

TARTALOM

| | |
|--|----|
| Kovács Zoltán – Köszöntő | 1 |
| Csek Károly – A vasúti pályák állapota, eredményeink és terveink | 2 |
| Dr. Horvát Ferenc – A vasúti alépítmény-karbantartás és -rehabilitáció kérdései | 6 |
| Dr. Pintérné Agárdi Veronika – Bepillantás az új D.11. Utasításba | 12 |
| Fischer Szabolcs – Lassújel miatti többletköltségek és a megszüntetés költségeinek összehasonlítása | 21 |
| Béli János – Diagnosztikai fejlesztések – Az FMK–007 felépítményi mérőkocsi bemutatása | 31 |
| Felföldi Károly – STRAIL-gumielemes útátjárórendszerek | 35 |
| Dr. Zsákai Tibor – A konferencia összegzése | 40 |
| Csilléry Béla – A XV. Pályafenntartási Konferencia ajánlása | 42 |

INDEX

| | |
|--|----|
| Zoltán Kovács – Greeting | 1 |
| Károly Csek – State of the railway tracks, our results and plans | 2 |
| Dr. Ferenc Horvát – Individual questions of maintenance and rehabilitation of railway substructure | 6 |
| Dr. Mrs. Pintér Veronika Agárdi – Insight into the new D.11. instruction | 12 |
| Szabolcs Fischer – Comparison of extra costs due to speed restrictions and the costs of their elimination | 21 |
| János Béli – Diagnostic Developments – Presentation of FMK-007 superstructure measuring car | 31 |
| Károly Felföldi – Level crossing systems of STRAIL rubber elements | 35 |
| Dr. Tibor Zsákai – Summary of XVth Track Maintenance Conference | 40 |
| Béla Csilléry – Recommendations of XVth Track Maintenance Conference | 42 |

**„Új technológiák és anyagok
a pályaeépítésben és fenntartásban”**

*Tisztelt Megjelentek,
kedves Kollégák!*

Három esztendeje, a Miskolcon megrendezett XIV. Pályafenntartási Konferencia zárónapján kaptuk meg a mostani konferencia szervezésének megítéző feladatát. A konferenciák megrendezésének gondolata Szegedről indult, ahol az elsőt tartottuk. Az azóta eltelt 42 év alatt harmadik alkalommal rendezhet konferenciát a hajdani Szegedi Igazgatósághoz tartozó szervezet. A helyszín megválasztásánál végiggondoltuk, hogy hol várható területünkön olyan nagyarányú építkezés, amelynek bemutatása színesíthetné a rendezvényt. Választásunk Békéscsaba állomásra esett. Itt található a 120-as nemzetközi törzshálózati vonal egyik legnagyobb állomása, amelynek átépítése a közeljövőben kezdődik.

Mint életünk minden területén, így a konferenciánk szervezésében is egy új és remélhetőleg a költség és tudás átadása szempontjából hatékony szervezésbe kezdtünk. A mostani találkozónkat a MÁV Zrt. Humán szervezetével és azon belül a Baross Gábor Oktatási Központtal (BGOK) közösen szerveztük meg. A szakmai szervezést a Pályavasúti Üzletág Szegedi Területi Központ Pályalétesítményi Osztálya, míg a helyszín kiválasztását, a szálláshely és ellátás szervezését a BGOK végezte. Feladata volt a külső résztvevők elhelyezésének megszervezése és a helyszínen a regisztráció elvégzése. A szakmai előadásokat három téma – alépítmény, felépítmény és diagnosztika – köré csoportosítottuk, és ezek alapján kértük fel az előadókat. Alépítményi szempontból fontosnak tartottuk, hogy a résztvevők megismerjék a nagysebességű vasutak alépítményi előírásainak elméleti alapjait és ezek gyakorlati végrehajtását. A felépítményi szerkezetek tekintetében is komoly fejlődést tapasztalhattunk az elmúlt három évben, ezért a legújabb fejlesztések bemutatását tűztük ki célul. A vágánydiagnosztikában jelentős mérföldköhöz érkezünk, mivel rendszerbe áll az új mérővonat. Ennek bemutatása mellett a diagnosztikával foglalkozó témán belül mutatjuk be korunk „sínbetegségét”, a sínfej-hajszálpedést.

A felsoroltakból is kiténik, hogy van bőven megvitatni való téma.

A konferencia valamennyi résztvevőjének kívánom, hogy érezze jól magát. A szakmai programokon kívül ismerkedjenek a várossal, baráti beszélgetéseken vitassák meg gondolataikat. Ezzel a XV. Pályafenntartási Konferenciát a sikeres és eredményes munka reményében megnyitom.

Békéscsaba, 2011. augusztus 31.

Kovács Zoltán



A vasúti pályák állapota, eredményeink és terveink

Mottó:

- Szakmánkat illetően meghatározó a tudás.
- Sikerünk a munkatársak minőségében rejlik.
- Céljainkat a szakma iránt elkötelezettekkel tudjuk megvalósítani.

Csek Károly

igazgató

MÁV Zrt. Pályalétesítményi

Főosztály

✉ csekk@mav.hu

☎ 511-3019

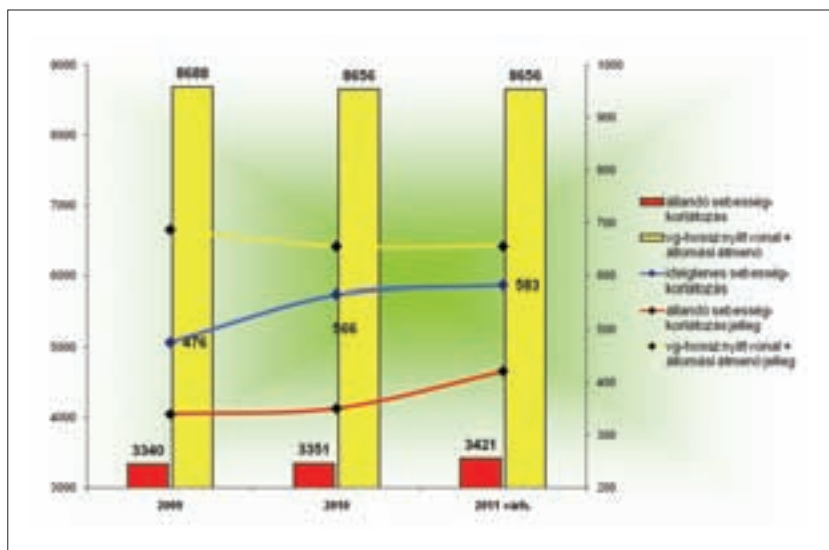
A MÁV Zrt. Pályavasút szervezete több mint 8 ezer km hosszú vágányhálózat üzemeltetéséről gondoskodik. Az elmúlt három évben a törzshálózati vonalakon átépítéssel, a többi vonalon saját létszámmal, kiszervezett karbantartással és kisebb felújításokkal tartja biztonságos állapotban a pályákat. Az előregedő hálózat karbantartási igényei meghaladják a lehetőségeket. A szolgáltatási színvonalban tapasztalható lemaradás behozása csak úgy képzelhető el, ha diagnosztikai, gépészeti, informatikai fejlesztéseket hajtunk végre, pályakezdő szakemberek beállításával fiatalítjuk a vezető garnitúrát, és jelentős mennyiségű vágányt építünk (építettünk) át.

Pályaállapot

A MÁV vágányhálózatának teljes hossza 8656 km. Ebből az állandó sebességkorlátozás 2010-ben 3351 km-en lassította a forgalmat (1. ábra). Ideiglenes sebességkorlátozás az előző év végén 566 km-t érintett, ami ez év végére várhatóan 583 km-re növekszik.

A kirajzolódó közlekedési folyosókról látható, hogy szomszédaink az észak-déli

irányú vasúti összeköttetést fontosnak tartják. A vasúti szállítás egyensúlyban tartása érdekében nekünk is ki kell építeni a Gyékényes–Nagykanizsa–Zalaszentiván–Ukk–Boba–Celldömölk–Pápa–Győr útvonalon a IV. sz. közlekedési folyosót, amely a Győr–Hegyeshalom–Rajka vonalhoz kapcsolódva biztosítja az észak-déli irányú összeköttetést. Ebből következik, hogy Gyékényes határállomás a jövőben fontos feladatot kap.



1. ábra. Állag – sebesség

Horvátország terveiben találjuk a Gyékényesig kiépülő két vágányú, 160 km/h sebességre alkalmas pályakorszerűsítést. Üzleti érdekünk, hogy a hazai vonal is hasonló paraméterekkel bírjon.

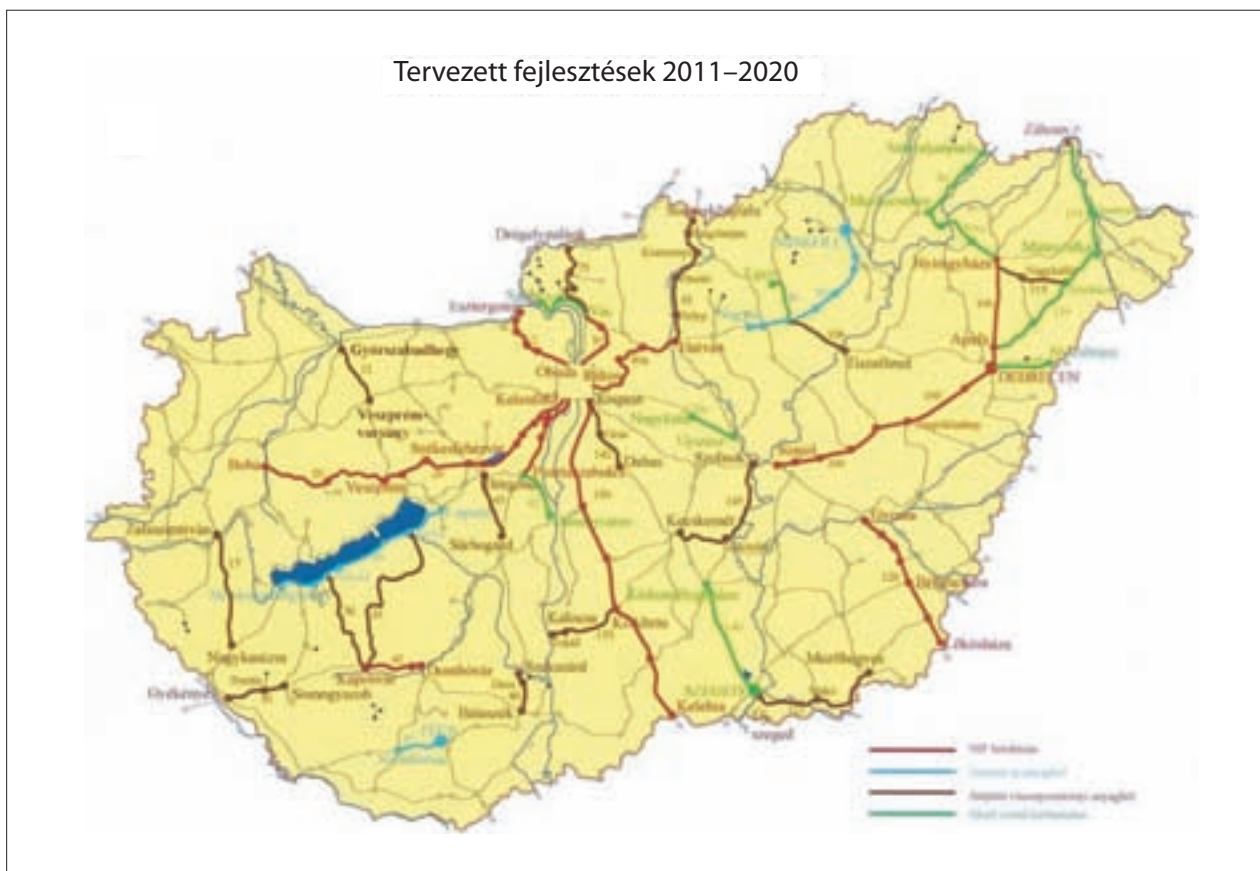
Vasútfejlesztés

2008 és 2011 között az alábbi vonalszakaszok felújítását végezte el a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (NIF):
Zalaszentiván–Zalalövő,
Budaörs–Biatorbágy,
Ferencváros–Kőbánya–Kispest–Vecsés,
Pilis–Albertirsa,
Mezőtúr–Gyoma,
Tárnok–Dinnyés.

2011 és 2020 között folytatódik a vasútfejlesztés:
Kelenföld–Tárnok,
Dinnyés–Székesfehérvár–Boba,
Óbuda–Esztergom,
Rákospalota–Újpest–Veresegyház–Vác,
Rákos–Hatvan,
Soroksár–Kelebia,
Szajol–Nyíregyháza,
Gyoma–Lőkösháza.

A 30-as vonalon a Balaton déli partján Lepsénytől Balatonszentgyörgyig, a 40-es vonalon Szentlőrincről Pécsig, a 80-as vonalon Nagytúttól Miskolcig használt felépítményi anyagból újul meg a vágány (2. ábra).

A hazai vasúthálózat karbantartására évről évre jelentős összeget költ a MÁV. A karbantartás minimális mértékben saját munkaerővel, nagyobb részben pedig az outsourcing tevékenység keretében zajlik. Az erőforrások nem fedezik a romló pályaállapot miatti igényeket, ezért a koros, műszakilag avult vágányokon újabb lassújeleket kell bevezetni. Ennek negatív hatása mind a szolgáltatási színvonalra, mind a vontatásienergia-felhasználásra számottevő. Nem véletlen, hogy ebben a témakörben kutatási projekt indul.



2. ábra. Tervezett vasútfejlesztések 2011–2020

Rendkívüli események

A folyamatos karbantartásnak köszönhetően pályavasúti okra visszavezethető súlyos baleset nem történt az elmúlt három évben. Tavaly viszont a rendkívüli mennyiségű csapadék miatt összesen 26 vonalon kellett védekezni a rendkívüli helyzet elhárítása érdekében, de így is több helyen okozott kárt a rendkívüli időjárás. A pályatest elöntése, elmosása okozta alépítményhiba miatt fontos vasútvonalakat napokra ki kellett zárni a forgalomból. Az árvíz és a belvíz miatt a hálózat jelentős részén fokozott felügyeletet kellett bevezetni.

A Budapest–Hegyeshalom vonalon Szőny és Komárom között több kilométer hosszúságban homokzsákokkal kellett védekezni a Duna áradása miatt. A tervezett 200 katonát átirányították Miskolc térségébe. Ennek ellenére a saját létszám mellett a MÁV kft.-k és külső vállalkozók bevonásával egy órán belül sikerült 200 főt biztosítani. Itt példaértékű összefogást láttunk az árvíz elleni védekezésre.

A Kaposvár–Siófok vonalon Felsőmocsolád–Karád állomásközben 3 átereszt és 370 m pályát mosott el, majd öntött el

iszappal az áradat. A Székesfehérvár–Komárom vonalon Kisbér és Bakonyrákány között a töltésrészút mosta el a víz. A Székesfehérvár–Tapolca vonalon Balatonakarattyanál a talajrétegek vízzel való telítettsége miatt a domboldal a vágánnyal együtt 70 m hosszban megcsúszott. Itt provizóriumot építettünk be és szárítótáró készült. A szárítótáró működik, folyamatosan folyik belőle a víz. A provizórium alatt a löszfal továbbra is süllyed, a vasúti

felépítmény újabb mozgását azonban sikerült megakadályozni. A Hatvan–Somoskőújfalu oh. vonalon Apc–Zagyvaszántó állomás közelében a Szuha-patak és a Heréd-patak is elérte a híd acélszerkezetét. A hídszerkezet felúszásának és elsodródásának megelőzésére zúzottköves kocsikkal kellett leterhelni hidat, emiatt a vonatok nem közlekedhettek (3. ábra). A Sajóecseg–Tornanádaska vonalon Ede-lény és Szendrő között az árvíz elmosta



3. ábra. A 81-es vonalat keresztező Szuha-patak vízszintje elérte a hídszerkezetet

a töltést. Az árvíz levonulása után pedig Devecser és Ajka között az emlékezetes vörösiszapömlés mosta el a vasutat.

(Ezekről az eseményekről részletes tanulmányok, beszámolók jelentek meg a *Sínek Világa* 2010/4. és a 2010/6. számában.)

Informatika

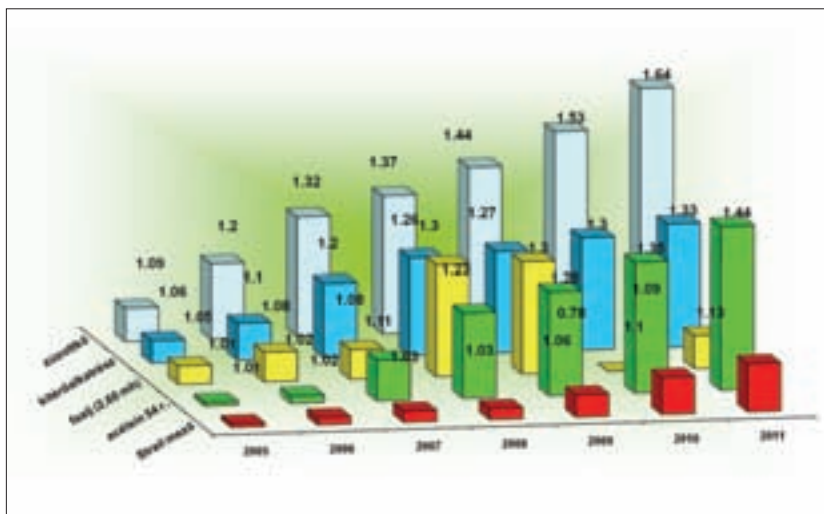
Manapság már munkánk nélkülözhetetlen része az informatika. Szakasz mérnökségeinken az elmúlt másfél évben jelentősen javult az informatikaeszköz-ellátottság. Folyamatosan növekszik az asztali számítógépek száma. Ezek a gépek számos helyen csak mobilinternettel kapcsolódnak a MÁV számítógépes hálózatához. Ez a megoldás az átviteli sebesség és megbízhatóság miatt nem elégíti ki az elvárt követelményeket. Ezért a közeljövőben valamennyi szakasz mérnökségünkön vezeték internetkapcsolatot építünk ki.

Árváltozások

A hazánkban működő, zúzottkővet termelő kőbányák közül már egy sincs magyar tulajdonban, és nagymértékben nő a zúzottkő ára. Ugyancsak számottevő ár-emelkedés tapasztalható a kiterőalkatrészek és a sínek esetében is (4. ábra).

Kutatás-fejlesztés

Ezen a területen kiemelkedő terveink vannak. Szeretnénk elérni, hogy a kidolgozott kutatás-fejlesztési témákból minél több valósuljon meg a gyakorlatban. A témák hasznosítása nem olyan mértékű, mint az elvárható lenne. 2009-ben 23



4. ábra. Felépítményi anyagok árváltozása (adatok %-ban)

tervezett feladatból nyolcat, az elmúlt évben 19-ből hetet hasznosítottunk. Idén befejeződik az a projekt, amely a lassújelleg hatását vizsgálja a vontatásienergia-felhasználásra vonatkozóan. Reményeink szerint, a tanulmányra alapozva számottevő forrást tudunk igénybe venni a sebességkorlátozások felszámolására, így azokon a legfrekvenciáltabb vonalakon lehetne visszaállítani a kiépítési pályasebességet, ahol jelenleg a sok gyorsítás és fékezés miatt jelentős a többletenergia-felhasználás.

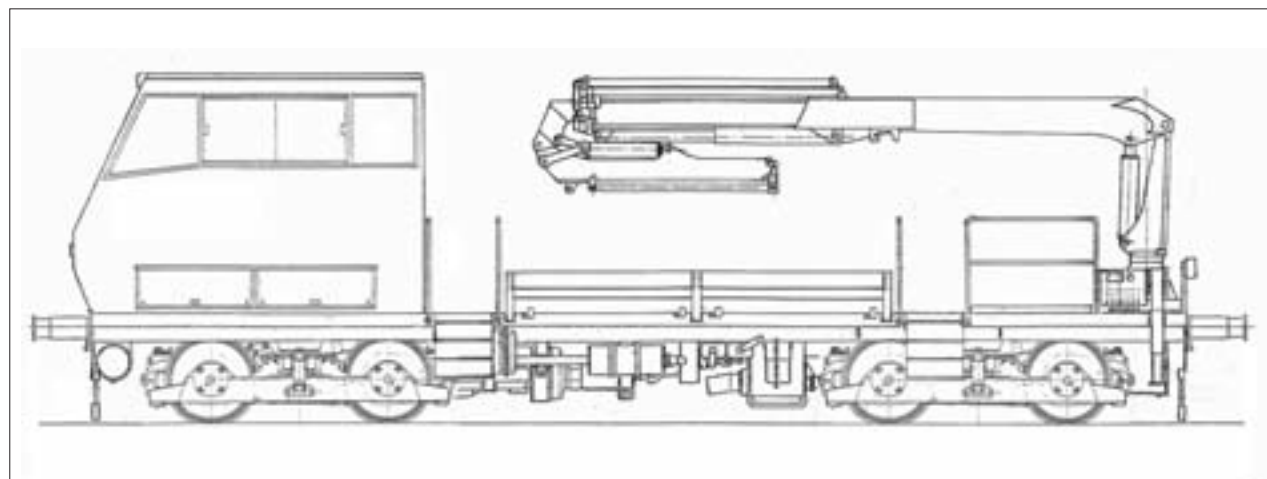
A korábban megkezdett utasításkorszerűsítési projektet folytatjuk. Az új D.12./H, D.20., az FKG Utasítás, valamint a B.16. Ut. részeként az új Anyagkezelési Utasítás hatályba lépett. Most a D.11. sz. Alépítményi útmutató korszerűsítésén dolgozunk. Tervezzük a D.12. Vasúti felépítmény műszaki útmutató korszerűsítését. Ez a legrégebbi utasításunk.

Diagnosztika

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló (KFV) Kft. számos diagnosztikai méréssel ellenőrzi és dokumentálja a pályák és a hidak műszaki állapotváltozását. Új ultrahangos vizsgálókészülék, továbbá a sínfejhajszálpredés (HC) vizsgálatára szolgáló örvényáramos vizsgálókészülék segíti a szakemberek munkáját.

Az FMK-007 mérőkocsit új vágány-geometriai és járműdinamikai rendszerrel szerelték fel. A korszerűsített Pater döntés-előkészítő rendszer is elkészült, hamarosan valamennyi szakasz mérnökségről elérhető lesz az adatállomány. Jelenleg a diagnosztikai eljárás fejlesztésén dolgoznak a KFV Kft. és a MÁV-os szakemberek (alépítmény-diagnosztika, VPR, HGR, úrszelvény stb.).

Megvalósult fejlesztés a Mezőkövesd közelében telepített dinamikus kerékter-



5. ábra. Új, univerzális daru jármű

helés-mérő és laposkerék-jelző berendezés. A készülék többet tud annál, mint amire eredetileg számítottunk. A túlsúlyos kocsik felderítésén túl az egyenlőtlen kerékterhelés-eloszlású járművek kiszűrésére is alkalmas. Mindez üzembiztonsági, pályafenntartás-meghatározás és kereskedelmi szempontból is lényeges számunkra.

A hézag nélküli vágány állékonysága szempontjából fontos, hogy ismerjük a sín pillanatnyi hőmérsékletét. Ennek mérése jelenleg mágneses vagy hagyományos hőmérőkkel történik. A hegyeshalmi vonalon Tatabánya közelében automatikus sín hőmérséklet-mérő készüléket telepítettünk. A berendezés webes és GPRS kapcsolat révén folyamatosan továbbítja a mért adatokat, szükség esetén sms-ben küld riasztást a pályamestereknek. Ezzel nagymértékben csökkenthetjük a vágánykivetődés veszélyét, megismerhetünk ma még fel nem tárt összefüggéseket a hézag nélküli pályára vonatkozóan.

Gépészeti fejlesztések

Időszerű feladatunk az előregedett pályafenntartási szállítóeszközök (TVG és UDJ) korszerű járművekkel történő kiváltása. Új, univerzális darus jármű és ehhez kapcsolható pórekocsi beszerzése várható. Fontos, hogy a kiválasztott UDJ-szerelvény 100 km/h sebességgel haladhat, ami már kevésbé akadályozza a vonalon közlekedő személyvonatok forgalmát. A munkagép megfelelő szerelésekkel kaszálásra, bozótvágásra, télen pedig 2750 mm széles hótolólap felszerelésére is alkalmas (5. ábra). Az UDJ-hez 19 m-es darus pórekocsit kapcsolva sínek és kitérőalkatrészek fel- és lerakására, szállítására is használható. Az első gépek a nagy forgalmú vonalszakaszon tevékenykedő pft. alosztályokon állnak munkába.

Beszállítói minősítés, átalakítási projektek

A beszállítóink minősítését a VMR rendszer szerint 2010 áprilisában kezdtük meg. Ez év elejétől mindez már az üzleti minőségirányítási rendszer részeként működik. Az éves auditok most folynak, alapjuk a Vasúti Minőségirányítási Rendszerben (VMR) megfogalmazott követelmény. Volt olyan cég, amelyiktől vissza kellett vonni a minősítést, mert nem tudta

teljesíteni az elvárásokat. A beszállítói minősítés iránt a cégek részéről nagy az érdeklődés. Jelen állapot szerint száz cég jelentkezett, mintegy hetvennek történt meg a minősítése.

A MÁVGÉP, a MÁV FKG és a MÁV Kert Kft.-k tevékenységének részleges vagy teljes visszaintegrálására projekt keretében dolgozunk. Jelenleg a tevékenységek felmérése zajlik. A tevékenység elemzése során a szervezet működését, az ehhez használt eszközöket és humán erőforrásokat elemezzük. Nem a teljes kft.-k visszaintegrálásáról van szó, hanem azt vizsgáljuk, hogy milyen tevékenységeket célszerű visszavenni. A projekt végén javaslatot teszünk egyes feladatok visszaszervezésére vagy összevonására, illetve a kft. által történő további végzetésére. A költséghatékony működés élvez elsőbbséget.

Nagyon fontos, hogy a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletága Pályafenntartási Főosztályának legyen ismét saját tervezőkapacitása. A tervezési igények felmérése most folyik. A kapacitástervezés, a döntések és a kivitelezési munkák előkészítése a vasúton belül kell, hogy történjen. Olcsóbban és rugalmasabban kell végezni a jelenleginél.

Oktatás

A meglévő szellemi kapacitásunk szinten tartása és fejlesztése rendkívül fontos feladatunk. Összesen tíz tevékenységhez kapcsolódóan indítunk szaktanfolyamokat. Nagy gondot fordítunk a felsőfokú képzésre is.

Terveink szerint a győri Széchenyi István Egyetem Építőmérnöki Karára 38 főt, a pályajármű szakmérnöki kurzusra 13 főt iskolázunk be. Utóbbi képzés a kárhelyparancsnokok és a baleseti készenlétet ellátók számára elengedhetetlenül fontos. A Baross Gábor Oktatási Központ felsőfokú pályafenntartási és -fenntartási tagozatán levelező tagozaton 29 fő kezdi meg tanulmányait. Idén csak levelező rendszerű képzés indul a „Tisztáképző”. A vidéki területi központokból olyan észrevételeket kaptunk, hogy a családok munkavállalók nem tudják vállalni a tanulmányok folytatása miatti több hónapos bentlakásos iskolarendszert. Ezért szerveztük a levelező rendszerű képzést.

A pályafenntartási vezetők szakmai továbbképzésén, a mérnök kamarai tagok kötelező továbbképzésén, a PQRS vasúti

Csek Károly 1973-ban technikusgyakornokként, majd 1976-ban kitüntetéssel szerzett diploma után került MÁV-alkalmazásba.

Négy év kivitelezői gyakorlatot követően a MÁV Székesfehérvári Pályafenntartási Főnökségen szakaszmérnök, vezetőmérnök, majd a főnökség vezetője. 1993-tól a MÁV Budapesti Igazgatóság pályafenntartási igazgatóhelyettese, majd a Központi Felügyeleti Iroda vezetőhelyettese, később az igazgatóság területi központjának a vezetője. Jelenleg a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályafenntartási Főosztály igazgatója. Számtalan újítás és szabadalom kidolgozója. Több sikeres hazai és nemzetközi konferenciát szervezett. Rendszeresen publikál, több mint 30 szakmai, tudományos cikk szerzője.

akadémián, a hidász ismeretbővítő továbbképzésén, valamint a kárhelyparancsnoki továbbképzésén több mint 200-an vettek, illetve vesznek részt.

A MÁV Zrt. mérnök-gyakornoki programja keretében pályakezdő építőmérnökök érkeztek a pályafenntartási szakterületre. Tavalyelőtt 16, az elmúlt évben 12 fő jött, idén 22 fő felvételére jeleztük igényünket, és a felvétel már meg is történt. ◀◀

Summary

Organisation of MÁV Co's Infrastructure Business Unit takes care of the operation of more than 8 000 km long line network. During the last 3 years we keep the tracks in safe state on the core-network lines by reconstruction, on the other lines by our own staff, outsourced maintenance and smaller renewals. The maintenance needs of aging network exceed the possibilities. The overtaking of fallback in service level can be imagine only in case if we execute diagnostic, mechanical and informatics developments, by bringing entrant experts making younger the management, and reconstructing a significant quantity of tracks (having them reconstructed).



A vasúti alépítmény- karbantartás és -rehabilitáció kérdései

Dr. Horvát Ferenc*

főiskolai tanár

Széchenyi István Egyetem Győr

✉ horvat@sze.hu

☎ (96) 613-544

A jó minőségű vasúti pálya elengedhetetlen feltétele, hogy az alépítmény építéskori, majd az üzemeltetés alatti állapota jó legyen. Az alépítmény-diagnosztika két fontos területe a mérővonal adatok és a georadaros mérésekből kapott adatok elemzése. Az alépítmény rehabilitációja két alapvető technológiával valósítható meg, az egyik a földmunkás, a másik az alépítmény-átépítő vonatos technológia. A cikk felsorolja mindkét módszer előnyeit és hátrányait, továbbá összehasonlító elemzést ad két vasúti vonalszakasról, amelyeket több évvel ezelőtt ezekkel az eltérő technológiákkal építettek át.

1. Bevezető gondolatok

A *műszaki teljesítőképesség* fogalma azt fejezi ki, hogy a vasúti pálya milyen minőségben képes feladatát ellátni. Ennek jellemzését olyan mérhető adatok segítségével adhatjuk meg, mint a pályára engedélyezett sebesség és tengelyterhelés, a pálya által elviselt forgalmi terhelés, a pálya geometriai és szerkezeti állapota. A vasúti pálya műszaki teljesítőképessége azonban az alábbi okok miatt változik:

- szerkezeti bizonytalanságok (eltérő anyagú és viselkedésű szerkezeti elemek),
- járművek okozta igénybevételek, környezeti hatások miatti romlási folyamat,
- a túlhasználat és a túlterheltség kedvezőtlen hatása,
- a karbantartási és felújítási munkák elmaradása.

Bár a vasúti pálya karbantartása és felújítása igen költségigényes, de az egyetlen lehetőség arra, hogy a romlási folyamatba beavatkozzunk, és minél hosszabb ideig tudjuk biztosítani az elvárt műszaki teljesítményt. Az 1. ábra az idő (vagy az átgördült terhelés) függvényében ábrázolja a műszaki teljesítőképesség változását.

A fizikai törvényszerűségekből adódóan a karbantartási és felújítási tevékenység ellenére is a műszaki teljesítőképesség az időben csökkenő tendenciát mutat. A fegyelmezett és szakszerű, megfelelő időben történő beavatkozások azonban ezt a csökkenést jelentős mértékben lassítják.

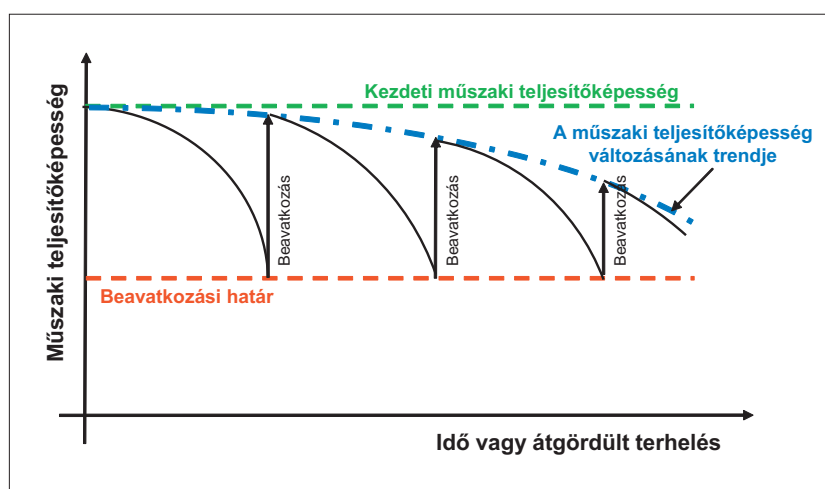
2. Az ÖBB Strategie Fahrweg projektjének eredményei

Az Osztrák Államvasutak (ÖBB) és a Grazi Műszaki Egyetem együttműködésével

1997-ben kezdődött a Vasúti pálya-stratégia (Strategie Fahrweg) nevű projekt. Ennek célja a vasúti pálya karbantartási és felújítási tevékenységéhez műszakilag és gazdaságilag optimális rendszer megalkotása volt. Ehhez elemezni kellett a pályafenntartási tevékenység egyes területeit a pályafelügyeletől kezdve a vágánygeometriai méréseken és kiértékeléseken keresztül a nagygépes munkavégzések rendszeréig. Figyelembe vették a gyakorlati műszaki tapasztalatokat és kimunkálták ennek gazdasági összefüggéseit, ami a teljes életciklus költségek optimalizálását jelentette. Külön stratégiát dolgoztak ki a vasúti folyóvágányra, a kitérőkre, a hidakra és az útátjárókra.

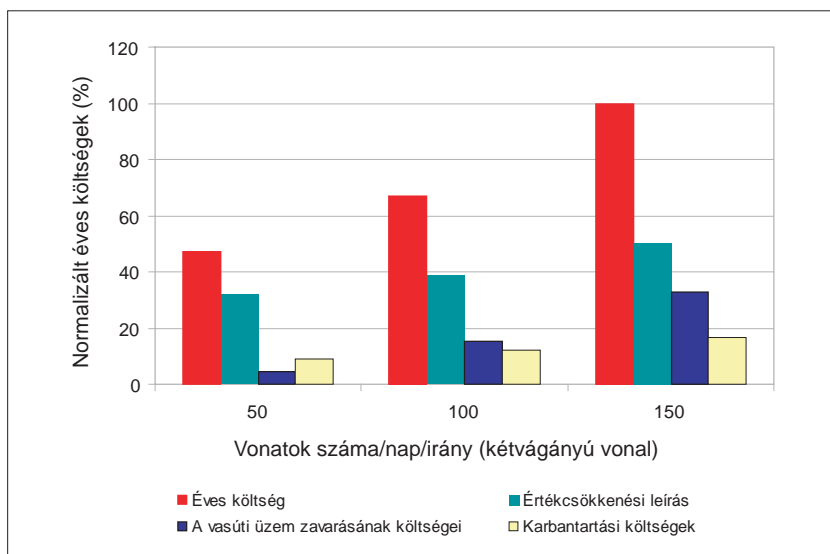
A gazdasági értékelés az életciklus költségek áttekintésén alapult, a vizsgált időszak a mindenkori pályaelemek fekvésideje volt. Az összes költséget ún. normakilométerekre vetítették, amelyek legfontosabb meghatározói az alábbiak voltak:

- a vágány vonalvezetése, elsősorban az ívviszonyok,
- a felépítmény kialakítása,
- az alépítményi jellemzők,
- a forgalmi terhelés.



1. ábra. A műszaki teljesítőképesség alakulása

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



2. ábra. A normalizált éves költségek összetevői

Az elemzési időszakra jellemző éves költséget összetevőire bontották, azaz külön számították a karbantartás, az értékcsökkenési leírás és a vasúti üzem zavarásának költségeit. Különböző forgalmi terhelésű kétvágányú vonalakra eredményként a 2. ábrán látható százalékos értékeket kapták. A költségekre az értékcsökkenési leírás és az üzemzavarási költségek dominanciája a jellemző. Vagyis a kiinduló jó minőség és a megfelelő szintű műszaki állapot tartóssága döntő tényező. Megállapították azt is, hogy ha a forgalmi terhelés 10 000 et/nap értéknél nagyobb, úgy a karbantartási munkák elvégzése helyett bevezetett lassújelek a lehető leggazdaságosabb megoldást jelentik, ezen a módon költséget megtakarítani nem lehet.

A projekt a vasúti pálya jellemzői tekintetében az alábbiakat találta meghatározónak:

- A *felépítmény kiinduló állapota*, amely a felépítmény viselkedését a fekvésidő teljes tartományában meghatározza, és amely karbantartási intézkedésekkel utólag nem korrigálható.
- Az *alépítmény állapota*, amely kihat a felépítmény életciklus költségére is. A jó és a rossz alépítmény költségkihatásának aránya gyenge forgalmú pályán 1:2, 1:3, de nagyon forgalmas pályán akár az 1:8-at is elérheti. Az elemzések azt is bebizonyították, hogy már közepes forgalmú pályán is (forgalmi terhelés 12 000 et/nap felett) az alépítmény felújítása a gazdaságosabb megoldást jelentheti.

- A *kitérők sűrűsége*. Az elemzések szerint egy 500 m-es mellékirányú sugarú kitérő, amelynek hossza nem éri el az 50 m-t, azonos sínrendszer esetén 450 m folyóvágány élettartam költségének felel meg.
- Az *íveség*. Egy $R = 250$ m sugarú ív életciklus költsége kb. 3-szorosa egy azonos hosszúságú, de egyenes vonalvezetésű pályaszakaszénak.
- Az *üzem zavarása miatti költségek*, amelyek erős forgalmú pályán akár az életciklus költségek harmadát is elérhetik.
- A *forgalmi terhelés* miatt az alulméretezett pályaszerkezet esetén a költségek emelkedése a lineárisnál sokkal intenzívebb. Csak a forgalomnagyságra méretezett pályaszerkezet költségei tarthatók gazdaságos szinten.
- A *vasúti pályán közlekedő járművek minősége* sem elhanyagolható tényező. Ennek hatása a vasúti pálya élettartam költségeire átlagosan 5%, de extrém esetekben akár a 10%-ot is elérheti.

3. Alépítmény-diagnosztika

A vasúti pályát üzemeltető szakemberek számára nagyon fontos az alépítmény, szűkebb értelemben az alépítményi földmű állapotának és állapotváltozásának ismerete. Az alépítményi földmű felső síkja nagyrészt eltakart szerkezet, ezért hibái gyakran már csak erősen kifejtett állapotokban, másodlagos jelek alapján fedezhetők fel szemlélet útján.

Ugyanígy fontos az állapotnak és változásának ismerete a karbantartási, felújítási munkák tervezői, kivitelezői számára.

Az alulméretezett alépítményi rétegszerkezet idő előtt újabb beavatkozást kíván, míg a túlméretezett gazdaságtalan megoldást jelent.

A vasúti alépítményi földmű diagnosztikája általában az alábbi feladatokra terjed ki:

- általános állapotminősítés,
- lokális hibák feltárása,
- felújítási munkák előkészítése,
- új földmunkák minősítése.

A vasúti alépítmény legfontosabb diagnosztikai módszerei az alábbiak:

- gyalogbejárás megfigyelések,
- felépítményi mérővonal adatok elemzése,
- helyszíni hossz- és keresztirányú talajfelderítés:
 - vágatolás,
 - mintavétel, talajminták laborálása, talajazonosítás, talajfizikai jellemzők meghatározása,
 - talajvízadatok meghatározása,
 - feltáró fúrások, rétegszelvények készítése,
 - az eredmények kiértékelése,
- helyszíni tömörség- és teherbírásmérések,
- talajkutató georadarral,
- egyéb vizsgálatok (pl. CPT szonda, szeizmikus mérés).

A diagnosztikai vizsgálatok jelentős része pontszerű vizsgálat, és általában talaj-azonosításra, talajfizikai tulajdonságok meghatározására, illetve a rétegszerkezet tömörségi és teherbírási értékeinek meghatározására szolgálnak. Tehát az adatgyűjtés sohasem folyamatosan a teljes rétegekben történik. A mérések rendszerint $0,5 \times 0,5$ m alapterületű és legfeljebb 0,5 m mélységű anyaghalomra vonatkoznak, és azután a mérés eredményét ki lehet terjeszteni az adott térfogatra (pl. 100 m hosszú, teljes földmű-keresztmetszetű, 50 cm vastag) rétegre.

Az alépítményi diagnosztika megbízhatóságát erősen befolyásolja, hogy a minősítő adatok között lényeges eltérések lehetnek (változik a talajfajta, a talajfizikai tulajdonság, a tömörség, a teherbírás stb.). A változatosságra, az egységes megítélés nehézségére mutat példát a 3. ábra. Ez a Törökszentmiklós (kiz.)–Fegyvernek–Örményes (kiz.) 1204+00 – 1303+50 szelvények közötti pályaszakasz geotechnikai adatai (teherbírási modulus, víztartalom,

plaszticitási index) alapján készült. A bal vágány az 1231 szelvényig kövér agyag, majd főleg sovány és közepes agyag követi egymást. A jobb vágány az 1249 szelvényig döntő részben kövér (helyenként közepes) agyag, majd közepes és kövér agyagok váltják egymást.

A vasúti földművek diagnosztikája során támogatni kell azokat a talajmechanikai és geofizikai vizsgálati módszereket, amelyek alkalmazása esetén a pontosított feltérési helyek mellett a földmű minőségének és összetételének folyamatos vagy „kvázi” folyamatos meghatározására nyílik mód.

4. Felépítményi mérővonalati adatok elemzése

A felépítményi mérővonal által szolgáltatott általános minősítés és a lokális hibák adatai a romlási folyamatról egyértelmű tájékoztatást nyújtanak. Nézzük meg a

Lébény–Kímle állomásközben, az 1620–1630 szelvények közötti, két minősítési szakasz hosszúságú pályarészen a jobb vágány SAD számainak alakulását a 4. ábra segítségével.

Az 1620–1625 szelvények közötti 500 m-en a SAD minősítő szám növekedése igen erőteljes. Nézzük meg, hogy ezen a szakaszon hogyan változott a SAD minősítő számon belül a SUP mérőszám aránya az idők folyamán (5. ábra).

Az 5. ábra azt mutatja, hogy az évek során egyre jelentősebb lett a SUP mérőszám hatása a minősítő számra, azaz a geometriai állapot elsősorban az alépítményi alakváltozások és az ágyazat szenyvezetése miatt romlott.

A 6. ábra ugyanezen az 500 m-en mutatja a lokális fekszinthibák alakulása szempontjából legkedvezőtlenebb 50 m hosszú szakaszt. A 2008. évi (piros jelű)

és a 2010. évi (kék jelű) hibahelyek jól megfelelnek egymásnak, ha a mérővonalati szelvényezés két mérés közötti (mintegy 10 m-es) eltérésétől eltekintünk. A hibák gyors növekedése egyértelmű.

A pályaszakaszon nyolc feltérési helyről begyűjtött alépítményi talajminták laborálási eredményeit és a statikus tárcsás teherbírási eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

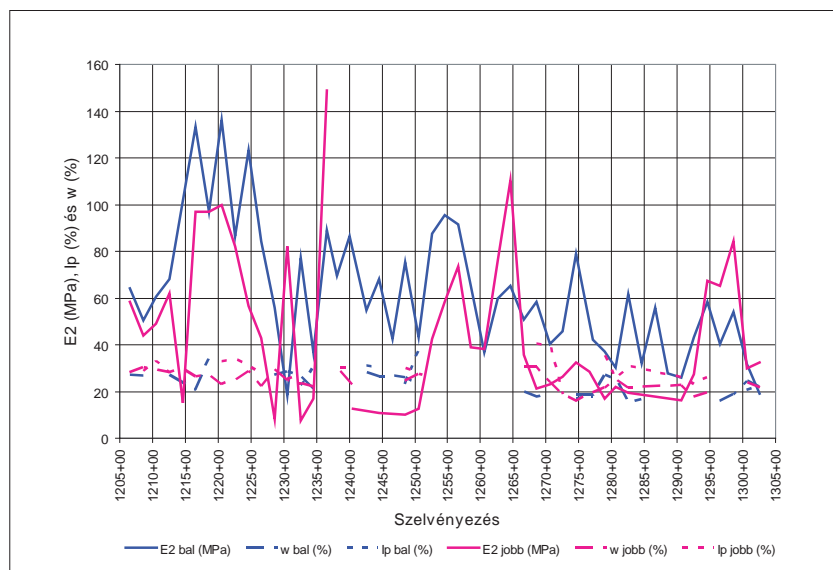
Az 1. táblázatban közölt eredmények alapján a kísérleti szakasz alépítménye igen homogén tulajdonságokkal bír. Anyaga iszap, alacsony folyási határral, magas telítettséggel, közepes tömörségi állapottal és igen gyenge teherbírással.

Az utóbbi években jelentősen kifejődött vízszakok indokolták a 2010. évi rostálást és georácsok beépítését az ágyazati réteg alá.

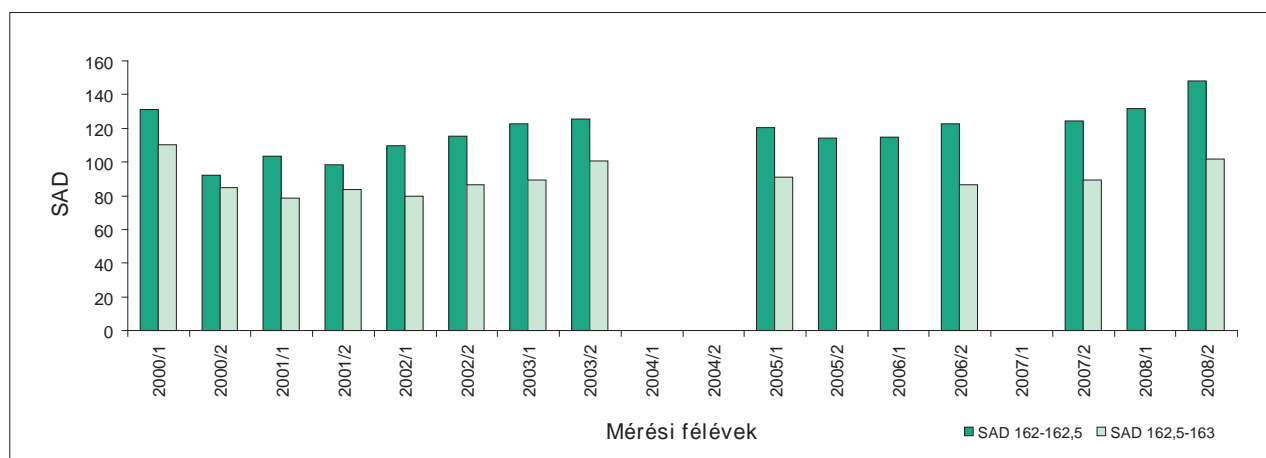
5. Az alépítmény kutatása georadarral

Nagy jelentőséget kell tulajdonítani az olyan módszereknek, amely folyamatos állapotképet tud produkálni. Ilyen az évtizedes hagyományra visszatekintő, elektromágneses impulzusokkal dolgozó georadaros rétegfeltérési, amely a pálya tengelyében és attól meghatározott távolság oldalirányban, adott sávzélességgel szolgáltat a sinkoronasint alatt akár több méter mélységgel is információkat (lásd *Sínek Világa* 2010/6. 14–21. o. és 2011/1. 14–23. o. – a szerk.).

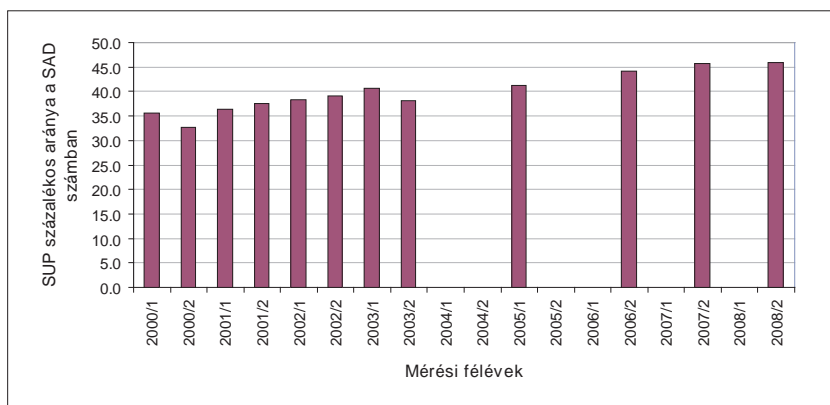
A georadaros eredmények – jellegük-nél fogva – nem alkalmasak a talajfizikai jellemzőkkel és a teherbírással kapcsolatosan konkrét értékek megállapítására, de annál nagyobb segítségünkre lehetnek meglévő pályák rehabilitációja során



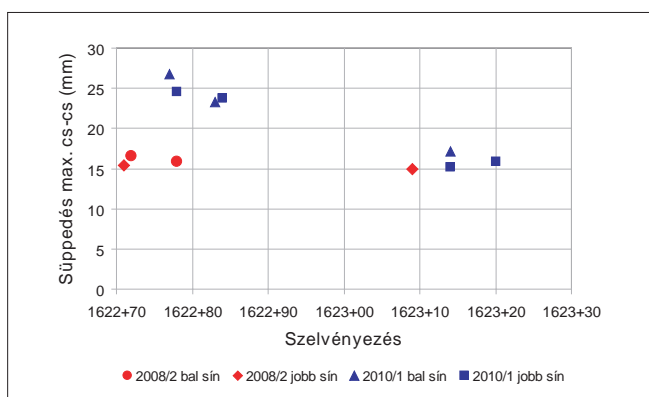
3. ábra. Törökszentmiklós (kiz.)–Fegyvernek–Örményes (kiz.) 1204+00 – 1303+50 szelvények közötti pályaszakasz



4. ábra. A Lébény–Kímle állomásközben az 1620–1630 szelvények között, a jobb vágány SAD minősítő számainak alakulása



5. ábra. A Lébény–Kimle állomásközben az 1620–1625 szelvények között, a jobb vágányban a SUP mérőszám arányának változása a SAD minősítő számon belül



6. ábra. A Lébény–Kimle állomásközben az 1620–1625 szelvények között, a jobb vágányban a lokális fekszint-hibák alakulása

1. táblázat. A talajmechanikai laboratóriumi és a tárcsás teherbírási eredmények

| Jellemző | Vágat szelvénye | | | |
|--|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| | 1620+50 | 1621+29 | 1621+70 | 1622+58 |
| Talaj neve | iszap | sovány agyag | iszap | sovány agyag |
| Víztartalom: w (%) | 22,4 / 22,5 | 20,9 / 20,0 | 20,9 / 25,5 | 21,6 / 23,1 |
| Folyási határ: wL (%) | 33,6 | 35,5 | 33,9 | 35,8 |
| Plaszticitási index: IP (%) | 13,3 | 15,2 | 14,1 | 15,4 |
| Hézagtényező: e | 0,65 | 0,60 | 0,61 | 0,61 |
| Relatív telítettség: Sr | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,96 |
| Összenyomódási modulus: Es (MPa) | 3,7 | 3,7 | 3,1 | 3,2 |
| Statikus teherbírási modulus: E2 (MPa) | 13,6 | 19,6 | 16,9 | 15,2 |
| Jellemző | Vágat szelvénye | | | |
| | 1623+05 | 1624+00 | 1624+95 | 1625+50 |
| Talaj neve | iszap | iszap | iszap | iszap |
| Víztartalom: w (%) | 22,4 / 20,8 | 19,4 / 21,1 | 20,8 / 18,5 | 20,7 / 20,8 |
| Folyási határ: wL (%) | 34,5 | 31,0 | 32,6 | 37,9 |
| Plaszticitási index: IP (%) | 12,8 | 12,4 | 13,3 | 13,9 |
| Hézagtényező: e | 0,65 | 0,57 | 0,57 | 0,61 |
| Relatív telítettség: Sr | 0,93 | 0,93 | 0,98 | 0,92 |
| Összenyomódási modulus: Es (MPa) | 2,8 | 2,6 | 3,6 | 3,0 |
| Statikus teherbírási modulus: E2 (MPa) | 15,1 | 19,6 | 18,6 | 21,1 |

az igen értékes kiinduló információkkal. A mérési eredménylap kiértékelésével folyamatos adatsorok határozhatók meg az alábbiakra:

- a szerkezeti és a természetes rétegek pályahossz menti elhelyezkedése,
- a szerkezeti és a természetes rétegek vastagságai,
- a rétegekveredések helyei, hosszai,
- az ágyazati anyag szennyezettsége,
- a hídstruktúrákhoz csatlakozó földmű állapota,
- kijelölhetők a további részletes feltárást igénylő helyek,
- behatárolhatók a rossz állapotú szakaszok.

A georadaros rétegfelvételelt vágatok segítségével történő feltárás előzi meg. A mintavételelt laboratóriumi vizsgálatok követik, majd megtörténik a georadaros mérés és kiértékelés. Végül, ahol szükséges, kiegészítő vágatolások jelölhetők ki.

A 7. ábra a georadaros kutatás grafikus eredményét mutatja. A bal ábrarész a jelmagyarazatot, a jobb oldali alsó ábra az ún. radargram, amely azután a jobb felső ábrarészen látható, igen szemléletes rajzzá alakítható.

A georadaros talajkutatás eredményeinek feldolgozása óriási mértékben növeli a geotechnikai tervezés megbízhatóságát, s ez komoly műszaki és gazdasági előnyöket jelent. El kell érni, hogy rehabilitációs munkák, nagyobb hosszúságú alépítmény-javítások ne történhessenek meg úgy, hogy a tervezési fázisban georadaros talajkutatás nem történt!

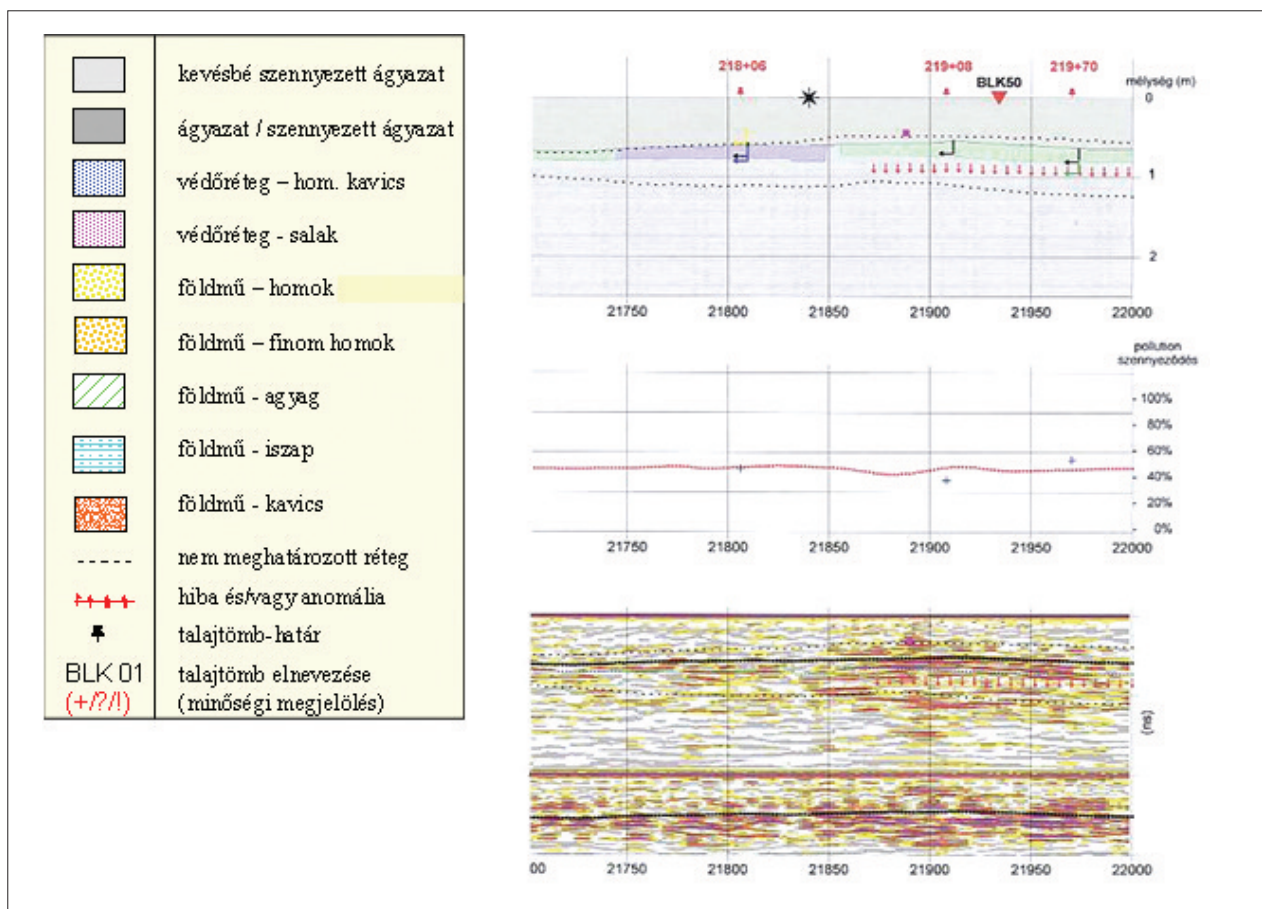
6. A vasúti alépítmény rehabilitációja

A vasúti alépítmény állapotának javítását (rehabilitációját) szolgáló beavatkozások megítélésének legfontosabb szempontjai: az elért minőség, annak egyenletessége és tartóssága, a vágányzari idő hatékony kihasználása, valamint a költségoptimalizált kivitelezés. A vasúti nagygépes technológia fejlődésével az utóbbi évtizedben ezen a területen komoly eredmények születtek.

Felmerül azonban a kérdés, hogy mindig lehet sokszor százévesnél is öregebb, kedvezőtlen anyagú és környezetű földműveken sebességet és tengelyterhet emelni? Mekkora anyagi áldozat árán szabad, s milyen műszaki tartalommal lehet ilyen körülmények között hosszabb időtávra (több mint 50 év) megfelelő alépítményt kialakítani?

$V = 160 \text{ km/h}$ tervezési sebesség felett egyre inkább meg kell barátkozni azzal a gondolattal, hogy új földművön lehet csak a megfelelő minőségű, hosszabb időtávra megfelelő vágányt kialakítani. Ezekben az esetekben minőségi váltás szükséges, nem a technikai minimumra kell törekedni. A tartósnak jó műszaki színvonalnak kell dominálnia, nem pedig kizárólag a bekerülési költségnek.

Az egyes tervfázisokhoz tartozó geotechnikai előkészítés súlyát jelentősen növelni kell, nem ezen kell időt és költséget megtakarítani. Remélhetőleg az új D.11. Utasítás (Vasúti alépítmény terve-zése, építése, karbantartása és felújítása)



7. ábra. A georadaros talajkutató grafikus eredményei

szellemisége és előírásai ezt jól fogják szolgálni.

Az utóbbi időben egyre élesebben vetődik fel a kérdés, hogy a nagy rehabilitációs munkák során a földmunkás technológia megfelelő-e, avagy az alépítményjavító nagygépes technológiát kell előnyben részesíteni. Természetesen a válasz számtalan műszaki és gazdasági szempont elemzése után hozható meg, és mindig csak az adott projektre érvényes módon. A legfontosabb meghatározó tényezők:

- a helyszínrajzi vonalvezetési paraméterek (pl. ívsugár, tülemelés),
- a magassági vonalvezetési paraméterek (pl. lejtérték, bevágás mélysége, töltés magassága),
- a rehabilitálandó alépítmény állapota; pl. a DB Ril 836 alépítményi előírsgyűjteménye nagygépes védőréteg-beépítést csak $E_{v2} \geq 20$ MPa alépítményi teherbírás esetén engedélyez,
- a tervezett alépítményi rétegszerkezet jellemzői (pl. szükséges erősítő réteg vastagsága,

- a kétféle technológia előnyei, illetve hátrányai,
- az üzemi alkalmazási körülmények (pl. tartós vágányzari lehetőségek),
- az építési logisztika lehetőségei.

Azokat az előnyöket és hátrányokat, amelyek a két technológia közötti választást befolyásolják, a 2. és 3. táblázat tartalmazza.

Az első hazai, alépítmény-átépítő vonattal (RPMW 2002-2) végzett rehabilitáció 2004-ben történt a Kecskemét (kiz.)–Városföld vonalszakaszon. A vonal rehabilitációját a megelőző Cegléd–Nyársapát elágazás (kiz.)–Kecskemét (kiz.) szakaszon földmunkás technológiával végezték el. A felépítményi mérővonal adatai segítségével, az általános geometriai állapot alapján összehasonlítás készíthető a kétfajta technológiával készült szakaszok minőségéről (8. és 9. ábra).

A 8. és 9. ábra azt mutatja, hogy az átépítés előtti állapothoz (2003. évi 1. mérés, vékony fekete vonalak) képest mindkét szakaszon számottevő javulás történt az átépítés következtében (2006. évi 2. mérés, vékony barna vonalak, illetve a 2009. és 2011. évi 1. mérések vonalai).

2. táblázat. A földmunkás technológia előnyei és hátrányai

| Előnyök |
|--|
| Az alépítménykorona jól tömöríthető. |
| Könnyen fektethető és jól tömöríthető a kiegészítő réteg. |
| A réteghatárokon a teherbírás folyamatosan ellenőrizhető. |
| A kiegészítő intézkedések, válaszul az építés közben felfedezett hiányosságokra, végrehajthatók. |
| A(z elbontott) vágány nem zavarja a munkákat. |
| Hátrányok |
| Relatív hosszú építési idő. |
| Kétvágányú pályán korlátozott a kitermelés mélysége (határ kb. sk -1,10 m). |
| A hosszirányú gép- és szállítójármű-közlekedés károsítja az alépítmény-koronát. |
| A minőséget erősen befolyásolják a kedvezőtlen időjárási körülmények. |
| A tervezett vágányzari idő és a tényleges teljesítmény összhangja könnyen borulhat. |

3. táblázat. Az alépítmény-átépítő szerelvényvel dolgozó technológia előnyei és hátrányai

| Előnyök |
|--|
| Nagy haladási sebesség. |
| A földmunkás technológiához képest lényegesen kisebb vágányzári időigény. |
| Anyagtakarékos. |
| A vágányt nem kell elbontani. Minden művelet a saját vágányzónában történik. |
| Nem sérül az alépítménykorona. |
| Homogén beépítési minőség. |
| A kedvezőtlen időjárási körülményekre kevésbé érzékeny. |
| A szomszéd vágány megtámasztását nem igényli. |
| A geotextília/georács egyidejű gépi fektetése is megoldott. |
| Az anyagszállítások vasúton történnek. |
| Kedvezőtlen pálya-keresztmetszeti körülmények között is alkalmazható (hosszú bevágás, magas töltés). |
| Környezetkímélő. |
| Hátrányok |
| Az alépítmény-korona tömörítése nem vagy csak alig megoldott. |
| A beépítendő kiegészítő réteg vastagsága korlátozott, talajstabilizáció végrehajtása nem lehetséges. |
| A kiegészítő intézkedések az építés közben felfedezett hiányosságokra válaszul csak korlátozott mértékben hajthatók végre. |
| Az építési minőség (tömörség, teherbírás) ellenőrzése térben, időben korlátozott. |
| Nagyon gyenge ($E_2 < 5 \dots 10$ MPa) alépítmény-koronán nem alkalmazható. |

A vastag folyamatos vonalak az egyes sebességlepcsőkhöz tartozó standardizált eloszlásgörbék, amelyek az általános állapot követelményszintjét adják.

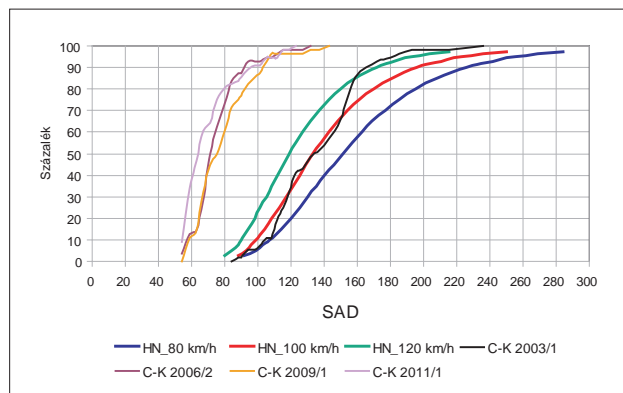
A legutolsó mérés adatait egy diagram foglalja össze (10. ábra).

A 10. ábra mindkét vizsgált szakaszra igen jó geometriai állapotot mutat.

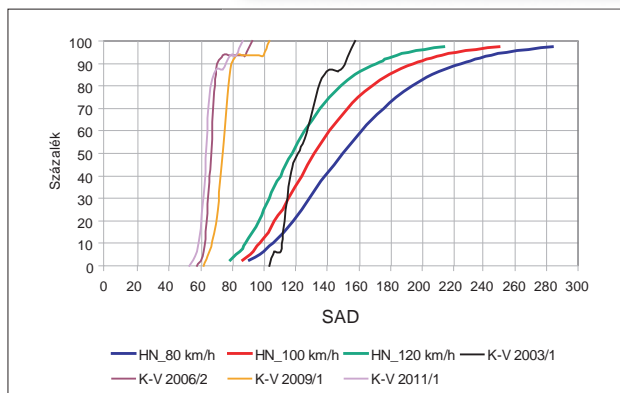
A Kecskemét–Városföld szakasz minősége azonban a görbe meredekebb futása miatt sokkal egyenletesebb. Ezt igazolja egyébként a 11. ábra is, amely a vizsgált két szakaszra a SAD minősítő számok szórásának időbeni alakulását mutatja. (A lokális hibák változásának vizsgálata mélyebb elemzést is lehetővé tenné.) ◀◀

Summary

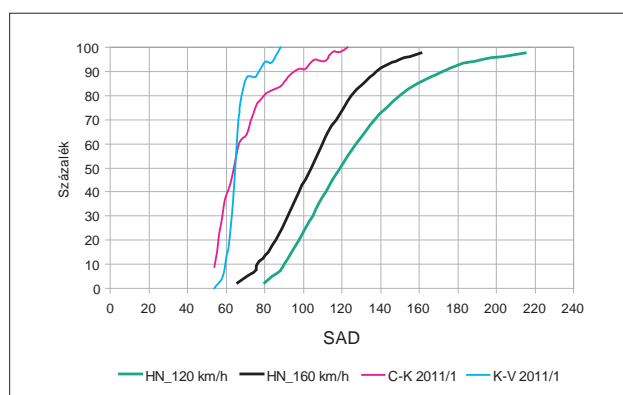
The article describes the importance of the substructure's initial and permanent good quality. It deals with two areas of the substructure diagnostics: analysis of the measuring car's data and georadar investigation. There are two technical possibilities to do the substructure's rehabilitation: traditional construction method and work with help of rail-bound reconstruction train. The article listed the advantages and disadvantages of both solutions. At the end there is a comparative analysis about two railway sections, which were reconstructed more years ago with these different technologies.



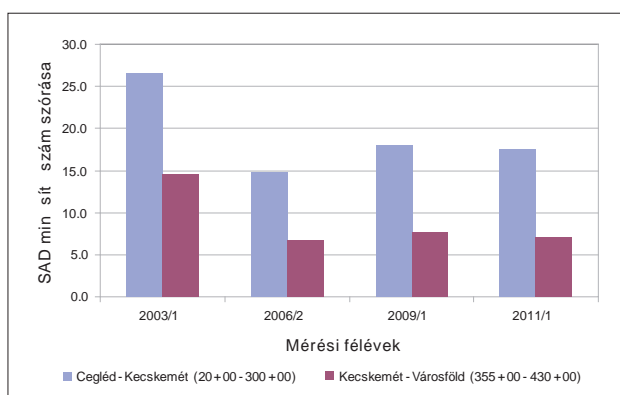
8. ábra. A Cegléd–Kecskemét vonalszakasz 20+00 – 300+00 szelvényei közötti rész SAD számainak változása



9. ábra. A Kecskemét–Városföld vonalszakasz 355+00 – 435+00 szelvényei közötti rész SAD számainak változása



10. ábra. A két elemzett szakasz SAD eloszlásgörbéinek összehasonlítása a legutolsó (2011. tavaszi) FMK-004 mérés eredményei alapján



11. ábra. A két elemzett szakasz SAD minősítő számainak szórása az egyes mérési félévekben



Bepillantás az új D.11. Utasításba

Dr. Pintérné Agárdi Veronika

alépitményi szakértő

MÁV Zrt.

✉ pinterjv@t-online.hu

☎ (30) 370-3791

Alépitményi témakörben műszaki szabályozást a magyar vasútnál az utóbbi 25 évben nem adtak ki, az eltelt időszakban a kutatások eredményei, a legújabb technológiák, megoldások megjelenése és nem utolsósorban az európai műszaki szabályozásokban bekövetkezett változások szükségessé tették a régi útmutató nagyon alapos tartalmi átdolgozását. A cikk az új D.11. Utasítás I. kötetét mutatja be, amely általános kérdésekkel és a szűkebb értelemben vett alépitményi földművel foglalkozik, és a tervezés, a kivitelezés, az üzemeltetés számára előírásokat fogalmaz meg. Az új Utasítás nagy hangsúlyt fektet a teherbírási és használhatósági határállapotra, a teherbírási- és tömörség-ellenőrzés kérdéseire, valamint a földmű kiegészítő rétegére vonatkozó követelményekre.

Az Utasítást az erre a célra összehívott bizottság dolgozta ki, amelyben a hazai szellemi műhelyek, tervezőcégek és a MÁV Zrt. szakemberei vettek részt.

A MÁV Zrt. Pályavasúti vezetése a dokumentum rangját azzal is emelni kívánta, hogy a régi útmutató helyett a kiadandó szabályozását Utasítás szintre emeli.

Az új D.11. Utasítás fő céljait a bizottság a következőkben fogalmazta meg:

- az új európai műszaki szabályozások beillesztése az utasításba (Eurocode);
- paraméterek megadása, szabályozás létrehozása a $V \leq 200$ km/h sebességtartományra végzendő tervezésekhez, építésekhez;
- a legújabb megoldások, technológiák alkalmazási lehetőségének megteremtése;
- a tervezési és kivitelezési gyakorlat számára új ismeretek, a tenderkiírások számára egyértelmű szabályozások adása;
- a közúti és a vasúti földmunka tervezési és építési gyakorlatának közelítése;
- a hazai gyakorlat műszaki és szervezési tapasztalatainak felhasználása;
- a korszerű projektszervezéshez való igazodás;

- a minőségbiztosítás nemzetközi követelményeinek érvényesítése.

A munka egyik alapjául az Eurocode tartószerkezeti és geotechnikai szabványai, valamint a Német Vasutak (DB) Richtlinie 836 előírás-gyűjteménye szolgált.

Az Utasítás sok fejezetet átvett az Útügyi Műszaki Előírás sorozatból. Ennek egyik oka az volt, hogy a közút és a vasút földmunkájának tervezése, építése a legtöbb vonatkozásban megegyező követelményeknek megfelelően, azonos technológiákkal történik.

Az Utasítás terjedelmi okok miatt több kötetben tárgyalja az egyes témaköröket. Az I. kötet általános kérdésekkel és a szűkebb értelemben vett alépitményi földművel foglalkozik. A bizottság az I. kötetet lezárta, jelenleg a lektorálása folyik, majd ezt követi a jóváhagyás és ezzel válik véglegessé és kiadhatóvá az utasítás.

Az I. kötet fő fejezetei

1. Az utasítás hatálya
2. Alapfogalmak
3. Általános tervezési irányelvek

4. Geotechnikai tevékenységek
 - 4.1. Fogalommeghatározások
 - 4.2. Az alépitménnyel kapcsolatos geotechnikai tevékenység és a geotechnikai szolgáltatások
 - 4.3. A geotechnikai szolgáltatások felépítése a geotechnikai tevékenységekből
 - 4.4. Geotechnikai kategóriák
 - 4.5. A geotechnikai szolgáltatások és a projektszakaszok kapcsolata
 - 4.6. A geotechnikai dokumentumok általános tartalmi követelményei
 - 4.7. A geotechnikai vizsgálatok vasúti alépitményhez kapcsolódó speciális követelményei
5. Hatások és ellenállások
6. Teherbírási és használhatósági követelmények
7. Az alépitményi földmű kialakítása
8. Geoműanyagok alkalmazása az alépitményi földmű kialakításánál
9. Az alépitményi földmű kiegészítő rétege
10. A földmű és a vasúti híd közötti átmeneti szakasz kialakítása
11. Földrézsűk
12. Sziklarézsűk
13. Partvédelem
14. Víz- és talajvédelem
15. Biológiai biztosítási intézkedések
16. Beépített és kiegészítő létesítmények
17. Töltések alapozása
18. Támszerkezetek
19. A vasúti pálya víztelenítése, víztelenítő berendezések

A továbbiakban a korábbi D.11. Útmutatóhoz viszonyított eltéréseket, illetve az új fontosabb előírásokat kívánjuk bemutatni.

Geotechnikai tevékenységek

Az utasítás átfogóan tartalmazza az elképzeléstől a megvalósításig szóba jöhető geotechnikai szolgáltatásokat.

Mint új előírás, külön megemlítendő a *geotechnikai tervellenőrzés*, melyet jogszabály

ír elő, és a *talajvizsgálati jelentés*, mint új fogalom (ez tulajdonképpen a talajmechanikai szakvélemény új megfélelője).

Talajvizsgálati jelentést minden építés-tervezési és kivitelezési munkához kötelező készíteni, részletességének az adott projektfázis igényeit kell kielégítenie, és talajfeltárás nélkül elkészítése lehetetlen.

A geotechnikai feladatok megoldásának alapja a *talajkörnyezet* olyan mértékű megismerése, hogy az építmény és a környezet geotechnikai jellegű kölcsönhatásai megítélhetők, a geotechnikai feladatok megoldhatók legyenek. Az ehhez szükséges talajvizsgálatok mennyiségét és minőségét az építmény kiterjedése és a talajadottságok előzetes ismerete alapján a becsült (és szükség esetén módosított) geotechnikai kategóriát figyelembe véve a szolgáltatásra vállalkozó geotechnikus mérnöknek kell megállapítania.

A talajvizsgálati jelentés alapja tehát a talajfeltárás. Az Utasítás ajánlásokat tartalmaz a talajfeltárások sűrűségére, mélységére az új létesítménynél, illetve meglévő vasúti alépítmény esetére is. Ennek részleteit a jó áttekinthetőség érdekében táblázatok ismertetik.

A feltárások helyének, sűrűségének megállapításához fel kell használni a felépítményi mérőkocsi által szolgáltatott grafikont, a mérő- és minősítőszámokat, valamint a lokális hibák jegyzékét is.

Mielőtt a feltárások módjára rátérnénk, célszerű megismerkedni a geotechnikai kategória témakörrel.

A feladatot a várható geotechnikai nehézségek és kockázatok, illetve az alkalmazandó eszközök, eljárások szempontjából értékelni kell, és három geotechnikai kategóriába kell besorolni az alábbiak figyelembevételével:

- a talajkörnyezet adottságai,
- a feladat, az építmény jellege,
- az alkalmazandó geotechnikai megoldások és eljárások, valamint
- a környezeti kölcsönhatások együttes értékelése alapján.

Az 1. *geotechnikai kategóriába* az egyszerű, kevés kockázattal járó feladatok sorolhatók, ha egyidejűleg fennáll, hogy

- 10% alatti a terephajlás,
- a helyszín nem ár- vagy belvizes területre esik,
- nem kedvezőtlen a talajkörnyezet,
- a talajkörnyezet egyszerű módszerekkel feltárható,

- a geotechnikai szerkezetek az azonosító és állapotminősítő jellemzők alapján felvett talajparaméterekkel (is) rutinszerű, szabványokban megadott számítással méretezhetők,
- jól ismert, régóta alkalmazott tartószerkezet(ke)t kell tervezni,
- speciális mélyépítési technológiák nem szükségesek,
- az építmény, illetve az építés, valamint a természetes és/vagy az épített környezet közötti kölcsönhatás bizonyosan veszélytelen,
- a műszaki felügyelet és megfigyelés részben szemrevételezéssel is történhet,
- meglévő töltések, bevágások feltárása esetében a várható rétegződésre korábbi adatok fellelhetők,
- a vasúti részfelületek rostaaljtol mentesek,
- a vonalbejárás során láthatóan nincsenek felsárosodások, vízszákok, padkahiány a vágányban, a zúzottkő ágyazat vastagsága közel előírászerű.

Ide sorolható építmények:

- 1-2 emeletes épületek felszín alatti szerkezetei,
- szokványos terhelésű, süllyedésre és süllyedéskülönbségre nem érzékeny építmények,
- legfeljebb 250 kN terhelésű pillér-, 100 kN/m terhelésű sáv- és 150 kN/m² lemezalapok,
- 2 m-nél nem mélyebb munkagödörök,
- 2 m-nél nem magasabb támszerkezetek,
- szokványos, 2 m-nél kisebb átmérőjű közművek és kisműtárgyak,
- sík- és dombvidéki külterületi és belterületi utak és vasutak,
- 2 m-nél alacsonyabb töltések, illetve 2 m-nél nem mélyebb bevágások,
- felszíni vízelvezetés kb. 1 km² vízgyűjtő területig.

Az 1. *geotechnikai kategóriába* sorolt építmények geotechnikai szerkezeteit geotechnikus tervező által készített talajvizsgálati jelentés alapján a generáltervező mérnök (pályatervező, statikus stb.) is megtervezheti.

A 2. *geotechnikai kategóriába* az átlagos nehézségű, szokásos kockázatú feladatok sorolhatók, ha

- 25% alatti a terephajlás és nem csúszásveszélyes a terület,
- nem omlásveszélyes (nem alábányászott, pincés, karsztos) a terület,

- nem épül élővízben vagy erősen áramló felszín alatti vízben szerkezet,
- nem különlegesen kedvezőtlen és nem speciális a talajkörnyezet,
- a talajkörnyezet a szokásos módszerekkel megismerhető,
- a talajparamétereket rutinszerű labor- vagy terepi vizsgálattal lehet meghatározni,
- nem terveznek különleges és/vagy új-szerű tartószerkezeteket,
- speciális mélyépítési technológiákat is alkalmaznak,
- a műszaki felügyelet és megfigyelés szokványos mérési eljárásokat is kíván,
- az új építmény, illetve az építési tevékenység, valamint a természetes és/vagy az épített környezet közötti kölcsönhatás veszélyességét vizsgálni kell,
- új feladatként az 1. kategóriába tartozó építmény átalakítását vagy károsodás utáni helyreállítását kell tervezni,
- meglévő töltések, bevágások feltárása esetén a várható rétegződés a korábbi adatokból nem ismert,
- a részfelületek rostaaljtol közepes mértékben szennyezettek,
- a vonalbejárás során láthatóan rövidebb hosszokban felsárosodások, vízszákok, padkahiány vannak a vágányban, a zúzottkő ágyazat vastagsága helyenként az előírt vastagságot meghaladja,
- nyugtalan pályafekvésű szakaszok rövid hosszokban (pl. felépítményi mérőkocsi grafikonok által) dokumentáltak.

Ide sorolható építmények:

- 10 szintnél nem magasabb épületek,
- szokványos terhelésű, süllyedésre és süllyedéskülönbségre érzékeny építmények,
- az 1. kategóriában jelzettnél nagyobb terhelésű pillér-, sáv- és lemezalapok,
- cölöp- és más mélyalapok (egyenként) 3 MN terhelésig,
- 6 m-nél nem mélyebb munkagödörök, beépített területen,
- felszíni vízelvezetés 1 km² feletti vízgyűjtő terület esetén,
- 300 m²-nél kisebb munkagödör víztelepítése 1 m-nél kisebb vízszintcsökkenéssel,
- 6 m-nél nem magasabb támszerkezetek,
- 10 m-nél nem nagyobb fesztávú hidak, áthidalások,
- 10 m²-nél kisebb hasznos keresztmetszetű föld alatti műtárgyak,
- hegyvidéki utak, vasutak,
- 10 m-nél nem magasabb töltések, illetve 15 m-nél nem mélyebb bevágások,

- tereprendezések, hulladéktárolók földmunkája.

A 2. *kategóriába* sorolható feladatok esetében a geotechnikai terveket geotechnikus tervezőnek célszerű készítenie az ugyancsak geotechnikai tervező által készített talajvizsgálati jelentés alapján.

A 3. *geotechnikai kategóriába* a különleges szakértelmet kívánó, nagy kockázatú feladatok sorolandók, ha

- 25% feletti a terephajlás és/vagy csúszásveszélyes a terület,
- omlásveszélyes (alábányászott, pincés, karsztos) a terület,
- élővízben vagy erősen áramló felszín alatti vízben épül(nek) a szerkezet(ek),
- különlegesen kedvezőtlen és/vagy speciális a talajkörnyezet,
- speciális labor- és/vagy terepi vizsgálatok szükségesek a talajkörnyezet jellemzésére,
- különleges és/vagy újszerű tartószerkezete(ke)t terveznek,
- újszerű speciális mélyépítési technológiá(ka)t alkalmaznak,
- speciális szakértelmet kívánó geotechnikai számítások szükségesek a tervezéshez,
- az új építmény, illetve az építési munka, valamint a természetes és/vagy az épített környezet kölcsönhatásának veszélyességét külön intézkedésekkel kell elhárítani,
- a geotechnikai műszaki felügyelet és megfigyelés speciális méréseket kíván,
- új feladatként a 2. vagy 3. geotechnikai kategóriába sorolandó építmény átalakítását vagy károsodás utáni helyreállítását kell tervezni,
- meglévő töltések, bevágások feltárása esetében a várható rétegződésre korábbi adatok nem állnak rendelkezésre, a rézsűfelületek egyenetlenek, rézsűfelületi rendellenességek láthatók,
- a merevlemez felépítményű pályaszakaszok földművei,
- a vonalbejárás során láthatóan rövidebb-hosszabb hosszokban felsárosodások, vízszákok vannak a vágányban, a zúzottkő ágyazat vastagsága helyenként az előírt vastagságot jelentősen meghaladja, a padka többnyire nem látható, zúzottkőfolyások vannak a rézsűfelületeken,
- a rézsűfelületek rostaaltól közepes-nagy mértékben szennyezettek,
- különleges talajviszonyok (tőzegek, mészszipos, különösen térfogatválto-

zó talajok stb.) feletti a nyomvonalvezetés,

- nyugtalan pályafekvésű szakaszok vizsziatérőn és nagyobb hosszokban (pl. felépítményi mérőkocsi grafikonok által) dokumentáltak.

Ide sorolható építmények:

- földszint +10 szintnél magasabb épületek és magas súlypontú (toronyszerű) szerkezetek,
- különleges terhelésű, süllyedésre és süllyedéskülönbségre érzékeny építmények,
- cölöp- és más mélyalpok egyenként 3 MN terhelés felett,
- 6 m-nél mélyebb munkagödörök beépített területen,
- 10 m-nél magasabb töltések, illetve 15 m-nél mélyebb bevágások,
- 6 m-nél magasabb támszerkezetek,
- 10 m-nél nem nagyobb feszítávú hidak, áthidalások,
- 10 m²-nél nagyobb hasznos keresztmetszetű föld alatti műtárgyak,
- talajszilárdítások, talajerősítések,
- földművek felszín alatti víztelenítése,
- 300 m²-nél nagyobb munkagödör víztelenítése 1 m-nél nagyobb vízszint-csökkenéssel,
- kikötők, partfalak, vízepítési nagyműtárgyak.

A 3. *kategóriába* sorolt feladatok esetében a geotechnikai terveket megfelelő jogosultsággal rendelkező tervezőnek kell készítenie, geotechnikai tervező által készített talajvizsgálati jelentés alapján.

A feltárások módjára a következő irányelvek adhatók a geotechnikai kategóriák függvényében:

- 1. *geotechnikai kategória* esetén olyan egyszerű feltáró fúrások, vágányonként vágatok szükségesek, amelyek lehetővé teszik a rétegződés és az alépítménykorona alatt legalább 50 cm mélységig az ott található rétegek megállapítását, valamint a talajok azonosító és állapotminősítő jellemzőinek meghatározására alkalmas mintavételt biztosítanak;
- 2. *geotechnikai kategória* esetén a rétegződés megállapítása mellett a hidraulikai és/vagy mechanikai jellemzők meghatározására is alkalmas mintákat biztosító feltárás szükséges;
- 3. *geotechnikai kategória* esetén a szükség szerinti speciális vizsgálatokat is lehetővé tevő feltárási módszereket kell alkalmazni.

A geotechnikai vizsgálatok vasúti alépítményhez kapcsolódó speciális követelményei között célszerű kiemelni, hogy a geofizikai és egyéb mérés-technikai vizsgálatokat (pl. georadaros vagy dinamikus/rezgéses talajvizsgálat) úgy szabad csak alkalmazni, ha azok eredménye, közvetlen feltárások segítségével kalibráltan, kellőképpen megbízható. A geofizikai, georadaros módszerrel az alépítmény réteghatárai – a módszer pontosságának megfelelően – állapíthatók meg.

Hatások és ellenállások

A szokásos, általánosan ismert hatások mellett célszerű megismerni a vasúti forgalomból adódó függőleges terhek terjedésével a talajban és az ebből származó új fogalmakkal.

A vasúti forgalomból adódó feszültségek terjedését a földműben az 1. ábra alapján, egyenes vonalakkal határolt nyomott zónán belül kell megadni. Meg kell különböztetni két zónát:

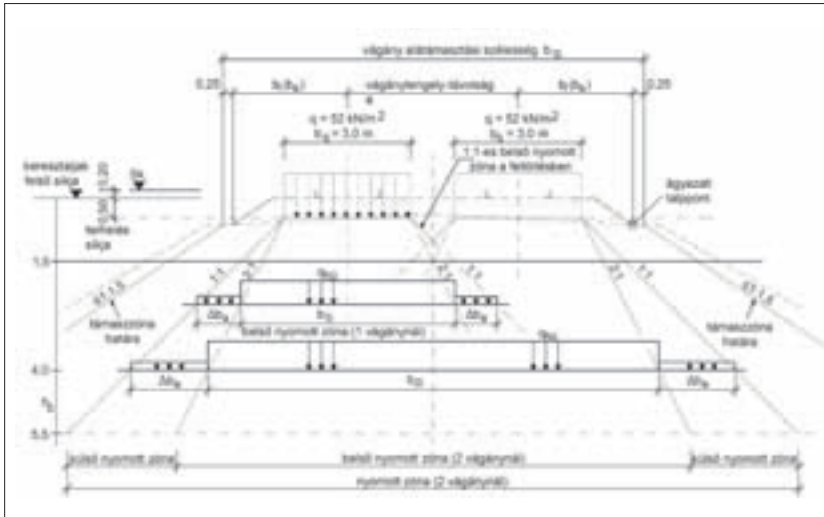
- a *belső nyomott zónában* fekvő teherrelő szerkezet vagy építményrész esetén a teherhatások változását a méretezés során, különösen az építményrészek állékonyságvizsgálatánál, túlnyomóan nem nyugalmi terhelésként kell figyelembe venni;
- a *külső nyomott zónában* fekvő teherrelő szerkezet vagy építményrész esetén a vasúti forgalomból adódó terheket változó kvázistatikus teherként kell figyelembe venni.

A nyomott zónától meg kell különböztetni a *támasz zónát*, amelyen belül a felépítmény alapozásához és alátámasztásához statikai biztosító intézkedésekkel kell számolni, illetve a gyengítéseket kerülni kell, és különleges méretezési előírások lehetnek érvényesek.

A talajban a helyettesítő teherből származó függőleges feszültségeket, mint egyenletesen megoszló feszültségeket, az utasítás táblázataiban megadott ordináta értékekkel kell figyelembe venni a belső és külső nyomott zónákban.

Általános tervezési irányelvek

A D.11. Utasításban leírtak – összhangban a Transzeurópai hagyományos vasúti rendszer. Infrastruktúra alrendszer. Átjárhatósági Műszaki Előírások (IU-INF-08.12-ÁME 4.0) dokumentumban foglaltakkal – $V \leq 200$ km/h sebességig érvényesek.



1. ábra. Feszültségek terjedése a vasúti alépítményben

A vasúti pálya földművének építéséhez olyan tervet kell készíteni, amelyben egyértelműen rögzíteni kell a szükséges teherbírási és használhatósági követelményeket, és azokat szerkezetileg biztosítani kell.

A teherbírási határállapot

Az MSZ EN 1997:2006 szabvány szerint kell vizsgálni a teherbírási határállapotot a vágányok alatt az alépítményben/altalajban bekövetkező alaptörésre, illetve rézsút-tönkremenetelre.

A használhatósági határállapot

A tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti elem olyan állapotai, melyeken túl a használattal kapcsolatos, előírt követelmények már nem teljesülnek. (Alakváltozások, süllyedések, rezgések korlátait jelenti.)

A süllyedési vizsgálatok kiértékelése az alábbi ábra segítségével történhet, amelyen meg vannak adva azok a hosszú időtávlat-

ban még elviselhető süllyedések, amelyek a kiértékelés alapjául használhatók.

A még elfogadható süllyedéskülönbségek egy felújítási cikluson belül, zúzottköves felépítmény esetén a 2. ábrából meghatározhatók.

A vágányok alépítményét úgy kell kialakítani, hogy azok az ábrán megadott süllyedéskülönbségeket 6-10 éves időtartamon belül ne haladják meg. Az üzembe helyezés után a teljes süllyedés mértéke 40 m-es vonatkoztatási hosszra tekintve nem haladhatja meg az ábra szerinti elfogadható süllyedéskülönbség értékének 3-szorosát.

Az új utasítás méretezési előírásai

1. Az alépítmény/altalaj dinamikai stabilitásának igazolása és vizsgálatai

A tudományos kísérletek eredményei alapján olyan dinamikus stabilitásigazolási

módszerek alkalmazhatók, amelyekkel az előforduló és a megengedett eredő rezgésebbességek vagy a fellépő és megengedett nyírási alakváltozások összehasonlíthatók.

A $V \leq 200$ km/h pályasebességű és zúzottköves felépítménnyel készült szakaszoknál az alépítményre/altalajra rezgésstabilitási vizsgálatokat akkor kell végezni, ha

- az alépítmény kialakítására az Utasításban közölt szerkezeti megköötésektől el kell térni, vagy
- az alépítmény alatti rezgésre érzékeny talajt meg kell tartani, és amelynél a vágány használhatósági alkalmasságára károsan ható rezgések fellépése a tapasztalatok szerint nem zárható ki.

A zúzottköves ágyazatú vágányok alatt rezgésre érzékeny talajnak számítanak

- a $C_u < 2,0$ egyenlőtlenégi mutatójú és $I_d < 0,5$ természetes tömörségű homokok,
- a puha finomszemcsés talajok $I_c < 0,6$ konzisztencia tényezővel,
- egyes szerves és szervesetlen eredetű talajok.

2. Rézsút állékonyságának vizsgálata földrengésre

Földrengésre a 8 m-nél magasabb töltések, illetve a 8 m-nél mélyebb bevágások rézsútait kell ellenőrizni.

3. Ellenőrzés a járműforgalomból keletkező dinamikus hatásokra

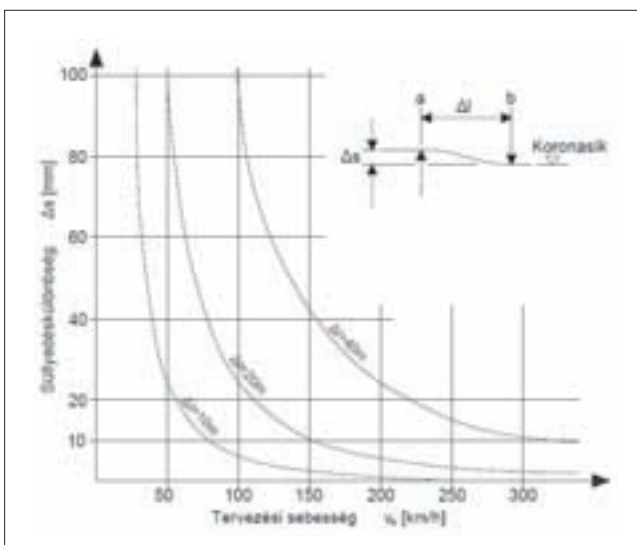
A vasúti járművek pályán haladása következtében az alépítményre rezgések formájában dinamikus hatások is átadódnak, amelyek feszültségeket és alakváltozásokat okoznak a földműben.

Szemcsés talajok esetében meg kell vizsgálni, hogy az adott mélységben megállapított rezgésebbesség (v_{eff}) nem haladja-e meg az ott lévő talajra jellemző (v_{krit}) kritikus rezgésebbességet:

$$v_{eff} < v_{krit}$$

A szemcsés talajoknál (v_{krit}) az az érték, amelynél a belső súrlódás annyira lecsökken, hogy a szemcsék egymástól való elmozdulása kritikus szerkezeti változást eredményez a talajban.

A nagyon puha és telített szerves talajoknál a megnövekedett rezgésebbesség is kritikus állapotot eredményezhet, amikor is a megnövekedett pórusvíznyomás következtében a talaj megfolyósodhat.



2. ábra. Elfogadható süllyedéskülönbségek zúzottköves felépítmény esetén

Az alépítményi földmű kialakításának új szempontjai

A vasúti alépítmény keresztmetszvényének rétegszerkezeti felépítését a 3. ábra mutatja.

A kiegészítő (védő-/erősítő) réteg „kv” vastagságát a talajvizsgálati jelentés alapján méretezéssel kell meghatározni, azonban vastagsága 0,15 m-nél kisebb érték nem lehet.

A jobb vízvezetés érdekében a zúzottköves pályában a földmükoronának és a kiegészítő (védő-/erősítő) réteg felső síkjának egységesen 5% esésűnek kell lennie keresztirányban (új építésnél és átépítésnél).

Merevlemez pályaszerkezet alatt a keresztelés 2,5%-ra (1:40) csökkenthető, ha a beszivárgó vizek elvezetése megoldott.

A tömörség és a teherbírás vizsgálata

Minden töltésépítésnél vizsgálni kell a tömörséget és a teherbírás. A közvetlen vizsgálati módszereket előnyben kell részesíteni az indirekt módszerekkel szemben.

Az ellenőrzés során minden esetben csak azonos vizsgálati módszert szabad alkalmazni. Ettől a követelménytől el lehet térni, ha a különböző vizsgálati módszerek közötti korreláció bizonyítható.

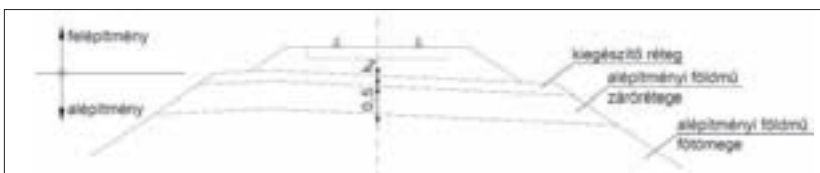
Tömörségi követelmények

Előírt tömörségi értékek:

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| kiegészítő rétegben | $Tr_p = 98\%$ |
| földmű felső 50 cm vastag rétegében | $Tr_p = 96\%$ |
| műtárgyak háttöltésében | $Tr_p = 100\%$ |
| teljes mélységben | $Tr_p = 91\%$ |
| minden egyéb helyen | $Tr_p = 91\%$ |

Tömörségmérési módszerek

- a tömörített anyagból vett minta *tömeg- és térfogatméréseivel* (kiszúróhengeres mag-mintavétellel vagy zavart minta vétellel és a minta helyének valamilyen anyagkitöltéses térfogatméréseivel);
- izotópos* (radiometriás) tömörségméréssel (az elnyelt vagy visszavert sugárzásokat mérő kalibrált eszközzel, mely a nedves térfogatsűrűségről és a víztartalomról ad információt, vagy utóbbi másként kell mérni);
- könnyű ejtősúlyos berendezéssel végzett *dinamikus* tömörségméréssel (az ej-



3. ábra. Vasúti földmű rétegszerkezete

tőssúly okozta tömörödés gyorsulásmérővel való mérése alapján kapcsolódó víztartalomméreessel);

- penetrométeres* vizsgálattal (dinamikus vagy statikus szondával, a velük mért ellenállás és a tömörségi fok közötti előzetesen megállapított összefüggés alapján);
- statikus tárcsás terheléssel* (a mért deformációs paraméterek és a tömörség közötti, a vizsgált talajra vonatkozó összefüggés alapján);
- dinamikus tárcsás terheléssel* bármely ejtősúlyos berendezéssel (a mért deformációs modulus és a tömörség közötti, a vizsgált talajra vonatkozó összefüggés alapján);
- a *teljes felületű tömörség-ellenőrzés módszerével* (a tömörítés végén a tömörítőeszközre szerelt gyorsulásmérővel mérve a tömörítőeszköznek a próbabeépítés szerint megengedhető benyomódását);
- a *tömörítési technológia betartásának ellenőrzésével* (az előírt tömörséget a próbabeépítés szerint biztosító eljárás műszaki felügyeletével).

A tömörség meghatározása

A tömörség a tömörségi fok átlagából és szórásából statisztikai értékeléssel a következőképpen adható meg: az előírt T tömörségi fok Δ tűréssel teljesül, ha az elért tömörség n mintaszámmal megállapított átlagos \bar{T} értékével és s_T szórásával teljesül a következő egyenlőtlenség

$$T - \Delta \leq \bar{T} - 1,28 \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + 1} \cdot s_T$$

A negatív tűrés értéke 3% lehet, vagy a tervező ennél szigorúbb előírást is adhat.

A tömörségmérés sűrűségére az utasítás ajánlásokat fogalmaz meg, de minden esetben „mintavételi terv” alapján történik.

1. táblázat. Teherbírési követelmények a sebesség függvényében

| Teherbírás | Modulus | Sebesség (km/h) | | | | |
|--------------------|------------------|-----------------|-------|--------|---------|---------|
| | | < 40 | 40–80 | 81–120 | 121–160 | 161–200 |
| Kiegészítő rétegen | E_2 stat (MPa) | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 |
| Földművön | (MPa) | 40 | 50 | 60 | 80 | 90 |
| Kiegészítő rétegen | E_{din} (MPa) | 35 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| Földművön | (MPa) | 30 | 35 | 35 | 40 | 45 |

Ha a tömörségi érték az előírt érték és a megengedett alsó értékhatár között van, a földmű tömörsége megfelelő. Ha a tömörségi érték a megengedett alsó értékhatár alatt van, a földmű tömörsége nem megfelelő és nem kerülhet átvételre. Ha a tömörségi érték túllépi a megengedett felső határt, akkor a Proctor vizsgálatot meg kell ismételni a mérés környezetéből vett zavart talajmintából.

Teherbírési követelmények

A teherbírasi követelményeket a kiegészítő réteg tetején és a földmű tetején a sebesség függvényében az 1. táblázatból lehet meghatározni.

A teherbírás ellenőrzését az MSZ 2509/3 szerinti statikus tárcsás vizsgálatot kell elvégezni.

Dinamikus tárcsás teherbírasmérés minősítési céllal csak durvaszemcsés talajok esetében, megfelelő kalibráció után alkalmazható. Eredményeit csak a geotechnikai szakértő jóváhagyása után és a megkövetelt tömörségi és statikus teherbírasi vizsgálatok értékeivel kiegészítve szabad alkalmazni.

A dinamikus tárcsás teherbírasmérés eredményei szabadon felhasználhatók az alépítmény teherbírasi egyenletességének jellemzésére.

A geoműanyagok feletti teherbírasi vizsgálatoknál tudni kell, hogy a geoműanyagok rugalmas összenyomhatósága ronthatja a teherbírasmérés eredményét, habár a teherbírasi rendszer valójában megfelelően teherbíró.

Az 1. táblázatban összeállított E_2 stat és E_{din} értékpárokat nem szabad korrelációs értékpárokként értelmezni, mert a két mérési módszer túlságosan különbözik egymástól ahhoz, hogy általánosan érvényes összefüggést adhassanak. Amíg a statikus

tárcsás teherbírásmérésnél a pórúsvíznyomások részben megszűnnek, addig a dinamikus tárcsás teherbírásmérésnél a pórúsvíz és a felszín közeli teherbírási csúcsok (pl. egy nagyobb kő) mérés technikailag erős teherbírásnövekedést okozhatnak.

A földmű tartós kellő teherbírásnak biztosítása érdekében az alábbi előírás betartása létfontosságú.

„A földműkorona nem kielégítő teherbírása esetén kizárólag felszín közeli talajjavító intézkedéseket csak akkor szabad alkalmazni, ha az így feljavított földépitmény egyenértékűsége, beleértve az altalajt is, igazolható.”

A töltéstest anyagai, kiválasztásuk szempontjai

A töltéstestbe csak megfelelő fajta és minőségű anyagok építhetők be, amelyek biztosítják, hogy tömörítés után a földmű kellő szilárdságú, merevségű, tartósságú és vízáteresztő képességű lesz. Minősítések a talajfizikai paraméterek alapján történnek, például egyenlőtlenségi mutató, C_u , finomszemcse arány, víztartalom, I_p plasztikus index stb. A korábbi útmutatóhoz viszonyítva a földműminősítéseket az utasítás több szempont szerint tárgyalja.

Különösen fontos a talajok földmű anyagként való alkalmasság szerinti minősítése:

- M-1 Kiváló földműanyagok
- M-2 Jó földműanyagok
- M-3 Megfelelő földműanyagok minősítendő
- M-4 Elfogadható földműanyagok minősítendő
- M-5 Kezeléssel alkalmassá tehető földműanyagok közé sorolandók
- M-6 Földműanyagként nem használható talajnak tekintendő

Építéstechnológiai célú minősítések az alábbiak

- A terep és a feltalaj minősítése
- A földanyagok fejthetőségének minősítése
- A földanyagok tömöríthetőségének minősítése
- T-1 Jól tömöríthető talajok
- T-2 Közepesen tömöríthető talajok
- T-3 Nehezen tömöríthető talajok
- T-4 Nem tömöríthető talajoknak tekintendő

Vízmozgásokkal kapcsolatos minősítések szempontjai

- A talajok erózióérzékenységének minősítése földművekhez
- A fagyveszélyesség minősítése
- A talajok térfogat-változási hajlamának minősítése

A geoműanyagok alkalmazási köre

Töltésalapozás esetén mindenképp erősítési, elválasztási szűrési, kis részben drénezési funkciót kell ellátni, esetleg a konszolidáció gyorsítására geodrénnek is lemélyíthetők.

Töltéstest építése – elsősorban az elválasztási vagy a szigetelési, másodsorban a szűrési és drénezési funkció jöhet szóba.

Földművek teherbírásnak növelése – fontossági sorrendben az erősítési, az elválasztási, a szűrési és a drénezési funkció lehet szükséges.

Rézsvédrelem során elsősorban az erózióvédelmi funkció kap főszerepet.

Rézsvék erősítése során főként az erősítési és kötött töltésanyag esetén a drénezési funkciót kell ellátni.

Erősített földtámfal kialakítása során a töltésanyaggal megtámasztott földtömeg állékonyságának biztosítására az erősítési funkció válik szükségessé.

A földművekhez csatlakozó szerkezetek (falak, támfalak, hídfők, cölöpök) a csatlakozó szerkezetek védelmére, és a vízelvezetés céljából védelmi és erősítési, illetve drénezési és szűrési funkcióra lehet szükség.

A földművekhez létesülő vízlelenítő szerkezetek esetében elsősorban a szűrési, másodsorban az elválasztási funkció teljesítésére van szükség.

Az alépitményi földmű kiegészítő rétege

A vasúti pályák felépitményének megfelelően teherbíró, hosszú távon stabil alátámasztásának megvalósítása érdekében az ágyazat és az alépitmény-korona (földmű felső síkja) közé általában összetett funkciójú kiegészítő réteg épüljön be. Ezt természetes és/vagy mesterséges anyagok alkotják, s kialakítását az ellátandó feladatoktól, valamint a felhasznált anyagok műszaki paramétereitől függően kell meghatározni.

A kiegészítő rétegtől az alábbiakban felsorolt feladatok ellátását várhatjuk el, azonban mindezek egyidejű ellátására nincsen szükség.

A kiegészítő rétegekkel szemben támasztott követelmények

- A terhelés egyenletes elosztása: a vasúti forgalom következtében fellépő, a zúzottkő ágyazatról átadódó terhelések olyan elosztása, hogy az alépitményt egyenletes teherbírásnál kisebb igénybevételek

érjék, s ne történjék meg a szemcsék élen, sarkain fellépő, meglehetősen nagy helyi feszültségcsúcsok keletkezése.

- Rétegválasztás: az ágyazat és az alépitmény keveredésének meggátolása.
- Az alépitmény védelme a csapadékvizektől: elsősorban vízre érzékeny anyagi alépitmények esetén (közel) vízszigetelő hatású kiegészítő réteggel lehetséges a csapadékvizeket az alépitménytől távol tartani.
- Vízelvezetés: a csapadékvizeknek az ágyazat alóli gyors, hatékony kivezetése a réteg felszínén vagy síkjában.
- Szűrési szerep: a nem vízszigetelő típusú kiegészítő réteg a durva- és a finomszemcsés réteg határán a finomszemcsék visszatartásával védi a durvaszemcsés réteget az eltömődéstől úgy, hogy közben a vizet átengedi.
- A teherbíró rétegrendszer megerősítése: a fellelő rétegről átadódó igénybevételek egy részének felvétele kedvező mechanikai tulajdonságok révén, s így kisebb igénybevételek továbbítása az alépitményre.
- Fagyvédelem: a fagyhatás megakadályozása, ezzel a téli fagypúpok és ezáltal a tavaszi olvadásos lencsés alépitményi károk kialakulásának meggátolása.
- Rezgéscsökkentés: a réteg rezgécscillapító hatása révén csökkenti a vonatforgalomból az alépitményre adódó rezgések nagyságát.

A szemcsés anyagú kiegészítő rétegekkel szemben támasztott követelmények

A kiegészítő szemcsés rétegeknek az alábbi általános követelményeket kell teljesíteniük:

- a zúzottkő ágyazattal szemben megfelelő szűrési stabilitással kell rendelkezni, ami azt jelenti, hogy a szemcseátmérőre igaz, hogy $d_{85} \geq 10$ mm,
- fagy- és térfogatállóak legyenek,
- a dinamikus hatásokból származó mechanikai igénybevételekkel szemben ellenállóak legyenek,
- környezetbarát anyagúak legyenek.

A kiegészítő szemcsés réteg anyagának előírt tulajdonságait már az előállítás helyszínén (pl. bányában) kell létrehozni. A tulajdonságok az építési helyszínen már nem módosíthatók. Az építési helyszínen szállítás, a tárolás során a szétosztályozódást meg kell gátolni.

A csak védőréteg szerepet ellátó kiegészítő szemcsés réteg minimális vastagsága 20 cm lehet.

Az erősítő réteg méretezett vastagságát mindig meg kell növelni 10 cm-rel, ami

biztonságot ad a rostálás esetén esetleg bekövetkező letermelés (a szükséges vastagság csökkenése) ellen.

A kiegészítő szemcsés réteget szükség esetén geotextíliával kell elválasztani a földműkoronától.

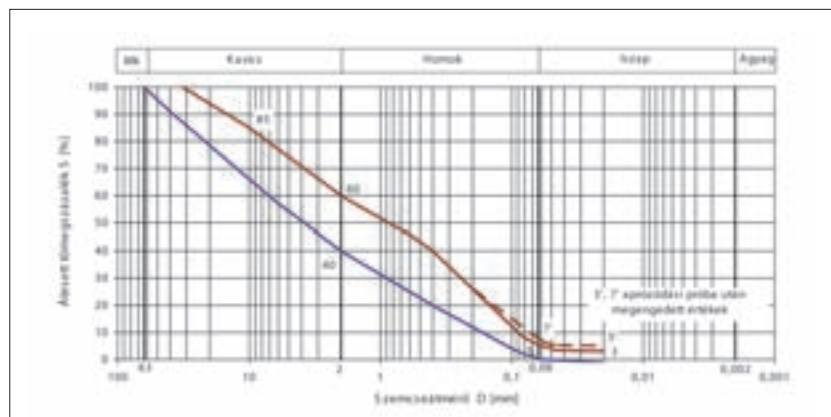
Szemcsés anyagú kiegészítő rétegek $V > 120$ km/h sebességű vágányokban

Annak érdekében, hogy a felszíni vizek beszivárgását és ezzel együtt a dinamikus igénybe vett alépítmény átázását megakadályozzuk, a lehető legkisebb vízáteresztő képességű (kvázivízáró) kiegészítő réteg kialakítása a cél. Ekkor, az alépítménytől geotextíliával elválasztva, SZK1 jelű szemcsés keverékanyagot kell – előírt értékre tömörítve – beépíteni.

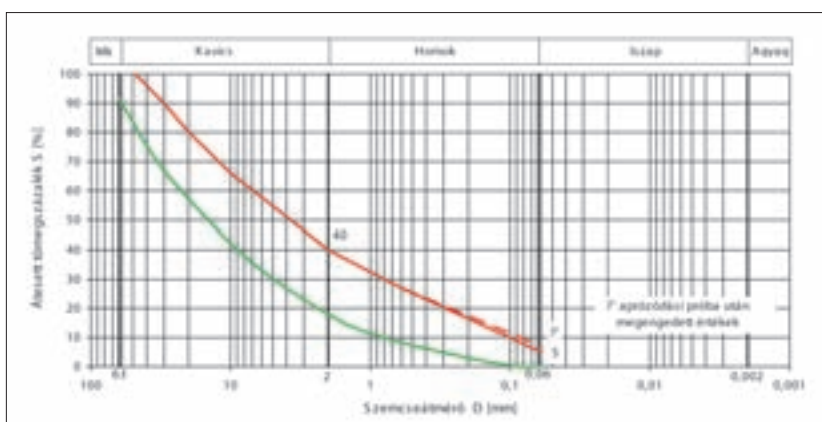
Az SZK1 keverék relatíve magasabb finomszámúval bír, s ezáltal közel vízárárnak mondható. Nagyon érzékeny az optimális építési víztartalom túllépésére.

Az SZK1 keverékkel szemben támasztott követelmények:

- a szemeloszlási görbének adott szemeloszlási határgörbék közé kell esnie (4. ábra),
- egyenlőtlenségi együtthatója $C_u \geq 15$ legyen, ezzel kellően stabil módon viselkedik a dinamikus igénybevételekkel szemben,
- a legnagyobb szemcseátmérő legalább 32 mm legyen, de a 63 mm-t nem lépheti át,
- a törtszemcsés adalék tömegszázaléka max. 30%, frakciója pedig 0/16 lehet,
- vízáteresztő képességi együtthatója $k \leq 1 \times 10^{-6}$ m/s legyen ($Tr_p = 100\%$ tömörítési foknál),
- a fagyállósági feltétel akkor teljesül, ha $C_u \geq 15$ értéknél a $d \leq 0,02$ mm-es



4. ábra. SZK1 jelű szemcsés keverék határgörbéi



5. ábra. SZK2 jelű szemcsés keverék határgörbéi

finomszámúval bír, s ezáltal közel vízárárnak mondható. Nagyon érzékeny az optimális építési víztartalom túllépésére.

finomszámúval bír, s ezáltal közel vízárárnak mondható. Nagyon érzékeny az optimális építési víztartalom túllépésére.

A vízáteresztő SZK2 keveréktől az SZK1 keverékkel megegyező teherbírási tulajdonságok várhatók.

Az SZK2 keverékkel szemben támasztott követelmények:

- a szemeloszlási görbének adott szemeloszlási határgörbék közé kell esnie (5. ábra),
- egyenlőtlenségi együtthatója $U \geq 15$ legyen, ezzel kellően stabil módon viselkedik a dinamikus igénybevételekkel szemben,
- a legnagyobb szemcseátmérő legalább 45 mm legyen, de a 63 mm-t nem lépheti át, vízáteresztő képességi együtthatója $k \geq 5 \times 10^{-5}$ m/s legyen $Tr_p = 100\%$ tömörítési foknál,

- a fagyállósági feltétel akkor teljesül, ha a $d \leq 0,063$ mm-es finomszámúval bír, s ezáltal közel vízárárnak mondható. Nagyon érzékeny az optimális építési víztartalom túllépésére.

Szemcsés anyagú kiegészítő rétegek $V \leq 120$ km/h sebességű vágányokban

A $V \leq 120$ km/h sebességű vágányokban lehetséges, de nem szükséges az SZK1, illetve az SZK2 keverék használata. Az itt alkalmazható kiegészítő szemcsés réteg anyagának szemeloszlási határgörbéit a 6. ábra mutatja.

$V \leq 120$ km/h sebességű, zúzottkőves vágány esetén a kiegészítő szemcsés rétegnek minimálisan 30 cm vastagnak kell lennie, de 20 cm-nél kisebb semmilyen esetben nem lehet.

A kiegészítő réteg beépítése

A kiegészítő réteg csak megfelelő teherbírási földműkoronára építhető rá, vágányon járó, alépítmény-átépítő vonatokkal kiegészítő réteg csak $E2 \geq 30$ MPa teherbírási földműkoronán építhető.

A szemcsés anyagú kiegészítő réteg elhagyhatósága

Üzemi és rendező pályaudvarok új építésű vágányainál, illetve meglévő vágányok olyan átépítési munkáinál, amelyeknél vonalsebességet nem emelnek, el lehet tekinteni a kiegészítő réteg beépítésétől az alábbi esetekben:

- az alépítmény teherbírási koronán megfelelően nagy és egyenes,
- az alépítményi korona alatt a fagyhatáron belül nincs fagyérzékeny talaj,
- zúzottkő ágazatos vágánynál az ágazat és az alépítmény között szűrési és rétegelválasztási problémák nem alakultak ki,

- zúzottkő ágyazatos vágánynál az alépítményi záróréttegben nem található víz-érzékeny talaj,
- az alépítményt a beszivárgó szennyeződésektől nem kell védeni.

A földmű és a vasúti híd közötti átmeneti szakasz kialakítása

A hidak háttöltésének és az átmeneti szakasznak a megfelelő kialakítását csak a hídszerkezet, a csatlakozó vasúti pálya (földmű felépítmény) viselkedését együttesen figyelembe vevő megoldás szavatolhatja.

Az alább felsorolt jelenségek megfelelő kezelése adja a korrekt megoldást.

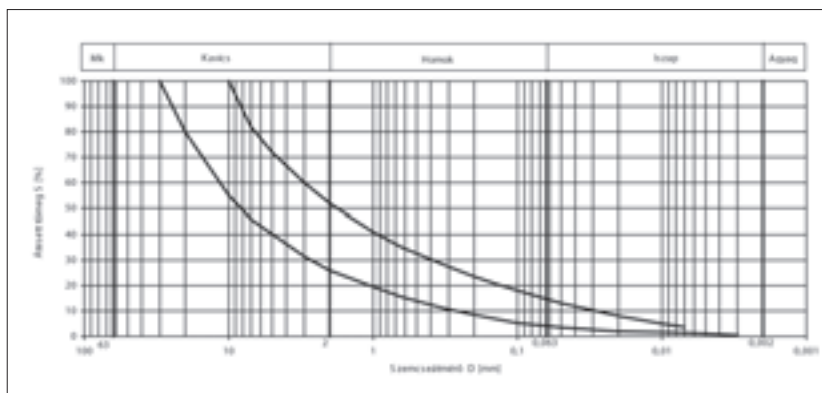
- új építés esetén előzetes beavatkozásokkal kell csökkenteni a hídfő és a csatlakozó földmű altalajában várható süllyedések nagyságát és a közöttük kialakuló különbségeket (altalaj-erősítő megoldások);
- a lehetséges legnagyobb mértékben csökkenteni kell a csatlakozó vágányszakaszok alátámasztási rugalmasságának eltéréseit, szükség esetén megfelelő hosszúságú átmeneti szakaszok beiktatásával;
- meg kell oldani, hogy a terhelt híd lehajlása következtében a támasznál kialakuló szögelfordulás a sín viszonylagos merevsége következtében a hidat követő aljakat ne emelje meg.

A helyi körülményektől, a szerkezeti megoldástól függően a híd tervezési feladatához a hídhoz csatlakozó 20-30 m hosszú pályaszakasz is tartozzon hozzá, melynek kialakítását a híd- és a pályatervezőnek közösen kell kidolgoznia. Az Utasítás javaslatokat mutat be a háttöltés kialakítására.

A töltésalapozás tervezési követelményei

A töltésalapozást úgy kell megoldani, hogy teherbírasi és használhatósági határállapot ne következzen be, azaz:

- az altalajban vagy a felszínen talajtörés ne történhessen;
- a töltés süllyedései, alakváltozásai és azok időbeli alakulása (konszolidációja) ne okozzanak szerkezeti károsodást magában a töltésben, a pályaszerkezetben vagy bármely egyéb szerkezetben;
- a süllyedések és az alakváltozások a vasút használhatóságát, a futási komfortot ne korlátozzák;
- a töltésalapozási munka a környezetet ne károsítsa, s csak a szükséges mértékben alakítsa át;



6. ábra. Kiegészítő szemcsés réteg anyagának szemeloszlási határgörbéi $V \leq 120$ km/h sebességű vágányokhoz

- tegye lehetővé a töltésépítés további munkálatait.

Töltésalapozási megoldások irányelvei

Kedvezőtlen altalaj esetén a követendő megoldások töltésalapozásnál:

Építésszervezési megoldások

- Lépcsős építéssel
Lépcsős építéssel a talajtörés veszélye elhárítható, viszont hosszabb építési időre van szükség, a süllyedési problémák megoldására nem alkalmas, vele a süllyedések nagysága nem befolyásolható, a konszolidációs idő pedig megnő.
- Többeltöltéssel (előterheléssel)
Akkor javasolható, ha a süllyedések lezajlását kell gyorsítani, a talajtörés veszélye viszont kicsi.

Szerkezeti megoldások

- A töltésmagasság optimalizálása
A különösen magas (10...15 m) töltéseket, melyekre általában műtárgyak közelében lehet szükség, még kevésbé rossz altalaj esetén is kerülni kell. Ezt általában a műtárgyak hosszának növelésével el lehet érni.
- A rézsűhajlás csökkentése
A rézsűhajlás csökkentése a talajtöréssel szembeni biztonságot növeli, a süllyedések alakulását gyakorlatilag nem befolyásolja. Megoldható oly módon is, hogy a rézsűt közbenső padkával (nyomópadkával) képezik ki.
- A töltéstömeg csökkentése
A töltéstömeg csökkentése a talajtörési és süllyedési gondokat egyaránt mérsékli. Megoldható könnyű töltésanyagok, például kohósalakok, pernyék, habszerű anyagok alkalmazásával vagy a töltéstestbe vízszintesen beépített üres gyűrűkkel.

Talajjavítások

- Talajcsere
- Talajjavítás mélytömörítéssel
Az altalaj nagyobb vastagságban tömöríthető
 - mélyvibrálással,
 - dinamikus konszolidációval (a felszín döngölésével),
- Talajjavítás mélykeveréssel
A mélykeverés célja a talaj jellemzőinek javítása, azaz a nyírószilárdság növelése és/vagy az összenyomhatóság csökkentése.
- Függőleges drénezés
A függőleges drénezés a konszolidáció gyorsítását szolgálja, a konszolidáció elhúzódása és nem a süllyedések nagysága, illetve a teherbírás a kritikus.
- Kavicscölöpözés
A kavicscölöpözési eljárás a töltés alatti altalaj komplex javítási módszere, talajtömörítésként, részleges talajcsereként, függőleges drénként is működnek.
- Dinamikus talajcsere
Részleges talajcsere jön létre, függőleges drénezést nyerünk, a környező talaj mechanikai tulajdonságai feljavulnak.

Támfalak alkalmazása

Az új Utasítás részletesen tárgyalja a támfalak típusait statikai és szerkezeti kialakítás szempontjából, ezek közül az alábbiakra kell felhívni a figyelmet:

A *gabionfalak* elsősorban bevágások védelmére tervezendők, csak úgy alkalmazható bevágási rézsű biztosítására, ha belső éle nincsen közelebb az űrszelvény határoló vonalához, mint a fal magassága.

$V \leq 120$ km/h sebességű vonalszakaszon a külső padkaszél és a gabionfal közötti távolság legalább 1 m legyen, $V > 120$ km/h sebességű szakaszon legalább 2 m.

A gabionfalat a vasúti alépítmény biztosítására csak akkor szabad alkalmazni, ha a gabionfal vágány felőli legközelebbi pontja a külső nyomott zóna külső élén kívül esik.

Merevlemez vágány esetén gabionfalat a vasúti alépítmény biztosítására csak vasútépítési alkalmazási engedéllyel szabad alkalmazni.

Máglyafal csak akkor alkalmazható a bevágási részsű biztosítására, ha belső éle nincsen közelebb az űrszervény határoló vonalához, mint a fal magassága.

Merevlemez vágány esetén máglyafalat a vasúti alépítmény biztosítására csak vasútépítési alkalmazási engedéllyel szabad alkalmazni.

A 120 km/h alatti sebességű vonalszakaszon a biztonsági tér és a máglyafal közötti távolság legalább 1 m legyen, a $V > 120$ km/h sebességű szakaszokon legalább 2 m.

Erősített talajtámfalat vasúti terhet viselő szerkezetként nem lehet alkalmazni.

A *szegezett falak* általában ideiglenes szerkezetek, végleges szerkezetként – kizárólag kőzet környezetben – csak a MÁV Zrt. hozzájárulásával alkalmazhatók.

A nyomott zónán belüli *szádfalak* alkalmazásához a MÁV Zrt. mindenkor illetékes szervezetének hozzájárulása szükséges.

Támasztófolydékekkel készített fűrt cölöpök 40 km/h sebességkorlátozás mellett, az üzemelő vágány tengelyétől legalább 6 m távolságra helyezhetők. Amennyiben a fenti távolság nem biztosítható, akkor a cölöp felső 4 m-ét béléscsővel kell készíteni, 10 km/h sebességkorlátozás védelmében.

Réselni csak 10 km/h sebességkorlátozás védelmében, az üzemelő vágány tengelyétől legalább 8 m távolságban lehet.

A szilárdított talajtestek, mint végleges rendeltetésű megtámasztó testek létesí-

tése a MÁV Zrt. illetékes szervezetének engedélyéhez kötött.

A nyomott zónán belüli végleges rendeltetésű tartófalak létesítéséhez a MÁV Zrt. illetékes szervezetének engedélye szükséges.

Padkaszervezetek

Padkaszervezetek készítése akkor indokolt, illetve akkor szükséges, ha a meglévő padkát szélesíteni vagy annak szintjét valamely ok miatt emelni kell, és az új részsűk kialakításához szükséges hely nem áll rendelkezésre. Leggyakrabban a sinkoronaszint emelése során, hely hiányában, vagy a túlzottan nagy költségek miatt van szükség az alkalmazásukra.

Padkaszervezeteknek kell tekinteni azokat a padkamagasításokat vagy padkaszélesítéseket, melyek részsűjét geoműanyag, acél- vagy betonelemekkel, vagy más módon támasztják meg. E szerkezetek részsűjének meredeksége jelentősen meghaladja a szabadon álló földrészsűk hajlását. Az Utasításban ajánlásokat találhatunk a padkaszervezetek kialakítására, egy lehetséges megoldást láthatunk a 7. ábrán.

A vasúti pálya víztelenítése, víztelenítő berendezések

Általános alapelvként rögzíthető, hogy a vasúti pályát és az állomás területét a csapadékvíz és a felszín alatti vizek (talajvíz, rétegvíz stb.) hatásai ellen védeni, vízteleníteni kell. A pályatest víztelenítő berendezéseinek az alépítmény, illetve az altalaj káros elnedvesedését kell megakadályozniuk úgy, hogy a földmű teherbírása és állékonysága minden évszakban biztosítva legyen.

A pályatest vízelvezető rendszerében összegyűlt vizet lehetőleg közvetlenül vissza kell táplálni a természetes vízház-

Dr. Pintérné Agárdi Veronika 1976-ban végzett a BME szerkezet-építő-mérnöki szakán, majd 1984-ben geotechnikai szakmérnöki diplomát szerzett. 1976–1986-ig statikus tervezőként és tervellenőrként dolgozott. A MÁV-nál a pályafutását 1984-ben kezdte, először tervezőként, majd a Vezérigazgatóság Hídosztályán vonalbiztos, később területi főmérnöki beosztásban dolgozott. Az osztályon a vasbeton szerkezetek, alapozások témafelelőse volt, és az UIC és ERRI munkájában képviselte a MÁV-ot 1992 és 2001 között.

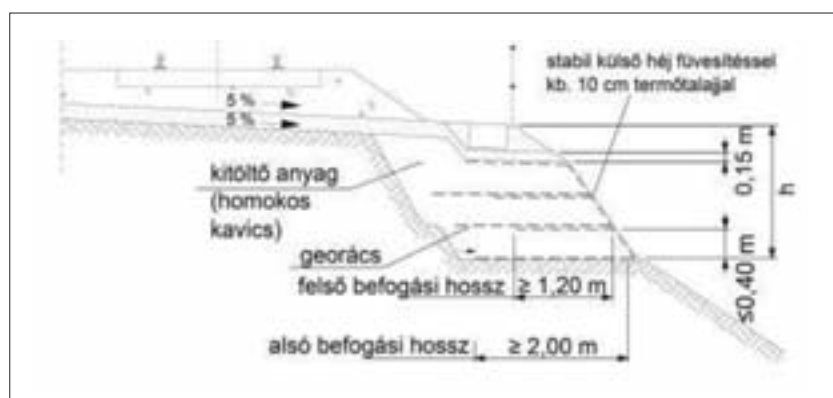
Hatósági munkakört látott el a Közlekedési Főfelügyeleten, majd a 4-es metró építkezésén az Eurometro 02 Mérnöki Irodáján a tervek felülvizsgálatával foglalkozott 2010-ig. Jelenleg a MÁV Zrt. alépítményi szakértője.

tartásba. Az elvezetéssel szemben előnyben kell részesíteni a szikkasztást, vagy olyan elvezetést alkalmazni, melynek szikkasztó funkciója is van.

Az új Utasításban részletes ismertetést kapunk a felszíni és felszín alatti vízelvezetés és a szikkasztó létesítményeiről, az alkalmazás feltételeiről és a méretezés alapelveiről. ◀◀

Summary

Considering base structure technical direction there was not released any in the last 25 years at the Hungarian railways, in the past years the results of researches, the appearance of the top technologies and solutions and the changes in the European technical regulations made it necessary to reconsider the very thoroughly rework of the old directions. The article shows the first chapter of the new D.11. direction, which is dealing with general questions and in tight meaning of the base structure, and giving directions for the design, the workmanship and the operation. In the new direction the carrying capacity and usability state of margin, weightcarrier and solidness measuring questions and requirements of the good quality layer on the top of the ground base are emphasized.



7. ábra Georáccsal erősített padkaszervezet



Lassújel miatti többlet- költségek és a meg- szüntetés költségeinek összehasonlítása

Fischer Szabolcs

egyetemi tanársegéd
SZE Közlekedésépítési és
Településmérnöki Tanszék

✉ fischersz@sze.hu

☎ (30) 630-6924

Írásunkban a MÁV Zrt. Pálya és Mérnöki Létesítmények Főosztály megbízásából 2008 és 2010 között a Széchenyi István Egyetem (SZE) Közlekedésépítési és Településmérnöki Tanszék kutatócsoportja által készített K+F kutatási jelentésekben [4, 5] közölt aktualizált eredményeket ismertetjük, amelyek a gyorsítási energiák mérésére és számítására, valamint egy meghatározott vonalra számított lassújelek okozta vontatási energia-többlet költségeinek és a lassújeleket okozó pályahibák kijavítási költségeinek összehasonlítására terjednek ki.

1. Bevezetés

Az utóbbi időben tapasztalható megnövekedett közlekedési és áruszállítási igények olcsó és környezetbarát kielégítésére a jövőben nélkülözhetetlen részt kell képviselnie a vasútnak a szárazföldi közlekedésben, valamint áruszállításban. A CO₂-kibocsátás szempontjából villamosvasúti vontatáshoz szükséges energia előállítása és felhasználása sokkal kevésbé terheli a környezetet és az általa keltett zaj- és porterhelés is szignifikánsan kisebb, mint közúti közlekedés esetén [1]. Az áru- és

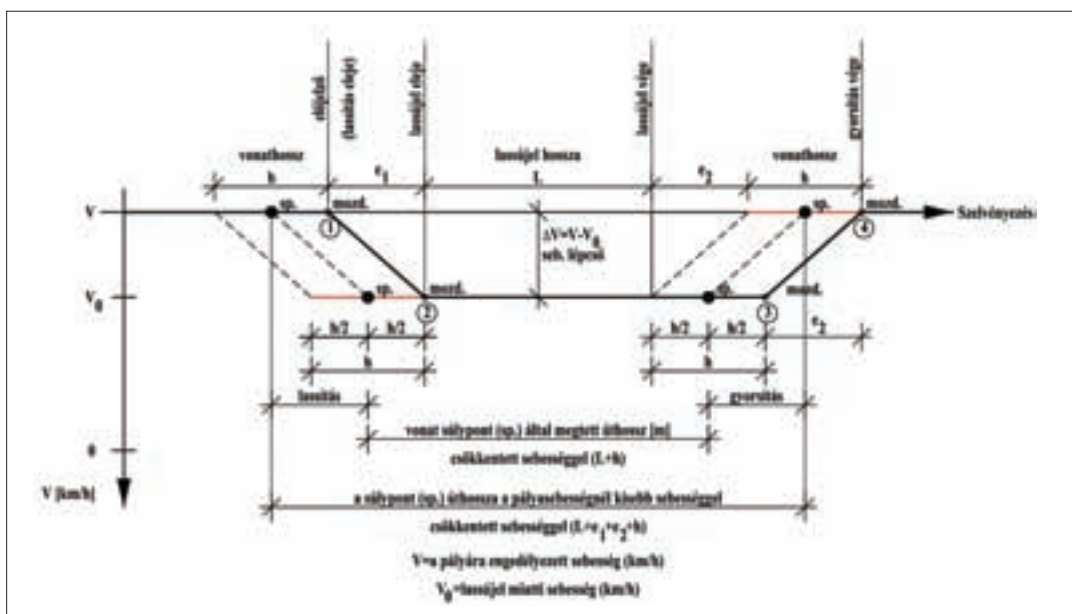
személyszállítás arányos megosztása révén a közúton kialakuló torlódások csökkenthetők.

Sajnos az utóbbi két-három évtizedben a hazai vasútvonalak fenntartására a mindenkor magyar kormányok nem fordítottak akkora összeget, amekkora a megkövetelhető szint kialakításához-fenntartásához szükséges lett volna. Bár ISPA, KÖZOP, EU, EIB, PHARE stb. forrásokból végeztek jelentős vasúti infrastruktúra-fejlesztéseket, de ezek a teljes vonalhálózat csupán rövid hosszára terjedtek ki. A pályakarbantartásra fordítha-

tó összegek szűkösek, s ennek egyértelmű következménye, hogy képtelenség az összes pályahiba szakszerű kijavítása, megszüntetése. A hibák megszüntetésének elmaradása miatt a meglévők tovább romlanak, s újabbak jelenhetnek meg. A pályafenntartási előírásokban [2] meghatározott mérethatárok túllépése esetén korlátozni kell a vonalszakaszra engedélyezett sebességet, azaz lassújelet kell bevezetni.

A lassújelek előjelzőjénél a vasúti szerelvényeknek az engedélyezett sebességről lassítaniuk kell annak érdekében, hogy a ténylegesen kitűzött lassújel eleje táblánál már az előírt csökkentett sebességgel (v_0) haladjanak, majd abban a pillanatban, amikor a szerelvény vége áthaladt a lassújel vége szelvényen, az ott érvényes engedélyezett sebességre (v) gyorsíthat a szerelvény (1. ábra). (A lassújel előtti és a lassújel utáni engedélyezett sebesség nem szükségszerűen azonos!)

A fékezés már önmagában energiavesztést jelent, de a lassújel utáni $v_0 \rightarrow v$ sebességlépcsőnél felhasznált gyorsítási energia többletként jelentkezik ahhoz az állapothoz képest, amikor lassítás-gyorsítási



1. ábra.
A szerelvény
sebességi
viszonyai
lassújel
környezetében
[4]

tás nélkül, konstans sebességgel haladt volna tovább a vonat (a modern villamos vontatójárművek képesek áram-visszatáplálásra (rekuperáció), azonban ez sem szolgáltatja minden körülmények között a lassújel utáni gyorsításhoz szükséges teljes energiát). A lassújelekkel sűrűn teleítődelt vasútvonalakon ez a gyorsítási többletenergia nagymértékben megnöveli az energiafelhasználást, ezeken a vonalaszakaszokon áthaladó összes szerelvény esetén jelentkezik az említett elhasznált (elpazarolt) energia – természetesen az átgördült eleytonna és a szükséges gyorsítási sebességlépcső értékeitől függően.

A Sínek Világa 2010/2. számában megjelent hasonló témájú cikkben [3] ismertett számítási eredmények a kutatócsoportunk véleménye szerint túlságosan alábecsülik a tényleges lassújelek miatti gyorsítási energiátöbblet-értékeket, ami nagy valószínűséggel a szerző által közölt és alkalmazott hibás számítási képlet miatt állt elő ($v^2 - v_0^2$ helyett Δv^2 -tel számolt). Sajnos a [3]-ban még ellenőrzésre sincs lehetőség, mivel nem szerepeltettek részeredményeket, valamint átgördült eleytonna-értékeket. Cikkünkben részletesen bemutatjuk a kutatócsoportunk által használt mérési és számítási eljárásokat, amelyek helyességét a több alkalommal elvégzett mozdonyos mérések eredményei is igazolják.

2. Gyorsítási energiák mérése és számítási, valamint becslési lehetőségei

2.1. Gyorsítási energiák mérése vontatójárművek vezetőfülkéjében

A bevezetőben említett korlátozott sebességű szakaszok után szükséges gyorsítási energiák meghatározására több lehetőség létezik. A legpontosabb módszer a vontatójárművön történő mérés. Tanulmányozva a Magyarországon használt mozdonyokat és motorvonatokat, három típus esetén van mód a vezetőfülkében a számláló nullázásától az adott pillanatig felhasznált vontatási energiák kijelzésére és leolvasására: Siemens Taurus (MÁV 1047, ÖBB 1116), Stadler Flirt (MÁV 5341) és Bombardier Talent (MÁV 5342). A Siemens Taurus mozdonyok vontatta gyors- és tehervonatokat, illetve a Flirt és Talent motorvonatokon végeztünk méréseket, továbbá kiegészítő mérésorozat készült az ÖBB Railjet szerelvényeivel. Ezek során az alábbi paramétereket rögzítettük:

- a szerelvény tömegét (t),
- a Δv sebességlépcsőt (km/h),
- a gyorsítások és lassítások kezdő és záró pályaszelvényeit (hm),
- a pálya lejtviszonyait (%),
- a gyorsítások és lassítások időhosszát (s),
- a gyorsítások alatt felhasznált energiát (kWh),
- a lassítások alatt visszatáplált (rekeperált) energiát (kWh).

Mivel a rekuperációra a teljes MÁV-Trakció Zrt. és a MÁV-Start Zrt. járműparkjából csak a fenti három vontatójármű képes, és a teljes magyarországi vonalhálózatához viszonyítva ennek csak kis részén teljesítenek ezek szolgálatot, emiatt első közelítésben a visszatáplálást elhanyagoltuk. (A railjetes kiegészítő méréseinknél rekuperációval korrigált eredményeket közlünk.) Így kizárólag a lassújelek utáni gyorsítások energiaigényével foglalkoztunk. Mivel a pálya mellett elhelyezett szelvénykövek sok esetben hiányoznak vagy nem láthatók, a méréskor feljegyzett szelvényeket csak tájékoztató jellegűnek tekintettük, a gyorsítási úthosszakat a gyorsításhoz szükséges, stopperrel mért időintervallumból számítottuk.

A mozdonyos méréseknél nem kizárólag az adott napon érvényben lévő lassújelek környezetében rögzítettük a fenti paramétereket, hanem olyan szituációkban is gyűjtöttünk adatokat, amikor pontosan lehetett tudni, mekkora sebességről mekkora sebességre gyorsít majd a szerelvény, azaz például megállások esetén az álló helyzetből történő gyorsításokat is feljegyeztük. Ez csak a segítőképz mozdonyvezetők jóvoltából jöhetett létre, akik minden lassítást és gyorsítást előre jeleztek, valamint ezek pontos kezdetét és végét „vezényelték” számunkra az adatrögzítés megkönnyítése céljából. Ezúton is köszönjük segítségüket. A méréseinknél azt tapasztaltuk, hogy a gyorsítások energiaigénye nagyban függ a vezetési stílustól, azaz egy dinamikusabban vezető ugyanazon a vonalon, ugyanazon lassújel-állomány esetén több energiát használ el azonos vontatójárművel vontatott azonos tömegű szerelvényvel, mint egy nyugodtabban vezető [4, 5].

Ki kell emelni azt a korrekciót, amelyre az emelkedési ellenállások figyelembevételé miatt volt szükség. (Az egyéb ellen-

állásokat, mint például az ívelenállást, annak csekély nagysága miatt, elhanyagoltuk.) A pálya emelkedése vagy esése befolyásolja a mért gyorsítási energiákat, ezért emelkedőben le kell vonni az adott mért energiából az emelkedési ellenállás kiszámított nagyságát, míg esésben lévő szakaszoknál hozzá kell adni azt.

Az emelési munka értéke:

$$W_{\text{emelkedési}} = \pm e\% \times M \times g \times s_{\text{emelkedési}} \quad [J],$$

ahol „ $M \times g$ ” a szerelvény súlyereje kN-ban ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

$s_{\text{emelkedési}}$ pedig a lejt szakasz hossza m-ben ($1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$).

A mérésekről külön adatokat nem közlünk, azokat csak a számítások eredményeivel együtt ismertetjük. A 2.3. fejezetben a vízszintes pályára redukált mérési adatokkal végeztük el az összehasonlításokat.

2.2. Gyorsítási energiák számítási lehetőségei

A szerelvényeket számításainkban tömegpontként kezeltük. Kétféle számítási módszert alkalmaztunk:

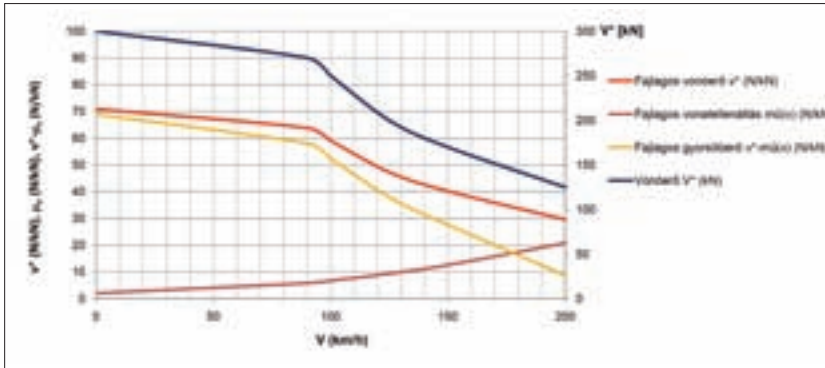
- gyorsítási energiák meghatározása a vontatójármű vonóerő görbéjének felhasználásával,
- gyorsítási energiák meghatározása a mozgási energia képletének alkalmazásával.

2.2.1. Gyorsítási energiák meghatározása a vontatójármű vonóerő görbéjének felhasználásával

A 2. ábra példaként egy 423 t-s Taurus vontatta gyorsvonat (86 t-s mozdony + 337 t-s kocsiszerelvény) vonóerő, fajlagos vonóerő, fajlagos vonatellenállás és fajlagos gyorsítóerő grafikonjait mutatja a sebesség függvényében. A vontatójárművek vonóerő-sebesség jelleggörbéit szakkönyvekből, gépkönyvekből vettük át. Terjedelmi okból a Flirt és a Talent vonóerő görbéit külön nem közöljük.

A 2. ábrán feltüntetett egyéb paraméterek számítása az alábbi:

- fajlagos vonóerő: $v^* = V^*/(M \times g)$ [N/kN], ahol „ V^* ” a mozdony vonóereje Newtonban, „ $M \times g$ ” a teljes (mozdony + kocsi) szerelvény súlyereje kN-ban ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$).
- fajlagos vonatellenállás (μv): szakkönyvekben szereplő képletek alapján számítható, jelen cikknél az OKVPSZ [6]



2. ábra. Vonóerő-, fajlagos vonóerő-, fajlagos vonatellenállás- és fajlagos gyorsítóerő-sebesség grafikonok (423 t-s Taurus mozdony vontatta gyorsvonat) [4]

ajánlásait vettük figyelembe, amelyek az alábbiak (V: a sebesség km/h dimenzióban):

– gyorsvonat esetén:

$$\mu v = 2 + 0,047 \times V^2/100,$$

– tehervonat esetén:

$$\mu v = 2 + 0,057 \times V^2/100,$$

– áramvonalas motorvonat esetén:

$$\mu v = 2 + 0,022 \times V^2/100,$$

– fajlagos gyorsítóerő: $v^* - \mu v$ azaz a fajlagos vonóerő és a fajlagos vonatellenállás különbsége, amely egy átlagérték, a sebességlépcső(k) értékeihez tartozó fajlagos gyorsítóerők átlaga:

$$g_y = (g_{y1} + g_{y2})/2 \text{ [N/kN]}.$$

A fenti paraméterek, valamint a ΔV sebességlépcső ismeretében számítható:

– gyorsulás: $a = (v^* - \mu v)/110 \text{ [m/s}^2\text{]}$
1,06-os tömeghányzó figyelembevételével [7],

– a gyorsítás alatt megtett út: $s = (v^2 - v_0^2)/(2a) \text{ [m]}$, ahol v és v_0 a sebességlépcső értékei m/s dimenzióban,

– a gyorsításhoz szükséges energia: $E = F_{dz} \times s = M \times g \times g_y \times s \text{ [J]}$, ahol F_{dz} a gyorsítóerő Newtonban.

2.2.2. Gyorsítási energiák meghatározása a mozgási energia képletének alkalmazásával

A mozgási energia képlete v_0 -ról v sebességre történő gyorsítás esetén a következő: $E = 0,5 \times M \times (v^2 - v_0^2) \text{ [J]}$, ahol M a szerelvénnyel tömege kg-ban, v és v_0 a sebességlépcső értékei m/s dimenzióban. A képlet közvetlenül a gyorsítási energia értékét szolgáltatja, amely szintén átváltandó kWh egységbe. A gyorsítási energia ezek alapján független a sebességlépcső tagoltságától és a gyorsítás alatt megtett úthosszától, azaz $v_0 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2$ ($v_0 < v_1 < v_2$) gyorsításnál elegendő a v_0 és v_2 határok számításba vétele, egyenletben kifejezve:

$$E = 0,5 \times M \times (v_1^2 - v_0^2) + 0,5 \times M \times (v_2^2 - v_1^2) = 0,5 \times M \times (v_2^2 - v_0^2) \text{ [J]}.$$

2.2.3. A gyorsítási energiák költségeinek számítása

Valamely villamosenergia-érték költsége egyszerűen számítható az adott időszakban érvényes villamos áram árának ismeretében. A számításokban a 2009. évi bruttó 35,0 Ft/kWh energiaárat vettük alapul, a követő években rendre 5-5%-os inflációval kalkuláltunk.

2.3. A mért és a számított gyorsítási energiák összehasonlítása, a mért energiák becslésének lehetősége

Mind a vontatójármű vonóerő görbéiből, mind a mozgási energia képletével számított gyorsítási energiák csak közelítő értékek. Szükség van egy olyan viszonylag egyszerű számítási eljárásra, amellyel gyorsan és megfelelő pontossággal meg lehet becsülni egy adott sebességlépcsőnél elhasznált gyorsítási energia értékét. Ehhez példaként a 3-6. ábrák grafikonjai

szolgálnak, ahol a vontatójárművön mért értékeket ábrázoltuk a két módszerrel számított értékek függvényében.

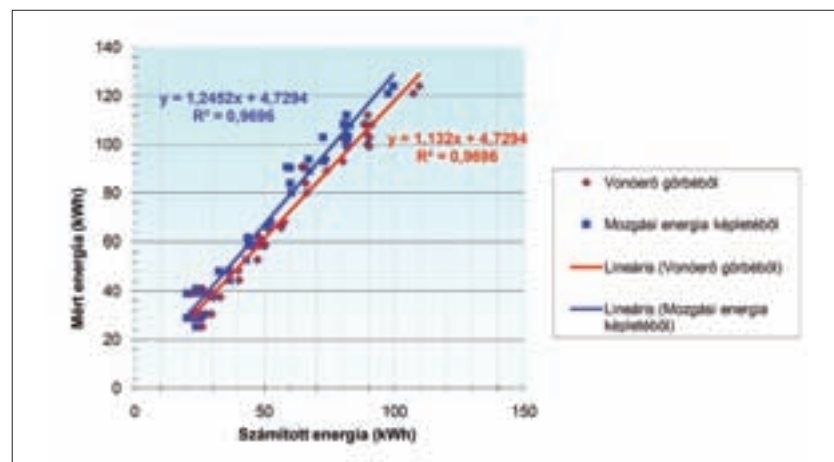
A 3. ábrán Taurus mozdony vontatta gyorsvonatok mért és számított értékeit tüntettük fel az adott sebességlépcsőket figyelembe véve.

A kiadódott pontokra rendre regressziós függvényeket illesztettünk, amelyek az alábbiak:

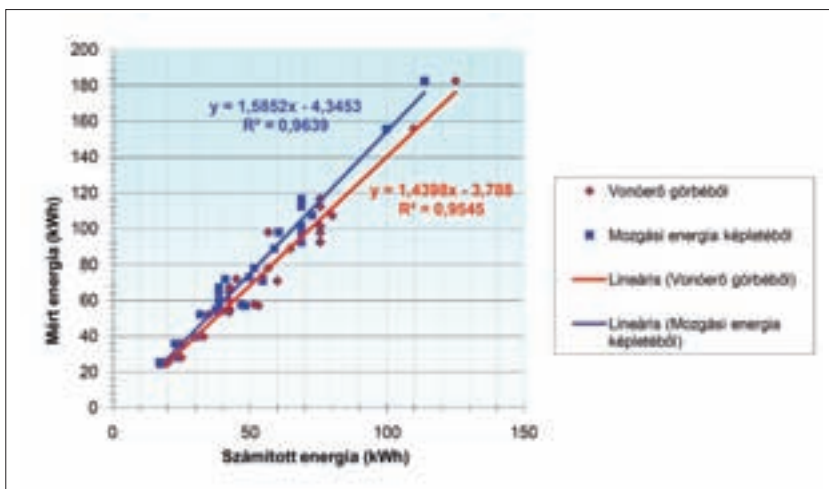
- lineáris függvény,
- exponenciális függvény,
- hatványfüggvény,
- polinomiális függvények.

A 3-6. ábrák lineáris regressziós egyenesekkel mutatják a két változó közötti összefüggéseket, valamint megadják a determináltsági koefficiensnek (R^2) értékeit is. Minél nagyobb az R^2 értéke, annál pontosabban tudja jelezni a megadott függvény az energia változását a számított energia változása esetén. Megvizsgálva a lineáris regressziós egyeneseket, azok eltérnek a 45°-os hajlástól, mivel sem a vonóerő görbéiből, sem a mozgási energia képletéből számított gyorsítási energiaértékek nem tartalmazzák az összes üzemi körülményből származó energiafogyasztást. A lineáris regressziós egyenesek képleteit használva már elegendő pontossággal figyelembe tudjuk venni ezeket a járulékos energiafogyasztásokat.

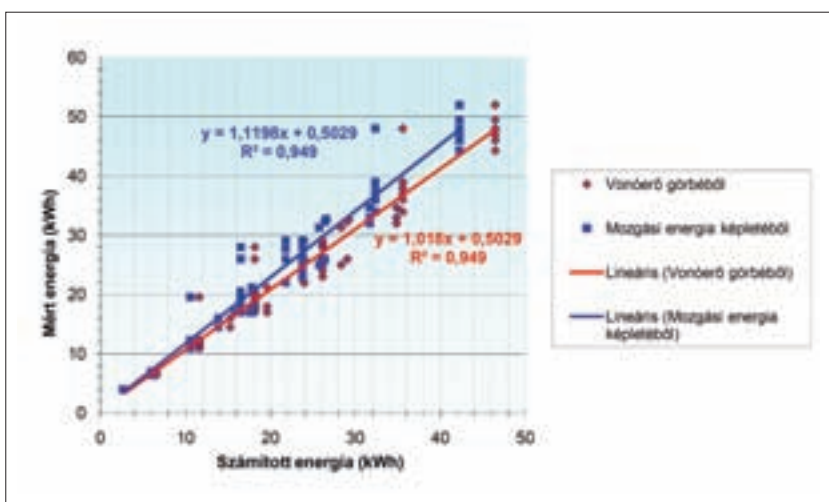
Kiszámítottuk a különböző regressziós függvények egyenleteit és a hozzájuk tartozó R^2 determináltsági koefficiens nagyságát is, ezek képleteit terjedelmi okból nem közöljük. Bár a 6. fokú polinomiális regressziós függvények esetén adódott a legnagyobb R^2 paraméter, mégis első közelítésben a legegyszerűbb,



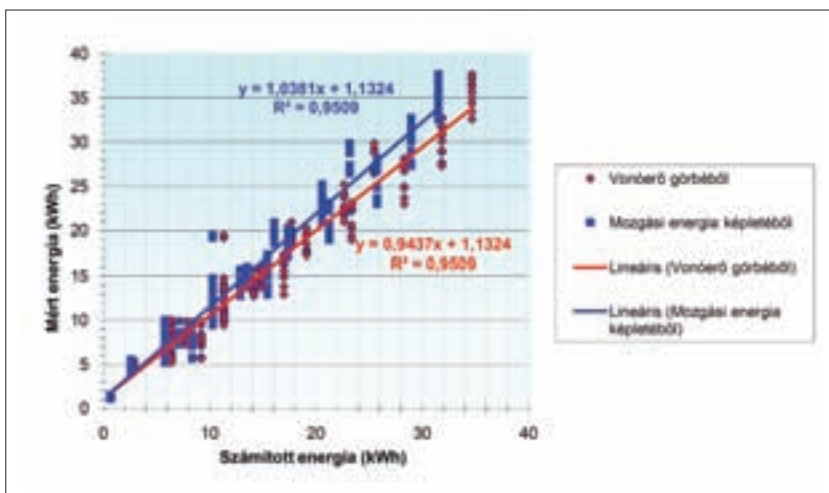
3. ábra. Mért és számított energiaértékek Taurus mozdony vontatta gyorsvonatok esetén



4. ábra. Mért és számított energiaértékek Taurus mozdony vontatta tehervonatok esetén



5. ábra. Mért és számított energiaértékek Flirt motorvonatok esetén



6. ábra. Mért és számított energiaértékek Talent motorvonatok esetén

azaz a 3–6. ábrákon is feltüntetett lineáris regressziós függvények alkalmazása javasolt, a továbbiakban közölt számítások is ezzel készültek.

Megállapítható, hogy statisztikailag a Talent motorvonat vonóerő görbéje alapján számított gyorsítási energia esetén állhat csak elő, hogy a számított érték

nagyobb, mint a mért ($E_{\text{mért}} = 0,9437 \times E_{\text{sz}} + 1,1324$), valamint szem előtt kell tartani a nagyon kis számított gyorsítási energia értékekből (0...5 kWh) becsült mért gyorsítási energiákat, mivel ezeknél is előállhat negatív mennyiség. Általában nagyon ritkán van a több száz, esetleg ezer tonnás szerelvényeknél ilyen csekély energiafogyasztás egy-egy gyorsításnál. Az összes többi esetben a számítással alábecsüljük a tényleges mérési értékeket.

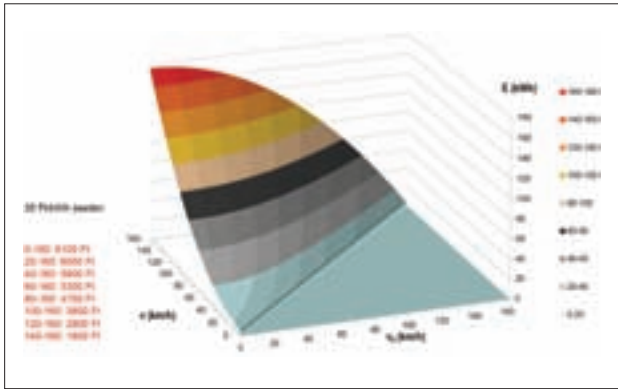
Érdekességképpen bemutatjuk a 7. ábrán egy 500 t-s Siemens Taurus mozdony vontatta gyorsvonat, valamint a 8. ábrán egy 2000 t-s Siemens Taurus mozdony vontatta tehervonat gyorsítási energiaértékeit a v_0 és v sebességek függvényében. Az ábrákon feltüntetjük egyes gyorsítási sebességlepcsőkhöz 35 Ft/kWh áramár esetén a gyorsítási energia költségeit is.

Kiegészítésként 2010 novemberében Railjet vonatokon is végeztünk méréseket (Hegyeshalom országhatár–Budapest-Kelenföld viszonylatban), valamint feltételeztünk egy olyan ideális állapotot, amikor nincs lassújel a pályán. Ez utóbbihoz kiszámoltuk a szükséges villamos energia értékét – a pálya lejtviszonyainak figyelembevételével, és kalkuláltuk a lehetséges rekuperációkat is.

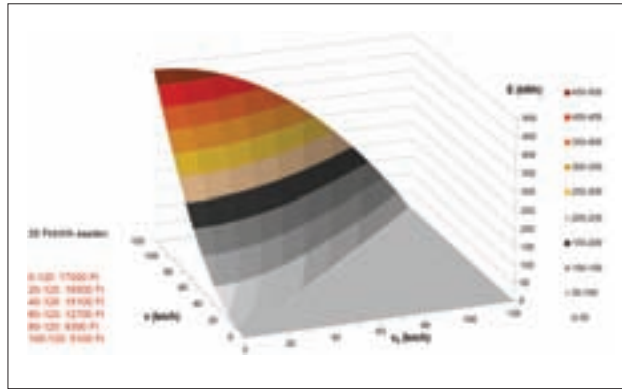
A lassújel nélküli esetre számított energiaértékeket és ezek infláció figyelembevételével prognosztizált árat a 9–10. ábrák mutatják. Az ábrákon látható, hogy még a rekuperációval korrigált elfogyasztott villamos energia is 25,8–33,2%-kal nagyobb, mint az ideális lassújel nélküli esetben (a rekuperációt figyelmen kívül hagyva 30,4–31,4% ez az érték). Visszatulnánk a 2.1. fejezetben említett mozdonyvezetői stílusra, ami a 9–10. ábrákon is egyértelműen látszik, azaz két különböző mérésnél (3 nap eltérés) az elhasznált villamos energia nagyobb (3405 és 3169 kWh), illetve a rekuperáció kisebb (515 és 380 kWh) a 2010. november 5-i esetben.

3. Lassújelek okozta vontatási energiatöbblet költségeinek számítása egy adott vonalon meghatározott időintervallumra

Az első vizsgálatainkhoz Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár (1) vasútvonalat választottuk ki, mivel a magyarországi viszonyokhoz képest na-



7. ábra. Lineáris regresszióval becsült gyorsítási energia-értékek a v_0 és v sebességek függvényében, valamint egyes sebességlépcsők esetére kiszámított gyorsítási energiák költségei egy Siemens Taurus mozdony vontatta 500 t-s gyorsvonatnál



8. ábra. Lineáris regresszióval becsült gyorsítási energia-értékek a v_0 és v sebességek függvényében, valamint egyes sebességlépcsők esetére kiszámított gyorsítási energiák költségei egy Siemens Taurus mozdony vontatta 2000 t-s tehervonatnál

gyobb (120–160 km/h) a pályára engedélyezett sebesség, valamint a vonalszakasz teljesítőképessége és a forgalma is nagy. A számításainkhoz szükségünk volt a vonalon 2009. IV. negyedévben érvényes lassújel-kimutatásra, és ezen időszakban az átgördült elegytonna-mennyiségre vonatójármű szerinti bontásban. Mivel kutatócsoportunk kizárólag a Taurus vontatta gyors- és tehervonatok, továbbá a Flirt és Talent motorvonatok esetén végzett konkrét méréseket, így a többi dízel és villamos vonatójármű esetén energetikus-vasútgépész segítőkink határoztak meg szorzószámokat a mért gyorsítási energiák becsüléséhez. Ezek az értékek, amelyek a mozgási energia képletéből számított energiákhoz használhatók, az alábbiak:

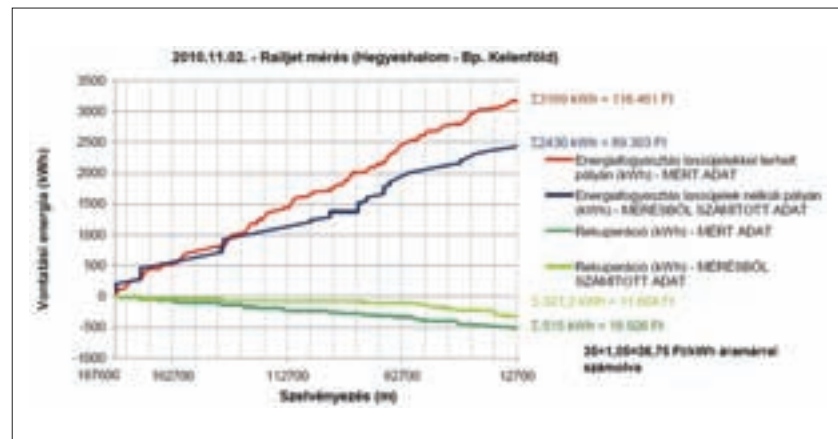
- V63–1 (1163) személyvonat esetén: 1,166,
- V63–1 (1163) tehervonat esetén: 1,280,
- V43 (1043, 1143, 1243, 1343) személyvonat esetén: 1,266,
- V43 (1043, 1143, 1243, 1343) tehervonat esetén: 1,313,
- M41 (2241, 2341) személyvonat esetén: 1,884,
- M41 (2241, 2341) tehervonat esetén: 2,000,
- M62–0 (2062)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

A dízel vonatójárművek gázolajfogyasztását villamos energiára számítottuk át, így csupán kWh elfogyasztott mennyiségeket kellett meghatározni.

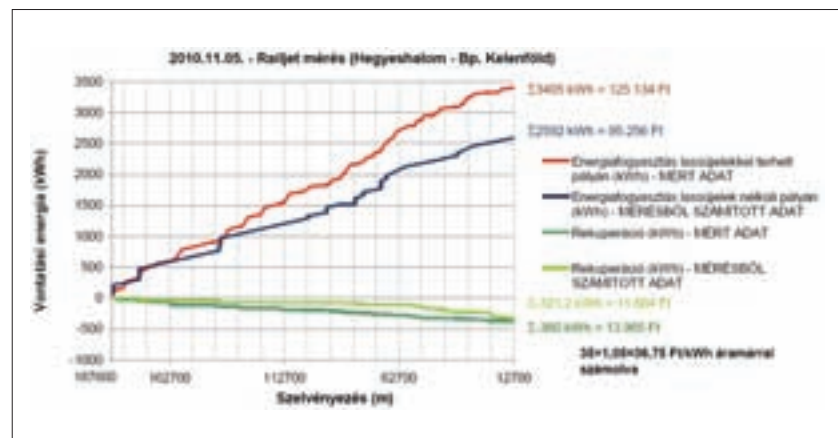
A 2009. októberben az 1-es vonalra érvényes lassújel-kimutatást a Győri PFT Alosztály bocsátotta rendelkezésünkre mindkét vágányra vonatkozóan (ezt állandónak tekintettük a teljes 2009. IV. negyedévben), az átgördült elegytonnaértékeket vonatójárműnként, havi bontás-

ban a MÁV Informatika Zrt.-től kaptuk meg.

Összehasonlító számításokat végeztünk azzal kapcsolatban, hogy milyen módon lehetséges egyszerűsíteni a kalkulációt a lassújelek utáni gyorsítási sebességlépcsők egyenkénti figyelembevételé-



9. ábra. 2011. november 2-i railjetes mérés és a lassújelmentes állapotmérés alapján számított energiafogyasztása és költségei a rekuperációt is feltüntetve [5]



10. ábra. 2011. november 5-i railjetes mérés és a lassújelmentes állapotmérés alapján számított energiafogyasztása és költségei a rekuperációt is feltüntetve [5]

3. táblázat. A 2009. októberi lassújelállomány felszámolásának ütemezése a tervezett költségekkel a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár vasútvonalon [4]

| BAL VÁGÁNY | 2009 IV. negyedév | | | 2010 | | | 2011 | | | 2012 | | | 2013 | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) |
| | 80 | 120 | 8 | 80 | 120 | 180 | 80 | 120 | 100 | 80 | 140 | 35 | 100 | 140 | 80 |
| | 80 | 160 | 10 | 80 | 140 | 8 | 100 | 180 | 33 | 80 | 140 | 455 | | | |
| | 80 | 120 | 8 | 100 | 120 | 28 | 120 | 180 | 38 | | | | | | |
| | 80 | 140 | 0.8 | 100 | 140 | 25 | | | | | | | | | |
| | 80 | 140 | 0.3 | 100 | 140 | 24 | | | | | | | | | |
| | 80 | 140 | 0.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 80 | 160 | 22 | | | | | | | | | | | | |
| | 100 | 140 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| átlag | 78 | 140 | | 88 | 132 | | 93 | 147 | | 88 | 148 | | 100 | 148 | |
| átlag (számításához) | 84 | 138 | | 88 | 138 | | 90 | 143 | | 87 | 148 | | 100 | 148 | |
| jav. kgt. összesen | | | 50,8 | | | 263 | | | 171 | | | 490 | | | 30 |
| darab (lassújel) | 8 | | | 8 | | | 3 | | | 2 | | | 1 | | |
| darab (lassújel) összesen | | | | | | | 3 | | | 2 | | | 1 | | |

| JOBBI VÁGÁNY | 2009 IV. negyedév | | | 2010 | | | 2011 | | | 2012 | | | 2013 | | |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) | átlós seb. (km/h) | felold seb. (km/h) | jav. kgt. (MFT) |
| | 80 | 120 | 42 | 80 | 80 | 8 | 80 | 120 | 100 | 80 | 140 | 455 | 100 | 140 | 50 |
| | 80 | 100 | 3,2 | 80 | 120 | 30,5 | 120 | 140 | 10 | 80 | 120 | 8 | | | |
| | 80 | 160 | 0,8 | 100 | 120 | 9 | 120 | 140 | 18 | 100 | 120 | 4 | | | |
| | 100 | 140 | 2 | 100 | 120 | 8 | | | | 100 | 120 | 4 | | | |
| | 100 | 140 | 0,3 | 100 | 140 | 24 | | | | 100 | 140 | 18 | | | |
| | 100 | 140 | 0,3 | 120 | 140 | 25 | | | | 120 | 140 | 35 | | | |
| | 100 | 160 | 0,4 | 120 | 140 | 24 | | | | | | | | | |
| | 100 | 160 | 3 | 120 | 160 | 10 | | | | | | | | | |
| | 120 | 140 | 0,4 | | | | | | | | | | | | |
| átlag | 94 | 140 | | 98 | 128 | | 100 | 133 | | 93 | 138 | | 100 | 148 | |
| átlag (számításához) | 94 | 132 | | 97 | 136 | | 96 | 132 | | 94 | 131 | | 100 | 148 | |
| jav. kgt. összesen | | | 52,4 | | | 729,5 | | | 128 | | | 524 | | | 50 |
| darab (lassújel) | 8 | | | 8 | | | 3 | | | 6 | | | 1 | | |
| darab (lassújel) összesen | | | | | | | 3 | | | 6 | | | 1 | | |
| jav. kgt. összesen (bal+jobb vg.) MFT | 103,6 | | | 402,5 | | | 299 | | | 1014 | | | 100 | | |

4. táblázat. Vontatási energiátöbblet, valamint a pályahibák kijavításának prognosztizált költségei táblázatosan 2009. október és 2013. december között a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár vasútvonalon [4]

| | 2009. IV. n.év. | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Összesen |
|---|-----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| Bal vágány többlet-energiaköltség | 288 237 893 Ft | 625 629 218 Ft | 370 048 028 Ft | 200 634 661 Ft | 50 003 921 Ft | 1 534 551 819 Ft |
| Javítási költség bal vágány | 50 800 000 Ft | 263 000 000 Ft | 171 000 000 Ft | 490 000 000 Ft | 50 000 000 Ft | 1 024 800 000 Ft |
| Jobb vágány többlet-energiaköltség | 285 219 484 Ft | 742 108 236 Ft | 459 670 036 Ft | 354 379 111 Ft | 49 772 651 Ft | 1 891 147 499 Ft |
| Javítási költség jobb vágány | 52 800 000 Ft | 139 500 000 Ft | 128 000 000 Ft | 524 000 000 Ft | 50 000 000 Ft | 894 300 000 Ft |
| Bal vágány+jobb vágány többlet-energiaköltség | 573 457 377 Ft | 1 367 737 454 Ft | 829 718 064 Ft | 555 013 772 Ft | 99 776 572 Ft | 3 425 899 317 Ft |
| Javítási költség bal vágány+jobb vágány | 103 600 000 Ft | 402 500 000 Ft | 299 000 000 Ft | 1 014 000 000 Ft | 100 000 000 Ft | 1 919 100 000 Ft |

miatti gyorsítási többletenergiaikat, és adjunk javaslatot a költségek optimalására.

A Győri PFT Alosztálytól megkaptuk a 2009–2013 közötti időszakban megszűntetendő pályahibák listáját (kibővített lassújel-kimutatás), továbbá ezek prognosztizált költségeit és a kijavítás évét. Amennyiben kijavítunk egy pályahibát, megszüntethető a lassújel, és az a későbbiekben már nem növeli a lassújelek utáni gyorsításoknál jelentkező vontatási energiátöbbletet. A Győri PFT Alosztály ki-

mutatása és terve alapján készítettünk egy összefoglaló táblázatot a lassújelállomány felszámolásának ütemezéséről, amelyben feltüntettük a tervezett költségeket is (3. táblázat).

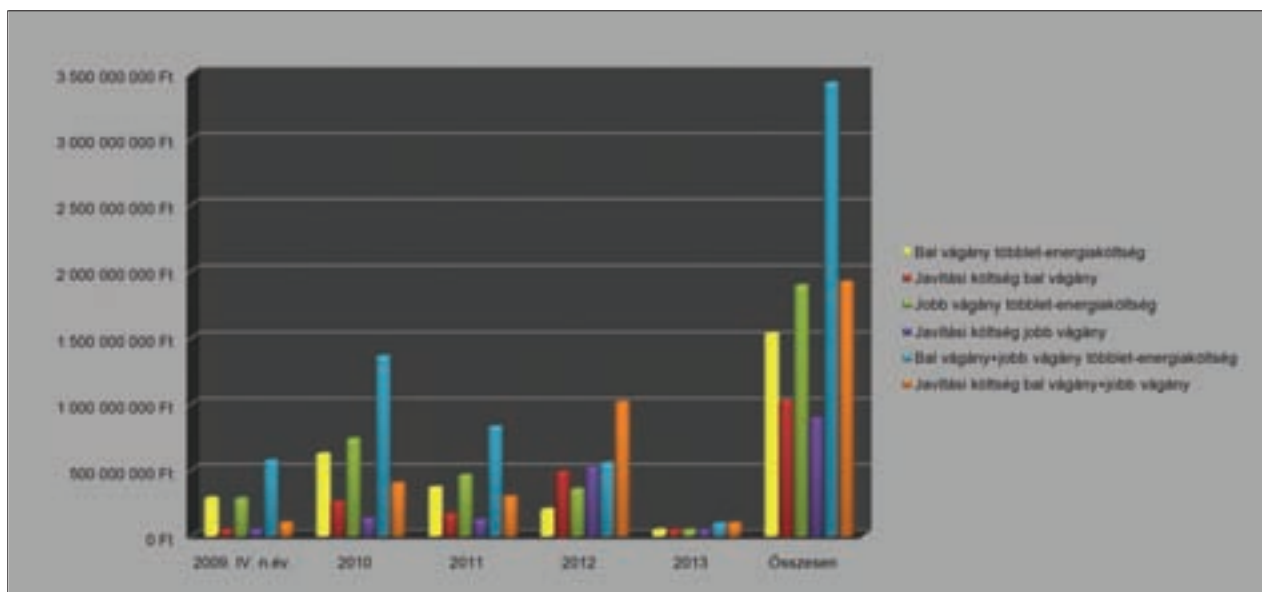
A 2010–2013 közötti évekre évi 5%-os inflációt vettünk figyelembe 2009-hez képest, valamint a gázolaj és a villamos áram árának egymáshoz viszonyított jövőbeli változását elhanyagoltuk. Az átgördült elegytonna-mennyiséget a 2010–2013 közötti időszakra konstansnak te-

kintettük, és a 2009. októberi értékekkel kalkuláltunk. A hibák kijavításával a lassújelek számának csökkenését is számításba véve az 4. táblázat és a 11. ábra tartalmazza a vontatási többletenergia és a hibák kijavításának költségeit.

Az 5. táblázat és a 12. ábra a lassújelek utáni gyorsítási energiaköltség megtakarításokat, az előre hozott munkálatok miatti költségmegtakarításokat (évi 5%-os inflációt feltételezve), illetve az összes elvi megtakarítást mutatja évekre lebontva az

5. táblázat. Az energia és a munkálati költségmegtakarítások az idő függvényében a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár vasútvonalon [4]

| Évek | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|----------|----------|----------|----------|--------|
| Gyorsítási energiaköltség (M Ft) | 573,46 | 1 367,74 | 829,72 | 555,01 | 99,78 |
| Gyorsítási energiaköltség megtakarítás (M Ft) | 2 852,25 | 1 484,51 | 854,79 | 99,78 | 0,00 |
| Munkálati költség (M Ft) | 103,60 | 402,50 | 299,00 | 1 014,00 | 100,00 |
| Összegzés "visszafelé" (M Ft) | 1 815,50 | 1 413,00 | 1 114,00 | 100,00 | 0,00 |
| Munkálati költség megtakarítás 5 %-os infláció miatt (M Ft) | 86,45 | 67,29 | 53,05 | 4,76 | 0,00 |
| Összes elvi megtakarítás (M Ft) | 2 938,70 | 1 551,80 | 707,84 | 104,54 | 0,00 |



11. ábra. Vontatási energiátöbblet, valamint a pályahibák kijavításának prognosztizált költségei 2009. október és 2013. december között a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár vasútvonalon [5]

1-es vonalra vonatkozóan. A megtakarítások értékei azt jelentik, hogy amennyiben a szakszolgálat által tervezett ütemezés helyett a megadott évben kijavítják az összes meglévő pályahibát, a következő években keletkező lassújel utáni gyorsítási többletenergia már nem keletkezik, továbbá a betervezett javítási költségek inflációja sem terheli már a MÁV-ot és a PFT Alosztályt. Ezek alapján, ha például 2010 végéig sikerült volna megszüntetni az összes lassújelet, akkor 1551,8 M Ft megtakarítás lett volna elérhető, azaz ekkora összeggel kevesebbet kellett volna elkölteni a lassújelek miatt. Természetesen a javítási költség ilyenkor is fennáll, csak koncentráltabb kiadására van szükség, ezt ún. erőltetett lassújel-felszámolási programnak neveztük el.

A 4. táblázat és a 12. ábra alapján levonható egyéb következtetések:

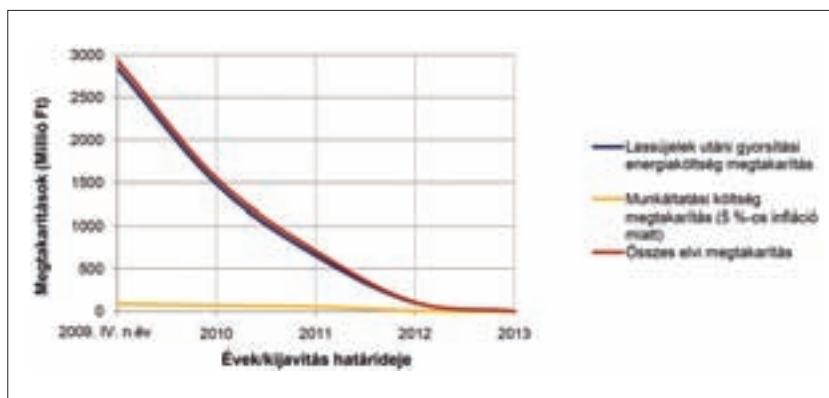
- megfigyelhető, hogy sok a lassújel, ezért viszonylag magas energiaár adódik, de ezek a lassújelek viszonylag alacsony áron megszüntethetők (szabályozásokkal).
- A 2012-ben mutatkozó magas javítási költség két darab lassújel-felszámolás következménye, az egyik a Szárliget–Tatabánya térségében mutatkozó, vágányonként 300–300 m hosszú pályaszakas alépítményi hiba drága kijavítása, a másik a Rába-híd rekonstrukciós költsége. Megjegyzés: ebből a bal vágányban a Rába-híd felújítása 2011 szeptemberéig befejeződött, de a kalkuláció időpontjában ennek pontos ütemezését nem lehetett tudni.
- Természetesen a lassújelet okozó hiba javítási költsége független a lassújel okozta gyorsítási többletenergia költségétől! Az egyszerűen (olcsón) kijavítha-

tó hiba miatti lassújel ugyanúgy magas gyorsítási energiaköltséggel jár, mint a drágán kijavítható. Ebből a szempontból érdemes a kis költséggel javítható hibák előresorolása.

5. Összefoglalás

Cikkünkben a lassújelek utáni gyorsítási energiák mérésével, számításával és becslési lehetőségeivel foglalkoztunk. Kritikát fogalmaztunk meg a [3]-ban megjelent számítási eljárással és az eredmények értékeivel kapcsolatban. Bemutattuk, milyen regressziós függvények alkalmasak a mért gyorsítási energiaértékek számításai becsléséhez, amelyek közül a lineáris regresszió alkalmazásával konkrét lassújelekre számítottuk a gyorsítási többletenergia kWh nagyságait, valamint az adott időszakban érvényes elektromos energia árának ismeretében ezek költségeit. Példaként felvázoltuk a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár (1) vasútvonal 2009. IV. negyedére a lassújelek miatti energiátöbbleteket és költségeiket. Döbbenetes, hogy csak az 1-es vasútvonalon több mint 2 Mrd Ft fölöslegesen elhasznált elektromos áram lett kifizetve egy év alatt, és a javítási munkálatok elmaradásával ez az összeg folyamatosan növekszik.

Ezt követően a Győri PFT Alosztály által betervezett pályahiba-megszüntetések alapul véve kikalkuláltuk a 2009–2013-ig terjedő időszakban a lassújelek miatti gyorsítási energiátöbbletet, és ezt



12. ábra. Az energia és a munkálati költségmegtakarítások vonala az idő függvényében a Budapest-Kelenföld–Hegyeshalom országhatár vasútvonalon [5]

Fischer Szabolcs 2008-ban végzett a Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Karán okleveles szerkezet-építő és közlekedésépítő mérnökként. 2008. szeptembertől a Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola doktorandusz hallgatója. Kutatási területe a közvetlenül a vasúti zúzottkő ágyazat alá beépített georácsok hatásainak vizsgálata. 2009. szeptembertől egyetemi tanársegéd a Széchenyi István Egyetem Közlekedésépítési és Településmérnöki Tanszékén, ahol a vasúttervezési, -építési és -fenntartási szakmai tárgyakat oktatja. 2009-től tagja a Magyar Mérnöki Kamarának. 2011. januártól a Közlekedéstudományi Egyesület Győr-Moson-Sopron Megyei Területi Szervezetének titkára.

összehasonlítottuk a javítási költségek értékeivel. Ha 2010 végéig sikerült volna kijavítani az összes lassújelet okozó pályahibát, a lassújelek utáni gyorsítási energia-költség megtakarítás és a javítási munkák árába kalkulált évi 5%-os inflációs költség a munkák előrehozása miatti megtakarítása összesen 1551,8 M Ft lett volna a 2010–2013 közötti időszakra, míg a javítási költség összesen 1919,1 M Ft (= 1815,5 + 103,6). (Megjegyzés: Ezt az összehasonlítást minden évre el lehet készíteni, ellenben felhívánk a figyelmet, hogy abban az esetben, ha a javításokat csak a betervezett időpontban hajtják végre, sem gyorsítási energiaköltség, sem munkáltatási inflációs költség megtakarítás nem érhető el [l. 5. táblázat 2013-as év].) A javítás után lassújelek miatti gyorsítási energiaköltség nem keletkezne, ami ideális és egyben elvárható állapot lenne. Amennyiben minél későbbre halasztják a lassújelek megszüntetését, annál nagyobb lesz a gyorsítási energiaköltség. Teljes mértékben szemléletváltásra lenne szükség a politikusoknál és gazdasági döntéshozóknál, mert a lassújelek megszüntetése ugyan hirtelen jelentkező nagyobb kiadást jelent, de hosszú távon gazdaságosabb, mint a sebességkorlátozott pályán átgördülő elegendő mennyiség lelassítása, majd újra felgyorsítása. Nem beszélve a menetidők növeke-

déséről, viszont ebben a cikkben nem a menetidő-csökkentés volt az elsődleges szempont, hanem a gyorsítási többlet-energiák csökkentése. (Ha a vonatok menetidejét kívánjuk csökkenteni, a hosszszan elnyúló pályahibák kijavítását kell prioritásként kezelni, mert ezeken gyűjtik össze a vonatok a legtöbb kését. Ezzel bizonyos szinten ellentétes az energiaköltség csökkentésére irányuló olyan törekvés, ahol egy adott összegből a lehető legtöbb, azaz kis költséggel kijavítható hibát kell felszámolni.)

Hangsúlyozom, hogy ebben a cikkben, valamint a MÁV egyéb kutatás-fejlesztési munkáiban javasolt innovatív jellegű ajánlások gyakorlati jelentőségét és alkalmazhatóságát a MÁV felső vezetőinek és a döntéshozóknak fokozottabban kellene figyelembe venniük, és a költségoptimalás szempontjából érdemesnek tartott ötleteket, javaslatokat be kellene építeni a mindennapi gyakorlatba. Cikkünk kiemelt ajánlása az, hogy a lassújeleket minél előbb meg kell szüntetni, ehhez a jövőben több évre előre ütemtervet és költségbebecslést kell készíteniük a PFT Alosztályoknak, és a pályafenntartásra fordítható összegekből a lehetőségekhez képest a legtöbb lassújelet okozó pályahibát ki kell javítani. A legjobb megoldás természetesen az összes lassújel felszámolása, amelylyel a jövőben gazdaságosabban működhetne a vasúti vontatás, és a pálya romlása is kontrollálható lenne.

Bízunk benne, hogy a jövőben nagyobb figyelmet fordítanak a szárazföldi személy- és teherszállítás egyelőre leginkább környezetbarát módját biztosító villamosvasúti vontatásra, és pályázati pénzekből, valamint adóbevételekből a lehető legjobb állapotú vasúti infrastruktúrát sikerül megteremteni – természetesen lassújelek nélkül. Kiemelten fontos a vasúti infrastruktúra (új vonalak építése, meglévők magas fokú fenntartása, vasútvonalak villamosítása, kétvágányúsítása), illetve a géppark (modern vontatójárművek, kocsik és vagonok beszerzése) fejlesztése. Ezek mellett titkon abban reménykedünk, hogy a közutakon – kifejezetten a nagyobb városokban a magas személygépkocsi-, valamint az autópályákon a hatalmas tehergépkocsi-forgalom miatt – tapasztalható torlódások csökkenthetők a tömegközlekedés tudatosabb használatával, illetve a tehergépkocsik RoLa szerelvényekként történő szállításával.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003: Mobilitás és környezet projekt támogatásával jött létre. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. ◀◀

Irodalomjegyzék

[1] *www.kti.hu, Grafikus adatbázisok, trendek, 2011. augusztus 17.*

[2] *D54. Építési és pályafenntartási műszaki adatok, előírások, I. kötet. KÖZDOK, Budapest, 1987, 325. o.*

[3] *Dr. Küzdy Gábor: A lassújelek felszámolásának jelentősége. Sínek Világa, 2010/2., 8–11. o.*

[4] *A vasúti pályán a lassújelek után szükséges gyorsítások energiaigényének vizsgálata, kutatási jelentés. Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr, 2009. július 20., 152. o.*

[5] *Lassújelek okozta vontatási energiaköltség csökkentésének és a lassújelet okozó pályahiba kijavítási költségeinek összevetése, kutatási jelentés. Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr, 2010. december 10., 199. o.*

[6] *Országos közforgalmú vasutak pályatervezési szabályzata (OKVPSZ). KÖZDOK, Budapest, 1983, 185. o.*

[7] *Dr. Gajári József: Vasútépítéstan I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983, 434. o.*

Summary

This article deals with the measurement and calculation possibilities of additional traction energies due to speed limit signs. It gives regression functions which are able to be used for evaluate this kind of energy without further measurements.

The research team, which the author belongs to, made calculation for the Budapest Kelenföld-Hegyeshalom country board (1) railway line, and it showed why the track faults have to be eliminated. The comparison of elimination costs of track fault as well as additional traction energies have been made, and it was concluded that speed limit signs have to be abolished as soon as possible, because it is much more economic in the future.



SWIETELSKY

Swietelsky Vasúttechnika Kft.
Rugalmasságunk az Ön sikerének kulcsa!

Vasúttechnika Kft.

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





HungaRail

Mérnöki, Kereskedelmi és Tanácsadó Kft.
Engineering, Trading and Consulting Co., Ltd.
H-1145 Budapest, Jávors. Sb



REG. SZ.: 06-092215-1134/1



Fővállalkozás, tervezés, szaktanácsadás, értékesítés, kivitelezés és üzembe helyezés kötőtpályás járművek és felhővezeték-rendszerek területén

General enterprise for planning, consulting, marketing, completion and comissioning in the scope of rail, vehicles and overhead wires system





Diagnosztikai fejlesztések

Az FMK–007 felépítményi mérőkocsi bemutatása

Béli János

igazgató

MÁV Központi

Felépítményvizsgáló Kft.

✉ mavkfv@mavkfv.hu

☎ 347-4015

A mai információtechnológiai forradalom új lehetőségeket teremtett a vasúti pályadiagnosztikában. Ha van egy jó csapat, amelyik ezeket a lehetőségeket rövid idő alatt és folyamatosan átülteti a gyakorlatba, akkor hihetetlen nagy lépést teszünk abban a tekintetben, hogy a pontos és megbízható diagnosztikával sokkal nagyobb mértékben kihasználhatjuk a vasúti pályák teljesítőképességét, vagy időben jelezhető ha a pálya valamelyik paramétere megközelíti a biztonság által megkövetelt határértéket.

A MÁV Zrt. Pályalétesítményi Főosztály és a MÁV Központi Felépítményvizsgáló (KFV) Kft. közös diagnosztikai-fejlesztési stratégiai tervet készített 2010-ben.

A közös diagnosztikai beruházási terv készítésének főbb motivációi:

1. Az elavult és öreg berendezések kiváltása.

Az egyik legjobban eladható „termék”, a gépi ultrahangos sínvizsgálat több mint 50 éves vontató motorkocsikkal történik:

- nem üzembiztosak,
- karbantartási költségük magas,
- a környezetvédelmi előírásoknak nem felelnek meg.

2. Az EU-s előírásoknak való megfelelés.

3. Új diagnosztikai mérőrendszerekkel az elkövetkezendő időszakban növelni kí-

vánjuk a forgalombiztonságot, illetve költséghatékonyabban üzemeltetni a vasúti pályát. Ilyen eszközök a következők:

- georadar,
- űrszelvénymérő rendszer,
- egyenértékű kúposág irodai rendszer.

A beruházások eredménye, hogy hosszú távon megoldódik a vasúti pálya állapotát vizsgáló diagnosztikai berendezések üzemkézsége. Ezáltal megnövekednek a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. értékesítési esélyei a piacokon, ami a MÁV Zrt.-nek mint tulajdonosnak eredménytöbbletet, és mint megrendelőnek költségmegtakarítást jelent.

Az alábbi táblázatban áttekinthető az egyes beruházások tervezett ideje, illetve a folyamat jelenlegi állása.

| Diagnosztikai berendezések | | |
|---|---------------|-------------------------|
| Megnevezés | Tervezett idő | Állapot |
| Kézi ultrahangos vizsgálókészülék (USK–003) | 2010 | Rendszerbe állítva |
| Speciális vizsgálófejek fejlesztése | 2011, 2012 | Folyamatban |
| FMK-007 mérőrendszerének korszerűsítése | 2011 | Rendszerbe állítva |
| Kézi örvényáramos mérőrendszer (2 db) | 2011 | Rendszerbe állítva |
| Űrszelvény mérőrendszer | 2011 | Szerződés aláírás előtt |
| Georadar | 2011 | Kiírás alatt |
| Új sindiagnosztikai mérőszelvény (SDS–2) | 2013 | Tervezés alatt |
| Gépi UH mérőrendszer | 2012 | Tervezés alatt |
| Gépi örvényáramos mérőrendszer | 2012 | Tervezés alatt |
| Diagnosztikai szoftverek | | |
| Megnevezés | Tervezett idő | Állapot |
| PÁTER szakértői rendszer | 2012 | Kidolgozás alatt |
| Komplex vágánygeometriai irodai rendszer | 2011 | Kidolgozás alatt |
| Egyenértékű kúposág irodai rendszer | 2011 | Kidolgozás alatt |

Az USK–003 kézi ultrahangos mérőberendezés jellemzői:

- Az újonnan kifejlesztett kiskocsi váza és víztartálya alumíniumból készült, ezért könnyű.
- A víztartály a vázzal egybeépített, alsó elhelyezésű, ami a kiskocsi súlypontjának mélyebb helyzetét idézi elő, és ezáltal stabilitást biztosít.
- A vizsgálófejek műanyag házban vannak, így a sérülési lehetőségük igen csekély, az élettartamuk, kopásállóságuk is igen kedvező.
- A futó kerekek állíthatóak és nyomkarimával vannak ellátva, ami a készülék sínen való vezetését biztosítja.
- A kerekekre impulzusadót szereltek, ami méterenként számolja a megtett utat. A sínvizsgáló készülék az 1. ábrán látható.



1. ábra. USK–003 sínvizsgáló készülék

FMK–007 felépítményi mérőkocsi

Az FMK–007 mérőkocsira 2011-ben kombinált vágánygeometriai mérőrendszert szereltek, amely egy optikai hűrmérőből és egy inerciális mérőrendszerből áll (2. ábra).



2. ábra. FMK-007 mérőkocsi

A mérőrendszer kifejlesztésénél figyelembe vették a legújabb EU-s előírásokat és tűrőhatárokat. Az MSZ EN 13848 szabvány által előírt geometriai paramétereket, azaz torzításmentes mérési adatokat a D1 ($\lambda = 3-25$ m) és D2 ($\lambda = 25-70$ m) hullám tartományban szolgáltatja, ezenkívül a korábbi mérési elvvel kompatibilis tetszőleges hűrelrendezésben torzításos adatokat is képes előállítani. A mérőrendszer elvi felépítése a 3. ábrán látható.

A korábban kifejlesztett járműdinamikai rendszert integráltuk az új vágánygeometriai rendszerrel, így a geometriai és dinamikai paraméterek együttesen megjeleníthetők, illetve rögzíthetők és elemezhetők a mérési diagramon.

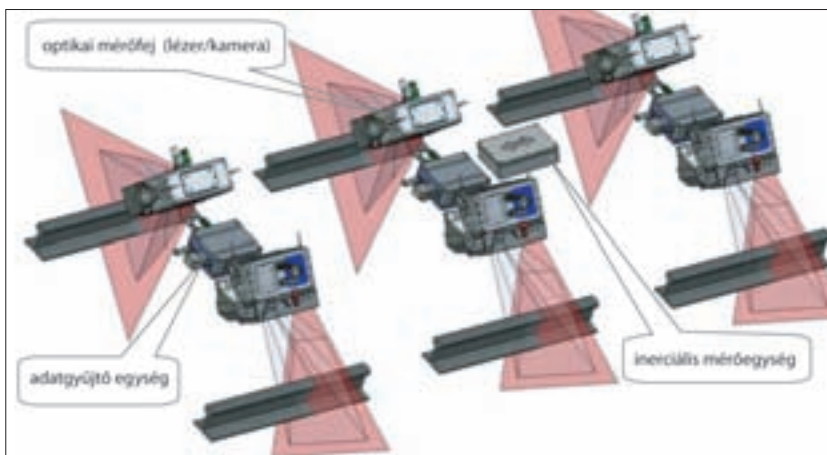
Mért vágánygeometriai jellemzők:

- süppedés jobb sínszál (választható mérési elven),
- süppedés bal sínszál (választható mérési elven),
- irány jobb sínszál (választható mérési elven),

- irány bal sínszál (választható mérési elven),
- síktorzulás (5 különböző bázison),
- nyomtávolság
- nyomtávolság-változás (1 m-es bázison),
- túlemlés,
- görbület,
- süppedés szórás.

Mért járműdinamikai jellemzők:

- a vágányra ható oldalirányú erő [Sum Y],
- siklásbiztonsági mérőszám [Bs],
- kiegészítő siklásbiztonsági mérőszám [Bks],
- pályabiztonsági mérőszám [Bp],
- függőleges relatív vágányterhelési mérőszám [PT_v],
- függőleges relatív sínszálterhelési mérőszám (jobb sínszál) [PT_j],
- függőleges relatív sínszálterhelési mérőszám (bal sínszál) [PT_b],
- keresztirányú utazási komfort mérőszám [Kk],



3. ábra. Mérőrendszer elvi felépítése

- függőleges utazási komfort mérőszám [Kf],
- kvázistatikus szabad oldalgyorsulás [Kqk],
- tényleges kiegyenlített szabad oldalgyorsulás [a₀].

A mérőrendszer szolgáltatása:

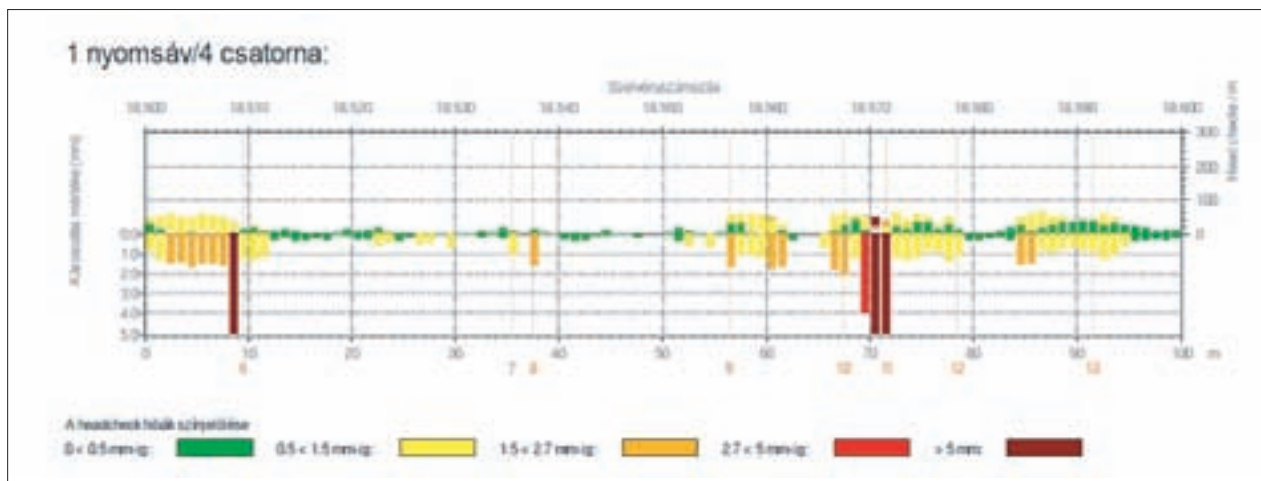
- mérési grafikon (geometriai és dinamikai paraméterek egyaránt bekapcsolhatóak),
- geometriai lokális hibák listája (több mérethatár-kategóriára),
- általános pályaalapot-minősítés (minősítési szakaszonként),
- statisztikai értékelés (statisztikai szakaszonként),
- digitális adatok (az új vágánymérési rendszerhez tartozó Vágánymérési Irodai Program biztosítja az összes elemzés elvégzését, mind vágánygeometria, mind járműdinamika esetében).

A korábbi vágánygeometriai rendszerhez képest a következő új szolgáltatások valósultak meg:

- Süppedés és irány paraméterek több mérési elv szerinti szolgáltatása (D1, D2, eredeti húr, tetszőleges húr);
- Új geometriai paraméterként szolgáltatják a „nyomtávolság-változást” és a „süppedés szórást”;
- Lokális hibák értékelése, több mérethatár-kategóriára lehetséges, pl. C1, C2, D;
- GPS koordináták rendelhetők a mért adatokhoz;
- A mérethatár-kategóriák darabszáma 12;
- A mérethatár-kategóriák megnevezése változtatható;
- A túlemlés és az irány paraméterek fix alapvonalon is ábrázolhatók, az íves pályarészeken ezáltal az összemetsző paraméterek kiküszöbölhetők;
- A szerkezeti egységek határain a nyomtatott diagramon és a jelentésnél új fejléc készül.

A rendszer kifejlesztésében a Pályalétesítmenyi Főosztály, a Vasúti Mérnöki és Mérésügyi Szolgáltató Központ (VMMSZK) és a MÁV KfV Kft. szakemberei vettek részt.

A mérőkocsi üzembe helyezésével további lehetőségek nyílnak a vágányállapot elemzésére és a pályaalapot pontos meghatározására. A mérőrendszer beruházását a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. saját forrásából valósította meg.



4. ábra. Örvényáramos sínvizsgáló készülék kiértékelési grafikonja

Örvényáramos sínvizsgáló készülék Draisine D 340

A készülék elsősorban a sínfej felületi vagy felület közeli repedéseinek (Head Checking) kimutatására szolgál, és 3 mm-es károsodási mélységig képes a hibák felderítésére. A négy vizsgálófej pozíciója egymástól függetlenül állítható a futófelületen, a vezetőélen és a vezetési felületen. A mérőfejek vezetését és pozícióban tartását két különleges mágnes biztosítja. A mérési eredmények feldolgozása és kiértékelése nagyrészt automatikus, ugyanakkor nagy körültekintést és szakértelmet igényel a paraméterek beállítása miatt. A kimeneti fájlok .pdf formátumban állnak rendelkezésre, és méteres felbontásban tartalmazzák nemcsak a károsodási mélységet, hanem a repedések darabszámát is (4. ábra).

Űrszelvénytérési rendszer

Már régóta igényli a szakma, hogy az űrszelvénytérési feladatot megnyugtatóan megoldjuk. Az elmúlt időszakban ezzel kapcsolatban nagyon sok kísérlet történt, de az elkészült rendszerek nem voltak alkalmasak a hálózatszintű mérésre. A technika fejlődésével elérhető áron lehet egy megfelelő megoldást találni az űrszelvénytérési hálózatszintű megoldására.

A mérőberendezést az FMK-004 mérőkocsra tervezzük felszerelni, hasonlóan az Infrabel mérőkocsihoz (5. ábra).

Az állomási mellékvágányok mérésénél ugyanez a mérőkészülék kerülne egy kézi kiskocsra, amellyel könnyen végig lehet tolni a vágányon.

A kézi űrszelvénytérő rendszerrel szembeni elvárások

- Az eszköznek szállíthatónak kell lennie közúti gépkocsival, ezért a szét- és összeszerelés biztosítása szükséges.
- Vágányba történő be- és kihelyezését két fő el tudja végezni.
- Súlya ne haladja meg a 80 kg-ot.
- Az alkalmazott akkumulátor biztosítson egy min. 8-10 órás műszakot.
- Biztosítsa a méréshez szükséges kiegészítő mérési rendszer funkcióit (túl- emelés, ívsugár stb.).
- Az üzemeltetés során biztosítani kell, hogy a vágányból könnyen eltávolítható és visszahelyezhető legyen, mivel vonatközlekedés esetén is kívánja alkalmazni az ajánlatkérő a mérőrendszert.
- A mérés elvének olyannak kell lenni, hogy kézi mérés esetén 5–10 km/h sebességgel folyamatosan lehessen mérni.
- A mérési pontosság a mérési tartományon: ± 10 mm.



5. ábra. Űrszelvénytérő berendezés az Infrabel mérőkocsján



6. ábra. Munkagépre szerelt mérőrendszer

Béli János a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán 1976-ban vasútéptő és fenntartó üzemmérnöki diplomát, 1988-ban futástechnikai szakmérnöki diplomát, majd a European Business School Jogtudományi és Vállalatvezetési Nemzetközi Intézetében 1999-ben Euromanager diplomát szerzett. A MÁV Ferencvárosi PFT Főnökség szakmérnöke 1983-ig, vezetőmérnöke 1988-ig, PFT Főnökségvezető 1990-ig. A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Főnökség vezetője 1994-ig. A MÁV Rt. Pályagazdálkodási Központ igazgatóhelyettese 1996-ig; a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. ügyvezető igazgatója 1996-tól.

Georadar mérőrendszer

A georadaros vizsgálati lehetőség új roncsolásmentes módszer az alépítménydiagnosztika területén. Segítségével megvalósítható az ágyazat, a földmű, az útátjáró, a hídháttöltés stb. alatti talajkörnyezet szerkezeti vizsgálata. Megismerhető a rétegek elhelyezkedése, vastagsága, feltárhatók az inhomogenitások.

A rendszer funkcionálisan az alábbi területeken használható:

- ágyazati hibák: benyomódások, eltérő vastagság, szennyezettség, vizesedés;
- alépítményi hibák: védőréteg hiánya, rétegek egyenetlensége, deformációja, üregek, víz, kavicszák jelenléte;
- hídháttöltés hibái: alapozási hibák, felszíni és felszín alatti vízmozgások hatásai.

(A módszer részletes ismertetése és kísérleti tapasztalatai a *Sínek Világa* 2010/6. számában olvashatók.)

PÁTER rendszer

A PÁTER vasúti pályadiagnosztikára alapozott döntésszámítógépes program, melynek alapfogalata közel két évtizeddel ezelőtt fogalmazódott meg a pályafenntartási szakemberek részéről. A számítástechnikai, az adatátviteli fejlődés, valamint a mérés technikai rendszerek egyre modernebb megjelenése folyamatos kihívást jelentett a korábbi verziójú kötött felépítésű programokban. Vállalkozásunk, felismerve ennek nehézségeit, struktúrájában és megjelenésében egy új program fejlesztését határozta el és valósítja meg a közeljövőben. Reményeink szerint az új program első verziója már 2011-ben a MÁV pályadiagnosztikával



7. ábra. Mérési, műszaki és elemzési adatok grafikus megjelenítése

foglalkozó szakembereinek rendelkezésére fog állni.

A program szolgáltatást nyújt a hálózati, felépítményi pályaadatok, valamint a mérési adatok naprakész nyilvántartásában, azok grafikus megjelenítésében (7. ábra), a pálya sebességi állapotának megítélésében és a szükséges karbantartási munkák tervezésében. Segítséget nyújt az elvégzett fenntartási munkák, illetve hibamegszüntetések dokumentálásában.

A program működése kliens-szerver alapú. Az adatbázis a szerveren található, és azt a kliens felhasználók interneten keresztül érhetik el. Ez a modell lehetővé teszi, hogy minden adat egy helyen legyen tárolva és frissítve, így mindig naprakész adatok állnak a felhasználók rendelkezésére.

A program központi adatbázisában nyilvántartható a vasútvonalak minden fontos alapadata, és opcionálisan felvehető egyéb információs adat. Az adatokhoz való hozzáférést jogosultságok korlátozzák. Az adatbázisban megtalálhatók a mérési és vizsgálati adatok is, amelyek rugalmasan definiálható mérési rendszerek és mérési paraméterek szerint kerülnek nyilvántartásra. A program az adatbázisban nyilvántartott adatok alapján különböző analízisek elvégzésére ad lehetőséget.

A lokális hibák alapján végzett sebességvizsgálat kimutatja az alkalmazott sebességek megfelelőségét.

Az általános minősítési adatok alapján a vágány általános sebességi állapotára kaphatunk információt, amely alapja lehet a karbantartási terv összeállításának.

A rendszer további szolgáltatása a karbantartási munkák szükségességének

meghatározása. Nemcsak az analízis időpontjára, hanem 1-2 évre előretekintve is ad az elvégzendő feladatok tervezéséhez javaslatot a program.

A program a karbantartási munkajavaslat és a kiválasztható technológia alapján költségbecslést végez, amely a döntéshozói munka támpontjává szolgálhat.

Ezt segíti a hálózati mérési adatok statisztikai feldolgozása is, amely kiválasztott vonalakra vagy szervezeti egységek területére vonatkozóan jeleníti meg vágányok általános állapotát jellemző adatokat, illetve több mérési időszakra visszatekintve bemutatja az állapot változásának trendjét is.

Az adatbázisban nyilvántartott adatokról, az elvégzett elemzésekről – mind a döntéshozói, mind az operatív szint számára – lehetőségek különféle kimutatások, statisztikák, és lekérdezések készíthetők nyomtatható formában is. ◀◀

Summary

Today's information technology revolution established new possibilities in railway track diagnostics. If there is a good team which convert these possibilities into practice in a short time and continuously, then we take an unbelievable great step in the consideration that by an accurate and reliable diagnostics we can utilise in much greater extent the performance of the railway tracks, or it can be indicated in time if one of the parameters of the track approaches the limits required by safety.



STRAIL-gumielemes útátjárórendszerek

Felföldi Károly

reprezentáns

Gummiwerk Kraiburg

Elastik GmbH Németország

✉ karoly.felfoldi@strail.hu

☎ (76) 507-514

A Kraiburg Holding elődjét a Gummiwerk Kraiburg céget családi vállalkozásként 1947-ben alapították Németországban. A Bajorországban épített törzsgyáron kívül több gyárat is alapítottak, ma már három föld-részen lobog gyáraink bejáratán a bajor kék színt szimbolizáló Kraiburg-zászló. Termelési és forgalmi mutatói szerint közvetlenül a törzsgyár után áll az 1968-ban alapított tittmoningi gyár, a Gummiwerk Kraiburg Elastik GmbH. Egyik fő üzletága a Verkehrs - systeme, a közlekedési rendszereket gyártó terület.

Az első STRAIL rendszerű gumielemes útátjárót 1976-ban a németországi Recklinghausenben építették be. Érdekesség, hogy a STRAIL-elemek alaki kapcsolata kezdetben három csap-hornyos volt, természetesen még feszítőrendszer és szegélygerenda nélkül.

A Német Vasút korábban előírta bizonyos hegyi pályáknál – a szöges gumiabroncshoz hasonlóan – a STRAIL-elemek szeggyel történő kialakítását a téli, havas, jeges útviszonyokra tekintettel. Ebből a megoldásból ma is található termékünk több átjáróban. Az 1. ábrán a bajor hegyek között Hallthurm magasan fekvő állomás

melletti átjáró látható szeges STRAIL-burkolattal.

A STRAIL-elemek mintegy 90%-ban újrahasznosított gumiőrleményből vulkanizálással előállított termékek. A járófelület és a héjszerkezet mindig újgumi, csak így biztosítható az azonos minőség, a garantált csúszásellenállás, az ún. SRT-érték.

Magyarországon az első STRAIL-burkolatokat 1993-ban építették be, azonban ezek a szerkezetek már két csap-hornyos alaki kötéssel, feszítőszerkezet nélküli kialakításúak voltak. Ekkor már megjelent a korunnal érdesített járófelület, amely



1. ábra. Szeges STRAIL-burkolat Hallthurmnál

egyrészt a kopásellenállást, másrészt a súrlódási ellenállás növelését célozza.

A STRAIL-szerkezeteknek számtalan előnyéből csak néhányat emelek ki:

- zajtalan az áthaladás, kicsi a zajterhelés;
- újrahasznosított gumiőrleményből készül, és a termék is újrahasznosítható, ezáltal környezetbarát;
- gyorsan ki- és beépíthető;
- minden felépítményi rendszerhez gyártható.

Az állandó fejlesztésnek köszönhetően jutottunk el a mai sokrétű, különböző igényeket kielégítő termékcsaládhoz.

A fejlesztések mérföldkövei:

- 1976 – első STRAIL-elemek beépítése Németországban, Recklinghausenben
- 1980 – STRAIL-termékek az Amerikai Egyesült Államokban a Hi-Rail számára
- 1990 – korundos járófelület
- 1996 – megjelent a gyalogos- és kerékpáros-forgalomra kifejlesztett pede STRAIL
- 1997 – feszítőrendszer bevezetése, füvesített vágány Berlinben
- 1998 – T-szegélybordás kivitel kialakítása
- 1999 – rugalmas sínprofilok gyártása
- 2000 – STRAIL-vizsgálópad, mely lehetővé teszi a gyártáskori vizsgálatokat
- 2001 – innoSTRAIL kifejlesztése közepes közúti terhelésre
- 2005 – új STRAIL-generáció megjelenése, lényeges az egy csap-hornyos alaki kötés
- 2006 – pontiSTRAIL, veloSTRAIL
- 2007 – STRAIL peronszegély
- 2008 – STRAILastic – A zajcsillapító rendszer tesztelése, pedeSingle zajcsillapító rendszer Koblenzben a Mosel-hídon
- 2009 – 1200 mm-es STRAIL belső elemek gyártása
- 2010 – színezett járófelület megoldása a gumielemeken



2. ábra. InnoSTRAIL burkolatú vasúti átgáró



3. ábra. InnoSTRAIL-burkolat 90 cm-es elemekkel



4. ábra. PontiSTRAIL burkolatú vasúti átgáró



5. ábra. VeloSTRAIL víznyelőrácscsal kombinálva

A szakemberek előtt ismertek különböző forgalmi, terhelési igényeket kielégítő termékeink, ezért az alapelemeket részletesen nem ismertetem:

- prémium STRAIL (nincs korlátozás)
- pedeSTRAIL (gyalogos- és kerékpáros-forgalomra)

A cég portfóliójában már 2001 óta szerepel az innoSTRAIL (2. ábra), erről a termékről már többször tartottunk a korábbi pályafenntartási konferenciákon előadást, de Magyarországon történő gyakorlati alkalmazása csak az utóbbi években történt meg.

A termék korlátlan vasúti és közepes közúti terhelésre alkalmas, 90 cm-es belső és külső elemekből (3. ábra) áll, aljtávfüggően.

Az útgátjárók geometriai helyzete nem mindig ideális. A pontiSTRAIL külső elemes szerkezettel a közút hossz-szelvénye kedvezően alakítható (4. ábra) főként túl-emelésben lévő vágányban, mivel a külső elemek emelhetőek és süllyeszthetőek. A pontiSTRAIL-burkolatot alumínium

tartószerkezettel és gumi járófelülettel készül.

A nyitott nyomcsatorna (különösen alacsony keresztelési szög esetén) veszélyes a kerékpárral és kerekes székkel közlekedők számára.

Az akadálymentes közlekedést Németországban az ISBN 3-980 7410-2-Bundesarbeits-gemeinschaft für Rehabilitation (BAR) rendelet szabályozza. Ennek megfelelően a zárt nyomcsatornás veloSTRAIL rendszer. A vasúti járműkerekre levő nyomkarima a szerkezetet lenyomja, ami elhaladáskor ismét zárja a nyomcsatornát.

A magyar alkalmazási engedéllyel is rendelkező veloSTRAIL-t Magyarországon legelőször egy iparvágányban építettük be, nem az akadálymentes közlekedés részeként, hanem a kiskerekű targoncaforgalom miatt. VeloSTRAIL beépítése esetén külön szabályozás írja elő a mérővonal, diagnosztikai mérések, sínmegmunkálás esetén betartandó feltételeket (mérés/munka alatt). Az 5. ábrán egy közforgalmú vágányba beépített veloSTRAIL

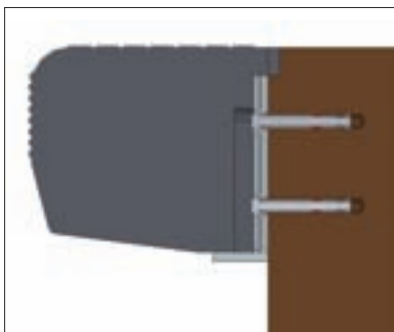
látható külső oldalon víznyelőrácsos megoldással.

Szintén új termék a STRAIL peronszegély (6. ábra), járófelülete csúszásmentes, kisebb távolság alakítható ki a jármű és a peron között, elősegítve az akadálymentes közlekedést. Nagyvasúti peronok mellett a gépi rostálást különösebb nehézség nélkül lehet végezni.

Acélhidakon a közlekedő járművek keltette zajt jelentősen csökkenti a pede Single, amely a pedeSTRAIL-elemek egy változata. Ezt először Koblenzben a Mosel folyó feletti vasúti hídon alkalmaztuk jó eredménnyel (7. ábra). A beépítésről részletes ismertetés jelent meg a *Sínek Világa* 2009/3. számában.

Az új zajvédelmi szabványban előírt határértékek miatt lakott területeken a közlekedő vonatok zajja egyre inkább megoldandó feladat elé állítja a vasúttársaságokat.

A zajcsökkentésre kiválóan alkalmas a STRAILastic-A sinkamrába építhető zajcsökkentő rendszerünk (8. ábra).



6. ábra. STRAIL peronszegély

A tervezésnél a következő főbb szempontokat vettük figyelembe:

- forgalomkorlátozás nélkül be- és kiszerezhető legyen;
- a sínkamrába legyen elhelyezhető;
- kézi és gépi fenntartást ne akadályozza;
- a diagnosztikai mérések eredményét ne befolyásolja.

Ennek a rendszernek van sínkamrába ragasztott és oldható kötással ellátott változata. Cégünk az oldható kötést részesíti

előnyben. Felszereléskor a kengyel össze-nyomás után önzáró, egy erre a célra kifejlesztett szerszámmal oldható, illetéketlenek nem tudják leszerelni.

Lakott területeken vezető vasúti pályaszakaszok, valamint ágyazatos vasúti hidak zaj- és rezgésökkenése a különböző vastagságban legyártott alágazati szőnyeggel jól kezelhető (9. ábra). Cégünk ezt a terméket STRAILastic-USM néven hozta forgalomba.

Elsősorban Angliában, de egyre több országban felfestendő az ún. „Yellow Box”, valamint az útburkolati jelek. Hosszas kísérletezés után 2010-től szállítható a burkolati jelek utólagos felfestésére alkalmas festékrendszerünk, egyelőre sárga és fehér színben.

A STRAIL termékekkel különleges megoldások is kialakíthatóak.

Rendszereink előnyei a már jól ismert előnyök mellett:

- a szerkezetek feszítőrendszerrel épülnek, ezáltal gátolt a résképződés;

Summary

Predecessor of Kraiburg Holding the Gummiwerk Kraiburg firm was established as a family enterprise in Germany in 1947. Beside the core-factory built in Bavaria other factories were also established, today the Craiburg-flag symbolizing the Bavarian blue colour flies on the entrances of our factories on three continents. According to its production and sale indexes the factory in Tittmoning the Gummiwerk Kraiburg Elastik GmbH established in 1968 stands just behind the core-factory.

One of its main business branches is the Verkehrssysteme, the area producing transport systems.

- van alaki kötése, ezért nincs magassági lépcső az elemek között;
- a járófelület mindig újgumi, így a minőség állandó;



7. ábra. PedeSingle a Mosel folyó felett



8. ábra. STRAILastic-A oldható kötással



9. ábra. Ágyazat alatti szőnyeg (STRAILastic-USM) a svájci Sembrancher viadukton



12. ábra. Forgalmobiztos speciális megoldás kerékpárútban pedeSTRAIL-lel



10. ábra. Fonódott vágány útátjárója átépítés előtt



11. ábra. Forgalmobiztos speciális megoldás fonódott vágányban átépítés után

- a felületi érdességet garantálja a korunddal erősített piramis járófelület;
- biztonságos és speciális megoldások is kialakíthatók (10. ábra).

Jelenleg a világ öt kontinensén 54 országba szállítunk STRAIL termékeket, Magyarországra eddig kb. 1500 átjárót szállítottunk. Azt szeretnénk, ha minél több elégedett ügyfelünk lenne. Kérdés esetén szívesen állók rendelkezésükre, honlapunkon (www.STRAIL.de) termékeink és elérhetőségeink is megtalálhatók.

Elhangzott Békéscsabán, a XV. Pályafenntartási Konferencián. ◀

Irodalomjegyzék

STRAIL vasúti átjárórendszerek. Sínek Világa 2005. Különszám, 44–45. o.

A STRAIL útátjáró rendszer új elemei. Sínek Világa 2007/3–4., 14–18. o.

A STRAIL rendszer legújabb elemei. Sínek Világa 2008. Különszám, 54–59. o.

A koblenzi Mosel-híd zajvédelme pedeSTRAIL elemekkel. Sínek Világa 2009/3., 19–21. o.

Felföldi Károly építőmérnökként különböző beosztásokban dolgozott a Magyar Államvasutak pályafenntartási szakszolgálatánál. Később Németországban dolgozik a Gummiwerk Kraiburg Elastik GmbH-nál. A Kraiburg cég magyarországi reprezentánsa. Tudományos és nemzetközi tevékenységéért a brüsszeli székhelyű FEANI-tól Euromérnöki diplomát kapott.

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 konferencia összegzése

Szakmai továbbképzés keretében került sor a hagyományos, immár XV. Pályafenntartási Konferenciára Békéscsabán. A MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Szegedi Területi Központ Pályalétesítmenyi Osztálya vette át a stafétát három éve a miskolci kollégáktól, és lelkesen szervezték meg a rendezvényt, amely nemcsak a Pályavasút, hanem az egész pályás szakma kiemelkedő eseménye volt. Szakembereinken kívül nagy érdeklődés övezte a

rendezvényt a vasútépítésben, pályafenntartásban tevékenykedő piaci szereplők részéről ugyanúgy, mint a hazai háttérparaszereplői és a tudományos műhelyek, felsőoktatási intézmények részéről.

A rendezvény helyszíne a Szent István Egyetem Gazdasági Karán volt. Több mint 250-en vettek részt, 24 színvonalas előadás hangzott el, mindez igazolta az érdeklődést a szakma legfontosabb kérdesei és a műszaki újdonságok iránt.

A konferencia mottója: „Új technológiák és anyagok a pályáépítésben és fenntartásban” jól foglalja össze a rendezvény célkitűzését. Az új kihívásoknak való megfelelés jegyében zajlott a békéscsabai rendezvény. Nem kétséges, hogy a pályafenntartás területén adódó új feladatok, így például a sínfej-hajszálpredés jelenség kezelése vagy a pályadiagnosztika fejlesztési igényei újabb és újabb szakmai erőfeszítéseket igényelnek.



Nagy várakozás előzte meg *Szarvas Ferencnek*, a MÁV Zrt. elnök-vezérigazgatójának – aki az FMK–007 felújított felépítményi mérőkocsival érkezett Békéscsabára – az előadását. Megtudtuk, hogy a kormányzat elszánt a MÁV-csoport strukturális átalakítását, a vasúti közlekedés megújítását illetően. Kétségtelen, hogy a jelenlegi gazdasági helyzet nem kedvező, ám nem halasztható tovább a független Pályavasút megteremtése és a vasúti hálózat fejlesztésének folytatása EU-források felhasználásával.

A szakmai előadások a következő témák köré csoportosultak:

- a Pályavasút jelene és jövője, az átalakítás feladatai;
- a pályalétesítmények állapota;
- a vasúti alépítmény, útátjárók karbantartása, élettartam-vizsgálatok;
- fejlesztések a kitérőgyártás, a diagnosztika, az útátjárók, a sínhegesztések, betontermékek, a gyomirtás, a mérés-technika területén;
- a lassújelek okozta többletenergia-felhasználás;
- a váltóállító erő kezelésével a B60-as kitérőkben;
- a fáradásos sínhibák kezelése a Német Vasutaknál;
- a kihelyezett pályakarbantartás és felújítás jelene, jövője;
- a nagy intenzitású vasúti kivitelezés tapasztalatai;
- vasútfejlesztés EU által támogatott forrásokból;
- a pályás szakma részvétele nemzetközi vasúti projekteknél.



A fentiekből is kitűnik, hogy az előadások széleskörűen felölelték a pályaépítés és fenntartás aktuális kérdéseit, és nagy számban kínáltak innovatív megoldásokat a problémák kezelésére.

A színvonalas, tartalmas előadások sok tanulsággal és új ismeretekkel szolgáltak, amelyek hasznosítása az előttünk álló mindennapok feladata lesz.

A konferencia résztvevői köszöntötték a magyarországi kiterőgyártás 60. évfordulóját, valamint a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. alapításának 20. évfordulóját.

A konferenciát a második nap délutánján Békéscsaba állomáson szervezett szakmai bemutató tette teljessé, ahol nagy érdeklődés kísérte a felújított FMK-007 felépítményi mérőkocsit, a sínhibák új

vizsgálóműszereit, a sínhegesztések és a kiterőgyártás újdonságait. Szintén újdonságokkal mutatkozott be a STRAIL termékeket gyártó kraiburgi gyár, valamint a pályafenntartó kisgépeket felvonultató Geismar és Robel cég. Bemutatta gyomirtó szerelvényét, továbbá a gyomirtás és cserjeirtás kételtű járműveit a G & G Kft.

Kiemelt figyelem kísérte az FMK-007 felépítményi mérőkocsi bemutatását, amely számos új szolgáltatással, a geometriai és dinamikai mérés összehangolásával új fejezetet nyit a pályaállapot diagnosztizálásában és értékelésében. A MÁV KfV Kft. vezetői és szakemberei nagy türelemmel ismertették az újdonságokat a sorban álló, nagy számban érdeklődő szakembereknek.

A pályafenntartási konferenciák történetében immár hagyomány, hogy a hiva-



talos programot követően sem volt csendes a konferencia helyszíne. Kisebbségi csoportokban beszélgettek, nemritkán elmélyült és tartalmas vita alakult ki a szakemberek között. Estébe nyúlóan, jó hangulatban, az együttlét örömeivel teltek a konferencia napjai.

Sikeresen minősíthetjük tehát a XV. Pályafenntartási Konferenciát.

Köszönet illeti a szervezőket, a szegedi PVTK vezetőit és munkatársait, az előadókat, a kiállító cégeket, a résztvevőket. Köszönet illeti a Szent István Egyetem Gazdasági Karát a jó körülményekért és azért, hogy befogadta rendezvényünket.

Viszontlátásra Debrecenben, 2014-ben!

Dr. Zsáka Tibor



A XV. Pályafenntartási Konferencia ajánlásai

Békéscsaba, 2011. augusztus 30. – szeptember 1–2.

A korábbi konferenciákhoz hasonlóan az Ajánlási Bizottság a résztvevők felhatalmazása alapján ajánlásokat fogalmazott meg, amelyeket egyhangúan hagytak jóvá a részt vevő szakemberek.

Az ajánlat teljes szövegét a következő címzettek kapták meg a szervezőbizottságtól:

- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium infrastruktúráért felelős államtitkárság,
- MÁV Zrt. elnök-vezérigazgató, MÁV Zrt. általános vezérigazgató-helyettes,
- Nemzeti Közlekedési Hatóság elnök, Mérnök Kamara Közlekedési Tagozat.

Az ajánlás szövege

1.

A konferencia résztvevői egyetértettek azzal a stratégiai céllal, hogy a pályavasút mielőbb az EU-normákkal és a vasúti törvénnyel összhangban önálló gazdasági

társaságként működjön. Megalakításának időpontjára ki kell dolgozni annak szervezetét, működését úgy, hogy feladatát és hatáskörét kellő időben megismerve minden munkatárs hatékonyan végezhesse munkáját.

A konferencia résztvevőinek megítélése szerint a MÁV Zrt. ingatlanvagyonának rendezetlensége nem lehet akadály a pályavasúti társaság létrehozásának.

2.

A MÁV Zrt. hálózatán folyó, EU által támogatott fejlesztések fenntarthatósága, a tízéves karbantartási kötelezettségnek való megfelelés jelenleg a finanszírozás oldaláról nem biztosított.

A rendelkezésre álló források az előregedett, műszakilag folyamatosan avuló hálózat fenntartását, a szolgáltatási színvonal megőrzését és javítását nem teszi lehetővé.

Szükségesnek tartjuk karbantartási stratégia és finanszírozási terv kidolgozását, amely biztosítja:

- a fejlesztésekkel elért színvonal megtartását;
- a törzshálózaton ötéves lassújel-felszámolási program megvalósítását;
- a hálózat többi részén az üzemenkészséget és üzembiztonságot.

3.

A diagnosztikai fejlesztéseket továbbra is prioritásként kell kezelni.

Ezek a következők:

- az infrastruktúra védelmét szolgáló pálya és jármű-diagnosztikai rendszerek fejlesztése, telepítése (hőnfutás, laposkerék-jelző, tengelyterhelés-mérő, rakszelvény-ellenőrzés stb.),
- a sínfej-hajszálrepedések diagnosztizálásának sürgős fejlesztése.

A MÁV Zrt.-nek anyagilag is hozzá kell járulni a fejlesztésekhez, és ezeket az uniós projekteknél a műszaki tartalom részévé kell tenni.

4.

A rendkívül veszélyes sínfej-hajszálrepedések felszámolása és a továbbiak elkerülésének megelőzése érdekében program készítendő, amelynek finanszírozása megoldandó.

5.

A K+F minél nagyobb kiterjesztésével segíteni a szakszolgálat minőségi munkáját, és annak eredményeit mielőbb mobilizálni kell.

Az Ajánlási Bizottság tagjai:

Ikker Tibor
Both Tamás
Dr. Horváth Ferenc
Szabó József
Dr. Zsákai Tibor

*Csilléry Béla,
az Ajánlási Bizottság vezetője*



Csilléry Béla ismerteti a konferencia ajánlását

Beszámoló a Vasúti alépítmény-javítási konferenciáról a PM 1000 URM gépcsoport helyszíni bemutatásával

A Tárnok–Székesfehérvár vasútvonal korszerűsítése során a kivitelező a Tárnok–Martonvásár bal vágány alépítmény-átépítési feladatának elvégzéséhez 2011. július 8–15. között az európai gyakorlatban is új PM 1000 URM típusú alépítmény-javító gépláncot alkalmazta. A hazai vasútépítésekben közreműködő beruházó, üzemeltető, tervező és kivitelező szakemberek az alkalmazott technológiával kapcsolatban olyan nagy érdeklődést mutattak, hogy a Swietelsky Vasúttechnika Kft. – a Közlekedéstudományi Egyesülettel közösen – 2011. augusztus 10-én, Kápolnásnyéken szakmai konferenciát szervezett. Az alkalmat a PM 1000 URM gépcsoport munkavégzés közbeni megismerésére a Tárnok–Martonvásár jobb vágányának augusztus 8–15. közötti nagygépes alépítmény-javítási munkája adta. Az előadók – az előzetes igényeknek megfelelően – a gép bemutatása előtt tájékoztatták a résztvevőket arról a műszaki és gazdasági környezetről, mely körülveszi a mai vasútépítési tevékenységeket.

Elsőként Erdődi László osztályvezető nyújtott áttekintést a pályauzemeltető MÁV Zrt. szakmai elvárásairól. Ismertette az alépítmény-tervezés, -kivitelezés és -üzemeltetés aktuális kérdéseit. Előadásában röviden bemutatta az új D.11. Utasítás tervezet fogalmi és előírási változásait és azok más európai vasutaknál alkalmazott követelményekhez való illeszkedését.

A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. képviselőjében Molnár Richárd régióvezető bemutatta a 2013-ig várható vasúti

projektek tervét és a kivitelezés alatt lévő beruházások fajlagos költségeit. A beruházók szemszögéből vázolta a magyar vasútépítés helyzetét, a szakmai elvárásokat, a környezetvédelmi és jogi lehetőségeket.

Az európai vasútépítéseknek alkalmazott nagygépes alépítmény-javítások technológiai fejlődését és jelenlegi lehetőségeit bemutató előadáson Thomas Foegel, az Eurailpool GmbH képviselőjében bemutatta az alkalmazható technológiák eltéréseit. Ismertette azokat a szempontokat, melyek alapján már a tervezési időszakban, a meglévő pálya adottságai, a kivitelezés kötöttségei és az új létesítmények függvényében meghatározhatók a technológiai folyamatok.

Előadása második részében Almut Voss, a német területeken végzett alépítmény-javítások tervezésénél és végrehajtásánál közreműködő Erft-labor GmbH vezetőjével közösen adtak választ a résztvevők gyakorlati kérdéseire.

A konferencia délutánján Vingelmann Szabolcs, a Swietelsky Vasúttechnika Kft. projektvezetője ismertette azt a folyamatot, melynek eredménye a PM 1000 URM gépcsoport alkalmazása volt. Végigvezette a résztvevőket a tervezéstől a beépítendő anyag kiválasztásán, a logisztikai folyamatok szervezésén át a géplánc befűzéséig tartó tevékenységeken. Részletes tájékoztatást adott a bal vágány tapasztalatairól és a létesítmény minősítési értékeiről.

A meglévő földmű állapotának részletes felmérésére és az ezen adatokra épülő

alépítmény-javítás tervezésének lehetőségeivel kezdődött Kosik Attila vezérigazgató előadása, melynek során bemutatta a tervezést végző Infracoplan Zrt. és a laborvizsgálatokat és minősítő méréseket végrehajtó Eulab Kft. által alkalmazott eljárásokat, eszközöket és folyamatokat. Kiemelte a dinamikus méretezési és vizsgálati módszerek jelentőségét és alkalmazásának széles körű elterjedését az EU-ban. Az előadás második részében a geotechnikai terveket készítő Fugro Kft. képviselőjében Nyári István azokat a vizsgálati tapasztalatokat ismertette, melyek során gyártásközi mérések sorozatával összehasonlították a hazai és német előírások szerinti E2 és Evd adathalmazt. A két előadás továbbgondolásra érdemes méretezési elvei és adatsorai nagy segítséget jelenthetnek az új D.11.-es előírás készítőinek a dinamikus elvek hazai alkalmazásának kidolgozásában. Az utolsó előadást Szilágyi Andor, a Swietelsky Vasúttechnika Kft. technológiai és minőségbiztosítási igazgatója tartotta. Ismertette a PM 1000 URM gépcsoport gyakorlati bemutatóján látott technológiai eszközöket, a gépcsoport összeállítását és az egyes részegységek munkafázisait.

A 142 résztvevőt a munkaterületre indulás előtt a szervezők röviden tájékoztatták a gépcsoport munkavédelmi követelményeiről, és rendelkezésükre bocsátották a kivitelezési területen szükséges munkavédelmi eszközöket.

A munkagép helyszíni megtekintésekor a jelenlévők meggyőződhetnek a konferencián elhangzottak gyakorlati alkalmazásáról és tüzetesen megvizsgálhatták azokat a munkaelegységeket, melyek szerepéről és alkalmazásáról elméletben hallottak.

A nap befejezéséig megfogalmazott szakmai vélemények a rendezvényt tartalmaznak, a nagygépi alépítmény-javítás átfogó ismertetése és koncentrált témaválasztása miatt folytatandónak ítélték. Többen javasolták, hogy az ismertett témákat a tervezéstől az üzemeltetésig részt vevő szakemberek szélesebb körében is közre kellene adni.

Szilágyi Andor





SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGREDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név

Cím

Telefon

Fax

E-mail

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + áfa

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

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem eljuttatni a fenti címre.

Bélyegző

Aláírás

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

ISSN 0139-3618

Címlapkép: Felépítményi mérőkocsi új vágánygeometriai mérőrendszerrel. Fotó: Bíró Sándor

www.sinekilaga.hu

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt.
pálya és híd szakmai folyóirata.

Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág

Pályalétesítményi Főosztály

1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.

www.sinekilaga.hu

Felelős kiadó Csek Károly

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő Vörös József

A szerkesztőbizottság tagjai

Both Tamás, Erdődi László, Szőke Ferenc, Varga Zoltán

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.sinekilaga.hu

Responsible publisher Károly Csek

Edited by the Drafting Committee

Responsible editor József Vörös

Members of the Drafting Committee

Tamás Both, László Erdődi, Ferenc Szőke, Zoltán Varga

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