.: mérések V43-as sorozatú 1338-as mozdonnal, 40-60-80-100-120 km/h állandó sebességgel, illetve 40...120 km/h között különböző sebességlépcsőket megvalósítva;
- 2012. április 18. és 19.: mérések Taurus 1047-es sorozatú mozdonnal, 40-60-80-100-120-140-160 km/h állandó sebességgel, illetve 40...160 km/h között különböző sebességlépcsőket megvalósítva;
- 2012. április 23. és 24.: mérések V63-as sorozatú 151-es mozdonnal, 40-60-80-100-120 km/h állandó sebességgel, illetve 40...120 km/h között különböző sebességlépcsőket megvalósítva;
- 2012. április 25. és 26.: mérések 5341-es sorozatú 044-es Flirt motorvonattal, 40-60-80-100-120-140-160 km/h állandó sebességgel, illetve 40...160 km/h között különböző sebességlépcsőket megvalósítva.

A mérések a V43-as és V63-as sorozatú mozdonyok esetében a növekvő szelvényszám irányában, azaz a jobb vágányon, míg az 1047-es vonómozdonnal és a Flirt motorvonattal végzett vizsgálatok mindkét menetirányban, a helyes vágányon történtek.

A VMMSZK korábbi mérései, illetve egyéb adatbázisai alapján meghatározta a különböző vontatómozdonyok esetére jellemző vonóerőigényt, adott lépcsőjű gyorsítások, illetve állandó sebességű vontatások eseteire. A lebonyolított futások során az előre meghatározott vonóerő-sebesség munkapontokat állították be, meghatározták a vontatáshoz szükséges teljesítményeket (pl. 2000 t tömegű tehervonat 100 km/h sebességgel történő vontatása), majd a nyílt pályán szimulálták a különböző sebességű lassújeleket. A lassújel miatti fékezés, a lassan bejárandó pályarészen történő áthaladás, majd az adott vonóerejű visszagyorsítás során mérték a felvett villamos energiát. Így a többlet-energiafogyasztás meghatározható volt. A különböző, nagyszámú esetet jelentő sebességlépcsőkön végzett mérések, valamint a fékezőerővel szimulált továbbított vonattömeg eltérő három értéke segítségével olyan nagy adathalmaz volt előállítható, amely a gyakorlati esetekre elegendő mintát szolgáltatott.

A futások során a fedélzeti számítógépben regisztrált jelek az alábbiak voltak:

- V a futási sebesség [km/h],
- s a megtett út (aktuális szelvény),



3. ábra.
A VMMSZK
mérőkocsi
képernyőin
látható jellem-
zők (A szerző
felvétele)

- U_p a primer vonali feszültség [kV],
- I_p a primer vonali áramerősség [A],
- $\cos\phi$ az áram és a feszültség közötti fáziseltolódás értéke,
- P a villamos teljesítmény [kW],
- E a felvett villamos energia a teljesítmény idő szerinti integráltjaként [kWh],
- F_v a vonóhorgon mérhető vonóerő [kN],
- valamint a kombinált sebesség és útjel + szelvénymarkerek.

A 3. ábra a VMK 002 vontatási mérőkocsi képernyőjén leolvasható jellemzőket mutatja.

A vonatnemenkénti mérési adatokat terjedelmi okok miatt nem tudjuk közölni.

A vontatási mérőkocsi mérések adatfeldolgozása és eredményei

A VMMSZK által átadott mérési adatokat úgy dolgoztuk fel, hogy a sebesség függvényében fajlagos adatokat képeztünk. Vontatómozdonyként megállapítottuk az úthossz 100 m-es egységére és a szerelvény tömegére eső fajlagos vontatási energia értékét, melynek dimenziója kWh/100 m/kN. A beállított fékerő a Taurus, a V43-as, illetve a V63-as sorozatú vonómozdonyok esetében 10...150 kN között változott. (Az 50 kN személyszállító vonat, a 100 kN könnyűtehervonat a 150 kN pedig nehéztehervonati tömeget szimulált.) A Flirt motorvonat esetében külön fékezés nem történt.

A számítás során azzal a feltételezéssel éltünk, hogy az elhasznált teljes villamos energia a szerelvény továbbítását szolgálja. Állandó sebességű futásnál ez az energia fedezte a vonatellenállással szem-

ben végzett munkát. A számítási összefüggés:

$$E_{\text{felh.}} = Q_{\text{teljes}} \cdot \mu_v \cdot s \quad (3)$$

ahol

- $E_{\text{felh.}}$ a menet során felhasznált villamos energia [kWh],
- Q_{teljes} a fékezőerő hatásával növelt vonat tömegereje [kN],
- μ_v a vonatellenállás [N/kN],
- s az azonos sebességgel megtett út hossza [m].

A μ_v kifejezés a MÁV 1983. évi ajánlása szerint:

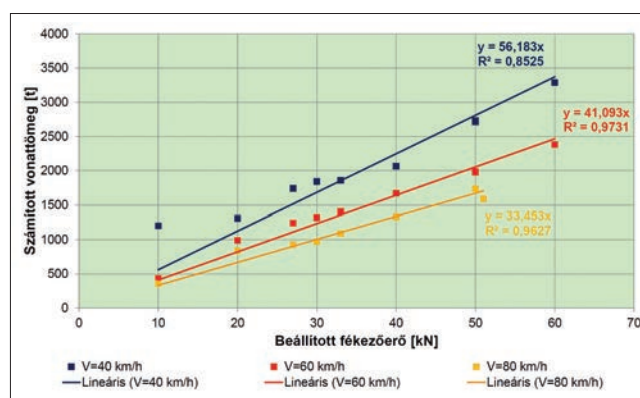
- személyszállító vonatra:

$$\mu_v = 2 + 0,047 \cdot \frac{V^2}{100} \quad (4)$$

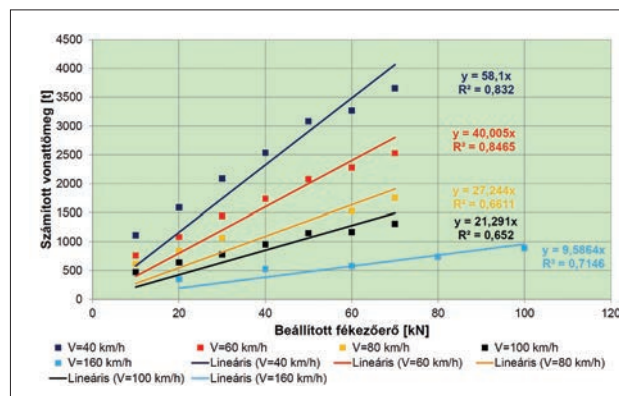
- tehervonatra:

$$\mu_v = 2 + 0,057 \cdot \frac{V^2}{100} \quad (5)$$

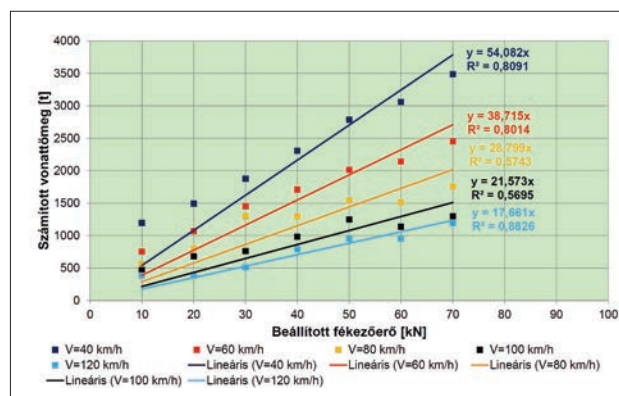
ahol V : a vonatsebesség [km/h].



4. ábra.
A V43-as villamos mozdony-
nyal végzett
vontatások
során a beállí-
tott fékezőerő
és a számított
vonat tömeg
kapcsolata



5. ábra.
A Taurus villa-
mos mozdony-
nyal végzett
vontatások
során a beállí-
tott fékezőerő
és a számított
vonat tömeg
kapcsolata



6. ábra.
A V63-as villa-
mos mozdony-
nyal végzett
vontatások
során a beállí-
tott fékezőerő
és a számított
vonat tömeg
kapcsolata

Az állandó sebességű futás adataiból számított szerelvény tömegtonnában kifejezve:

$$Q_{teljes} = 3,6 \cdot 10^5 \cdot \frac{E_{felh.}}{\mu_v \cdot s} \quad (6)$$

A sebességlépcsőben végrehajtott, egyenletesnek feltételezett gyorsításkor az elhasznált teljes villamos energia a vonatellenállással szemben végzett munka és a gyorsítási munka összegét jelentette. A számított szerelvény tömegtonnában kifejezve (Gajári, 1983):

$$Q_{teljes} = 3,6 \cdot 10^5 \cdot \frac{E_{felh.}}{\mu_{vált} \cdot s} + 100 \cdot a_{atl} \quad (7)$$

ahol

- $\mu_{vált}$ a v_1 és a v_2 sebességekhez tartozó vonatellenállás értékek számtani átlaga [N/kN],
- a_{atl} a menet során az átlagos gyorsulás [m/s²].

Vontatómozdonyokként feldolgoztuk a beállított fékezőerőhöz számított vonat-tömegeket, s ahol kellő számú érték (legalább 5) volt, azokat diagramokban dolgoztuk fel (4–6. ábra). A determináltsági koefficiens (R^2) értékei kevés esetben mérsékeltlen erős (0,5...0,75), illetve többségükben igen erős (0,75...1,00) korrelációt mutatnak.

A sebesség függvényében kiadódott fajlagos vontatási energiaszükséglet diagramokat a 7–10. ábra mutatja. V43-as sorozatú mozdonyfutásokból tehervonati vontatásra diagramot szerkeszteni nem tudtunk, mert a mérések során 60 kN volt a legnagyobb beállított fékezőerő.

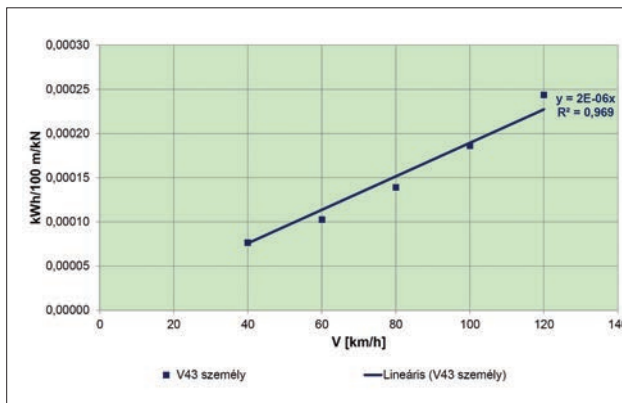
Amint azt korábban ismertettük, összefüggést kerestünk a gyorsításkor elhasznált villamos energia mért és az energia módszerrel számított értékei között (1) és (2) képlet. A 11–14. ábra a számított gyorsítási energia függvényében mutatja a VMMSZK által mért gyorsítási energiát.

A 15. ábra a Stadler Flirt motorvonatnál mutatja a mért és a számított rekupe-rált energia közötti összefüggést.

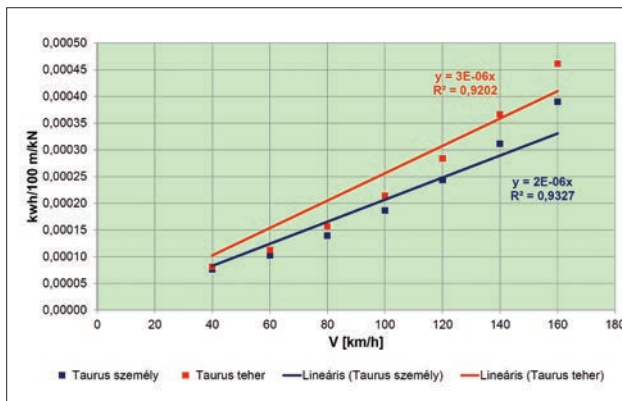
Az 1. táblázatban hasonlítottuk össze a korábbi méréseink során, illetve az új VMMSZK mérések során adódott α korrekciós tényezőket.

A vontatási mérőkocsis mérések eredményeinek kiértékelése

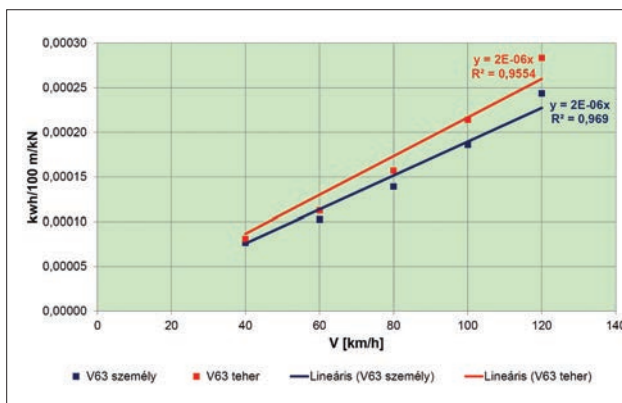
Az α korrekciós tényező elméletileg levezetett értéke és a VMMSZK által végzett mérések eredményeként kiadódott gya-



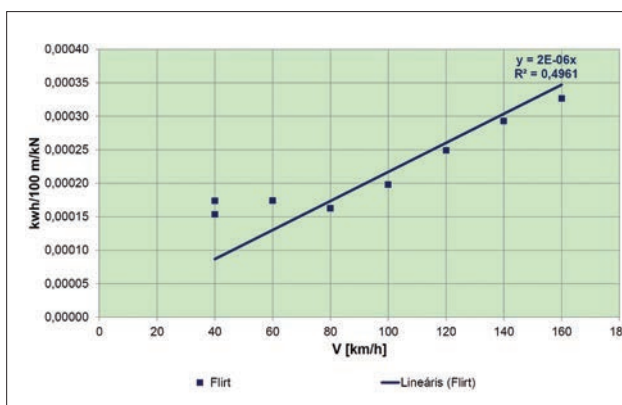
7. ábra.
A V43-as villamos mozdony által vontatott személyvonat fajlagos vontatásienergia-szükséglete



8. ábra.
A Taurus villamos mozdony által vontatott személy- és tehervonati fajlagos vontatásienergia-szükséglete



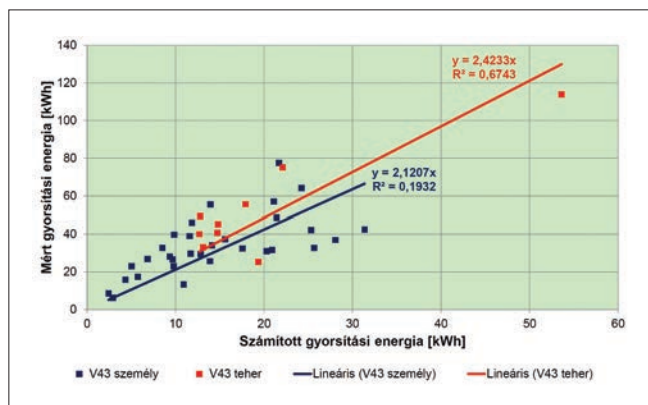
9. ábra.
A V63-as villamos mozdony által vontatott személy- és tehervonati fajlagos vontatásienergia-szükséglete



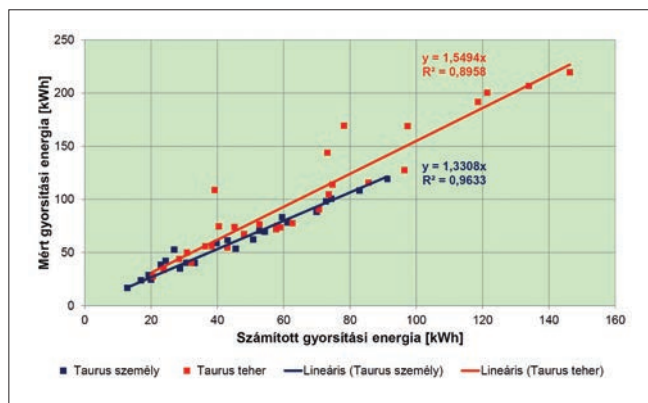
10. ábra.
A Flirt villamos motorvonat fajlagos vontatásienergia-szükséglete

korlati értéke között a Taurus mozdony vontatta személy- és teherszállító szerelvény, valamint a Flirt motorvonat esetében kicsiny a különbség. Nagyon nagy az eltérés azonban a V43-as villamos moz-

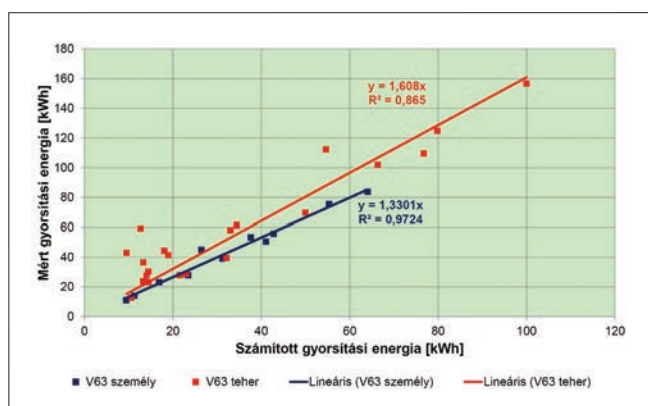
dony és jelentős a V63-as villamos mozdony által végzett vontatásoknál, s ez magyarázatot igényel. Az elméleti értékeket a 2008–2009. évi munkánk során határoztuk meg. Akkor technikai okok miatt



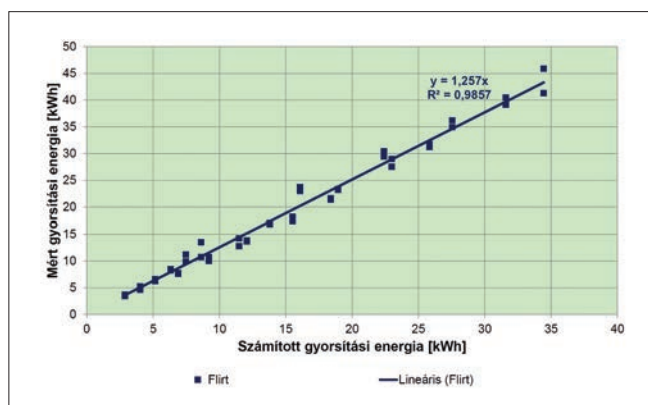
11. ábra.
A mért és a számított gyorsítási energia összefüggése a V43-as villamos mozdony vontatta személy- és tehervonat esetén



12. ábra.
A mért és a számított gyorsítási energia összefüggése a Taurus villamos mozdony vontatta személy- és tehervonat esetén



13. ábra.
A mért és a számított gyorsítási energia összefüggése a V63-as villamos mozdony vontatta személy- és tehervonat esetén



14. ábra.
A mért és a számított gyorsítási energia összefüggése Flirt villamos motorvonat esetén

nem tudunk a szóban forgó mozdonyokon méréseket végezni, ezért spekulatív úton, az új mozdonyokra vonatkozó adatok és diagramok alapján számítottuk a korrekciós tényezőket. A VMMSZK

2012. áprilisi mérése a V0431 338-as psz. mozdonyon történt. Ennek a mozdonynak az életkora meghaladja a 30 évet, és ezért több, az eredményt erősen befolyásoló tényezőre kell tekintettel lenni:

- a V43-as sorozatú, szilícium egyenirányítójú villamos mozdony menetszabályozása lényegesen korszerűtlenebb, kevesebb visszacsatolása nem szolgálja a minél jobb hatásfokú vontatást;
- a villamos mozdonyban már nem az eredeti fődarabok, segédüzemi berendezések vannak;
- a félvezető egyenirányító mozdonyok javítási ciklusai az 1960-as évektől az alábbiak: futóműjavítás (szükség szerinti javítások), forgóvázcseré, nagyjavítás a meghatározott lefutott km után (teljes szétszerelés, fődarabok és segédüzemi berendezések cseréje).

A mérésnél használt V0431 338-as psz. mozdony fődarabjai és segédüzemi berendezései különböző élettartamúak, állapotúak és hatásfokúak. A fődarabok 1%-os hatásfokromlása a jármű összhátságokromlását okozza.

Az első V63-as típusú villamos mozdonyok kb. 18-20 évvel fiatalabbak V43-as típusú társaiknál. Fenntartási rendszerük hasonló a V43-as mozdonyokéhoz. Emiatt itt is feltételezhetünk jelentős összhátságokromlást, ami az elméleti és gyakorlati értékek közötti különbséget magyarázza.

A számítások során a jövőben a VMMSZK mérések eredményeiből levezetett korrekciós tényezőket kell használni. Csak a Railjet szerelvények és a Talent motorvonat esetében vagyunk kénytele-

Summary

In this article the author reports the measurements made by traction measuring car of VMMSZK (Railway Engineering and Metrological Service Centre) in the research and development work "Complex investigation of reduction possibilities of additional costs due to speed restrictions on electric traction railway lines". As results it can be stated that α correction parameters in the research and development work made between 2008 and 2010 should be changed because of specifying. These parameters can be used for calculation of additional acceleration energy after speed restriction sites.

1. táblázat. Az α korrekciós tényező eltérései

Vonatnem	α tényezők		$\Delta\alpha$	Eltérés a VMMSZK méréstől (%)
	VMMSZK	Universitas/SZE		
Taurus személy	1,331	1,415	0,084	6,3
Taurus teher	1,549	1,495	0,054	-3,5
Taurus Railjet	–	1,316		–
Flirt	1,257	1,128	0,129	-10,3
Talent	–	1,095		–
V43 személy	2,121	1,266	0,855	-40,3
V43 teher	2,423	1,313	1,110	-45,8
V63 személy	1,330	1,166	0,164	12,3
V63 teher	1,608	1,280	0,328	20,4

nek az elméletileg meghatározott értékek-re hagyatkozni. Mivel a Taurus mozdonyra futtatásból megállapított gyakorlati érték nagyon kicsit tér el az elméletitől (1. táblázat), joggal feltételezhetjük, hogy a Taurus mozdony vontatta Railjet szerelvény esetében is igen jól egyezhet egymással az elméleti és a (meg nem határozott) gyakorlati érték. Hasonló lehet a helyzet a Talent villamos motorvonatok esetében is.

Összefoglalás

Írásunkban a Villamos vontatással üzemeltetett vasúti pályákon a sebességkorlátozások okozta többletköltségek csökkentési lehetőségeinek komplex vizsgálata tárgyú kutatás-fejlesztési munka VMMSZK segítségével elvégzett vontatási mérőkocsis méréseinek eredményét ismertettük. Megállapíthatjuk, hogy a

2008–2010 közötti kutatási jelentésekben publikált mérési eredményeket pontosítani lehetett, s ezeket majd alkalmazni is lehet a sebességkorlátozások utáni többlet gyorsítási energiák meghatározásához.

Köszönetnyilvánítás

Kiemelt köszönettel tartozunk a MÁV Zrt. PLF PLK fejlesztőmérnökének, Szekeres Dénesnek és a MÁV Zrt. PLF mérnökének, Csonka Zsoltnak, akik szakmailag támogatták a K+F munkáinkat és lelkiismeretesen konzultáltak velünk. Hálával tartozunk Vitéz Attila és Simányi Miklós ny. főiskolai tanár vasútgépész kollégáinknak is a szakmai támogatásért. Köszönjük a MÁV-Trakció Zrt., a MÁV-Start Zrt., valamint a VMMSZK munkatársainak és mindazoknak a segítségét, akik a munkában részt vettek. ◀◀

Irodalomjegyzék

Fischer, Sz.: Lassújel miatti többletköltségek és a megszüntetés költségeinek összehasonlítása. *Sínek Világa*, LIII. évfolyam, 5. szám, 2011, 21–29. o.

Fischer, Sz.: A vasúti zúzottkő ágyazat alá beépített georácsok vágánygeometriát stabilizáló hatásának vizsgálata. PhD-értekezés, Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar, 2012, 148 o.

Gajári, J.: Vasútépítéstan I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983, 434 o.

Kiss, F.: A vasúti pálya lassújelei okozta vontatási többletenergiák és költségeik. XIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia (ÉPKO), Erdélyi Magyar Tudományos Társaság (EMT), Csíksomlyó, Románia, 2009. június 11–14., 237–245. o.

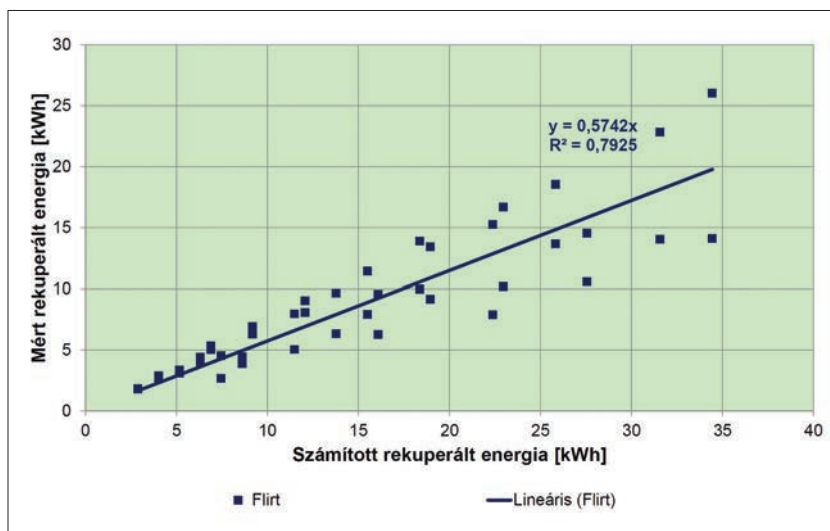
Kiss, F.: A vasúti pálya lassújelei okozta vontatási többletenergiák és költségeik. Közlekedésképzési Szemle, 59. évfolyam, 6. szám, 10–16. o.

MÁV: Országos Közforgalmú Vasutak Pályatervezési Szabályzata. KÖZDOK, Budapest, 1983, 185 o.

Universitas-Győr Nonprofit Kft.: A vasúti pályán a lassújelek után szükséges gyorsítások energiaigényének vizsgálata. Kutatási zárójelentés. (Készítette: Dr. Kiss Ferenc, Fischer Szabolcs, Vitéz Attila, Simányi Miklós), Győr, 2009.07.20., 152 o.

Universitas-Győr Nonprofit Kft.: Lassújelek okozta vontatási energia-többlet költségeinek és a lassújelet okozó pályahiba kijavítási költségeinek összevetése. Kutatási zárójelentés. (Készítette: Dr. Kiss Ferenc, Fischer Szabolcs, Simányi Miklós), Győr, 2010.12.10., 199 o.

Széchenyi István Egyetem: Villamos vontatással üzemeltetett vasúti pályákon a sebességkorlátozások okozta többletköltségek csökkentési lehetőségeinek komplex vizsgálata. Kutatási zárójelentés. (Készítette: Dr. Fischer Szabolcs, dr. Horvát Ferenc, dr. Kiss Ferenc), Győr, 2012.10.31., 97 o.



15. ábra. A mért és a számított visszatáplált energia összefüggése Stadler Flirt villamos motorvonat esetén

Lassújelek hatásai a vasúti közlekedés költségeire

A vasúti pályának azt a részét, ahol a vonatok az eredetileg kiépítetthez képest csökkentett sebességgel közlekedhetnek, jelzéssel látják el, innen származik a vasutas szakzsargon célszerű rövid kifejezése: „lassújel”. A kiépítési sebesség és a lokálisan bevezetett sebességkorlátozások együttesen határolik be a vonatok sebességét adott állomásközből vagy vonalszakaszon. Adott vonatonál a menetrendben előírt alapsebesség a mérvadó, amely kisebb a pályára engedélyezett sebességnél. Ezt az értéket járműparaméterek, valamint menetrendi kötöttségek és célkitűzések is befolyásolják.



Dr. Ercsey Zoltán

ny. műszaki-gazdasági tanácsadó

✉ info@e4.hu

☎ (30) 370-9708



Kisteleki Mihály

gépészmérnök,
ny. igazgató

✉ kistelekim@mav.hu

☎ (1) 511-2406



Vincze Tamás

közlekedésmérnök,
ny. igazgató

✉ vincze2t@t-online.hu

☎ (1) 240-9152

A magyar vasúti infrastruktúra állapota jelentős mértékben leromlott az utóbbi két évtizedben. A hálózat jelenlegi hossza mintegy 7000 km. A törzshálózati és fővonalak, valamint a hosszú távon „életképes” mellékvonalak (ez együtt mintegy 6000 km) elemzése során eljuthatunk arra a következtetésre, hogy a magyar vasúti pálya műszaki színvonalának szinten tartásához szükséges időarányos (legalább 30 évenként esedékes) felújítását, a kor igényeinek megfelelő modernizálását folyamatosan végezve 6000/30, azaz mintegy 200 (menetrendi) km évenkénti folyamatos rehabilitációját kellene elvégezni.

A valós helyzet azonban szignifikáns elmaradást mutat. Az elmúlt több mint húsz évben ez a felújítási ütem évente 20-25 km közé esett. Jelenleg az EU által biztosított támogatásokkal együtt is 60 km alatti az éves felújítási ütem a 2015-ig terjedő programban. Ennek következtében szükségszerűek a lassújelek a hálózat mintegy felén.

A vonatok menetideje megnövekedett, a vasúti személyszállítás versenyképessége romlott, miközben a közúti közlekedés színvonala, mennyiségi jellemzői dinamikusan javultak. Ehhez jelentős mértékben járult hozzá az utóbbi két évtized autópálya-építési programja. Ennek ellenére gyakorlatilag csak a mintegy 3000 km hosszú vasúti fővonalak szerepelnek a közép-távú teljes felújítási programban. A hálózat több mint felének megfelelő szinten tartására – elsősorban forráshiány, de részben a technikai megvalósítás ütemezésének nehézségei miatt is – nincs lehetőség!

Ha feltételezzük, hogy a pályafelújítás üteme felgyorsul, eléri az évenként szükséges ütemet, akkor is hosszú évekre lesz szükség a megfelelő szintű, egységes állapotú hálózat biztosításához.

A helyzet alapján elkerülhetetlennek látszik a teljes felújítás előtt, lehetőleg minél gyorsabb ütemben a helyi, szakaszos pályahibák, a „lassújelek” megszüntetése. A vonatok sebességének megemlése je-

lentős költségigényeket támaszt, ugyanakkor egyes esetekben a vasút szolgáltatási színvonalának dinamikus emelését eredményezheti.

A költségek és az elérhető eredmények összevetése egymással vonalankénti elemzést igényel, minden esetben a beruházás eltérő ütemű megtérülésére lehet számítani.

Hangsúlyozni kell, hogy a lassújelek felszámolásával elérhető közismert energiamegtakarításon túl egyéb előnyöket is elemezni szükséges. A lényegesebb hatások a következők:

Energiafogyasztás

A lassújel a vonat megszokott menetéhez képest zavart okoz, mert a vonatot egyébként szükségtelen fékezésre, majd gyorsításra kényszeríti, így a vonat továbbításához szükséges mechanikai munka megnövekszik.

Fékezési többletköltség

Az energiafogyasztással azonos eredetű van a lassújelek miatt keletkező fékezési

többletköltségeknek, ugyanis a több fékezéssel több mozgási energiát kell fel-emésztetni. A ma még többségben levő súrlódásos fékeknel intenzívebben kopnak a féktuskók, kerékabroncsok, illetve fékberetések és féktárcsák, és ezek gyakori cseréjére van szükség. A korszerű vontatójárművek elektrodinamikus fékrendszereinek a veszteség a tuskós fékezés költségének töredéke, ezért elhanyagolható nagyságú.

Menetrendi hatás

A lassújelek megszüntetésével értelem-szerűen menetidő-csökkentés érhető el. Amennyiben a menetidő-csökkentés számottevő, akkor új, az utasok számára előnyös, a vasút számára pedig gazdaságosabb menetrend kialakítása válhat lehetővé. A rövidebb menetidő révén a vasúti üzemben jelentős megtakarításokat lehet elérni, egyben nagyobb kapacitás tartálékolható a feszes, ütemes személyszállítási menetrend mellett az áruszállításra is.

Járművek kihasználása

A lassújelek következtében a legnagyobb többletköltség akkor jelentkezik, ha a meghosszabbodó menetidő folytán az adott forgalom lebonyolításához további szerelvényekre van szükség. Fordított okfejtéssel: ha a lassújelek feloldásával sikerül egy, esetleg több szerelvényt kiváltani, tetemes megtakarítás érhető el. Itt kell megjegyezni, hogy az esetleg kiváltható szerelvényen szolgálatot teljesítő utazó személyzet bér- és járulékos költségei is megtakaríthatók. Egy-egy szerelvény megtakarításához természetesen nagyobb menetidő-csökkentés szükséges, ami csak hosszabb pályaszakasz megjavításával realizálható, és figyelemmel kell lenni a menetrendi kötöttségekre is.

Utazó személyzet szolgálati ideje

A vonatok csökkenő menettartama általában csökkenti az utazó szolgálatot teljesítők munkaidejét; de az ezzel elérhető megtakarítás csak abban az esetben egyértelmű, ha releváns időmegtakarítás keletkezik, amely a személyzetfordulók átalakításához szükséges mértéket eléri.

A vasút népszerűsége

A MÁV által 20-25 évvel ezelőtt biztosított eljutási időket a 2012. évvel összehasonlítva szinte katasztrofális állapot rajzolódik ki, ugyanis gyakorlatilag az összes fővonalunkon növekedtek a menettarta-

mok, miközben egy emberöltő alatt a közúti közlekedés – a gépjárművek számának növekedése és autópályáink kiépítése folytán – nagymértékben fejlődött, és konkurenciája egyre nyomasztóbb. Még kritikusabb a helyzet a mellékvonalakon, ahol nem ritkák a 20-30 km/h sebességgel járható vonalak sem. A vasút térszerzésének számos oka közül az egyik közvetlen ok, hogy a távolsági forgalomban a személygépkocsival való eljutási idő annival rövidebb, hogy a közlekedési mód megválasztásakor az útra kelők nem mérlegelik a vasúti utazás más, esetleg kedvező szempontjait. A lassújeleknek az utasok által való elfogadásánál van egy lélektani küszöb is, mert az utasok jelentős része türelmét veszti, ha a vonat sűrűn fékez és „döcög”, még akkor is, ha a menetidő úgy van megszabva, hogy ebből késés nem adódik. A menetidő társadalmi érték, a mobilitás legfőbb tényezője. A szakirodalom és a MAV-Start gyakorlata alapján számszerűsíthető a megnyert menetidő közgazdasági hasznossága. Mintamodellünkben ezt az értéket is tekintetbe vettük.

A fenti megfontolások alapján figyelmünket elsősorban az európai programból kimaradó, többi országos és regionális jelentőségű törzshálózati vonalra fordítjuk, mert ezekre az utóbbi időben – nyilván forráshiány miatt – semmiféle felújítási program nem készült. Mivel ezeken a vonalakon felépítménycserés kor-

szerűsítésre nem látszik lehetőség, egy lényegesen kisebb pályajavítási költségkért hatékony felhasználását kívánjuk elősegíteni.

A lassújelek megszüntetése révén költségcsökkentés érhető el, a lassújelek megszüntetéséből eredő haszon a vasút költségvetési támogatásának mértékét is csökkenti. Az alábbiakban tételesen áttekintjük a költségcsökkentés lehetséges forrásait. A lehetséges jelzőt azért használjuk, mert a vasúti üzemköltség igen sokféle hatás eredményeként áll elő, és az eltérő üzemi szituációkban nagyon is eltérő megoldásokkal lehet csökkenteni, de nyilván az ilyen jellegű intézkedések nemcsak a technikai és forgalmi lehetőségektől, hanem emberi tényezőktől is függenek.

A lassújelek okozta többletenergia-fogyasztás

A vonat továbbításához szükséges mechanikai munkanövekmény bizonyos korrekciókkal arányos a vonat tömegével, és a fékezési kezdő-, illetve végsebesség négyzetének különbségével. A vontatási mechanika és energetika szabályait alkalmazva kiszámítható, és a vontatójárművek szokásos hatásfokát figyelembe véve megadható, hogy egy-egy szinguláris lassújel 100 t vonattömegre vetítve megközelítőleg mekkora többletenergia-költséget okoz (1. és 2. táblázat).

1. táblázat. A lassújelek okozta várható energiaköltség dízelvontatásnál, 100 t vonattömegre vetítve (Ft)

Alapsebesség [km/h]	40	60	80	100	120
Sebességkorlátozás [km/h]					
20	59	165	314	505	738
40	–	86	235	426	661
60	–	–	103	295	529
80	–	–	–	111	345
100	–	–	–	–	109

2. táblázat. Lassújelek okozta várható energiaköltség villamos vontatásnál, 100 t vonattömegre vetítve (Ft)

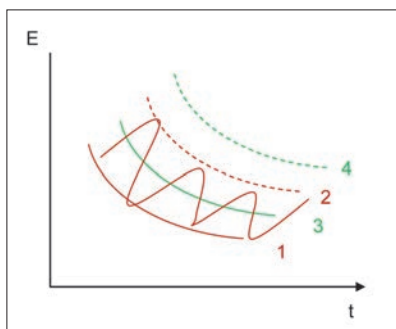
Alapsebesség [km/h]	40	60	80	100	120	140	160
Sebességkorlátozás [km/h]							
20	28	78	148	239	349	480	631
40	–	41	111	201	317	443	594
60	–	–	49	139	251	381	532
80	–	–	–	53	103	294	445
100	–	–	–	–	52	182	333
120	–	–	–	–	–	46	197
140	–	–	–	–	–	–	33

Megjegyzés: Az energia-visszatápláló fékezésre alkalmas vontatójárműveknél a 2. táblázatban megadott érték 30-90%-a veendő figyelembe.

A táblázatok adatainak számítása során feltételeztük, hogy a fékezési energiavesztés csökkentésére bevált módszereket (a vonatok ún. kifuttatását) a mozdonyvezetők szakszerűen alkalmazzák, így lassításonként 3-5 másodperc többletidő árán jelentősen csökkentik az energiafelhasználást. Az 1. és 2. táblázat, valamint az adott pályaszakaszon közlekedő vonatok adataiból az egy-egy lassújel által okozott energia-többletköltség jó közelítéssel kiszámítható.

A sebességkorlátozások okozta többletenergia-fogyasztást a közelmúltban is több tanulmányban és prezentációban taglalták, és ezekben általában igen jelentős energiamegtakarítási lehetőséget publikálnak [1]. Példaként bemutatják, hogy a sárvári Rába-hídon 1994-ben – egyetlen lassújel miatt – az akkori forgalmi viszonyok között, még dízelvontatás mellett, évi 5,7 M Ft energiaköltség-növekedés keletkezett. (Ez 2011. évi áron 171 M Ft.)

Az ismertetett további példák is azt mutatják, hogy ha nagy sebességről történik a fékezés, jelentős energiavesztés keletkezik. A 120 km/h vagy a még nagyobb sebességű pályák tehát különösen érzékenyek a lassújelekre, ezeket érdemes kiemelten kezelni, és az azokon előforduló lassújeleket mielőbb megszüntetni (1. ábra).



1. ábra. A menetidő és a vontatásienergia-fogyasztás általános összefüggése

Az ábrán:

E: energiafogyasztás, kWh

t: menetidő, min

1. nagyobb sebességű pálya, lassújelek nélkül;
2. nagyobb sebességű pálya, lassújelekkel;
3. kisebb sebességű pálya, lassújelek nélkül;
4. kisebb sebességű pálya, lassújelekkel.

Hosszabb vonalszakaszon a lassújelek megszüntetésétől várható eredmény dön-

tő mértékben a konkrét vontatójárműtől és az adott vonalszakasz üzemi viszonyaitól függ. Ezek:

- a vonat alapsebessége;
- a vontatójármű átlagos üzemi határfoka egyenletes menet, illetve gyorsítás közben;
- a vontatójármű határfoka, ha megvan a lehetősége, energia-visszatápláló fékezés közben;
- a pálya emelkedési és ívviszonyai;
- a lassújel környezetében a vonat egyébként is megáll-e (például utasforgalmi okból), vagy teljes sebességgel haladna;
- végül pedig attól, hogy milyen mértékű menetidő-tartalék áll rendelkezésre. Ettől függ ugyanis, hogy van-e lehetőség a fékezési munkavesztésnek a vonat kifuttatásával való csökkentésére, és hogy a továbbiakban a vonat erőltetett menetben közlekedik-e.

Szélsőséges üzemi helyzeteket nem tekintve érvényes az ökölszabály, hogy egy adott vonatnál: „rövidebb menetidő következménye a nagyobb energiafogyasztás” (2. ábra). Ha a tervezett menetidőt lassújel emészt fel, a késés megszüntetése nyilván nagyobb energiafogyasztás árán lehetséges. A menetidő megválasztásában azonban az energiafogyasztás csökkentésének szempontja mégsem elsődleges, mert, mint arra a későbbiekben kitérünk, az ésszerűen rövid menetidő a vasúti szolgáltatóknak és a szolgáltatást igénybe vevőknek egyaránt érdekük.

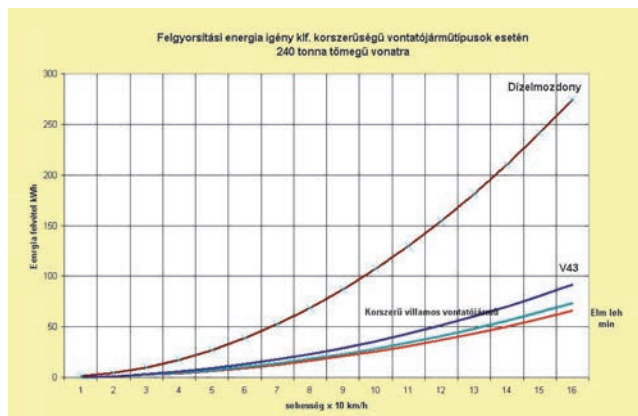
A vasúti pálya karbantartási és felújítási hiányosságai miatt növekvő számú lassújelek megállapításánál az Infrastruktúra Üzletág kétféle irányelvet követ.

- Amint egyre több lassújelet tűznek ki, és a pályafelügyelet objektív méréssel is megállapítja, hogy a pálya általános álla-

pota leromlott, hosszabb vonalszakaszra, sőt egész vonalakra generális sebességkorlátozást vezetnek be. Ez a gőzvontatás időszakában a vontatójárművek korlátozott teljesítménye miatt indokolt eljárás volt, de még ma is – a hagyományos gondolkodás tovább él – gyakran alkalmazott elv. Nem ritka hivatkozás az sem, hogy a sebesség csökkentésével a még viszonylag jó állapotú pályaszakaszok romlását késleltethetik („preventív lassújel”). Végeredményben a vonat sebessége csökken, ennek minden káros következményével, de az energiafogyasztás lehet, hogy nem növekszik, sőt „kedvezőbbé” válik.

- A korszerű vontatójárművek nagy gyorsítókapacitását kihasználva mód van arra, hogy a nagyobb sebességgel járható szakaszokon a közelben levő lassújelek ellenére a köztes szakaszokon a vonat felgyorsíthat. Ha a sebességkorlátozásokat csak a valóban hibás pályaszakaszokon vezetnek be, és a vonat ezt kihasználja, menetidő szempontjából kedvezőbb helyzet áll elő, viszont a gyakori fékezések miatt az energiafogyasztás jelentősen megnőhet. A növekmény attól is függ, hogy milyen energia-visszatáplálási lehetőség van a vontatójárművön, és a tápláló hálózat műszakilag alkalmas-e a fordított irányban áramló villamos energia fogadására. A fékezési energia jelentős arányú visszatáplálására csak a sok hajtott kerékpárral épült új villamos motorvonatok képesek.

A lassújelek felszámolásával elérhető energiamegtakarítást tehát számos tényező befolyásolja, és ezek kisebb-nagyobb mértékben alakítják a várható eredményt. Mindezekből következik, hogy a várható energiamegtakarítás lehető legegyszerűbb értéke egy adott vonalszakaszra az ott



2. ábra. Gyorsítási-energia-igény villamos és dízelvontatásnál

közlekedő vonatok jellemzői alapján végzett menetidő- és energetikai számítással határozható meg.

E követelmény teljesítésére – a jelenlegi állapotok figyelembevételével – három vasútvonalra végeztünk összehasonlító számítást, és pedig a:

- 41. sz. Dombóvár–Gyékényes,
- 82. sz. Hatvan–Szolnok,
- 142. sz. Kőbánya-Kispest–Lajosmizse vonalakra.

Az eredményeket felhasználjuk a kiválasztott vasútvonalak üzemi viszonyainak elemzésénél. A menetdinamikai és energetikai számítások menetét az alábbiakban, a számítások részletes eredményeit később ismertetjük.

A MÁV az időszerű vontatásügyei fejlesztésére és végrehajtásának támogatására kifejlesztette a McDina (Menet-Dinamika) elnevezésű menetszimulációs programját, a következő fejezetekre osztva:

- Menetszimuláció
- Menetidő-számítások
- Vontatásenergetikai számítások
- Szabványos menetrendi adatok meghatározása

Menetszimuláció

A menetszimulációs művelet eszköze a vonatmenet folyamatát leíró differenciálegyenlet rendszer. Ennek keretében a program másodpercenkénti léptetéssel folyamatosan kiszámítja és leképezi a mozgásjellemzők és erőfolyamatok sorozatát.

Menetidő-számítás

Az adott vonatra előírt menetrendi adatok meghatározása és rögzítése, a menetszimuláció révén a menet részidőinek az ún. „rövid” és „rendes” menetidőpárosok kiszámítása:

- Rövid menetidő: az adott feltételek mellett műszakilag elérhető legrövidebb menetidő.
- Rendes menetidő: egy biztonsági pótidőértékkel kibővített menetidő, az UIC 451-1 VS jelű javaslata szerint. A hivatalos menetrendben csak ez utóbbiak szerepelhetnek.

A menetszimulációs program folyamatosan és szigorúan ellenőrzi a mindenhol és mindenkor érvényes sebességhatárítás betartását, és automatikusan végrehajtja a hozzá tartozó szükséges sebesség-helyesbítéseket.

A menetszimuláció pontosan végrehajtja az előírt mértékű kifuttatásokat.

Energetikai számítás

A program a vonóerő és a fékezőerő munkájának elemeit minden állomásközt meghatározza, és a végén összegzi.

A tulajdonképpeni energiafogyasztás meghatározása az összegezett vonóerő és fékezőerő munka értékekből a hatásokok figyelembevételével történik.

Menetrend

A menetrend adatai a menetidő-számítás eredményein alapulnak, beleértve a megállási helyeken kívánt tartózkodási időtartamok meghatározását is. A program eredményadat-tartalma így teljes mértékben megfelel a „szolgálati menetrendkönyv” adattartalom véglegesítési feladatának is.

A lassújelek okozta fékezési többletköltség

Mint fentebb utaltunk rá, a többletenergia-fogyasztással azonosan nő a lassújelek miatt keletkező fékezési többletköltség. Elvileg a fékrudazatok mozgó, súrlódó alkatrészei is jobban kopnak, de az ebből adódó többletjavítási költség nem kimutatható és elhanyagolható nagyságú.

Az öntöttvas féktuskók kopására vonatkozóan rendelkezünk kísérleti eredményekkel [2], amelyek szerint egy hagyományos féktuskó a szokásos üzemi viszonyok között – a féktuskónyomástól függetlenül – 1 kWh energia felemésztése közben 13 g tömeget veszít, következésképpen egy féktuskó 470 kWh munka felemésztésére képes. A féktuskó ára és cseréjének munkadíja 1800 Ft költséggel jár, így a hagyományos fékezésű vonatoknál, átlagos üzemi viszonyok között, 3,8 Ft/kWh fajlagos féktuskóköltség adódik. Energetikai számításaink a fékezési energiavesztés értékeit is eredményül adják, ezek alapján meghatároztuk a fékezés többletköltségét, amely tehát az energiaköltség 5-15%-a. A korszerű vontatójárművek hidrodinamikus és elektrodinamikus fékrendszerénél a féküzem költsége nem különíthető el, de a tuskós fékezés költségének töredéke, ezért elhanyagolható nagyságú.

A lassújelek hatása a menetidőre, és annak következményei

A pálya jelenlegi és a lassújelek ésszerű mértékű megszüntetésével kijavított állapotára vonatkozó menetidő- és energetikai számítások menetidőadatai összeha-

sonlíthatóak, illetve kiadódik a két végállomás között elérhető időmegtakarítás. Számottevő menetidő-csökkentés – márpedig, ha egy vonalon sok sebességhatárítást oldanak fel, akkor ez várható –, azaz rövidebb menetidő révén a vasúti üzemből elérhető megtakarítások egy része kézenfekvőnek tűnik, más része úgynevezett rejtett tartalék.

A lassújelek hatása a pálya kapacitására és az ütemes menetrendre

A pályakapacitás régebbi definíciója szerint a vonalon vagy egy vasúti csomóponton naponta közlekedtethető vonatok abszolút mennyiségét számították ki. A kapacitás elméleti mérőszámát gyakorlati tapasztalatok alapján a kapacitáskihasználás fogalmával korrigálták. Ez az eljárás a kevéssé kötött menetrend szerint közlekedő tehervonatok korszakában volt megfelelő.

Napjainkban – a korszerű, ütemes menetrendre alapozott üzemi viszonyok között – a pályakapacitás kérdése úgy fogalmazható meg, hogy az adott vonalon milyen sűrűségű ütemes személy- és ahhoz illesztett tehervonati közlekedés valósítható meg. Újabban a kapacitást a naponta közlekedtethető vonatok helyett rövidebb időtartamra, például csúcsforgalmi időszakokra vonatkozóan is elemzik. Adott pályaszakasz- vagy vágányút-kapacitás számításának alapja a vonatok által okozott foglaltsági idő. A lassújelek miatt megnövekedő menetidő egyértelműen a kapacitás csökkenését okozza. Amennyiben a vonalon a forgalmi igényekhez képest egyébként is szűkös kapacitás áll rendelkezésre, enyhébb esetben a forgalom zavarérzékenysége növekszik (további késések), súlyosabb esetben az optimálisnál kevesebb vonat közlekedhet. A MÁV hálóján szűk kapacitás jellemzően

- a budapesti nagy pályaudvarokhoz kapcsolódó első-második állomásközt;
- nagyobb forgalmú egyvágányú pályaszakaszokon, például elővárosi forgalomban és IC vonatok vonattalálkozási pontjainál;
- a nagy állomások összefonódó vágányútvonal fordul elő.

Nem szorul külön bizonyításra, hogy ezeken a helyeken a megnövekvő foglaltsági idők vagy a tervezhető vonatok mennyiségét csökkentik, vagy más esetben a vonatok egyébként szükségtelen várakozását okozzák.

Az ütemes menetrend szempontjából a lassújel vagy közömbös, vagy pedig kifejezetten káros lehet aszerint, hogy az egyes állomások között alkalmazható menetidőkből hogyan építhető fel az ütemes menetrend rendszeres vonattalálkozási és csatlakozási szisztémája. Arra is ismerünk példát, hogy a menetrendszerkesztő, mintegy kompromisszumként, a kedvezőtlenül nagy foglaltsági időket egyes vonatoknál a megállók kihagyásával ellensúlyozza. Ilyen helyzet tapasztalható például a 71. menetrendi sorszámú vonalon. A lassújelek különösen káros hatása akkor mutatkozik, ha az érvényes ütemes menetrend utólag bevezetett 20-40 km/h sebességkorlátozások miatt ellehetetlenül.

A hosszabb menetidő hatása a járművek kihasználására

A meghosszabbodó menetidők káros következményeit számos vonatkozásban említettük. A legnagyobb többletköltség akkor jelentkezik, ha a meghosszabbodó menetidő miatt az adott forgalom lebonyolításához további szerelvényekre van szükség. Mai menetrendünk a hálózat jelentős részén már ütemes jellegű. Fordított okfejtéssel: ha a lassújelek feloldásával sikerül szerelvény(ek)e)t kiváltani, tetemes megtakarítás érhető el. Egy vonszerelvény szolgálatba állításának költsége az alábbi elemekből tevődik össze:

- a járművek amortizációja,
- a szerelvény fűtése, világítása,
- a járművek javítása, kivéve a járművek futásával arányos költségeket,
- a járművek műszaki felügyeletének költségei,
- a szerelvényen szolgálatot teljesítő utazó személyzet bér- és járulékos költségei.

A vonatok fűtésének, légkondicionálásának és világításának költsége is akkor csökken számottevően, ha a forgalmat kevesebb szerelvényrel bonyolítják le. Két vonat közötti várakozási idő alatt napközben a szerelvényeket az előfűtés szabályai szerint általában fűtve tartják. Magyarországon éghajlati viszonyai között a 180 napos fűtési időszakban +3,5 °C környezeti hőmérséklet jellemző, ennek megfelelően egy Bhv vagy hasonló kialakítású személykocsi fűtési teljesítményigénye az állomáson mérve átlagosan 14 kW. A légkondicionált járművek hűtésének és szellőztetésének átlagos energiaigénye a nyári szezonban 9 kW. Dízelvontatásnál a mo-

tor által hajtott generátoros villamos fűtésre kocsinként 2,9 kg/h gázolajfogyasztás számítandó. A légkondicionált dízel motorvonatoknál (6341 és 6342 sorozat) a kétrészes egység hűtése átlagosan óránként 3,8 kg gázolajjal működik.

A hosszabb menetidő hatása az utazó személyzet szolgálati idejére

A vonatok menettartamának csökkenése elérheti a személyzetfordulók átalakításához szükséges mértéket is. A csak néhány percnyi időmegtakarítás szoros forduló esetén a vonatok közötti időközt kedvezően megnövelheti. Ez utóbbi esetben némi szolgálati idő-megtakarítás csak a szolgálat kezdetének és végének módosítása miatt adódhat.

A MÁV-Start kerekített adatai szerint egy mozdony/motorvezető munkabére a közterhekkel, továbbá a kiképzés, orvosi ellenőrzés stb. költségeinek arányos részével együtt 6000 Ft/h, a jegyvizsgálók bérköltsége 4400 Ft/h.

A lassújelek hatása a vasút imázsára

A Magyar Államvasutak által 20-25 évvel ezelőtt biztosított eljutási időket a 2011. évvel összehasonlítva szinte katasztrofális kép rajzolódik ki, ugyanis a Budapest–Hegyeshalom vonal kivételével (ahol 2011 végén ugyancsak jelentős sebességkorlátozások léptek életbe!) az összes fővonalunkon növekedtek a menettartamok (3. táblázat), miközben egy emberöltő alatt a közúti közlekedés – autópályáink kiépülésével – hatalmas fejlődésen ment keresztül, és konkurenciája mind nyomasztóbb. Még kritikusabb a helyzet a mellékvonalakon, ahol nem ritkák a 20-30 km/h sebességgel járható vonalak sem.

Az egyéni közlekedés döntő versenyelőnye, hogy háztól a célig tetszőleges időpontban utazhatunk. Ezt az előnyt a

vasutak Európa-szerte a rendszeres, gyakori kínálattal – ütemes menetrend – és a sebesség növelésével tudják ellensúlyozni. Az ütemes menetrend bevezetésével a MÁV jelentősen felzárkózott az európai társvasutakhoz, és néhány mellékvonal kivételével a vonatközlekedés gyakorisága – a közelmúltban végrehajtott vonat darabszám csökkentésig – megfelelt egy közepesen fejlett európai ország indokolt társadalmi elvárásainak. Nem így az eljutási idő, amely sem nemzetközi mércével, sem a konkurencia által nyújtott szolgáltatással összemérve nem elfogadható. A 3. táblázat egyértelműen mutatja, hogy számos fővonalunkon a 30-40 évvel ezelőtti szintet sem érjük el.

Tovább rontja a képet, hogy a pálya-állapot romlása miatt egyes fővonalakon megszüntették vagy egy vonatpárra csökkentették a gyorsvonatok közlekedését, így például a 41-es és 81-es nemzetközi fővonalakon 2011-ben gyakorlatilag mellékvonali szolgáltatás van. Sok mellékvonal teljesen leromlott állapota pedig a vonalak bezárásának közvetlen oka lett.

A vasút térvesztésének számos oka közül az egyik igen markáns közvetlen ok, hogy a távolsági forgalomban a személygépkocsival való eljutási idő annnyival rövidebb, hogy a közlekedési mód megválasztásának pozíciójában levők nem mérlegezik a vasúti utazás más, esetleg kedvező szempontjait. Nyilván messze elmaradtunk a Német Vasutak szlogenjétől: „két-szer olyan gyorsan, mint az autó”, de az autóval legalább azonos sebesség biztosítása nélkül a MÁV-Start egyéb sikeres és a közvélemény által elismert erőfeszítései (ütemes menetrend, korszerű motorvonatok, mozgássérültek utazási lehetőségei, internetszolgáltatás, légkondicionálás stb.) sem hozzák meg az elvárt üzleti eredményt.

A korábbi európai uniós felmérések szerint (a 15 EU-ország idején végzett

3. táblázat. Express-IC vonati menetidők egyes MÁV-fővonalakon

Viszonylat	Menetrendi sorszám	Bázis-év	Menetidő anno [min]	Menetidő 2012 [min]	Változás [min]
Budapest–Keszthely	30.	1981	165	171	+6
Budapest–Pécs	40.	1991	155	165	+10
Budapest–Gyékényes	41.	1981	240	267	+27
Budapest–Miskolc	80.	1968	112	122	+10
Budapest–Miskolc–Nyíregyháza	80.	1968	176	184	+8
Budapest–Szolnok	120a	1939!	73	82	+9
Budapest–Kelebia	150.	1981	157	158	+1

közzvélemény-kutatás alapján) a mintegy 400 millió lakos 20%-a (közel 80 millió fő) nem jut autóhoz, különböző okok miatt (még fiatal, nincs pénze autóra, egészségi okok miatt nem vezethet, túl idős stb.). A „kényszerű” közösségi utasok nálunk feltehetően jóval a lakosság lélekszámának 30%-a fölé becsülhetők, ugyanakkor a szükséghelyzetükkel való visszaélésnek minősülhet az elfogadhatatlan menetidő. A többi potenciális utasért folytatott piaci küzdelem eleve reménytelenné válik az egyre növekvő menetidők miatt.

Az eleve hosszú menetidőkre ráarakódó vonatkések okozta tényleges vasúti és nemzetgazdasági kár, valamint imázsromboló hatás összegeződik.

A menetidő társadalmi érték, a mobilitás legfőbb tényezője

Ezt az értéket, az idejüket, a közlekedő emberek – a pénzben kifejezett költségeiken felül – a mobilitásuk érdekében feláldozzák. Nem közömbös, hogy életünknek mekkora hányadát töltjük közlekedéssel. Különösen érzékeny terület ebből a szempontból a hivatásforgalom. A közlekedésre fordított idő társadalmi értéke koronként, országonként, társadalmi csoportonként igen nagy szórást mutat. A MÁV-Start közlése szerint hazai viszonyaink között, a rövid távú utazásoknál 1 óra hasznosítható idő egyenértéke – a MÁV-Start szóhasználata szerint közgazdasági hasznossága – 2800 Ft. A rövidebb időtartamú utazással természetesen csak az utasok egy része tesz szert hasznosítható időre, ezért a rövidebb menetidő egyenértékét csak az utasok egyharmadára vonatkoztatjuk (4. táblázat). A későbbi példák is látható, hogy a menetidő-csökkentésnek igen jelentős társadalmi haszna van.

Három vasútvonal (41., 82. és 142. menetrendi sorszámu) üzemi viszonyainak elemzését végeztük el a lassújelek megszüntetésével elérhető eredmények felmérése érdekében. A vizsgálatok igen érdekes eredményekre vezettek. Itt most a legnagyobb várható eredménnyel kecsegtető lassújel-megszüntetést ismertetjük.

A 82. számú Hatvan–Újszász (–Szolnok) vonal

A Hatvan–Újszász–Szolnok vasútvonalnak csak a Hatvan–Újszász közötti szakaszát vizsgáljuk, mert az Újszász–Szolnok

4. táblázat. A MeDina eljárással kiszámított menetidő és energiafogyasztás adatok Hatvan–Újszász között

Járműtípus	V43+2Bhv		5341 sor.	
	Menetidő [min]	Energia [kWh]	Menetidő [min]	Energia [kW]
1. változat	45,7	298	45,4	140
2. változat	42,0	245	41,7	134
3. változat	37,6	269	37,2	152

állomásköz a Budapest–Szolnok fővonal része. A vonalnak a MÁV törzshálózatában fontos összekötő szerepe van, ugyanis kapcsolatot biztosít a Délalföldi és az Észak-magyarországi régió között, ebből adódóan a rendszerváltás előtt számottevő belföldi teherforgalmat bonyolítottak rajta. További forgalmi terhelést jelentett a Somoskőújfalu átmenetben némi tranzit, és időszakosan használták Budapestet megkerülő áruforgalmi tranzitvonalnak is Hatvani delta–Aszód–Vác–Szob felé. Napjainkban csak a személyforgalom jelentős. (2012-ben várható 580 000 utas/év).

A „kör-IC” ütemes, Cegléden csatlakozást biztosító rendszernek kialakítása előtt a Szeged–Miskolc közötti gyorsvonatok is ezen a vonalon közlekedtek. A pályán az eredeti 100 km/h sebességhez képest számos 80, 60 és 40 km/h korlátozás van.

A vonalon egy hétvégi diákvonattól eltekintve ma már csak személyvonati szolgáltatás van, és pedig – egy délelőtti vonatpár kihagyásával – órás ütemes menetrend van érvényben. A rendes vonattalálkozási állomások: Pusztamonostor és Jászboldogháza–Jánoshida. A forgalomhoz négy hágymányos szerelvényt használnak, V43+2Bhv vagy V43+3Bhv összeállításban. Az esti órákban két fordulót 5341 sor. villamos motorvonat (Flirt) teljesít.

A pálya javításával elérhető költség-megtakarításra két lehetőséget vizsgáltunk:

A legrosszabb állapotban levő pálya-részek kijavítása, a pálya alkalmassá tétele 80 km/h sebességre

Ebben az esetben az üzemköltség-megtakarítás a menetidő, az energiafogyasztás és a fékezési munka csökkenéséből eredhet.

Az EnOpt menetdinamikai számítás során háromféle változatot vizsgáltunk:

1. változat – a jelenlegi, 30 szakaszból álló, különböző, 40, 60 és 80 km/h sebességkorlátozással tarkított pályán közlekedő vonatokat;

2. változat – az összesen 10,3 km hosszban meglévő 40 és 60 km/h sebességgel járható pályarészeket, mérsékelt költséggel, 80 km/h-ra alkalmassá teszik;

3. változat – az eredeti, jó állapotú pályán 100 km/h sebességű vonatok közlekedését.

Gyakorlati jelentősége az 1. és a 2. változat közötti összehasonlításnak van, mivel a belátható jövőben a pálya generális felújítására reális esély nem mutatkozik.

A 4. táblázat adatai alapján néhány figyelemre méltó kvalitatív jellegű megállapítást tehetünk:

- Jelentős menetidő-csökkentést csak a pálya teljes felújításával lehet elérni. A részleges felújítás kevesebb mint 4 perc időmegtakarítást tesz lehetővé. Ez az idő kevés ahhoz, hogy az egyvágányú pálya menetrendi kötöttségeit (vonatkeresztezők) figyelembe véve újabb menetrendi struktúrát állapítsanak meg.
- A hágymányos szerelvények energiafogyasztása a 2. változatban 7%-kal csökken, a 100 km/h sebesség visszaállításával pedig a jelenlegi szinten maradna, 18% menetidő-megtakarítás mellett.

Dr. Ercsey Zoltán Kunhegyesen született, 1943-ban. A BME Villamosmérnöki Karán 1966-ban okleveles villamosmérnök, a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen 1970-ben okl. közgazdász-mérnök képesítést, 1971-ben pedig közgazdász doktori címet szerzett.

Fejlesztőmérnök, majd külkereskedelmi vállalatnál exportüzletkötő, végül műszaki-gazdasági tanácsadó. 1990 után a Knight Wendling Consulting Kft. ügyvezetője, a DE-Consult és a Vienna Consult vasúti tanácsadó cégek munkatársa. 1999-től 2005-ös nyugdíjazásáig a MÁV Rt. Fejlesztési és Kísérleti Intézet irodavezetője.

- Az 5341 sorozatú Flirt villamos motorvonatok energiafogyasztását a lassújelek kevésbé befolyásolják. A motorvonatok energiafogyasztása azonban mindhárom változatban gyakorlatilag fele a hagyományos szerelvényének. A motorvonatok 20%-kal kisebb tömege csak kis részben okozza ezt a jelenséget, döntő mértékben a jobb energiafogyasztás oka a visszatáplálás lehetősége. Ebben rejlik a korszerű motorvonatok lassújelekre való „érzékletlenségének” magyarázata is.
- A motorvonatoknál fékezési költséggel nem számolunk.

A számítógépes analízis eredményét a kezdőponttól a végpont felé haladó vonatokra adtuk meg. Az ellenkező menetirányban azonos menetidő és kb. 4%-kal nagyobb energiafogyasztás adódott. A 80 km/h sebességet célzó pályajavítási munkák költségével a hagyományos szerelvényeknél elérhető energia- és fékezési költség-megtakarítást állítjuk szembe. A menetidő-csökkenés eredménye a menetrendi kötıtségek miatt a két végállomáson 1-2 perc. A várható megtakarítások számítását az 5. táblázatban mutatjuk be.

A Hatvan–Újszász vonalon tehát a legrosszabb állapotban levő, összesen mintegy 11 km hosszúságú szakaszok részleges felújításától mindössze 7,94 M Ft megtakarítás várható évente, 302,5 M Ft

5. táblázat. Energiafogyasztási és fékezési költségek összehasonlítása

	Mértékegység	1. változat	2. változat	Különbség
Energiafogyasztás oda-vissza úton	kWh	610	564	56
Fékezési munka oda-vissza úton	kWh	310	262	48
Fordulók száma munkaszüneti napon		9	9	
Fordulók száma munkanapon		16	16	
Energiamegtakarítás	MWh/év			281
Fékezésimunka-megtakarítás	MWh/év			241
Energiaköltség-megtakarítás	E Ft			7025
Fékezésiköltség-megtakarítás	E Ft			916

egyszeri pályajavítási költség mellett. A pályajavítás tervezett költségei a MÁV Vezérigazgatóság Pályalétesítményi Főosztálytól származnak [4]. Más kérdés, hogy a felépítmény elhasználódott állapotban van, a karbantartás elmaradásának következményei már szembetűnőek, beavatkozás nélkül a vasúti közlekedés feltételei gyorsuló ütemben fognak tovább romlani. (Arra pedig nincs elfogadható magyarázat, hogy egy kidőlőfélben lévő felsővezeteki oszlopot a szakszolgálat hónapokig elnéz.)

Koncentrált pályafelújítás a menetrendi lehetőségek javítására

A költségek csökkentésére más megoldás is kínálkozik, nevezetesen a pálya koncentrált felújítása a Jászboldogháza–Jánoshida–Újszász állomásközben. Az elérhető rövidebb menetidőkkel intenzívebb fordulók kialakítása és egy dolgozó szerelvény megtakarítása lehetséges.

A Hatvan–Szolnok vasútvonal forgalmi viszonyai

A 2012. évi menetrendben a vonatok menetrend szerinti menettartama 66, illetve 68 perc, és Hatvanban 28, Szolnokon 66 perc fordulási idő van (lásd a 3. ábrán bemutatott menetrendvázlatot). Ahhoz, hogy a forgalom három ingavonati szerelvényel lebonyolítható legyen, a szolnoki érkezési és indulási időpont között a jelenlegi 6 perc helyett nagyobb, a forduláshoz elegendő időköz szükséges.

A feladat megoldható, ha a vonatok 100 km/h sebességgel közlekedhetnek Jászboldogháza–Jánoshida és Szolnok kö-

zött, mert ezáltal a menettartam ezen a pályaszakaszon a jelenlegi 26-ról 20 percre csökken, és 18 perc fordulási idő marad Szolnokon. (Újszász–Szolnok között a fővonalat a közelmúltban korszerűsítették, a V43 sor. mozdonyral vontatott vonatok akár 120 km/h sebességgel közlekedhetnek.)

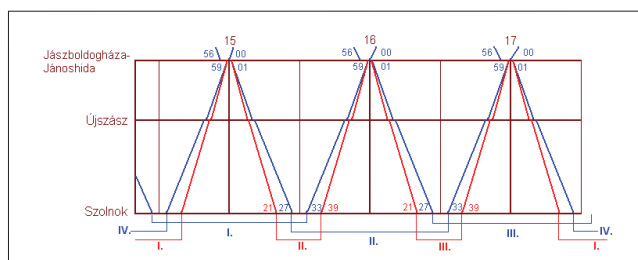
A módosítással a menetrend struktúrája nem változna, Szolnokon a korábbi érkezés és a későbbi indulás folytán a csatlakozások biztonsága javulna.

A negyedik, V43+2Bhv összeállítású szerelvény megtakarításából származó költségcsökkenés kalkulációja a 6. táblázatban követhető. A számítás során figyelembe vett szempontok:

- Elmarad egy szerelvény karbantartása, viszont a másik három szerelvény napi futási teljesítménye megnő. Mivel a jármű-karbantartási költségnek mintegy kétharmada köthető a jármű futásához, megtakarításként a Bhv szerelvények átlagos karbantartási költségének egyharmadát vettük figyelembe.
- A jelenlegi vontatott szerelvények helyett a szolnoki körüljárás elhagyása érdekében ingavonatokat kell közlekedtetni, tehát a forgalomban maradó három szerelvényben egy-egy Bhv kocsi vezérlőkocsira kell kicserélni. A vezérlőkocsik értéke nagyobb, mint a betét-kocsiké. Az értékkülönbséget többlet-értékcsökkenési leírásként kezeltük.

A Jászboldogháza–Jánoshida–Újszász vonalszakasz koncentrált felújításával tehát évente csak az egy szerelvény kiváltásával 102 M Ft üzemköltség takarítható meg. További megtakarítások: A felépítmény-

Kisteleki Mihály Újpesten született, 1939-ben. A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karát 1962-ben végezte, majd 1967-ben az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen dízel- és villamos vontatási szakmérnöki diplomát szerzett. 1976-ban védte meg gazdasági mérnöki diplomáját a BME-n. 1994-ben kapta meg az Európa-mérnöki minősítést. A budapesti HÉV-nél és a Vasúti Tudományos Kutatóintézetben eltöltött évek után a MÁV Vezérigazgatóságon több mint 25 esztendeig dolgozott különböző beosztásokban, nyugdíjazásáig a MÁV Rt. Fejlesztési és Kísérleti Intézet igazgatója. Nyugdíjazását követően előbb a villamos motorvonat beszerzési projekt menedzsere, majd a MÁV-TÁSZ és jelenleg a MÁV Zrt. elnöki kabinetjének döntés-előkészítő szakértője.



3. ábra.
Menetrend-
vázlat

6. táblázat. A szerelvénytakarításból származó költségcsökkenés

Tételek	Érték	Megtakarítás (E Ft/év)	Többletköltség (E Ft/év)
V43 s. mozdony	300 M Ft		
Leírási kulcs	8%		
Mozdony ÉCS		24 000	
2 db Bhv kocsi	200 M Ft		
Leírási kulcs	5%		
Kocsik ÉCS		10 000	
3 db vezérlőkocsi értékkülönbség	138 M Ft		
Leírási kulcs	5%		
ÉCS különbség			6 900
V43 s. mozdony javítási költsége (33%)		10 000	
2 db Bhv kocsi javítási költsége (33%)		2 000	
Szerelvény fűtési költsége	800 Ft/h	2 200	
Mozdonyvezetői bérköltség	6000 Ft/h	35 000	
Jegyzigazgatói bérköltség	4400 Ft/h	25 700	
Összesen		108 900	6 900
Eredmény		102 000	

cseréje költsége – például a Budapest–Hegyeshalom vonalból kinyerhető – 54 kg/fm típusú sínekkel 1050 M Ft. A szakszolgálatok részéről szokásosan támasztott járulékos beruházási igényekkel nem számolhatunk.

Összefoglalás

A jelenlegi állapotok és a különféle változatokban végrehajtandó lassújel-felszámolás tényleges költséghatékonyságának felmérése érdekében példaként a 82. számú Hatvan–Szolnok vasútvonalon végeztünk összehasonlító számításokat: Az eredményeket felhasználjuk a kiválasztott vasútvonal üzemi viszonyainak elemzésére.

A lassújel-felszámolásának hatékonysági értékelésére kidolgozott számításai

modellen túl egyéb módosítási javaslatokat is megfogalmazhatunk a lassújel-feltarításának mérséklésére. Ilyenek például:

- A pályagazdálkodás jószerevével elhagyta, de legalábbis minimálisra csökkentette azt az 1920-as évektől követett gyakorlatot, miszerint a mérsékelt tengelyterhelésű és jó futási tulajdonságú motorvonatokra nagyobb sebesség engedélyezhető, mint a mozdonyvontatású szerelvényekre. A kettős engedélyezett sebesség pedig egyre nagyobb jelentőségűvé válik a magyar vasútvonalakon. Ma a MÁV dízelvontatású személyvonatainak már csak mintegy 20%-át továbbítják mozdonyok, a többi motorvonat vagy (Bz sorozatú) motorkocsi. A villamos vontatásnál is elérte a 25%-ot a motorvonati szerelvények aránya a MÁV-Start vonatainak.
- A vasúti pályáért felelős pályavasúti üzemeltető közvetlenül nem érdekelt a pálya jó karbantartásában, így a lassújel-feltarításában sem. A lassújel-feltarítás okozta kár, illetve a pálya megjavításából származó előny ugyanis a pályát igénybe vevő operátoroknál keletkezik. Ez idő szerint a többletenergia-fogyasztás, a nehézkesebb menetrendi struktúra, utasvesztés stb. ellenére a pályavasút változatlan pályahasználati díjat számolhat a szolgáltatását igénylőknek. Véleményünk szerint a MÁV pályahasználati díjszabásának igen nagy hiányossága, hogy nem tartalmaz a szolgáltatás minőségétől függő ösztönző jellegű „bónusz-malus” díjkorrekciót. Indokolt és méltányos volna a kereskedő vasúti szektornak a lassújel-feltarításra visszavezethető közvetlen

Summary

It is truly apparent and obvious for track management experts that MÁV's railway tracks are in a low-maintained condition that badly needs reconstruction. The number of speed restriction signals is also reaching an ever less tolerable level. The authors of the article highlight the fact that the business losses caused by speed restriction signals as well as the damage that railway's social image suffers have put the track management business also in a disadvantageous position. After doing away with speed restriction signals some railway lines may reduce costs or get other business advantages by cutting energy consumption, creating a better timetable, better use of trains and more attractive services. Some examples are presented for the cases listed with the clear hope that a program would be established to get rid of speed restriction signals and that financial sources would also be available. The best solution, i.e. the rehabilitation of poor superstructure tracks is only possible in the very distant future, which predicts that not only short line railroads might be threatened by danger of closure.

anyagi és versenyképességbeli hátrányait – legalább részben – a pályavasútra hárítani.

Tanulmányunkban megpróbáltuk össze- rendezni egy adott vasútvonalon szükség- szerűen bevezetett lassújel-feltarítások következményeit, illetve azok által okozott negatív hatások költségeinek megállapításához szükséges ismereteket. Az elemzés hálózati szintű elvégzésével vonalanként, illetve a költségcsökkentés szempontjából releváns vonalszakaszokként szükséges pályafejlesztési források ezáltal objektív módon szembeállíthatók a várt megtakarításokkal. ◀

Irodalomjegyzék

Dr. Küzdy Gábor: A lassújel-feltarításának lehetősége. *Sínek Világa*, 2010/2., 8–11. o.

Fischer Szabolcs: Lassújel miatti többletköltségek és a megszüntetés költségeinek összehasonlítása. *Sínek Világa*, 2011/5., 21–29. o.

Vincze Tamás 1937-ben született Budapesten. 1960-ban végzett az ÉKME Közlekedésmérnöki Karán. Gyakorlati képzést a MÁV Budapest-Keleti fűtőházánál szerzett, majd a MÁV Északi fűtőházánál volt felelős beosztásban. 1965-ben dízel- és villamos vontatási szakmérnöki diplomát szerzett. 1963-tól a Vasúti Tudományos Kutató Intézetben, majd annak jogutódjában, a MÁV Fejlesztési és Kísérleti Intézetben dolgozott, melynek megbízott igazgatójaként 1996-ban ment nyugdíjba. Nyugdíjasként a MÁV História Bizottságában, valamint a Magyar Vasúttörténeti Park Alapítványánál végez társadalmi munkát.

Sínmarás és -csiszolás a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalon

A fejlett országok vasútvonalain 50 éve ismert tény, hogy a felületi sínmegmunkáló eljárások megnövelik a pályában a sínek élettartamát és a karbantartási ciklusokat, kímélik a járműveket a káros rezgésektől, csökkentik a zajképződést, ezáltal bizonyíthatóan csökkentik az életciklusköltségeket (LCC) és javítják az utazási komfortot. Kiemelt hangsúlyt fektetnek a sínfej-hajszálrepedések kialakulásának megelőzésére, amelynek elfogadott formája a ciklikus síncsiszolás vagy marás. A téma különösen aktuális, mivel 2011-ben a MÁV KfV Kft. által készített felmérés alapján a gördülő érintkezés okozta károsodások (RCF) tömegesen jelentkeznek a MÁV Zrt. vonalhálózatán, melyek kijavítása a közlekedésbiztonság és a sebességkorlátozások csökkentése érdekében elengedhetetlen.



Dr. Joó Ervin*

VAMAV Vasúti
Berendezések Kft.
értékesítési osztályvezető

✉ joo.e@vamav.hu

☎ (37) 312-270



Sándor Ferenc

VAMAV Vasúti
Berendezések Kft.
ügyvezető igazgató

✉ sandor.f@vamav.hu

☎ (37) 312-270



Boda Tamás

MÁV Zrt. Pályafenntartási
alosztály – Győr
vezetőmérnök

✉ bodat@mavrt.hu

☎ (1) 512-6272

A sínhibák felmérése, nyilván- tartása, dokumentálása

A kifáradásos sínhibák MÁV Zrt. által végrehajtott vizsgálata Kelenföld–Budaörs között 2010 tavaszán kezdődött. Ez magában foglalta a hibahelyek feltárását és a kiadott előírásoknak megfelelő hibajellemzők meghatározását, amely nélkülözhetetlen a szükséges beavatkozás megtervezéséhez és elvégzéséhez. A felmérést és annak regisztrálását nehezítette a pályafelügyeleti rendszerben történő vizsgálatok megállapításainak, a szükséges intézkedéseknek a dokumentálása, továbbá a megmunkálások miatti változások kezelése.

Az örvényáramú és szemrevételezéses vizsgálat adatainak feldolgozásakor a minőségi jellegű kifogások mennyiségi jellemzése érdekében a hibák kategorizálása, darabszám, valamint állomásközonkénti és sínzá-lankénti hossz összegzése, a kri-

tikus hibahelyek meghatározása is megtörtént.

A kritikus hibahelyek miatt korábban bevezetett jelentős számú sebességkorlátozás felszámolására a vonalon nagygépes sínmarás, illetve a kitérőkben csiszolás végrehajtására 2011 őszén született döntés, tekintettel arra, hogy 1996-ban ezen a vonalon már volt hasonló sínmegmunkálás a hullámos sínkopás csökkentésére és megelőzésére, amely kedvező tapasztalatokkal zárult.

A közbeszerzési eljárás kiírhatósága érdekében a pontos műszaki tartalom megadásához, valamint a teljesítés figyelemmel kíséréséhez szükség volt a sínzá-lankénti hibahosszakat összefoglaló adatokon (1. táblázat) túlmutató egyéb fontos információk (hely és idő) szemléletes rögzítésére.

Ezek a jellemzők voltak egyebek közt a gépi munkáltatás igényei, szükséges vágányzári idők, személyi feltételek, vala-

mint mindkét sínzál egyidejű marása (napi 2500 vgm teljesítménnyel, de legalább 500 vgm egybefüggő hosszak), kielégítve azt az egyik legfontosabb elvárás, amely szerint a korlátozás alatt lévő pályaszakaszok a lehetőségekhez mérten a legnagyobb hosszon kerüljenek megmunkálásra. A feladatra az Autocaddal készített grafikus megoldás bizonyult a legcélszerűbbnek, a Microsoft Excelben nyilvántartott adatok rajzi megjelenítését a Visual Lisp applikáció segítette.

A grafikus felületen a felsorolt információkon kívül az alábbiak szerepeltek:

- ív adatok (kezdő- és végszelvényével);
- állomások (bejáratú jelzők szelvényével);
- kitérők (a kitérők szelvényével és fekvési irányával);
- jobb/bal vágány a már bevezetett korlátozásokkal (nem csak RCF hiba miatt volt korlátozás);

* A szerző életrajza megtalálható a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon vagy a Sínék Világa 2011/3. számában.

1. táblázat. Szakaszmérnökségek által felmért sínszálankénti hibahosszak

szakaszmérnökség	kitérő csop.	kitérő hossz vgm	kitérők között vgm	vágány összesen	jobb vágány jobb szál sm	jobb vágány bal szál sm	bal vágány jobb szál sm	bal vágány bal szál sm
Biatorbágy	36	1296		27 661	7 099	7 911	5 370	7 281
Tatabánya	27	972		39 219	8 845	11 124	8 380	10 870
Komárom	28	1116	181	10 660	3 496	2 080	3 550	1 534
Győr	63	2268	12	14 736	1 794	1 809	3 627	7 506
Hegyeshalom	36	1296		8 825	1 617	2 694	1 144	3 370
Összesen :	190	6948	193	101 101	22 851	25 618	22 071	30 561

- jobb/bal vágány mindkét sínszál és a vágánytengely;
- RCF hibák elhelyezkedése sínszálanként (kezdő- és végszelvényével);
- az örvényáramos mérési eredmények sínszálanként (kezdő- és végszelvényével);
- a hosszúsín-csere (a kezdő- és végszelvényével, a csere időpontja és darabszáma);
- vágányonként a tervezett marási hosszak (kezdő- és végszelvényével);
- szelvényezés.

Ez alapján sikerült az RCF hibás helyeket a kívánt feltételeknek megfelelően a marás végrehajtásához kijelölni, s az adott vágányszakaszokon manuálisan ellenőrizték a pályában fekvő sínek magassági kopását. Itt a 0,85 mm megmunkálás mélységének figyelembevételével meghatározták a beavatkozás után várható sínprofil a túlmarás elkerülése érdekében. Ennek köszönhetően a sebességhatároknak megfelelő sínmagasság a munkáltatás után is megfelelő volt.

A gondos előkészítés után a sínhibák megszüntetésére 2011 őszén a MÁV Zrt. közbeszerzési eljárást írt ki, amelynek nyertes ajánlattevője a VvBK 2011 Konzorcium lett. Ennek vezetője a VAMAV Vasúti Berendezések Kft., tagjai pedig a voestalpine BWG és a KARYA Sp. zo.o. voltak. A munkák végrehajthatóságához szükséges szervezési feladatokat a VAMAV Kft.-vel közösen a Győri Pft. alosztály, míg a műszaki ellenőrzést és a helyszíni vágányzárak lebonyolítását a Győri Pft. alosztály, az ellenőrző méréseket pedig a MÁV KfV Kft. végezte.

A projekt során megszüntetett sínhibák

A futófelület egyenetlenségeinek eltávolítása

Legismertebb formái a hullámos sínkopás hosszú hullámok és kívülgyelődések, melyek a kipörgésgátlóval nem rendelkező mozdonyok csúszási nyomaiból, illetve

az elhasznált hegesztett sínkötések-ből, származnak (1. ábra).

Gördülési érintkezés okozta kifáradások miatti sérülések eltávolítása

Ezek közül a legveszélyesebbek a sínfejhajszálrepedés ún. Head Checking (HC) hibák, valamint ezek továbbfejlődéséből, illetve egyéb sín-sérülésekből származó kipattogzások, kagylós törések, benyomódások, melyek nyomon követése és szükség esetén kijavítása alapvető fontosságú, mivel sintörést okozhatnak (2. ábra).

A futófelületi hibák (3. ábra) többségének az eltávolítása marást követően szabad szemmel is látható (4. ábra).

Reprofilozás, nyomtávcsűküllet, fánkosodás megszüntetése

A tartós igénybevétel hatására a sín ellaposodik, és az így keletkező anyag többlet a futófelület határán kitüremkedik, ezzel

fánkosodás jön létre, ami nyomtávcsűkülletet okoz. Karbantartás hiányában az elvékonyodott legyűrődés letöredezik, emiatt folytonossági hiány jön létre, ami újabb repedések kiindulópontja lehet. Ezt el kell távolítani, és a megfelelő futófelület-geometriát az optimális járműfutás érdekében helyre kell állítani (5. ábra).

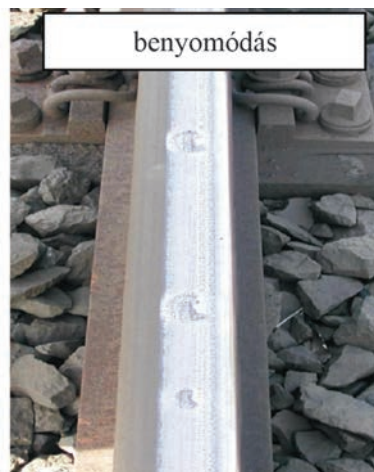
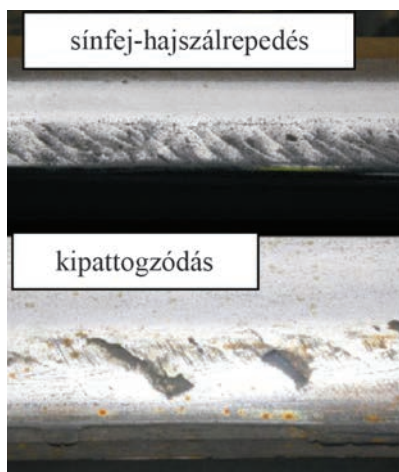
Sínhibák megszüntetése a kitérőkben

Az elmúlt évek vasúti járműpark-korszerűsítésével párhuzamosan a kitérők igénybevétele (sebesség, vonóerő, kipörgésgátlóval szerelt nagy teljesítményű vontatójárművek) megnőtt, és ez a már korábban említett sínhibákat okozhatja. A hibák kijavítása nagygépi csiszolással megoldható, kivéve a keresztezési csúcs környékét, valamint a tősin-csúcssín találkozásának területét, ahol csak kézi megmunkálás lehetséges.

A szerződésben megadott helyeken a csiszolás előtt és után profil-, valamint eltávolított anyagmennyiség-méréseket végeztünk, folyópályákon a megadott szakaszokon, kitérőkben a kitérő elején, közepén és végén. A profilhelyesség mérése folyópályamarás esetén idomszerrel, a csiszolásnál DQM profilmérő berendezéssel történt. A két említett ellenőrző megoldás közül ez utóbbi bizonyult egyértelműen jobbnak.



1. ábra. Futófelület egyenetlenségeinek eltávolítása



2. ábra. Gördülési érintkezés okozta kifáradások miatti sínhibák



3. ábra. Marás előtti felületek



4. ábra. Marás utáni felületek



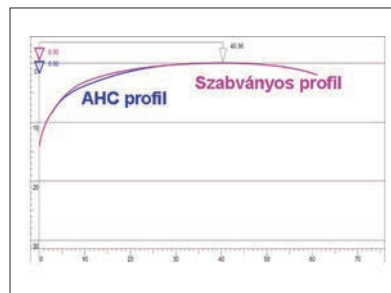
5. ábra. Fánc megszüntetése, reprofilozás

Megjegyezzük, hogy tanácsos volna – megelőzés céljából – minden esetben az új sín csiszolása is, mert azok hengerlési revével szennyezettek lehetnek, felületükön alacsony széntartalmú réteg található, amely kisebb keménységű, mint a mélyebben fekvő rétegek, ezért sínhibák keletkezésének kiindulópontja. Ezek eltávolítására igény szerint már a beépítést követően lehetőség van a munkaterületen keletkezett sérülésekkel, szennyeződésekkel, hegesztési dudorokkal együtt. Ezzel javul a sín vilamos vezetőképesége, ami vontatási és

biztosítóberendezési szempontból egyaránt előnyös. Ezen túlmenően természetesen Anti-Head Checking (AHC) profilok kialakítására is van lehetőség, amivel a nyomtávcsatlakozások tehermentesítése érhető el (6. ábra).

A VvBK2011 Konzorcium által végzett gépi csiszolás és sínmarás eszközei

A nagy teljesítményű gépi csiszolás SCG 23 munkagéppel történt (7. ábra). Az esz-



6. ábra. AHC profil kialakítása

köz alkalmas a folyópálya és a kitérők megbontása (zárszerkezetek, erőátvitel, váltó-állító berendezések leszerelés) nélküli csiszolására. A megmunkálási szög tartomány a sín belső oldalán 75°, a sín külső oldalán pedig 45° (8. ábra). A csiszolófejek hidromotorral hajtottak, a csiszolási nyomás egymástól függetlenül állítható. Az SCG 23 5 db fazettát (szelvényt) tud megmunkálni egy sínzáton. Műszaki jellemzőit a 2. táblázat ismerteti.

A maráshoz SF02 W-FS típusú vasúti-közüti munkagépet használtak (9. ábra). Ez a munkagép az SCG 23-hoz hasonlóan szintén a folyópálya és a különböző felépítési szerkezetek (pl. útátjárók) megbontása nélkül képes az anyageltávolításra. A megmunkálási mélységtől függően lehetőség van az egész futófelület egy munkamenetben történő marására, miközben az átállás a következő munkahelyre közúton és vasúton is rövid idő alatt lehetséges. A technológia környezetbarát, tekintettel arra, hogy a keletkezett fémforgácsot és reszeléket a gép összegyűjti, nincsenek szóródó szikrák, nincs tűzveszély. Főbb műszaki jellemzőit a 3. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. SCG 23 típusú önjáró sín-csiszoló munkagépek műszaki jellemzői

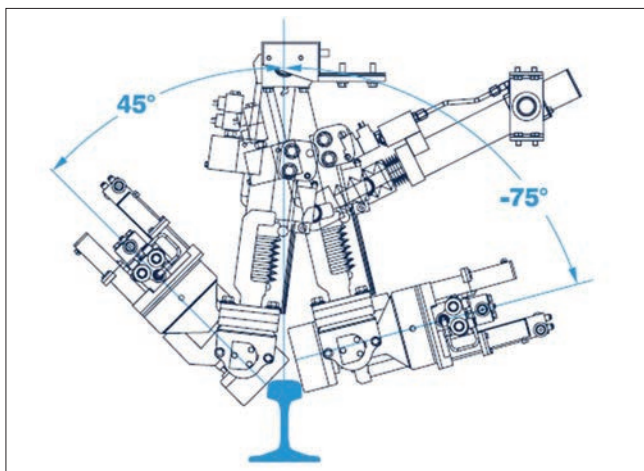
Műszaki adatok	Munkagép típusa
	SCG 23
Nyomtávolság	1435 mm
Hossz	21855 mm
Szélesség	3000 mm
Sínkorona feletti magasság	4030 mm
Össztömeg (üzemkészen)	55,3 t
Tengelyek száma	4
Max. tengelyterhelés	15 t
Max. sebesség (szállítás alatt)	90 km/h
Csiszolás megkezdése előtti pozicionálási távolság	40 m
Zajhatás (25 m-es távolság)	73 db(A)
Síndőlés	1:20; 1:40; 1:∞
Csiszolható sín típus	MAV 48; UIC 54; UIC 60
Csiszolás specifikus értékek	
Csiszolás közbeni sebesség	3-8 km/h
Csiszolási irányok száma	2
A csiszolókorong fordulatszáma	5500-6000 1/min
A csiszológép teljesítménye	17 kW
Tárcsás korongok átmérője (16 db)	Ø 152 mm
Fazékkorongok átmérője (4 db)	Ø 280 mm

3. táblázat. SF02 W-FS típusú vasúti-közüti sínmaró munkagép műszaki jellemzői

Műszaki adatok	SF02W-FS
Nyomtávolság	1435 mm
Hossz a vágányon	18 250 mm
Hossz a közúton	16 450 mm
Magasság a sínkorona felett	3 400 mm
Magasság a közúton	3 800 mm
Saját tömeg	41,8 t
Tengelyek száma	5
Max. tengelyterhelés	11 t
Max. közlekedési sebesség a vágányon	45 km/h
Max. közlekedési sebesség a közúton	80 km/h
Síndőlés	1:20; 1:40; 1:∞
Megmunkálható sín típus	MAV 48; UIC 54; UIC 60
Marás specifikus értékek	
Megmunkálási mélység a futófelületen egy munkamenettel	0,3-1 mm
Felületi érdesség	3-5 µm
Marás sebessége (max)	10 m/perc



7. ábra.
Az SCG 23
típusú önjáró
síncsiszoló
munkagép



8. ábra.
Csiszolófejek
pozicionálási
lehetőségei
önjáró munka-
gépeknél



9. ábra.
SF02 W-FS
típusú vasúti-
közúti sínmaró
munkagép

A síncsiszolási és -marási munkák kivitelezése, értékelése

A sínmarási munkák 2012. január 16. és április 2., a síncsiszolási pedig 2012. február 20. és április 27. között készültek, ennek során összesen 71818 vgm, valamint Kelenföld–Hegyeshalom 263 csoport kitérő és a kitérőkhöz csatlakozó 95 vgm pályasín megmunkálására került sor. A párhuzamosan végzett munkák a kivitelezővel egyeztetve, a két rendelkezési szakasz egyidejű kihasználásával, 8-10 órás vágányzárakban valósultak meg.

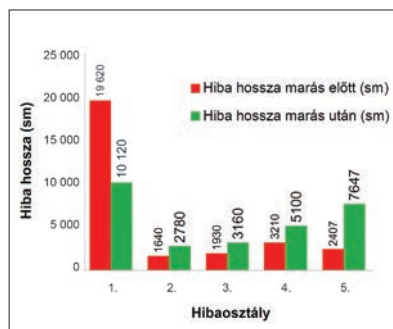
Könnyítést jelentett a munkavégzésnek, hogy annak egy része a vágányzárlag kevésbé terhelt januári, illetve februári időszakban történt. Márciusban már megjelentek az üzemeltetői vágányzári igények,

melyek összehangolása nem volt egyszerű, természetesen a gépi munkáltatás kapott elsőbbséget.

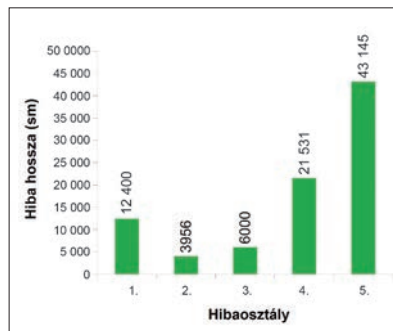
A munkák megtervezéséhez, valamint az elvégzett munka értékelésének végrehajtása érdekében az 1. sz. vasútvonalon a MÁV Zrt. megrendelésére Budapest-Kelenföld–Győr között 87032 sm-en végeztek örvényáramos mérést a hibák meghatározása céljából. Mivel a vonalszakaszon 28807 sm hosszban volt megelőző és utómérés is, ez lehetővé tette az összehasonlítást.

A 10. ábra grafikonjából látható, hogy a marás után a P-7656/2011 PLF utasítás szerinti 1. osztályba eső hibák jelentősen, közel 50%-kal csökkentek.

A csökkenés együtt járt a 2–5. osztályban lévő hibák növekedésével (átrendező-



10. ábra. Hibahosszak a hibaosztályok szerint sínmarás előtt és után



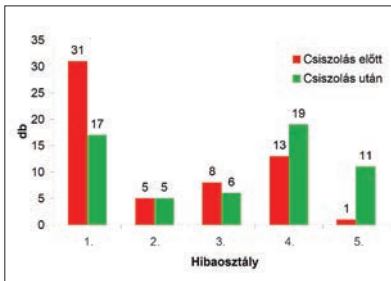
11. ábra. Hibaosztályok alakulása marás után 87032 m hibahosszon

désével), és ez különösen nagyszámú emelkedést mutatott a 4. és 5. osztályban.

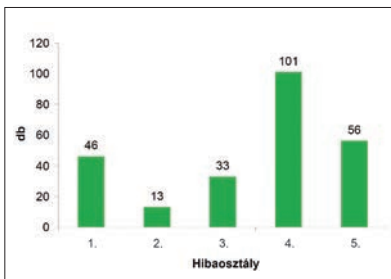
A teljes örvényáramos mérési szakaszon – 87032 sm hibahosszt figyelembe véve – a hibaosztályok a 11. ábrán látható módon alakulnak a megmunkálás után.

Az ábrán megfigyelhetők a jelentős hosszban jelen lévő 1. és 2. osztályú hibák, melyek mélységük miatt csak sínccserével orvosolhatóak. További elemzést igényel az örvényáramos mérésekkel párhuzamosan végzett ultrahangos mérés eredményeinek feldolgozása, illetve az

Sándor Ferenc 1951-ben született, 1973-ban végzett a Bánki Donát Műszaki Főiskolán mint általános gépészmérnök. Ezt követően 2 évet dolgozott a MÁV-nál mozdonyvezetőként, majd 1975-től 1985-ig a MÁV budapesti géptelepén dolgozott mint tervezőmérnök, később mint szerkesztési osztályvezető. 1979-ben az NME Műszaki Egyetemen hegesztési, majd 1986-ban hidraulika-pneumatika szakirányon végzett. Vezető feladatokat látott el a MÁV és a GYSEV mellett számos vasúti ipari cégnél. 2001-től a VAMAV Kft. ügyvezetője.



12. ábra. Hibaosztályok alakulása a kitérők síncsiszolása előtt és után



13. ábra. Hibaosztályok alakulása 249 db kitérőalkatrészen

Boda Tamás 1976-tól kezdett dolgozni a MÁV Győri PFT Főnökségen technikus, pályamester, majd műszaki ügyintéző munkakörben. 1982-ben diplomázott Győrben a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola vasútéptési és fenntartási szakán. 1985-től szakaszmérnök a Győri PFT Főnökségen (illetve utód szervezetéinél). 2005-től a MÁV EU Programigazgatóság Monitoring Osztályán projektvezető. 2007. júniustól a MÁV Budapesti TK Bp.-Nyugat Alosztály Mérnöki Szakasz (Győr) szakaszmérnöke. 2009. márciustól a MÁV Bp TK Pályafenntartási Alosztály Győr vezetőmérnöke. Tevékenysége munkába állásától napjainkig a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalhoz köthető.

ebből levonható következtetések gyakorlatba való átültetése. A tapasztalatok alapján a jövőben érdemes lenne megfontolni az örvényáramos mérések jegyzőkönyveire épített pályafelügyelet dokumentálását, így az események a jegyzőkönyvek változásával korrekt módon követhetők.

A kitérőnél elvégzett mérések alapján a síncsiszolás előtti és utáni összehasonlítás 58 db kitérő esetében állt rendelkezésre (12. ábra).

A kitérőkben végrehajtott teljes örvényáramos mérési szakaszon – 249 db kitérőt figyelembe véve – a hibaosztályok a 13. ábrán látható módon változtak a megmunkálást követően.

Hasonlóan, mint a marás esetében, itt is nyomon követhető a 3., 4., 5. osztályú hibák jelentős száma, ami azt jelenti, hogy a hiba mélysége csökkent (alacsonyabb veszélyességi osztályba került), tehát a sín, az alkatrész továbbra is a pályában tartható.

Összefoglalás

A jövőben a terhelés, a sebességnövekedés és a megváltoztatott vontatójárművek a sínanyag egyre növekvő igénybevételéhez vezetnek. Az alapanyag drasztikus ár-emelkedése a sínápolást elengedhetetlené teszi, s erre a csiszolás és a marás a leg gazdaságosabban alkalmazható megoldás.

A sínmegmunkálásnak köszönhetően – mint a műszakilag megkívánt és gazdaságos karbantartás szerves része – az életciklusköltségek csökkenthetők, a vágányok, kitérők és egyéb felépítményi szerkezetek élettartama nagymértékben megnövekedhet.

Az 1. sz. vasútvonalon elvégzett sín-megmunkálás során bebizonyosodott, hogy a HC hibák kezelése, szinten tartása elengedhetetlen és összetett feladat, aminek pozitív hatása több területen azonnal jelentkezik. A MÁV Pályavasút szempontjából lényeges, hogy bár a jelenleg

Summary

In the future the loading and increasing of speed and the changed hauling vehicles lead to an increasing loading of rail material. Drastic price increasing of base material makes the rail attendance to be essential for which grinding and milling remains the most effectively applicable solution. Thanks to rail treatment – as organic part of the technically desired and economical maintenance – life cycle costs can be decreased, the lifetime of tracks, turnouts and other superstructures can be increased significantly. In the course of the rail treatment executed on the railway line No.1 it proved true that treatment of HC faults, keeping on level is essential complex task, and the positive effect of which emerges immediately on more areas. From MÁV Infrastructure point of view it is important that although the faults presently being in 3., 4., 5. classes in the function of loading and in the course of usage get into class 1. and 2., but till that time the need for rail replacement occurring concentrately in time is postponed. For the passengers the most important thing that the speed restrictions decrease significantly both in piece-number, and in length.

a 3., 4., 5. osztályban lévő hibák a terhelés függvényében a használat folyamán 1. és 2. osztályba kerülnek, addig azonban az időben koncentráltan jelentkező síncsere igénye kitolódik. Az utazóközönségnek az a legfontosabb, hogy a sebességkorlátozások mind számban, mind hosszban jelentősen csökkentek. ◀◀

Szakmai elismerés

Németh Lászlóné nemzeti fejlesztési miniszter 2012 őszén az 1956-os megemlékezések alkalmából rendezett ünnepségen a közlekedési, energetikai, hírközlési és informatikai szakterületek képviselőinek Baross Gáborról, Puskás Tivadarról és Prométheuszról elnevezett díjakat, Közlekedésért és Hírközlésért Érdemérmeket, valamint Miniszteri elismerést adott át. A kitüntetettek példamutató szakmai tevékenységükért, életművükért részesültek elismerésben.

Baross Gábor-díjat vehetett át többek között Pándi Lajos Csaba, a MÁV Zrt. műszaki szakelőadója, a hazai vasúti közlekedés területén nyújtott több évtizedes, kiemelkedően eredményes szakmai tevékenységéért. Pándi Lajos Csaba a MÁV Zrt. Miskolci Területi Központ Pálya-létesítményi Osztály műszaki szakelőadója, az idén év elején vonul nyugdíjba.





A tűzihorganyzás

Technológia és bevonat

(1. rész)

Antal Árpád

fejlesztési igazgató

NAGÉV Cink Kft.

✉ aarpad@nagev.hu

☎ (20) 345-9005

Az acélszerkezetek korrózióvédelme területén komoly szerepe van a tűzihorganyzásnak. Az eljárás lassan háromszáz éve ismert. Manapság Európában tűzihorganyzással évente csaknem hétmillió tonna mennyiségben vannak be acélszerkezeteket, hazánkban ez az érték meghaladja az évi nyolcvanezer tonnát. A vasúti acélszerkezeteknél – például a hídtartozékoknál – több mint tíz éve alkalmazzuk ezt a megoldást. Mivel az eljárás kiterjesztésének további tág tere kínálkozik a vasútnál, ezért hatrészes cikksorozatot indítunk a témával kapcsolatban. Célunk, hogy a nem korrózióvédelemmel foglalkozó, de a vasúti sajátosságokat jól ismerő szakemberek áttekintést kapjanak a módszerről. Az első részben bemutatjuk az eljárás technológiáját és a bevonat fizikai tulajdonságait.

A vas felhasználása legalább háromezer éve szervesen kapcsolódik az emberi kultúra fejlődéséhez, arra azóta is jelentős hatása. Ám a vasból készített termékek korróziós tönkremenetele és az ebből adódó problémák is egyidősek az alkalmazással, ez napjainkban már nem probléma, hanem megoldandó feladat. A korrózió elleni védelem jelentősége a XVIII. századtól, a tömegacél gyártási eljárások kialakulásával és a vasalapú eszközök, építmények elterjedésével felértékelődött. Ennek a folyamatnak éppen az egyik „motorja” volt a tömeges vasútépitések kora a XIX. század első felétől.

A vassal mint meghatározó szerkezeti anyagunkkal szemben napjainkban sincs reális alternatíva. Az elmúlt évtizedekben kikísérletezett acéltípusok (korrózióálló acélok, időjárásálló acélok), melyek a korróziós támadások kivédésére szolgálnak, ilyen vagy olyan okokból, de nem nyújtanak megoldást a tömeges és egyben sokrétű alkalmazáshoz, csak néhány szűkebb területen használatosak. A vasnak, mint szerkezeti anyagnak, a korrózióval szemben jól ellenálló, fizikai tulajdonságait

tekintve hozzá hasonlóan sokrétűen felhasználható, gazdaságosan és egyben környezetkímélően előállítható fém versenytársa jelenleg sincs. Az előzőek miatt várhatóan a jövőben is meghatározó szerepük lesz a védőbevonatoknak, melyek segítségével korrózióra érzékeny fémünket elszigeteljük a környezet rá nézve káros hatásaitól. Mivel az egyes bevonattípusok alkalmazási területei között nagyfokú átfedések vannak, emiatt „köztük” erős piaci verseny zajlik, és ilyenkor, mint sok hasonló esetben, a felhasználási döntéseket olykor nemcsak az ésszerűség és költségtakarékosság, hanem a megszokások vagy éppen pillanatnyi lobbierdekek is befolyásolják. Hiszünk azonban abban, hogy hosszú távon az egyes technológiák a gazdaság és társadalom számára leghasznosabb helyükre kerülnek. E tekintetben – véleményünk szerint – jelentős többletköltségek adódnak a MÁV Zrt. építési-fenntartási területén is. A sok közül jellemző példaként megemlítjük, hogy a vasúti közlekedéshez hasonló infrastruktúrális ágazatokban (közúti közlekedés, villamos energia továbbítása) évtize-

dek óta tömegesen alkalmazzák a tűzihorganyzást. A vasúti hálózatoknál, néhány apró kivételtől eltekintve, sajnos még nem kapott hangsúlyos szerepet. Hogy miért? Erre a kérdésre racionális, műszaki-gazdasági érvekkel alátámasztott választ nem ismerünk, az okok talán inkább a tradíciókban keresendők.

Cikksorozatunkban megpróbáljuk bemutatni, hogy ennek a dinamikus fejlődő korszerű technikának miért kellene, hogy meghatározó helye legyen a vasúti építmények korrózió elleni védelmében. Ez elsősorban MÁV-, de egyben nemzeti-gazdasági érdek is, mert évente sok-sok millió forintos megtakarítást eredményezhet, továbbá a karbantartásért felelős szakembereknek lényegesen kevesebb problémájuk lenne a korróziós károkkal. A horganyzott szerkezetek alkalmazásával jelentősen csökkennek a létesítmények fenntartási költségei, az építmények rendezett, szépen karbantartott objektumok, az acélszerkezetek statikai képességeiket évtizedeken át maradéktalanul és karbantartásmentesen megőrzik.

Az eljárás kialakulása és mai típusai

Három fontos európai személy határozta meg az iparszerű tűzihorganyzási technológia kialakulását: *Malouin*, *Sorel* és *Bablik*. A francia Malouin 1742-ben megállapította, hogy ha egy fémtiszta felületű vas-tárgyat folyékony horganyba (cinkbe) merít, annak felületén vékony horganybevonat alakul ki. Már akkor leírta a még néhány helyen ma is használatos, ún. nedves tűzihorganyzási technológia lépéseit. Ám az eljárás tényleges alkalmazhatóságának feltételei csak majdnem száz esztendővel később teremődtek meg, amikor a lengyel származású francia vegyész, bizonyos Stanislaus Sorel megoldotta a különféle alakú vas/acél tárgyak tökéletes pácolásának (oxidmentesítésének) problémáját, amire korábban Malouin még

nem tudott választ adni. Sorel ásványi savak (pl. sósav, kénsav) felhasználásával, az azokba történő bemeztéssel, maratással kivitelezhetővé tette, hogy akár a bonyolult alakú darabok teljes felületét tökéletesen oxidmentesítsék, így azok már alkalmassá váltak tűzhorganyzásra (előzetesen megjegyezzük, hogy a horganybevonat kialakulásának alapvető feltétele, hogy az egymással reakcióba lépő vas és horgany [szilárd/folyékony] fázis határán ne legyen semmiféle szennyeződés). Sorel a teljes eljárásra 1837-ben szabadalmi oltalmat kapott.

Egy közel 160 éves szakkönyvben F. Releaux azt írta, hogy a horganynak minden más fémrel szemben nagyon pozitív tulajdonságai vannak, ugyanis azzal érintkezve önmaga oxidálódik és védi a másik fémeket. Leírása szerint akkoriban telefonhuzalokat, csavarokat, szegeket, sziklakapcsokat, lemezeket, sőt még ágyúgolyót is vontak be horgannyal [1]. Ebben az időben a tűzhorganyzás technológiáját az egyes országok – sok más gyártási eljáráshoz hasonlóan – szigorú titokként, sőt államtitokként kezelték. A műveleteket akkoriban még kis, sötét műhelyekben, kézzel végezték. Az első ilyen horganyzók az 1840-es években nyíltak meg Nyugat-Európában (Németországban, Franciaországban, Angliában) lemeztermékek, edények, drótok, kisebb vasszerkezetek kezelésére, ekkoriban a horganyzókat még szénrel fűtötték. Egészen a XX. század első harmadáig az emberek az eljárásra úgy tekintettek, mint egy az alkímiahoz közel álló technikára.

Az osztrák H. Bablik a XX. század első felében végzett munkája során már úgy próbálta kezelni a tűzhorganyzást, mint egy nagyipari technológiát, és alkalmazta a gépesítésére vonatkozó akkori megoldásokat (daruzást, szállítópályákat stb.), s ehhez kiváló lehetőséget biztosított a villamos hajtások elterjedése. Ezt követően a tűzhorganyzás önálló technológiai ággá fejlődött, napjainkban számos területre van, amelyek fejlődnek, illetve folyamatos a fejlesztésük.

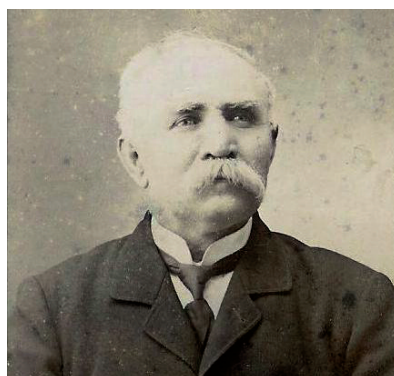
A magyarországi tűzhorganyzás gyökerei 1881-ig, az egykori Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság nádasi (ma Borsodnádasi) lemezgyáráig nyúlnak vissza. Az 1864-ben alapított, elsősorban lemezhengelésre és lemeztermékek gyártására épített nádasi lemezgyár (1. ábra) az 1880-as években kezdte meg acél finomlemez tábla termékeinek



1. ábra.
A nádasi
lemezgyár
1926-ban [2]

őnozását és tűzhorganyzását, majd ez a termékkör, kisebb-nagyobb technológiai fejlesztésekkel, több mint egy évszázadon keresztül fenn is maradt. A korabeli üzemben még a gőz erejével meghajtott berendezésekkel (horganyzógépek) végezték a bevonatozást. Ezeket a XIX-XX. század fordulóján villamos hajtásokkal váltották fel, az üzem akkoriban korának legkorszerűbbjei közé tartozott.

A darabáru-tűzhorganyzás meghonosításában fontos szerepe volt egy Poroszországból származó szakembernek, Hammerstein Péternek. Ő a Rajna menti Rheinbrohlból – a jobb megélhetés reményében – szűkebb családjával együtt Magyarországra települt, és nagy szerepet vállalt a technológia meghonosításában (2. ábra). Érdekességként megemlíti, hogy ezért egykori hazájában távollétében halálra ítélték, otthon maradt családtagjait pedig még évtizedeken keresztül hátrányosan megkülönböztették [4]. Az egykori alapító 1920-ban bekövetkezett haláláig a lemezgyárban dolgozott, leszármazottjai ma is élnek. Az első hazai tűzhorganyzó üzem a múlt század '90-es éveiben sajnos felszámolták, ma már csak korabeli dokumentumok, történetleírások és egykori dolgozók őrzik emlékét.



2. ábra. Hammerstein Péter
(1845–1920) arcképe [4]

Horganyzás, tűzhorganyzás?

Amikor egy műszaki szakemberrel „horganyzásról” beszélgetünk, néha félreérthetjük egymást, nem mindig ugyanarra a technológiára gondolunk. Horgany (cink) bevonatot többféleképpen lehet felvinni a vas/acél darabok felületére. Érthetjük rajta az elektrolitikus horganyzást (galvanizálást), a tűzhorganyzást, a fémszórást, sőt még a fémporba ágyazást, a sherardizálást is. Az egyes eljárások egyetlen közös jellemzője, hogy mindegyiknél a horgany a bevonat fő alkotóeleme, de a fémrétegek létrejötté, azok fizikai és kémiai tulajdonságai között jelentős különbségek vannak, ezért ismereteinket sokszor pontosítani kell. Erre vonatkozóan ad tájékoztatást az 1. táblázat.

A táblázat tetején szereplő tűzhorganyzási eljárások között is lényeges eltérések vannak, ezek a horganybevonat vas-tartalmában és az ötvözetek réteg/tiszta horganyfázis egymáshoz viszonyított arányaiban nyilvánulnak meg.

A tűzhorgany bevonatok rendeltetése az alatta levő vas/acél korrózió elleni védelme, azaz a horganybevonat külleme csak másodlagos szempont. Ez a szabványban (MSZ EN ISO 1461) rögzített felfogás ma is helytálló, viszont az utóbbi 20-30 évben felértékelődtek a fémbevonat kinézetének és gazdaságosságának szempontjai is. Mivel az egyes acélféleségeken kémiai összetételükkel fogva nem minden esetben teljesen azonos jellemzőkkel rendelkező horganybevonatok alakulnak ki, ezért folyamatos a fejlesztés a minél szebb, homogénebb és gazdaságosabb védőrétegek kidolgozása érdekében. Ennek megfelelően bizonyos ötvözőket adagolnak a horganyvédőkhöz: alumíniumot (Al), nikkelt (Ni), bizmutot (Bi), ónt (Sn), sőt például magnéziumot (Mg), berilliumot (Be), de más fémeket is.

1. táblázat. A horganyzási eljárások fő csoportjai és a bevonatok jellemzői [1]

Eljárás neve		Bevonat-vastagság* [μm]	Ötvözetréteg az alapfémrel	A bevonat felépítése, összetétele	Eljárás technikája	Szabvány száma
Tűzhorganyzás	Darabáru-horganyzás (szakaszos)	50...150	van	vas-horgany ötvözet fázis az alapfém, azon tiszta horgany-fázissal	bemerítés fémolvadékba, majd kiemelés	EN ISO 1461
	Csőhorganyzás (szakaszos)	50...100	van			EN 10240
	Széles szalag horganyzás (folyamatos)	15...25	van		áthúzás fémolvadékon	EN 10326 EN 10327
	Keskeny szalag horganyzás (folyamatos)	20...40	van			EN ISO 10244-2
	Huzalhorganyzás folyamatos	5...30	van			EN ISO 10244-2
Termikus fémszórás		80...150	nincs	horgany	olvasztott fém felszórása	EN ISO 2063
Szakaszos galvanizálás**		5...25	nincs	lamelláris horgany	fémleválasztás elektrolitból	EN 12329
Automatikus galvanizálás**		2,5...5	nincs			EN 10152
Sherardizálás		15...25	van	vas-horgany ötvözet	fém diffúzió horganyporból	EN 13811
Plattírozás		10...20	nincs	horgany	felületre verés üveggolyókkal	EN ISO 12683

Megjegyzések: * szokásos vastagságok ** elektrolitikus fémleválasztás

A leggyakrabban használt horganyolvadékok alumínium-, nikkel- és óntözetűek, mennyiségüket igen pontosan szabályozzák. A továbbiakban kizárólag az acélszerkezetek bevonására kifejlesztett ún. darabáru-horganyzással foglalkozunk.

Acélszerkezetek bevonása darabáru-tűzhorganyzással

Ahhoz, hogy egy acélszerkezeten jó minőségű, a felhasználási körülményeknek megfelelő bevonat képződjön, a védőfilm és az alapfém között megfelelő tapadás szükséges. Ez a tapadás tűzhorganyzás esetében – ellentétben a festéssel – metallográfiai kapcsolatot jelent az alapfém (vasalap) és a horganyréteg között, kohézió a bevonó- és az alapfém között termodiffúziós folyamatok során alakul ki. Az anyagtranszport alapvető feltétele, hogy a fázishatáron fémtiszta legyen a munkadarab felülete. A technológiát ennek a követelménynek megfelelően alakí-

tották ki, azaz a termékek felületét zsírtalanítani, oxidmentesíteni (reve és rozsd eltávolítása) kell (3. ábra). A technológiai folyamatok a kezelőszerek szükséges hőmérsékletű és koncentrációjú vizes oldatai.

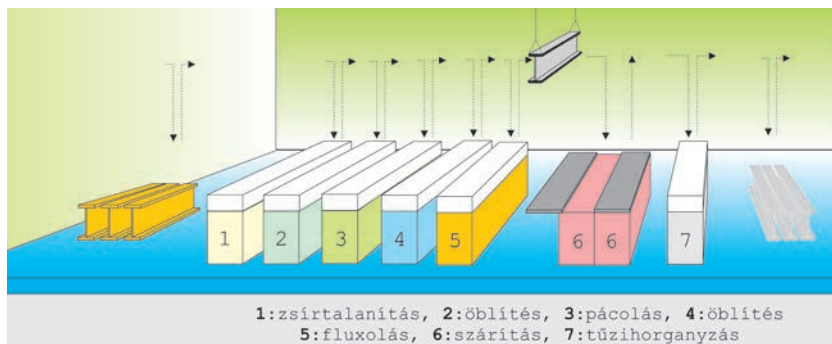
Hogy a fémolvadékban a horganyréteg kialakuljon, a darabokat szárítás előtt ún. folyasztószer vizes oldatába (flux fürdőbe) merítik, majd a kiemelés és lecsepegtetés után a szárítás következik. A zömmel ammónium- és cink-kloridból álló flux anyagból a munkadarabok felületén söréteg képződik, mely a fémolvadék felületén szublimál, termikus bomlása közben nedvesíti a fémfelületet, azt utólag is tisztítja. Így biztosítható a bevonat képződését eredményező termodiffúzió alapfeltétele. Az acélszerkezeti elemek szárítása 90–120 °C-os levegőáramban történik, itt a darabok hőmérséklete el kell, hogy érje legalább a 70–80 °C-ot. A szárítást követi maga a tűzhorganyzás, amelynek a terméket kb. 450 °C-os horganyolvadékba merítik, és ennek során bevonat képző-

dik. Az ismertetett módszerrel az acélszerkezetek bevonására alkalmazott technika lépéseit foglaltuk össze. Csövek, lemezek, huzalok esetében kissé vagy akár nagymértékben eltérő technológiai megoldások vannak, s ezek eredményeként az 1. táblázatban jól látható markáns bevonati eltérések jönnek létre.

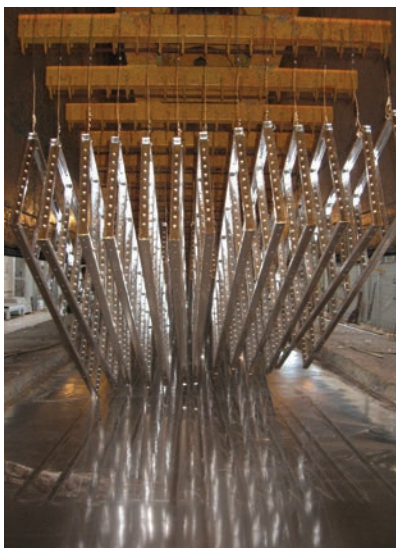
A bevonatképződés elmélete

A fémolvadék felszíne alatt kétirányú fémdiffúzió játszódik le. A bevonó fém atomjai a vasfelületbe diffundálnak, míg a vasatomok a fémolvadékba igyekeznek. E folyamat során a vas/acél felületre egy többfázisú intermetallikus fémréteg épül fel, mely metallurgiai kötással kapcsolódik az alapfémhez. Ez adja a tűzhorgany bevonatok kitűnő tapadását. A fémolvadékban kialakuló vas-horgany ötvözet réteg vastagsága – optimális körülmények között – időben egy parabola függvénynek megfelelően növekszik. Ezzel nem ér véget a bevonat kialakulása, ugyanis a termékek horganyolvadékból történő kiemelése közben erre az ötvözetrétegre még egy, a horganyolvadék kémiai összetételével megegyező tiszta horganyréteg is rakódik (4. ábra).

Ez utóbbi vékony, tiszta fémbevonat adja az ezüstös-fényes színezetet. A korábban már többször említett termodiffúzió az acélszerkezetek lehűlése során mintegy 200 °C-ig tovább zajlik, míg a védőréteg elnyeri „végső” állapotát és szerkezetét. Egy optimális szerkezetű horganyréteg kémiai összetételét és az egyes fázis-



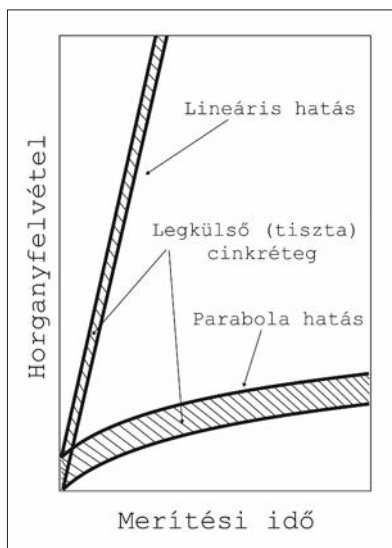
3. ábra. A tűzhorganyzás száraz eljárása



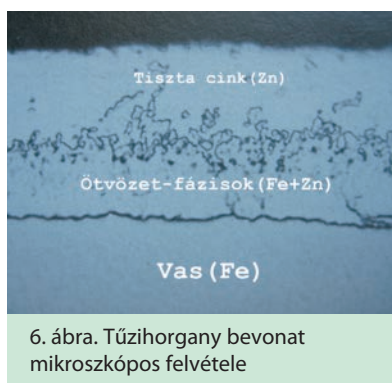
4. ábra. Kiemelés a horgany-
olvadékból

sok tulajdonságait a 2. táblázat mutatja, míg a 6. ábrán egy mikroszkópi képe látható, ahol az egyes bevonatrészek jól kivehetők. A 2. táblázatban a tiszta horgany fázisban (eta) az alatta levő ötvözetből (zeta) származó, ún. leúszó kristályok láthatók. Az olvadékból a vasszálalatról – a termodiffúzió intenzitásának és időtartamának megfelelő mennyiségben – folyamatosan a Fe-Zn ötvözet részecskéi válnak le, ez pedig ún. alsó salak formájában összegyűlik a horganyolvadék alján, melyet időközönként kiemelnek. Ezt más néven keményhorganyknak is hívják, szilárd állapotban keménysége még az alapfém keménységét is meghaladja.

Az előző ábrák a darabáru-tűzhorganyzásra jellemző tulajdonságokat mutatják. Megjegyezzük, hogy a széles és keskeny acélszalagok, illetve a huzalok felületén képződött bevonatok esetében alig láthatók vas-horgany ötvözet rétegek, a teljes védőfilm legnagyobb részét tiszta cink alkotja, aminek technológiai okai vannak. Ennek köszönhető, hogy az autóiparban a karosszérialemezeknél vagy éppen az épületburkoló lemezeknél már horganybevonattal ellátott síklemezből hajlítással és préssel alakítják ki a kívánt formákat úgy, hogy közben a védő-



5. ábra. A bevonatképződés
folyamata [5]



6. ábra. Tűzhorgany bevonat
mikroszkópos felvétele

réteg a munkadarab felhasználását korlátozó mértékű sérüléseket a jelentős deformáció ellenére sem szenved el.

A múlt század közepén egy német kutató, *Dietrich Horstmann* kísérletei eredményeként leírta a szoros összefüggést az ötvözet rétegek képződése (horganyfelvétel) és a vastárgy felületéről a horganyolvadékba leváló (oldódó) vas mennyisége között (vasvesztés), melynek matematikai formuláját most mellőzzük. Optimális esetben a horganyzási idő (merítési idő) előrehaladásával a már említett parabolahatásnak megfelelően nő a felépülő fémréteg (Fe-Zn ötvözet) vastagsága. Ám bizonyos acélminőségek esetén (ez elsősorban Si- és P-tartalom függvé-

nye), vagy horganyolvadék hőmérsékleti határok között megváltoznak a termodiffúziós folyamatok, és ugyanakkor lineáris rétegvastagság-növekedést okoznak. Az 5. ábra jól szemlélteti a horganyfelvétel (bevonatvastagság növekedése) és a horganyzási idő (merítési idő) összefüggését.

Optimális esetben (parabola hatásgörbe) a merítési idő növekedésével egyre inkább csillapodik az ötvözetrétegek képződésének sebessége, míg számunkra kedvezőtlen, „zavart” folyamatoknál a vas nagyon gyorsan oldódik a fémolvadékba, túl nagy lesz a horganyfelvétel is, és vastag ötvözet réteg képződik (lineáris hatásgörbe). Ez pedig az egész védőréteg végső vastagságát meghatározza.

Tűzhorgany bevonatok sajátosságai

A felhasználás és piaci megítélés szempontjából fontos tulajdonságok a vastagság, színezet, keménység, simaság, valamint a tapadás. A továbbiakban egyenként és csak röviden kívánunk foglalkozni egy-egy jellemzővel.

Vastagság

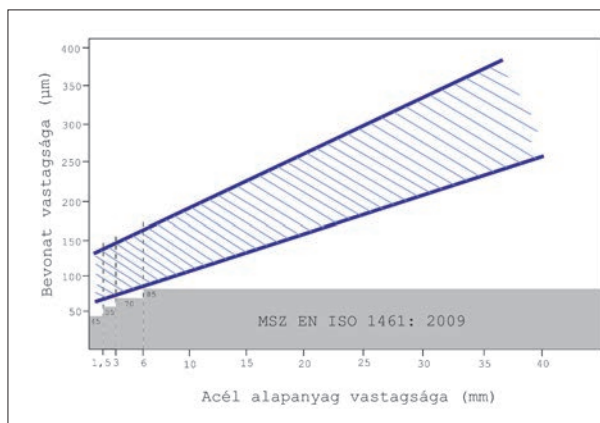
Mint azt az előzőekben már tárgyaltuk, a fémfűrdőben lezajló termodiffúzió intenzitása (parabola- vagy lineáris hatás) és időtartama befolyásolja a vasszálalaton kialakuló védőbevonat jellemzőit, így vastagságát és az egyes ötvözet fázisok arányait a teljes bevonaton belül. Ez pedig több tényezőtől függ, leginkább az acél kémiai összetételétől, kisebb részben a bevonó fémolvadék hőmérsékletétől, a merítési időtől, a fémfűrdő ötvözeitől, továbbá az acélszerkezet kialakításától és a művelettechnikától.

A gyakorlatban a horganyzóüzemekben fejlett az olvadék- és eljárás-technika, valamint a hőmérséklet-szabályozás. Ha egy adott terméket veszünk, akkor első sorban a horganyzásra kerülő darabok acélanyagának kémiai összetétele határozza meg a bevonat vastagságát. A darabáru-tűzhorganyzásra vonatkozó nemzetközi és európai szabvány előírásai igazodnak a technológiai és korróziós követelményekhez. A termékek sokféleségén kialakított védőréteg szokásos vastagságait a 7. ábra mutatja.

Az ábrán jól látható, hogy a munkadarabok vastagságának növekedése magával vonja a rétegvastagság növekedését, s ennek technológiai okai vannak.

2. táblázat. Optimális bevonat felépítése és részei [1]

Tulajdonságok	Gamma-fázis	Delta-fázis	Zeta-fázis	Eta-fázis
Elnevezés	ötvözet	ötvözet	ötvözet	horgany
Összetétel	Fe5Zn21	FeZn7	FeZn13	Zn
Fe-tartalom (%)	21 ... 28	7 ... 11,5	6,0 ... 6,2	0,08
Kristályszerkezet	köbös	hexagonális	monoklin	hexagonális
Vastagság (µm)	1 ... 2	30 ... 40	7 ... 20	8 ... 12
Mechanikai tulajdonságok	erősen tapadó	kemény	kemény	szívós



7. ábra.
Bevonat-
vastagságok
alakulása a
gyakorlatban
[6]

Színezet

Aki gyártott és tűzhorganyoztatott már acélszerkezetet, az találkozhatott egy érdekes jelenséggel, amikor egy-egy darabon belül többszínű fémréteg keletkezett. Ez általában csak akkor fordul elő, amikor az acélszerkezetet többféle acéltérmékből (más-más acélgyártási adagból vagy profilból) készítették. Ilyenkor ugyanazon horganyzási folyamatban az egyik esetben fényes, míg a másikban matt szürke, foltos, esetleg narancsos mintázatú horganyréteg alakul ki akár néhány centiméteren belül is. A jelenség oka az előfordulások túlnyomó többségében a horganyzott acélok kémiai összetétele, esetleg a hegesztési varratok anyagi minőségének eltérései. Amennyiben a horganyolvadékban végbemenő termodiffúziós folyamatok számunkra optimális sebességgel zajlanak le, fényes és vékonyabb, egyúttal gazdaságosabb bevonatokat nyerünk (8. ábra). Ellenkező esetben találkozhatunk a fent említett szürke rétegekkel és egyéb eltérésekkel (9. ábra).

A fenti kisebb-nagyobb anomáliáknak részben esztétikai, részben gazdaságossá-

gi, sőt egyéb kihatásai is lehetnek. Azonos vastagságú termékeken kialakult fényes vagy szürke bevonatok között akár 2-3 szoros vastagságkülönbség is lehet a szürkék javára. Ez az alkalmazások többségénél nemkívánatos és költségesebb is.

A két bevonatféleség közti különbségnek azonban nem szabad túl nagy jelentőséget tulajdonítani, mert a fényes és szürke rétegek a korrózióállóság szempontjából egyenértékűnek tekinthetők, sőt a vastag, szürke bevonatok ugyanolyan körülmények között – vastagságukból következően – tartósabbak is. A szürke horganybevonatok keményebbek és kopásállóbbak fényes társaiknál, viszont kevésbé tűrik a dinamikus igénybevételeket, ütéseket. A fentiek igazolására nézzük meg az 5. ábrát. Amennyiben hozzátesszük, hogy a szürke bevonatok tisztán vas-horgany ötvözetből állnak, rögtön világossá válik a jelenség oka. Még mielőtt a kétféle bevonat közül választunk, még egyszer leszögezzük, hogy mind a fényes, mind pedig a szürke rétegek korróziós szempontból egyaránt megfelelnek, azaz éppen úgy ellájtják feladatukat, csak egyéb

jellemzőikben térnek el egymástól. A bevonati eltérések legfőbb oka az acélok szilícium- (Si) és foszfor- (P) tartalmában keresendő, erről sorozatunkban majd részletesen írunk.

Keménység

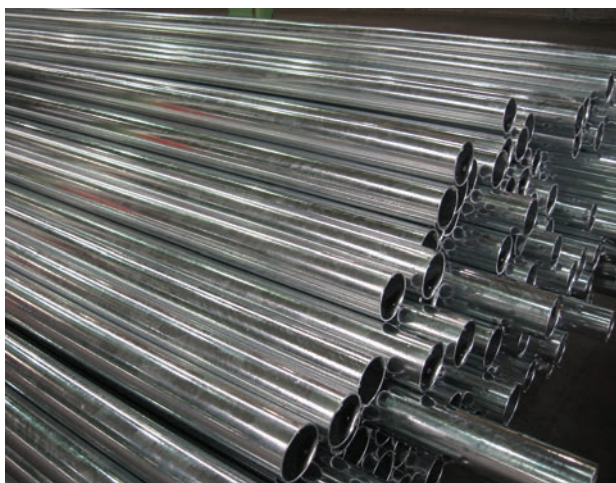
A védőrétegeket képező intermetallikus vas-horgany fázisok lényegükénél fogva nagyon kemények és kopásállóak. Ezzel szemben egyéb mechanikai tulajdonságaik rosszabbak, a tiszta horganyhoz képest kevésbé tűrik a dinamikus igénybevételeket: hajlítást, csavarást, ütést. De mivel optimális esetben a horgany-vas fázisokat egy tiszta horganyfilm borítja, ezért ez ideális állapotot jelent a felhasználóknak, mert a jóval puhább horgany védi az alatta levő kemény réteget. Az előző tulajdonság nagy előnyt jelent a szerkezeti elemek szállításakor, szereléskor és természetesen felhasználásakor is.

Simaság

A felület simasága relatív fogalom, ennek megfelelően is kell kezelünk. A fényes és gazdaságosabb bevonatok simábbak a szürke és csak ötvözetű rétegekből állókhoz képest. A felületi érdességnek esetünkben nincs lényegi hatása a korrózióállóságra, így előírás sincs rá. Bizonyos esetekben (pl. duplex védelemnél) a jobb festékréteg-tapadás miatt előnyösebbek a szürke és érdesebb felületű horganyrétegek.

Tapadás

Már volt róla szó, hogy a tűzhorganyzással kialakított védőréteg termodiffúziós folyamat során jön létre. Legelső fázisa (gamma) és a vasalap között metallurgiai,



8. ábra. Fényes, esztétikus fémbevonat



9. ábra. Fényes és szürke bevonatok egy darabon belül



10. ábra.
Tűzhorgany-
zott zártszel-
vény korlátok

azaz kémiai kötés alakul ki. Ez igen erős tapadóerőt biztosít, amit általában szükségellen ellenőrizni, mert e nélkül nem jön létre maga a bevonat sem. Némely esetekben, nagyon erős mechanikai behatásoknál, indokolt lehet a horganybevonat tapadásának vizsgálata, ez azonban ritkán fordul elő, erről az igényről a horganyzóval előzetesen konzultálni kell. Például a már korábban említett duplex bevonatoknál (tűzhorganyzás + festés) a felület-előkészítésként alkalmazott könnyű szemeszórás (sweep-szórás) támaszthat ilyen követelményeket. Nemzetközileg is elfogadott szabványos vizsgálatok nem léteznek a darabáru-horganyzással kialakított fémrétegek tapadásvizsgálatára. Megje-

gyezük, hogy a lemez- és huzal-, sőt a csőhorganyzás esetében viszont szigorú előírások vannak a rétegtapadás ellenőrzésére, ennek bemutatása nem képezi cikkünk tárgyát.

A termékek kívül-belül tűzhorganyzottak

A legtöbb festési eljárással szemben a tűzhorganyzás az acélszerkezet teljes felületét érinti (egyetlen kivétel van, a különböző hőcsereleők köre, amelyeknél korróziós okok miatt csak a munkadarab külső felületét vonják be). A bevonandó tárgyakat lényegében a teljes felületkezelés során folyadékokba merítik, majd onnan kiemelik őket, kicsurgatják a felesleges kezelőszer-maradványokat. Így tehát a darabokon a bemeletésnél légszákrok nem maradhatnak, a kiemelés után pedig folyadékzebek nem képződhetnek. Ellenkező esetben nem megfelelő a felületkezelés, vagy horganymaradványok maradnak a felületen, sőt a horganyolvadékban a tárgyban maradó víz miatt robbanásveszély alakulhat ki. Mindezek megelőzése érdekében néhány egyszerű szabályt kell betartani, ezekről sorozatunkban még lesz szó.

Tehát a technika e sajátosságából következően a zártszelvényes acélszerkezetek teljes külső-belső felületét egy kompakt védőréteg borítja (10. ábra), mely így a szerkezet teljességét védi a korróziós hatásoktól.

A fentieknek különösen nagy jelentősége van a könnyű acélszerkezeteknél, mert a sokszor zártszelvényből készített konstrukciók közös jellemzője – a fájlagosan nagy teherbírásuk mellett –, hogy igen vékony a falvastagságuk, emiatt kicsi a korróziós tartalékuk.

Summary

Hot galvanising has a serious role on the field of corrosion protection of steel structures. The process has been known for almost three-hundred years. Nowadays in Europe steel structures are coated by hot galvanising in a quantity of almost seven million tonnes per year, in our country this value exceeds eighty-thousand tonnes per year. At railway steel structures for example at bridge accessories this solution has been used for more than years. Since further wide field for the extension of the solution offers itself at railway, so we launch an article series of six parts in connection with this item. Its aim that the experts who don't deal with corrosion protection but know well the railway attributes could get an overview about the method. In the first part of our article-series we present the technology of the process and the physical features of the coating.

A következő részben a horgany korróziós tulajdonságaival, a felületet érő korrózió hatásokkal és gazdaságossági kérdésekkel foglalkozunk. ◀◀

Irodalomjegyzék

[1] P. Maaß; P. Peißker (2008): *Handbuch Feuerverzinken*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

[2] 125 éves a magyar tűzhorganyzó ipar (2006). Jubileumi kiadvány, Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége, Dunaújváros.

[3] Antal Árpád (2007): *A tűzhorganyzási technológia alapítója Magyarországon*. Tűzhorganyzás, Hajdúböszörmény.

[4] *Kép a Hammerstein család archívumából*.

[5] D. Horstmann: *Fehlererscheinungen beim Feuerverzinken*, Max-Planck Institut für Eisenforschung GmbH und Gemeinschaftsausschuß Verzinken e.V.

[6] *Korrózió elleni védelem tűzhorganyzással*. Tervezési irányelvek (2009), Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége, Dunaújváros.

Antal Árpád 1978–2001-ig a Duna-ferr acélszerkezet gyártása, acéllemez-ből készített másodtermékek gyártása, termelésének irányítása, a tűzhorganyzás területén különböző vezető beosztásokban dolgozott, majd 2001-től 2008-ig önálló tanácsadó mérnöki tevékenységet folytatott. 1996 és 2012 között a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége alapító elnöke. 2001-től 2009-ig a Tűzhorganyzás szakfolyóirat főszerkesztője, több hazai egyetem és főiskola rendszeresen meghívott vendégelőadója. Címzetes egyetemi docens, több mint száz – elsősorban tűzhorganyzással foglalkozó – publikáció, szakmai kiadvány szerzője, szakkönyvek társszerzője. 2008-tól a NAGÉV Cink Kft. fejlesztési igazgatója, 2012-től a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége titkára, szakmai bizottságának tagja.



Hajtányok, sínautók

Halmai Antal

ny. gépészeti főmérnök

✉ halmai@freemail.hu

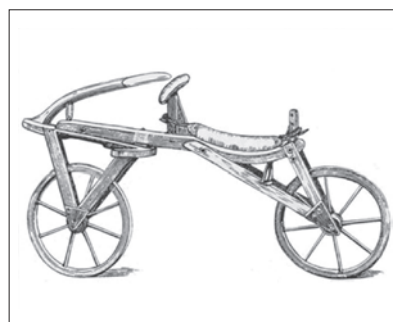
A vasút kezdeti időszakában a pályafelügyeletet lóhátról végezték. A fenntartási, pályajavítási munkákhoz kézzel tolható könnyű pályakocsikat építettek. Síkvidéki vasutaknál hamar elterjedt a négykerekű könnyű hajtány, amit akár négy ember hajtókarok le-föl mozgatásával hajtott. Ezzel a járgánnyal szerszámokat és minimális anyagot szállítottak ki a munka helyszínére. Később a felügyeleti munkában is szerepet kapott a hajtány. A településektől távol épült vasútvonal mellett az akkori biztosítóberendezések kezdetlegessége miatt sűrűn építettek őrházakat. Ezek személyzetét a pályarvosnak rendszeresen kellett látogatni. Akkor még nem létezett se telefon, se villanyvilágítás. A műszerészeknek, órásoknak, blokkmestereknek is rendszeres karbantartási feladatot kellett ellátniuk az őrházaknál, amihez nélkülözhetetlen volt a hajtány. A vasúti sebességek és a forgalom növekedésével egyre nehezebbé vált használatuk. A közúthálózat sűrűsödésével mára a közúti gépjármű váltotta fel a hajtányokat.

Amikor *Karl Friedrich Drais* (1785–1851) 1817. június 12-én Mannheimben bemutatta kétkerekű, lábbal hajtható kerékpárját, nem tudhatta, hogy nevét egy vasúti járműcsalád, a hajtányok őrzik meg az utókornak.

A kezdetekben még toló- vagy taposókerékpárnak nevezett szerkezet, melyet lábbal, a földről elrugaskodva kellett mozgásba hozni, később az odenwaldi erdőmester után a „Draisine” (drezina) nevet kapta (1. ábra). A mai drezina, amelyet már vasúti célra használnak, akárcsak egy átlagos kerékpár, pedállal vagy hajtókarral, emberi erővel hozható működésbe. A különbség csupán annyi, hogy ez a drezina a vasúti síneken közlekedik.

Az 1885-ös Vasúti és Közlekedési Közlöny egyik száma arról írt, hogy a velocipéd hajtány a pályafenntartási szolgálatnál mutatkozó rendkívüli előnyei ellenére még nem terjedt el a magyar vasútnál (2. ábra). Erre nem sokáig kellett várni.

A járművet az 1900-as évek elején minden jelentős állomáson üzembe helyezték (3. ábra). Különböző hajtási móddal (tolórudas, lánckeres) készültek. Vezető-



1. ábra. Az 1817-ből származó drezina, amelyet még közúton és terepen használtak

kerékének távolságát a nyomtáv határozta meg.

A hajtány feladata a vasúti nyílt vonalak vizsgálatakor a pályafenntartó munkások, a pályarvosok szállítása volt. „A hajtány négykerekű jármű, melyet a középen álló négy munkás emeltyűknek előre-hátra tolásával hajt. A szerkezet működése egyszerű, csak azt jegyezzük meg, hogy az elérhető sebesség a pálya emelkedési viszonyaitól függ, vízszintes vonalon a hajtányok 15-20 km sebességgel is hajthatók.” (Pallas Nagy Lexikona, 1893–1897) Az 1900-as évek elejéről származó négykerekű hajtány képe a 4. ábrán látható.



2. ábra. Koppel Arthur velocipédjének hirdetése az 1880-as évek végén

Néhány évtizeddel később a forgalmi utasítás már tömörebben fogalmaz: „A hajtány, illetve kiskocsi lehet géperező, vagy nem gépi erővel hajtott jármű. Emberi erővel a vágányból 3 perc alatt eltávolítható.”

A motorizáció fejlődésével az 1910-es években a hajtányok alvázára motort szereltek. Ezek a nyitott, karosszéria nélküli szerkezetek voltak az első sínautók, a vágánygépkocsik.

Magyarországon gyártásukat a *Csonka János* által alapított Fehérvári úti gépgyár kezdte el (5. ábra).

A gyártási jogot később átadta a Schütz-gyárnak. Sajnos ezekből az elsőkerék-hajtású, kétütemű járművekből egyetlen darab sem maradt meg. Az utolsó Schütz-féle vágánygépkocsit az 1950-es évek elején vonták ki a forgalomból (6. ábra).

Később több, a közutakról a sínre helyezett, kisebb részben eleve a sínre gyártott típus közlekedett a magyar vasúti hálózaton. Ezekből a járművekből – a teljesség igénye nélkül – mutatok be néhányat.

A 7. ábrán Perl típusú sínautó látható Sopron vasútállomás előtt, 1924-ben.

Közúti járműből alakították át azt a sínautót, amelyet a 8. ábrán mutatok be. A képen 1942-ben Szeretfalva (ma Sărațel) vasútállomásra fut be a sínautó.

A háború után katonai célra gyártott járműveket alakították át TVG, azaz teher-vágánygépkocsi céljára. Összkerék-hajtásuknak köszönhetően ezek pályakocsik vontatására is alkalmasak voltak. A Dodge típusú tehergépkocsiból a MÁV Északi Főműhelyében, az 1950-es években 45-öt szereltek össze (9. ábra).

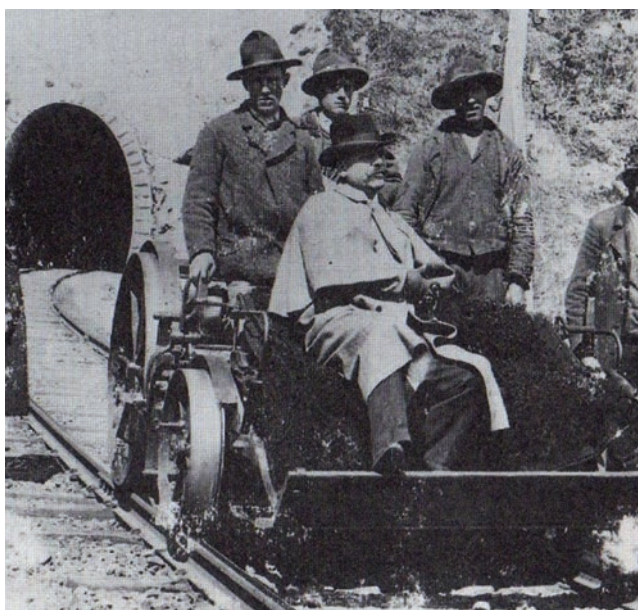
Halmi Antal tanulmányait a Széchenyi István és a Bánki Donát Műszaki Főiskolán végezte. Első MÁV-munkahelye 1972 és 1984 között a MÁV Építőgépjavitó Üzem, ahol felépítményigéplánc-vezetőként dolgozott. 1984–1989-ig a MÁV Budapesti Igazgatóság Katonai Osztályán a Szervezési és Műszaki Csoport vezetője volt. 1989-ben került a MÁV Vezérigazgatóság Építési és Pályafenntartási Főosztályára gépügyi előadónak, 1995-től 2011-es nyugdíjba vonulásáig gépészeti főmérnökként látta el a szakszolgálat vasúti járműveivel és munkagépeivel kapcsolatos feladatait.



3. ábra.
Az 1900-as évektől elterjedt hajtány a hajtóka



4. ábra.
Négykerékű hajtány az 1900-as évek elejéről



5. ábra.
Elsőkerék-hajtású vágánygépkocsi a Károlyváros (Karlovac)–Fiume (Rijeka) vasútvonalon



6. ábra.
Csővázás könnyű vágánygépkocsi

A Magyar Vasúttörténeti Park megalakulásakor lelkes vasútbarátok és a park üzemeltetői igyekeztek felkutatni a még fellelhető vasúti járműveket, és azok kö-

zül többet működőképes állapotban, interaktív módon kiállítani.

A pályamesteri könnyű vágánygépkocsikat (PVG) a MÁV Felépítményi Vas-



7. ábra. Perl típusú sínautó, 1924



8. ábra. Kőzúti járműből átalakított sínautó, 1942

anyagjavító Üzemi Vállalat (később: MÁV Gépjávitó Üzem) gyártotta. A PVG feladata a vasúti nyílt vonalak megvizsgálásakor, karbantartásakor a pályafenntartó munkások szállítása volt.

Motoros hajtányok nagyobb számban az 1950-es évektől terjedtek el. Hasonló tervek alapján készültek normál és keskeny nyomközű változatban is. A szélvédővel is ellátott PVG-n – nyomtávolságtól függően – 3-5 személy utazhatott, szükség esetén pár talpfával, szerszámokkal együtt. Hajtásukat kezdetben az egykori Csepel (Pannónia) motorkerékpárból származó 250 cm³-es T5-ös blokkal oldották meg. A motort későbbi korszerűsítések során 250 cm³-es MZ típusra cserélték. A hajtányokba kerülő motorblokkokat hátrameneti fokozattal is elláták. A motor lánc közvetítésével hajtja az első tengelyt, a fékezéshez és a megálláshoz szalagfékeket használtak. A hajtány súlypontjában lévő kiemelő szerkezettel lehet a járművet megfordítani vagy a vágányból kiállítani (10. ábra).

MÁVAG–Zupka típusú személy-vágánygépkocsiból a budapesti MÁVAG Mozdony- és Gépgyár 1943–1949 között

6 db-ot készített vasúti használatra. Az „angol taxinak” becézett jármű karosszériáját egy kis ferencvárosi cég – Zupka Lajos és Fia – készítette (11. ábra). A karosszériagyártó a IX. kerületben, a Tűzoltó utcában működött, elsősorban Mercedes-Benz alvázakra gyártott egyedi karosszériákat. A járműveken, 1980-as évek végi selejtezésükig, több motorcserét hajtottak végre, amihez Rába, Csepel és Gaz motorok különféle típusait használták. A Magyar Vasúttörténeti Parkban az IVG 908-as pályaszámú jármű látható (IVG = igazgatósági vágánygépkocsi).

A Magyar Vasúttörténeti Parkban található az OVG 653-as pályaszámú vágánygépkocsi (OVG = osztálymérnökségi vágánygépkocsi).

Warszawa típusú személy-vágánygépkocsiból a MÁV Északi Járműjavító Üzem 1967 és 1969 között 22 db-ot készített vasúti használatra (12. ábra). Ennek a vágánygépkocsik közt viszonylag nagy darabszámú járműtípusnak mind kőzúti, mind vasúti járműként kalandos előélete volt.

A második világháború zűrzavarában a németek a gödöllői vasútállomás környékén hátrahagytak több mint

száz Opel Olympia motort a hozzájuk tartozó sebességváltókkal együtt. Ezeket a MÁV lefoglalta, és az Északi Járműjavítóban szintén a németek által hátrahagyott Wanderer gépkocsikba szerelték, vasúti futóművet kaptak, és már közlekedhettek is a síneken. A második világháborúban a Wanderer gyárait lebombázták, a megmaradt gépeket és a dokumentációt a Szovjetunióba szállították. Némi átalakítással Pobeda (Győzelem) néven gyártották tovább a személyautókat. A gyártási jogok később Lengyelországba kerültek, ahol 1951. november 6-án elkészült az első Warszawa M 20 típusú személyautó.

A parkban található az utolsó, 1973-ban a MÁV által átalakított kőzúti jármű, az IVG 902-es pályaszámú Csajka is (13. ábra). A gépkocsi a Magyar Szocialista Munkáspárt Márvány utcai központi garázsából került bontóba, ahonnan a MÁV megvásárolta. Az eredeti motort Volga hajtóműre cserélték. A megengedett sebessége 60 km/h, de a legendák szerint 100 km/h feletti sebességre is képes volt. 1991-ben vonták ki a forgalomból. A Vasúttörténeti Parkban működőképes állapotban mutatják be.



9. ábra. Dodge típusú teher-vágánygépkocsi az 1950-es évekből



10. ábra. Könnyű vágánygépkocsi az 1960-as évekből



11. ábra. MÁVAG–Zupka-féle sínautó



12. ábra. Warszawa sínautó az 1960-as évek végéről

13. ábra.
Čsajka sínautó,
1973

Végezetül két olyan járművet mutatok be, amelyek nem a Vasúttörténeti Parkban vannak.

A Pft-724-es pályaszámú ritkaságot 1967-ben egy 1949-es Hudson Commadore 4-Door Sedanből építették át, amely az amerikai autógyártás fellegvárában, Detroitban készült. A járművet néhány éve a Kőér utcai MÁVGÉP-telepen újíttatták fel, és még ma is rendszeresen használják, például a pécsi hidászok pályabejárásokra (14. ábra).

A Vasúttörténeti Alapítvány 2012-ben a MÁV-Gépészet Zrt. Szeged Körzeti Járműkarbantartó Központ Szentestérségi Műhely segítségével állította helyre az Austin típusú keskeny nyomközű vágánygépkocsit.

Az Austint valószínűleg az 1930-as évek elején gyártották. A Petőfi Népe 2008 novemberében számolt be a veterán sínautó (15. ábra) nem mindennapi történetéről. „Vasutas berkekben úgy tartották, hogy a második világháború végén,

a városban állomásozó 24. német páncélos hadosztály parancsnokáé volt. A szovjet csapatok előtt a parancsnok repülőgéppel menekült, szolgálati gépkocsiját hátrahagyta. Ezt követően állítólag Kecskemét város polgármestere használta néhány évig, majd a vasút tulajdonába került. Kerekeit keskeny nyomtávúra cserélték, hivatalos néven pályamesteri vágánygépkocsi lett” – állt a cikkben.

Ma már nem futnak a vasúti pályán személygépkocsik. A sínautók utolsó mohikánjait a lelkes vasútbarátoknak köszönhetően tekinthetjük meg az ország különböző vasútállomásain működőképes állapotban, vagy „szoborként” kiállítva. Történetük azonban része a több mint 160 éves magyar vasút történetének. ◀◀

Az írás a Magyar Vasúttörténeti Parkban 2011. október 1-jén, a II. Aranycsákány krampácvásáron elhangzott előadás bővített, szerkesztett változata.

14. ábra.
Hudson
Commadore-
ból 1967-ben
átalakított
sínautó15. ábra. 1930-ban gyártott Austin
személygépkocsi keskeny nyomtávú
sínautóvá alakítva

Summary

In the initial period of railway, track inspection was made from horse back. For maintenance and track repairing works light trolleys were built which could be pushed by hand. At lowland railways the four-wheeled light-weight draisine spread soon, which was driven even four men by moving up-and-down the cranks. By this vehicle tools and material of minimum quantity were carried out to the work place. Later this vehicle got a role also in inspection work. Along the railway line built far from the settlements, due to the immaturity of signalling equipment of that time block-houses were built densely. The track doctor had to visit the staff of these block houses regularly. At that time telephone and electric lighting were not known. In the same way mechanics, watch-makers, block-masters had regular maintenance tasks at block-houses. For doing their work draisine was an indispensable device. With the increase of the railway speeds and traffic their usage became more and more hard. With the densification of the road network for today the road vehicles replaced the draisines.

Irodalomjegyzék

Pallas Nagy Lexikona. Pallas Irodalmi és Nyomdaipari Rt. (1893–1897).

A 125 éves MÁV. Szerkesztő: Mezei István. MÁV Vezérigazgatóság, 1993.

A 150 éves magyar vasút 1846–1996. Szerkesztő: Mezei István. MÁV Vezérigazgatóság, 1996.

www.karl-drais.de

Petőfi Népe, 2008. november.

Árva Kálmán, Vörös József: A vasúti infrastruktúra emlékei. Sínek Világa, 2006/3–4.

Újabb lépés a Prága–Bécs–Budapest–Constanța/Athén korridor kialakításában

Menetrend szerint folyik a 7-es európai vasúti árufuvarozási korridor létrehozása, melyben a MÁV vezető szerepet vállal, ezáltal is erősítve hazánk nemzetközi szerepét. Hét ország összefogásával a jövőben jelentősen nőhet a vasúti árufuvarozás versenyképessége.

A MÁV Zrt. szervezésében zajlott a hét országot érintő 7-es árufuvarozási korridor két meghatározó tanácsadó csoportjának megalakítása. A Budapesten, 2012. október 30-án tartott alakuló ülésen megalkult a vasúttársasági és a terminál tulajdonosi-üzemeltetői tanácsadó csoport, melyek az üzleti szereplők oldaláról erősítik a korridor létrehozásának folyamatát. A csoportok az őket érintő bármilyen döntésről véleményt alkothatnak, a csoportokhoz való csatlakozás a jövőben is nyitott.

Az Európai Parlament és a Tanács 913/2010/EU (2010. szeptember 22.)

rendelete határozza meg az európai árufuvarozási korridorok kialakítását. A rendeletben szerepel a 7-es (Prága–Bécs/Pozsony–Budapest–Bukarest–Constanța, illetve a Prága–Bécs/Pozsony–Budapest–Vidin–Szófia–Thessaloniki–Athén) egységesített vasútvonal létrehozása 2013 novemberétől. Magyarország a 7-es korridor kialakításában vezető szerepet tölt be, az ügyvivői testület vezetése mellett ellátja a szervezet titkársági teendőit.

A korridor kialakítása és jövőbeni működtetése során cél az érintett tagállamok és pályahálózat-működtetők együttműködésének erősítése, a fejlesztések, beruházások koordinálása. Emellett a hálózat használatának optimalizálása, a terminálok működtetésének összehangolása, uniós szinten harmonizált szabályok kidolgozása, a kapacitáskezelés és a forgalomirányítás szabályainak összehangolása.

VASÚTI HIDAK
Alapítvány 1996

Változások a Vasúti Hidak Alapítványánál

Korábbi bejelentésének megfelelően Rege Béla 2012. december 31-ei határidővel a kuratóriumi elnökségéről és kuratóriumi tagságáról írásban lemondott. Az alapítók levélben köszönték meg eddigi munkáját. Dávid Ilona, a MÁV Zrt. vezérigazgatója ezzel egyidejűleg Rege Bélát a Vasútiért kitüntetésben részesítette, amelyet Virág István, a MÁV Zrt. Vasúti Híd- és Alépítményi Osztályának vezetője 2012. december 4-én adott át. A kuratórium jelen lévő tagjai szintén megköszönték a kuratórium elnökének munkáját. Az alapítók a kuratórium új elnökének Vörös Józsefet javasolták, aki a felkérést elfogadta. A kuratórium összetételében további változások várhatók. Az alapítók az új kuratóriumi tagokat rövidesen megnevezik, és az alapítvány módosított alapító okiratát a Szegedi Ítéltáblához elfogadásra benyújtják. Változik az alapítvány székhelye is, Budapestre kerül.

Kubinszky Mihály–Nagy Tamás–Turóczy László

Ez a vonat elment

Adatok és képek a régi magyar vasúti mellékvonalak történetéhez + térkép

Stil Nuovo Bt., 2009

A nagy terjedelmű és közel háromszáz képpel illusztrált monográfia a magyarországi helyi érdekű vasútvonalak évszázados történetébe kalauzolja el az olvasókat. A vasúti mellékvonalak megépítését elősegítő törvényi szabályozás után kevesebb mint négy évtized alatt mintegy kétszáz vasúttársaság több mint tizenháromezer kilométer hosszúságú helyi érdekű vasútvonalat épített a történelmi Magyarországon. A girbegurba vicinálisok a vasúti fővonalakat – és azokon keresztül az ország távolabbi pontjait – kapcsolták vonzaskörzetükhöz, a vármegyék és járásek székhelyeit tették könnyebben elérhetővé a lakosság és a fuvaroztatók számára. A kicsiny, két-három-négy vágányos állomások, a típuserv alapján emelt épületek és a még szerényebb megálló-rakodóhelyek, valamint a táblás meg-

álló ezerszámsra sorakoztak az országban, és alapvetően hozzájárultak a térség dinamikus fejlődéséhez, európai színvonalú polgárosodáshoz. Többéves kutatómunka és lázas szerkesztői igyekezet előzte meg a vicinális-monográfia megjelenését. A kiadvány nem kíván versenyre kelni sem a vasútépítések történetéről már megjelent kiváló kézikönyvekkel, sem a vasúti földrajzi kiadványokkal. A szerzők lajstromba vették az összes olyan HÉV-vasutat, amelyek az első világháború kitörésekor közforgalmat láttak el. A történeti-építészeti bevezetés után a mellékletben közlik az adott vasútvonal teljes felszerelését, illetve annak időbeli fejlődését. A szöveget elsősorban a vasutat, állomásokat ábrázoló korabeli képeslapok reprodukciói, valamint részletes és látványos térkép-illusztrációk egészítik ki.



A mellékvonali vasúthálózat – részben Trianon következményeként – felbomlott, más közlekedési ágak előtérbe kerülésével agóniába süllyedt vagy már réges-rég megszűnt. A kötet a működőképes közlekedési rendszert fénykorában mutatja be – amikor még mindenki vasúton utazott, és a vasút mindent elszállított.

Dr. Megyeri Jenő 1931–2012

Megyeri Jenő Esztergomban született, 1931. október 28-án. Kiváló gimnáziumi érettségi után 1954-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Karán szerzett kitüntetéses mérnöki oklevelet. Ettől kezdve a Vasútépítési Tanszéken dolgozott, ezzel párhuzamosan 1953 és 1954 között félállásban az Út-, Vasúttervező Vállalatnál szerkesztő, 1958–1961-ig pedig tervező munkakört látott el. Második diplomáját Gazdasági Mérnöki Szakon 1963-ban



szerezte. Ipari gyakorlat keretében 1963 és 1964 között a Közlekedési és Postaügyi Minisztériumban dolgozott.

A Vasútépítési Tanszéken 1954-től tanársegéd, 1963-tól adjunktus, 1967-től docens, 1980-tól egyetemi tanár, majd 1965-ben kandidátusi, 1978-ban a műszaki tudomány doktora tudományos fokozatot szerzett a Nagysebességű vasúti pályák geometriai kialakítása című értekezésével.

1991 és 1997 között a Vasútépítési Tanszék vezetője, 1994–1997-ig pedig az Építőmérnöki Kar dékánja volt. 1999-ben Széchenyi professzori ösztöndíjat kapott. 2003-ban vonult nyugállományba. Szabad idejében kedvenc időtöltése korábban a vasútmodellezés, majd később az operahallgatás volt. 2004-ben vehette át aranydiplomáját.

Publikációi közel száz hazai és külföldi szakfolyóiratban jelentek meg, emellett tíz egyetemi jegyzet és öt könyv szerzője, további kilenc könyv társszerzője.

Az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) több kutatásának vezetője. Kutatómunkája során egyebek között a kötélpályák geometriai és erőtanai meghatározásával, a nagysebességű vasúti pálya kialakításának geometriai vizsgálatával foglalkozott. A Vasúti mozgásgeometria című, 1986-ban megjelent könyve szakmai körökben német nyelvterületen is közzismert, Eisenbahn-bewegungsgeometrie címmel. Az egyetemen oktatott tantárgyak közül leginkább a Hegyi vasutak, kötélpályák, valamint a vasúti mozgásgeometriával mélyebben fog-

lalkozó tárgyakat szerette. Az ő kezdeményezésére vezették be a MÁV-nál a koszinusz-átmenetiívvel történő tervezést és építést 120 km/h sebesség fölött, s ennek kapcsán adták ki 1980-ban a koszinusz-átmenetiívek kitűzéseit is tartalmazó Vasúti ívkitűzési táblázatok című zsebkönyvet. Tanszékvezetői működése kezdetén jelent meg a MÁV Szakönyvek sorozatban a Vasútépítéstan című munkája, amely kibővített egyetemi kiadás-

ban a vasútépítés egyetemi oktatásának alaptankönyve lett. Az Uvater Rt.-nél és a Betonút Szolgáltató és Építő Rt.-nél 1993–1997-ig az igazgatóság elnöke, majd utóbbinál 1997–1999 között a felügyelőbizottság elnöke volt.

1994 és 1997 között az Építőmérnöki Szak Habilitációs Bizottságának és Doktori Tanácsának elnöke, valamint a BME Habilitációs Bizottsága, illetve a Doktori Tanács tagja volt. 2004-ben a Közlekedésmérnöki és az Építőmérnöki Kar Habilitációs Bizottságának és Doktori Tanácsának a tagja. 2000-ig a Magyar Tudományos Akadémia Doktori Tanácsa 21. szakbizottságának titkára. A Közlekedéstudományi Egyesület Pályaépítési és Pálya fenntartási Szakosztályának társelnöke és a Pályafejlesztési Állandó Bizottság vezetője, az Európai Vasutas Professzorok Nemzetközi Szervezetének tagja volt.

Kitüntetései: A Közlekedés Kiváló Dolgozója (1973); Az Oktatás Kiváló Dolgozója (1976); Az Építőipar Kiváló Dolgozója (1977); Kiváló Munkáért Minisztertanácsi kitüntetés (1982, 1989); Jáky József-díj (1984); Széchenyi-emlékplakett (1995). A Magyar Tudomány Napján, 2012 novemberében az MTA és MÁV által létrehozott Mikó Imre-díjban részesült.

Dr. Megyeri Jenő életének 82. évében, hosszan tartó betegség után, 2012. december 26-án hunyt el.

Dr. Kormos Gyula

Helyreigazítás

Két megkeresés érkezett szerkesztőségünkbe a VIII. Vasúti Hidász Találkozó alkalmából megjelent Sínek Világa 2012/3–4. számával kapcsolatban. A megkeresés oka, hogy a cikkekhez közölt fotóknál a kép készítője vagy helytelenül, vagy egyáltalán nem volt feltüntetve. Eleget téve a szerzők kérésének, mindkét levelet közzéteszük. Egyúttal ezúton kérünk elnézést a mindannyiunk által tisztelt és elismert vasútbarát fotóstól, *Pulisch Józseftől*.

Az eset tanulságos: a jövőben nagyobb körültekintéssel és alapossgal kell a felhasznált képek és irodalom forrását ellenőriznünk.

Tisztelt Vörös József Úr!

Pulisch József közzismert vasútbarát és fotós jelzése alapján a Sínek Világa LIV. évfolyam 3–4. számában megjelent Képek a magyar vasúti hidakról című cikkem egyik fényképének szerzője helytelenül van feltüntetve.

A 15. oldalon a 15. ábra aláírása helyesen: A vasvári Rába-híd (Pulisch József felvétele).

Kérem a helyreigazítás közlését és egyben a fotós, Pulisch József értesítését.

Budapest, 2012. december 15.

Üdvözlettel,
Legeza István

Kedves Vörös József Úr!

A Sínek Világa 2012. LIV. évfolyamának 3–4. számában megjelent a meglévő berettyóújfalui Berettyó-hidat ábrázoló kép (90. o., 3. ábra), melyet – mint arról utólag értesültünk – Pulisch József készített.

Habár a képet a MÁV Zrt.-től kaptuk, talán nem ellenőriztük kellőképpen, hogy kinek a tulajdonát képezi a fotó, ezért elnézést kérünk.

Kérjük, legyenek kedvesek megjelentetni, hogy e kép készítője Pulisch József.

Üdvözlettel,
Süle F. Attila
okleveles építőmérnök



SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név

Cím

Telefon

Fax

E-mail

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + áfa

Fizetési mód: átutalás (az igazolószervény másolata a Megrendelőlaphoz mellékelve).

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem eljuttatni a fenti címre.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Központ
1011 Budapest, Hunyadi János u. 12–14. • Kapcsolattartó: Gyalay György • Telefon: (30) 479-7159 • E-mail: gyalaygy@mav.hu
(Amennyiben lehetősége van, kérjük, a sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el megrendelését.)

ISSN 0139-3618

Címlapkép: SF02 W-FS vasúti-közúti sínmaró munkagép. Fotó: VAMAV

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt.
pálya és híd szakmai folyóirata.
Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetés
Pályalétesítményi Főosztály
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.
www.sinekvilaga.hu

Felelős kiadó Both Tamás

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő Vörös József

A szerkesztőbizottság tagjai

Both Tamás, dr. Horvát Ferenc, Szőke Ferenc

Nyomdai előkészítés a Kommunik-Ász Bt. megbízásából

a PREFLEX' 2008 Kft.

Nyomdai munkák Poster Press Kft.

Hirdetés 200 000 Ft + áfa (A/4), 100 000 Ft + áfa (A/5)

Készül 1000 példányban



World of Rails

Professional journal for track and bridge
at Hungarian State Railways Co.
Published by MÁV Co.
Infrastructure Business Unit
54-60 Könyves Kálmán road Budapest Postcode 1087
www.sinekvilaga.hu

Responsible publisher Tamás Both

Edited by the Drafting Committee

Responsible editor József Vörös

Members of the Drafting Committee

Tamás Both, dr. Ferenc Horváth, Ferenc Szőke

Typographical preparation Kommunik-Ász Bt. –

PREFLEX' 2008 Kft. deposit company's

Typographical work Poster Press Kft.

Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)

Made in 1000 copies



NEMZETKÖZI ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KONFERENCIA – ÉPKO 2013 –

2013. június 13–16., Csíksomlyó

SZERVEZŐK: Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) Építéstudományi Szakosztálya
Hargita Megye Tanácsa

TÁRSSZERVEZŐK: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar;
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Vasút-, Út- és Hídépítészeti Tanszék;
a Magyar Tudományos Akadémia Kolozsvári Akadémiai Bizottsága

IDŐPONT: 2013. június 13–16.

HELYSZÍN: Csíksomlyó, Jakab Antal Tanulmányi Ház (Hotel Salvator)

A KONFERENCIA HIVATALOS NYELVE: magyar

PROGRAM: június 13., csütörtök – délután érkezés, regisztráció, elszállásolás
június 14., péntek – egész napos szakmai kirándulás
június 15., szombat – konferencia-előadások
június 16., vasárnap – hazautazás

AZ ÉPKO TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGA:

Dr. KÖLLŐ Gábor, a konferencia elnöke, az EMT Építéstudományi Szakosztályának elnöke

Dr. BALÁZS L. György, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

BALOGH Balázs DLA, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Dr. FARKAS György, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Dr. GOBESZ Ferdinánd-Zsongor, Kolozsvári Műszaki Egyetem

Dr. GUȚIU Ștefan, Kolozsvári Műszaki Egyetem

Dr. HERMAN Sándor, Temesvári Műszaki Egyetem

Dr. HORVÁT Ferenc, Széchenyi István Egyetem, Győr

HOLLÓ Csaba, Magyar Mérnöki Kamara

Dr. IVÁNYI Miklós, Pécsi Tudományegyetem

Dr. KARVALY Elemér, Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara

Dr. KAZINCZY László, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Dr. KISS Zoltán, Kolozsvári Műszaki Egyetem

Dr. KONTRA Jenő, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Dr. MECSI József, Pécsi Tudományegyetem

Dr. MOGA Petru, Kolozsvári Műszaki Egyetem

Dr. SZALAY György, Pozsonyi Műszaki Egyetem

Dr. TAKÁCS János, Pozsonyi Műszaki Egyetem

JELENTKEZÉSI HATÁRIDŐK:

Regisztrációs űrlap beküldése: **2013. április 30.**

Előadás-bejelentő űrlap és az előadás teljes anyagának beküldése
(melynek tartalmaznia kell a címet és a kivonatot magyar és angol nyelven): **2013. április 30.**

Cégbemutató űrlap beküldése: **2013. április 30.**

TERVEZETT TÉMAKÖRÖK:

Acélszerkezetek • Építéstechnológia, építésszervezés • Építészet • Építőanyagok • Épületgépészet
Hídépítés • Környezetvédelem • Lakásépítés • Népi építészet • Útépítés • Vasbeton szerkezetek •
Vasútépítés

A KONFERENCIA TITKÁRSÁGA: RO-400604 Cluj (Kolozsvár), B-dul 21 Decembrie 1989 nr. 116.
Postacím: RO-400750 Cluj, O.P. 1, C.P. 140
Tel./fax: +40-264-594042, +40-264-590825, Mobil: +40-744-783237
E-mail: emt@emt.ro, Web: <http://epko.emt.ro/>

KAPCSOLATTARTÓ SZEMÉLY: Pap Zsuzsa, programszervező (zsuzsa@emt.ro)

Vasúti alépítmények tervezése és kivitelezése

A tizenhat éves sikeres múltra visszatekintő Gradex Kft. magasan képzett szakembergárdával vállalja közlekedési létesítmények mélyépítési munkáinak tervezését és kivitelezését. Ezen belül tervezéssel együtt vállalja: földművek erősítését és víztelenítését, töltés alapozását süllyedésre érzékeny altalajon, földmű-meghibásodás javítását támszerkezetek beépítésével, új és meglévő rézsűk védelmének kialakítását, vasúti padkák emelt követelménynek megfelelő szélesítését „Gradex padka” megoldással, tám- és bélésfalak építését, zaj- és madárvédő falak létesítését.

Nálunk az ár mellett a minőség is döntő szempont!



Gradex padka®



Ágyazaterősítés



Töltésalapozás épített geocellával



Georácossal erősített hídháttöltések



Ágyazaterősítés



Támfalak



Zajvédő falak

