

TARTALOM

Vörös József – Köszöntő	1
Peter Veit – A vasúti pályák fenntarthatóságáról	2
Major Zoltán – Rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítmény (3. rész) Módszer a hosszirányú viselkedés vizsgálatára	8
Csépke Róbert – Pályatechnológiai fejlesztések a BKV közúti vasúti hálózatán (2. rész) Nyitott, zúzottkő ágyazású közúti vasúti vágányrendszerek	13
Nagy József, Juhász Károly Péter, Dr. Herman Sándor, Herman Krisztián – Az első magyar, műanyag szállal erősített és fűvesített villamospálya (1. rész) A szegedi 1-es és 3-as villamosvasút tervezése	18
Vörös Tibor – Vasúti építészet (16. rész) Építészeti stílusok a magyar vasúti építészet első korszakában	22
Pokorny Bence – Magyarországi kisvasutak (9. rész) Királyréti Erdei Vasút	26

INDEX

József Vörös – Greetings	1
Peter Veit – About maintainability of railway tracks	2
Zoltán Major – Elastic bedded railway superstructure with poured channel (part 3) Method for the examination of longitudinal behaviour	8
Róbert Csépke – Track technological developments on road-rail network of BKV (Part 2) Open, crushed stone bedded road rail track systems	13
József Nagy, Péter Károly Juhász, Dr. Sándor Herman, Krisztián Herman – The first Hungarian tram track reinforced by plastic fibre and grassed (Part 1) Planning the tramway No. 1 and 3 of Szeged	18
Tibor Vörös – Railway architecture (Part 16) Architectural styles in the first period of Hungarian railway architecture	22
Bence Pokorny – Narrow gauge railways of Hungary (Part 9) Forest railway of Királyrét	26

Kedves Olvasóink!

Felgyorsult világunkban, az információs robbanás következtében, nagymértékben megnőtt az információáramlás. A világháló és más informatikai rendszerek sokszor kéretlenül is ontják a híreket.

Az új körülmények között a nyomtatott sajtó szerepe is megváltozott. Sokan az írott sajtótermékek megszűnését vizionálják. Meggyőződésem azonban, hogy a nyomtatott sajtónak továbbra is komoly szerepe lesz, főleg a szakirodalom területén. Ezzel párhuzamosan egyre több helyen, interneten is hozzáférhetők a nyomtatott termékek.

Így van ez lapunk esetében is. A MÁV Zrt. intranet hálózatán 2009 októberétől olvasható a folyóiratunk. A Sínek Világa önálló honlapja www.sinekvilaga.hu öt éve működik, látogatottsága beindítása óta folyamatosan nő. 2014-ben az egyedi látogatók száma 34 797 volt, a látogatások összes száma (egy látogató többszöri belépése) meghaladta a nyolcvanezeret. A honlapon eltöltött időadatok (egy órán túli látogatók 10,2%) és a letöltött adatmennyiségek (10,39 GB) azt igazolják, hogy a látogatók érdemben foglalkoznak a megjelent írásokkal. Öröndetes tény az is, hogy az internet segítségével nemcsak a hazai olvasókhöz jut el a lap, hanem – olvasottsági sorrendben – német, maláj, orosz, spanyol, ukrán, sőt kínai látogatói is vannak.

Az Országos Széchényi Könyvtár (OSZK) keretén belül működő Magyar Elektronikus Könyvtár Osztály 2004-ben új szolgáltatást indított Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázis néven. A szolgáltatás részeként egyrészt teljes körűen feltérképezték a magyar online és digitalizált elektronikus folyóiratokat, sajtótermékeket, másrészt válogatás alapján a jelentősebb tudományos és kulturális folyóiratokat archiválják. Kiválasztás alapján a Sínek Világa című online időszaki kiadványunkat is érdemesnek találta az OSZK, és adatait rögzítették az Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázis (EPA) nyilvántartásában. Így folyóiratunk már a <http://epa.oszk.hu/02600/02673>, a <http://epa.oszk.hu> és a <http://efolyoirat.oszk.hu> adatbázisokban is hozzáférhető.

Az EPA keretében az archivált folyóiratokban biztosítják a teljes szöveges keresést, továbbá az egyedi cikkek adatai is visszakereshetők a MATARKA (<http://www.matarka.hu>), valamint az EHM (EPA-HUMANUS-MATARKA Közös kereső <http://ehm.ek.szte.hu/ehm>) adatbázisokban. A digitális hozzáféréssel párhuzamosan természetesen a nyomtatott példányok is megtalálhatók. Az Országos Széchényi Könyvtár Kötelespéldány és Kiadványazonosító-kezelő Osztály munkatársainak megkereséséből tudjuk, hogy számon tartják, és papír alapon is archiválják lapunkat.

Egyrészt öröm számunkra a nagy látogatottság és ismertség, másrészt tisztában vagyunk a felelősséggel, amely mindebből következően szerkesztőségünkre hárul.

*Vörös József
felelős szerkesztő*



A vasúti pályák fenntarthatóságáról

Peter Veit

TU Graz

Institut für Eisenbahnwesen
und Verkehrswirtschaft

✉ peter.veit@tugraz.at

☎ +43 316-873-6217

A vasúti pályák üzemképességének feltétele a folyamatos karbantartás. Ám a nagy forgalmú vonalakon a forgalom folyamatos fenntartása és ezzel egy időben a karbantartási munkák elvégzése egyre nehezebb feladat. Ez csak a vasúti pálya elemeinek és teljes pályaszerkezetének olyan kialakításával teljesíthető, amely révén a forgalomból adódó műszaki igények mellett a fenntartás gazdaságosan elvégezhető. Az időszakos pályamérési adatok elemzése azt bizonyítja, hogy a pályaminőség javításának feltétele a pálya fenntarthatósága. A cikk a vasúti pálya viselkedését tárgyalja, valamint a vágányfenntartási stratégia költséghatásait elemzi. Emellett kitér az Ausztriában 2009-ben szabványos megoldásként bevezetett aljpacucos betonlajak műszaki viselkedésére és gazdasági hatékonyságára is.

Az elmúlt évtizedekben a vasút ismét bizonyította, hogy innovatív rendszer. Nagy elvárásoknak tudott megfelelni. A Francia Vasutak (SNCF) 1955. évi 331 km/h-s sebességi világrekord elérése után szinte használhatatlan vált a vágány (1. ábra), míg a 2007. évi 574,8 km/h-s SNCF világrekord menet után a pálya a szabályszerű üzemnek egyszerűen átadható volt.

A két esemény között a vágányépítés és karbantartás területén olyan fejlesztések valósultak meg, amelyek Ausztriát az élvonalba emelték. Ahogyan az a sikerekből gyakran következik, új problémák is felmerültek. A magas sebességek szigorú mérethatárokhoz vezetnek, és jelentős a karbantartási igény. A Tokió–Oszaka vonal 2000. évi menetrendjét szemlélve, csak egyetlen órára vonatkozó részt megjelenítve (2. ábra), kiderül az új gond: a pálya rendelkezésre állásának és karbantarthatóságának ellentéte.

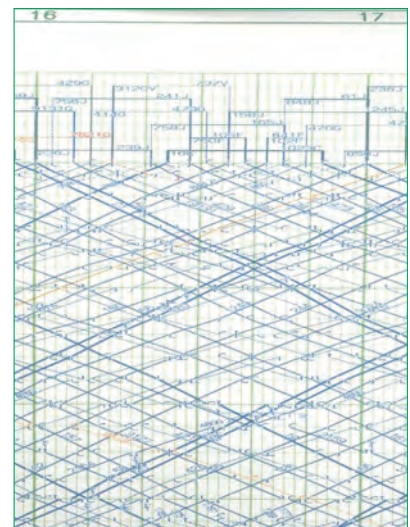
A másik kihívás a vasút számára a nagy tömegű teherszállítás. Az Egyesült Államok legterheltebb vonalain évente 450 millió bruttótonna a szállítási teljesítmény. Ez csak nagy tengelyterhelésű (max. 40 t) és nagyon hosszú (4 km és hosszabb)

szerevényekkel lehetséges. Ilyen nagy teljesítményű vasutak az USA mellett egyebek között Dél-Afrikában, Ausztráliában, Dél-Amerikában és Kínában vannak, ahol főleg vasúton szállítják az ércet a kikötőkbe. A nagyon magas tengelyterhek miatt a vágány állapota gyorsan romlik, ezzel együtt jár a magas karbantartási igény, s ez a rendelkezésre állás és a karbantarthatóság már említett ellentmondásához vezet. Ez Ausztriában is súlyos gondja a vasúti rendszernek, pedig ott nincs szó sem a legnagyobb sebességekről, sem a legnehezebb tengelyterhekről, mivel Ausztriában és szinte egész Európában a vegyes forgalom a meghatározó. Ezekon a személy- és a teherforgalom által egyaránt használt vágányokon napközben a személyforgalom élvez elsőbbséget, míg éjjel a teherforgalom. Egyedül Ausztriában kerekén 6500 szerelvény közlekedik naponta a szűk kapacitásúnak bizonyuló hálózaton, ismételten a rendelkezésre állás és a karbantarthatóság problémáját felvetve.

A vasúti pálya fenntarthatósága több mint modern jelszó, a fenntarthatóság az egyetlen lehetséges válasz az aktuális kihívásokra.



1. ábra. Az 1955. évi 331 km/h-s sebességi világrekord utáni vágányállapot



2. ábra. A Tokió–Oszaka vonal 2000. évi menetrendje

A felépítmény területén, amelyről e cikk szól, a fenntarthatóság csak úgy fokozható, s ezt tudnunk kell, ha a vágány viselkedésének minőségét javítjuk. Az

emiatt szükséges műszaki megoldások megkövetelik a feltételek gazdaságossági értékelését, aminek a vasútra jellemző hosszú használati idő miatt az élettartamköltségeken kell alapulnia. S itt bezárul a kör, mivel az élettartamköltségek becslése szükségessé teszi a vágány viselkedésének prognosztizálását.

Az osztrák kormányprogramban a vasút részére irányelv a fenntarthatóság alapú szemlélet, és az ÖBB célkitűzései között is ez szerepel: „...fenntartható vasúti rendszer ... az előírt minőségen...”. Tehát a kimondott cél az előírt minőség. A minőség a fenntarthatóság előfeltétele, az előírt minőség előfeltétele a gazdaságilag optimális fenntarthatóságnak, amivel megmutatkozik a műszaki és a gazdasági optimum kettőssége. *Philip B. Crosby* jegyezte meg a minőségről: „A minőség az embereknél kezdődik, s nem a dolgoknál. Ha valaki változást akar elérni, mindenekelőtt a közreműködők belső beállítottságát kell célba vennie.” Ezt én a tanulásra való felszólításnak vélem mind az egyetemi oktatásban, mind a vasút továbbképzéseiben. *John Ruskin*, a közgazdaságtan első oxfordi professzora írta: „A minőség nem véletlen. Az mindig a gondolkodó erőfeszítés eredménye.” A Crosby-idézet felszólítás volt a tanulásra, a Ruskin-idézet pedig a kutatásra.

Amennyiben a minőség döntő tényező a fenntarthatóság javítása érdekében, akkor meghatározandó, hogy milyen minő-

ségre gondolunk, és azt hogyan tudjuk leírni. Mindenekelőtt ki kell jelenteni, hogy az alábbiakban tárgyalandó minőségek jelentősen a biztonsági határértékek felett állnak. Ha elérjük a biztonság szempontjából releváns értéket, már semmiféle tervezés és azzal együtt optimalizálás nem lehetséges, csupán a helyzetre reagálhatunk. A minőség egyetlen értékkel történő leírása ugyanúgy kizárható. A minőség változásának, a trendnek az ismerete nélkül egyetlen számmal, bármily sokatmondó is az, semmi nem jellemezhető. Amennyiben a minőség nem túl jó, de alig változik, az azt igazolja, hogy nem kell beavatkozni. Másfelől lehet jobb egy minőség, de ha erőteljesen romlik, akkor a beavatkozás szükséges, hogy a túl nagy, nehezen elhárítható hibát kiküszöbölhessük.

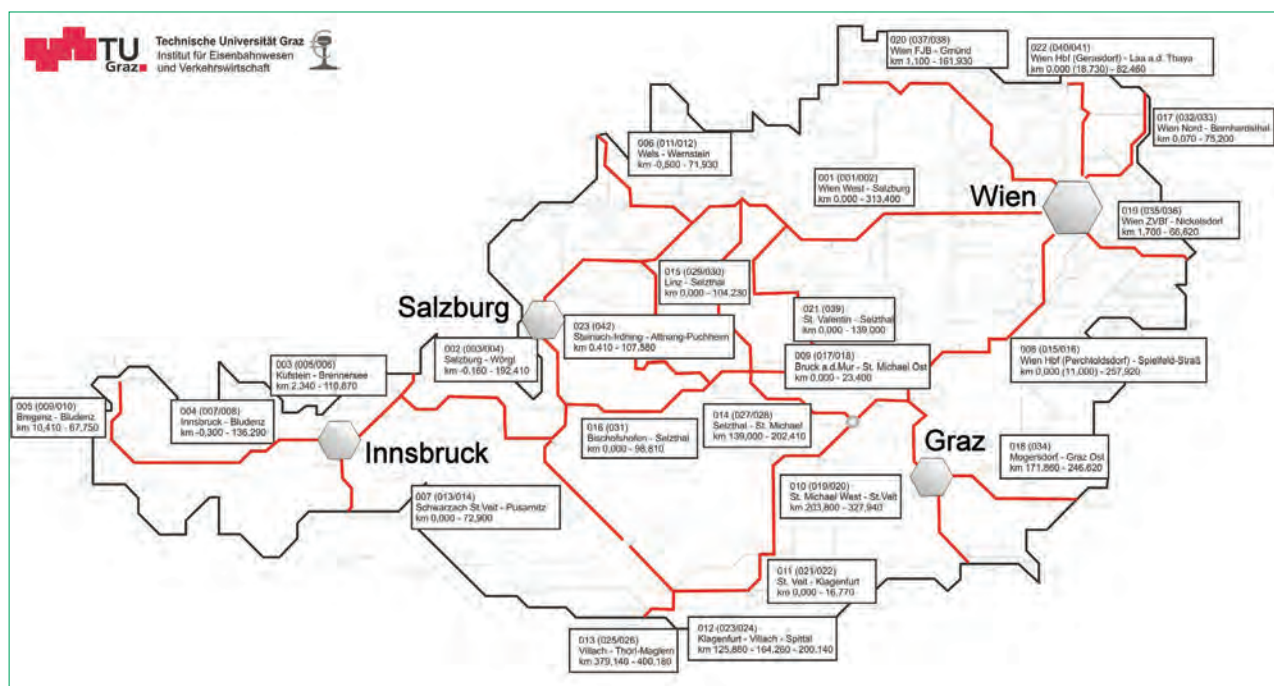
Annak a kutatásnak a szemlélete, amely a Vasútügyi és Közlekedésgazdasági Intézetnél (Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft) folyik, és amely már visszaigazolást is nyert, nagyon egyszerű pályamesteri tapasztalaton, a vasúti vágányt érintő általános megfigyelésen alapul: „A jó minőségű vágány jól viselkedik, a rossz minőségű gyorsabban romlik.” Ez a mondat – értelmének megváltoztatása nélkül – így alakítható át: „A romlás sebessége az aktuális állapottól függ.” Ez a kijelentés egy matematikus számára a $dQ/Q = C$ differenciálegyenlet szóbeli megfogalmazását jelenti, amely egysze-

rűen megoldható: $Q(t) = Q_0 \cdot e^{bt}$ ahol Q_0 a kiindulási minőség, b a romlási ráta és t az idő.

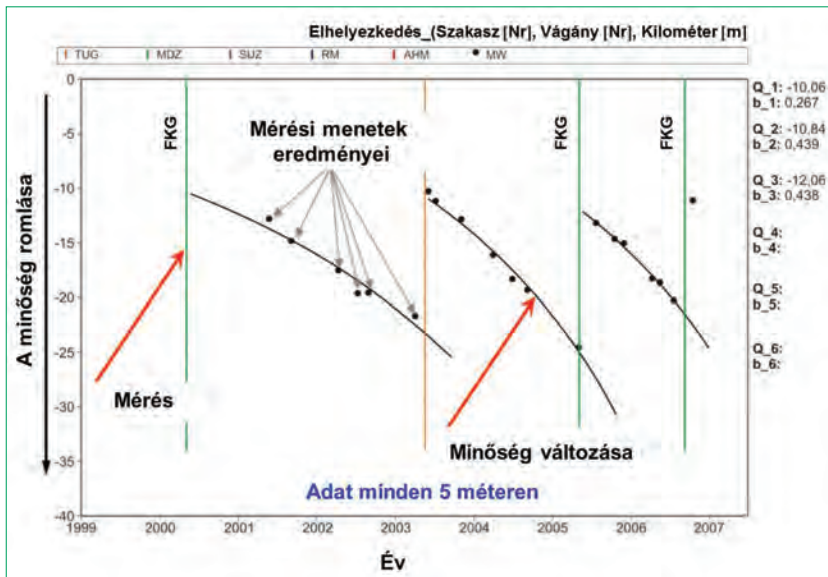
Ezt a tapasztalatot és azzal együtt a matematikai formulát Magyarországon fogalmazták meg először, futásdinamikai alapon levezetve: adott egy fekvésgéometriai hiba, az ezen át történő futás többlet dinamikus erőket ébreszt, amelyek növelik a hiba nagyságát.

Ez az egyenlet a műszaki összefüggések és gazdasági kihatásuk kettősségét tükrözi vissza. A Q_0 a kiinduló minőség és azzal a beruházás, illetve a karbantartás utáni helyzet, míg az e^{bt} kifejezéssel a minőség romlása és azzal a karbantartási szükségesség írható le. Gondoljunk a költségekre a minőség helyett, s az egyenlet magában foglalja mind a beruházás, mind a karbantartás költségét és ezáltal az élettartamköltséget.

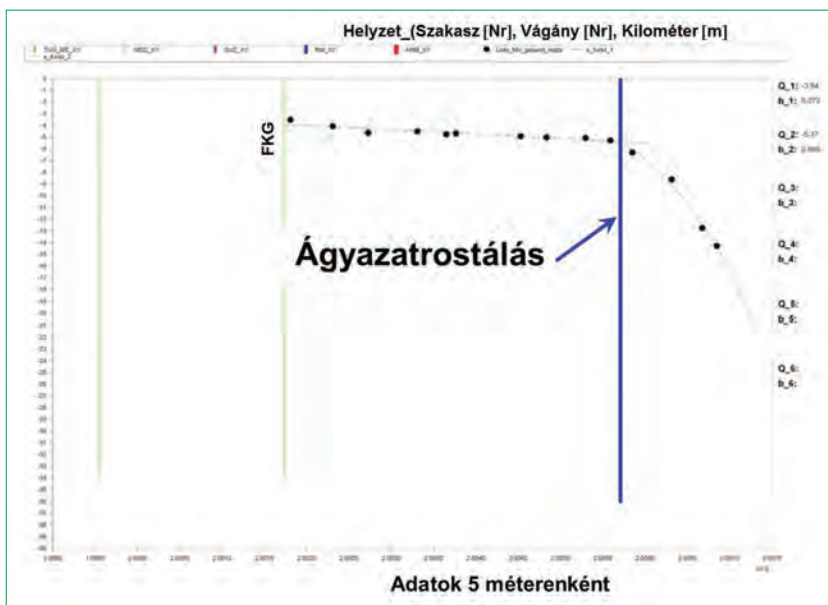
A menetrendvezérelt vasúti rendszerben az életciklusköltségek között az ún. üzemzavarási költségeket is figyelembe kell venni, amelyek abból adódnak, hogy a vágányszabályozó nagygépek akadályozzák a menetrendszerű vasúti forgalmat, s ennek többlet üzemi költségei vannak. A „viselkedés minősége” fogalom a pályafenntartási stratégia műszaki jellegzetességét világítja meg, míg az „életciklusköltség” (LCC) fogalma a hozzá tartozó gazdasági következményeket, amivel a mindkét területről együttes szabályozást adó LCC ér-



3. ábra. Az ÖBB hálózata



4. ábra. Mérőkocsi adataiból számított minősítő számok



5. ábra. Árokban felgyülemlt víz hatása a vágánygeometria minőségére

tékelés optimális pályafenntartási stratégia megalkotását teszi lehetővé.

Az egyenletben kifejezett szigorú összefüggés a beruházás és a karbantartás között műszakilag nem adható meg. Az élettartamköltség vizsgálatával a beruházás, a karbantartás és az élettartam között új összefüggések fedezhetők fel. A beruházás kiindulási minőséget hoz létre, nem tud élettartamot produkálni, csupán lehetőséget teremt arra. Csak a karbantartás tudja a kiinduló minőséget élettartammá alakítani, megvalósítva azzal a beruházás adta lehetőséget. Mi célt szolgál most ez a tipikus akadémikus szójáték? Ez a meg-

fogalmazás egyszerűen mindkét terület számára világossá teszi a feladatokat, másrészt megmutatja összefüggésüket. Kézenfekvő, hogy a nem elégséges karbantartás csökkenti az élettartamot, és egyúttal az alapvetően ésszerű beruházást leértékeli.

A Vasúti és Közlekedésgazdasági Intézet ÖBB-vel közösen végzett eddigi munkája során kidolgozott egy olyan adatbankot, amelyben az osztrák hálózat kerekén 4100 km-nyi fővágányának adatai szerepelnek, s ami a legfontosabb vonalakat foglalja magába (3. ábra).

A vágány geometriai minőségét 5,0 m-enként dokumentálták a fekszint

szórására és az ún. nagygépi szabályozási mutatószámra (MDZ-Ziffer) alkotott, 100 m hossza vonatkozó csúszó átlag segítségével. Az adatbankban a következő adatok szerepelnek még: a felépítmény rendszere, az építés időpontja, az időközben megtörtént karbantartási beavatkozások és a forgalmi terhelés. Ezek az információk 13 évre visszamenően állnak rendelkezésre. Így a hálózat egy adott helyét illetően a vágányminőség viselkedése jellemző időszakokra vonatkozóan bemutatható. A 4. ábrán látható pontok a mérőkocsi adataiból számított minősítő számokat jelentik, s a korábbiakban közölt exponenciális függvény a pontokra illesztett regressziós görbeként adódik.

Az ilyen adatbankoknál felmerül a kérdés: elegendő számú-e az adatmennyiség, vagy már túl sok? A feleletek a következők: Nem, nincs elég adat az adatbankban, főleg az alépítményre vonatkozóan. Természetesen másfelől pedig túl sok adat van felvéve. Azonban a fő kérdés így hangzik: az adatbankból nyilvánvalónak tűnő összefüggések felismerhetők-e? Válaszoljunk meg ezt az óvatos „majdnem mindig” kifejezéssel. Egyes esetekben azonban meglepőek az adatok, s ilyenkor hangsúlyozni kell, hogy ezek a meglepetések eddig mindig tisztázhatóak voltak, de nem a képernyőn, hanem a helyszínen, a vágányban.

Lássunk egy példát: A vágány fekvése a vágánymérési adatok szerint kitűnő. Mégis elvégezték az ágyazatrostálást (5. ábra, kék vonal), mely után a vágánygeometria minősége gyorsan romlani kezdett. A rostálógépek gyártóinak nem kell nyugtalankodniuk, a vágánygeometria minőségének romlását nem a gép munkája okozta, sőt a gép bevetése feltétlenül szükséges és hasznos volt. Akkor mégis mi történt?

A rostálás előtti utolsó mérés és a rostálás között kőomlás zúdult a vágányra. Ezért kellett a kőomlás eltávolítása után az ágyazatot rostálni. Azonban a vízelvezetés helyreállítására nem fordítottak kellő figyelmet. A rostálás utáni gyors vágánygeometriai romlást a feltöltődött árkokban felgyülemlt felületi víz okozhatta. A példa rámutat arra, hogy a megszokott eljárással elvégzett soktényezős elemzés eredménye a gyakorlatba nem mindig ültethető át. Továbbá kitűnik a víztelenítés fontossága is.

A vágány élettartamköltség-összetevőinek elemzése azt mutatják, hogy az értékcsökkenés, tehát az állandó költségek a forgalmi terheléstől függően az átlagos

éves költségek 50-65%-át adják, az üzemzavarási költségek nagyon nagy terhelésű pályákon a karbantartási költségeket kismértékben meg is haladhatják, míg a kis terhelésű pályákon többnyire irrelevánssá válnak.

A 6. ábra a vágány ideális viselkedését mutatja. A beruházás után romlik a geometriai minőség, amely a karbantartási intézkedések hatására javul, anélkül, hogy a kiinduló minőséget ismét elérné. Egy adott időszak után a kritikusnak definiált állapot kialakulása már nem akadályozható meg, a felújítás szükségessé válik. A felépítmény ezen életciklusából adódik az élettartamköltség már statisztikailag leírt felosztása (piros: teljes éves költség, zöld: értékcsökkenés, kék: üzemzavarási költség, narancs: karbantartási költségek), s abban a pályafelügyelet költségeit nem vették figyelembe. Nagy forgalmi terhelésű fővonalakra vonatkozóan a kiindulási minőség (beruházási stratégia), illetve a különböző karbantartási változatok hatását kiértékelve megmutatkozik a magas minőségre alapozott stratégia alkalmazásának szükségessége.

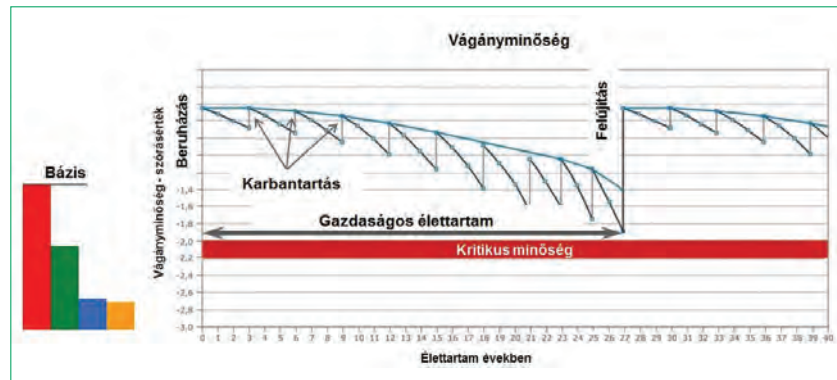
1. változat: a kiinduló minőség enyhé csökkenése. Az alacsony minőségi szint – a megfelelő karbantartás ellenére – csökkenti az élettartamot, s emiatt az életciklusköltség nő (7. ábra).

2. változat: lemondás a műszakilag szükséges alépitmény-felújításról. Egy olyan vágány, amely nem kielégítő teherbírási alépitményen fekszik, már a kezdeti süllyedések után rossz minőséget mutat, és erőteljes forgalmi igénybevétel esetén romlása nagyon gyors lesz, így gyakori karbantartási beavatkozásokat kíván, és a legrosszabb esetben csupán 50%-át éri el a jó alépitményen fekvő vágány szokásos élettartamának. Az élettartamköltségek ilyen esetekben a jó alépitményű vágány költségeinek kilencszeresére (!) emelkedhetnek (8. ábra).

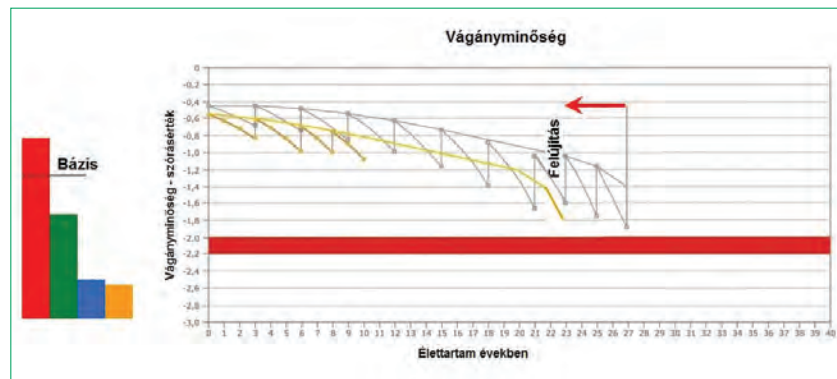
3. változat: az élettartam növelése lassújelek megtűrésével. Bár ezzel a stratégiával az élettartam növelhető, ami által az értékcsökkenési leírás mérsékelhető, mégis ezt a pozitív hatást a törzshálózaton az erőteljesen emelkedő üzemzavarási költségek kioltják (9. ábra).

4. változat: a karbantartás csökkentése. Ez a stratégia egyrészt gyors megtakarításokat eredményez, másrészt rövidíti az élettartamot, és azzal növeli az élettartamköltségeket (10. ábra).

Valamennyi példa bemutatja a negatív



6. ábra. A vágány ideális viselkedése



7. ábra. A kiinduló minőség enyhé csökkenése

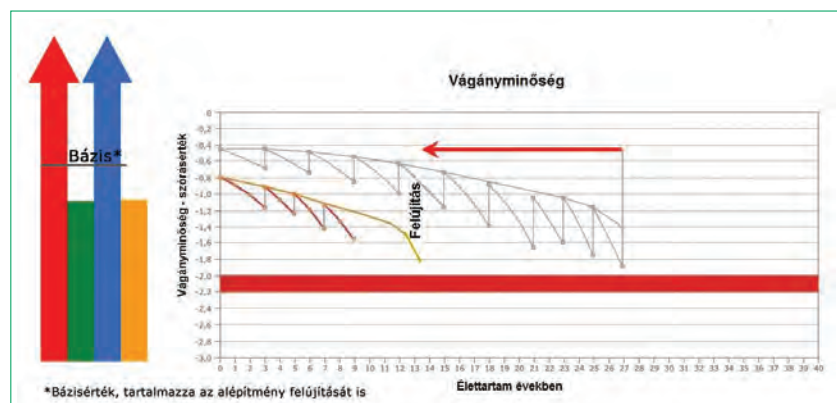
következményeket és az eltérő megoldások növekvő élettartamköltségeit, amelyek a rövid távú megtakarítások mellett a minőség romlását okozzák. Mit lehet ezekből a példákban tanulni?

1. A vágány túlságosan „türelmes”, nem reagál azonnal az elégtelen mértékű gondozásra.
2. A vágánynak azonban hatalmas az „emlékezőtehetsége”. Megjegyzni a nem kielégítő gondozást.
3. És amikor a vágány reagál, akkor a

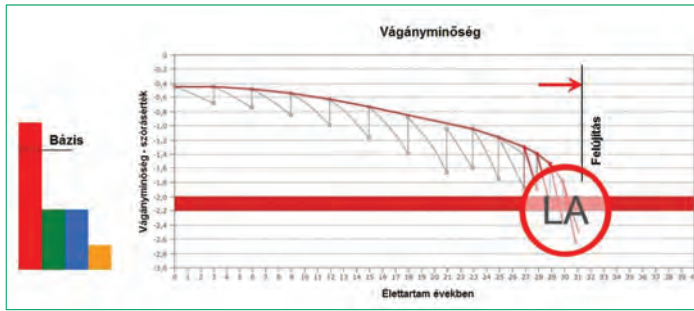
további beavatkozás szempontjából már túl késő...

A vágány viselkedésének bemutatásához engedjenek meg egy példát (11. ábra). Ennek az elefántnak a tulajdonságait nem lehet megváltoztatni, s ezt tudomásul kell venni. Ezért a felhívás így szól a közlekedéspolitikusoknak: ne tegyék takarékoskodással tönkre a vasutat, mert ha az elefánt egyszer elpusztul...

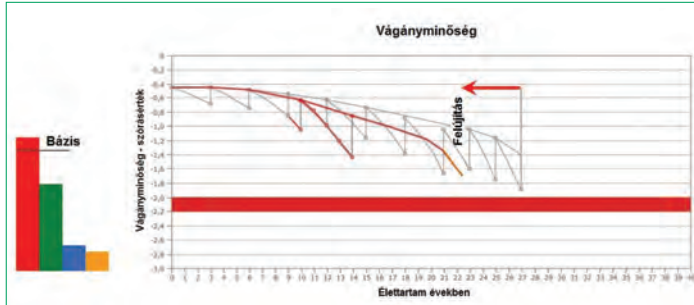
Most pedig térjünk vissza a gazdasági elemzéshez, a költségtényezők vizsgálatá-



8. ábra. A műszakilag szükséges alépitmény-felújításról történő lemondás



9. ábra. Az élettartam növelése lassújelek megtűréseivel



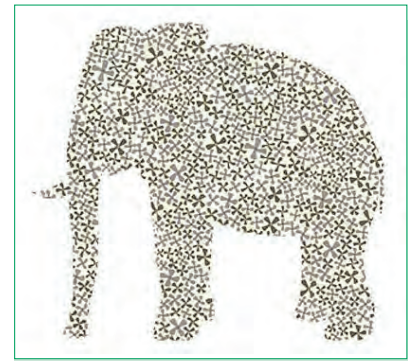
10. ábra. A karbantartás csökkentése

hoz. Miként az várható, a legjelentősebb költségtenyező a nem megfelelő kiindulási minőség, amelynél az alépítmény teherbírásának és a víz vágány alóli kivezetésének döntő a jelentősége. Amennyiben ez a „házi feladat” megoldatlan, nincs értelme a vágány optimalizálásáról beszélni. A következő költségtenyezőt a kitérők jelentik, élettartamköltségeik – a folyópálya 1 m hosszú szakaszára vonatkoztatva – a 11-13-szoros értéket is elérhetik. Ehhez egy kérdés: valóban szükség van a hálózatban fekvő minden kitérőre?

A kis sugarú ívek szintén komoly költség-növelők (az élettartamköltséget

megháromszorozhatják), csakúgy, mint ahogyan a már említett üzemzavarási költségek. Ez utóbbiak magukban foglalják a késések és a kapacitáskorlátozások miatti késések következtében fellépő költségeket éppúgy, mint a kerülő útvonalak vagy a kiegészítő menetek költségeit, valamint az olyan következmények, mint a csatlakozási nehézségek, a tolatás és a vonatösszeállítás többletköltségeit, a késések miatti szankciók költségeit és nem feledhetők a negatív piaci hatások sem.

Egy következő költségtenyező a túl rövid munkaszakaszon, illetve túl rövid vágányzárban végrehajtott és ezért drága



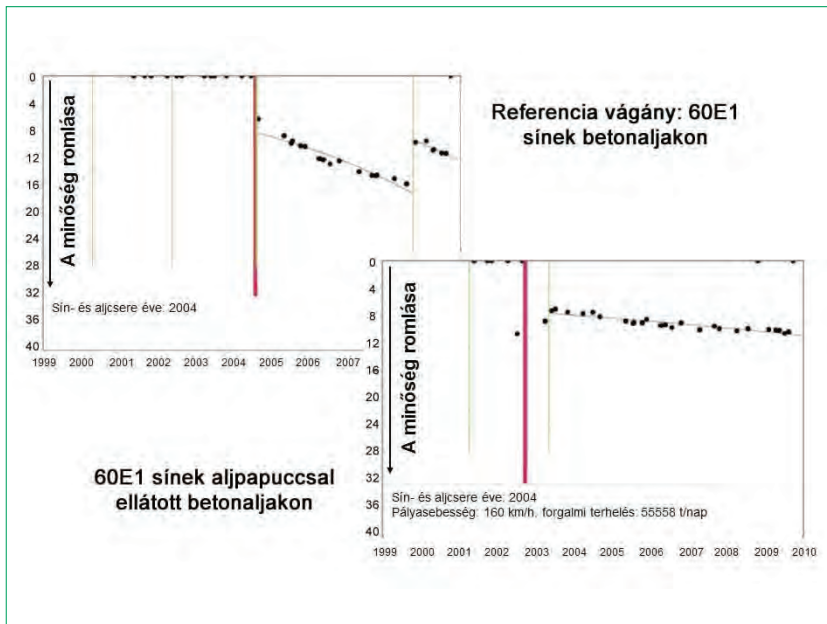
11. ábra. Az a bizonyos elefánt

munkavégzés. Az aktuális munkahosszak az üzem lehető legkisebb zavarásának igényéből származnak, abból, hogy csak a legszükségesebb beavatkozásokra kerüljön sor, de azok díjait már csökkentették, és a csökkenő működtetési költségekkel sem lehet már érvélni.

Csak most következik a sorrendben a forgalmi terhelés mint költségtenyező. A vasutak olyan mértékben viselik el a forgalmi terhelés növekedését, amennyire alkalmassá tették őket – szerencsére, hiszen a vasút tömegközlekedési eszköz. A forgalmi terhelés megduplázása esetén a romlási sebesség a lineárisnál jelentősebb mértékben növekszik.

A gördülőállomány minősége, mint a pályaköltségek egyik tényezője, a múltban alulbecsült volt. Például az élettartamköltség nagyságában az eltérés csak a különböző mozdonytípusok miatt akár $\pm 10\%$ is lehetett.

Az elemzések mind ugyanazt a trendet mutatják: a magas minőségben alapuló pályastratégiától további előnyök várhatók a fenntarthatóságot és a költségek csökkentését illetően. A különböző felépítményszerkezetek eltérő peremfeltelemek közötti műszaki viselkedéséről az adatbankból nyerhetünk információkat. A különböző szerkezetekre és körülményekre vonatkozó költségek párhuzamos elemzése lehetővé teszi olyan műszakilag és gazdaságilag optimalizált felújítási stratégia kialakítását (mit kellene, hol és mikor beépíteni), amely az élettartamköltség-vizsgálat alapján, integrált alkotórészként a majd szükséges karbantartási stratégiákat is magában foglalja. A gazdasági optimalizálás az életciklus-költségekre irányul, ahol az a hosszú élettartam és a vele kapcsolatos hosszú távú tökelekötés miatt dinamikus értékelendő. Erre példa a fővonal felújítási stratégia (1. táblázat).



12. ábra. Vágányminőség kiértékelése

1. táblázat. Vágányfelújítási stratégia

Forgalmi terhelés (bruttótonna/nap/ vágány)	Ívsugár (m)					
	R > 3000	1000 <R<3000	600 <R<1000	600 <R<4000	400 <R<250	R < 250
kétvágányú, >70 000	60E1 260, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, H
kétvágányú, 45 000–70 000	60E1 260, B	60E1 350HT, B 60E1 260, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, H
kétvágányú, 30 000–45 000	60E1 260, B	60E1 350HT, B 60E1 260, B	60E1 350HT, B 60E1 260, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, B	60E1 350HT, H
kétvágányú, 15 000–30 000	60E1 260, B	60E1 260, B	60E1 260, B	60E1 350HT, B 60E1 260, B	60E1 350HT, B	54E2 350HT, H

Az aljpacucok alkalmazása olyan innováció, amelyet élettartam-elemzések és az azokból következő gazdasági számítások támasztottak alá. A betonalj talpa és az ágyazat közötti érintkezési felület növelése csökkenti az ágyazatban a csúcsfeszültségeket, amelyek az ágyazati szemcsék kezdeti töréséért és ezzel a kezdeti süllyedésekért és hibákért felelősek. Az aljpacucok alkalmazásával növelt kiindulási minőség csökkenti a karbantartási igényt, és a megfelelő karbantartás révén a felépítmény élettartamának jelentős növekedését eredményezi. Az ÖBB hálózatának 1500 olyan szakaszára elvégzett elemzés, ahol aljpacucot alkalmaztak és az eredmények összevetése a nem aljpacucos referenciaszakasz eredményeivel, a várakozásokat tökéletesen igazolta (12. ábra).

A kezdeti süllyedések konszolidációja után a minőség 18%-kal jobb lett, ami

a 63%-kal (!) csökkent romlási rátával együtt az élettartam várhatóan 38%-os meghosszabbodását eredményezi. Ezek az adatok a vágány életciklus költségének kerekén egyharmaddal történő csökkentését teszik lehetővé. Hasonlóan kedvezőek az adatok a kiterőaljak papucssal való ellátása esetén is. A betonalj papucscok alkalmazása jelentős lépés a fenntarthatóság irányába, egy olyan lépés, amelyben az ÖBB és Ausztria, mivel az aljpacuc osztrák termék, nemzetközi szinten úttörő szerepet játszik. Az aljpacucokkal kapcsolatos, fővonalakra vonatkozó ÖBB-előírások már 2009 óta léteznek.

A Grazi Műszaki Egyetem Vasúti és Közlekedésgazdasági Intézete 2011 óta végzi az ÖBB nagyobb felépítményfelújítási projektjeinek LCC alapú értékelését. Ennek során a minta-vágányszakaszokra trendelemzések készülnek, amelyek segítségével prognosztizálják a jövőbeni karbantartási szükségleteket, és egyéves monitoring után az optimális élettartamot és a felújítás időpontját megállapítják.

Végül álljon itt John Ruskintól egy idézet, amely összefoglalja az eddig leírtak lényegét: „Alig létezik valami ezen a világon, amit valaki ne csinálhatna egy kissé még rosszabbul, és így ne adhatná el még olcsóbban. Az emberek viszont, akiknek csak az ár számít, ezen üzelmek áldozatává válnak. Értelmetlen valamiért túl sokat fizetni, de még rosszabb, valamiért kevesebbet fizetni. Ha túl sokat fizetnek, veszítenek egy bizonyos összeget. Ez minden. De ha túl keveset fizetnek, néha mindent elvesztenek, mert a megvásárolt áru nem tudja betölteni rendeltetését. A gazdaság törvénye megtiltja, hogy kevés pénzért nagy értéket kapjunk. Ha a legolcsóbb ajánlatot fogadjuk el, fennáll a rizikó, hogy az nem működik, és ezt bele kell kalkulálnunk az árba. Ha ezt tesszük, akkor lenne elég pénzünk arra is, hogy egy jobb árut vegyünk meg.”

Összefoglalás

A vasúti pályák rendelkezésre állásának követelményei a karbantarthatósági követelmények teljesítésével elégíthetők ki. Ám a nagy forgalmú vonalakon a két követelmény egyidejű összehangolása egyre nehezebb feladat. Erre a kihívásra adható egyetlen válasz a vasúti pálya elemeinek és a teljes pályaszervezetnek műszaki és gazdasági szempontú fenntarthatósága. Az időszakos pályamérési adatok elemzése bizonyítja, hogy a pálya minőségének javítása a pálya fenntarthatóságának előfeltétele. A cikk tárgyalja a vasúti pálya viselkedését, és elemzi a vágányra vonatkozó stratégia kialakítása szempontjából a költségtényezőket. Végül szól az Ausztriában 2009-ben szabványos megoldásként bevezetett aljpacucos betonalkak műszaki viselkedéséről és gazdasági hatékonyságáról. ◀

Summary

The demands on availability of railway track can be fulfilled, as the demand on its maintainability. However, on dense used lines matching both demands in the same time becomes more and more critical. The only answer for that challenge is technical and economic sustainability of track components and the entire track system. Research on time sequences of track data demonstrate that increasing track quality is a precondition for track sustainability. The paper is discussing track behaviour and analysing cost drivers of track in order to formulate track strategies. Finally under sleeper pads for concrete sleepers, implemented in Austria as a standard solution since 2009, are described in their technical behaviour and economic efficiency.

Peter Veit építésügyi gazdasági mérnöki tanulmányai befejezése után, 1987-től 1999-ig a Grazi Műszaki Egyetem Vasúti Intézetében dolgozott, ahol 1991-ben doktorált, majd 1999-ben a vasúti pályák élettartam-költségei témában habilitált. 2000 és 2002 között kutatási eredményeit az ÖBB-nél a Vasúti pályastratégia című projekt vezetőjeként alkalmazta. Ezután visszatért a Grazi Műszaki Egyetemre, ahol 2010-ben a Vasúti és Közlekedésgazdasági Intézet professzorává nevezték ki. Intézete a műszaki és gazdasági fenntarthatóság című téma kutatásában és fejlesztésében együttműködik a vasúti iparral éppúgy, mint egyes európai vasúttársaságokkal, például az ÖBB-vel, az SBB-vel, valamint a skandináv vasutakkal. Az intézet egy további kutatási területe üzemi kérdéseket érint, hogyan lehet matematikailag leírni az integrált ütemes közlekedést.



Rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítmény (3. rész)

Módszer a hosszirányú viselkedés
vizsgálatára

Major Zoltán*

egyetemi tanársegéd

Széchenyi István

Egyetem, Győr

✉ majorz@sze.hu

☎ (96) 613-530

Korábbi számainkban már foglalkoztunk a rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítménnyel. Az 1. részben (2013/6. szám) a kiöntőanyag jellemzői, míg a 2.-ban (2014/1.) a kiöntés numerikus modellezése volt a téma. Ezúttal olyan módszert ismertet a szerző, melynek segítségével a kiöntött síncsatornás felépítmények méretezése, illetve ellenőrzése leegyszerűsödik, közelebb kerül a mindennapi mérnöki gondolkodáshoz. A szerző által kidolgozott módszer nemcsak az átmeneti szakaszok (kiöntésvég) vagy a dilatációs készülékekkel kapcsolatos vizsgálatoknál hasznos, hanem a kiöntött szakasz semleges hőmérsékleti zónán kívüli munkavégzés kérdésének gyakorlati megítélésében is segít.

A kiöntött síncsatornás felépítmények dilatációs viselkedése jelentősen eltér a zúzottköves, illetve a betonlemezen kialakított diszkrét leerősítésű felépítményekétől. Míg az elsőre rugalmas „ágyazat-ellenállás” jellemző még ~10 mm nagyságrendű elmozdulások esetén is, addig a második és harmadik esetben a lineárisan rugalmas szakaszt viszonylag kis elmozdulások (≤ 2 mm) után egy ideálisan képlékeny szakasz követi. Ez utóbbi viselkedést nemlineáris statikai számítást lehetővé tevő szoftverekkel modellezni lehet (a rugómerevség és a határerő megadásával), illetve a gyakorlati számításokban el lehet hanyagolni a rugalmas tartományt, és a képlékeny ágyazat-ellenállást lehet alkalmazni az ismert képletekben. Az 1. ábrán látható az MSZ EN 1991-2:2006 [1] szerinti, a zúzottköves, illetve diszkrét sín-alátámasztású betonlemez felépítmény esetén érvényes erő-elmozdulás diagramok.

Megjegyzés: Az 1. táblázatban az értékek két sínszára (vágányra) vonatkoznak!

A kétféle (rugalmas, illetve képlékeny) dilatációs viselkedés markáns eltérést mutat abban az esetben, ha egymás mel-

lé helyezzük a dilatációs erők, valamint a sínvégek mozgásának grafikonjait. A grafikonok 45 °C hőmérséklet-változás esetén mutatják be egy 60E1 r. sín viselkedését. A képlékeny nyírási ellenállásra 10 [kN/m/sínszál] értéket vettem fel, a kiöntött síncsatornás felépítményt pedig 5000 [kN/m/m/sínszál] értékkel jellemeztem. A lélegző szakasz hosszának megállapításakor nem a teljes mozdulatlanyságot, ha-

nem 0,01 mm elmozdulást szabtam meg határfeltételként [2]. A sínszál figyelembe vett rugalmassági modulus értéke 206 000 [N/mm²], a lineáris hőtágulási együttható értéke $1,2 \cdot 10^{-5}$ [1/°C]. A 2–5. ábrák grafikonjai szemléltetik az egyes esetekben a dilatációs erők és a kialakuló elmozdulások változását a sínszál hossza mentén (2., 3., 4., 5. ábra).

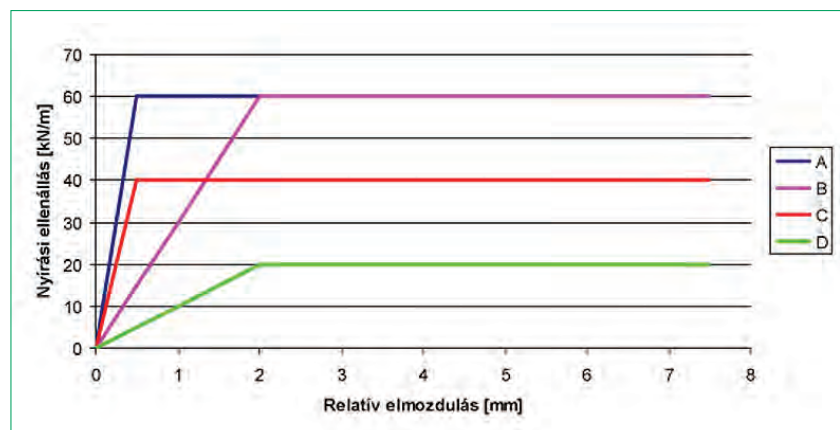
A grafikonok alapján elmondható, hogy a zúzottköves és diszkrét leerősítésű vágányoknál a dilatációs erő lineáris változása kiöntött síncsatornás felépítmények esetén nem alkalmazható feltevés, a kialakuló sínvégmozgások pedig lényegesen kisebbek a zúzottköves és diszkrét leerősítésű vágányokban várhatóaknál.

A hosszirányú viselkedés analitikus leírása

A hosszirányú viselkedés analitikus leírására *Coenraad Esveld* Modern Railway Track – Second Edition [3] könyvében található módszert.

A fellépő lineáris nyírási ellenállást az alábbi összefüggés írja le: $\tau = ku$,

ahol: τ : rugalmas nyírási/tapadási ellenállás [kN/m],



1. ábra. A nyírási ellenállás értéke zúzottköves, illetve diszkrét sín-alátámasztású betonlemez felépítmény esetén [1]

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

k: hosszirányú rugóállandó [kN/m/m],
u: elmozdulás [m].

A vizsgált problémát jellemző differenciálegyenlet az alábbi alakban írható fel:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} - \frac{k}{EA} u = 0,$$

ahol:

x: távolság a dilatáló sínvégtől [m];

E: a sínanyag rugalmassági modulusa [kN/m²];

A: a sín keresztmetszeti területe [m²].

A differenciálegyenlet megoldását követően a sín tengelye mentén bekövetkező elmozdulásra az alábbi egyenletet kapjuk (a levezetést mellőzve):

$$u(x) = \pm \frac{\alpha \Delta T}{\mu} e^{-\mu x},$$

$$\mu = \sqrt{\frac{k}{EA}}$$

ahol: α : a sínanyag lineáris hőtágulási együtthatója [1/°C],

ΔT : hőmérséklet-változás [°C].

A normálerő változására érvényes kifejezés:

$$N(x) = \pm EA \alpha \Delta T (1 - e^{-\mu x}).$$

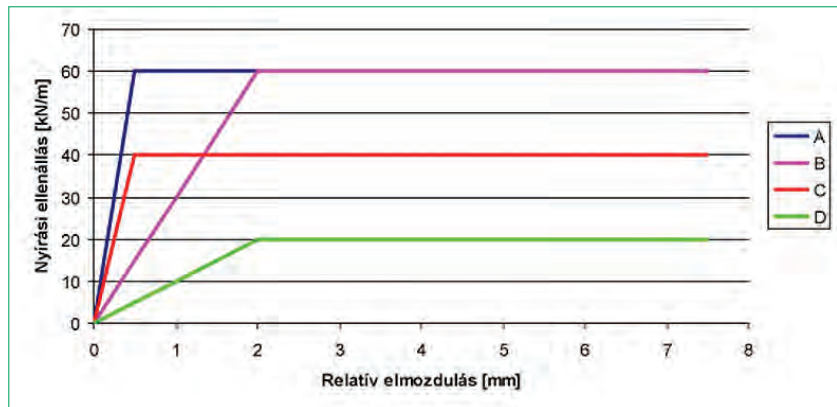
A mérnöki gyakorlatban két tényező vizsgálata lényeges. Az egyik a sín teljes mozgó hosszának (síntörés esetén a zavart hosszak) (z) nagysága, míg a másik a dilatáló sínveg elmozdulásának nagysága (u_{max}). Ezek közül a dilatáló hossz meghatározása a fentiek alapján zárt formában lehetetlen, a maximális elmozdulás értéke pedig az alábbi képlet alapján lehetséges:

$$u_{max} = u(0) = \pm \frac{\alpha \Delta T}{\mu} = \pm \frac{\alpha \Delta T}{\sqrt{\frac{k}{EA}}} = \pm \alpha \Delta T \sqrt{\frac{EA}{k}}$$

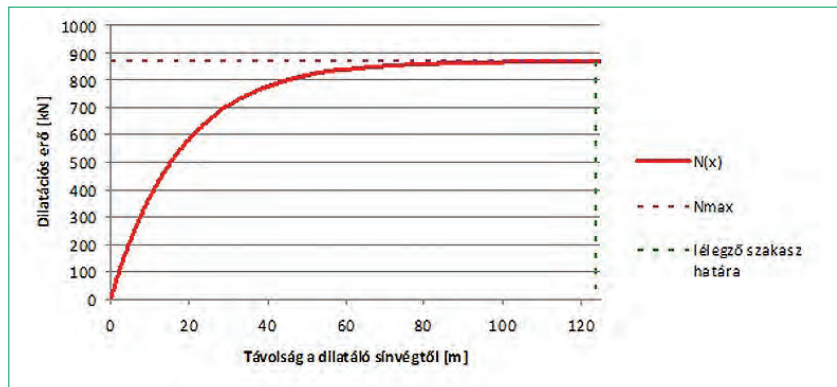
A fenti eljárás alapján készítettem egy Excel programot, mely számítja és grafikusán megjeleníti a sín tengelye mentén a normálerő és az elmozdulások változását, megadja a sín teljes mozgó hosszának nagyságát $u_{lim} = 0,01$ mm határelmozdulás mellett.

A program által szolgáltatott eredményeket validálás céljából összehasonlítottam egy korábbi Széchenyi egyetemi VEM számítás [4] eredményeivel. A felhasznált anyagjellemzők, rugóállandó és keresztmetszeti adatok a 2. táblázatban láthatók.

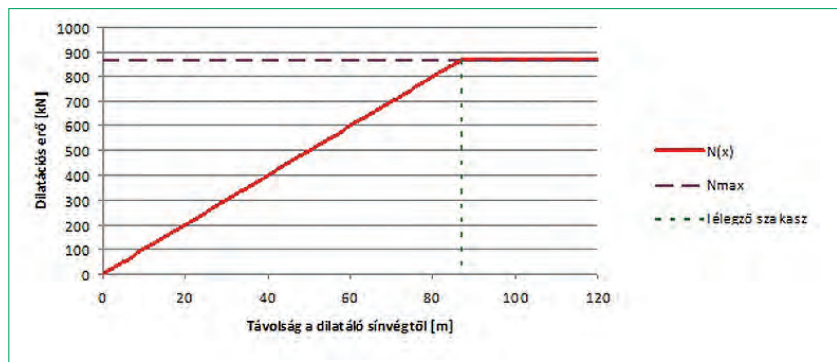
A kapott eredményeket a 3. táblázat foglalja össze.



1. ábra. A nyírási ellenállás értéke zúzottköves, illetve diszkrét sín-alátámasztású betonlemez felépítmény esetén [1]



2. ábra. A dilatációs erő változása a sín hossza mentén rugalmas nyírási ellenállás esetén



3. ábra. A dilatációs erő változása a sín hossza mentén képlékeny nyírási ellenállás esetén

A fenti eredmények között lényeges különbség csak a dilatáló hosszban jelentkezik. Ennek oka, hogy a [4] irodalom

a zavart hossz határát grafikon alapján becsülte meg, ott vette fel azt, ahol normálerő-változás már lényegében nem kö-

1. táblázat. A bilineáris rugókarakterisztikák jellemzői

Jel	Megnevezés	Rugóállandó	Határerő
		[kN/m/m]	[kN/m]
A	Sínlekötés ellenállása terhelt vágányon	120 000	60
B	Ágyazat ellenállása terhelt vágányon	30 000	60
C	Sínlekötés ellenállása terheletlen vágányon	80 000	40
D	Ágyazat ellenállása terheletlen vágányon	10 000	20

vetkezik be a sínszál hossza mentén, míg programomban az $u_{\text{lim}} = 0,01$ mm határ-elmozdulás szabja meg a határt. Meghatároztam ezért 60 m-nél mindkét esetben a normálerő nagyságát, ezeket az értékeket foglalja össze a 4. táblázat.

Látható, hogy a normálerő lefutása is azonos mindkét esetben, így az Excel programom használható a gyakorlati számítások esetén.

A fenti módszerekkel kapcsolatban elmondható, hogy a tervezés vagy valamely VEM program megvásárlását/megírását igényli, vagy viszonylag bonyolult összefüggések számítását kell elvégezni. A korábbi összefüggések helyett javaslatot teszek a következőkben egy mérnöki szempontból egyszerűbb, de az eredményt illetően korrekt számítási eljárás alkalmazására.

A hosszirányú viselkedés mérnöki szemléletű megközelítése

Az előző pontban ismertettem a kiöntött síncsatornában a sín dilatációs viselkedésének analitikus megközelítését, melynek eredménye az alábbi összefüggés:

$$u_{\text{max}} = u(0) = \pm \frac{\alpha \Delta T}{\mu} = \pm \frac{\alpha \Delta T}{\sqrt{k}} = \pm \alpha \Delta T \sqrt{\frac{EA}{k}}$$

A bonyolult képlet alkalmazása helyett az egyes sínrendszerekhez definiáltam egy c rendszertényezőt, melynek segítségével az alábbi formába írtam át az összefüggést:

$$u_{\text{max}} = u(0) = \pm c \Delta T \sqrt{\frac{1}{k}}$$

A c rendszertényezőben összevontam a sín állandónak tekinthető anyagjellemzőit (α , E), valamint sínrendszerként a keresztmetszeti területet (A). Az ebben az alakban történt felírásban az összefüggés egyszerűbb, valamint a számítási igény is lényegesen kisebb. A bevezetett összefüggés áttekinthetővé és átváltási nehézségektől mentessé teszi a sínvéghmozgás számítását.

A tényezők meghatározásához az általam írt programot használtam. A járatos sínrendszerekhez tartozó c rendszertényezőkre mutat példát az 5. táblázat. A módszer megalkotása során 12 sínrendszert, a Vignol sínek mellett a közúti vasúti pályaszerkezetben alkalmazott vályús síneket is vizsgáltam, azonban terjedelmi okok miatt az összes kalkulált értéket nem közlöm.

A számítás során a sínanyag rugalmassági modulusa $E = 206\,000$ N/mm², a lineáris hő tágulási együttható pedig $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$ 1/°C volt.

Elvégezve a korábban bemutatott validációs feladatot, az alábbi eredményt kaptam:

$$u_{\text{max}} = u(0) = c \Delta T \sqrt{\frac{1}{k}} = 14,662 \times 45 \times \sqrt{\frac{1}{10000}} = \frac{14,662 \times 45}{100} = 6,5978 \text{ [mm]}$$

az eredmény egybevág a korábban kapott eredményemmel.

Annak érdekében, hogy a sín teljes mozgó hosszának értéke (z) is meghatározható legyen sínrendszerként a hosszirányú rugóállandó függvényében, 45 °C

2. táblázat. A vizsgált modell bemenő paraméterei

E=	206 000	[N/mm ²]
A=	7247	[mm ²]
α =	$1,2 \cdot 10^{-5}$	[1/°C]
ΔT =	45	[°C]
k=	10	[kN/mm/m]

hőmérséklet-változás figyelembevételével meghatároztam a változást leíró hatványfüggvényeket az alábbi alakban:

$$z(k) = ak^b \text{ [m]}$$

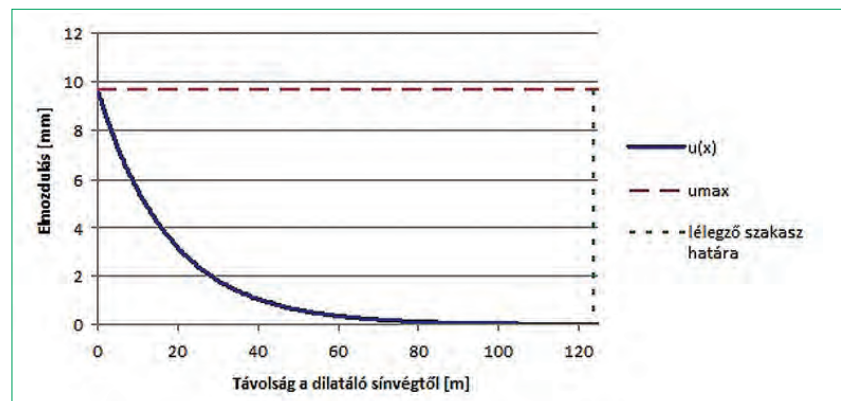
A felírt általános összefüggést az általam írt Excel program eredményeinek vizsgálatával kaptam. Az egyes sínrend-

3. táblázat. A kapott eredmények I.

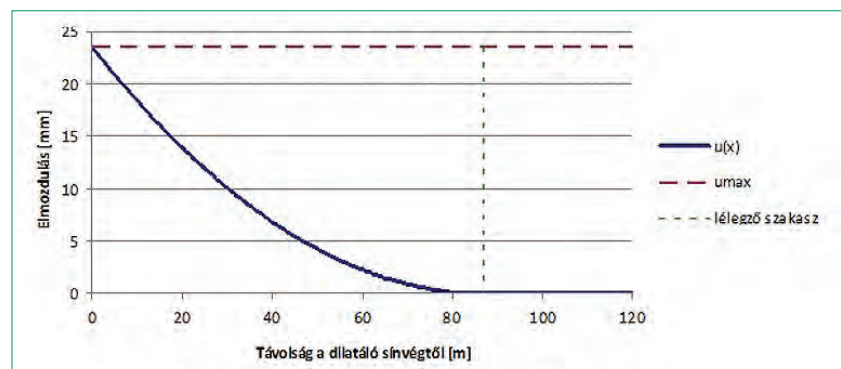
	[4] irodalom	Major Zoltán
N_{max} [kN]	806,16	806,16
u_{max} [mm]	6,33	6,59
z [m]	~60,00	79,50

4. táblázat. A kapott eredmények II.

	[4] irodalom	Major Zoltán
$N(60 \text{ m})$ [kN]	800,22	800,21



4. ábra. A sín elmozdulása a sín hossza mentén rugalmas nyirási ellenállás esetén



5. ábra. A sín elmozdulása a sín hossza mentén képlékeny nyirási ellenállás esetén

5. táblázat. A c rendszertényező értékei 54E1 és 60E1 r. sínek esetén

54E1	14,386
60E1	15,084

szerenként változó rugóállandó mellett meghatározott lélegző hossz értékekre hatványfüggvényt illesztettem, melyek a és b paramétereit a 6. táblázat foglalja össze. Az 54E1 r. sín esetén kialakuló zavart hossz értékek a hosszirányú rugóállandó kapcsolatát a 6. ábra szemlélteti. Az alkalmazott formula zárt formában kínálja a zavart hossz számítását a tervezők számára, melyre korábban nem volt lehetőség. A terjedelmi korlátok miatt az összes kalkulált értéket nem közlöm. A módszer megalkotása során 12 sínrendszert vizsgáltam. (A Vignol sínek mellett a közúti vasúti pá-

lyszerkezetben alkalmazott vályús síneket is a vizsgálat tárgyává tettem.)

Elvégezve a számítást, az alábbi eredményt kaptam:

$$z(10000,35GPB) = 16053 \times 10000^{-0,5761} = 79,57 \text{ [m]}$$

Az így meghatározott hossz közel áll a korábban kapott eredményhez (2. táblázat).

A semleges hőmérsékleti zóna felső határa fölött történő kiöntés lehetőségének vizsgálata

A zavart hossz számítására alkalmas módszer kidolgozását követően (a gyakorlatban elfogadott 45 °C hőmérséklet-változás feltételezésével, mely a minimális és maximális sínhőmérsékletek felezőpontjától, azaz +15 °C-tól mérhető) megvizsgáltam

6. táblázat. A hatványfüggvények a és b tényezőinek értékei 54E1 és 60E1 r. sínek esetén 45 °C hőmérséklet-változás figyelembevételével

Sínrendszer	a	b
54E1	15716	-0,5763
60E1	16598	-0,5763

a lélegző szakasz hosszának változását $\Delta T > 45$ °C hőmérséklet-változást figyelembe véve is. Ilyen eset fordulhat elő nyári vagy téli időszakban történő vágányépítésnél, amikor a kényszerítő körülmények miatt, de a kiöntőanyag technológiai utasításának hőmérsékletre vonatkozó előírásait betartva, kell alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten a síncatorna kiöntését elvégezni.

A 45 °C-nál nagyobb hőmérséklet-változás esetén egy, a hőmérséklet-változástól függő függvénnyel („t(ΔT)”) módosítottam az eredeti összefüggést: Ez a t tényező kapcsolatot teremt a 45 °C hőmérséklet-változás esetén értelmezett zavart hossz és a magasabb hőmérséklet-változás esetén értelmezett értékek között.

$$z(k, \Delta T) = z(k) \cdot t(\Delta T) = ak^b \cdot t(\Delta T) \text{ [m]}.$$

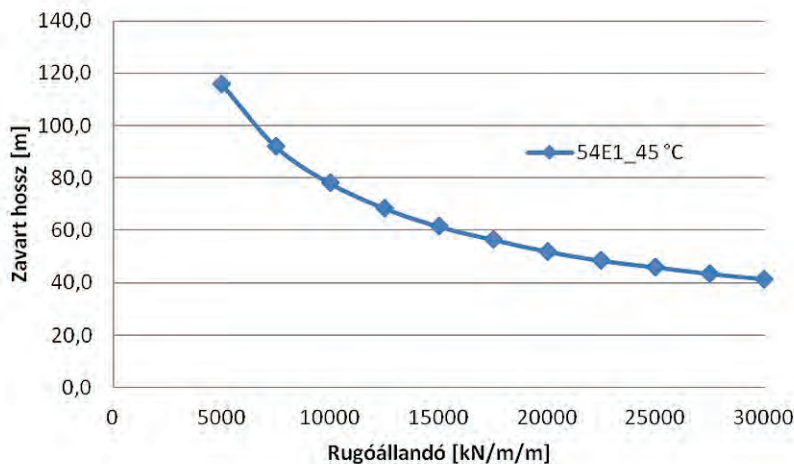
A képletben a különböző sínrendszerenként meghatározott „t(ΔT)” függvényt az egyetlen ismeretlen. Számításához az általam készített Excel program adatait használtam fel, és ezek alapján az alábbi formában határoztam meg:

$$t(\Delta T) = p \cdot \Delta T + q \text{ [-]}.$$

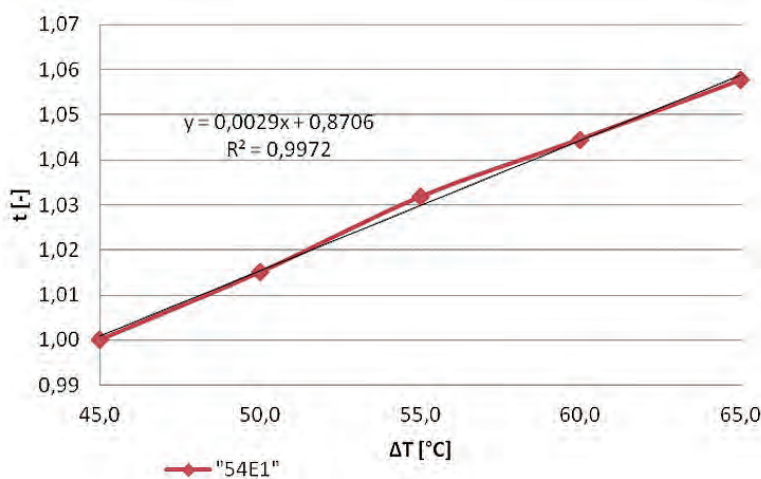
A fenti képletben szereplő p és q paramétereket az alábbiakban ismertetem.

Az összefüggést 45 °C < ΔT ≤ 65 °C hőmérséklet-változás esetére állapítottam meg. (Téli varratszakadás ellenőrzése esetén a $\Delta T = 65$ °C hőmérséklet-változás +35 °C építési sínhőmérséklet feltételezését eredményezi.) Az 54E1 r. esetén érvényes t(ΔT) összefüggést a 7. ábra szemlélteti.

A sínrendszerenként számított értékek



6. ábra. 54E1 r. sín esetén kialakuló zavart hossz a rugóállandó függvényében (45 °C hőmérséklet-változás esetén)

7. ábra. 54E1 r. sín esetén érvényes t(ΔT) összefüggés

Summary

In my article I presented a new calculation method of the longitudinal behaviour of the embedded rails. Using the method, it is possible to evaluate the longitudinal displacement, the breathing length and the normal force in the embedded rail when the rail has been broken.

gyakorlatilag konstansnak, azaz minden sínrendszerre azonos nagyságúnak tekinthetők, így javaslom az alábbi, biztonságra javára közelítő összefüggés alkalmazását a sínrendszertől függetlenül:

$$\tau(\Delta T) \approx 0,0031 \cdot \Delta T + 0,8724 \quad [-].$$

A felírt összefüggés alkalmazását az alábbi példa szemlélteti:

$$\begin{aligned} &= (10000,35 \text{GPB}, \Delta T = 65^\circ\text{C}) = 16053 \times 10000^{0,8724} \\ &\times (0,0031 \times 65 + 0,8724) = 79,57 \times 1,0739 \quad [m] \\ &= (10000,35 \text{GPB}, \Delta T = 65) = 79,57 \times 1,0739 = 85,45 \quad [m] \end{aligned}$$

Foglalkoztam azzal a gyakorlati problémával is, ha a síncsatorna kiöntése a semleges hőmérsékleti zóna felső határa fölött történik. Ebben az esetben arra a két kérdésre kell választ adni, hogy esetleges téli sintörés/varratszakadás esetén mekkora a megnyíló hézag nagysága, illetve történi-e károsodás a kiöntőanyag tapadásában (elválás/felszakadás), illetve magában a kiöntőanyagban (belső nyírási szakadás).

Tegyük fel, hogy sintörés/varratszakadás esetén a hézagmegnyílás megengedett értéke 20 mm-nél nagyobb nem lehet, ez 10-10 mm-es sínvégmegmozgásnak felel meg. Ez tekinthető a megengedhető határelmozdulásnak. Korábbi tanulmányok alapján a kiöntőanyag károsodása ~7,5 mm-es mozgásnál nem következik be, így ez tekinthető a kiöntőanyag szempontjából megengedhető határelmozdulásnak. Felhasználva a korábbi összefüggéseket:

$$u_{\text{sup}} = \pm c \Delta T \sqrt{\frac{1}{k_{\text{min}}}},$$

$$k_{\text{min}} = \left(\pm \frac{c \Delta T}{u_{\text{sup}}} \right)^2 = \Delta T^2 \left(\pm \frac{c}{u_{\text{sup}}} \right)^2,$$

$$f = \left(\pm \frac{c}{u_{\text{sup}}} \right)^2 \quad \text{és} \quad u_{\text{sup}} = 7,5 \text{ [mm]},$$

$$k_{\text{min}} = \Delta T^2 f$$

A képletben szereplő f tönkrementeli tényező kapcsolatot teremt a sínrendszer és a megengedhető maximális sínvéglmozdulás között. Mivel 7,5 mm-ben rögzítettem a megengedhető maximális elmozdulást, mellyel biztosítottam, hogy a kiöntőanyag nem válik el a sín és a csatorna felületén sem, így meghatározható egy hosszirányú rugóállandó határérték. Amennyiben ennél nem kisebb a rugóállandó, akkor a magasabb hőmérsékleten történt kiöntés után bekövetkező sintörés következtében még nem károsodik a kiöntés.

7. táblázat. Az f tényező értékei 54E1 és 60E1 r. sínek esetén

Sínrendszer	f
54E1	3,6792
60E1	4,0449

A sínrendszerként jellemző f tényező értékeire mutat példát a 7. táblázat. Terjedelmi okok miatt az összes számított értéket nem közlöm. A módszer megalkotása során 12 sínrendszert vizsgáltam. (A Vignol sínek mellett a közúti vasúti pályaszerkezetben alkalmazott vályús síneket is a vizsgálat tárgyává tettem.)

Abban az esetben, ha a rugóállandó értéke nagyobb, mint a szükséges k_{min} érték, akkor az adott hőmérséklet-változásnak a szerkezet ellenálló, a forgalombiztonsági követelmények automatikus teljesülése mellett.

Megjegyzés: A k_{min} érték teljesülése esetén is el kell végezni a sínfeszültségek ellenőrzését!

Összefoglalás

Cikkemben olyan módszer megalkotását mutattam be, melynek segítségével a kiöntött síncsatornás felépítmények méretezése, illetve ellenőrzése leegyszerűsödik, közelebb kerül a mindennapi mérnöki gondolkodáshoz. A megalkotott módszer másik nagy előnyének tekinthető, hogy nem igényli végeselem-program meglétét, időtakarékos ahhoz képest, mivel a modellépítés ebben az esetben elmarad. Felhasználva a levezetés során bevezetett tényezőket, választ adtam a gyakorlatban előforduló olyan problémák kezelésére is, mint például a semleges hőmérsékleti zónán kívül végzett munkavégzés kérdésének gyakorlati megítélése. ◀

Irodalomjegyzék

- [1] MSZ EN 1991-2:2006 A tartószerkezetek éré hatások. Hidak forgalmi terhei.
- [2] Kormos Gy.: Longitudinal behaviour of rail embedded in elastic material. *Periodica Polytechnica*, 2001.
- [3] Coenraad Esveld: Modern Railway Track. Second Edition, MRT-Productions, 2001, Zaltbommel, p. 186.
- [4] Dr. Horvát Ferenc, Dr. Németh György: Hazai megfeleléségi igazolás – 35GPB (35LPG) r. sínekkel kialakított Edilon típusú kiöntött síncsatornás közúti vasúti vágány kísérleti szakaszának építésére. 2004, Győr.

II. Pályavasúti szakmai nap 2015. június 6.



Az elmúlt évben, hagyományteremtő szándékkal, első alkalommal, sikerrel megtartott Pályavasúti szakmai napról lapunk részletesen beszámolt. Az idei, második szakmai napot június 6-án, szombaton rendezi meg a Magyar Vasúttörténeti Park. A tavaly elhatározottaknak megfelelően, az évente megrendezendő szakmai napokon a pályavasút egy-egy szakterületét mutatják be. Az idei program a vasúti távközlés fejlődése a kezdetektől napjainkig címet viseli. Ez a szakterület az elmúlt évtizedekben hatalmas fejlődésen ment keresztül. A szakmai nap kiemelt programjai ezt a fejlődést szeretnék bemutatni. A helyszíni kiállítások, az ismeretterjesztő előadások, szakmai bemutatók a vasúti távközlés berendezések és rendszerek fejlődését, a vasúti rádiózást az analóg rendszerektől a GSM-R technológiáig egyaránt felölelik. Megtudhatjuk, hogyan változott a távközlés a vasút szolgálatában a hagyományos távirótól az internetes technológiáig, és azt is, hogy a hangos és vizuális utastájékoztató területén milyen fejlődés ment végbe.



A szakmai nap keretében rendezik meg, immár hatodszor, a hagyományosan, s méltán nagy érdeklődést kiváltó krampácsversenyt, amelyről eddig minden alkalommal beszámoltunk olvasóinknak.

A szakmai nap, mely felett a MÁV Zrt. védnökséget vállalt, és támogatja annak megszervezését, nem titkolt célja, hogy a pályavasút valamennyi szakterületét bemutassa, és ezzel közelebb vigye az érdeklődőkhöz.

Both Tamás



Pályatechnológiai fejlesztések a BKV közúti vasúti hálózatán (2. rész)

Nyitott, zúzottkő ágyazású közúti vasúti vágányrendszerek

Csépké Róbert

műszaki főmunkatárs

BKV Zrt. Villamos Pálya- és

Műtárgyfenntartási Szolgálat

✉ csepker@bkv.hu

☎ (1) 461-6500/28190

A sorozat 1. részében a burkolt vágányrendszerekkel kapcsolatos új felépítményi megoldásokat ismertettük. Ebben a részben a BKV zúzottköves ágyazatú közúti-vasúti vágányokban végrehajtott pályatechnológiai fejlesztéseit mutatjuk be, ahol az elmúlt 20-25 éves időszakban a nyitott közúti, vasúti vágányokban főként a MÁV-tól átvett szerkezeti elemek és megoldások konzerválódtak.

Az említett életciklusköltség-elemzésbe a nyitott, zúzottkő ágyazású vágányokat még nem vonták be. Az értékelési szempontrendszer azonban hasonló, mint a burkolt rendszereknél bemutatott módszer. Fő szempont itt is, mint az általános szakmai elvárás, a felépítménynek a lehető leghosszabb ideig, s megfelelő minőségben az első fekvési helyen tartása. A karbantartási munkákat a minimálisra, esetleges kapcsolószerszám-utánhúzásra, pótlásra, az ágyazat rendezésére, szabályozására, síncsiszolásra lenne kívánatos visszazorítani.

A városi környezet már tárgyalt káros hatásai azonban ennél a vágánytípusnál is jelentkeznek. Ez az egyik kezelendő problémakör. A másik a nagyvasúti hagyományok átvétele alapján megépített villamos-vasúti vágányok rendszere, mely semmiben sem tér el a városi hatásoktól nem terhelt országos közforgalmú vasutak felépítményi rendszereitől. A kisebb közúti vasúti tengelyterhelések, a városi környezetben fokozottan jelentkező zaj- és rezgéscsillapítási igény, a kisebb sebesség a nagyvasútinál kisebb merevségű vágányrendszerek építését kívánná meg. A nemzetközi szakirodalomban csak „resilient tracksystem” néven említett rugalmas vágányrendszerek építésének elvét a BKV Zrt. Villamos Pálya- és Műtárgyfenntartási Szolgálata előírásaiban alkalmazni kívánja. Ezen elv alapján már több, időközben lezárult projekt kivitelezése során bővített műszaki tartalmú rendszer épült meg. A beavatkozások, változtatások ele-

meit az alábbiakban most külön-külön mutatom be, de természetesen ezek kedvező hatásai együttes alkalmazáskor összeadódnak.

„Felülről lefelé” haladva a vágányszerkezetben az első beavatkozási lehetőség a rugalmas sínközbetétek beépítése. Az 1960 és 1980 közötti években GEO bordás lemezekkel épített sínleerősítő rendszerekben nem volt gyakorlat a sínközbetétek alkalmazása. Az eredeti GEO leerősítés még tartalmazott egy nyírfa anyagú lemezt, ám gyors korhadása miatt az említett időszakban ezt elhagyták. Az 1980-as évektől bevezetett kengyelrugókkal együtt előírás

lett a közbetétek alkalmazása, ám ezek igen nagy merevségűek voltak. A legtöbbször polietilén anyagú, 3–5 mm vastag műanyag betétek statikus rugóállandója 600–800 kN/mm közé tehető. Ez nem javította a rugalmasságot, a közúti vasút említett igényeinek pedig messze nem felelt meg.

A 14-es villamosvonal 2014. tavaszi, Béke úti felújításakor korszerű műszaki tartalom került a beruházási diszpozícióba. A felújított felépítmény épült vissza a pályába, kivéve a korrózió által teljesen használhatatlanná vált aljakat, síneket, ezek kicserélése elkerülhetetlen volt. A megmaradó LX, LM aljakon, a GEO leerősítésben azonban maximum 200 kN/mm rugóállandójú sínközbetétek alkalmazását írtuk elő. Külön említem, hogy öröndetes módon, hazai gyártású közbetétek is beépültek a vonalon (9. ábra). Szintén „történelmi jelentőségű”, hogy az itt kicserélt LX és LM aljak helyett már közvetlen sínleerősítésű, LM-S aljakat írtunk elő. Ez azért említésre méltó, mert a külső finanszírozású nagyprojektek és



9. ábra. Hazai gyártású sínközbetétek a 14-es vonalon

néhány 10 vágányméternyi egyéb kísérleti szakaszt leszámítva (Pandrol Fastclip FE), budapesti villamosvonalon itt épült először alátétlemez nélküli, Skl-14 (W14) leeresztésű, 49E1 sínrendszerű felépítmény a BKV Zrt. saját beruházásában!

Ezek az aljakon is lágy közbetéteket helyeztek el. A projekt alkalmával Vossloh gyártmányú, Z_w 700-200 kN és Gumiissio gyártmányú, RTS-RP-48/49E1-80 sínközvetétek alkalmazását választotta a kivitelező. A szóban forgó aljak egyéb különlegessége, hogy szintén elsőként, és nem kis szakmai vitákat gerjesztve, 1:40 síndőléssel írták ki (10. ábra).

Érdekességként elmondható, hogy a burkolt vágányokban alkalmazott, 59R2 sín profilkialakítása olyan, hogy a sínfejen már „gyárilag benne van” az 1:40 síndőlésnek megfelelő geometria. Szakmai körökben sem volt ez köztudott, csak a Ph sínek függőleges gerincű beépítése volt „kőbe vésett” előírás. Azonban ezzel a fenti okból csakis 1:40 síndőlésű geometria állt elő, ezen futnak a budapesti villamosok mindenhol, ahol 59R2 sín van a burkolt vágányban. Az előkészítések során gyakran túlzott aggályok merültek fel, hogy a nyitott zúzottköves vágányban is 1:40 síndőlés épüljön. Azóta talán sikerült meggyőzően bizonyítani, hogy az 1:40 síndőlés kedvezőbb sín-kerék kapcsolatot biztosít, és az átmeneteknél, legyen ez akár sínátmeneti hegesztés, a síndőlés különbözőségéből és egyéb okból futásbiztonsági kockázat nem áll fenn! (60 km/h sebesség alatt a nagyvasúti TSI-k sem vizsgálják a futásbiztonságot jelentősen befolyásoló egyenértékű kúposágot.)

A szóban forgó beruházás során (a BKV hálózatát tekintve) újdonság volt, hogy alágazati védőréteggént XPS (extrudált polisztirol) lapokat építettek be 6 cm vastagságban, közvetlenül az alépítményi koronára fektetve, geotextília-takarással (11. ábra).

A technológia alkalmazását sok problémát okozó körülmény együttes megoldásának igénye indokolta. Az említett szakaszhoz hasonló építési szituáció, a nyitott, zúzottköves vágány és a mellette fekvő, szegélyekkel elválasztott, burkolt közút Budapesten sok helyszínen jellemző. Ez a kialakítás azért nem szerencsés, mert a szegélyek közötti („szekrényes”) vágány vízelvezetése szinte sehol sem megoldott. Legtöbbször sem szivárgórendszer, sem más, alépítményt védő egyéb rendszer nincs kiépítve ezeken a helyeken. A prob-



10. ábra. LM-S aljak W14 leeresztéshez, 1:40 síndőléssel



11. ábra. XPS védőréteg beépítés közben

lémát tovább súlyosbítja a városi környezetben oly jellemző útátjárók nagy száma. Ezekből az átjárókból a burkolt közútról jelentős mennyiségű csapadék folyik a nyitott vágányba, további többletterhelést okozva a zúzottköves ágyazat és alépítmény vízháztartásában. Ezek a helyeken a vágányok fekszintjének folyamatos romlása és a vízcsákok tömeges kialakulása jellemző. A komplex átépítések során ez a problémahalmaz a szintén komplex megoldást nyújtó, de egyszerű és költséghatékony, városi körülmények között alkalmazható technológiák felé terelték a gondolkodást.

Ilyen technológia tehát (a külföldön már sikerrel alkalmazott) XPS védőréteggént való alkalmazása.

Az XPS réteg előnyei röviden:

- Nincs szükség nagy tömegű földmunkára, depóniákra, szállításra.
- A földmunka elmaradásával a kivitelezési idő is jelentősen csökken.
- Az anyag multifunkciós tulajdonságú, terheléelosztó, rezgécscillapító, vízzáró, de páraáteresztő, hőszigetelési hatásai egyszerre egy csupán 4-6 cm-es rétegben jelentkeznek.
- Legfőbb tulajdonsága az, hogy az ágya-

zatot képező kavicszemek csúcsai a habanyagba nyomódnak, nem a talajba mélyednek, így nem alakulnak ki lokális alépítményi felpuhulások, deformációk. Ez a vízsákképződés, geometriai leromlás megakadályozásának legfontosabb kezdeti körülménye.

- Akár 6 cm-es vastagságban alkalmazva is kisebb a létesítésének költsége a 20 cm vastag, szemcsés anyagú védőréteg építési költségénél.

A fenti előnyök okán tört lándzsát szolgálatunk a technológia alkalmazása mellett. Az azóta eltelt időben, az átadás óta kitűnően működő vasúti szakasz a korábban kétkedőket is meggyőzte az anyag műszaki, gazdaságossági megfelelőségéről. Igaz, ehhez a kivitelező, a Vasúttechnika Kft. dolgozóinak szakértelmére, lelkiismeretességére is szükség volt.

Az előzőekben már utaltam rá, hogy a vasbeton anyagú, acélanyagú sínleerősítéssel szerelt LX és LM aljakat nagy számban, főképp a megállók környezetében ki kellett cserélni. Az ok a korrózió, mely az egyenáramú vontatási rendszer hatására kialakuló elektrokorrózió és a megállók-ból, de a közútról is a vágányra kerülő út-szóró sók kémiai korrózióként jelentkező, acélanyagra káros, romboló hatásaiban érhető tetten. Talán nem kell külön bizonyítani, hogy – a nyitott vágányok esetén is – az LCC elemzések által mutatott, az elvártnál közel 50%-kal rövidebb élettartam évi százmillió nagyságrendű károkat okoz a BKV vonalaiban is. A 12. ábra egy ilyen, erősen korrodált sínleerősítést mutat.

A nyitott vágányok kapcsolószerkeinek védelme tehát jelentős szerepet kell, hogy kapjon már a beépített anyagok, azok műszaki alkalmassága vonatkozásában is. Szolgálatunk az építőipar egyéb területein már bevált megoldásokat és új technológiákat is vizsgál a problémák megoldására. Az egyik ilyen a horganyzott anyagok bevezetése, a másik az újabb jelentkező, nem festett, horganyszerű, de „beégetett” bevonati rendszerek kísérleti megfigyelése.

A nagy acélanyag-igényű sínleerősítéssel szemben a több műanyag alkatrészt tartalmazó leerősítő rendszerek a nedvesen sajnos jó vezetőképességű vasbeton aljakon nagyobb elektromos ellenállást képesek kifejteni. Tapasztalataink szerint ez a tulajdonságuk a megállókban még olyan nyira jellemző fékezohomok-réteg alatt is számottevően kedvezőbb. Szándékaink szerint az alátétlemez nélküli sínleerősítések és a bevonatos acélanyagok előírt



12. ábra. 1986-ban beépített Skl-12-es rugó a Zuhatagsor megállóban (61-es villamos vonala)

műszaki megoldások lesznek mind a behúzások, mind a karbantartások során.

A szakirodalomban fellelhető ismeretanyag alapján a horganyréteg a sós elektrolitréteg alatt rohamosan gyorsulva vékonyodik [1]. Az MSZ EN ISO 1461:2009 és az MSZ EN ISO 14713-2:2010 szabványban foglaltak szerint a környezeti terhelés és a horganyrétegtől elvárt élettartam alapján a jövőben beépítendő kapcsolószerkezen az elvárt bevonati réteg vastagságát 150 µm-ben minimalizáltuk. (A kötőelemekre az EN ISO 10684 szabvány vonatkozik.)

Egy ilyen megfigyelési projekt a nemrég megújult hűvösvölgyi Zsemlye utcai híd vágánya. Itt utólag tűzhorganyzott, Skl-12-es kengyelrugók épültek be a GEO bordáslemezekre (13. ábra).

A „beégetett” bevonati rendszerek egyik képviselője a NiroTec bevonat, melyet a Schwihag cég ajánl egyes termékein [2]. Ilyen rugókból épült kísérleti szakasz az 50-es vonal végállomásánál. Itt az erősen korrodált GEO szorítólemezt és rugókat cseréltük ki a bevonatos, Skl-19-es rugókra (14. ábra). Az eddig eltelt megfigyelési idő alatt, 2013 novembere óta, semmilyen elváltozást, kezdődő rozsdásodást, réteglepattogzást nem tapasztaltunk az új rugókon.

Az EU erre vonatkozó direktívái alapján az UIC Suwos (Sustainable Wooden railway Sleepers) vizsgálati programja és döntvénye a karbolsavval telített talpfák vasúti pályába való beépítését 2018-tól megtiltja. A talpfák beépítése, azok mi-



13. ábra. Utólag horganyzott rugók a Zsemlye utcai hídon

nősége miatt különben is régóta fájó pont a BKV villamos üzeméinél is. A helyettesítő termékek keresése a fenti okok miatt már korábban indokolttá vált. A zúzottkő ágyazású kitérőkben jó alternatíva lehet a vasbeton kitérőaljak villamosvasúti alkalmazása is. Erre már több példa is van, és a jövőben is lesznek majd projektek, ahol kitérőket, esetleg átszeléseket vasbeton aljkészlettel írja elő szolgálatunk.

Az ok, amiért további anyagok kerültek a látótérbe, az, hogy a vasbeton már említett városi, sós környezetben szintén korrodál (fagyhámlás, karbonátosodás,

14. ábra. NiroTec bevonatos, Skl-19-es rugók (Béke tér)



15. ábra. Kísérleti szintetikus aljak a 61-es vonalon



Csépke Róbert infrastruktúra-építő-mérnöki (MSc) oklevelét a Széchenyi István Egyetemen szerezte. Kivitelezési és mérnöki kereskedelmi és fejlesztési területeken szerzett hazai és külföldi tapasztalatokat. 2011 óta a BKV Zrt. Pályafenntartási Szakszolgálatának, majd a Villamos Pálya- és Műtárgyfenntartási Szolgálatának komplex pályavasúti technológiai fejlesztésért felelős munkatársa. Jelenleg a Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskolájának doktorandusz hallgatója.

savkorrózió). Elektromos ellenállása, főképp nedvesen, igen kicsiny, a talpfához képest mintegy tizednyi.

A külföldön már több típusként is alkalmazott, akár 100%-ban újrahasznosított anyagokból álló, polimerekből készült aljak elektromos ellenállás szempontjából is sokkal jobban teljesítenek. A nedvesen mért ellenállásuk a vasbetonénál akár 25-ször is jobb lehet [3].

A 61-es vonalán, a Versec sornál 2 darab Relumat típusú, szintetikus alj kísérleti beépítése történt meg (15. ábra). Ilyen aljak Németországban már 13 éve fekszenek villamosvasúti vágányokban, állapotuk a

velük egy időben fektetett talpfákénál lényegesen jobb. Szolgálatunk szakemberei is érdeklődéssel várják a megfigyelési eredményeket. A beruházási tervek között szerepel a szintetikus aljak jelentősebb számú beépítése, ahol egy egyszerű vágánykapcsolat teljes aljkészlete az említett típusból fog elkészülni.

Távlati pályatechnológiai fejlesztési irányok

A BKV Zrt. Villamos Pálya- és Műtárgyfenntartási Szolgálat törekvéseiről szándékoztunk átfogó, de korántsem teljes képet

adni. A vasút-technológiai fejlesztések nem zárultak le, sőt kiterjesztésükre a következő néhány évben kerülhet sor.

A közeljövő ilyen öröndetes fejleménye lehet az, hogy várhatóan 2015 derekán újra saját tulajdonú síncsiszoló berendezést kap a BKV! A vállalat minden, pályával foglalkozó egysége nagy reményeket fűz ehhez a változáshoz. Terveink szerint nem csak a javító jellegű síncsiszolósi beavatkozásokra kerülhet majd sor, melyek jellemzően lakossági panaszok miatt történnek meg. A tervszerű, megelőző munkálatok jelentősen javítani fogják a pályaállapotokat, s ennek gazdasági előnye is érzékelhetővé válik majd már rövid távon is.

Még tovább lehetne csökkenteni a zavarárzékenységet újabb, kisebb teljesítményű, karbantartási munkákra méretezett szabályozó-aláverő gép és egy mobil, leolvasztó tompahegesztési módszerrel működő sínhegesztő berendezés beszerzésével. Korábban a vállalatnak volt ilyen gépe, és az ezzel készített hegesztések a mai napig a legjobban működő sínilleszté-

sek a vonalhálózaton, bármely szakterület vágányában.

Időszertűvé válik lassan egy videoinspekciós diagnosztikai berendezés beszerzésének, üzemeltethetőségének vizsgálata és előkészítése is.

Természetesen a felépítményi rendszerek témájában sem lankad az a törekvésünk, hogy az életciklusköltség szempontjából tovább javítsunk alkalmazott megoldásainkon. Külön említést érdemelnek a sínkörülöntéses rendszerek is. Az ezekkel elért eredményekről és egyéb fejlesztési elképzelésekről reményeim szerint még lesz alkalmam részletesebben beszámolni a Sínek Világa olvasóinak.

Összefoglalás

A cikk áttekintést ad a BKV Zrt. vonalain alkalmazott közúti vasúti vágányrendszerek üzemeltetői szemléletű vizsgálatának eredményeiről. Az élettartamköltségek összehasonlító elemzése segítette az új anyagok, pályaszerkezetek kiválasztását. Bemutatja az utóbbi évek felújításai során

Summary

Article provides an overview of results of a BKV's track system investigation, which was performed by virtue of operator approach. Analysis of life cycle costs helped to choose new materials and structural solutions. It is introduced some track structures, which were constructed in last years, in interest of elongation of track lifespan.

a vágányok élettartamának növelése érdekében alkalmazott egyes pályaszerkezeteket. ◀◀

Irodalomjegyzék

[1] Antal Árpád: *Betonacélok korrózió elleni védelme tűzijorganyzással. Beton Szakmai Folyóirat, 2006. november, XIV. évf. 11. szám, 6. o.*

[2] www.schwihag.com

[3] www.relumat.de

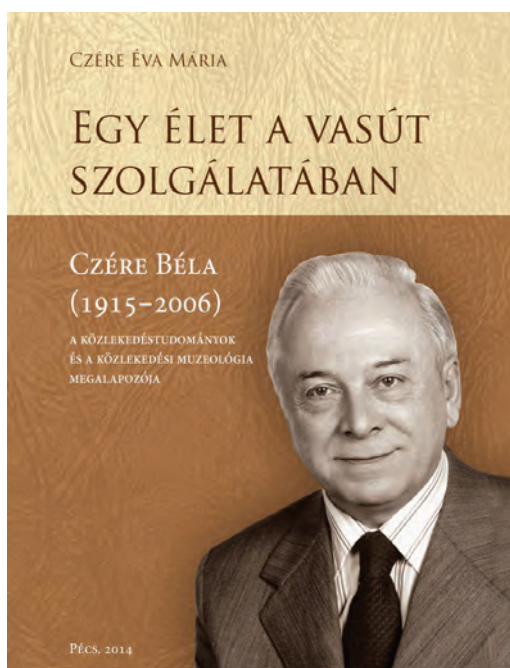
Czére Éva Mária

Egy élet a vasút szolgálatában

Czére Béla (1915–2006)

A közlekedéstudományok és a közlekedési muzeológia megalapozója

Virágmandula Kft., 2014



Ha az olvasó betekintést szeretne nyerni a vasút és a közlekedés világába, és annak szemszögéből szeretné végigkövetni a XX. század társadalmi és politikai eseményeit; érdekli a közlekedés társadalomformáló erejének története, a közlekedéstudomány térnyerése és a klasszikus tudományok szentélyébe való bebocsátásáért folyó küzdelem, a közlekedési muzeológia mint egyik jelentős kultúrkincsünk őrzője koncepciójának tudományos megalapozása, akkor el kell olvasnia dr. Czére Béla professzor hosszú és termékeny, a tudománynak szentelt élettörténetét.

Ez az izgalmas, regényszerű biográfia nem hallgatja el semelyik korszak, illetve politikai rendszer visszasságait, hanem tárgyilagosan bemutatja azok kihatásait az egyéni élet alakulására. Hú képet ad az ember csodálatos alkalmazkodó- és tűrőképességéről, a tudásban és az akaratérből gyökerező szilárd hit emberfeletti erejéről. Kibontakozik előttünk egy ember – aki nemcsak a vasút, a muzeológia és a közlekedéstudomány szolgálatában alkotott maradandót, de emberi mivoltában is példaképpel szolgálhat mindnyájunk számára – életútja a bölcsőtől a haláláig.

A XX. század társadalmi és politikai eseményei, a közlekedés társadalomformáló ereje, a mögöttünk hagyott évszázad történelme a közlekedés, a vasút szemszögéből: a 2006-ban elhunyt dr. Czére Béla biográfiája ebből a nézőpontból ismerteti meg az olvasóval a közelmúlt hiteles történetét. A kötet végigveszi dr. Czére Béla életútját, a MÁV-nál és a Közlekedési Múzeumban töltött éveit, tudományos munkásságát.



Nagy József

ügyvezető, tervező
Nagy és Társai Tervező
Iroda
✉ nagyestarsaibt@
nagyestarsaibt.hu
☎ (30) 239-5874



Juhász Károly Péter

statikus mérnök,
laboratóriumvezető
BME Szilárdságtani és
Tartószerkezeti Tanszék
✉ juhasz@szt.bme.hu
☎ (70) 330-9149



Dr. Herman Sándor

docens
Temesvári Műszaki
Egyetem
Építőmérnöki Kar
✉ hermancristian@yahoo.com
☎ (40) 723-358-325



Herman Krisztián

doktorandusz
Temesvári Műszaki
Egyetem
Építőmérnöki Kar
✉ hermancristian@yahoo.com
☎ (70) 723-358-993

Az első magyar, műanyag szállal erősített és füvesített villamospálya (1. rész)

A szegedi 1-es és 3-as villamosvasút tervezése

Magyarország nagyvárosaiban az elmúlt 6-7 évben megújultak a városi villamosvonalak. Az uniós fejlesztések a mobilitást, a környezetvédelmet és az utazási komfort növelését, továbbá a személygépjármű-forgalom csökkentését irányozták elő. A tömegközlekedés, ezen belül a villamosvonalak fejlesztése, korszerűsítése létkérdés a nagyvárosi közlekedésben. Azonban a villamosvonalaknak nemcsak a fizikai megléte fontos, hanem annak ár-érték aránya, kialakítása, korszerűsége, alacsony fenntartási és üzemeltetési költsége, a szerkezetek hosszabb élettartama, jobb minősége, magasabb működési biztonsága. A tervezők feladata a pályák környezethez való illeszkedése, az „ökológiai lábnyom” szem előtt tartása, valamint a környezeti változások (például klímaváltozás, felmelegedés, csapadékhiány) által az utazóközönségre és nem utolsósorban a szerkezetekre gyakorolt kedvezőtlen hatások (például hőszigetek) kiküszöbölése vagy csökkentése is. A cikk célja, hogy a tervezés során szerzett tapasztalatainkat és ismereteinket közreadjuk, segítve a beruházókat és üzemeltetőket munkájukban és döntéseik meghozatalában.

A pázsittal fedett és talajtakarókkal szegélyezett villamospályák Európában már 20 éve elterjedtek. Látványuk a természetközeli állapotot idézi, üde folt, amely a hőszigetek kialakulását csökkenti. A növényzet megköti a port és minimalizálja a közlekedésből származó zajokat és rezgéseket is. Az élő zöld felület párasítja a levegőt, csökkenti a hőérzetet. A zöld takaró alatt kisebb mértékben melegszik fel a pályaszerkezet, kisebb a szerkezetek

hőtágulása is, ezért a szerkezeti igénybevételek is csökkennek. Kevesebb a vízszaverődő napsugárzás, ezért az utasok hőérzete is kedvezőbb. Magyarországon 2011-ig nem volt gyepesített, élőfüves, automatikusan öntözött városi villamosvasúti pálya. A szegedi villamospálya építési projekt elemei voltak az új, 2-es villamosvonal 4,8 km hosszú szakaszának kiépítése, a meglévő 1-es és 3-as vonal fejlesztése 18,3 km hosszúságban.

A szegedi villamospályák (1. ábra) tervezése kiterjedt a villamospálya rendszerének és szerkezetének teljes áttervezésére, a csatlakozóutak burkolatára, a csapadékvíz-elvezetés teljes áttervezésére, közművek kiváltására, forgalomtechnikai tervek, csomópontok átdolgozására, statikai, gyártástechnológiai, vasalási tervek készítésére, részlettervek és az öntözés technikai terveinek készítésére. Ezen belül valósult meg az EPC makroszál-erősített



BarChip 48 rendszerű szálakból kiépült, teljesen betonacélmentes villamospálya-tervezési és építési technológiájának és számítási módszerének kidolgozása, valamint magyarországi bevezetése. Ez a technológia Európában is újnak számított, és elsőként hazánkban alkalmazták. A 3-as sz. villamosvonal kiviteli tervének generáltervezője a Ring Mérnökiroda Kft.

Nagy József 1979-ben végezte el a Kvassay Jenő Ipari Szakközépiskola vasútépítési és fenntartási szakát, majd Győrben a KTMF vasútépítési és fenntartási szakán 1982-ben szerzett üzemmérnöki diplomát. Munkáját a MÁV Békéscsaba Pályafenntartási Főmérnökségen kezdte. 1996-ban üzemgazdász diplomát szerzett. Folyamatosan képezi magát. 1998-ban megalapította tervezőirodáját, ahol közlekedés-, mélyépítés-, vízépítés-, közműépítés-, településrendezés-tervezést végez. 1998 óta a Magyar Mérnöki Kamara tagja, 2004 óta vezetőszéki tag. Mérnöki munkájáért 2014-ben Dr. Cserei Pál-díjat kapott.

A villamosvonalak engedélyezési terveit generáltervezőként a Főmterv Zrt. által vezetett tervezőkonzorcium készítette. Az 1. és 3. sz. villamospályák az engedélyezési tervektől eltérő szerkezetekkel, de a RAFS rendszeren belül a CDM-QTrack rendszerrel készültek Ri 59 és P 37 sínekkel. Mind a három villamosvonalban épült öntözött gyepesített szakasz. A villamospályába beépített kiterők, aljak leerősítés nélkül CDM-QTrack rendszerben fűvesített, bazaltbeton, térkő vagy természetes kőburkolattal kialakítva épültek be. A villamospálya a 2. sz. villamosnál a környező útpályák szintjétől 15 cm magasságban emelkedik ki. Az 1. és 3. sz. villamosvonal a környező útburkolatok szintjében épült ki. A villamospályákat kiemelt szegélyek és terelőelemek választják el az útpályától. Az alépitményi CKT teherbírást növelő réteg, a szerkezeti és a pályalemez a mértékadó hőmérsékleti szélső értékeknek megfelelően kialakított vagy utólag bevágott dilatációval épült. A mértékadó hőingadozás a felszínnel érintett és a földdel takart szerkezeteknél eltérő dilatációs mozgásokat idéz elő. Ezért a dilata-

ció számítása és kialakítása az egyik fontos szempont a villamospályák tervezésénél, legyen az pályalemez vagy pályagerendás fűvesített villamospálya.

A tervezőirodánk által Szegedre tervezett 1A és 1C sz. CDM rendszerű kétvágányú villamosvonalon 160 vfm hosszban épült fűvesített vasbeton, pályagerendás pálya, 272 vfm hosszban épült rezgécscillapított úsztatott pályalemez szakasz és 818 vfm hosszban épült EPC BarChip 48 műanyag szálerősített szerkezeti lemez, bazaltbeton és egyéb díszburkolatú pályalemez szakasz. Ezenkívül épült egy kétvágányú, elő-



2. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal-pálya pályalemeze gránit kockakő burkolattal

Dr. Herman Sándor 1977-ben szerzett vasút, út és hídépítő mérnöki diplomát a Temesvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 1977 augusztusától 1990 szeptemberéig a Temesvári Vasúti Építő Vállalat mérnöke, majd főmérnöke. 1990 szeptemberétől a Temesvári Építőmérnöki Kar adjunktusa, 1999 októberétől docense. 1998-ban doktorált, dolgozatának címe: A hézag nélküli vágányok stabilitásának számítása. 1993 óta vasúti terv felülvizsgáló, 2002 óta vasúti műszaki szakértő (expert). 9 könyv és közel 90 tanulmány szerzője vagy társszerzője.

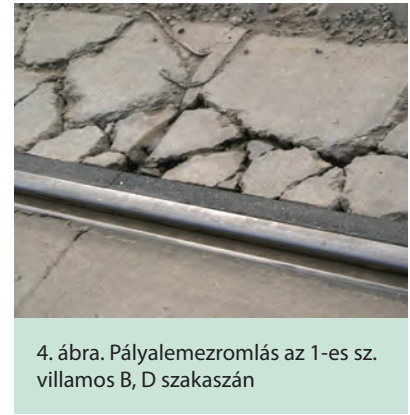
re gyártott vasbeton paneles átjáró és 2 db EPC BarChip 48 műanyag szálerősített szerkezeti lemezes kiterő, bazaltbeton és díszburkolatú pályalemezzel. A beépített kiterők bebetonozott, talpfa és kapcsolószer nélkül kiépített CDM-QTrack rendszerben beágyazott gumiprofil kialakításúak.

A kiselemes burkolatoknál (2., 3. ábra) fontos megoldani az eltérő mozgású sín és gumi ágyazatának és a burkolatok közötti építési dilatációs hézagok rugalmas fagyálló, kellő teherbírású, repedésmentes kapcsolatát (pl. Rompox D 2000 vagy Rompox Flex fuga). A CDM-QTrack rendszerrel az Ri 59 és a P 37 a sínre felragasztott gumiprofilok min. 8-10 cm magasságban ágyazódnak be a betonszerkezetbe. A fennmaradó 10 cm szerkezeti magasságot végleges burkolatszint kialakításához a kopásálló zúzottkő beton vagy egyéb burkolat biztosítja. A 10 cm vastag kopóbeton önmagában nem kellően teherbíró még a vasalás ellenére sem. Ezért tapasztalataink szerint a szerkezeti és kopóbetont együttműködőként kell kialakítani, amit a szerkezeti lemezbe beépített méretezett darabszámú összekötő vasak (bekötő kengyelek) biztosítanak.

Herman Krisztián 2001 júliusában szerzett vasút, út és hídépítő mérnöki diplomát a Temesvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 2001 júliusától 2004 szeptemberéig tervezőmérnök a Temesvári Longhersin Kft.-nél, ezután, 2012-ig a Temesvári Villamosközlekedési Vállalat mérnöke, majd újból a Longhersin Kft. tervezőmérnöke és ügyvezető igazgatója. Két könyv és közel 20 tanulmány szerzője vagy társszerzője.



3. ábra. Az 1-es sz. villamospálya pályalemeze térkő lapokkal



4. ábra. Pályalemezromlás az 1-es sz. villamos B, D szakaszán

A tapadóhíd a kapcsolat kialakítására nem elégséges (4., 5. ábra).

A pálya szerkezeti lemezről és az ezen levő burkolatból áll. A burkolat lehet bazalt kockakő, kiselemes betonlap burkolat és zúzottkő kopóbeton. A CDM rendszerű közúti villamospályák esetén a befüggesztett síneket befoglaló EPC műanyag szálerősített méretezett lemezt, amelyre csak a villamosszervevény terhei hatnak, szerkezeti lemeznek nevezzük. A szerkezeti lemezzel bekötővasak útján kapcsolatban lévő, utólag bebetonozott EPC műanyag szállal erősített bazaltbeton burkolatot (méretezett lemezt) pályalemezzel nevezzük.

A bazalt kopóbetonba méretezett hálós vasalás és az EPC BarChip 48 szálerősítés került. A villamospálya szerkezeti lemezét a villamos és a közúti forgalom együttes terheire méreteztük, átjárókban és vegyes forgalmú szakaszokon. A szerkezeti lemezre kerülő pályalemezt már csak a közúti forgalom terheire kell méretezni, figyelemmel a szerkezeti lemez által biztosított alátámasztásra. Ha a pályalemezen nincs közúti járműközlekedés, akkor csak a hőmérséklet-változás okozta feszültségekre kell méretezni.

A tervezés során meg kell határozni a villamospálya használati élettartamát.

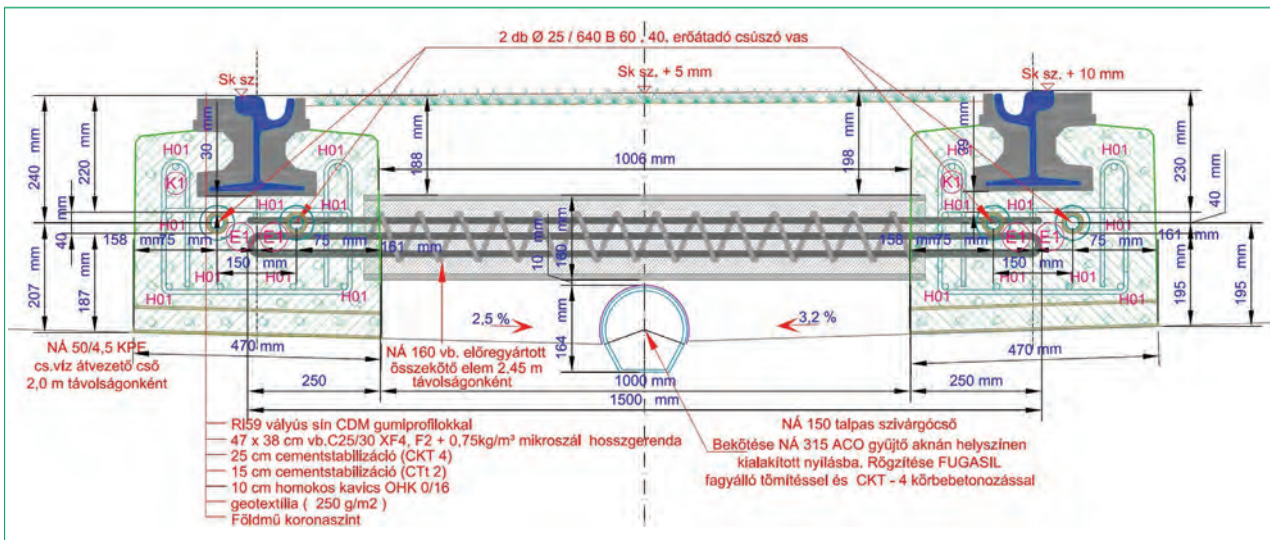


5. ábra. Bekötővassal kiépített pályalemez a betonozás előtt

Szeged esetében ez a fő szerkezetekre 35 év. A méretezéshez előre meg kell becsülni az élettartam alatti mértékadó forgalom nagyságát az áthaladó egység tengelyszám meghatározásához. Az összevont egység tengelyszámot a szerkezeti lemez méretezéséhez a közúti és villamos egység tengelyszám összege adja. A villamos jármű egység tengelyszorzó számát a 4 tengelyes jármű esetén 1,4 értékben határoztuk meg. A villamospálya nyomvonalán csomóponttól csomópontig pontosan meg kell határozni a mértékadó terheket, majd a méretezés alapján a szerkezeti lemez EPC száligenye, a kopóbeton pályalemezek bekötővas és hálós vas



6. ábra. Bekötővassal kiépített rezgéscsillapított pályalemez betonozás előtt



7. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal fűvesített gerendás felépítmény előre gyártott műanyag köpenyes távtartóval (Mintakeresztelvény)

igénye, továbbá EPC szálígyénye is meghatározható. Az egyes lemezek együttdolgozását hajlításra, az eltérő hőmozgás miatti feszültségkülönbségek felvételére és nyírásra méreteztük. A szerkezeti lemezeket 6–9 m-enként, a pályalemezeket 1,50–2,00 m-enként dilatáltuk. A szerkezeti és kopóbeton egymás fölé eső dilatációs hézagai képzett hézagok 1,5–2,0 cm szélességben. A kopóbeton átmenő hézag közötti hézagai vágott vakhézagok, de képzett hézagok is lehetnek. Ezzel a dilatációs kialakítással a nyári időszakban melegebb kopóbeton dilatációs feszültségei kisebb mértékűvé válnak, és a hidegebb

szerkezeti lemezre, amelynek hőmozgása is kisebb a felső pályalemezétől, kevesebb feszültség fog átadódni. Az együttdolgozást kevesebb betonacél beépítésével lehet biztosítani (6. ábra).

A Szeged 1-es sz. villamosvonalnál az összekötő elemeket műanyag köpenycsőbe gyártották előre, acélbetétek beépítésével. A köpenycső a betontakarás csökkentése miatt vált szükségessé (7. ábra). A szivárgócső DN 150, minden esetben az összekötő elem alá épült be (8. ábra). Ennek hosszirányú lejtését a CKT alaprétben terveztük kialakítani, melyet a hossz-szelvényeken és a részletes csapadékvíz-elvezetési helyszínrajzon határoztunk meg, melyen a gyűjtőaknáknak és vágányvíztelenítés is fel van tüntetve, a tervezett bekötésekkel együtt.

Az 1-es sz. villamos elkészült pályája a 9. ábrán látható. ◀

Irodalomjegyzék

British-Adopted European Standard: Fibres for concrete. Polymer



8. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal fűvesített gerendás felépítmény előre gyártott műanyag köpenyes távtartóval

fibres. Definitions, specifications and conformity, Standard BS EN 14889-2:2006 (2006).

Japan Society of Civil Engineers (1985) Method of test for flexural strength and flexural toughness of SFRC, Japan Concrete Institute.

The Concrete Society UK (2003) Technical Report No. 34, The Concrete Society UK.

RILEM TC 162-TDF (2003) Test and design methods for steel fibre reinforced concrete, Materials and Structures, Vol. 36. pp. 560–567.

Juhász Károly Péter: Mikro és makro szintetikus szákkal készített beton próbatetek vizsgálata. Építés-Építészettudomány, 42:(1-2) pp. 57–71. (2014).

Juhász Károly Péter: A Nagy Törés, 2012. http://szt.bme.hu/files/juhasz/labor/BME_The_big_crack_2012.pdf

Juhász Károly Péter: The Big Crack 2 – European fibres 2012.

http://szt.bme.hu/files/juhasz/labor/European%20fibers_ENG_email.pdf



9. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal rezgécsillapított szakasza és a Széchenyi téri fűvesített szakasz

Juhász Károly Péter a Budapesti Műszaki Egyetem Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék Czakó Adolf Laboratórium vezetője, tartószerkezeti tervező, szakértő, okleveles betontechnológus szakmérnök. Tagja a Magyar Mérnöki Kamarának és az American Concrete Institute-nek (ACI). Hivatalos külsős konzulense a Tongji Universitynek (Sanghaj, Kína). Főbb kutatási területei a beton, vasbeton és a szálerősítésű betonszerkezetek viselkedésének vizsgálata és méretezése végeselem módszerrel. Nevéhez fűződik az Európa első, csak szintetikus szálerősítésű villamos pályalemez statikai méretezése, ami Szegeden épült meg. Ezt további hazai és külföldi azonos megoldású villamos- és gyorsvasúti pályák követték. Számos publikációja jelent meg magyarul és angolul, melyek honlapján (www.jkpstatic.com) megtalálhatók.



Vasúti építészet (16. rész)

Építészeti stílusok a magyar vasúti építészet első korszakában

Uörös Tibor*

ny. főépítész

✉ vorostibor@upcmail.hu

☎ (30) 382-7663

A magyarországi vasúthálózat kiépítése az 1840-es évek közepén, közel húsz esztendővel az északkelet-angliai Stockton–Darlington között létesített első európai vasútvonal megnyitása után kezdődött. Az ország nagyvárosait összekötő alaphálózat létrehozása és az ehhez tartozó állomási létesítmények megépítése 30-35 évet vett igénybe. A beruházásokat finanszírozó és lebonyolító vasúttársaságok magasépítési tevékenységük során igyekeztek felhasználni a náluk egy-két évtizeddel fiatalabb vasutak tapasztalatait. Az épületek tervezésekor ugyanakkor alkalmazkodtak az éppen divatos hazai építészeti stílusirányzatokhoz is. Az alábbiakban a magyar vasúti építészet – általam első szakaszának tartott – 1845 és 1880 közötti időszakának jellemzőit tekintjük át, az alkalmazott stílusirányzatok szempontjából.

Az épületállomány kialakulását vizsgálva a magyar vasúti építészet közel 170 éves történetét három korszakra oszthatjuk. A vasútvonalak kiépítésének 1845-től az 1880-as évek elejéig terjedő időszaka ugyanis markánsan elkülönül a MÁV megjelenése és intenzív épületfejlesztési tevékenységének az 1880-as évek elejétől 1914-ig (második korszak), illetve 1920-tól, a trianoni békeszerződés megkötésétől napjainkig terjedő (harmadik korszak) időszakaitól. A hazai vasúti épületek első generációját alkotó mintegy 3000-3500 épületet az 1. ábrán feltüntetett társaságok hozták létre. A diagramról leolvasható részarányoknál figyelembe kell venni, hogy az Osztrák (–Magyar) Államvasút-Társaság adata tartalmazza a birtokába került Magyar Középponti Vasút és a Cs. Kir. Délkeleti Vasúttársaság becsült épületszámát is.

Az előző két évtized tapasztalata alapján a XIX. század közepére már kikristályosodtak a vasúti épületek építésének általánosnak tekinthető funkcionális követelményei, az utasforgalmi, áru fuvarozási és a vontatási létesítmények tekintetében

egyaránt. A magyar vasúti épületek sokaságát létrehozó társaságok szakemberei és a tervezési feladatokkal megbízott építészek ezeket az ismereteket felhasználva fejlesztették ki saját épülettípusaikat, dolgozták ki egyedi indó- és fűtőházaik, állomási raktáraik terveit és építési előírásait. Tevékenységük ugyanakkor nem volt független a működésük idején uralkodó stílusirányzatoktól sem. Sorozatunk előző részének 2. ábráján (*Sínek Világa* 2014/4., 19. o.) tekinthetjük át az ebben az időben az építészetre is ható stílusirányzatokat. Az építészeti kifejezőmód 1845 és 1885 között Magyarországon is folyamatosan változott.

A vasútvonal-építések magasépítési terveinek készítése egybeesett a magyar építészet XIX. századi stílusváltásaival, azaz a kialakuló polgári társadalom ízlésvilágát kifejező új formák és stílusjegyek keresésének időszakával. A XVII. század nemzetközi és hazai építészetét meghatározó barokk kastély-, templom- és lakóházépítések tervezői mellett fokozatosan megjelentek és teret nyertek a polgárság ízlésvilágát kifejező megoldások keresői, a klasszicizmus, a historizmus, a romantika és az

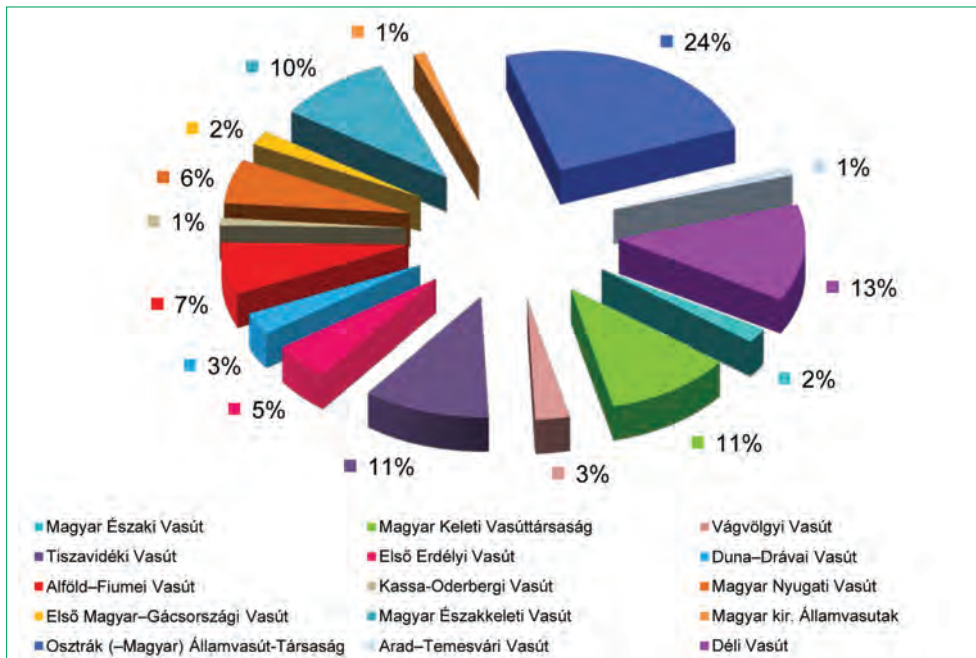
eklektika megalkotói és követői. A vasúti közlekedés speciális épületfajtáinak (indóházak, fűtőházak, irányítótoronyok stb.) kialakítása szintén más megközelítési módot kívánt a tervezőktől, ami nem feltétlenül követelte meg, de ösztönözte az új stílusjegyek keresését, illetve igazodást a megjelenő építészeti irányzatokhoz.

A klasszicista stílust kedvelő magyar építészek is az antik építészet oszloprendjét alkalmazták tagoló és díszítőelemként, épületeik léptékét és formavilágát a gondosan mérlegelt arányok és harmonikus egyensúly jellemezték. A Magyar Középponti Vasúttársaság császári mérnöke, *Paul Eduard Sprenger* (1798–1854) és a klasszicista építészet egyik magyar úttörője, a fővárosban tevékenykedő építész, *iff. Zitterbarth Mátyás* (1803–1867) is ennek a stílusirányzatnak a szabályait követték az első pesti indóház (2. ábra) terveinek készítésekor.

A XIX. század gyorsan változó világában a klasszicista építészet azonban nem vált az 1848/49-es szabadságharc után felgyorsult magyar vasútvonal-építéseket végző társaságok által általánosan követett irányzatává. A nagyrészt külföldi érdekeltségű vasúti vállalkozások építési tevékenységét többnyire a saját hazájukban már megfelelő gyakorlatot szerzett mérnökök irányították, a tervezési feladatokat pedig szinte minden esetben bécsi székhelyű építészirodák mérnökei végezték. Az általuk létrehozott vasúti épületeknél mégis megfigyelhető az alkalmazkodás a hazánkban uralkodó építészeti stílusirányzatokhoz, illetve az ő tevékenységük hatása a magyar vasúti épületek jellegzetes arculatának kialakulására.

Az 1850-es évektől a magyar építészetet a historizmus és romantika, azaz a román és gótikus elemek ötvözése, az öntöttvas, valamint a gipszrozzották, stukkók, rácsok, oszlopok alkalmazása jellemezte. Általános gyakorlattá vált az új anyagok, az öntöttvas és az üveg használata, to-

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



1. ábra. Az egyes vasúttársaságok részaránya a magyar vasúti épületállomány első generációjának létrehozásában, 1846–1880

vább a nagyipari eljárások (előregyártás) rendszeresítése. Az ebben az időszakban jelentkező tömeges építési feladat szülte a típustervezést, az azonos célú épületek többször felhasználható terveinek kidolgozását. A magyarországi vasúthálózat kiépítését végző vasúttársaságok és az általuk bevont építészek élen jártak a típus-tervezés elveinek kidolgozásában és azok alkalmazásában. Az állomások személy- és áruforgalmához, illetve a fűtőházak által kezelt mozdonyok és vasúti járművek mennyiségéhez igazított indó- és fűtőház,

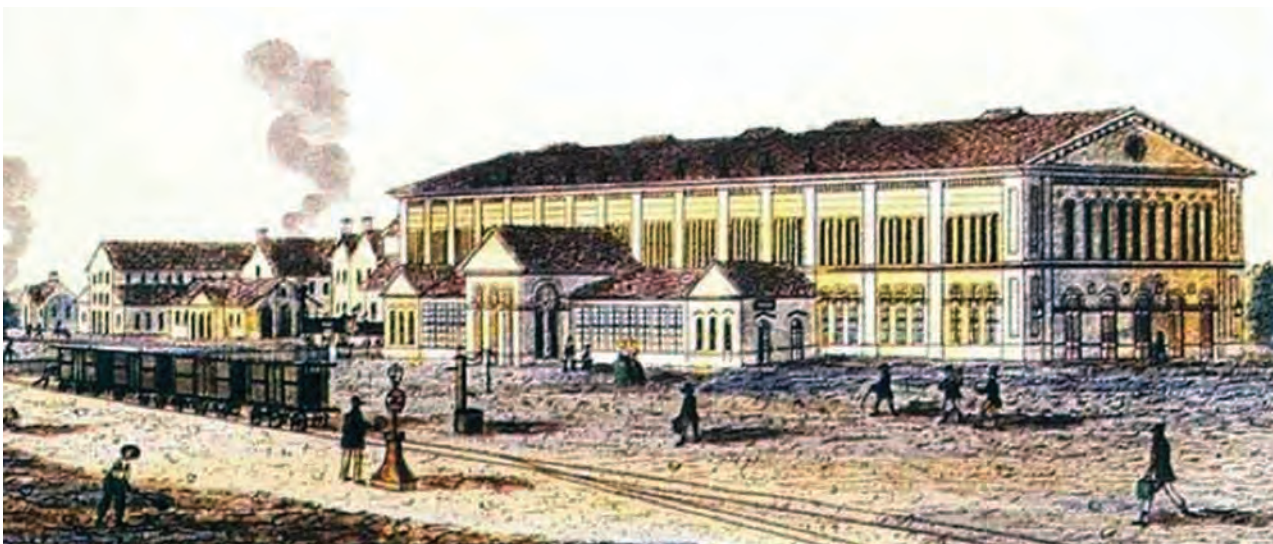
valamint áruraktártípusok kialakításával a vasúti építészet úttörő szerepet játszott a szabványtervek bevezetésében. Ez a tervezési mód, amely a kiépülő vasútvonalak épületeinek egységes építészeti stílusban és minőségben való megjelenését eredményezte, a társasági arcattervezés előfutárának is tekinthető.

A magyar vasúti épületállomány első generációjának mintegy 75%-át létrehozó vállalkozások közül az Osztrák (-Magyar) Államvasút-Társaság és a Tiszavidéki Vasút építészeti egyértelműen a romantika for-

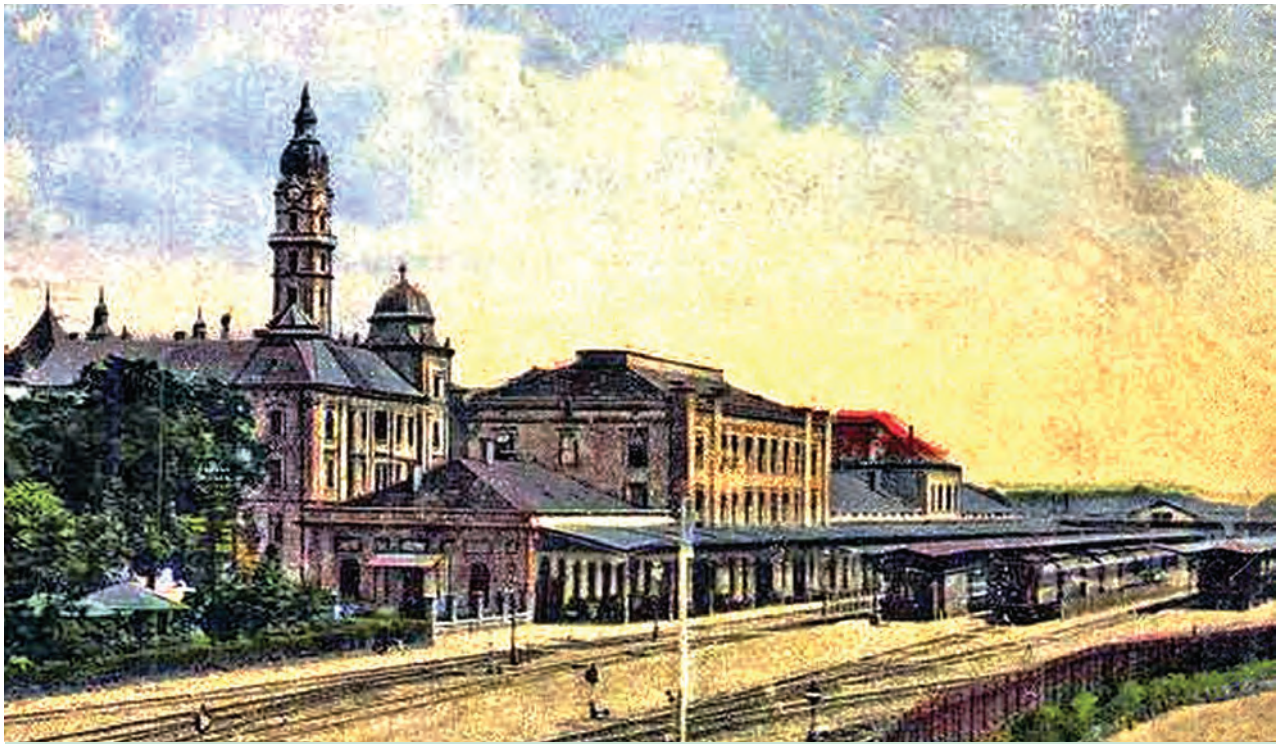
mavilágának és stílusjegyeinek alkalmazása jellemezte. Ennek az építészeti stílusnak a szabad formaválasztása segítette építészeit a korábban nem létező épületfajták vasúti funkcióhoz és az adott település arculatához is illeszkedő, igényes megoldásában. A tervezés során nagy figyelmet fordítottak a forgalom nagyságát és az állomás fontosságát kifejező arányok megválasztására és a szimmetrikus homlokzati kép kialakítására. Ez és a várkastélyokra emlékeztető saroktoronyok, a pártázatos párkányok, az íves záródású nyílászárók alkalmazása tette például az Osztrák (-Magyar) Államvasút-Társaság győri indóházát karakteresen romantikus vasúti épületté

(3. ábra). Az ennél kisebb állomásépületek terveinek elkészítésekor a társaság úttörő tevékenységet végzett a típustervek kidolgozásában. A szabványtervek alapján épített épületeknél az épületsarkokat és a nyílásokat nyerstégla alkalmazásával emelték ki, ami a romantikus megoldáshoz hasonló, de anyaghasználatában és szerkezeti kialakításában attól eltérő, azt meghaladó megoldás.

A Tiszavidéki Vasúttársaság által kifejlesztett típustervek alapján épített indóházak tervezőire az angol romantika volt



2. ábra. A Magyar Középponti Vasúttársaság indóháza, Pest, 1846

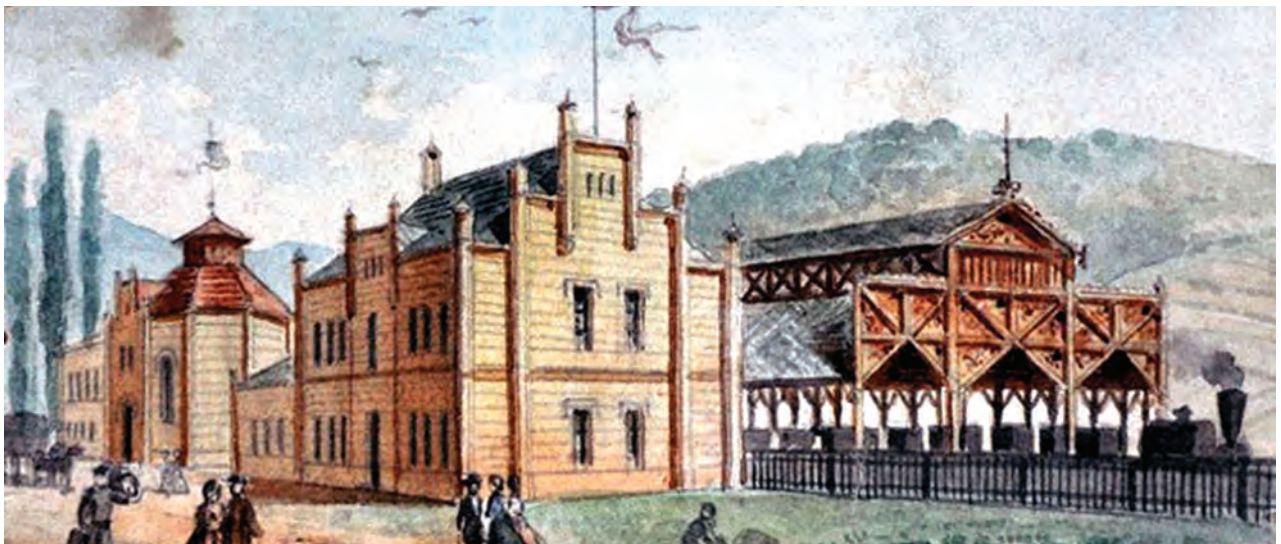


3. ábra. Az Osztrák (–Magyar) Államvasút-Társaság 1855-ben épült indóháza, Győr

hatással, ami az épületsarkok oszlopszerű kialakításában, az ablakok keretezésének módjában, a frízek és osztópárkányok az épület főpárkánya fölötti mellvédszerű fal, az attika lépcsős megoldásánál nyilvánult meg elsősorban. Az angol romantika stílusjegyei tisztán az elsőrendű, nagyvárosi pályaudvarok (Debrecen, Arad, Kassa) indóházainál és a más állomásokon is telepített, faszkeretű vágánycarnokoknál voltak megfigyelhetők, közülük sajnos egyetlenegy sem marad fenn (4. ábra).

A társaság építészei a romantikus stílusjegyek felhasználásával alakították ki az ezeknél kisebb nagyságrendű állomásaik felvételi épületeit is, jól kihasználva a tömegtagolás és az alkalmazott nyílásritmus épületméretekhez illeszthető előnyeit. A fälsarkok, párkányok és attikák egységes kiképzése a látványt illetően ugyan hasonló volt az elsőrendű pályaudvari épületeknél alkalmazotthoz, de a gótikus hatástól megtisztított formavilága mégis attól eltérő, csak a társaság épületeire jellemző arculatot

eredményezett. A II. és III. osztályú indóházak hosszfüfalas középső részét kétoldalt lezáró harántfüfalas épülettömb-kialakítás a ház látványának megőrzése mellett kiváló lehetőséget nyújtott arra, hogy a méreteket a helyi igényekhez igazítsák. Karcag, Püspökladány, Sáp, Biharkeresztes vagy a ma már nem látható Tokaj és Nyíregyháza állomások eltérő alapterületű felvételi épületei ennek a szerkezeti megoldásnak, valamint a frízek és párkányok hasonló kialakításának köszönhetően biztosították



4. ábra. A Tiszavidéki Vasút I. osztályú indóháza, Kassa, 1860



5. ábra. A Déli Vasút 1861-ben épült indóháza, Nagykanizsa

a társaság számára az egységes arculati megjelenést. Ugyanezeknek a stílusjegyeknek a következetes alkalmazása tette lehetővé a kisebb állomások (Ebes, Kaba, Szerencs stb.) középső emeletes és földszintes oldal-szárnyakkal épült, illetve a legkisebb, földszintes kivitelű (Fegyvernek, Görögszállás, Hidasnémeti) indóházak egységes arculati megjelenését. A tömegformálás szempontjából a Tiszavidéki Vasúttársaság indóház-típusaitól lényegesen eltérő mezőtúri és békéscsabai indóházak homlokzati stílusjegyei (ablakkeretezés, frízek, párkányok stb.) szintén kétségtelenné tették ezeknek az épületeknek a társasághoz tartozását.

A Déli Vasút szintén különböző nagyságrendi osztályokba sorolta állomásait, és ennek megfelelő indóházaszabványterveket készíttetett. A társaságnak az 1860-as évek elején megnyitott magyarországi épületeit az egyszerű formákra törekvés és racionális megoldások jellemzik, s mint ilyenek, a magyar funkcionalista vasúti építészeti korai építményeinek tekinthetők. A típustervezés terén – úttörő megoldásként – épületmodulokat alkalmaztak. Gyakorlatilag a Martonvásár, Nagytétény, Kápolnásnyék, Szabadbattyán és Siófok állomásokon épített II. rendű földszintes utasforgalmi épületek képezik a lecsényi, a balatonboglári és a balatonszentgyörgyi I. rendű állomásépületek központi magját. Az utasforgalmi tereket itt is befogadó egyszintes épülettömböt a szolgálati lakások és üzemi helyiségek emeletes épületszárnyai fogják közre. A IV. rendű indóházak egy vágánnyal párhuzamos főfalú irodaszárnyból, valamint egy arra merőleges tartószerkezetű utasforgalmi részből álltak. A III. rendű állomás épülete ettől csupán abban különbözött, hogy az utasokat befogadó épülettömböt egyemeletes kivitelben készítették. A társaság Budán egyedi fejpályaudvari, Nagykanizsa, Székesfehérvár, Zágráb és Sziszek állomásokon pedig nagyvárosi átmenő állomási felvételi épületeket is épített (5. ábra). Tömegalakításukkal és homlokzati megjelenésükkel

ezek az I. osztályú állomásépületekhez hasonló utcai képet nyújtottak. A pálya felőli oldalon ugyanakkor ezekhez az épületekhez közvetlenül csatlakozó vágány-csarnokot építettek. Az egységes arculati megjelenést a hasonló tömegformálás, az egyenes lezárású nyílások és a zsalugáteres ablakok biztosították. A tervezési és kivitelezési munkákat a Déli Vasúttársaság Építési Hatóságának munkatársa – az osztrák Nord West Bahn későbbi mérnök-vezérigazgatója –, *Carl Schlimp* építész irányította, illetve felügyelte.

A Magyar Keleti Vasúttársaság, a Magyar Északkeleti Vasút, az Alföld–Fiumei Vasút és a Magyar Nyugati Vasút szintén a célszerűséget tekintette fő szempontnak indóházaik kialakításánál, ami nem zárta ki a kívánatos imázs megteremtését.

A magyar vasúti építészeti első korszaknak többi szereplője is törekedett az egységes arculatot tükröző épületek megvalósítására, továbbá többször felhasználható tervek készítésére. Indóházaik megoldása azonban nem tükrözi a kivitelezésük idején uralkodó stílusirányzatok hatását.

A magyar vasúti építészeti 1840-es évek közepétől az 1880-as évek közötti tevékenységét áttekintve összességében megállapíthatjuk, hogy a vasúti épületek első generációját létrehozó építészeti hazai és nemzetközi gyakorlatnak megfelelő utkeresés jellemezte. «

Summary

This article is about the first stage of building Hungarian railway lines (1845–1880) was built architectural style of the railway buildings. The author presents in this age prevailing architectural styles and their effect on rail right to plan buildings. At this time the classicism, historicism, romanticism and eclecticism was prevailing style trends in Hungary, of these was the impact of the Hungarian railway architecture.



Magyarországi kisvasutak (9. rész)

Királyréti Erdei Vasút

Pokorny Bence

szakaszmérnök
MÁV Zrt. PFT Főnökség
Budapest-Észak

✉ pokorny.bence@mav.hu

☎ (30) 386-0194

Sorozatunk mostani állomásaként a Börzsöny hegység lábánál elhelyezkedő Királyréti Erdei Vasutat mutatjuk be. A Duna melletti Kismaros községből az onnan 10 km-re északra lévő Királyrétiig vezető kisvasút feladata kezdetben a faanyag- és kőszállítás volt. A személyforgalom a XX. század közepén indult meg, ami az elkövetkező évek folyamán egyre nagyobb jelentőségű lett. A század végére a teherforgalom teljesen megszűnt, azóta a kirándulók szolgálatában áll a kisvasút. A főváros viszonylagos közelségének és a környék számtalan festői szépségű túraútvonalának köszönhetően a vasút napjainkban mind nagyobb népszerűségnek örvend.

1. táblázat. A kisvasút műszaki adatai

Építési év	1893
Nyomtáv	kezdetben 600 mm, 1981-től 760 mm
Felépítmény	23,6 kg/fm
Legkisebb ívsugár	42 m
Maximális emelkedő	25,9‰
Vonalhálózat hossza	11,558 km
Vontatási nem	dízel, gőz
Szállítás jellege	kezdetben teher-, majd személyszállítás
Kiépítési sebesség	25 km/h

A kezdetektől az államosításig

Gróf Frenkensäesdorf Henrik porosz születésű földbirtokos 1893-ban építtette a vasutat, hogy a Királyrét közelében lévő négyezer hektáros erdőbirtokáról a fa szállítását könnyebbé, gyorsabbá és gazdaságosabbá tegye. A 600 mm nyomtávú vasút a Kismaros–Szokolya–Királyrét–Adolf-kúti rakodó (később Cseresznyefa) útvonalon haladt. A fűtőház Kismaroson volt, a vasút egyetlen, Mária nevű gőzmozdonyát fával fűtötték.

1912-ben elkészült a bajdázói szárnyvonal Királyrétről a bajdázói kőbányába,

így nemcsak fát, hanem a Börzsöny hegység másik kincsét, a kemény vulkanikus andezitet is kiaknázhatták. Lefektették a Kismaros–Duna-parti rakodó és a Kismaros–Nógrádverőce MÁV-állomás közti szárnyvonalakat is, megteremtve a gyors és olcsó továbbszállítás lehetőségét.

A Pap-hegy lábánál fekvő Paphegy állomásra helyezték a gazdaság központját és a vasúti műhelyt. Kőzúzdát és saját villanytelepet létesítettek. A már meglévő fővonalat felújították, és nyomvonal-korrekciókkal már akkor lényegében a mai helyére került a pálya. A korrekciók miatt a vasút többelken is átfutott. Akik hozzájárultak terü-

letük igénybevételéhez, azoknak a gazdaság ingyen vezette be a villanyt. A szállításokat immár hét gőzmozdony végezte, a vasút és a hozzá kapcsolódó létesítmények háromszáz embernek adtak munkát.

1912 és 1917 között óriási forgalom volt a vasúton, naponta hatvan-hetven kocsit raktak meg fával, kővel, s vontattak le részben a Duna-parti, részben a nógrádverőcei MÁV-átrakóhoz. Ezekben és a következő években többször gazdát cserélt a gazdaság, és természetesen a vasút is. A paphegyi kőzúzda és a kisinóci kőbánya között drótkötélpálya épült, ugyanakkor két hengerművet is üzembe helyeztek az apró kőzúzalék készítésére. A kötélpálya paphegyi végének betonpilére ma is látható.

1941-ben leállították a kőbányaszatot, a kocsik, mozdonyok javát eladták, csak kettő, a Muki és a Triglav maradt meg. Már csak fát szállítottak, évente 5-6 ezer m³-t. Ekkor már személyforgalom is volt, a nyolcszemélyes Trezina pályakocsival a Királyréten élő családok gyermekeit utaztatták iskolába Szokolýára.

Az erdőbirtokot, és benne a vasutat, 1945-ben államosították, ettől kezdve a Balassagyarmati Állami Erdőigazgatóság volt a terület kezelője [1].

Az államosítástól az átépítésig

1945-ben ismét megindították a kőbányaszatot, ám rövidesen felhagytak vele. 1947-ben elkészült a Királyrét–Egyház-bükk szárnyvonal. A következő évben itt közel 20 ezer m³ fát szállítottak.

1954. május 26-án megindították a hivatalos, rendszeres személyforgalmat Kismaros–Királyrét között, de a hétvégi vonatok egészen Cseresznyefa állomásig közlekedtek, eleinte házi gyártású, nyitott, tető nélküli személykocsikkal. Később, védelemül a nyári záporok ellen, a kocsikat tetővel és lehúzható függönyök-

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2013/6. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

kel is ellátták. A téli forgalomban azonban zárt, fűthető kocsiakra is szükség volt. Három ilyen kocsit vásároltak, ezeket a Fővárosi Villamos Vasút házi műhelye kifejezetten a keskeny nyomtávú vasutaknak építette.

Az 1950-es években a vonalra MD40-es típusú dízelmozdonyok érkeztek, de mellettük a gőzvontatás is rendszeres maradt. Csak az 1962-ben érkezett négy darab C50-es típusú motormozdony üzembe állítása után szűnt meg a gőzüzem. Ám a Triglav nevű gőzmozdony továbbra is a vasúton maradt, és alkalmanként különvonatokat továbbított. Később a Nagycenki Széchenyi Múzeumvasúton volt kiállítva, majd 2007-ben visszakerült eredeti otthonába. Jelenleg Kismaros állomáson látható szobormozdonyként.

Szintén 1962-ben kezdték meg a személyforgalom fejlesztésére a kisvasútjainkon Dunakeszi kocsik néven ismert típusok beszerzését, amelyekből a MÁV Dunakeszi Járműjavító Üzem 1966-ig tíz darabot épített. Ezek a kocsik csak ide készültek, a vonal jellegzetes járművei voltak [2].

1970-ben kapta meg a vasutat az Ipolyvidéki Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság (IEFAG). Az 1970-es évek közepére a vonal menti erdősegeket jórészt kitermelték, emiatt csökkent a teherforgalom. Felmerült a vasút megszüntetésének gondolata, ez azonban nemcsak a növekvő turistaforgalomnak, hanem a Szokoljáról munkába járóknak is gondot okozott volna. Alapos megfontolás után az üzem úttörővasúttá alakítása mellett döntöttek, ami végül hatékonyan bizonyult.

1975 őszén valósult meg a terv: váltott műszakokban több ezren dolgoztak szeretetből, lelkesedéssel. A klasszikus erdei vasúti zöld, zöld-fehér helyett piros, piros-fehér színezést kaptak a mozdonyok, kocsik. Ha már festettek, a gyermekvilágra és az úttörőéletre utaló állomás- és megállónevekkel is felcserélték a régieket.

1976. június 6-án megindult az úttörővasúti üzem. 1978 tavaszán a hirtelen hóolvadás és a heves tavaszi esőzések miatt az aléptítmény több helyen meggyengült, a pálya megsüllyedt. Az IEFAG és a Pest Megyei Tanács közös határozata alapján leállították a vasútüzemet. Ám a vasútra a továbbiakban is szükség volt, a legfrissebb, talán kicsit optimista felmérés szerint évi egymillió utas és az IEFAG részéről 20 ezer t áru, elsősorban fa elszállítását kellett megoldani. Ekkor határozták el a teljes re-



1. ábra. Mk48-as sorozatú dízelmozdonyral vontatott szerelvény Szokolya község belterületén (Fotó: Pokorny Bence)



2. ábra. Új színterv szerint fényezett Mk48-as sorozatú dízelmozdonyral vontatott szerelvény Királyréten alatt (Fotó: Pokorny Bence)

konstrukciót, a vonal átépítését 760 mm nyomtávra. A MÁV felajánlotta, hogy ha az építők elbontják a forgalmon kívül helyezett Cegléd–Hantháza normál nyomtávú vonalat, átadja a 23,6 kg/fm tömegű síneket a kapcsolószerelvényekkel a kisvasút átépítéséhez [1].

1979-ben kezdődött el a régi vasút bontása és az új építése. Az ehhez szükséges közüzalékokat még a régi pályán szállították le a bajdázói kőbányából. Az új vonal a verőcei MÁV-állomás melletti átrakóról indul, és Királyréten ér véget, hossza 11,6 km. Az átépítés során Verőcén új átrakó készült, Kismaroson kibővítették és felújították a felvételi épületet. Morgón és Börzsönyligeten új esőbeálló épült, Börzsönygyöngye megállóhelyet megszüntették.

Hártókút új állomásépületet kapott, és a helye is változott. Szokolya alsón felújították a várót, Paphegyen új állomásépület és mozdonyszín létesült. Királyréten új helyre került az állomás, és végállomás lett. Szabályozták a Morgó-patakot, öt új hidat építettek, a többi megerősítették. Kismaros és Szokolya között a közutat is felújították. A magyarok mellett Szófia megyéből érkezett bolgár fiatalok is dolgoztak a vasút átépítésén [3].

A járműpark alaposan megváltozott. Csak az egyik házi gyártású kocsi maradt meg, 760 mm nyomközre átalakítva. Az új járműpark a MÁV felszámolt sárospataki kisvasútjáról és a debreceni kisvasútról származik. Az öt Mk48-as dízelmozdony (1. ábra) mellett egy C50-es is érkezett, ám

ezt az 1980-as évek végén a nagybörzsönyi vonalra irányították. A személyforgalom számára tíz Bax és két BDax sorozatú kocsi került Királyrétre. A faanyag szállítására az 1950-es években a székesfehérvári járműjavítóban épített Jah sorozatú négytengelyes nyitott teherkocsik érkeztek.

Az átépítéstől napjainkig

1981. június 7-én újra elindult a kisvasút. Az évtized vége felé a kezdeti fellendülés után ismét csökkenni kezdett a forgalom, aminek több oka volt. Az egyik, hogy csak a vasút fővonalát építették újjá, a faki-termelés helyére vezető szárnyvonalakat nem. Ezért teherforgalom, vagyis a kitermelt fa szállítása csak a paphegyi fűrészteleptől a nagyvasútig zajlott, de a teherautók megjelenésével párhuzamosan már itt is egyre kisebb mértékben. A személyforgalmat az általános gazdasági visszaesés is sújtotta, Szokolya tanácsa pedig 1990-ben úgy döntött, hogy a munkába járók utaztatását autóbusszal oldja meg. Ennek következtében 1991. január 1-jétől a napi tizenhárom vonatpárból öt maradt. Ez és az általános gazdasági válság együttesen vezetett oda, hogy az üzemeltető 1992. május 18-án rákényszerült a kisvasút leállítására. Ettől kezdve néhány évig üzemelés-szünetelés váltakozott a vasúton, attól függően, hogy sikerült-e a működtetésre támogatást szerezni [1].

Időközben szervezeti változások is bekövetkeztek. Az erdőgazdaság Ipoly Erdő Rt. néven üzemelt tovább, a kisvasutat pedig eleinte a Börzsönyi Gyermekvasútért Alapítvány vette pártfogásába. Csak az erdei vasutak új állami támogatási rendszerének az 1990-es évek első felében történt kidolgozásával sikerült újra stabilizálni a vasút üzemeltetését, ekkor azonban már kizárólag turistaforgalmi céllal. Az 1990-es évek elején az állomá-



3. ábra. A Tóbi motorkocsi Kismaros állomáson (Fotó: Pokorny Bence)



4. ábra. Az üzemvezetőség és az állomás új épülete Paphegyen (Fotó: Pokorny Bence)

sok és megállóhelyek nagy része visszakarta régi nevét (2. táblázat).

Sok szűk esztendő után 2001-től ismét a fejlődés jellemezte a vasútüzemet. Tavasztól a korábbinál több vonat közle-

dik a vonalon hétköznapiakon is, az utolsó vonat pedig két órával később indul, ami örvendetes változást hozott az utasforgalomban is. 2002-ben a járművek állagvédelme érdekében kétvágányos, 48 m hosz-

2. táblázat. A Kismaros-Királyrét vonal szolgálati helyeinek névváltozásai

1976 előtt	1976–1989 között	1989 után
Kismaros	Verőcsmaros felső	Kismaros
Morgó	Morgó	Morgó
Börzsönygyöngye	Börzsönygyöngye	–
Börzsönyliget	Kisdobos	Börzsönyliget
Hártókút	Krónikás	Hártókút
Szokolya alsó	Szokolya-Mányoki	Szokolya-Mányoki
Szokolya felső	Szokolya-Rieznier	Szokolya-Rieznier
Paphegy	Kincskereső	Paphegy
Királyrét alsó	Tábortűz	Királyrét alsó
Királyrét	Királyrét	Királyrét

szű járműtároló csarnok épült Paphegy állomáson.

Mintegy 40 év szünet után ismét megjelent a kisvasúton a gőzvonatás. Igaz, már nem gazdasági céllal, hanem nosztalgia vonatok továbbítására. A gőzmozdony (490,2004) az erdélyi Szászváros (Orastie) fateleperől érkezett, felújítása 2003-ban fejeződött be. A gőzvonatás visszaállítása érdekében Kismaros és Paphegy állomásokon vízvételezési helyek is épültek. A gőzmozdony üzembe állítása alkalmából 2003 nyarán egy új, nyitott személykocsi épült Jah sorozatú teherkocsi alvázára, majd a következő években három darab, e kocsi szerkezetével megegyező, de már zárt utasterű kocsi készült el [4].

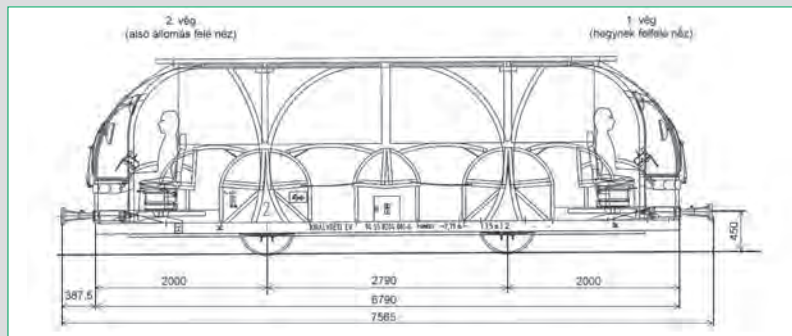
2005 óta a kisvasút működtetését az erdőgazdálkodó megbízásából külön vállalkozás, a Börzsöny 2020 Kft. végzi. A járművek színét megváltoztatták, a mozdonyok és személykocsik az erdei vasútra utaló sötétzöld fényezést kaptak (2. ábra). Kismaros állomáson 2010-ben megújult a felvételi épület, valamint egy új, kétvágányos járműtároló csarnok épült. Ugyanebben az évben üzembe helyeztek egy saját építésű hidrosztatikus motorkocsit, amely a csekélyebb utasforgalmú időszakokban jóval gazdaságosabban üzemeltethető, mint egy mozdonyvontatású szerelvény (3. ábra). 2013-ban ismét új jármű – a magyar mérnökök forradalmian új fejlesztése – állt szolgálatba. A Vili névre keresztelt motorkocsi érdekessége, hogy ez az első, valóban zéró helyi kibocsátású napelemes jármű. Az energiát akkumulátorokból nyeri, amelyek a tetőn elhelyezett napelemekről és külső csatlakozókról is feltölthetők. Ezenkívül a jármű a fékezéskor keletkezett energiát is visszatáplálja az akkumulátoraiba [5].

A vasút forgalma évről évre növekszik. Ez részben annak köszönhető, hogy a Börzsöny egyre népszerűbb úti cél a turisták körében, de nem utolsósorban a kisvasúton megvalósult fejlesztések, tematikus programok is nagymértékben hozzájárulnak ehhez. A királyréti végállomás közelében hajtánypálya épült, ahol egy 750 m hosszú kör alakú pályán próbálhatják ki ügyességüket kicsik és nagyok egyaránt. 2014-ben ugyanitt kerti vasút is létesült, ennek pályája szintén kör alakú, és 650 m-t utazhatunk vele.

A vasút üzemeltetője megrendelés esetén különkocsival, rendezvénykocsival, gördülő tanösvény szolgáltatással áll az érdeklődők rendelkezésére, családi rendez-

Napelemmel a kisvasutak megmaradásáért

Vili, a hazai fejlesztésű motorkocsi



1. ábra

A magyarországi kisvasutakat – a Széchenyi-hegyi Úttörővasút kivételével – áruszállítás céljából építették. Mára megfordult a helyzet, mivel a megmaradt 23 hazai kisvasút közül csupán egyetlenegy folyik áruszállítás. Azok a kisvasutak, ahol nem sikerült a vasút turisztikai célú hasznosítását megvalósítani, megszűntek.

Valamikor az erdei vasutaknál a gőzmozdonyok fűtésére használt tűzifa olcsó üzemanyag volt. Mára a gőzmozdonyok és az azokat felváltó dízelmozdonyok magas üzemeltetési költsége arra készítette a fejlesztőket, hogy a technika vívmányait is felhasználva korszerű, gazdaságosan működtethető motorkocsikat tervezzenek (1. ábra). Ennek kiváló példája a napelemmel és akkumulátorokkal működő Vili, a teljesen hazai fejlesztésű motorkocsi, melynek prototípusa jelenleg is üzemel a Királyréti Erdei Vasút járműparkjának részeként. A napelemes motorkocsi fajlagos üzemeltetési költsége nyolcszor kisebb, mint az azonos kapacitású dízelmozdonyral vontatott szerelvényeké. A sorozatjárműből egyszerre maximum három kapcsolható össze, és így egy vezetőállásból, távvezérléssel vezethető. Egy motorkocsin egyidejűleg 28 utas és a vezető foglalhat helyet. Kerekesszékkel utazóknak a vezető melletti üléslek eltávolításával alakítható ki hely.

Az akkumulátorral üzemelő keskeny nyomközű járművek alkalmazása nem új keletű, hiszen a XX. század közepétől a bányavasutaknál gyakran használták. A motorkocsi technikai különlegessége a félvezetővel épített teljesen elektronikus járművezérlés és a rekuperációs rendszer. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a fékezéskor egyébként elvesző energiát a mozdony visszatáplálja az akkumulátorokba. Ez a megoldás különösen alkalmas olyan erdei vasutaknál, mint a királyréti, ahol a felső végállomástól lefelé folyamatos esésű a pálya. A vonalnak ezt a tulajdonságát már az áruszállítás korában is kihasználták, hiszen a fával megrakott kocsik mozdony nélkül, fékezve érkeztek meg az alsó átrakóállomásra. Később a

személyszállításban is bevezették, hogy a több kocsival felvontatott szerelvény egy kocsija mozdony nélkül, fékezve érkezett az alsó végállomásra. Ezeknél a megoldásoknál fékezéskor a helyzeti energia kárba ment. A Vili motorkocsinál lejtemetben a rekuperációs elv alapján folyamatosan töltődnek az akkumulátorok, amihez a napelemek által termelt villamos energia is hozzáadódik.

A jármű műszaki adatai:

Engedélyezett maximális sebesség: 25 km/h
Ütközők közötti hossz: 7600 mm
Jármű szélessége: 2000 mm
Hajtott tengelyek száma: 2/2
Maximális teljesítmény: 11 kW
Rakott/üres tömeg: 5,8/3,6 t
Összteljesítmény: 1350 W



2. ábra.

Az idősebb utazóközönség a hazai kisvasutakon elsősorban a régi gőz- és a későbbi dízelmozdonyokat kedvelte meg, így első látásra a Vili kicsit furcsa, újszerű kialakítása a vasútbarátok számára szokatlan lehet (2. ábra). Bízunk abban, hogy a vasutat szerető közönség elfogadja és megszereti ezt a formát, és a jármű sorozatgyártásának megkezdésével hosszabb távon is biztosítható lesz a magyarországi keskeny nyomtávú vasutak fennmaradása.

A képek forrása: Hungarotrain Vasúti Járműszervíz Mérnöki Kft.

vények, baráti találkozók, üzleti ebédek lebonyolítását is vállalják. Népszerűek az adventi, újévi és egyéb ünnepi időszakokban közlekedő tematikus járatok is.

Műszaki adatok

A vonal jelenlegi hossza a verőcei MÁV-állomás melletti átrakótól Királyrértig 11,558 km. A szelvényezés Kismaros állomástól indul, és Királyrét, illetve Verőce felé növekszik. A Kismaros–Verőce közötti szakasz jelenleg csak a két állomás között a közelmúltban létesült kitérőig járható, az onnan Verőce felé vezető vonalrészről több helyen megbontották, illetve több közúti átjárót beaszfaltoztak, de a járható szakaszon sincs rendszeres forgalom. Verőcén még megvan a homlok- és oldalátrakó, azonban forgalom már hosszú évek óta nem volt rajta. Kismaros és Királyrét között a két végállomáson kívül Morgón, Hártókúton, valamint Paphegyen (4. ábra) van lehetőség vonattalálkozásra, illetve körüljárásra. Ehhez Kismaros állomáson három, Morgón, Hártókúton és Királyréten két-két vonatfogadó vágány áll rendelkezésre. Paphegyen a három vonatfogadó vágányon kívül két fedett és két kültéri tárolóvágány van.

Summary

The forest railway of Királyrét is located in the Börzsöny mountains in the central part of Hungary. Its existing 10,6 km long 760 mm gauge line starts at Kismaros next to the Danube, and runs north till Királyrét. The reason of constructing this railway at the end of the 19th century was transporting wood, stone and other materials. Passenger traffic was introduced in the middle of the 20th century, which became more and more significant in the following years. Because of the economical changes in the end of the century freight traffic was ceased totally, so from that time the main profile of the railway is carrying tourists. The small trains are more and more popular among people visiting the Börzsöny mountains. It can be reached easily from Budapest, and Királyrét is known as the start point of the most scenery hiking trails of the surroundings.



5. ábra. Kis sugarú ívben alkalmazott megoldás az ív könyökösödése ellen (Fotó: Pokorny Bence)



6. ábra. A Kismaros–Verőce szakasz 5+31 szelvényében található acélhíd (Fotó: Pokorny Bence)



7. ábra. Nyílt átereszt a 77+76 szelvényben (Fotó: Pokorny Bence)

A vonalon a legnagyobb emelkedő 25,9‰, a legkisebb ívsugar 42 m. A felépítmény 23,6 kg/fm tömegű sínekből áll, amelyeket nyílt lemezes leerősítés rögzít az egymástól 70 cm-re elhelyezkedő talpfákhoz. A 9 m hosszú síneket a lengő illesztéseknél négylyukú szöghevederek rögzítik egymáshoz. Több helyen összehegesztett, 24 m hosszú síneket építettek be. A kisebb sugarú ívekben az ívek „könyökösödésének” megakadályozására kétféle megoldást alkalmaztak. Néhány illesztés környezetében talpfákat helyeztek el az ágyzatba és az alépítménybe beásva függőlegesen, így stabilizálva az ív külső oldalát az oldalirányú erőkkel szemben. Egy másik helyszínen az egyik illesztés környékén a vágánytengelybe egy nagyobb folyómétersúlyú sítarabot rögzítettek hosszirányban, amely az erdélyi kisvasutaknál elterjedt megoldás (5. ábra).

A kisvasúton az útátjárók vezetősínes kialakításúak, nagy részük kapubejárók környezetében található. Jelentősebb forgalmú közút két helyen keresztezi a vasutat, Hártóki és Paphegy állomások közelében, biztosítás nélkül. A hártóki útátjáróban a felépítmény 48 kg/fm rendszerű.

A vonalon öt nagyobb acélhíd van, ezek

nyílása 5 és 18 m közötti. A legnagyobb mőtárgy a Kismaros–Verőce szakaszon helyezkedik el, ez a Morgó-patakot hidalja át kétszer 9 m nyílással (6. ábra). A többi mőtárgy nagyrészt 0,5 m nyílású nyílt átereszt, de több kisebb-nagyobb csőátereszt is található a vonalon (7. ábra). Felvételi épület Kismaroson és Paphegyen épült, utóbbi helyre került az üzemvezetőiség. Morgón, Börzsönyligeten, Szokolya-Mányokiban és Királyréten esőbeálló szolgálja az utasok védelmét.

A kisvasúton az engedélyezett legnagyobb sebesség 25 km/h, a maximális tengelyterhelés 9 t. Négy helyen – kis sugarú inflexiós ívek, illetve útátjárók környékén – fordul elő 15 km/h sebességkorlátozás. A vonal biztosítóberendezései kimerülnek az állomásokon alkalmazott váltózárakban [6].

Összegzés

A Királyréti Erdei Vasút történetének több mint 100 éve bővelkedett kedvező és kedvezőtlen fordulatokban. Üzemének nagy része alatt a gazdasági érdekek domináltak, napjainkra azonban teljes mértékben a turisták szolgálatába állt a vasút, a környék

egyik nevezetességévé vált. Az utasok száma az utóbbi időszakban elvégzett fejlesztéseknek köszönhetően évről évre nő, az üzem hosszú távon biztosnak látszik. Érdemes lenne megfontolni a hivatásforgalom újbóli beindítását, mivel a vonal áthalad Kismaros és Szokolya lakott területeinek nagy részén, gyakorlatilag az autóbusszal párhuzamos útvonalon. Egy kisebb mértékű pályafelújítással, használt, nyugat-európai keskeny nyomközű motorkocsik beszerzésével, ütemes menetrend kialakításával bizonyosan sok utas visszatérne a vasútra. ◀

Irodalomjegyzék

- [1] Nemoda István: *A Börzsöny Gyermekevasút. Kismaros, 1995.*
- [2] Thorday Zoltán: *Hegyen-völgyön kisvasúton. Tatabánya, 1997.*
- [3] Fodor Illés – Kelemen Zoltán: *Vasutak az Ipoly vidékén. Balassagyarmat, 1999.*
- [4] www.kisvasut.hu/kiralyret
- [5] Kemsei Zoltán: *Napelemmel a hegyekbe. In: Indóház, 2013. április, 52–55. o.*
- [6] Tóth Péter: *Magyarország állomási és nyíltvonalai biztosítóberendezési topográfia VI. In: Pályaőr, 1998. április, 15–17. o.*



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



Alapítványunk 1996 óta végzi munkáját, és 2006 óta a Csongrád Megyei Bíróság határozata alapján közhasznú alapítványként működik.

Célkitűzéseink:

- a vasúti hidak múltjának, történetének felkutatása, ápolása, kiadványok megjelentetése;
- a vasúti hídtörténeti kutatások támogatása, tárgyi emlékek felkutatása, összegyűjtése, rendszerezése, felújítása, ápolása, megőrzése, bemutatása kiállításokon;
- hidász szakemberek oktatásának, továbbképzésének szervezése, anyagi és szakmai támogatása, pályakezdő szakemberek segítése;
- hidász szakmai tudományos értekezletek, konferenciák, előadások szervezése, lebonyolítása;
- hidász szakmai tudományos munkák, szakirodalmi cikkek összegyűjtése, rendszerezése;

- hidász témájú pályázatok kiírása, díjazása;
- hidak közlekedésbiztonsági továbbfejlesztésében való közreműködés tanulmányok készítésével, pályázatok kiírásával.

Eredményeink:

- több mint tíz szakkönyv szerkesztése, kiadása, illetve támogatása;
- szakmai konferenciák, továbbképzések szervezése, támogatása, ebből nyolc konferencia háromnapos országos rendezvény volt;
- önálló vagy konferenciához kapcsolódó kiállítások szervezése;
- diplomaterv-pályázatok kiírása – eddig 18 nyertes pályázat díjazása. A díjazottak közül ma már többen elismert, sikeres vasúti hidászok.

- külföldi tanulmányutak támogatása;
- Dr. Korányi Imre professzor emlékére szoborállítás és tudományos ülések szervezése;
- Dr. Korányi Imre halálának 25. évfordulóján emléktábla-avatás a Budapest XIII., Radnóti Miklós u. 38. sz. alatti lakóházban, amelyben a professzor 1957 és 1989 között alkotott és élt;
- Korányi Imre-díj alapítása és évenkénti odaítélése – eddig tizenhárom alkalommal;
- tervezői, kivitelezői és szakmai nívódíj alapítása és odaítélése;
- a vasúti hidászatot népszerűsítő cikkírói és fotópályázatok kiírása és díjazása;
- szakmai folyóiratok anyagi támogatása.

Amennyiben célkitűzéseinkkel egyetért és azokat támogatni kívánja, kérjük, adója 1%-át ajánlja fel alapítványunknak. Adószámunk: 18456877-2-43. A rendelkező nyilatkozat www.vashid.hu honlapunkon megtalálható.



KTE-kitüntetések 2015

A Közlekedéstudományi Egyesület 2015. január 29-i kibővített országos elnökségi ülésén kitüntetések adtak át az előző évben az egyesületben végzett kiemelkedő tudományos-társadalmi munka elismeréseként.

A kitüntetettek között több jelenlegi vagy volt kollégánk is van, akikre büszkék vagyunk.

Széchenyi István-emlékplakett

Eperjesi Tibor Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Ter. Szerv.
Udvarhelyi András Vas Megyei Ter. Szerv.

Sári Mihály
Virág István

Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.
Fejér Megyei Ter. Szerv.

Kerkápoly Endre-díj

Csek Károly (posztumusz) Fejér Megyei Ter. Szerv. Vasúti Tagozat

Ezüst jelvény

Erdei János
Fejős Viktor
Gerlang Ferencné
Jordán András
Lőkös László
Nyitrai József
Paluska Pál
Pécsiné Nagy Anna
Pintér Imre
Pozsonyi Mihály
Radvánszky Réka
Szabó József

Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.
Vasúti Tagozat Szolnok
Fejér Megyei Ter. Szerv.
Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Ter. Szerv.
Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.
Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.
Fejér Megyei Ter. Szerv.
Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.
Vas Megyei Ter. Szerv.
Vas Megyei Ter. Szerv.
Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.

KTE-ért emlékplakett (oklevél)

Vólentné Sárvari Piroksa Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.

Ifjúsági díj

Horváth Tamás Fejér Megyei Ter. Szerv.
Szakály András Vas Megyei Ter. Szerv.
Tógl Tibor Fejér Megyei Ter. Szerv.

Örökös tag

Csilléry Béla Vas Megyei Ter. Szerv.

Arany jelvény

Bátyi Zsolt Hajdú-Bihar Megyei Ter. Szerv.

A díjazottaknak gratulálunk, és további jó munkát kívánunk!

Várhegyi Ferenc 1954–2015

Várhegyi Ferenc, a MÁV Felépítménykarbantartó és Gépjavító Kft. meghatározó személyisége, mindannyiunk megbecsült és tisztelt munkatársa, életének 61. évében, március 14-én elhunyt.

Várhegyi Ferenc vidám, ambícióval teli mérnök volt, akit mindenki Zsigaként ismert és szólított, 42 évet dolgozott a záhonyi és debreceni vasúti pályafenntartás, karbantartás területén.

Pályáját technikusként, az Út és Vasútépítési Szakközépiskolában szerzett érettségivel 1973-ban kezdte a Záhonyi Pályafenntartási Főnökségen. 1974 és 1976 között sorkatonai szolgálatát töltötte, majd 1977-től a Debreceni Pályafenntartási Főnökség munkatársa lett.

A MÁV vasúti tisztképző elvégzése után 1979-ben a Mátészalkai Pályafenntartási Főnökségen felügyeleti pályamester, majd 1982-től a MÁV Záhonyi Pályafenntartási Főnökségen folytatta munkáját munkáltató és felügyeleti pályamesterként. 1984-től a MÁV Debreceni Igazgatóság Műszaki Osztályán műszaki ügyintézőként dolgozott, és rövid időn belül megkezdte tanulmányait Győrben, a Széchenyi István Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola közlekedéscépesítési szakán, ahol 1989-ben sikeres államvizsgát tett és üzemmérnök oklevelet kapott.

1989 elejétől a MÁV Záhonyi Pályafenntartási Főnökségére helyezték szolgálati főnökhelyettesnek, majd



a diploma megszerzését követően felépítményi vezetőmérnöknek nevezték ki. 1990-ben mérnöktovábbképzés keretében folytatta tanulmányait a Széchenyi István Műszaki Főiskolán, és 1992-ben sikeres államvizsga után vasúti futástechnika szaküzemmérnökké nyilvánították.

1993-ban a Záhonyi Pályafenntartási Főnökség vezetőjévé nevezték ki, de a továbbtanulást ebben a beosztásban is folytatta, és 1996-ban sikeres államvizsgát tett a Budapesti Pénzügyi és Számviteli Főiskola Közgazdasági Szakokleveles Mérnöki szakának vállalkozási szakirányán.

1996-ban pályázat útján nyerte el a szolgálatvezetői munkakört.

A MÁV FKG Kft.-hez 2004. december 31-étől került munkáltatói jogutódlás révén. Először a Záhony Főépítésvezetőség fő-építésvezetőjeként dolgozott, 2009-től régióvezetőként, majd 2012-től divízióvezetőként folytatta eredményes munkáját. Magyarországon különlegesnek számító szélesnyomtávú vasúti pályák és felépítményi szerkezetek kiváló ismerője volt, amit több írása, cikke is igazol.

Embersége és szakmai tudása okán munkatársai példaképe lett, ezt bizonyítja az utolsó útjára őt elkísérő sok barát, közeli és távoli munkatárs.

Dobos Attila



a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozata szakmai közreműködésével
a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara

KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS MAGYARORSZÁGON

címmel továbbképző napokat rendez

Balatonföldváron, 2015. május 12–14-én

A 17. alkalommal megrendezésre kerülő konferencia (szakmai továbbképzési napok) tervezett, majd végleges programja a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozatának saját honlapján (www.fomterv.hu/mmk/), valamint a szakmai továbbképzés a Mérnöki Kamara Nonprofit Kft. honlapján (www.mknonprofitkft.hu) tekinthető meg.

A rendezvényt kapcsolatos minden információ: Hamarné Szabó Mária
mmk.kozlekedesi.tagozat@fomterv.hu, hamarne@progan.hu, mobil: +36 20/980-5554



Tűzihorganyzás

NAGÉV CINK Kft.

2364 Ócsa, Hammerstein Péter u. 1.
É 47°18'06.05" K 19°16'14.29"
Tel.: +36-29-577-020
Fax: +36-29-577-007
Mobil: +36-30- CINK (2465) -100
E-mail: kontakt@nagev.hu

NAGÉV Kft.

4066 Tiszacsege, Ipar u. 30-34.
É 47°40'56.00" K 21°00'07.00"
Tel.: +36-52-588-030
Fax: +36-52-588-033
E-mail: csege@nagev.hu

Európai síneken a NAGÉV: tűzihorganyzás a csarnokszerkezetektől a járműiparig

Néhány évtizeddel ezelőtt hazánkban még kivételes technológiának számított, ha egy vállalkozás tűzihorganyoztatta termékeit. Mára a helyzet gyökeresen megváltozott, sokan sokféle terméket védenek ezzel az eljárással a korrózióval szemben. A gyakran horganyzott termékek közé tartoznak a zárt szelvényekből gyártott acélszerkezetek. A technika eddig már megismert pozitív tulajdonságai mellett kifejezetten nagy hangsúlyt kell helyezni arra, hogy a szerkezet teljes felülete egyenértékű védelmet kapjon, azaz – ellentétben a legtöbb festési eljárással – itt nincsenek a korrózióval szemben védtelen részek. Az alábbiakban erre kívánjuk felhívni olvasóink figyelmét.

A technológia további fontos előnye – védőbevonat kívül-belül

A tűzihorganyzás számos versenyelőnye közül mindenképpen említést érdemel, hogy az üreges kialakítású acélszerkezeteket nemcsak kívül, hanem belül is védi a korróziótól. A gyakorlatban számos példát lehet találni arra, hogy a korrózió a csak kívül védett acélszerkezetek belső felületéről indul ki, és emiatt egy idő után statikailag elvesztik állékonyságukat (1–2. ábra).

Ahhoz, hogy a csőszerű alapanyagokból gyártott acélszerkezeteket horganyozni lehessen, mindenképpen megfelelő technológiai nyílásokkal kell őket

1–2. ábra. Festett térvilágító oszlop lámpakarok korrózió miatti tönkremenetele



ellátni. Erről a témáról a Sínek Világa 2013/4. számában már részletesebben volt szó. A technológiai nyílások teszik lehetővé, hogy a zárt terekkel rendelkező acélszerkezetek elmerüljenek a horganyban, majd onnan a folyékony fém maradéktalanul eltávozhasson úgy, hogy utána egy intakt fémbevonat maradjon a belső felületeken (3–4. ábra).

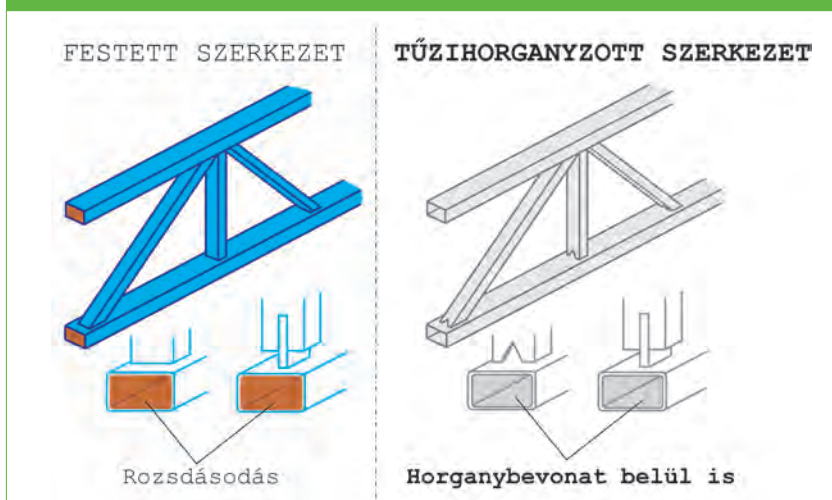
Az acélszerkezetek külső és belső felü-

letén képződött horganyrétegek teljesen egyenértékűek, vastagságuk is megegyezik, így egységes védelmet biztosítanak. A konstrukció és technológiai nyílások kialakítására vonatkozó szakszerű tanácsadás viszont rendkívül fontos, ehhez évtizedes szakmai tapasztalatokra van szükség.

A tűzihorganyzás szó összefonódott a NAGÉV névvel

A „NAGÉV-tűzihorganyzás” 1998. évi indulása után folyamatosan bővítette piacait, és gyorsan betagozódott a magyar – sőt az európai – iparágba. A NAGÉV Kft. tiszacsegei üzeme termelésének be-

3. ábra. A tűzihorganyzás mindenhol véd a rozsda ellen



4. ábra. A zárt szelvény belső felületén tökéletes a védőbevonat



1. táblázat. A NAGÉV-vállalatok bérhorganyzási szegmensei	
Piaci szegmensek	Termékkörök
Magasépítési acélszerkezetek	csarnokok, raktárépületek, toronyszerkezetek, hídszerkezetek stb.
Energetikai acélszerkezetek	villamos távvezetékoszlopok, térvilágító oszlopok, lámpakarok, vezeték tartó konzolok, stb.
Autópályák, közutak berendezései	információs portálok, zajvédő falak oszlopai, utcabútorok, táblatartók stb.
Mezőgazdasági acélszerkezetek	istállók, gépszínek, raktárak, kerítések, feldolgozóüzemek, állatnevelők, tartályok, kertészeti épületek stb.
Szállítás, szállítmányozás acélszerkezetei	konténerházak, rámpák, raktárak, raklapok, szállítószalagok acélszerkezetei stb.
Kötött pályás közlekedés acélszerkezetei	felsővezeték-tartó oszlopok, fényjelzők, korlátok, védőrácsok, világító- és biztonsági berendezések, felépítményi kapcsolószerkezetek
Ipari acélszerkezetek	felépítmények, járdarácsok, speciális tartószerkezetek, gépvázak, csővezetékek, hőcserélők stb.
Járműipari acélszerkezetek	utánfutók, kamionvázok, utánfutó-alkatrészek, felépítmények, tartályok stb.
Egyéb acélszerkezetek	építőipari állványok, kapuk, kerítések, raktári acélszerkezetek stb.

indítása után a vállalat azonnal belépett a Magyar Tűzhorganyzók Szövetségébe, és a szervezetnek ma is meghatározó tagja. Szakmai fejlődését mutatja, hogy hosszú éveken keresztül kiadója volt a Tűzhorganyzás című szakfolyóiratnak, melynek 2002-től 2009-ig megjelenő számaiban az üzleti partnerek, az érdeklődők, de a felsőoktatási intézmények számára is alapvető szakismereteket tett közzé. Az évek során a vállalat kapacitása – piaciához képest – szűknek bizonyult, és a cégcsoport tulajdonosa döntött a ma Ócsán működő NAGÉV Cink Kft. létrehozásáról, ahol 2011. május 23-án történt az első horganyzás. Ma a cég rendelkezik az ország legnagyobb térfogatú fémbevonó kádjával. Ezzel a beruházással a NAGÉV érdekelttségű vállalatok az összes hazai horganyzókádtérfogat 36%-át birtokolják, így meghatározó szerephez jutottak az iparágban.

Bérhorganyzás a gazdaság leg-több szegmensébe

Egy erre alkalmas üzem megépítése igen komoly előkészítést, szakmai hozzáér-

5. ábra. Tűzhorganyzott kapu és kerítés



tést és jelentős investíciót igényel. Ennek megfelelően aki tűzhorganyoztatni akar, annak az a legjobb megoldás, ha megkeres egy arra felkészült vállalatot, és „bérhorganyzási” szolgáltatást vesz igénybe. A NAGÉV-vállalatok szinte valamennyi gazdasági ágból kapnak megrendeléseket (1. táblázat), és az elmúlt több mint másfél évtizedben több százezer tonna terméket horganyoztak a hazai és külföldi megrendelőknek.

A NAGÉV tűzhorganyzó csoport

A NAGÉV érdekelttségű vállalatok kereskedelmi-üzleti kapcsolataikkal lefedik az ország teljes területét. A NAGÉV Cink Kft. technológiájának jellemzői: a nagy befoglaló méret (15 × 3,0 × 1,8 m) és tömeg (8 t/db). Az üzem a ma elérhető legjobb technikákkal (Best Available Techniques) felszerelt, a keletkező valamennyi salakanyag és kezelési hulladék továbbhasznosítása megoldott.

A bérhorganyzást ugyan legtöbbször kisebb-nagyobb vállalkozások veszik igénybe, de egyre nő azoknak a magán-személyeknek a száma is, akik otthonuk környékét kívánják „rozsdamentesen” tartani, ezzel megóva magukat az acélszerkezetek néhány évenként ismétlődő festésétől és egy rozsdásodó felület csúnya látványától. A két vállalatnál ennek megfelelően nagy és kis tételben, egyre szélesedő spektrumban szolgáltatnak bel- és külföldre (5–6. ábra).

Szolgáltatás határok nélkül

A NAGÉV Kft. termelése 1998. évi indulását követően gyorsan felfutott, rövid időn belül már külföldi piacokra is végzett bérhorganyzást. A „nagytest-

vér”, a NAGÉV Cink Kft. színre lépésével alapvetően megváltoztak a szolgáltatási képességek. A két vállalat – esetenként egymást kiegészítve – éves szinten több tízezer tonnás kapacitást kínál az európai piacnak. A belföldi igényeken túl megnőtt az exportterítés lehetősége is, ennek megfelelően a Kelet-Európából Nyugat-Európába irányuló acélszerkezeti forgalom egy része tűzhorganyzás érdekében „megáll” Ócsán, a NAGÉV Cink Kft.-nél, hogy végleges állapotát elnyerve eljusson az Európai Unió felhasználóihoz. Energetikai beruházások, olajipari létesítmények, romániai, szlovák, szerb vagy éppen más nemzetiségű megrendelők, trópusi vidékeken beépített szerkezetek, esetleg a messzi északi hidegben üzemelő objektumok mind-mind részei a célpiacoknak. Ezt az teszi lehetővé, hogy a NAGÉV horganyzók – a már megszokott és jól ismert minőségirányítási tanúsítványok (ISO 9001:2008, ISO 14001:2004) mellett – rendelkeznek a német DAST-Richtlinie 022:2009 szerint ellenőrzött működési rendszerrel, mely szorosan kapcsolódik az EN 1090 szabvány előírásaihoz is, az abban foglalt követelményeknek eleget tesz.

A NAGÉV ajánlatai, kapcsolatok

A vállalatok munkanapokon szokásosan reggel 6 órától egészen 21 óráig várják megrendelőiket, de megállapodás esetén ettől rugalmasan el lehet térni. A NAGÉV horganyoztató partnerei számára folyamatosan meghirdeti kedvező ajánlatait.

Ennek megfelelően:

- Versenyképes árat kínál más tűzhorganyzókkal és a festési technológiákkal szemben.
- Opcionálisan kínálja a fehérrozsdásodás elleni lakkozás (passziválás) technológiáját.
- A termékek mennyiségétől függően árkedvezmények, rövid határidőn belül (24 óras) szolgáltatás lehetősége.
- Kísérleti termékeknél külön árkedvezményekkel támogatja a fejlesztési folyamatot (kísérleti horganyzások).
- Hosszú távú együttműködési megállapodást kínál partnereinek.

6. ábra. Vasúti felsővezeték-tartók tűzhorganyozva



SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név

Cím

Telefon

Fax

E-mail

Adószám

Bankszámlaszám

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + 5% áfa

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

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem a fenti címre eljuttatni.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság Technológiai Központ
1063 Budapest, Kmety György utca 3.

Kapcsolattartó: Gyalay György

Telefon: (30) 479-7159 • gyalaygy@mav.hu

(Amennyiben lehetsége van, kérjük, a www.sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el megrendelését.)

ISSN 0139-3618

Címlapkép: A kiállított Triglav gőzmozdony Kismaros állomáson. Fotó: Pokorny Bence

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és híd szakmai folyóirata
A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) által akkreditált
tudományos folyóirat

Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság
és a Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.
www.sinekvilaga.hu

Felelős kiadó Pál László
Szerkeszti a szerkesztőbizottság
Felelős szerkesztő Vörös József
A szerkesztőbizottság tagjai
Both Tamás, dr. Horvát Ferenc, Szöke Ferenc
Korrektor Szabó Márta
Tördelő Kertes Balázs
Grafika Bíró Sándor

Nyomdai előkészítés a Kommunik-Ász Bt. megbízásából
a PREFLEX' 2008 Kft.

Nyomdai munkák PrintPix Kft.
Hirdetés 200 000 Ft + áfa (A/4), 100 000 Ft + áfa (A/5)



World of Rails

Professional journal of track and bridge at Hungarian State
Railways Co.

Scientific journal accredited by Bay of Hungarian Scientific
Works (MTMT)

Published by MÁV Co. Infrastructure Operational Directorate General
and Development and Investment Directorate General
54–60 Könyves Kálmán boulevard Budapest Post Code 1087
www.sinekvilaga.hu

Responsible publisher László Pál
Edited by the Editorial Committee
Responsible editor József Vörös
Members of the Editorial Committee
Tamás Both, Dr. Ferenc Horvát, Ferenc Szöke
Reader Márta Szabó
Layout editor Balázs Kertes
Graphics Sándor Bíró

Typographical preparation Preflex 2008 Ltd mandated by
Kommunik-Ász Bt.

Typographical work PrintPix Ltd.
Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)