

TARTALOM

Vörös József – Köszöntő	1
Dr. Horvát Ferenc – Szálerősített műanyag-kompozit gyaloghidak	2
Bobály János, dr. habil. Gálos Miklós – Szemalak hatása a Vasúti Los Angeles- és a vasúti mikro-Deval vizsgálatok eredményeire	8
Előhegyi Zoltán, dr. Horvát Ferenc, dr. Pintér József A vasúti pályakarbantartási stratégia megújításának szükségessége a hazai gyakorlatban	15
Gyurity Máttyás – Gondolatok a hidak esztétikájáról Szép hidak az esztergomi vasút mentén	19
Madácsi Gábor – Magasépítmenyi beruházások a Budapest–Újszász–Szolnok vasútvonalon Az egységes építészeti arculat	24
Pótári Zoltán – Megújult kiadással ünnepeljük a MÁV Alépítmenyi Utasítás 90. születésnapját	30
Gönczi Emese, Szatmári Tamás – Geoműanyagok alkalmazása a vasúti alépítmenyi földműben (1. rész) A nem szőtt geotextíliák funkciói	35

INDEX

József Vörös – Greeting	1
Dr. Ferenc Horvát – Fibre reinforced polymer composite footbridges	2
János Bobály, dr. habil. Miklós Gálos – Effect of grain shape on the results of railway Los-Angeles and railway micro-Deval examinations	8
Zoltán Előhegyi, dr. Ferenc Horvát, dr. József Pintér Necessity of reformation of railway track maintenance strategy in domestic practice	15
Máttyás Gyurity – Thoughts about aesthetics of bridges Beautiful bridges along Esztergom railway line	19
Gábor Madácsi – Investments of building structures on Budapest–Újszász–Szolnok railway line Unified architectural facade	24
Zoltán Pótári – 90th birthday of MÁV Substructure Regulation is celebrated by its renewed publication	30
Emese Gönczi, Tamás Szatmári – Application of geosynthetics in railway substructure earthwork (Part 1) Functions of non-woven geotextiles	35

Kedves Olvasóink!

Köszöntöm Önöket abból az alkalomból, hogy – rövid kihagyás után – tíz esztendeje ismét folyamatosan jelenik meg a Sínek Világa. Ennek előzménye, hogy 2005-ben, másfél év szünet után, a XIII. Pályafenntartási Konferencia kiadványaként egy különszám köszöntőjében *Csek Károly* és *Szöke Ferenc* megfogalmazták a szerkesztők azon szándékát, hogy 2006-tól ismét negyedéves rendszerességgel és megújult formában jusson el a lap az olvasókhöz. Az igyekezet nem volt hiábavaló, így az 1958-ban indított, elismert és közkedvelt szakfolyóirat újból életre kelt.

Már a 2006-os első szám írásai is arról tanúskodnak, hogy igen sokan várták a lap megjelenését. *Dr. Mosóczi László* főigazgató köszöntőjében olvasható: „Egy nemrégiben lezajlott átvilágítás azt erősítette meg, hogy a szakterület munkatársai magas szinten végzik feladatukat. Meggyőződésem, hogy e színvonal és a szakmán belüli összetartás annak is köszönhető, hogy a Sínek Világa korábbi évfolyamai értéket, összetartó erőt és magas szintű szakmai ismereteket közvetítettek.” Ha tovább lapozgatjuk ezt a számot, több írás, olvasói levél tanúsítja, hogy mit jelentett a lap újbóli megjelenése. De tekintsük át, mi történt a lap elmúlt tízéves megjelenése során.

2006-tól új arculattal, a digitális technika nyújtotta lehetőségeket kihasználva, a kor igényeinek megfelelően jelenik meg a lap. Az igényes kép- és ábraserkesztés a tartalom és a forma egyértelmű javulását eredményezték. Az első néhány év szerkesztői tapasztalatait összegyűjtve és elemezve 2010-ben lényeges változtatásokra szántuk el magunkat.

Az egyik változtatás az volt, hogy a negyedévenkénti megjelenés kéthavira módosult. Ez ötven százalékos tartalomnövelést jelentett. Ha ehhez még hozzávesszük a háromhasábos, számítógépes tördelést, ami szintén ugyanennyi bővítést tesz lehetővé, akkor azt látjuk, hogy lehetőségeink az ismeretanyagok közzétételére több mint duplájára nőttek. Öröndetes tény, hogy az így kitágult kereteket, szerzőink szorgalmának is köszönhetően, teljes mértékben kitöltjük.

A másik komoly lépés, hogy 2010-től beindítottuk a Sínek Világa honlapját. Ezzel egyidejűleg a MÁV Zrt. intranethálózatára is felkerült a folyóiratunk, tehát cikkeinkhez már digitálisan is hozzá lehet férni. Lapunk a MATARKA honlapon is elérhető, így a nyomtatott és a digitális lehetőségek által biztosított olvasottság (látogatottság) megközelíti évente a százezer főt.

Nagy megtiszteltetés, hogy 2015 januárjától a Magyar Tudományos Művek Tára akkreditálta lapunkat.

A fentiek azt támasztják alá, hogy nem volt hiábavaló törekvés lapunk kiadásának tíz évvel ezelőtti újáélesztése.

*Vörös József
felelős szerkesztő*



Szálerősített műanyag-kompozit gyaloghidak

Dr. Horvát Ferenc*

főiskolai tanár

Széchenyi István Egyetem

Közlekedésépítési Tanszék

✉ horvat@sze.hu

☎ (30) 351-1633

A szálerősített műanyag-kompozit anyagú hidak alkalmazása kb. két évtizedes múltra tekint vissza. Több előny között a kedvező szilárdság-tömeg arány, a kialakítható keresztmetszetek változatossága, a könnyű építhetőség, a korrózióállóság vasúti gyaloghidak építésénél jól használható. A cikk az oroszországi APATEK cégcsoport által gyártott, a gyaloghidak tartószerkezeti elemeinél használt SZPPSZ-240 és SZPPSZ-340 típusú anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságaival foglalkozik. Röviden ismerteti a legfontosabb általános tervezési irányelveket is.

1. Bevezetés

A műanyag-kompozitok kiváló egyedi tulajdonságai a járműipartól kezdve a gépiparon át az építőiparig számos területen előnyösen felhasználhatók. A szálerősített műanyag-kompozitok kedvező szilárdság-tömeg aránya, a kialakítható tartókeresztmetszetek nagy változatossága, a kis térfogatsűrűségből származó egyszerűbb daruzhatóság, a korrózióállóság, az esztétikus megjelenés olyan kedvező lehetőségek, amelyeket gyaloghidak esetében kiválóan lehet kamatoztatni.

A szálerősített műanyag-kompozit elemek fejlesztése, gyártása területén az oroszországi APATEK cégcsoport jelentős eredményeket ért el. A cikkben közölt adatok, vizsgálati értékek az általuk készített termékekre vonatkoznak. Számos



1. ábra. A Moszkva Csertanovo kerületi gyaloghíd (Forrás: APATEK)

referenciájuk közül a 2004-ben épült gyaloghíd, amely 13,20 + 15,00 + 13,20 m nyílású, és 3,0 m széles, az 1. ábrán látható.

A Koszino vasútállomási gyaloghíd 2005-ben készült el 47 m-es teljes hosszúsággal és 5 m-es szélességgel (2. ábra).

Három vágány felett átívelő szálerősített műanyag-kompozit hidat mutat a 3., és a 4. ábra.

2. A szálerősített műanyag-kompozit szerkezeti elemek gyártása

A műanyag-kompozitok olyan összetett anyagok, amelyek két vagy több, anyag-szerkezetükben és méreteikben különböző anyag társításából épülnek fel a hasznos tulajdonságok kiemelése és a káros tulajdonságok csökkentése céljából.

A szerkezeti elemek pultrúziós (áthúzásos) technológiával készülnek. A teljesen automatizált eljárás során az erősítő szálak folyamatosan feszítve, állandó pozícióban vannak. A kötegekké egyesített szálak (rovingok) folyamatosan tekerednek le az orsókról, megfelelő formákon áthaladva alakul ki a keresztmetszet, miközben egy eszköz meleg gyantát sajtol a szálak közé (5. ábra). A keresztmetszet középső részén a szálak a hosszteneggel párhuzamosak,



2. ábra. A koszinói gyaloghíd (Forrás: APATEK)



3. ábra. A rácsos hídszerkezet

míg a kerület mentén többirányú (0°, 90° és ±45°) szálakból álló fonat helyezkedik el. Kívül egy – szintén többirányú szálakból készült – fátyol akadályozza meg a szálak felszínre kerülését. Ez utóbbi rétegnek az is feladata, hogy védje a szelvényt a felszíni sérülésektől, valamint a nedvességgel, vegyi hatásokkal és UV sugárzással szemben nagyobb ellenállást biztosítson.

3. A szerkezeti elemek anyaga és annak vizsgálata

Az erősítő töltőanyag 2–25 µm átmérőjű, különböző vastagságú fonalból álló, folyamatos üvegszál. A kötőanyag hőre lágyuló gyanta (pl. vinilészter, epoxi-poliészter) a szükséges diszperziós töltőanyagok, pig-

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

1. táblázat. Az SZPPSZ anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságai

Sorszám	A jellemző megnevezése	Mértékegység	Normatív érték	
			SZPPSZ–240	SZPPSZ–340
1.	Sűrűség	kg/m ³	1900±100	1900±100
2.	Húzószilárdság a profil hosszirányú tengelyében	MPa	≥240	≥340
3.	Húzószilárdság a profil hosszirányú tengelyére merőleges irányban	MPa	≥50	≥50
4.	Nyomószilárdság a profil hosszirányú tengelyében	MPa	≥220	≥280
5.	Nyomószilárdság a profil hosszirányú tengelyére merőleges irányban	MPa	≥70	≥100
6.	Hajlítószilárdság a profil hosszirányú tengelyében	MPa	≥240	≥280
7.	Hajlítószilárdság a profil hosszirányú tengelyére merőleges irányban	MPa	≥100	≥100
8.	Rétegek közötti nyírószilárdság	MPa	≥25	≥25
9.	Rugalmassági modulus húzásra, nyomásra, hajlításra a profil hosszirányú tengelyében	MPa	≥23000	≥28000
10.	Rugalmassági modulus húzásra, nyomásra, hajlításra a profil hosszirányú tengelyére merőleges irányban	MPa	≥8500	≥10000
11.	Rugalmassági modulus nyírásra	MPa	≥3000	≥3000
12.	Poisson-együttható a profil hosszirányú tengelyében	–	–0,23	–0,23
13.	Poisson-együttható a profil hosszirányú tengelyére merőleges irányban	–	–0,09	–0,09
14.	Átlagos lineáris hőtágulási együttható – hosszanti irányban – keresztirányban	1/K 1/K	1,34×10 ⁻⁶ /8,2×10 ⁻⁵ 3,5×10 ⁻⁶ /2,6×10 ⁻⁵	
15.	A profilok hővezető képessége – hosszanti irányban – keresztirányban – keresztirányban, a profil felületére merőlegesen	W/(m·K)	0,84 0,59 0,48	



4. ábra. A tartószerkezeti elemek csavarozott kapcsolatai

mentek, katalizátorok és a kötőanyag edzési reakciója gyorsítójának hozzáadásával. A mechanikai igénybevételekkel, a környezeti hatásokkal szembeni ellenállóságot telített poliuretán bevonat biztosítja.

Az APATEK cég SZPPSZ–240 és SZPPSZ–340 anyag típusú termékeket gyárt. A jelölésben az egyes betűk, számok jelentése a következő:

SZ – üvegszál-erősítésű műanyag,

P – profilozott,

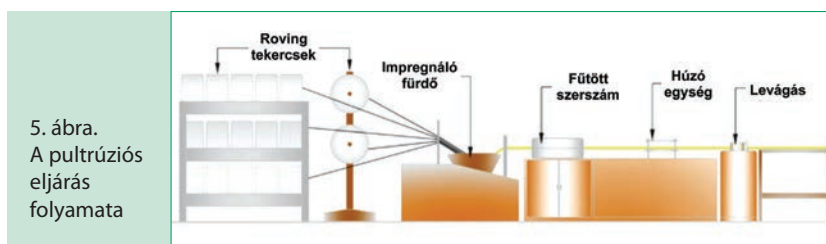
P – pultrúziós gyártási eljárás,

SZ – építési termék,

240, illetve 340 – húzószilárdság MPa-ban.

Az ezekre az anyagokra vonatkozó fizikai-mechanikai jellemzőket az 1. táblázat foglalja össze. A szál-erősítés következtében a jellemzők értékei eltérőek a gyártási, illetve arra merőleges, keresztirányban.

Szerződéses munka keretében módunk



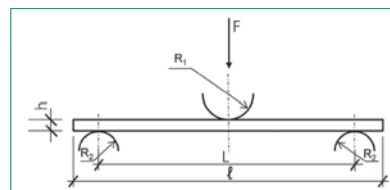
5. ábra. A pultrúziós eljárás folyamata

volt a kétféle anyagot laboratóriumi vizsgálatoknak alávetni. A próbatestek alakját, méreteit, a végrehajtás módját EN, illetve MSZ EN szabványok határozzák meg. A vizsgálatok során készült fényképek, diagramok jól mutatják a kétirányú viselkedés közötti különbséget.

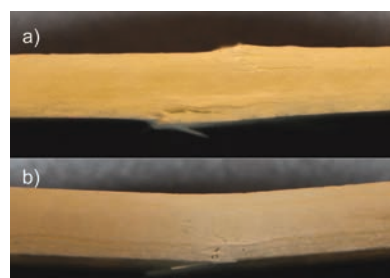
A hajlítószilárdság meghatározását az MSZ EN ISO 14125:1999 szabvány szerinti hárompontos terheléssel kell megállapítani. A terhelési elrendezést a 6. ábra mutatja.

A 6. ábrán látható méretek: SZPPSZ–240 anyag, 4 mm vastag próbatestek $L = 64$ mm és $\ell = 80$ mm, SZPPSZ–240 anyag, 5 mm vastag próbatestek $L = 80$ mm és $\ell = 100$ mm, $R_1 = R_2 = 5$ mm.

Az SZPPSZ–340 anyagú, hossz-, illetve keresztirányban kimunkált próbatestek teher alatti keresztmetszetének tönkremenetele a 7. ábrán látható. A maximális erőértéknél klasszikus törés nem következik be. A hajlító-húzó feszültség – relatív megnyúlás diagramot a 8. ábra mutatja.



6. ábra. A hajlítószilárdsági vizsgálat hárompontos terhelési elrendezése



7. ábra. Tönkremenetel hárompontos terhelés alatt: a) hosszirányban, b) keresztirányban

A húzószilárdsági vizsgálat (MSZ EN ISO 527-1:1999 szabvány) során készült 9. ábra jól mutatja, hogy a hosszirány-

ban kimunkált próbatetek nem egy határozott keresztmetszetben szakadnak el. Tönkremenetelükkor, azaz akkor, amikor már nagyobb húzóerőt felvenni nem tudnak, a rétegek között következik be szakadás, amely azután a próbatetek kétoldali vállrészein fut ki az alsó vagy a felső felületre.

Keresztirányban kimunkált próbatetek esetében a szakadás mindig egy keresztmetszetben következik be, valahol az állandó méretű, csökkentett szélességű szakaszon belül.

Az SZPPSZ-340 anyagú, hossz-, illetve keresztirányban kimunkált próbatetek húzási diagramjai a 10. ábrán láthatók.

A palástnyomási szilárdság vizsgálata az EN 13706-2:2002 szabvány által meghatározott méretű próbatetekkel (11. ábra), speciális befogóeszközzel (12. ábra) történik. Gyakorlatilag megadott átmérőjű tűskével a kiszakítás jelenségét kell előidézni.

A tönkremenetel a hosszirányban kimunkált próbatetek esetében úgy következett be, hogy a furatátmérő szélességének megfelelő sávot a terhelő tűske kiszakította. A keresztirányban kivágott próbateteknél tönkremenetelkor a furat tengelyében történő átszakadás történt (13. ábra).

A 4×5 db próbatest vizsgálatával megállapított palástnyomási szilárdsági értékek: SZPPSZ-240 anyag esetén:

- hosszirányban átlag 413 MPa, szórás 20 MPa,
- keresztirányban átlag 232 MPa, szórás 16,1 MPa,

SZPPSZ-340 anyag esetén:

- hosszirányban átlag 435 MPa, szórás 19,5 MPa,
- keresztirányban átlag 318 MPa, szórás 12,5 MPa.

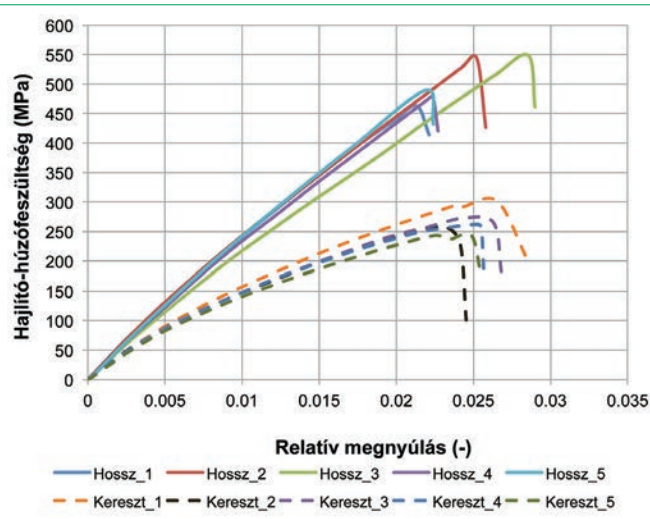
A rétegek közötti tengelyirányú nyírószilárdság vizsgálata az MSZ EN ISO 14130:1999 szabvány alapján történik. Tönkremeneteli állapotot mutat be a 14. ábra.

A 2×5 db próbatest vizsgálatával megállapított tengelyirányú palástnyomási szilárdsági értékek:

- SZPPSZ-240 anyag esetén átlag 38 MPa, szórás 1,2 MPa,
- SZPPSZ-340 anyag esetén átlag 33 MPa, szórás 1,5 MPa.

A teljes keresztmetszet hajlító vizsgálatát az EN 13706-2:2002 szabvány D fejezete alapján végeztük, SZPPSZ-240 anyagú, kalodákkal összefogott 2 db

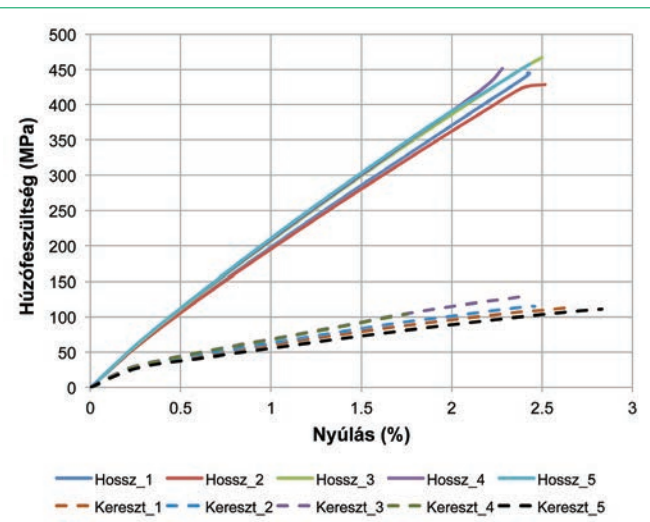
8. ábra.
A hajlító terhelés diagramjai SZPPSZ-340 anyagú próbatetek esetén



9. ábra.
A hosszirányban kimunkált SZPPSZ-240 típusú próbatetek tönkremeneteli húzáskor

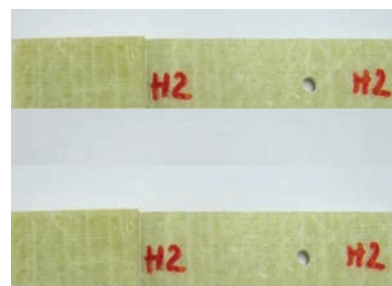


10. ábra.
A húzó terhelés diagramjai SZPPSZ-340 anyagú próbatetek esetén



U-240 × 72 × 12-es gerendával. A terhelési elrendezést a 15. ábra mutatja.

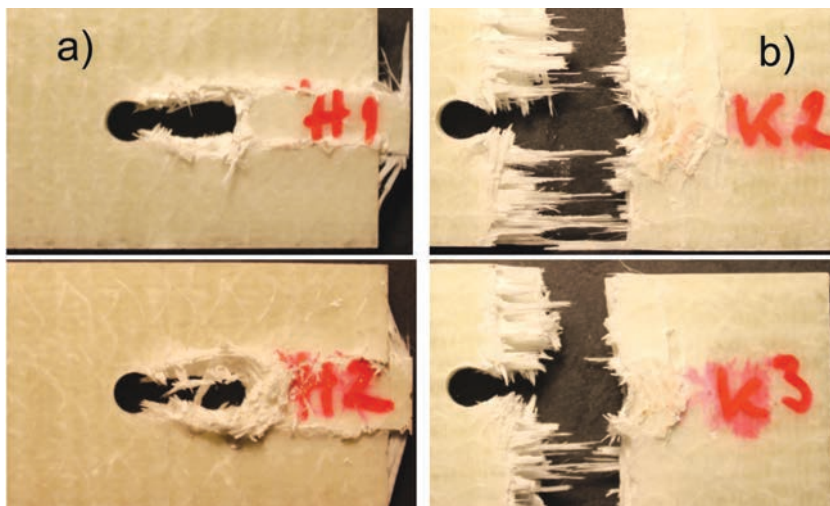
A statikus felterhelés sebessége 120 kN/min volt. Lehajlasmérés a támaszköz felében (a teher keresztmetszetében), az alsó övön, mindkét tartón történt. A lehajlásértékeket számítással is ellenőriztük. Az egyenes vonalú szerkezeti elemek deformációjának meghatározásakor figyelembe kell venni a hajlítás, valamint a nyírási alakváltozásokat is. A tartó hossza mentén bármely „z” pontban az alábbi kifejezéssel határozható meg a tartó lehajlása:



11. ábra. Vizsgálatra előkészített SZPPSZ-240 típusú próbatetek



12. ábra. A vizsgálóberendezésbe befogott próbatest



13. ábra. Tönkremenetel a) hosszirányban, b) keresztirányban kimunkált próbatest esetén

$$e = \delta_{teljes}(z) = \frac{f_1(z)}{E_b \cdot I} + \frac{f_2(z)}{G_b \cdot A}$$

Az $f(z)$ függvények maximumai kéttámaszú tartó és tartóközépen álló koncentrált teher esetében a következők:

$$f_1(\delta_{max}) = \frac{P \cdot L^3}{48}$$

$$f_2(\delta_{max}) = \frac{P \cdot L}{4}$$

A függvénymaximumokat a lehajlási képletbe helyettesítve:

$$e = \delta_{teljes,max} = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E_b \cdot I} + \frac{F \cdot L}{4 \cdot G_b \cdot A}$$

ahol

F = terhelőerő (N),

L = támaszköz, esetünkben 1200 mm,

E_b = hajlítási rugalmassági modulus, az APATEK cégcsoport közlése alapján 10 mm-nél vastagabb falú idomra 28 000 MPa,

I = a $2 \times U$ szelvény inerciája vízszintes tengelyre, esetünkben 66 076 000 mm⁴,
 G_b = hajlítási rugalmassági modulus, az APATEK cégcsoport közlése alapján 3000 MPa,

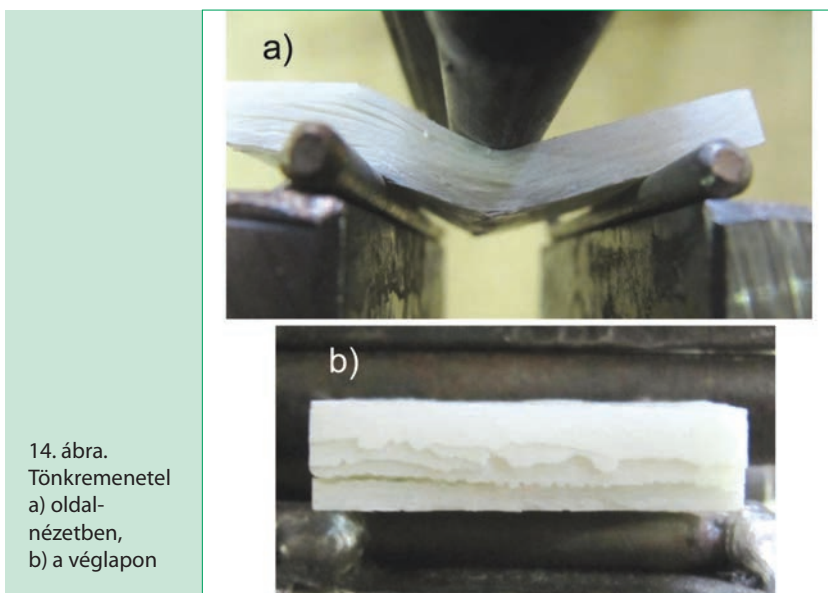
A = keresztmetszeti terület, a vizsgált szelvényekre együtt 4363 mm².

A 3 db gerendapár hajlítása során mért értékeket a számított értékekkel a 16. ábrán hasonlítottuk össze. A mérési eredmények egyforma teher alatti viselkedést bizonyítanak.

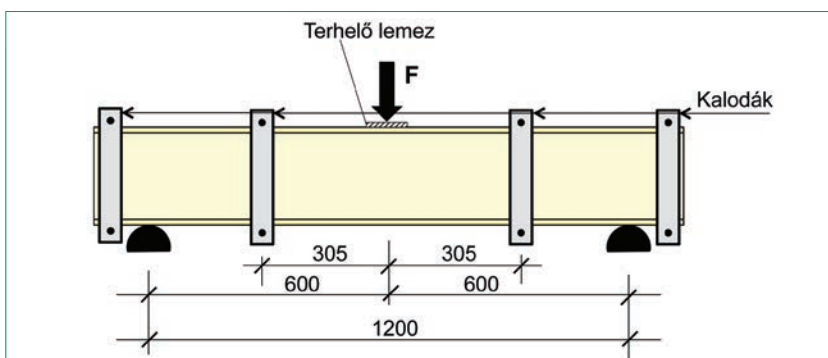
A gerendapárt fásztó igénybevételnek is kitettük. A vizsgálati paraméterek az alábbiak voltak:

alsó erő: 5 kN,

felső erő: 80 kN,



14. ábra.
Tönkremenetel
a) oldal-
nézetben,
b) a véglapon



15. ábra. Terhelési elrendezés

frekvencia: 5 Hz,
 ciklusok száma: 2 millió.
 A fásztást előre meghatározott ciklus-
 számok elérésekor megszakítottuk, és sta-

tikus terheléseket végeztünk a gerendapár-
 ron, hogy megállapítsuk, hogyan változik
 a maximális teher (160 kN) alatt a lehajlás
 a fásztás hatására. A mért lehajlási érté-

kek minden esetben 5,8–5,9 mm között voltak, tehát az elvégzett fázasztás a tartó lehajlási viselkedésében változást nem okozott.

A Széchenyi Egyetem Elektrotechnika Laboratóriumában elvégzett villamos vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a próbatestek és a velük azonos műszaki jellemzőjű anyagdarabok villamosan szigetelők, mivel átütési szilárdság értékeik meghaladják a 250 kV/cm értéket. Ugyanakkor az MSZ EN 61340 szabvány meghatározása szerint elektrosztatikailag nem vezető, mert fajlagos térfogati ellenállásuk magasabb, mint 104 Ω m. Megfelelő kialakítással elektrosztatikailag földelhetők, mivel az MSZ EN 61340 szabvány által – a levezetési ellenállásra – meghatározott 106 Ω teljesíthető.

4. Az APATEK cég termékei

Az APATEK cég lapos és szögelemet, zárt-szelvényt, U tartót és I tartót, valamint csőszelvényű elemeket gyárt. Az I tartók méretválasztékát a 2., az U tartókét a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A tartószerkezeti profilelemeket az alábbi feltételek szerint lehet alkalmazni:

- hőmérséklet-intervallum: $-60^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$,
- páratartalom: száraz, normál, nedves,
- a külső környezet agresszivitási fokozata: nem agresszív, enyhén agresszív,
- tűzvédelem: mérsékeltén éghető anyag, mérsékeltén tűzveszélyes anyag.

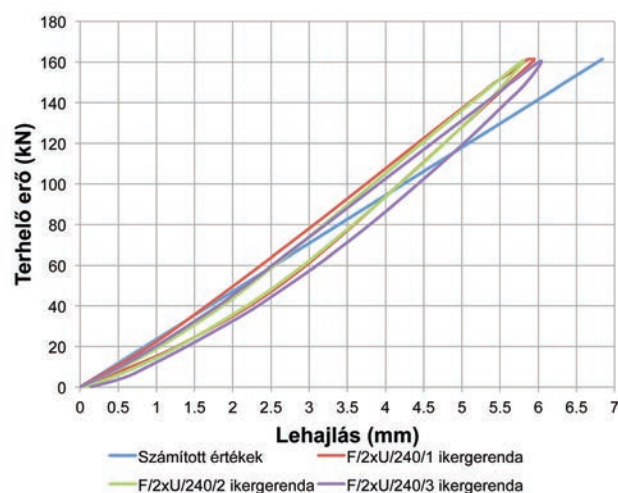
A pultrudált szelvények kapcsolatai lehetnek csavarozottak és ragasztottak is, de egy kapcsolaton belül csak azonos típusú kötések (vagy csavarozott, vagy ragasztott) lehetnek.

5. Általános tervezési irányelvek

Magyarországon szálerősített műanyag-kompozit anyagú szerkezetek tervezésére vonatkozó szabványok, előírások nincsenek. Ez a probléma a legtöbb európai országban fennáll, így az ilyen anyagú szerkezetek kísérleti jelleggel, ideiglenes előírások, illetve ajánlások alapján készülnek. Az Egyesült Királyságban viszont már 2005 májusa óta érvényben van a BD 90/05 jelű ágazati tervezési útmutató, melynek 17. része foglalkozik szálerősített műanyag-kompozit anyagú hidak és autópálya-szerkezetek tervezésével.

A méretezés célja – mint általában, itt is – annak bizonyítása, hogy a tervezett szerkezet a szabványokban előírt terhek

16. ábra.
Az ikergerendák számított és terhelés alatt mért lehajlás-értékei



2. táblázat. Az egyes zúzottkőminták közetmechanikai paramétereit (a Colas Északkő Kft. mérési eredményei alapján)

Keresztmetszet típusa	Jelölése	Névleges méretek [mm]		
		B	H	t
	160×80×8	160	80	8
	200×100×10	200	100	10
	240×120×12	240	120	12
	300×150×15	300	150	15
	360×180×18	360	180	18

és hatások, illetve azok kombinációi esetén nem lépi túl a teherbírási és a használhatósági határállapotokat. A szálerősített műanyag-kompozit termékek anyagjellemzői azonban jelentősen különböznek a szokásos szerkezeti anyagok (acél és vasbeton) anyagjellemzőitől, ezért az ilyen anyagú szerkezetek tervezése sok tekintetben eltér a hagyományos anyagú tartószerkezetekétől.

A jelenleg használatos szálerősített műanyag-kompozit anyagok és szerkezeti elemek az acélhoz viszonyítva általában nagy szilárdsággal és kis merevséggel rendelkeznek. Ezért a tervezés szempontjából inkább a lehajlások, mintsem a feszültségek, azaz inkább a használhatósági, mintsem a teherbírási határállapotok a mértékadóak.

A szálerősített műanyag-kompozit anyagok esetén a legnagyobb tervezési feszültség és szakítószilárdság aránya lényegesen kisebb, mint a szerkezeti acélokénál. Ennek egyik oka az, hogy ezek az anyagok törésig rugalmasan viselkednek (a törést

nem előzi meg folyás), így képlékeny igénybevétel-átrendeződés nem léphet fel úgy, mint az acélszerkezetek esetében. További ok, hogy belső repedések miatt egyes szálak teherbírása csökken, illetve tartós terhelés esetén a gyantában lassú

Summary

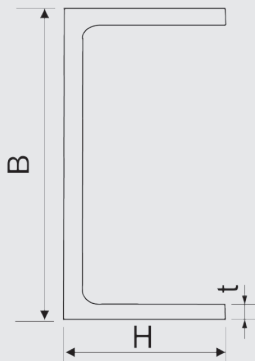
Use of the fiber reinforced polymer-composite bridges has about two decades long past. Among more advantages the fair strength – mass rate, the great variety of the cross sections, the easy feasibility and the corrosion resistance can be utilized well in case of railway footbridges. This article deals with the physical – mechanical properties of SZPPSZ–240 and SZPPSZ–340 materials, which are produced by Russian firm APATEK for structure elements of footbridges. There is a short description of the general design guidelines as well.

alakváltozás lép fel. Hídépítés területén a szálerősített műanyag-kompozit anyagokkal kapcsolatban viszonylag kevés tapasztalat gyűlt össze eddig, ezért a hosszú távú viselkedésüket illetően van még bizonytalanság. Az előbbiekből következik, hogy a számításokban lényegesen nagyobb parciális tényező alkalmazása szükséges, mint a hagyományos szerkezeti anyagok esetén.

Tehát a szálerősített műanyag-kompozit anyagból készült szerkezetek tervezését befolyásolják a hagyományos szerkezeti anyagokétól lényegesen eltérő anyagjellemzők. Ezek hatással lehetnek a kész szerkezet viselkedésére és a szerkezet gyártására, szállítására és szerelésére is. A legfontosabb különbségek:

- Az igen kicsi önsúly különböző összeszerelési és szállítási módokat enged meg.
- A szálerősített műanyag-kompozit anyagok általában lineárisan rugalmasan viselkednek törésig, azaz nincs a szerkezeti acélokra általában jellemző képlékenységiük, ezért a képlékenységet is figyelembe vevő számítási módszerek alkalmazása nem megengedett.
- A szálerősített műanyag-kompozit anyagok tulajdonságai a vizsgált iránytól is függenek, és függvényei a szálak szilárdságának és mennyiségének. Egyirányú szálak esetén a keresztirányú jellemzők nagyon alacsony értékek.
- A lokális feszültségkoncentráció hatása a szálerősített műanyag-kompozit anya-

3. táblázat. Az U tartók méretválasztéka

Keresztmetszet típusa	Jelölése	Névleges méretek [mm]		
		B	H	t
	90×40×3	90	40	3
	120×36×6	120	36	6
	120×50×6	120	50	6
	140×40×5	140	40	5
	160×48×8	160	48	8
	200×60×10	200	60	10
	240×72×8	240	72	8
	240×72×12	241	72	12
	300×90×15	300	90	15
	360×108×19	360	108	18
	388×120×12×10	386,8	120	11,5 (10,5)
	392×116×14	392	116	14
	400×120×18	398,8	120	17,6

gok kis duktilitása miatt más, mint acél esetén lenne. Ezért a kapcsolatok, illesztések, lyukak stb. hatása is különböző. A tervezőnek az adott terheléssel összefüggésben vizsgálnia kell ezeket a hatásokat.

- A lokális feszültségkoncentráció korlátozása érdekében különös figyelmet kell fordítani a saruk és csuklók kialakítására, valamint a korlátok és egyéb szerelvények rögzítésének tervezésére.
- Különös figyelmet kell fordítani azokra a terhekre, amelyek nem a szálak főirányában hatnak.
- A szálerősített műanyag-kompozit anyagoknak az acélhoz viszonyítva lé-

nyegesen kisebb rugalmassági modulusa nagyobb elmozdulást és dinamikus hatást eredményez. A stabilitásvesztés is gyakoribb, mint az acélszerkezetek esetében.

- A használhatóságot inkább a lehajlások, mintsem a feszültségek korlátozzák. Az üzemi feszültségeknek a szilárdsághoz viszonyított aránya sokkal kisebb, mint az acélszerkezeteknél.
- Különböző tönkremeneteli módok lehetségesek. A mikroszkopikus méretekkel kezdődő károsodások a szerkezeten csak alig látható elváltozásokat okoznak. «

Bill Laws

Ötven vasútvonal, amely megváltoztatta a történelmet

Kossuth Kiadó, Budapest, 2015



A vasút sokkal több egyszerű közlekedési eszköznél, és az elmúlt két évszázad történelmét is jelentősen befolyásolta. Lehetővé tette, hogy az emberek távoli helyekre eljussanak, és társadalmi változások sorát indította el. Felgyorsította a gazdasági-ipari fejlődést, hadseregeket szállított, háborúkat döntött el, technikai újításokra és páratlan mérnöki teljesítményekre ösztönzött. Ez a folyamat ma is folytatódik a nagy sebességű szerelvények megjelenésével és a városi tömegközlekedés arculatváltásával.

A gyönyörű kiállítású kötet sorra veszi azokat a vasútvonalakat és vasúti társaságokat, amelyek a legnagyobb hatással voltak a modern civilizációra. Minden fejezetben számba veszi a társadalmi, kereskedelmi, politikai és mérnöki, sőt a katonai vonatkozásokat komplex rendszerét. Szó esik egyebek között a londoni metróról vagy éppen a Central Pacific Railroadról, Észak-Amerika első transzkontinentális vasútjáról.

Szemalak hatása a vasúti Los Angeles- és a vasúti mikro-Deval vizsgálatok eredményeire

A vasúti pálya ágyazati kőanyagának tulajdonságai meghatározóak a pályaszerkezet viselkedése szempontjából. A kőzetanyag szilárdsági tulajdonságainak megítélésére a Los Angeles-vizsgálat, a hatásállóság megítélésére a vasúti mikro-Deval szolgál. A vizsgálatokra vonatkozó szabványok nem foglalkoznak a vizsgálati minták kőzetanyagának szemalak-tulajdonságainak hatásával. A vizsgálati tapasztalatok azt mutatják, hogy mindkét vizsgálat eredményeit befolyásolja a vizsgálati minták szemalakja. A szemalak függvényében 15–20%-os eltérés mutatható ki a vizsgálati eredmények terjedelmében.



Bobály János

minőségvédelmi vezető
KŐKA Kő- és Kavics-
bányászati Kft.

✉ janos.bobaly@mineral.eu

☎ (30) 9578-429



Dr. habil. Gálos Miklós*

ny. egyetemi tanár
BME Építőanyagok és
Magasépítés Tanszék

✉ miklos.galos@gmail.com

☎ (30) 759-2427

Előzmények

A szemalak hatását a halmazszilárdsági vizsgálatok eredményeire az 1970-es években a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben (SZIKKTI) már kutatták, az eredmény pedig az Építőanyag című folyóirat hasábjain jelent meg. (Kausay T.: Összefüggés a zúzottkő- és kavicstermékek szemalakja és Los Angeles-vizsgálat szerinti aprózódási vesztesége között. I. és II. Építőanyag, XXIII. évf. 7–8. szám.) A tanulmányban megállapítást nyert, hogy a zúzottkő és zúzottkavics szemalakja, mely a feldolgozási technológiának is függvénye, számottevően befolyásolja például a Los

Angeles aprózódási vizsgálat eredményét. A közölt kísérleti eredményekre való hivatkozással Kausay Tibor javasolta, hogy a Los Angeles aprózódási érték javítására a vizsgálatok zömök szemalakú szemcséket tartalmazó vizsgálati halmazokon készüljenek.

A szemalak hatását korábbi kutatási munkák során a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék kutatási jelentéseiben is dokumentálták, nyilvánosságot azonban a Velencén megrendezett Kő- és Kavicsbányász Napok 2014 konferencián (Velence, 2014. február 26–27.) Emszt Gy. – Gálos M. (BME) Szemalak hatása a halmazos kőtermékek aprózódási tulajdonságaira című előadásában kapott.

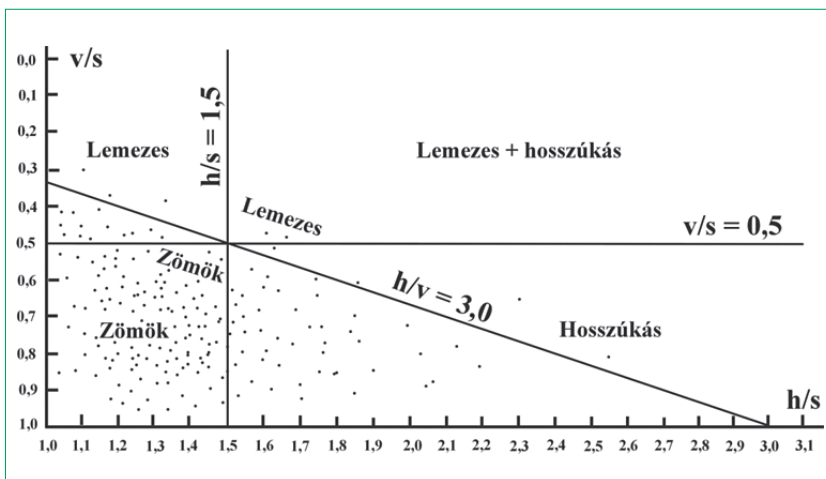
A szemalak hatásával kapcsolatos ipari tapasztalatokat az ugyancsak Velencén megrendezett Kő- és Kavicsbányász Napok 2015 konferencián (Velence, 2015. február 26–27.) Bobály J. (KŐKA Kő- és Kavicsbányászati Kft., Komló) Összefüggés a zúzottkő szemalakja és a vasúti Los Angeles-vizsgálat eredményei között című előadásában ismertette.

Vasúti ágyazati kőanyagokra vonatkozó vizsgálati eredmények mind a lemezességi szám, mind pedig a szemalaktényező esetében jól mutatják, hogy a halmazban a lemezes szemek mennyisége hogyan változtatja meg a Los Angeles aprózódási mértékét. Közel két éven keresztül végzett rendszeres vizsgálatok eredményeit mutatja a 8. és a 9. ábra.

Az ágyazati kőanyagok szemalakjának megítélésére használt geometriai jellemzők

A szemalak a halmazos terméket jellemző geometriai fogalom. A szem alakját a képletben köré írható hasáb egymásra merőleges három fő méretének (hosszúság $\geq$ szélesség $\geq$ vastagság) tengelyarányával jellemezzük. A gyakorlatban a h/s és v/s tengelyű koordináta-rendszerben a halmaz szemalakját pontthalmazzal lehet ábrázolni (1. ábra). Kocka vagy gömb esetén: $h = s = v$, illetve $h/s = v/s = 1,0$.

Az 1. ábrán kijelölhető mezők alapján



1. ábra. Szemalak megnevezése a szemek tengelyaránya alapján

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2010/6. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

1. táblázat. A lemezességi mutató kategóriái

Lemezességi mutató FI	Kategória
≤ 15	FI ₁₅
≤ 20	FI ₂₀
≤ 35	FI ₃₅
> 35	FI _{tanúsítandó}
Nem megfelelő	FI _{NR}

2. táblázat. Az alaktényező kategóriái

Alaktényező SI	Kategória
≤ 10	SI ₁₀
≤ 20	SI ₂₀
≤ 30	SI ₃
5–30	SI _{5/30}
> 30	SI _{tanúsítandó}
Nem megfelelő	SI _{NR}

a korábbi magyar szabvány (MSZ 18288-3:1978) nevezéktana szerint

- a szem zömök, ha $1,0 \leq h/s < 1,5$ és $1,0 \geq v/s > 0,5$;
- a szem hosszúkas, ha $1,5 \leq h/s < 3,0$ és $1,0 \geq v/s > 0,5$;
- a szem lemezes, ha $1,0 \leq h/s < 1,5$ és $0,5 \geq v/s > 0,0$;
- a szem hosszúkas + lemezes, ha $1,5 \leq h/s < 3,5$ és $0,5 \geq v/s > 0,0$.

A szemalak minősítésére az európai szabványrendszerben két vizsgálati módszer került szabványosításra:

- a résrostával végzett lemezességi mutató (FI) meghatározása, valamint
- a tengelyarányok mérésével meghatározott alaktényező (SI).

Az MSZ EN 13450:2003 szabvány szerint a vasúti ágyazati zúzottkő szemalakját az MSZ EN 933-3:2012 szabvány lemezességi mutatóval (FI), amelynél az osztályozás v/s , és az MSZ EN 933-4:2008 szabvány alaktényezővel (SI), amelynél az osztályozás h/v (a szabvány jelölésével L/E) jellemzi. A lemezességi mutató szerinti osztályokat az 1. táblázatban, az alaktényező szerinti osztályokat a 2. táblázatban tüntettük fel.

A lemezességi mutató vizsgálata

A lemezességi mutatót ún. résrostával történő vizsgálattal (2. ábra) határozzuk meg. A résrosta hozzávetőlegesen a $v/s = 0,56$ tengelyarányánál osztja ketté a zömök és a lemezes szemeket az elméleti $v/s = 0,5$ helyett.

A lemezességi szám meghatározása két



2. ábra. Lemezesség mérése résrostával



3. ábra. Szemalak mérése szemalak-tolómérővel

szítalásból áll. Az első szítalással, négyzet nyílású sziták alkalmazásával, a mintát a di és Di szemnagysághatárú részmintákra, 40/50 és 31,5/40 mm szemnagyságú vizsgálati mintára kell bontani. A második szítalással a részmintákat a Di/2 nyílásméretű, azaz $25 \pm 0,4$ mm és $20 \pm 0,4$ mm rostanyílású résrostán kell átszítálni. A vizsgálat eredménye a résrostán áthullott (lemezes) szemek tömege összegének és a részminták tömegének összege tömeg%-ban kifejezve. A lemezességi mutató:

$$FI = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \text{ (tömeg\%)},$$

ahol

M_1 a vizsgált össztömeg grammban;
 M_2 a résrostán áthulló rész tömege grammban.

A lemezességi mutatót részmintánként is meg lehet adni.

Az alaktényező vizsgálata

Az alaktényezőt a hosszúság/vastagság h/v (L/E) = 3 nyílásarányú szemalak-tolómérővel határozzuk meg, és a lemezes („nem-zömök”) szemek arányát a vizsgált minta tömeg%-ában adjuk meg. A vizsgálat során a szemalak-tolómérővel a szemeket zömök és lemezes („nem-zömök”) alakú szemek csoportjára kell osztani a 3. ábrán látható tolómérővel.

Ha a szem a leghosszabb méreténél fogva a tolómérő szárára merőleges mérőcsőrökkel közrefogjuk, és ebben a tolómérőállásban a szemet a ferde csőrök nyílásán nem tudjuk átdugni, akkor a szem zömök, ha át tudjuk dugni, akkor a szem lemezes. Az alaktényező:

$$SI = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \text{ (tömeg\%)},$$

ahol

M_1 a vizsgált adag tömege (g);
 M_2 a tolómérőn átesett, lemezes rész tömege (g).

Ágyazati kőanyagok fizikai vizsgálata

Az ágyazati kőanyagok termékállandósági tulajdonságainak megítélésére az európai szabványrendszerben két vizsgálati módszer került szabványosításra:

- a Los Angeles aprózódási veszteség, valamint
- a mikro-Deval aprózódási veszteség vizsgálata.

Los Angeles aprózódási vizsgálat

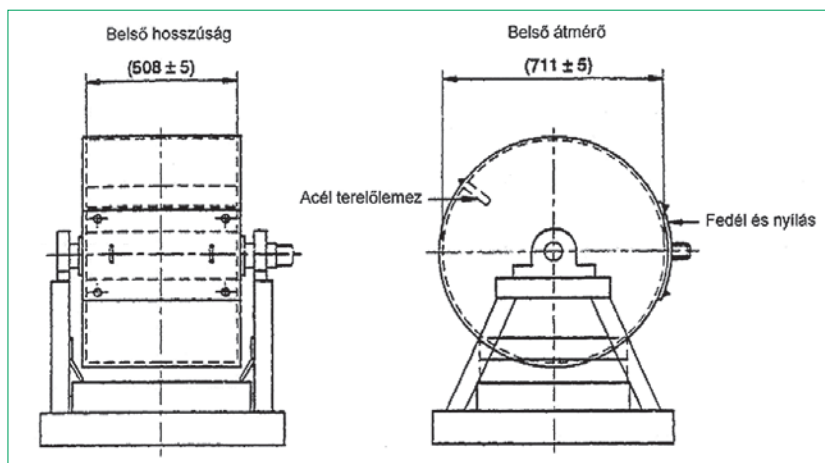
A Los Angeles aprózódási vizsgálat a zúzottkövek, a zúzottkavicsok és a másodlagos felhasználású bontott anyagok minősítésének meghatározó vizsgálata. A hazai

minősítési gyakorlatban már 1951-ben a MNOSZ (Magyar Népköztársasági Országos Szabvány) 1992-51 számú, a Homokos kavics, természetes kövek aprításából nyert zúzalék és zúzottkő című szabvány a kőzetanyag szilárdsági tulajdonságainak megítélésére. Az építési kőanyagok szabványrendszerében a Los Angeles aprózódási vizsgálat szabványa, az MSZ 18287-1:1990 számú, Építési kőanyagok szilárdsági vizsgálata próbahalmazokon. Los Angeles-vizsgálat című szabvány többszöri felülvizsgálat után szolgálta a zúzott kőanyagok szilárdsági tulajdonságainak minősítését. A Los Angeles-vizsgálat termékcentrikus vizsgálatként került bevezetésre, és a minősítés gyakorlatában használatra. A vizsgálatra vonatkozó előírás különböző szemmagysághatárú vizsgálati frakciókra vonatkozóan írta elő a teendőket. A szabványban a vizsgálati minták szemmagysághatárai a bányaiüzemekben előállított zúzottkő termékek szemmagysághatárai szerintiek voltak.

Az európai szabványrendszerben a Los Angeles-vizsgálat a Kőanyag-halmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata című szabványsorozat részeként került szabályozásra. Az 1998-ban bevezetett MSZ EN 1097-2:1998 számú szabványban a Los Angeles-vizsgálat az aprózódással szembeni ellenállás meghatározására szolgáló vizsgálatként került szabályozásra. Az MSZ EN szabvány, a korábbi hazai szabályozási elvvel szemben, nem termékcentrikus, hanem kőzetcentrikus, azaz nem a gyártott termék frakcióján, hanem a vizsgálatot a kőzetanyag 10/14 mm szemmagysághatárú vizsgálati mintáján írta elő. Mivel a szabványnak ez a változata nem tette lehetővé a vasúti ágyazati kőanyagok vizsgálatát, ezért a megjelenő termékszabvány, az MSZ EN 13450:2003 számú szabvány adott vizsgálattechnikai utasítást a 31,5/50 mm szemmagyságú zúzottkő vizsgálatára.

A minősítés gyakorlata megkövetelte az aprózódással szembeni ellenállás vizsgálati szabványának alapos átalakítását, módosítását. Az MSZ EN 1097-2:2010 számú, Kőanyag-halmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása című szabvány már szakított a termékcentrikus elv szigorú betartásával, és a vasúti ágyazati kőanyag termékre vonatkozó előírást is az A mellékletben beemelte a szabványba.

A szabványban a laboratóriumi min-



4. ábra. Az aprózódási ellenállás meghatározására szolgáló Los Angeles berendezés



5. ábra. Los Angeles berendezés a BME Anyagvizsgáló laboratóriumában

ta kialakítására a 31,5/50 mm vizsgálati mintára vonatkozóan csak az adott szemmagysághatárú mintán belül a részhalmozok arányára ad utasítást. A vizsgálati mintát az MSZ EN 932-2:2000 számú szabvány szerint kell összeállítani. Egyértelmű a helyzet a vasúti ágyazati kőanyagok vizsgálatánál, mivel ott a szabvány hivatkozik az MSZ EN 932-1:1998 számú mintavételi szabványra. A vizsgálati jegyzőkönyvben meg kell adni a mintavétel módját. Ez azonban formális, mivel általában szabványra való hivatkozással történik.

A vasúti Los Angeles-vizsgálat is a klaszikus, 711 mm belső átmérőjű acél forgódobban készül, 12 db koptató acélgolyóval. A 31,5–50 mm szemmagysághatárú $10\,000 \pm 100$ g össztömegű vizsgálati minta két részből, 5000–5000 g 31,5–40

és 40–50 mm szemmagysághatárú részhalmozból áll. Vizsgálati fordulatszám: 1000, vizsgálati sebesség: 31–33 fordulat/sec.

Az aprózódás mértékét, azaz az aprózódási veszteséget (Los Angeles-együtthatót) az 1,6 mm nyílásméretű vizsgálószítán áthullott anyag mennyiségével kell számítani:

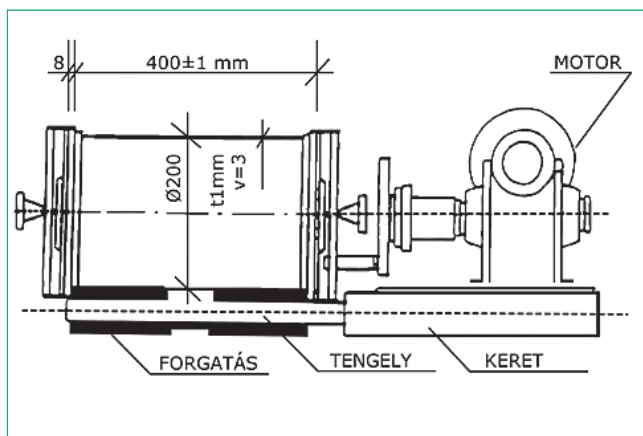
$$LA_{RB} = \frac{10000 - m}{100} \text{ (tömeg\%)},$$

ahol

m a szitamaradék az 1,6 mm-es szítán grammiban.

Az aprózódási ellenállás meghatározására szolgáló Los Angeles berendezést a 4. ábra mutatja.

A vizsgálati tapasztalatok arra hívják fel a figyelmet, hogy a Los Angeles-vizsgálatok eredményeit a vizsgálati minta



6. ábra.
A kopásállóság meghatározására szolgáló vasúti mikro-Deval berendezés

szemalakja is befolyásolja. A vizsgálat során az aprózódás mértékét fokozza a lemezes szemalakú szemcséknél az élek és csúcsok letörése.

Mikro-Deval kopásállósági vizsgálat

A mikro-Deval kopásállósági vizsgálat a zúzottkövek, a zúzott kavicsok és a másodlagos felhasználású bontott anyagok minősítésének meghatározó vizsgálat a hazai minősítési gyakorlatban. A mikro-Deval vizsgálat az 1980-as években termékcentrikus vizsgálatként került bevezetésre és a minősítés gyakorlatában használatra. Az MSZ 18287-6-84 számú, Építési köanyagok szilárdsági vizsgálata próbahalmazokon. Mikro-Deval vizsgálat című szabvány különböző szemmagysághatárú vizsgálati frakciókra írta elő a teendőket. A szabványban a vizsgálati minták szemmagysághatárai a bányaiüzemekben előállított zúzottkő termékek szemmagysághatárai szerintiek voltak.

Az európai szabványrendszerben a mikro-Deval vizsgálatot a Kőanyaghalmozatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata című szabványsorozat részeként szabályozták. Az 1998-ban bevezetett MSZ EN 1097-1:1998 számú szabványban a mikro-Deval vizsgálatot kopásállósági vizsgálatként szabályozták. Az MSZ EN szabvány, a korábbi hazai szabályozási elvvel ellentétben, nem termékcentrikus, hanem kőzetcentrikus, azaz nem a gyártott termék frakcióján, hanem a vizsgálatot a kőzetanyag 10/14 mm szemmagysághatárú vizsgálati mintáján írja elő. A minősítés gyakorlata megkövetelte az aprózódással szembeni ellenállás vizsgálati szabványának alapos átalakítását, módosítását. Az MSZ EN 1097-1:2012 számú, Kőanyaghalmozatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak

vizsgálata. 1. rész: A kopásállóság vizsgálata (mikro-Deval) című szabvány már szakított a termékcentrikus elv szigorú betartásával, de a vasúti kőanyagok vizsgálatára nem hozott vizsgálattechnikai előírásokat.

Az európai szabályozási rendben a vasúti ágyazati anyagokra az EN 13450:2002 számú, Aggregates for railway ballast című szabványban, amelynek angol nyelvű változatát jóváhagyó közleménnyel a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) MSZ EN 13450:2003 szám alatt (Kőanyagok a vasúti ágyazathoz) nemzeti szabványként tett közzé. Ebben a termékszabványban jelent meg az ágyazati kőanyagokra az ún. „mikro-Deval” vizsgálat, mely azonban csak nevében hasonlít a klasszikus mikro-Deval vizsgálatához, mivel ugyanazon az alapberendezésen végezhető, de sem a vizsgálódob méretei, sem a vizsgálati minta szemmagysága, sem a hozzáadott víz mennyisége nem azonos a vizsgálati szabványban adottakkal.

A vasúti ágyazati kőanyagokra vonatkozó termékszabványban 200 mm átmérőjű és 400 mm hosszúságú acéldobba 5000–5000 g 31,5–40 és 40–50 mm szemmagysághatárú részhalmazból $10\,000 \pm 100$ g összetömegtű vizsgálati próbahalmaz hoz $2,0 \pm 0,05$ l víz hozzáadásával kell a vizsgálatot végezni. A dobát 14 000 $\pm$ 10 fordulattal kell megforgatni. A vizsgálat eredménye a vasúti mikro-Deval aprózódás (M_{DERB}), amely az 1,6 mm alá aprózódott szemek tömegének és a próbahalmaz kezdeti tömegének hányadosaként tömeg%-ban adja meg a vizsgált minta kopásállóságát:

$$M_{DERB} = \frac{10000 - m}{100} \quad (\text{tömeg}\%),$$

ahol

m az 1,6 mm-es szitán fennmaradt anyag tömege grammal.



7. ábra. A vasúti mikro-Deval vizsgálat vizsgálóberendezése

A 31,5/50 mm szemmagyságú ágyazati kőanyagok vizsgálatát ezért a termékszabvány, az MSZ EN 13450:2003 számú szabványban adott vizsgálattechnikai utasítás szerint kell végezni, ahol a szemmagysághatárú mintán belül csak a részhalmazok arányára van előírás. Fontos megjegyezni, hogy ezt a vizsgálatot nem „mikro-Deval”, hanem „vasúti mikro-Deval” megnevezésű vizsgálatként kell kezelni.

A kőzetfizikai vizsgálatok eredményei

Mindkét forgódobos aprózódási vizsgálatnál a vizsgálattechnikai kérdések elemzésénél a figyelem a vizsgálati minták szemalakjának hatására terelődött. Ugyanis a szabványokban megfogalmazott előírások a vizsgálati minták kialakításánál a halmazt alkotó szemcsék szemalakjával nem foglalkoznak. A termékállandósági vizsgálatok eredményeinek értékelése azonban ráirányította a figyelmet a vasúti ágyazati kőanyagoknál is a szemalakra.

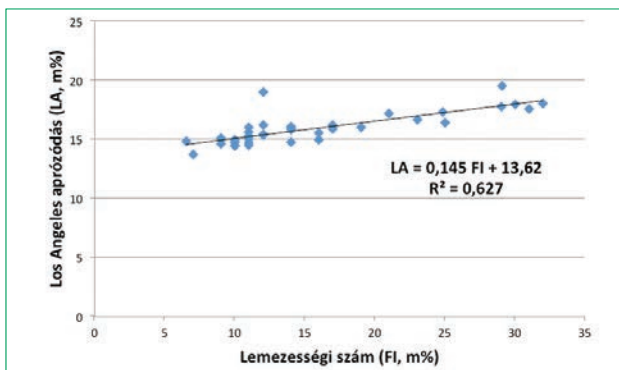
Egy-egy bányahely vasúti ágyazati kőzetanyagának rendszeres alkalmassági vizsgálata azt az eredményt mutatta, hogy mind a Los Angeles-vizsgálattal meghatározott szilárdsági, mind pedig a vasúti mikro-Deval vizsgálattal meghatározott hatásállósági tulajdonságjellemző a vizsgálati minta szemalakjának függvénye. Kimutatható, hogy:

$$LA_{RB} = f(FI)$$

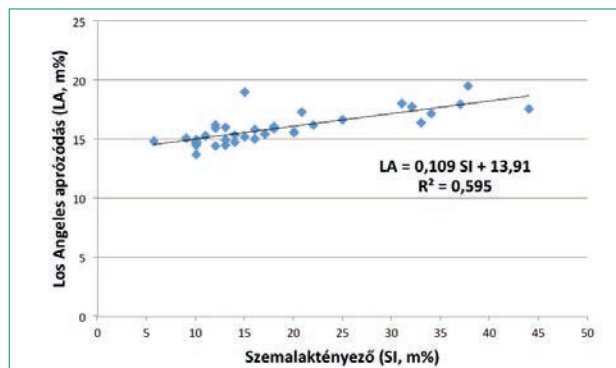
$$LA_{RB} = f(SI)$$

$$M_{DERB} = f(FI)$$

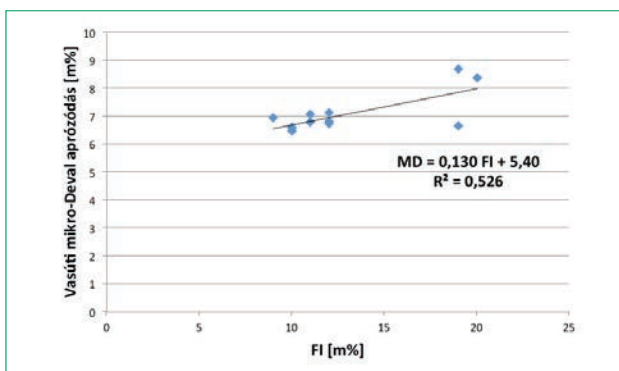
$$M_{DERB} = f(SI)$$



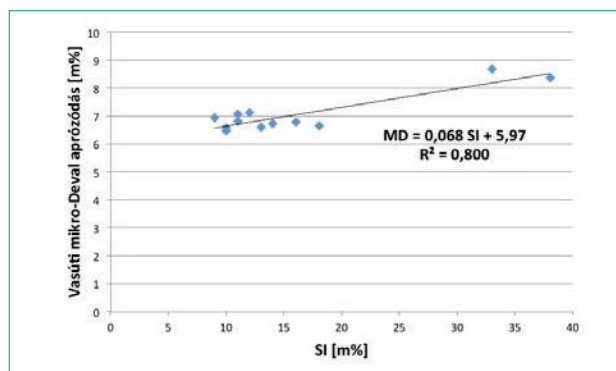
8. ábra. Összefüggés a lemezességi szám és a Los Angeles aprózódási veszteség között



9. ábra. Összefüggés a szemalaktényező és a Los Angeles aprózódási veszteség között



10. ábra. Összefüggés a lemezességi szám és a mikro-Deval aprózódási veszteség között



11. ábra. Összefüggés a szemalaktényező és a mikro-Deval aprózódási veszteség között

A KÓKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. komlói andezitbányájából származó vasúti ágyazati kőanyagon végzett termékállandósági vizsgálatok eredményeinek feldolgozása bizonyítja a függvénykapcsolatokat.

Vasúti ágyazati kőanyagokra vonatkozó vizsgálati eredmények mind a lemezességi mutató, mind pedig az alaktényező esetében jól mutatják, hogy a halmazban a lemez szemek mennyisége hogyan változtatja meg mind a Los Angeles aprózódás, mind pedig a vasúti mikro-Deval aprózódási veszteség mértékét. A 8–11. ábra a közel két éven keresztül végzett rendszeres vizsgálatok eredményeit mutatja.

A vizsgálati eredmények közötti összefüggések erősségét a 3. táblázatban foglaltuk össze.

Mindkét szemalakjellemző és a Los Angeles aprózódás közötti összefüggés jól mutatja, hogy a lemez szemek jelenléte növeli

mek jelenléte növeli a Los Angeles aprózódás mértékét. A regressziós összefüggések meredekségének figyelembevételével az FI, illetve az SI 10 m%-os értékéhez viszonyítva már a 20 m%-os lemezesség közel 12%-os növekedést eredményez a Los Angeles aprózódási veszteségnél. Ez egyben azt is jelentheti, hogy ugyanaz a kőzetanyag más-más szemalakú halmazban eltérő Los Angeles aprózódási értéket kapunk.

Számszerűen kimutatható, hogy az FI = 10 m%-os zömök szemalakú vizsgálati minta várható Los Angeles aprózódási értéke 9%-kal lesz kisebb az FI = 20 m%-os lemez szemeket mutató mintánál.

Hasonlóan a Los Angeles aprózódási veszteség és a szemalakjellemző közötti vizsgálati eredményekhez, a vasúti mikro-Deval aprózódás és a szemalakjellemzők közötti összefüggés is jól mutatja, hogy a lemez szemek jelenléte növeli

a mikro-Deval aprózódással meghatározott kopásállóság mértékét. A regressziós összefüggések meredekségének figyelembevételével az FI, illetve az SI 10 m%-os értékéhez viszonyítva már a 10 m%-os lemezesség közel 12%-os növekedést eredményez a mikro-Deval aprózódási veszteségnél. Ez egyben azt is jelentheti, hogy ugyanaz a kőzetanyag más-más szemalakú halmazban eltérő mikro-Deval aprózódási veszteséget kapunk.

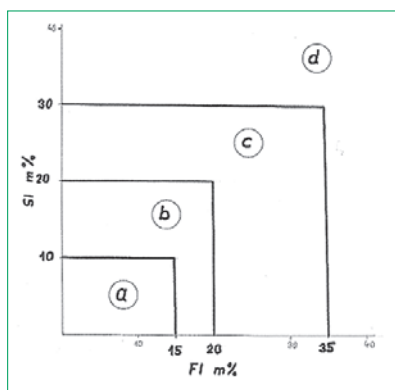
Abban az esetben, ha ugyanannak a bányáüzemnek ugyanabból a kőanyagból gyártott zúzottkő termékén végzett mikro-Deval vizsgálati esetenként 10–15%-kal eltérő termékállandóságot mutató minősítő értéket adnak, ami már esetenként kategória-határátlépést eredményezhet. Ezért lenne célszerű a mikro-Deval vizsgálatot adott lemezességi számú mintán végezni, vagy az eredményeket a kimunkált regressziós összefüggés alapján a 20 tömeg%-os lemezességi mutatójú mintára korrigálni.

3 táblázat. A szemalak minősítésének regressziós erősségei

	Regresszió erőssége (R) Los Angeles-vizsgálat	Regresszió erőssége (R) vasúti mikro-Deval v.
Lemezességi szám (FI)	0,54	0,67
Szemalaktényező (SI)	0,51	0,74

Összefoglalás, javaslatok

Az ágyazati kőanyag megfelelőségére vonatkozó MÁV-utasítás kéri a lemezességi



12. ábra. A lemezességi szám és az alaktényező összesített határértékei

mutató és az alaktényező vizsgálati eredményekkel történő megadását. A termék szemalak-tulajdonságainak értékelése az ágyazati kőanyag termékszabványában megadott határértékek figyelembevételével a 12. ábrán megadott határértékekkel határolt mezőkbe történő besorolással lehetséges. A szemalak jellemzése így egyetlen, a mezőt reprezentáló betűjellel adható meg.

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a vasúti ágyazati kőanyagokra vonatkozó MÁV-előírások, melyek a két szemalakra vonatkozó vizsgálati eredmények meghatározását követelik meg, helyesek. Javasolt, hogy az összevont értékre vonatkozó határértékeket építsék be a szabályzatokba.

A vasúti ágyazati kőanyagok sorozatvizsgálatának eredményei alapján javasoljuk, hogy a halmaz szemcsealakjának hatását mind a Los Angeles-vizsgálattal meghatározott aprózódással szembeni ellenállás értékére, mind pedig a vasúti mikro-Deval vizsgálattal meghatározott kopásállósággal szembeni ellenállás értékére a lemezességi mutató és az alaktényező együttes értékével kezeljük.

$$LA_{RB} = f(FI + SI)$$

$$M_{DERB} = f(FI + SI)$$

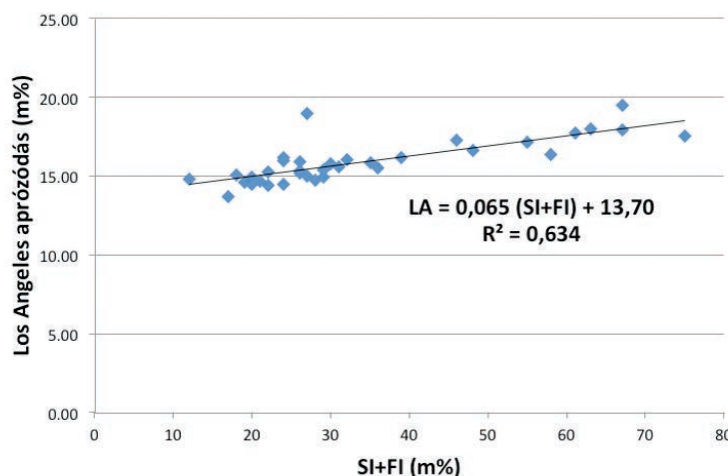
A szemalak megítélésére ez azt jelenti, hogy

$$FI + SI = v/s + h/v = (v^2 + s \cdot h)/(v \cdot s)$$

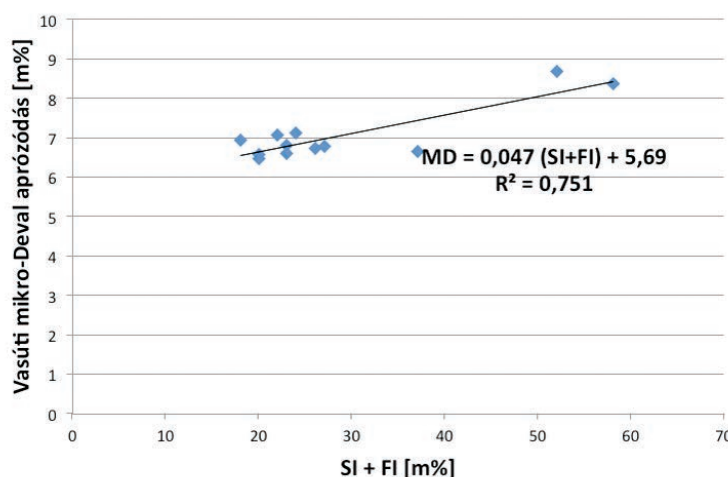
A szemalak megítélésénél a szemcse vastagsága négyzetesen szerepel, ami rámutat arra a gyakorlati tapasztalatra, miszerint a halmazban levő lemezes szemek fokozottan hajlamosak aprózódásra, az elvékonyodó élek pedig letörésre.

Az összevont szemalakot jellemző szám és a Los Angeles aprózódás közötti összefüggést a 13. ábra mutatja.

Az összevont szemalakot jellemző szám



13. ábra. Összefüggés az összevont szemalakjellemző és a Los Angeles aprózódás között



14. ábra. Összefüggés az összevont szemalakjellemző és a mikro-Deval aprózódás között

Bobály János a Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1978-ban üzemmérnöki, 1985-ben vegyészmérnöki, 1990-ben környezetvédelmi szakmérnöki diplomát szerzett. 1978 és 1980 között a MOM Komló Gyárában műszaki vezető. 1980–1987-ig az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalatnál kutatóvegyész, 1987-től a komló kőbányánál dolgozik minőségvédelemmel, környezetvédelemmel és kereskedelemmel megbízott munkatársként. A kőbánya neve többször is változott (Pannolit Kőbányászati Vállalat, Mecsekkő Kft., KÖKA Kft.). Feladatköre a komló és pécsváradi bányák termékeinek minősítését végző laboratórium vezetése, a termékek minőségének ellenőrzése, javaslat a termékek minőségének javítására, új termékek minősítése és bevezetése a piacra, továbbá kereskedelmi tevékenység és kapcsolattartás a vevőkkel, termékértékesítés, valamint részvétel a komló és pécsváradi bányák környezetvédelmi engedélyeztetési eljárásaiban, környezetvédelmi jogszabályoknak való megfelelés ellenőrzése, javaslattétel a környezetszennyezés csökkentésére, megelőzésére. 1987-től aktív tagja a Szilikátipari Tudományos Egyesület Kő- és Kavics Szakosztályának, ahol a rendezvényeken több ízben a zúzottkövek, illetve ipari homok gyártásával, minőségével kapcsolatosan tartott előadást, emellett szaklapokban jelentek meg cikkei. Az Útlab Szövetség Felügyelőbizottságának tagja és a Kő Albizottság vezetője.

és a vasúti mikro-Deval aprózódás közötti összefüggést a 14. ábra szemlélteti.

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a vasúti ágyazati kőanyagokra vonatkozó MÁV-előírások, melyek a két szemalakra vonatkozó vizsgálati eredmények meghatározását követelik meg, helyesek. Javasolt, hogy az összevont értékére vonatkozó határértékeket építsék be a szabványzatokba.

Köszönetnyilvánítás

Az ágyazati kőanyagok szemszerkezeti tulajdonságainak átfogó vizsgálatát a MÁV Zrt. K+F Kutatásfejlesztési Innovációs Programjai tették lehetővé, nevezetesen a Vasúti ágyazati anyag entrópia tulajdonságainak és azok energiaszemléletű hatásainak vizsgálata az MSZ EN 13450:2003 számú szabvány rendjében című (téma-szám: 1-07-95002/11) és annak folytatásaként A vasúti zúzottkő ágyazati kögerenda vizsgálata dinamikus és egyéb igénybevételek hatására című (szám: 36895/2015/MÁV) K+F kutatás.

A halmazszilárdsági vizsgálatok eredményeinek értékelésével hasznos tanácsokat

kaptunk az Útlab Szövetség köveikkel foglalkozó albizottságának tagjaitól, valamint dr. Kausay Tibor c. egyetemi tanártól (Be-tonopus Bt.).

A szerzők köszönettel tartoznak Emszt Gyula ny. tanszéki mérnök és Pálkás Bálint laboráns (BME Geotechnika és Mérnökgeológia, korábban Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék munkatársai) segítőkész, önzetlen munkájáért. «

Irodalomjegyzék

Árpás E. – Emszt Gy. – Gálos M. (2001): Mikro-Deval vizsgálat az európai szabványosítás rendszerében. *Építőanyag*, 53. évf. 1. sz. 18–21.

Árpás E. – Emszt Gy. – Gálos M. – Kárpáti L. (2002): Los Angeles-vizsgálat az európai szabványosítás rendszerében. *Építőanyag*, 54. évf. 4. sz. 106–111.

Árpás E. – Emszt Gy. – Gálos M. – Kárpáti L. (2006): Zúzottkövek közetfizikai tulajdonságai a minősítés gyakorlatában. *Mérnökgeológia-Közetmechanika Kiskönyvtár 2. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1–12.*

Bobály J. (2015): *Összefüggés a zúzottkő*

Summary

Properties of the ballast stones of railway track are determinants from the behaviour of tracks structure point of view. Los-Angeles examination is for the judgement of the strength properties of stone material, and railway micro-Deval test is for the judgement of fastness against effect. Standards concerning the examinations don't deal with the effect of grain-shape properties of stone material of test specimens. Test experiences show that the results of both examinations are affected by the grain shape of test specimens. Depending on the grain shape 15-20 % deviation can be detected in the magnitude of test results.

szemalakja és a vasúti Los Angeles-vizsgálat eredményei között. *Kő és Kavicsbányász Napok 2015. Velence.*

Gálos M. – Kausay T. – Kertész P. – Marek I. (1984): Zúzottkövek mikro-Deval aprózódási vizsgálata. *Építőanyag*, XXXVI. évf. 9. sz. 279–287.



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

Fő termékeink:

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

Legfontosabb szolgáltatásaink:

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

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

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



A vasúti karbantartási rendszer hatékonyságát nagyon jelentősen befolyásolja a hálózat műszaki állapota, a működtetett vágánydiagnosztikai apparátus fejlettsége, a szervezeti struktúra és a rendelkezésre álló anyagi források. A hazai nagyvasúti és közúti vasúti karbantartási gyakorlat számos egyezést mutat a műszaki és a finanszírozási problémák tekintetében. A cikk ezeket részletezi, majd megfogalmazza az alapvető célokat és javaslatokat ad a stratégia megújítandó elemeire.

A vasúti pályakarbantartási stratégia megújításának szükségessége a hazai gyakorlatban



Előhegyi Zoltán
gyártmánytervezési
osztályvezető, VAMAV
Vasúti Berendezések Kft.
✉ elohegyi.z@vamav.hu
☎ (37) 312-270



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



Dr. Pintér József**
nyugalmazott
mérnök főtanácsos
✉ pinterjv@t-online.hu
☎ (30) 511-6449

Közismert, hogy mind az országos, mind a helyi közforgalmú vasutak évtizedek óta alulfinanszírozottsággal küzdenek, ami súlyos hatással volt és van a kötöttpályás vasúti infrastruktúra állapotára. Hátrányos gazdasági környezetben kiemelten fontos a korlátozott mértékben rendelkezésre álló erőforrások megfelelő módon megtervezett, műszakilag és gazdaságilag egyaránt hatékony felhasználása.

A kötöttpályás szolgáltatások (személyszállítás, árufuvarozás) végzésére kötött állami, illetve önkormányzati szerződések értelmében egyebek között a Szolgáltató kötelezettsége alapfeladatának ellátása érdekében a szerződés hatálya alá tartozó infrastruktúra-elemek biztonságának és rendelkezésre állásának folyamatos, elvárt szolgáltatási színvonalon történő biztosítása.

A szerződéses kötelezettségeken kívül a 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről, illetve az Országos Vasúti Szabályzat I. és II. kötete című jogszabályok értelmében a vasúti építmények, járművek használata során az engedélyesnek gondoskodnia kell a megfelelő üzemi rend kialakításáról és zavartalan működéséről, az élet-, vagyon- és üzembiztonság feltételeinek megteremtéséről, a vasúti

építmények és járművek karbantartásáról, üzembiztos állapotban tartásáról, műszaki felügyeletéről.

A vasúti pálya karbantartási gyakorlatát általában a vágány igénybevétele, állapotával, a rendelkezésre álló források és a szervezeti, technikai/technológiai adottságokkal összhangban alakítják ki úgy, hogy a forgalombiztonság követelménye minden körülmények között érvényesüljön.

A szórványos karbantartási rendszer

Ebben a rendszerben csak a már kialakult hibákat szüntették meg, a hiba okait jellemzően nem. Ebből következően a módszernek számos hátránya volt:

- A munkavégzés helye mindig a megszüntetendő hibához kapcsolódott, emiatt a munkáltatás nem volt kellően hatékony (kevésbé gépesíthető és szervezhető, idővesztések adódnak, nem költségtakarékos stb.).
- A lokális beavatkozások nem biztosították a pálya egyenletes minőségét, a megelőző jelleg hiánya nem késleltette a pálya általános állapotának romlását.
- Nem volt alkalmas a munkák tervezésére, az összehangolt munkáltatás megvalósítására.

Hátrányai ellenére a módszer ma sem nélkülözhető teljes mértékben, hiszen a váratlanul bekövetkező lokális hibákat/zavarokat a végleges megoldás előtt ideiglenesen többnyire ilyen módon kell helyreállítani.

A tervszerű megelőző karbantartási rendszer

A felépítmény igénybevétele, állapota, adottságai függvényében tervezték meg az elvégzendő munkákat, azok időpontját, és az ehhez szükséges egyéb feltételeket is meghatározták. A rendszer periodikus jellegű volt. A forgalmi terhelés és a pálya jellemzői alapján, meghatározott időnként ismétlődő, az egész vonalra kiterjedő, folyamatos munkavégzést jelentett. Alapját a legfontosabb munkanemek ciklusideje (ismétlődési ideje) adta. A rendszer már figyelembe vette a vágány geometriai állapotát feltáró, az adott kornak megfelelő típusú felépítményi mérőkocsi eredményeit, alkalmazta a fekvéshibák megszüntetésére kifejlesztett vágányszabályozó gépeket, továbbá nagy hangsúlyt helyezett a gépi szabályozást megelőző előkészítő munkákra is. Jelentős előrelépés volt, hogy a két felépítménycsere közötti mun-

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

**A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2011/1. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

kák meghatározása mellett előre jelezte az átépítés várható időpontját is, ami a korábbiakhoz viszonyítva a költségek tervezhetőségét illetően komoly előrelépést jelentett. A maga idejében korszerű, elsősorban az akkori pályaalapok miatt kialakult rendszer kétségtelen előnyei mellett idővel megmutatkoztak a hátrányai is:

- A fenntartási munkák ciklusidejét meghatározó szempontok (korrekciós tényezők) révén csak részben tudta figyelembe venni a pálya alapvető adottságait (pl. felépítményszerkezet kialakítása).
- Az előző megállapításból, valamint a szükséges előkészítő munkák minőségéből/hiányából következően a hálózaton a vágánymérések tanúsága szerint sokszor indokolatlan nagygépes túlszabályozás valósult meg.
- A rendszer mennyiségi szemlélete, a vágánymérési eredmények nem kellő figyelembevétele, a lokális hibák nem rendszerbeli kezelése miatt nem volt eléggé költségérzékeny.

Fentiek ellenére a rendszer – figyelemmel a vágánydiagnosztikában és az eredmények kiértékelésében bekövetkezett fejlődésre is – a költségek közép- és hosszú távú tervezésére alkalmasnak volt mondható.

A pálya állapotától, annak változásától függő karbantartási rendszer

Bevezetését a korszerű mérőkocsik által szolgáltatott információk alapján kialakított pályadiagnosztikai rendszer tette lehetővé, mely – a szükséges pénzforrások biztosítása esetén – a korábbiaknál hatékonyabban képes a vasúti pályával szemben támasztott növekvő szakmai és gazdasági követelményeknek eleget tenni. A rendszer a pálya mindenkori állapotának figyelembe vételével ott és annyit munkáltat, amikor és amennyi szükséges, ezzel lassítja a romlás folyamatát, és biztosítja a kívánt szolgáltatási színvonalat. Az állapotfüggő karbantartás alapja a rendszeres pályafelügyeleti tevékenység és a pálya állapotát leíró adatok gyűjtésére, regisztrálására, feldolgozására, elemzésére képes diagnosztikai rendszer. Ezeknek az eszközöknek és eljárásoknak a segítségével meghatározható a beavatkozások módja, helye, ideje, az esetleges soron kívüli intézkedések és az elvégzett munkák ellenőrzése, átvétele. Mindezt a pályadiagnosztika részét képező ún. döntésszolgáltató rendszer foglalja egységbe, mellyel a biztonság mellett az erőforrá-

sok korábbinál takarékosabb felhasználása is elérhető.

Az elmúlt években – elsősorban a vágánydiagnosztikai fejlesztéseknek köszönhetően – tovább javult a pályafelügyeleti rendszer hatékonysága. A felépítményi mérhetőkat az EU előírásaihoz igazították, a korábbinál előnyösebb torzításmérő/inerciális vágánygeometriai mérés megvalósításával nőtt a mérési pontosság, a lokális (pl. a hegesztési hibák) és alépítményi hibák meghatározásának, továbbá a síndiagnosztikai fejlesztésekkel az új típusú sínhibák feltárásának lehetősége.

A nemzetközi viszonylatban is korszerű PATER nagyvasúti döntésszolgáltató rendszer moduljai a következő szolgáltatásokat nyújtják a felhasználó részére:

- műszaki adatok és elvégzett munkák nyilvántartása;
- vágánygeometriai modul, amely a lokális hibák értékelését és a vágánygeometria általános minőségét adja;
- síndiagnosztikai modul, amely a sín belső anyaghibáinak, a sínfej kopási jelenségeinek és a görbülési érintkezési fáradási hibáknak a feltárására irányul;
- munkajavaslati modul, amely a vágányszabályozási munka helyére és elvégzésének idejére ad javaslatot, illetve a munka elmaradása esetére a bevezetendő sebességkorlátozás mértékét határozza meg.

A pályakarbantartási stratégia fejlesztésének szükségességét megalapozó tényezők

A vasúti pályafenntartás országos és helyi közforgalmú vasutaknál kialakult hazai gyakorlatát tekintve megalapozott az igény egy átlátható, objektív adatokon alapuló, jól tervezhető, gazdaságos és minőségi szolgáltatást nyújtó vasúti pályakarbantartási stratégia kialakítására.

Az országos közforgalmú vasutak hálózatan a hatékony pályakarbantartás megvalósítását külső körülmények is befolyásolták. A 2000-es években átalakult a szakszolgálat szervezete: a technikai eszközökkel együtt kiszervezték a pályakarbantartást végzők döntő hányadát, az üzemeltetésnél csak a pályafelügyelet és a zavarelhárítás maradt. Ezzel nagyrészt szétvált az üzemeltetői felelősség és az ahhoz kapcsolódó feltételrendszer, a megrendeléseknek köszönhetően a karbantartási-felújítási munkák lényegesen megdrágultak. Kétségtelen, hogy az európai uniós források révén sokat javult a korábban elmaradt

pályakorszerűsítések finanszírozása, és ez magával hozta a legkorszerűbb gépek és technológiák (pl. nagygépi alépítményjavítás) megjelenését a hazai vasúti vágányépítési/karbantartási gyakorlatban. Ugyanakkor hálózati szinten – az állapothoz képest – drámaian alacsony a saját finanszírozású karbantartási munkákra fordítható összeg.

A helyi közforgalmú vasutak esetében kissé árnyaltabb a kép. A vidéki városok (Debrecen, Miskolc, Szeged) közötti vasúthálózata az elmúlt néhány évben szinte teljesen megújult, számukra a legfontosabb feladat a hatékony állagmegóvás, ami a karbantartási beavatkozások időben történő elvégzésével megvalósítható. Az életciklusköltségeken alapuló karbantartási stratégia szempontjából talán ezek a városok vannak a legjobb helyzetben, hiszen a rendszer működtetéséhez szükséges kezdeti jó vágányállapot a nagyarányú felújítások hatására homogén módon biztosított. A hálózat mérete és állapota miatt ugyanez nem mondható el a fővárosi kötőpályás vonalokról. Itt tehát még sok a tennivaló. Előremutató viszont, hogy az utóbbi néhány évben a tulajdonos fővárosi önkormányzat, ha eltérő mértékben is, de nagy hangsúlyt fektetett az összes kötőpályás ágazat infrastruktúrájának javítására. Ily módon európai uniós források felhasználásával megújultak a legfontosabb körgyűrűs villamosvonalak (1-es, 3-as), önkormányzati forrásból elvégezték az észak–déli (M3-as) metró vonalán már égetően szükséges síncserét, illetve többszörösére emelkedtek mind az elővárosi, mind pedig a földalatti, illetve közötti vasutak karbantartási forrásai.

Az országos és részben a helyi közforgalmú vasutak (HÉV-vonalak) esetében is igaz, hogy bár a korszerű vágánymérési eredmények eddig is rendelkezésre álltak, a pályafenntartási szakterületek döntési mechanizmusa sem azokat, sem az ún. munkáltatást segítő döntés-előkészítő rendszert nem használta kellő hatékonysággal a rendelkezésre álló források elköltéséhez. Az elvi irányítás szintjén – a különböző szervezési intézkedéseknek köszönhetően – az üzemeltetést felügyelő, a pályák állapotát leginkább figyelemmel kísérő tevékenységgel szemben túlsúlyba került a felújítások/beruházások előkészítésének, bonyolításának szerepe. Mivel a döntések előkészítéséhez szükséges adatok, elemzések ezen a szinten alapvető fontosságúak, esetenként ezek hiánya vagy nem kellő

megalapozottsága miatt szubjektív döntések is születettek. A végrehajtó szervezetek szintjén ugyan vannak diagnosztikával megbízott szakemberek, de – néhány területi egység kivételével, ahol példaértékűen használják fel a munkáltatáshoz a vágánymérési eredményeket – nem jellemző ennek a nagyon fontos tevékenységnek a rendszerszintű alkalmazása. Pedig a belső finanszírozás szűkös lehetőségei is megkívánják, hogy a kevesebb forrást jobban, mennyiségi szempontok helyett célszerűen diagnosztikára alapozott, minőségi szemlélettel használják fel.

Ugyanakkor például az országos közforgalmú vasutak vonalhálózatán a külső forrásokból finanszírozott vonali átépítéseknel tízéves időszakra minőségi karbantartási kötelezettség van előírva, és egyáltalán nem mindegy, hogy az milyen rendszerben valósul meg: érvényesül-e az életciklus-szemléletű, vágány- és síndiagnosztikára alapozott, megelőző jellegű pályakarbantartás, vagy a sebességkorlátozások elhúzódo megsejntetése után sokkal költségesebb helyreállításokra kerül sor. A helyi közforgalmú vasutak esetében sajnos még ilyen követelmény sincs.

A stratégiai célok megfogalmazása

A pályakarbantartási stratégia fő célja: az életciklus-szemlélet figyelembevételével bármely vonalkategóriához tartozó pálya élettartamát tekintve az elvárt minőség érdekében a karbantartás/felújítás megfelelő egyensúlyának megteremtésével a költségek optimalizálása.

Ez a stratégiai cél akkor valósulhat meg, ha:

- a karbantartási/felújítási munkák helyének, időpontjának, továbbá a munkába vételek közötti idő helyes meghatározásával az életciklusköltségek csökkennek.
- a vágányzár időtartamának optimalizálásával, komplex munkáltatással csökken a vasútüzem tervezett zavartatása, ezáltal javul a rendelkezésre állás mértéke.
- a vágánydiagnosztika eredményeinek felhasználásával, a pálya geometriai állapotjellemzőinek, szerkezeti állapotának folyamatos mérésével és kiértékelésével a vonalkategóriától elvárt követelményekhez igazodó infrastruktúra-karbantartás/-fejlesztés történik.

Ha a fentieket tömören akarjuk megfogalmazni, akkor azt mondhatjuk: a megfelelő munkát a megfelelő helyen és időben kell elvégezni.

A stratégiai feladatok meghatározása a pályaváltozás törvényszerűségeinek figyelembevételével

A vasúti pálya avulásának elméleti és gyakorlati kutatásokkal is alátámasztott törvényszerűségei vannak, melyek az alapvető célok mellett nem hagyhatók figyelmen kívül a pályakarbantartási stratégia megalkotásakor.

Mivel a legjobb technológiával épített vagy karbantartott vágány sem hibamentes, a kezdeti állapot minősége meghatározó a vasúti pálya élettartama szempontjából. Ezért a karbantartási/felújítási munkáknál az alkalmazott technológiát és a felhasznált anyagok minőségét folyamatosan ellenőrizni kell, betartatva az EU által is előírt és elkészítendő tervezői/kivitelezői ajánlásokat. A minősítésnek különösen a használt anyagok, elemek, szerkezetek újrafelhasználása esetén kiemelt a jelentősége. Nagyon fontos az elkészült munkák átvételi mérésének időpontja, a megfelelő mérhető kategória szerinti kiértékelésének eredménye, valamint a jótállási kötelezettség időben történő érvényesítése (különösen a külső források igénybevétele esetén).

A tervezett beavatkozásnak meg kell felelnie a vonalkategóriára vonatkozó terhelési, sebességi igényeknek. Ez az átépítéseknel a felépítmény minden szempontra kiterjedő méretezésével és az alépítményi hibák hatékony nagygépes javításával, karbantartási munkáknál a gépláncos vágányszabályozás szükséges geometriai és szerkezeti előkészítő munkáinak elvégzésével, a célszerűen megválasztott egység hosszakra kalkulált normaköltségek biztosításával érhető el. Ide tartozik a beépítendő használt felépítményi anyagok – melyek élettartama a lépcsőzetes anyaggyártásnak megfelelően az alacsonyabb terhelésű és sebességű vonalakon másodfokúban jelentősen meghosszabbítható –, elsősorban a sín és a kitérők telepi felújítása is. A logisztikai szempontok miatt a pályában végzett használt vasanyag felújításának minősége ugyanis nem éri el a telepen végzett munkát, ezért alkalmazása csak alárendeltebb vonalkategória esetén javasolt.

Tekintettel arra, hogy a romlás önmagát gerjesztő folyamat, a vágány szerkezeti avulását elindító lokális hibák időben történő megszüntetése a költséghatékony karbantartás alapja. Ezek a meghibásodások nagyrészt a sínrel kapcsolatosak (he-

gesztési varratok kivölgyelődése, hullámos kopás, fáradásos sínhibák, szigetelt illesztések meghibásodása stb.), illetve ilyenek a lokális felsárosodások és a kitérők használat következtében jelentkező hiányosságai. A fáradási sínhibák kialakulása, továbbfejlődése megelőző síncsiszolással egyértelműen késleltethető, de a javító jellegű beavatkozások (köszörülés, gyalulás) is gazdaságosabbak, mint a kényszerű szerkezetcsere. Ugyanez vonatkozik a szintén lokális hibaforrást jelentő kitérőkre is, melyek hálózati szintű és rendszerszemléletű karbantartásának megoldása szintén stratégiai feladat.

A romlás sebessége arányos a pálya állapotával, ezért a pályafelügyelet részét képező vágánygeometriai mérés, a sín-, illetve kitérődiagnosztika folyamatos végzése, azok eredményeinek felhasználása teszi lehetővé a pályaalapok és változásuk figyelemmel kísérését, az elvégzendő munkák meghatározását, illetve az alkalmazható sebesség megállapítását.

Ezen a ponton említést kell tenni az alkalmazható sebességről és a sebességkorlátozásokról, hiszen a vasúti pályák állapotának és a kötőpályás személyszállítási, illetve áru fuvarozási szolgáltatás színvonalának egyik legfontosabb befolyásoló mutatója a sebességkorlátozások hossza és mértéke. Nem véletlen, hogy az ezeknek a tevékenységeknek végzésére kötött állami, illetve önkormányzati szerződések értelmében a menetrendi év során forgalomba adott járművek és a leközlekedtetett menetetek száma az alapja az esetleges hibás vagy hiányos teljesítésből adódó kötbértételeknek. A vasúti pálya műszaki állapota miatt bevezetett sebességkorlátozások növelik az eljutási időket. A szolgáltatásról „leszokó” utasok, illetve fuvaroztatók miatt egyfelől jelentős a bevételkiesés, másfelől a kényszerű fékezések és gyorsítások energiaigénye lényegesen több, mintha egy adott szakaszon nem lenne lassújel, és ennek értéke is számszerűsíthető.

A BKV néhány éve bevezetett és működtet egy olyan rendszert, amelynek segítségével direkt módon összehasonlíthatók a sebességkorlátozások megszüntetésének, illetve „életben tartásának” költségei. A rendszer alkalmazásával egyértelműen bebizonyosodott, hogy minden esetben lényegesen többbe kerül, ha sebességkorlátozást tűzünk ki a pályahibák megszüntetése helyett.

Továbbbővízve a gondolatot, az elvégzendő munkák meghatározása akkor helyes, ha az

Előhegyi Zoltán 1991-ben érettségizett a Kvassay Jenő Műszaki Szakiskolájában, majd elvégezte a MÁV Rt. BGOK felsőfokú pályaépítési és fenntartási tanfolyamát. 2004-ben építőmérnök végzettséget szerzett a Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Karán. 2016-tól okleveles infrastruktúra-építőmérnök. MSc tanulmányait a győri Széchenyi István Egyetemen folytatta. 1993 és 2005 között a MÁV Zrt. Szolnoki PFT-n különböző munkakörökben dolgozott. 2005–2006-ig a MÁV FKG Kft. főépítésvezetője. 2006-tól a BKV Zrt.-nél a városi vasutak minden területén pályafenntartási tapasztalatokat szerzett. 2016-tól a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. gyártmánytervezéssel és fejlesztéssel foglalkozó osztályának vezetője.

objektív módon gyűjtött adatok alapján a döntéseket egységes szemléletben hozzuk meg. A lokális pályahibák nagyságának megítéléséhez az átjárhatósági műszaki előírásokhoz igazított geometriai mérethatárok rendelkezésre állnak, a gyakorlati megfontolásokat is tartalmazó beavatkozási szintek pedig a munkáltatással kapcsolatos döntéseket segítik. Elvégzendő feladat még a szerkezetvizsgálatok és azok értékelésének kidolgozása, hiszen a vasúti pálya műszaki állapotának és az állapot változásának megítélése elsősorban a kor/korosság (építés, felújítás, átépítés óta eltelt idő), a forgalmi terhelés (az átgördülő tengelyek által átadott terhelés), a geometriai, illetve szerkezeti viszonyok alapján lehetséges. Az üzemeltetett infrastruktúra és más eszközök műszaki állapotának meghatározására és bemutatására többféle módszer ismert. Példaként említhető a BKV-nál alkalmazott egységes szemléletű módszertan, melynek alapja egy olyan, több paraméterből képzett minősítő szám, amely az üzemeltetett infrastruktúra-elemek fentebb ismertetett jellemzőire épülve objektív módon teszi lehetővé azok aktuális műszaki állapotának és funkcióteljesítő képességének bemutatását, illetve alapot biztosít a jövőre vonatkozó szakmai döntések megalapozásához úgy, hogy az ily módon meghatározott állapotjellemzőket egy egyszerű skála használatával az ideális állapothoz viszonyítva minősíti. Amennyiben az újonnan használatba vett eszközt 100%-os műszaki állapotúnak tekintjük, akkor a következő csoportosítás alapján akár laikusok számára is világosan

megítélhető az üzemeltetett eszköz vagy berendezés aktuális műszaki állapota. A százalékos értékelési módszerhez az alábbi magyarázat tartozik:

- 75–100% között az eszköz beépített szolgáltatásai hosszú távon, megbízhatóan rendelkezésre állnak.
 - 50–74% között az eszköz beépített szolgáltatásai csak kisebb korlátozások mellett állnak rendelkezésre, és már rövid távon jelentkezhetnek műszaki és/vagy forgalmi zavarokat okozó rendkívüli események.
 - 25–49% között az eszköz beépített szolgáltatásai csak jelentős korlátozások mellett állnak rendelkezésre, és bármikor jelentkezhetnek műszaki és/vagy forgalmi zavarokat okozó rendkívüli események.
 - 1–24% között az eszköz azonnali cserére szorul, a műszaki és/vagy forgalmi zavarok állandósulnak, de a forgalombiztonság elemi szinten még biztosított.
 - 0% esetén az eszköz már a forgalombiztonság elemi szintjét sem biztosítja, használatát meg kell tiltani.
- A pályaszakaszok általános minősítése túl azon, hogy a tervezést segíti, az elvégzett munkák eredményességét is mutatja, illetve mindenkor alapja kell, hogy legyen a karbantartási/felújítási arányok hálózati szintű meghatározásának.
- Egy műszakilag korszerű és gazdaságilag előnyös stratégia alkotóelemei az előzőekben leírtak alapján az alábbiak lehetnek:
- az állapotot és a teendőket illetően hálózati szintű szemlélet és tervezés;
 - a pályakarbantartással foglalkozó szervezet fejlesztése, rugalmasabbá tétele, a tervezési és beszámoltatási rendszer kiterjesztése, a feladatok egyértelmű meghatározása és szétosztása a műszaki igény megfogalmazásától az elvégzett munka számviteli lezárásáig (folyamatmenedzsment);
 - a szükséges személyi, illetve anyag-, eszköz- és gépjellegű erőforrások hálózati szintű biztosítása, a személyi állomány továbbképzése, az alkalmazott technológiák korszerűsítése;
 - a pályahibák miatti sebességkorlátozások megszüntetésének kiemelt fontosságú kezelése;
 - az alépítményi hibahelyek, a víztelenítési hiányosságok megszüntetése fontosságának felismerése, érvényesítése;
 - a karbantartási beavatkozások komplex szemlélete (pl. egy vágányzárban végrehajtott tevékenységek összehangolása, illet-

Summary

The efficiency of the railway maintenance system is significantly influenced by the technical condition of the network, the state of the development of the used track diagnostics, the organizational structure and the financial sources, which are available. The domestic maintenance practice in field of the heavy and urban railways shows several sameness regarding to the technical and financial problems. This article specifies the problems, describes the fundamental goals and gives proposals referring to the element of the strategy, which have to be regenerated.

ve sínfejmegmunkálás csak szerkezetileg előkészített és geometriailag megfelelő állapotú vonalszakaszokon történjék);

- kitérőszervezetek gondozásának és karbantartásának új alapokra helyezése (pl. kitérő-karbantartó brigádok);
- az állapotfüggő rendszerről, amely ma napság igen gyakran csak a sebességkorlátozás bevezetésének segédeszköze, olyan rendszerre kell áttérni, amely az állapotfüggő és tervszerű megelőző karbantartás kombinációja, azaz a ciklusidős rendszert a romlási folyamathoz igazítja;
- műszaki-gazdasági kontrollig, utóalkuláció, elemzés a folyamatok jobb megértése és a tervezés minőségének javítása érdekében;
- a feladatokhoz megfelelő nagyságú pénzforrások időbeni biztosítása.

A fentiekben, szándékunk szerint, szakmai szempontból azt kívántuk bemutatni, hogy a hazai országos és helyi közforgalmú vasúthálózatok üzemeltetői számára mennyire indokolt követelmény a pályakarbantartásnak mint közpénzből finanszírozott, fontos tevékenységnek a rendezőelveit lefektetni. Megújított stratégiával elérhető a költségek csökkenése, a hálózat teljesítőképességének és a vágányok élettartamának növelése, a megbízhatóság, a rendelkezésre állás, a fenntarthatóság elveinek fokozottabb érvényesülése. Az ilyen stratégia gyakorlati alkalmazásának háttérét jelentő hazai vágánydiagnosztikai és döntésszámoló rendszer fejlettsége nemzetközi viszonylatban is számottevő, ezért javuló pénzügyi körülmények mellett a stratégia megvalósításának fontos feltételei már megteremtettek. «



Gondolatok a hidak esztétikájáról

Szép hidak az esztergomi vasút mentén

Gyurity Máttyás

műszaki igazgatóhelyettes
MSc Kft.

✉ gyurity@mschu.hu

☎ (20) 955-3718,

(+36 1) 252-2559

A jó mérnöki alkotás fő ismérve a funkcionalitás, a biztonság, a tartósság, a gazdaságosság és nem utolsósorban az esztétikai megjelenés. Vagyis az anyag, a szerkezet, a funkció és a forma harmóniája. Egy mérnöki létesítmény – mint például a híd – az építészet egy sajátos alkotóeleme. Egy ilyen objektum épített környezetünk elválaszthatatlan része, sok esetben életterünk súlyponti eleme. Gondoljunk csak az egyetemes építőművészet egyik ékkövére, a Széchenyi lánchídra.

Röviden az esztétikáról

Épített környezetünk alakítása tehát egyrészt alkalmazott művészet, másrészt mérnöki-technológiai tudomány, ősidők óta az emberi kultúra egyik legalapvetőbb megjelenési formája. Funkció szerinti felosztásban azonban lényeges különbséget találunk az építmények fajtái között azok esztétikai, illetve technológiai igény szintje tekintetében, így megkülönböztethetünk épületeket (pl. házakat) és műtárgyakat (pl. hidakat). A nagy, történelmi építőmestereket (*Imhotep, Apollodórosz* vagy éppen *Brunelleschi*) évezredek át egy személyben tartották mérnöknek és építésznek is. A markáns szakmai szétválást az ipari forradalom előretörése hozta meg a tradicionális társadalomszerkezet megváltozásával a XIX. század elején, amikor megindult a mérnöki tudományok szakosodása.

Építőmérnöki szakmánkban, a hidászok között sajnos ma sem magától értetődő, hogy a hídnak nemcsak jónak (erősnek és biztonságosnak) kell lennie, de szépnek is, vagyis a megvalósítás teljes folyamata során szem előtt kell tartani az esztétikai szempontokat. Mit is nevezünk szépnek? Ez egy meglehetősen bonyolult filozófiai kérdés, melynek egzakt megválaszolása nehéz, és mindenki számára egyértelmű válasz talán nem is létezik. A szépség lehet a dolgok minősége, sajátja, lehet egy abszolút idea, de az is lehet,

hogy csak a szemlélő képzeletében létezik. Függhet a szemlélő fogékonyságától, korábban szerzett benyomásaitól, ismeretétől és nyitottságától is. Objektív „mérőszámok” híján előtérbe kerül a szemlélő szubjektivitása, ízlése. Ráadásul az ismert régi latin mondás szerint erről nem is lehet vitatkozni [1], [4].

Szerencsére azonban vannak bizonyos ismérvek, irányelvek, melyek alapján egy-egy műalkotásról vagy akár egy hídról ki-ki formálhat magának bizonyos esztétikai képet. Ilyen például – a teljesség igénye nélkül – a tájba illeszkedés, a különféle arányviszonyok (döntő fontosságú), a forma, a kompozíció, a vonalazás, a ritmus vagy a harmónia. Ezek persze egyben eszközeink is. Jelentős szerepe lehet például a napszaktól függő árny- és fényjátéknak, színezésnek, az építőanyag megválasztásának vagy megmunkálásának, vagy akár a korunkban éppen háttérbe szoruló díszítésnek is [2], [3].

Egy vasúti híd láttán a szemlélő gondolatai között aligha az esztétikai szempont az elsődleges, szerencsére azonban jó példák is vannak. A vasúti hidak a közúti és gyalogos hidakhoz képest általában robusztusabbak, „iparibb” jellegűek. Ennek okát elsősorban talán a fajlagosan nagyobb hasznos teherben és a hagyományosan emelt szintű biztonsági elvárásokban kell keresni. Mivel a vasúti pálya sokszor kevésbé szem előtt lévő területeken fut, az esztétikai elvárások talán ezért is szorulnak

kissé háttérbe. Egy híd szükségképpen mindennapjaink része, így az esztétikai szempontok semmiképpen nem hanyagolhatók el, hiszen ma korunk társadalmának része, azután pedig az eljövendő nemzedék életének része lesz.

Egy adott mérnöki kihívásra egy azzal azonos „súlycsoportba” tartozó tartószerkezeti struktúra a jó válasz, az aránytérvezés hibás megoldást eredményez. Ismerjük azt a nézetet, miszerint, hogyha a mérnöki alkotásban világosan tetten érhető a tiszta mechanikai logika, a választott forma, hűen tükrözve az erőjátékot, kifejezi a teherviselés módját, az már eleve szép is. Nos, ez önmagában kevés. A megfelelő statikai kialakítás elengedhetetlen feltétel, ám ahhoz, hogy a híd szép is legyen, tenni kell még érte. Ne elégedjünk meg pusztán a feladat gépies végrehajtásával, próbáljunk örömmel alkotni. Ajánlatos ügyelni például a részletek gondos megformálására, a jó arányviszonyokra, és a híd környezetét is célszerű figyelembe venni a tervezés során.

Cégünk, az MSc Kft. az utóbbi években részt vett a Budapest–Esztergom vasútvonal korszerűsítése tervezésének több fázisában is. A vonalon tervezett igen változatos kialakítású műtárgyakat tekintjük át a továbbiakban, elsősorban az esztétika jegyeit fűrkészve.

Óbuda, Aquincum térsége

A vasútvonal korszerűsítésének első fázisában az Északi vasúti Duna-híd hid együttese épült újjá. A Duna főmedre feletti kéttámaszú, K rácsoszású hidak sorozatát egy korszerű, nyolcnyílású, folyótágas, ugyancsak acélanyagú felszerkezet váltotta fel. A híd patinás, kőburkolattal ellátott alépítményei bizonyos átalakításokkal szintén megújultak (1. kép). A tanulmány-, engedélyezési és kiviteli tervek az MSc Kft. készítette. Tervezők: *Solymosy Imre, Bodnár Péter †, Ecsedi Éva, Gál András és Kikina Artúr*.

A modern, egyszerű vonalazású, párhuzamos övű, folytatólagos rácsos főtartós felszerkezet elegánsan hidalja át a 93,0 m támaszközü nyílásokat. A letisztult statikai erőjáték szinte tapintható. A szimmetrikus rácsoszerű szerkezet megbízhatóságot, erőt sugároz. Az alsópályás acélhíd Duna-parti tájba illeszkedése harmonikus. A rácsoszás jó arányú háromszögeinek kellemes ritmusa könnyedséget kölcsönöz a hídnak. A víztükör feletti lapos téglalap alakú hídníylások arányai jól harmonizálnak a felszerkezet arányaival. A hídon haladva is tetten érhető a lendület, a ritmus, amely az árny- és fényjáték által tovább fokozódik. Sajnos ez az izgalmas látvány leginkább a mozdonyvezetők privilégiuma lehet (2. kép).

Az óbudai oldalon, rögtön a Duna-híd után egy 21,50 m támaszközü, szegélybordás vasbeton híd épült, ez az új „Nánási úti” híd. Engedélyezési és kiviteli terveit az MSc Kft. készítette. Tervezők: Gyurity Máttyás, Schmidt György és Schmalcz Éva.

A 60°-os ferdeségű híd szerkezettípusának és építőanyagának kiválasztásakor döntő szerepet kapott a rendelkezésre álló minimális szerkezeti magasság, a ferdeség és a zúzottkő ágyazatos vasúti felépítmény igénye. A süllyesztett pályás kialakítás a magas töltés miatt erőtetettnak tűnhet, azonban az 1,75 m magas szegélyborda oldalfelületének döntésével és tagolásával, valamint a járdaszegélyek és oldalsíkok párhuzamos szárnyfalak végéig való megnyújtásával a viszonylag nagy magasság oldódik (3. kép). E megformálás révén a különböző napszakokban az árnyjáték is hangsúlyosabb szerepet kap. Az alépítmények nagy felületének nyomasztó hatását kiküszöbölendő, a viszonylag magas hídfők és szárnyfalak oldalfelületei enyhe dőléssel készültek. Az alépítmények homlokfelületei azonban nem tagoltak, a híd ferdesége révén a nagy betonfelületek oldásáról a fényviszonyok gondoskodnak. A szerkezeti elemek tervezett geometriája viszonylag bonyolultnak tűnhet, de a megvalósult összhatás, úgy tűnik, visszaigazolta a tervezők szándékát (4. kép). A kivitelezés során a mobilgát vagy a töltéskúpburkolatok szerencsésebb kialakítása az összhatást még kedvezőbbé tehetné volna.

A Nánási úti hídtól néhány száz méterre, a volt gázgyári deltakiágazás zónájában épült meg a „Jégtörő utcai” híd, a ma már *Angel Sanz-Briz* (spanyol diplomata, aki 1944 nyarán sok üldözött magyar éle-



1. kép. Északi vasúti átkelés a Dunán



2. kép. Desiro az Északi vasúti hídon



3. kép. Nánási úti forgalom fent és lent

tét mentette meg – a szerk.) nevét viselő utca Pók utcai becsatlakozása felett. A két utca távlati T keresztezése viszonylag nagy, 52,0 m támaszközü híd építését tette szükségessé. Az engedélyezési és kiviteli

terveket az MSc Kft. készítette. Tervezők: Gyurity Máttyás, Szabó Zsolt és Póta András.

Mivel más lehetőség reális alternatívaként nem kínálkozott, alsópályás megoldást kellett keresni. A közelben lévő Du-

na-híd, a Gázgyár szelleme és a viszonylag nagy nyílás igénye is a rácsos főtartós megoldás mellett szólt, így végül párhuzamos övű, rácsos főtartós, ortotróp pályalemezes hidat terveztünk, modernnek tekinthető szimmetrikus rácsozással. A híd szerkezeti magassága (csupán 81 cm), a felszerkezet „alsó övének” szembeötlő könnyedséget kölcsönöz. Erre erősít rá az üzemi járdaszegély homloksíkjának változatlan magasságú továbbvezetése a párhuzamos hídfők teljes hosszán. A híd színe kissé szokatlan, de üdítő hatású. A híd alatti lapos, elnyújtott tér kifejezetten kedvező arányú. A hídfők pengéfalas homloksíkja szükségképpen magán viseli egy kényszerű építés közbeni változtatás nyomait, azonban az e vonatkozásban tájékozatlan szemlélő számára kifejezetten esztétikusan, újszerűen hat a tagolt felület (5. kép).

A Szentendrei úti külön szintű keresztezés kissé neuralgikus hídegyüttesének csupán korai fázisú tervezésében vettünk részt. A híd tanulmányterveit az MSc Kft. készítette. Tervezők: Gyurity Mátyás és Szabó Zolt.

A tanulmányterv készítése során néhány különféle komfort- és esztétikai szintű megoldást vázoltunk fel. A távlati aquincumi Duna-híd Szentendrei úti műtárgya, egy intermodális csomópont és egy új vasúti felüljáró közötti szimbiózis megteremtése volt a cél. A vasúti töltés hosszabb szakaszának elbontása révén biztosítható lett volna az aquincumi, római kori katonai tábor maradványainak teljes feltárhatósága és bemutatása. Az adott városi környezetbe való beilleszkedés egy lehetséges, élhető módját vizionáltuk, egy elegáns, látványos – hosszú szakaszon „lábakra állított” – megoldással (6. kép). A Szentendrei úti főnyílást egy esztétikus acél Langer-tartó hidalta volna át kb. 44,0 m-es támaszközzel. Ehhez kétoldalt nem hivatkozódó, ritmusos, 22,0 m-es támaszközpontok sorozatából álló folytatódó, süllyesztett pályás vasbeton hídszerkezet csatlakozott volna 385,0 m összhosszban. A körülmények azonban, sajnos, úgy alakultak, hogy anyagi okok miatt csak egy minimál megoldás valósulhatott meg.

Műtárgyak Pilisvörösvár belterületén

Pilisvörösvár belterületén két új közúti felüljáró és egy meglévő vasúti viadukt tervezésében vehettünk részt. A vasútvonal a városon belül nagyrészt bevágásban



4. kép. Napnyugta a Nánási úti hídnál



5. kép. A „Jégtörő utcai” híd



6. kép. Szentendrei úti álom

halad, ám előtte még töltésen fut, ahol egy háromnyílású boltozatos kialakítású vasúti híd található, a Tó utcai völgyhíd.

A híd átépítésének és megerősítésének engedélyezési terveit az MSc Kft. készítette el. Tervező: Ecsedi Éva. A kiviteli tervek



7. kép. A Tó utcai Völgyhíd



8. kép. A 120 éves viadukt új köntösben



9. kép. A régi Órhegy utcai híd

elkészítése az UVATERV Zrt. feladata volt. Tervező: *Teiter Zoltán*.

A műemlék jelleggel teljesen felújított, eredetileg kőfalazatú, de téglaboltozatos,

háromnyílású, 120 éves viadukt Pilisvörösvár egyik gyöngyszeme lett. A jelentősen visszabontott teherhordó „mag” kétoldali, vasbeton faltartós (tárcsa) meg-

Gyurity Máttyás 1992-ben szerzett építőmérnöki diplomát a Zágrábi Tudományegyetem Építőmérnöki Karán. Tervezői pályafutását az UVATERV Híd- és szerkezettervező irodájában kezdte, ahol kiváló tanítómestereitől sajátíthatta el a szakma alapjait. 1996-tól az MSc Kft. önálló tervezőmérnöke, 2000-től szakági főmérnöke, jelenleg műszaki igazgatóhelyettes. Szakmai tevékenysége elsősorban acél- és vasbeton szerkezetű vasúti és közúti hidak tervezésére, illetve ezek tervezésének irányítására terjed ki. 2016-ban Feketeházy-díjban részesült.

erősítést kapott, felül vasbeton pályalemezzel összekötve. A tervezők, helyes döntést hozva, ugyan csak burkolatként, de megőrizték az eredeti tégl- és kőanyagok „emlékét”, ezzel esztétikailag kedvező hatást értek el (7., 8. kép). Kissé rusztikusabb felületmegmunkálás talán még hitelesebb lett volna. Az oldalsó erősítő bordák esztétikai és statikai hangsúlya egyaránt markáns. A szélső nyílások „kiszabadítása” a töltéslezárás részleges fogságából, valamint a nyílásfunkciók átszervezése a híd látványának előnyére vált. A nyílások ritmusa és a híd vonalazása harmonikus. A töltéslezárások burkolata tetszetős.

A vasúti pálya bevágásban futó szakaszát a Kálvária és az Órhegy utca is keresztezi. Mindkét helyen egy-egy háromnyílású, a vágányokat kb. 80°-ban keresztező régi vasbeton híd állott. A régi Órhegy utcai híd kifejezetten izgalmas, tetszetős megjelenésű híd volt (9. kép). A vasútfejlesztési szempontoknak (villamosított vasúti ürszelvény átvezetése, vágányszámnövelés az Órhegy utcánál) sajnos egyik híd sem felelt meg, ezért átépítésük szükségessé vált. Mindkét híd átépítésének engedélyezési terveit az MSc Kft. készítette. Tervezők: *Gyurity Máttyás és Tóth László Ákos*. A kiviteli terveket az UVATERV Zrt. készítette el. Tervezők: *Bedics Antal és Szabó János*.

Mivel a híd alatti tér mindkét irányú növelésére szükség volt, egy tágas, egynyílású műszaki megoldás kézenfekvő választásnak tetszett. A szükséges ürszelvény-magasság biztosítása azonban csak a híd hossz-szelvényének – műszaki lehetőségek határait súroló – jelentős megemelésének és a szerkezeti magasság extrém lecsökkenésének együttes alkalmazása révén volt lehetséges. Megoldásként a bevágás geometriájába simuló, rugalmasan befogott

Summary

Reconstruction of the Budapest–Esztergom railway line was completed successfully. The features of good structure are functionality, safety, durability, economy and – not at least – the aesthetics. This article presents some good example of this topic, and several type of bridges along the line.

vasbeton keretszerkezet kialakítása körvonalazódott. A Kálvária utcai híd (10. kép) nyílásmérete 17,20 m, az Órhegy utcai hídé (11. kép) 22,70 m. A boltozatos keretgerenda extradosa a pálya hossz-szelvényének lekerekítését követi. Az intrados egy kisebb sugarú lekerekítő ívvel készült, a rézsűbevágásnál esztétikus íves kiékeléssel, így a híd vonalazása igen tetsze-

tős. A ferde keretlábak elrejtve a rézsűbe simulnak. A hídszegély végig a nagyobb sugarú pályáivet követi. Ezen helyezkedik el a pálcás korlát, melynek végeit stilizált korlátbábok zárják le. A híd statikai ihletésű elegáns vonalazása jól harmonizál a környezetével. A híd alatti terméskő rézsűburkolatok is kedvező hatásúak.

Összefoglalás

A lakott területek bővülése, a mobilitás előretörése, a közlekedési rendszerekhez való hozzáférési pontok minél közelebb hozása az utashoz, a kötöttpályás közlekedés felívelő fejlődését vetíti előre, így ennek vonzóvá tétele reális cél. E cél elérésének egyik eszköze lehet esztétikus, karakteres megoldások alkalmazása a vasúti hídépítés területén is. Az esztétikai követelmények kielégítésére – közleke-

dési módozatra tekintet nélkül – mindig törekedni kell, függetlenül attól, hogy a körülmények és a lehetőségek sokszor ezzel szemben hatnak, és a kívánt célt nem mindig sikerül elérni. Ha sikerül a hídnak egy a külső szemlélő számára is észlelhető pozitív kisugárzást adni, akkor már jó úton járunk. ◀

Irodalomjegyzék

[1] Palotás–Medved–Nemeskéri-Kiss–Träger: *Hidak*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.

[2] Kruno Tonković: *Oblikovanje mostova*. Tehnička Knjiga, Zagreb, 1985.

[3] Matthew Wells; Introduction by Hugh Pearman: *30 Bridges*. Laurence King Publishing Ltd, London, 2002.

[4] Dr. Kollár Lajos: *Vasúti hidak esztétikája*. Sínek Világa, 2000/1 különszám.

10. kép.
A Kálvária utcai híd



11. kép.
Az új Órhegy utcai felüljáró
Fotók:
Gyurity Máttyás





Magasépítmenyi beruházások a Budapest–Újszász–Szolnok vasútvonalon

Az egységes építészeti arculat

Madácsi Gábor

osztályvezető

MÁV Zrt. MÜFTI

Ingtatlanfejlesztési osztály

✉ madacsi.gabor@mav.hu

☎ (30) 543-1607

A MÁV Zrt. a 2011 és 2016 közötti időszakban nagymértékű saját forrású ingatlanberuházást hajtott végre a Budapest–Újszász–Szolnok vasútvonalszakaszon. A beavatkozás jellege az elmúlt időszakban sajnos nem volt jellemző a MÁV Zrt. magasépítmenyekkel kapcsolatos felújítási és építési beruházásaira. A közel húsz helyszínen megvalósult fejlesztés során, az érintett építmenyek és épületek nagy száma ellenére, a MÁV Zrt. meg tudta valósítani azt, hogy minden részletre kiterjedően egységes építészeti arculatot alkalmaz. Az egységes elvek alapján megvalósult fejlesztés több jelentős elismerésben részesült: 2014-ben a nemzetközi vasúttársaságok infrastruktúra-fejlesztéssel foglalkozó szakemberei által alapított Watford-csoport Brunel-díját kapta meg Amszterdamban, 2016-ban pedig a műemlékvédelemmel foglalkozó nemzetközi ICOMOS társaság magyarországi szervezetétől vehetett át díjat a MÁV Zrt.

Vasúttörténeti előzmény

A Budapest–Újszász–(Szolnok) vasútvonalat 1882. március 12-én helyezték forgalomba. Ezzel a MÁV függetlenítette magát az Osztrák–Magyar Államvasút tulajdonában álló Budapest–Cegléd–Szolnok vasútvonaltól, és Újszász állomáson való csatlakozással, saját vasúti pályán juthatott Brassóig. A vonal fővonalként épült, eredetileg egyvágányúként, később azonban kétvágányúra bővítették. A jelentős belföldi és nemzetközi személy- és áruforgalmat lebonyolító fővonal Budapest közelében az elővárosi forgalomban ma is fontos szerepet tölt be. Az 1868-ban alapított MÁV, folytatva a Magyarország területén működő magán vasúttársaságok (Osztrák–Magyar Államvasút, Déli Vasút, Tiszavidéki Vasút) gyakorlatát, az állomások forgalmához igazodó különböző nagyságú típusépületeket épített. A vonal állomásain a MÁV fővonalai II. és III. osztályú felvételi épületeket, a megállóhelyeken pedig típusörvényeket épített. Ennek megfelelően a Budapest–Újszász vasútvonal állomásain (Maglód, Mende, Süllyás, Tápiószecső, Nagykáta, Tápiószéle, Tápiógyörgye) az 1876–1880-as években kidolgozott szabványtervek szerinti épü-

leteket emeltek. Maglódon és Süllyápon eredetileg III. osztályú felvételi épületek épültek, majd később ezeket II. osztályúra bővítették. Ugyancsak bővítették Nagykáta állomásépületét az egyik oldalszárnny meghosszabbításával.

A típusépületek a kor legmagasabb műszaki színvonalát képviselték, innovatív megoldásokat alkalmazva, mint például az akkor különlegességnek számító gázvilágítás. A felvételi épület tervcsaládokhoz minden részletet, berendezést, tartozékot egységesítettek. Típustervek szerint készültek a várótermek berendezései, a menetrendi és hirdetőmenytáblák, órák, kályhák és egyéb berendezési tárgyak is.

Fejlesztési előzmények

A vonali szinten kezelt felújítási programon már közel egy évtizede dolgozik a MÁV Zrt. A munkálatok első elemeként 2006-ban a MÁV Zrt. és Gyömrő Város Önkormányzatának együttműködése keretében megújult Gyömrő állomás felvételi épülete. Már a 2008-ban tervezett kötvényprogramban is szerepelt a vonal felvételi épületeinek felújítása. Ez sajnos a 2008-ban kitört gazdasági válság miatt nem valósult meg. Európai uniós forrás-

ból, a NIF Zrt. bonyolításában számos helyszínen készültek el a P+R és a B+R parkolók, mintegy kiegészítve a MÁV Zrt. magasépítmenyi beruházássorozatot.

Mindezek után gyorsított tempóban, 2011. januárban elindult a konkrét projekt.

Célkitűzések, tervezési program

2011-ben elkészült a beruházássorozat tervezett ütemterve, részletes tervezési programja, összeállították a főbb követelményeket és számba vették a kööttségeket. Már a projekt megkezdésekor meghatározták a követendő alapelveket:

- Egységes építési anyagok használata, azonos típusú és kialakítású nyílászárók, burkolóanyagok, tetőfedő anyagok, bádogos szerkezetek, színezések (homlokzati, belsőépítészeti), álmennyezetek, épületgépészeti, valamint elektromos szerelvények és berendezések;
- Egységes utaskiszolgáló berendezések tervezése, padok, szemetesek, ivókutak, információs és reklámtáblák;
- Forgalmi irodák és távközlő helyiségek helye a berendezések fix telepítése miatt nem változtatható;
- Pénztárbiztonságnak, valamint a MÁV

Zrt. által előírt biztonsági követelményeknek való maradéktalan megfelelés;

- A lakások területét csak abban az esetben érinthette a tervezés, ha azt az utasforgalmi, vasúti üzemi igények szükségessé tették.

Az alapelvek az alábbi kiemelt célokat szolgálták:

- Az egységes építészeti arculati megjelenés, ami a MÁV Zrt.-nél az elmúlt 20-30 évben sajnos háttérbe szorult;
- Az utaskiszolgálás színvonalának emelése;
- A Magyar Állam és a MÁV Zrt. között a projekt indításakor előkészítés alatt álló, de közben megkötött pályaműködtetési szerződésben és a Vasúti személyszállítási közszolgáltatási szerződésben foglaltaknak való megfelelés;
- A munkakörülmények jelentős javítása;
- A jövőben egységes, ezáltal olcsóbb és könnyebb üzemeltetési, karbantartási tevékenységek.

Tervezés

A generáltervezési munkát az Ybl-díjas Hajnal Zsolt építész vezetőtervező által alapított és vezetett Hajnal Építész Iroda végezte, amely nagy rutinnal, tapasztalattal rendelkezik, és komoly sikereket ért el a vasúti létesítmények építészeti tervezése terén. Számos korábbi és jelenleg is zajló vasúti fejlesztési projekt szakmailag elismert résztvevője, mind a MÁV Zrt. saját forrásból megvalósuló, mind európai uniós forrásból megvalósuló, főleg NIF Zrt. bonyolítású beruházások esetén.

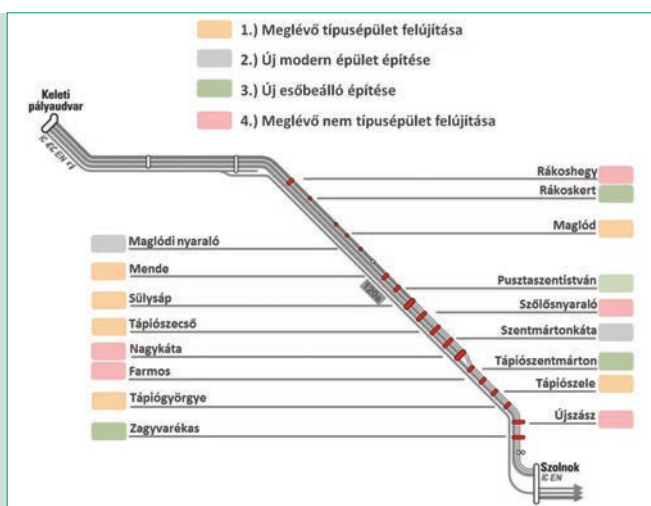
A fejlesztések részletezése

Az elvégzett beavatkozások több csoportba sorolhatók (1. ábra).

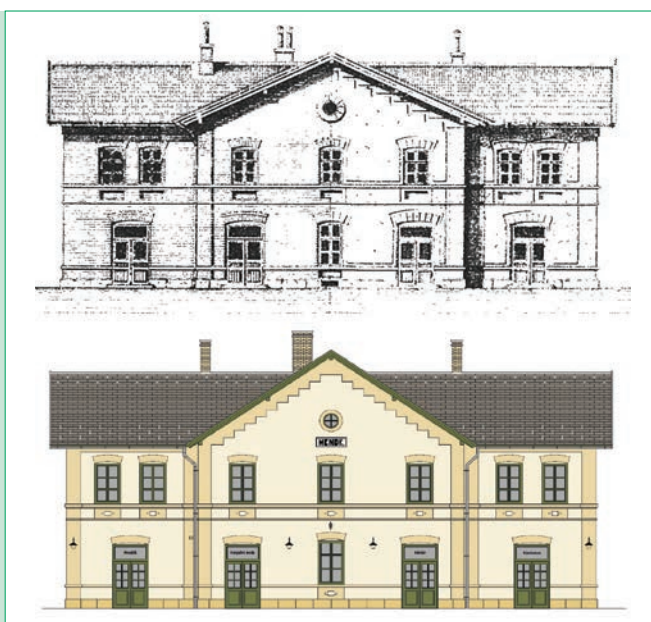
1. Meglévő típusépület felújítása

Az érintett szakaszon összesen hat helyen (Maglód, Mende, Süllyás, Tápiószecső, Tápiószéle, Tápiógyörgye) közel azonos, az 1876–1880-as években kidolgozott, Magyar Királyi Államvasutak fővonalai típus-tervsorozatának II. osztályú típus-épülete maradt fent. Az akkori építéskor is innovatív megoldásokat alkalmaztak, a kor legmagasabb műszaki színvonalán valósult meg valamennyi épület. Érdeklenség, hogy két épület eredetileg III. osztályúnak épült, majd később bővítették II. osztályúra. Az évek során az

1. ábra.
Az elvégzett munkák jellege



2. ábra.
Az egységes homlokzati kialakítás



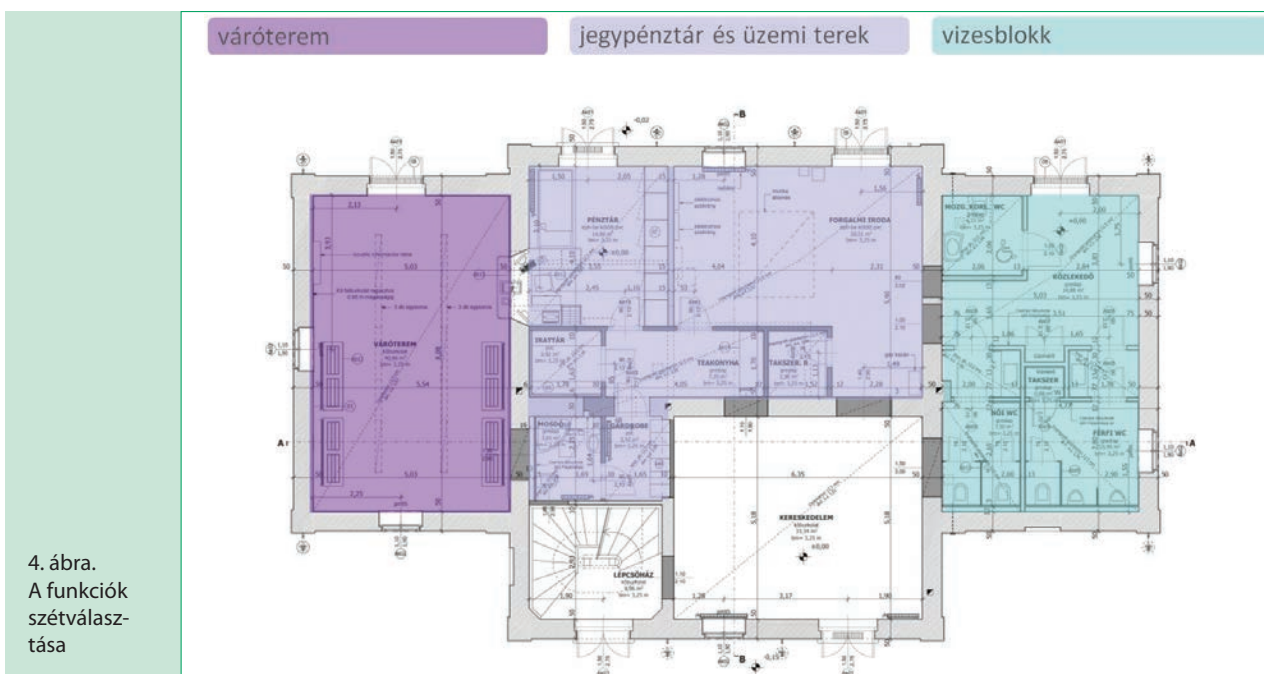
3. ábra.
Az egységes anyagok, színek és részletek



épületek elavultak, homlokzati díszeket elveszítették és belső tereiket többször átalakították. A felújítás ezen helyszínein az volt a cél, hogy a típusépületek külseje egységesen, korhű módon, az eredeti állapotok figyelembevételével, a korabeli

típus-tervek alapján kerüljenek helyreállításra (2. ábra).

Az egységesített homlokzatokon minden helyszínen azonosak az anyagok, a színek, a kiegészítő berendezések és a részletek (3. ábra).



4. ábra.
A funkciók
szétválasz-
tása

Az eredeti alaprajzi elrendezéshez hasonlóan a földszinten utasforgalmi területek, jegypénztár és a forgalmi szolgálat kapott helyet (4. ábra), míg az emeleten megmaradtak a szolgálati lakások. Az utascarnok és utas-WC tervezése során a vandálbiztos kialakítás és a magas esztétikai színvonal volt a cél (5. ábra).

Az utasforgalmi terek akadálymentesek, családbarát szolgáltatást nyújtanak a lehajtható pelenkázóval is felszerelt akadálymentes mosdóval. A padlót és lábazatot világos mészkővel burkolták, rejtett kivitelű, komfortos, energiahatékony padlófűtéssel kiegészítve. Rozsdamentes acél, vandálbiztos szaniterek, alacsony vízfogyasztást szavatoló öblítők és csaptelepek kerültek a mosdókba, illetve energiatakarékos lámpák a mennyezetre. Az eredeti minták alapján újragyártott külső ajtók és ablakok hőszigetelt üvegezést kaptak.

2. Új, modern típusépületek

A vonal két, jelentős utasforgalmú megállóhelyére (Maglódi nyaraló és Szentmártonkúta), az elbontott felvételi épületek helyére új típusépületeket emeltek. A két modern típusépület prototípusnak tekinthető, amely a későbbiekben a helyi igényekhez igazodva többféle léptékben, azonos arculattal megépíthető. Az alacsony tetőhajlású épület külső megjelenése modern, az alkalmazott anyagokat, színeket tekintve a fehér vakolat, a természetes, világos mészkő és az antracit színű kiegészítők jellemzik (6. ábra). Alaprajzi elren-



5. ábra.
Vandálbiztos,
de magas
esztétikai
igényt kielé-
gítő WC



6. ábra.
Maglódi
nyaraló új
típusépülete

dezése egyszerű, a funkciókat soroltan, jól elkülöníthetően tartalmazza (7. ábra). A belső terek kialakítása is modern, a váróterem belső felületeit az épület homlokzatán is alkalmazott anyagok, színek dinamikus harmóniája jellemzi (8. ábra). Az utas-WC arculatilag teljesen megegyezik a korábban bemutatott korhű típusépületek utas WC-ivel, ezeket a részleteket a vonal

teljes egészén, az épület stílusától függetlenül, egységesen alakították ki, megteremtve ezzel a MÁV Zrt. egységes utas-WC arculatának egyik lehetséges változatát.

3. Új, modern esőbeállók

Négy kisebb forgalmú megállóhelyen (Rákoskert, Pusztaszentistván, Tápiószent-



7. ábra.
A funkciók
szétválasztá-
sa az új típus-
épületben

márton, Zagyvarékas), títustervek alapján, új esőbeállók épültek. Az esőbeállók anyag- és színhasználatban, építészeti arculat szempontjából egységesek az új, modern típusú épületek építészeti arculatával.

Az építmények tervezésekor fontos szempont volt a magas esztétikai színvonal, az időtálló szerkezet és a vandálbiztos kialakítás. Ennek megfelelően az esőbeállók vasbeton szerkezetűek, kiemelt felületeik pedig, az épületekhez hasonlóan, natúr mészkő lapokkal burkoltak. Az utasforgalom számára szükséges tartozékokat, a hirdetménytárolót, a hulladékgyűjtőt és a jegykiadó automatát az építmény tömegébe süllyesztve alakították ki. Az előbbieket az elektromos kapcsolószekrénnel együtt tartós, egységes, rozsdamentes acélburkolatot kaptak (9. ábra).

4. Meglévő, nem típusépületek felújítása

A vonalon voltak olyan épületek, amelyek nem tartoztak a típusépületek közé. Ezeknek a felújítása is az egységes építészeti arculat szerint készült, az adott épület stílusától függően, a jellemzően korabeli tömegformálású épületek a II. osztályú típusépületeken alkalmazott színek, anyagok és részletek felhasználásával, korhű stílusban. A jellemzően modern tömegképzésű épületek az új, modern típusépületeken alkalmazott színek, anyagok és részletek felhasználásával, modern stílusban készültek el. Korhű stílusban felújított felvételi épületek vannak Nagykáta (10. ábra), Farnos (11. ábra) és Újszász (12. ábra) állomásokon, illetve megállóhelyeken. Modern stílusban újjáépítették fel a felvételi épületet



8. ábra.
A belső terek
kialakítása



9. ábra.
Esőbeállók
típustervek
alapján

Szőlősnaraló megállóhelyen (13. ábra). Rákoshely felvételi épülete pedig jelentős külső és belső karbantartáson esett át.

Kivitelezés

A kivitelezés során a vállalkozók számára meghatározó körülmény volt, hogy ahol vasút technológiai üzemből működő be-
rendezések voltak, ott a vasútüzem folya-

matos fenntartás mellett kellett dolgozni. A megvalósítás számos akadályba ütközött. Az eredetileg igen feszes ütemterv miatt a műszaki előkészítés engedélyezési tervdokumentáció készítése fázisában nem volt lehetőség mindenre kiterjedő, alapos tartószerkezeti feltárások elvégzésére. Bizonyos szerkezetek feltárására csak a kivitelezési közbeszerzés lefolytatása után, a kivitelezés időszakában kerülhetett sor.



10. ábra.
Nagykáta
korhű stílus-
ban felújított
felvételi
épülete



11. ábra. Farnos korhű stílusban
felújított felvételi épülete



12. ábra. Újszász korhű stílusban
felújított felvételi épülete

Két helyszínen, Menden és Szentmártonkátán, a műszaki tervezéskor feltételezett szerkezeti állapotoktól jelentősen eltérő szerkezeti állapotokra derült fény. A műszaki tartalom olyan mértékű megváltoztatására volt szükség, amely nem volt kezelhető a közbeszerzési eljárás miatt. Ezért e két helyszínen új építési engedélyezési tervdokumentáció elkészítésére, új építési engedélyezési eljárás lefolytatására, új kivitelezési tervdokumentáció készítésére és megismételt beszerzési eljárások lebonyolítására volt szükség. Ennek következtében a két épület, a többitől eltérően, csak 2015-ben, illetve 2016-ban újult meg teljesen.

Brunel-díj

A MÁV Zrt. ezzel a projektjével elnyerte a vasúti építész Oscar-díjaként is emlegetett Brunel-díjat. A nemzetközi elismerést 2014. október 15-én Amszterdamban vehette át a MÁV Zrt. építészekből álló küldöttsége (14. ábra). A Brunel-díjat negyven éve ítéli oda egy neves építészekből és formatervezőkből álló zsűri. Az elismerést először érdemelte ki a magyar vasúttársaság.

A Brunel-díj nemzetközi dizájn pályázat, amelyet a Watford-csoportban részt vevő vasúttársaságok számára 1985 óta háromévente hirdetnek meg. Az 1963-

ban brit, holland és svéd vasutak építész és formatervező szakemberei által alapított Watford-csoportnak jelenleg 24 országból közel 70 tagja van, európai országok mellett a többi között Japánból, Színgapúr-ból, Kanadából, Dubajból és az Egyesült Államokból is.

2014-ben a nemzetközi zsűriben, amelyet a holland állami főépítész vezetett, az UIC (International Union of Railways) elismert vasúti szakemberein kívül neves építészek, mérnökök és dizájnerek foglaltak helyet. Értékelésük szempontjai között az értékvédelem, az innovatív dizájn, a fenntarthatóság és az utasbarát terek kialakítása szerepelt. 2014-ben 92 pályamű érkezett be, közülük a zsűri négy kategóriában 20 díjat és 11 dicsérő oklevelet ítelt oda. A díjazottak között a MÁV Zrt. mellett holland, francia, portugál, japán, osztrák és finn vasúttársaságok is voltak.

ICOMOS-díj

A MÁV Zrt. magasépítmenyi beruházása a 120a vasútvonalon 2016. április 18-án, a Műemléki Világnapon ICOMOS-díjban részesült (15. ábra).

Az ICOMOS az UNESCO műemlékvédelmi világszervezete, a párizsi székhelyű Világörökség Bizottság állandó műemlékvédelmi szakértő intézménye.

Madácsi Gábor okleveles építész-mérnök 2003-ban szerzett építész-mérnöki diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építész-mérnöki Karán. Már egyetemi évei alatt is dolgozott egy kisebb építészirodában, majd 2005-ben önállóan alapított egy főleg építészeti tervezéssel foglalkozó céget, utána néhány kollégájával közösen alapított céget, amely jellemzően generáltervezői, generálkivitelezői és műszaki tanácsadói tevékenységet folytatott. 2013-ban mint projekt-előkészítési szakértő, építész kezdte meg munkáját a MÁV Zrt.-nél.

Summary

Nr120 railway line was handed over 12th March 1882, with standardized 2nd class and 3rd class train station buildings and watchman's houses, adjusted to local demand. Out of 17 stations and stops on the line segment involved in the project 7, almost identical 2nd class railway stations were built of the MAV series (Maglód, Mende, Sülysáp, Nagykáta, Tápiószecső, Tápiószéle, Tápiógyörgye). During the decades the buildings became outworn, lost their ornaments, and have been converted several times. Out of 17 stations and stops on the line segment involved in the project, 2 train stop buildings (Maglód nyaraló and Szentmártonkáta) and 4 train shelters at train stops with little traffic (Rákoskert, Pusztaszentistván, Tápiószentmárton, Zagyarékas) have been designed and constructed. The aim of the project was to preserve the historical buildings and to create evenly high standards on the full suburban line segment, providing the passengers with XXIst century service, and modern work environment for the employees. The project won the international Brunel Award in 2014., and the ICOMOS Award in 2016.

Az 1965-ben létrehozott civil szakmai szervezet meghatározó a világ műemlékvédelmében.

A hazánkban működő ICOMOS Magyar Nemzeti Bizottság Egyesület tagjai a



13. ábra. Szőlősnaraló modern stílusban felújított felvételi épülete



14. ábra. A Brunel-díj átvétele Amszterdamban



magyar műemlékvédelem mérvadó szakemberei. Építészek, régészek, művésztörténészek, kertépítészek, restaurátorok, történészek, vegyészek, geológusok, statikusok és a műemlékvédelemhez kapcsolódó minden más szakág képviselői vesznek részt az egyesület munkájában.

Összegzés

A 120a Budapest–Újszász–Szolnok vasútvonalon végzett, MÁV Zrt. saját forrású magasépítményi beruházások megmutatták, hogy a MÁV Zrt. is képes vonali szintű átfogó ingatlanfejlesztés sikeres elvégzésére. Ezzel méltó módon nyúlt vissza az



14. ábra. Az ICOMOS-díj átvétele



egységes építészeti arculat és tipizálás évszázados és mintaértékű magasépítményi hagyományához. A jövőben a MÁV Zrt. ingatlannal foglalkozó szakmai szerveze-

tei, okulva az átfogó beruházás tapasztalataiból és sikereiből, törekedni fognak hasonló jellegű projektek hatékony előkészítésére. ◀

FEHÉR VILL-ÁM

„Keresem a feszültséget...”

8000 Székesfehérvár, Szedres út 23.

Tel.: 06/30 9520 236 Fax: 06/22 300 118 e-mail: info@fehervillamkft.hu

25 kV-os villamos felsővezeték átalakítása, építése • Villamos előfűtő telepek átalakítása, építése, javítása, karbantartása • Távvilágítás, energiaellátás kivitelezése • Villámvédelem



Megújult kiadással ünnepeljük a MÁV Alépitményi Utasítás 90. születésnapját

Pótári Zoltán

pályalétesítményi szakértő
MÁV Zrt. MÜFTI

Alépitményi Osztály

✉ potari.zoltan@mav.hu

☎ (30) 932-5300

A MÁV alépitményi témakörben fellelhető első írásos dokumentuma ismereteink szerint éppen 90 éve, 1926-ban jelent meg *Az alépitmény és annak fenntartása* címmel. Azóta háromszor adták ki műszaki útmutatóként, míg a legújabb hatályba léptetés szerint utasítás lett. Kiadása időszerű volt az utóbbi időben a témában felmerült számtalan műszaki újdonság, a nemzetközi elvárások és nem utolsósorban a magunkkal szemben támasztott igényesség miatt. Két kötetben, cserélhető lapos megújult külsővel adtuk ki. A MÁV Zrt. D.11. Műszaki utasítása minden érdekelt fél számára kötelező. Ennek ellenére nemcsak utasításként, tankönyvként, hanem kellő ismeret esetén műszaki érdekességgént is forgathatók lapjai.

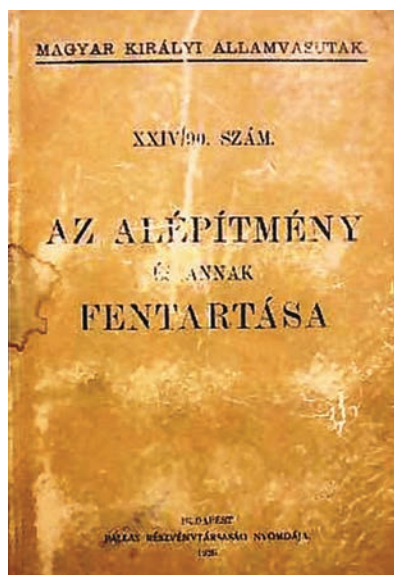
A 20/2016. (VI. 10. MÁV Ért. 10.) EVIG sz. Utasítás hatályba léptette a Vasúti alépitmény tervezése, építése, karbantartása és felújítása című D.11. Utasítás I. (44600/2014/MAV) és II. (57277/2015/MAV) kötetét 2016. július 1-jével.

A hatályba léptetéssel egy időben visszavonásra került a(z):

- 1988-ban kiadott D.11. sz. Műszaki Útmutató (108454/1987.)
- P-7702/2008. Főigazgatói utasítás: MÁV 102345/1995. PHMSZ. Alépitményi létesítmények és az ágyazati anyag minőségi átvételi előírásai utasítás I. fejezete (1–3. sz. módosítás). A zúzottkő ágyazat minőségi átvételi követelményeit tartalmazó II. fejezet (4. sz. módosítás: P-10813/2009) hatályban maradt további intézkedésig.
- P-9368/2008. sz. Előre gyártott vb. bélelem típusai című Igazgatói utasítás.
- P-9370/2008. sz. Geoműanyagok vasúti alkalmazása című Főigazgatói utasítás.

Az utóbbi két utasítás ma már ábragyűjteményként, alkalmazási segédletként funkcionál.

A MÁV Alépitményi utasítása éppen 90 éves, története 1926-ra nyúlik vissza. Akkor jelent meg a XXIV/90. sz., *Az al-*

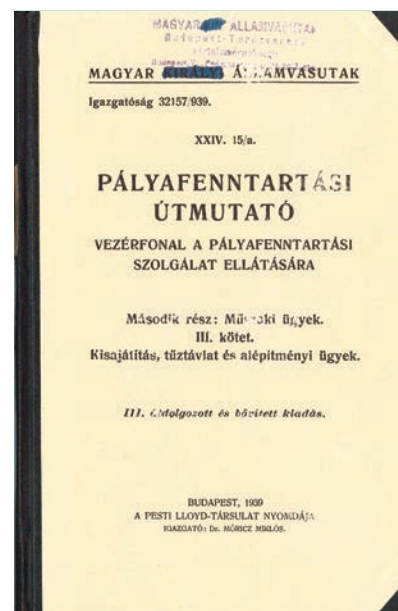


1. kép. Az 1926-ban megjelent, XXIV/90. sz., *Az alépitmény és annak fenntartása* című kiadvány borítója

épitmény és annak fenntartása című kiadvány a hidakra vonatkozó előírásokkal együtt (1. kép).

Tizenhárom évvel később, 32157/1939. jóváhagyási szám alatt 1939-ben jelent meg egy *Pályafenntartási útmutató* (Vezérfonal a pályafenntartási szolgálat el-

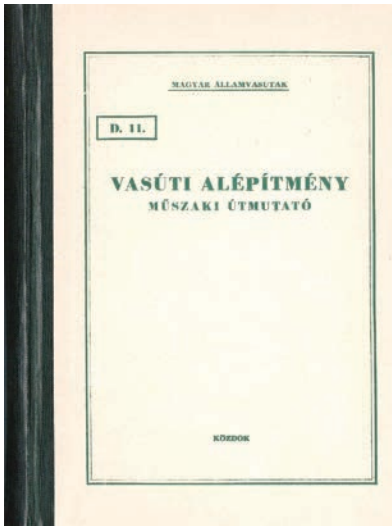
látására I. és II. rész), mely 3 kötetes volt, és az alépitményi kérdéseket két fejezet tárgyalta (2. kép).



2. kép. Az 1939-ben megjelent *Pályafenntartási útmutató* borítója

Többen emlékszünk az 1961-ben kiadott (109.563/1960.) D.11. Vasúti alépitmény című műszaki útmutatóra, amely tulajdonképpen összefoglalta az addig alkalmazott műszaki megoldásokat, technológiákat és szerkezeti kialakításokat. Ehhez képest előremutató volt az 1988-ban kiadott D.11. sz. Műszaki útmutató, mely a közel 30 évvel ezelőtti időszak műszaki fejlettségi színvonalának megfelelően foglalta össze az alépitmény kialakításának irányelveit és szabályainak gyűjteményeit (3. kép).

Az elmúlt időszakban, különösen az 1990-es évek közepétől, technikai forradalom zajlott le a vasúti pálya alépitményét illetően is. Nem véletlenül kellett kiadni az alap útmutató kiegészítéseként, de már utasításként egyebek között a 102345/1995. PHMSZ. A. az Alépitményi létesítmények és az ágyazati anyag



3. kép. Az 1961-ben hatályba léptetett D.11. Vasúti alépítmény című műszaki útmutató borítója

minőségi átvételi előírásai című utasítást, mely a P-7702/2008. Főigazgatói utasítás volt. Ez évi visszavonásáig ez az utasítás is három módosítást élt meg.

Az elmúlt két évtized sok újdonságot hozott a műszaki szabályozás, az alépítménnyel kapcsolatos szerkezetek és technológiák területén, melyek megfelelőségét a nemzetközi tapasztalatok, a tudományos eredmények, kutatások-fejlesztések is visszaigazolták. A sebesség és tengelyterhelés emelésének igénye a korábbiakban megszokotthoz képest szigorúbb követelményeket támaszt. Az újabb ismereteknek köszönhetően korszerűsödött a tervezés, tért hódítottak a számítástechnikai lehetőségek, korszerűbb és egyre összetettebb feladatok elvégzésére képes kis és nagy gépek jelentek meg. Ma már a vágányon járó alépítmény-építő géplánc alkalmazása sem számít újdonságnak. Beléptünk az Európai Unióba, és a kölcsönös átjárhatóság érdekében egységesíteni kellett a nemzeti előírásokat, szabványokat. Kötelezően kell alkalmazni az Eurocode előírásokat, és a minimális elvárásokat tartalmazó TSI-k is sorra jelentek meg. Mindez indokolta egy új, korszerű utasítás kiadásának szükségességét, de úgy, hogy a hazai gyakorlatban bevált és jól alkalmazható előírásainkat, szabványainkat lehetőleg továbbra is használni tudjuk. A MÁV Zrt. a dokumentum rangját azzal is emelte, hogy útmutató helyett utasításként adta ki.

A fenti célok elérése érdekében tekintélyes szakmai team dolgozott több éven át az utasítás szövegén. A munkát az is befolyásolta, hogy a szerkesztés időszakában is

folyamatos műszaki változások történtek, például követelményi, illetve technológiai oldalról. Figyelni kellett a bel- és külföldi szakirodalomban megjelent új eredményeket is. A szerkesztőbizottság munkájának összefogása, összehangolása a Széchenyi István Egyetem Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Karán főállásban kutatási és oktatási tevékenységet folytató munkatársak feladata volt. A szerkesztésben részt vett több, nagy gyakorlattal rendelkező szakirányú hazai tervezőcég, valamint a MÁV Zrt. és a GYSEV Zrt. szakértői, képviseltette magát a Nemzeti Közlekedési Hatóság, a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt., továbbá több kérdésben meghallgattuk többek között a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszékének képviselőit is. A megvalósíthatóság érdekében kértük ki a kivitelezők véleményét, az ő tapasztalataikat is beépítettük a gyakorlati előírásokba. Minden szerkesztőbizottsági ülésről emlékeztető készült (39 db), azokat véleményezésre megküldtük a MÁV Zrt. témában érintett vezetőinek és munkatársainak. Az elkészült „kéziratokat” véleményezték a területi igazgatóságok és a végrehajtási egységek kollégái is, majd szakmai lektorálásnak is alávetettük.

Ha valaki újra átnézi a Sínek Világa 2011. évi 5. számában a *dr. Pintérné Agárdi Veronika* által írt, Bepillantás az új D.11. Utasításba című cikkét, és összeveti a hatályba léptetett utasítás I. kötetével, igen sok szerkesztés közbeni változásra figyelhet fel.

Kijelenthetjük, hogy egy hiánypótló, korszerű utasítás született, amely nagyon jól szerkesztett formában jelenleg a legkomplexebb szakirányú előírás hazánkban.

Az új D.11. Utasítás céljai a következők voltak:

- az új európai műszaki szabályozások (pl. Eurocode 7) beillesztése az utasításba;
- paraméterek megadása, szabályozás létrehozása a $V \leq 250$ km/h sebességtartományban végzendő tervezésekhez, építésekhez;
- a legújabb szerkezetek, technológiák alkalmazási lehetőségének megteremtése;
- a tenderkiírások, a tervezési és kivitelezési gyakorlat számára ismeretek nyújtása;
- a közúti és a vasúti földmunka tervezési és építési gyakorlatának közelítése;
- a hazai gyakorlat műszaki és szervezési tapasztalatainak hasznosítása;

- igazodás a korszerű projektszervezéshez;
- a minőségbiztosítás nemzetközi követelményeinek érvényesítése;
- tegye lehetővé a vasúti alépítmény létesítési, vizsgálati, karbantartási és felújítási feladatainak egységes, azonos kezelését személytől, tértől, időtől függetlenül.

Az utasítás egyik alapjául a Német Vasutak (DB) Richtlinie 836-os számú, Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten (Földművek és egyéb geotechnikai építmények tervezése, építése és karbantartása) című előírás-gyűjteménye szolgált.

A D.11. Utasítás több fejezetrészt átvett az Útügyi Műszaki Előírás sorozatból. Ennek egyik oka az volt, hogy a közút és a vasút földmunkájának tervezése, építése a legtöbb vonatkozásban megegyező követelményeknek megfelelően, azonos technológiákkal valósul meg. Másrészt pedig az, hogy egyre inkább elmosódik a határ a közutat, illetve vasutat tervező, építő cégek között, s ez közös értelmezést, szabályozást igényel. Ugyanakkor a közutas terület geotechnikai szabályozásának korszerűsítési munkája az utóbbi években nagyon sikeresen haladt előre.

Az ISPA/KA forrásból finanszírozott, a IV. korridor (Hegyeshalom oh.–Budapest–Lőkösháza oh.) vasúti pályáin elvégzett munkák során alkalmazott utasítások EU felé történő felülvizsgálatok az alábbi megállapítást fogalmazták meg:

„Összességében elmondható, hogy a kiadásra kerülő D.11. Utasítás igazodik a jelen kor elvárásaihoz, az európai normákhoz, szabványokhoz (pl. Eurocode), és az újabb kutatásokkal és gyakorlati alkalmazásokkal alátámasztott technológiák bekerültek az ajánlásai közé.

Az Utasítás hatásköre egészen a $V \leq 250$ km/h sebességű vasútvonalak tervezéséig, építéséig terjed ki, ebben is igazodva a nemzetközi normákhoz.”

A D.11. Műszaki utasítás két kötetben tárgyalja az egyes témaköröket. Az I. kötet általános kérdésekkel és a szűkebb értelemben vett alépítményi földművel foglalkozik. A II. kötet legfontosabb fejezeteibe az alagutakkal, szintbeni vasúti átjárókkal, az ár- és belvízvédelemmel, a vasúti geotechnikai építmények fenntartásával, az alépítményi földmű felújításával kapcsolatos szabályozások összefoglalása került. A II. kötet végén található egy nem utasítás rendszerű, de mindenki számára igen hasznos tananyag, Magyarország földtana.

Az utasítás formailag így áll össze

Az I. kötet fő fejezetei:

1. Az utasítás hatálya
2. Alapfogalmak
3. Általános tervezési irányelvek
4. Geotechnikai tevékenységek
5. Hatások és ellenállások
6. Teherbírás és használhatósági követelmények
7. Az alépitményi földmű kialakítása
8. Geoműanyagok alkalmazása a vasúti alépitményben
9. Az alépitményi földmű kiegészítő rétege
10. A földmű és a híd közötti átmeneti szakasz kialakítása
11. Földrézsrűk
12. Sziklarézsrűk
13. Partvédelem
14. Víz- és talajvédelem
15. A földművek biológiai védelme
16. Beépített és kiegészítő létesítmények
17. Töltésalapozás
18. Támszerkezetek
19. A vasúti pálya víztelenítése

A II. kötet fő fejezetei:

1. Alagutak
2. Átereszek
3. Vasút alatti keresztezések és a vasút megközelítése
4. Szintbeni vasúti átjárók
5. Peronok
6. Egyéb építmények
7. Vasúti rakterületek
8. Ár- és belvízvédelem
9. A vasúti geotechnikai építmények fenntartása
10. A vasúti alépitményi földmű felújítása, rehabilitációja
11. Földépitmények és egyéb geotechnikai építmények építésének, felújításának dokumentálási kötelezettségei
 1. Melléklet: Betartandó és az utasítás tárgyához kapcsolódó előírások (az utasítás szerkesztésekor)
 2. Melléklet: Magyarország földtana

Mivel a korábbiakhoz képest számos új fogalommal kell megismerkedni, már az utasítás elején van egy alapfogalmakat definiáló (I. 2.) fejezet, de csaknem minden fejezet előtt is található az aktuális részhez tartozó magyarázó rész. Nem kell minden esetben új fogalomra gondolni, előfordul, hogy a definíció megfogalmazására tisztázó, pontosító céllal került sor.

A szigorú követelményeknek való megfelelés igénye miatt a D.11. Utasítás egyik legfontosabb célja, hogy a tervezési,

a kivitelezési és a karbantartási tevékenységben a geotechnikai minőséget emelje a geotechnikai vonatkozású szabályok részletes megfogalmazásával és a geotechnikai tervező és szakértő szerepének erősítésével.

A geotechnikai tevékenység (I. 4. fejezet) kiterjed a szükséges talajvizsgálatok tervezésére, kivitelezésére, eredményeinek értékelésére és az alkalmazandó geotechnikai megoldások és szerkezetek tervezésére, kivitelezésére, műszaki felügyeletére, megfigyelésére és fenntartására.

A geotechnikai tevékenység célja, tartalma függ a megoldásra váró feladat, illetve az építmény jellegétől, a természetes és az épített környezet jellegzetességeitől, valamint a megrendelő igényeitől, és természetesen az építmény létesítésének aktuális fázisától.

A geotechnikai szolgáltatáson a geotechnikai tevékenységek összességének eredményét értjük, melyek megvalósításakor a D.11. Utasításban leírt követelményeket kell felhasználni.

Pontosan meghatározták a talajok osztályozását, a Talajvizsgálati jelentés fogalmát. Geotechnikai terv készítésére akkor van szükség, ha az építendő szerkezet és a talajkörnyezet kölcsönhatása felmerül, ha a szerkezetekre jutó hatásokat, illetve a szerkezetek ellenállását és elmozdulásait a talajkörnyezet lényegesen befolyásolja. Mindezeknek mindig igazodniuk kell a projekt aktuális állapotához, a hozzá tartozó tervfajtaéhoz, hiszen a geotechnikai szolgáltatások és a projektszakaszok kapcsolatának nagyon szorosnak kell lennie. Ehhez pontosan ismernünk kell a geotechnikai feladat nehézségét, amelyet kategóriába sorolással minősítünk. A geotechnikai tevékenységeknél kell meghatározni az alkalmazandó dokumentumok általános tartalmi és minőségi követelményeit.

A vasúti forgalomból adódó hatások (I. 5. fejezet) a felépitmény szerkezeteken keresztül adódnak át az alépitményi földműre. Az ebből származó feszültségek terjedését a földműben egyenes vonalakkal határolt nyomott zónán belül kell megadni. Meg kell különböztetni két zónát, a belső és a külső nyomott zónát, valamint a támasz zónát is. Figyelembe véve az előbbiekből származtatott dinamikus hatásokat is, az alépitménynek mindezek elviselésére megfelelő teherbírás és használhatósági határállapottal kell rendelkeznie, ezért ezek követelményrendszerét (I. 6. fejezet) pontosan meg kellett határozni.

Az alépitményi földmű kialakításának előírásait az I. 7. fejezet tartalmazza. Itt határozták meg a keresztmetszeti kialakítási lehetőségeket. Ez a fejezet írja le a talajok minősítését földműanyagként való általános alkalmasságuk szerint, az építéstechnológiai célú minősítéseket, mint például a tömöríthetőség, a vízvezető képesség, az erózióérzékenység, fagyveszély, térfogatváltozási hajlam stb. Meghatározták a földművel szemben támasztott követelményeket, az előírt tömörségi és teherbírás értékeket, azok vizsgálati és mérési eredményeinek kiértékelési módszereit.

A gyors ütemű fejlődés miatt igen sok újdonságot tartalmaz a geoműanyagokra vonatkozó (I. 8.) fejezet. Külön felhívom a figyelmet a 35. táblázatra, amely a geoműanyagok és funkcióik jelentőségét mutatja be az egyes alkalmazási körökben, valamint a 36. táblázatra, amely a geotextíliák GRK-minősítését adja robusztussági szempontból. Az itt leírtakat jól kiegészíti az utasítások közül visszahívott P-9370/2008. sz. Geoműanyagok vasúti alkalmazása című egykori Főigazgatói utasítás ábragyűjteménye. Sajnálatos, hogy az alépitmény elvárt 50 éves korához viszonyítva a geoműanyagokkal szemben nincs elegendő tapasztalatunk, emiatt a gyártók ajánlásaira, illetve laboratóriumi vizsgálati eredményekre tudunk csak támaszkodni.

Egy egész fejezetet (I. 9.) szenteltünk az alépitményi földmű kiegészítő rétegének, ami új fogalom, és annak ellenére, hogy nem a földmű része, egyértelműen a vasúti pálya alépitményének szerkezeti eleme. Meg kell ismerni a szemcsés kiegészítő réteg fajtáit, mint SZK1, SZK2 és az azokkal szemben támasztott követelményeket, illetve a kiegészítő réteg elhagyhatósági kritériumát. Ideje elfelejteni az eddig általánosan alkalmazott „homokos kavics + terfil” megfogalmazásokat a műszaki leírásokban!

A földmű és a híd közötti átmeneti szakasz kialakítása (I. 10. fejezet) a vasúti pálya frekvenciált szakasza, nem teljesen körülményes kivitelezés esetén fokozott fenntartási igényű. Nemcsak a geotechnikustól, de a híd tervezőjétől is nagy odafigyelést igényel. A tervezésnek műszakilag indokolt esetben ki kell terjednie a két oldalról csatlakozó 50-50 m hosszú pályaszakaszra is, amit a geotechnikusnak, a híd- és a pályatervezőnek közösen kell kidolgoznia. Az átmeneti szakasz hosszát a pályára engedélyezett sebesség, a közle-

Pótári Zoltán 1983-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán, majd 1990-ben szakmérnöki diplomát is ott szerzett. 1983-tól a MÁV Szolnoki Pályafenntartási Főnökségen szakaszmérnök, 1992-től vezetőmérnök, főmérnök a szervezeti változásoknak megfelelően. 2004-től a MÁV Zrt. EU Program Igazgatóságán, 2007-től pedig a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.-nél volt projektvezető. 2010-ben tért vissza a MÁV Zrt.-hez, ahol alépitményi területi főmérnökként dolgozik, jelenleg a Műszaki Felügyeleti és Technológiai Igazgatóság Pályalétesítmenyi Főosztály Alépitményi Osztályán. A MÁV Zrt. Baross Gábor Oktatási Központjában a Vasúti alépitmény tárgy oktatója.



4. kép. Talajtámfal

kedő vontató- és vontatott járművek tengelyelrendezése és a járműterhelés függvényében kell megállapítani.

A Föld és Sziklarézsűk kialakítását mutatja be a következő (I. 11. és 12.) két fejezet. A partvédelmi kérdéseket a 13., a víz- és talajvédelmi rendelkezéseket a 14., míg a földmű biológiai védelmét a 15. fejezet tárgyalja. A 16. fejezetben a földműbe beépített és kiegészítő létesítmények, így például a kábelvezetések lehetőségeinek kérdései kerültek a földmű, elsősorban a vasúti pálya víztelenítése szempontjából.

Az I. 17. fejezetébe a töltésalapozás Magyarországon már alkalmazott lehetőségei és azok meghatározó előírásai kerültek. Az I. 18. fejezet a támszerkezetek témakörét dolgozza fel (4. kép).

Az I. 19. fejezet a vasúti pálya víztelenítését tárgyalja, ahol kiemelendő, hogy az 50 éves távlatra tervezett alépitmény és a vasúti pálya víztelenítésének hidraulikai méretezését 20 éves gyakoriságú csapadék alapulvételével kell végezni.

A II. kötet 1. fejezete a föld alatti építmények, műtárgyak, pontosabban az alagutak témakörét tárgyalja. Hazánkban nincs túl sok vasúti alagút, még kevesebb építése várható a közeljövőben, ennek ellenére a téma gyakori aktualitása főként a meglévő műszaki állapota miatt megkívánta az aránylag bő terjedelmű feldolgozást. Gyakorlatilag a szakirodalma is hiányzik hazánkban, ezért mindenképpen indokolt volt egy átfogó ismeret adó anyag kiadása.

Az átérseket (II. 2. fejezet), a vasút alatti keresztezéseket és a vasút megköze-



5. kép. Egyéb építmények a földműben

lítését (II. 3. fejezet) csak érintőlegesen említik ezekben a fejezetekben az ott leírtak miatt, de a Hídszabállyzattal teljes összhangban.

A következő (II. 4.) fejezet részletesen tárgyalja a szintbeni vasúti átjárókra, azok létesítésére, tervezésére és megszüntetésére vonatkozó előírásokat, meghatározza a rálátási háromszöget és a vasúti átjárók kialakításának módjait mind a közúti, mind a kerékpáros és gyalogos átvezetésekkel kapcsolatban.

A peronoknál (II. 5. fejezet) pontosították a méretekre és kialakításra, burko-

latra vonatkozó előírásokat – főként az akadálymentességre vonatkozóan – annak érdekében, hogy a fogyatékkal élők is biztonsággal használhassák.

Az Egyéb építmények (II. 6.) fejezet a jelzőoszlopok és árbócok, a zajárnyékoló falak, felsővezeték-tartó és a térvilágítási oszlopok alapjainak kialakítási szempontjait mutatja be vasúti pálya, illetve annak víztelenítése centrikusan (5. kép).

A vasúti rakterületek (II. 7. fejezet) után az ár- és belvízvédelmi kérdéseket és feladatokat tartalmazza a II. 8. fejezete.

A II. 9. fejezete a vasúti geotechnikai

6. kép.
Alépítmény-
építő géplánc



építmények fenntartásával, felügyeleti előírásaival foglalkozik, ez utóbbi a D.5. sz. Pályafelügyeleti Utasítással szinkronban. Itt mindenképpen fel kell hívni a figyelmet arra, hogy hosszú távon szükséges az alépítményi munkakörök megteremtése – feltöltése igazgatósági szinten (alépítményi szakértő, illetve szakaszmérnök) és egy

alépítmény-diagnosztikai utasítás kiadása is. A II. 10. fejezete a vasúti alépítményi földmű felújításának és rehabilitációjának módszereit és előírásait tartalmazza, ami ma a leggyakrabban előforduló feladat. Összefoglalták a földmunkás és a vágányon járó nagygépes technológia előnyeit és hátrányait, ezzel tulajdonképpen a kivitelezéskor alkalmazandó technológia (6. kép) kiválasztását is elősegítve. Főként az üzemeltetők számára fontos a karbantartási és kisebb felújítási munkák végzése során a rövid hosszúságú alépítményi beavatkozásra előírtak betartása. Kiemelendő, hogy alépítményi szempontból is a homogenításra kell törekedni. A fejezet a továbbiakban a földművek romlásával és helyreállításával foglalkozik.

Végül, de nem utolsósorban, a földépítmények és egyéb geotechnikai építmények építésének, felújításának dokumentálási kötelezettségeit is összefoglalja az utasítás.

A II. 11. fejezete tartalmazza azt, hogy a kivitelezőknek milyen dokumentumokat, vizsgálati, mérési és megfelelőségi jegyzőkönyveket kell átadniuk az üzemeltető számára, amelyeket meg is kell őrizni.

Az 1. Melléklet az utasítás szerkesztésekor figyelembe vett előírások gyűjteménye annak érdekében, hogy esetleges pontosításhoz, további magyarázathoz az eredeti szabványt vagy utasítást is elő lehessen keresni.

A 2. Melléklet Magyarország földtanának leírása, ami tájékoztató jellegű, de jól

kiegészíti az utasításhoz szükséges ismereteket. Hasznos információkat tartalmaz az üzemeltetőknek az általuk felügyelt terület földtani viselkedésének megértéséhez, és a kivitelezők felkészülését is jól segíti az építési környezet talajviszonyainak megismerésében.

Az utasítás tehát sok új információt tartalmaz, tanulmányozása minden szakember számára elengedhetetlen, és kellő ismerete után műszaki érdekességgé is alkalmazható. A vasúti pálya alépítményi kérdéseinek kezelésére, új szemléletre, gondolkodásmódra van szükség. Viszonylag gyorsan fejlődő szakterületről lévén szó, a várható változtatási igény, a tapasztalati információk frissítése miatt cserélhető lapos kivitelben készült. Reméljük, mindenki megelégedéssel forgatja a 90. születésnapjára megújult D.11. Utasítást, és megfelelően előkészítettük a tíz év múlva esedékes centenáriumnak megünneplését. «

Irodalomjegyzék

108454/1987. D.11. sz. Műszaki Útmutató, Vasúti Alépítmény.

MÁV Utasítások gyűjteménye.

(https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/mav_utasitasok_gyujtemenye_2015_01_19.pdf)

MÁV Zrt. D.11. Utasítás Vasúti alépítmény tervezése, építése, karbantartása és felújítása I–II. kötet.

Summary

The first written document of MÁV which is discoverable in substructure subject according to our knowledge was published just 90 years ago in 1926 with the title of Substructure and its maintenance. Since that time it was published three times as technical guide, while according to the newest taking into force it became a regulation. Its publication was in-place due to the numberless technical novelties and international demands came up lately and last but not least due to exaction raised against ourselves. It was published in two volumes with renewed appearance of changeable sheets. MÁV Co's D.11. Technical Regulation is compulsory for all the interested parties. On the contrary its pages can be turned over not only as a regulation, school-book but in case of appropriate knowledge as a technical curiosity.

Geoműanyagok alkalmazása a vasúti alépítményi földműben (1. rész)

A nem szőtt geotextíliák funkciói

Cikksorozatunkkal az a célunk, hogy a mindennapokban hasznosítható segédletet állítsunk össze az alépítményi munkáknál használt geoműanyagok alkalmazásához. Szeretnénk megismertetni a geoműanyagok alkalmazási feltételeit, megkönnyíteni kiválasztásukat a megjelent D.11-es Utasítást követve tervezői, kivitelezői és üzemeltetői oldalról. Sorozatunk bemutatja a leggyakrabban használt geoműanyagokat a nem szőtt geotextíliáktól kezdve az erősítő feladatot ellátó geoműanyagokon át egészen a speciális területeken alkalmazottakig. Az első részben a nem szőtt geotextíliák vasúti alépítményben betöltött funkcióit követjük végig a D.11-es Utasítás alapján, a funkció szerinti megfelelő minőségű termék kiválasztási menetének, befolyásoló tényezőinek és előírásainak bemutatásával.



Gönczi Emese*
építőmérnök,
ügyvezető igazgató
Geosynthetic Kft.

✉ info@geomuanyag.hu

☎ (70) 333-7569



Szatmári Tamás
alkalmazásmérnök
Bonar Geosynthetic Kft.

✉ tamas.szatmari@lowandbonar.com

☎ (70) 383-2954

A vasúti felépítmény hosszú távon fenn tartható megfelelő minőségének egyik legfontosabb alapfeltétele az alépítmény geotechnikai szempontból műszakilag kifogástalan állapota. Ennek teljesüléséhez a tervezők, kivitelezők és üzemeltetők egyik legfőbb eszköze az újonnan kiadott D.11-es Utasítás ismerete és alkalmazása.

Az új D.11-es utasítás egyik legfőbb célja a geotechnikai minőség emelése mind a tervezési, a kivitelezési, mind pedig a karbantartási tevékenységben, amelynek legfontosabb sajátosságai az alábbiak:

- az új és bevált európai műszaki szabályozások beillesztése az utasításba;
- a legújabb technológiák beépítése, azok feltételrendszerének szabályozása;
- az útügyi műszaki előírás-sorozat ide vonatkozó elemeinek beépítése, tehát a közúti és a vasúti földmunka építési gyakorlatának közelítése;
- valamint a geoműanyagok korszerű funkcióin, alkalmazási körein, jellemzőin és követelményeiben alapulva az azoknak megfelelő tervezési részletek definiálása az utasításban.

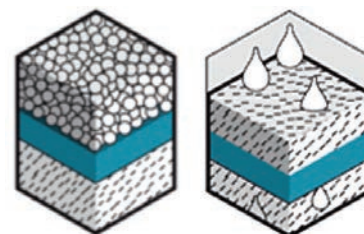
A fentiek alapján a szakmában legismertebb és minden bizonnyal a leggyakrabban alkalmazott geoműanyag, a nem szőtt geotextília (1. ábra) tervezési alapelveit is valamelyest átdolgozták, követve ezzel a nemzetközi tendenciát, továbbá figyelembe véve a sebesség és tengelyterhelés emelésével együtt járó szigorúbb követelményeket.

Funkciók a vasútépítésben

A nem szőtt geotextíliáknak több fontos funkciójuk is lehet a vasúti alépítményben, amely funkciókat (vagy funkciókat) azok betervezése során az első lépésként kell megállapítani, hogy ezek alapján a számszerűsített követelményeket és releváns paramétereket ki tudjuk választani. A leggyakoribb ilyen funkciók a vasútépítésben az elválasztás, a szűrés, a drénezés, valamint a védelem. Ezek tervezésével kapcsolatban a D.11-es Utasítás 8.6.2-es pontja ad részletes útmutatást. A felsorolt funkciókat kiterjesztve az adott beépítési környezetben egyszerre több funkció (alkalmazási kör) is szerephez juthat.

A nem szőtt geotextíliák „egyszerűségéből” adódóan az esetek többségében a feladat és a beépítési körülmények ismerete elegendő ahhoz, hogy megadjuk a kívánt követelményeket és minimális paramétereket, ezért cikkünkben azokat a funkciókhoz kapcsolva tárgyaljuk. A D.11. Utasítás megfogalmaz egy fontos követelményt a geoműanyagokkal kapcsolatban, és ez a geotechnikai megfelelés, tehát az alkalmazási körből eredő funkciók teljesítése, amelyet a méretezés és konstrukciós kialakítás, illetve a megfelelő beépítési módszer biztosít.

Elválasztás és szűrés



Általánosan bevett javítási módszer az ágyazati rétegek feliszapolódására, rétegvastagságuk nemkívánatos csökkenésére a rendszeres karbantartás, ami első sorban a sínek megemelését és a zúzottkő ágyazat rostálását, utánpótlását igényli. A megfelelő minőségben beépített nem szőtt geotextíliák az elválasztó és szűrési funkciójuk segítségével meggátolják a

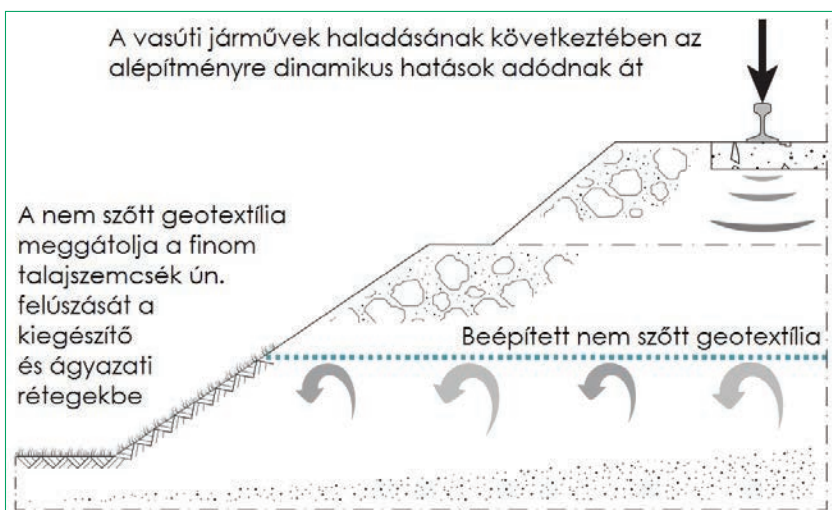


1. ábra.
Nem szőtt geotextíliák

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2014/3. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.



2. ábra. Feliszapolódott ágyazat, az elválasztás és szűrés hiánya
(Fotó: Dr. Fischer Szabolcs)



3. ábra. A nem szőtt geotextiliák elválasztó és szűrő funkciója a vasútépítésben

szerelvények kerekei okozta dinamikus függőleges terhek hatására történő finom talajszemcsék ún. felúszását, ezzel segítik, hogy a zúzottkő ágyazat megtartsa teherbírását és szabad vízvezető képességét (2. ábra).

A nem szőtt geotextília az elválasztás funkciót akkor teljesíti, ha a beépítés során (valamint természetesen annak tervezési élettartalma során) működő hatások nem szakítják el vagy nem lyukasztják át. E célból a nem szőtt geotextiliákat robusztussági (GRK) kategóriákba sorolhatjuk, méghozzá azok átszakítási ellenállása és területi sűrűsége alapján.

A geotextiliák elválasztó funkcióra tervezése esetén tehát a geotextília fölé kerü-

lő talaj jellemzői, annak beépítés módja, valamint a megrendelő tapasztalatai szerint várható építésforgalmi igénybevétel alapján tudjuk a megfelelő robusztussági osztályt megállapítani, amiből a kívánt geotextília-jellemzők „kinyerhetők”.

A vasútépítésben – mérlegelve a felmerülő építési technológiákat, építési forgalmat és egyéb specifikus befolyásoló tényezőket – a geotextiliákkal szemben támasztott minimális követelményrendszer a D.11. Utasítás alapján, elválasztó funkció esetén a következő (8.6.2. [5] pont):

- szakítószilárdságuk (hossz- és keresztirányban egyaránt) az EN ISO 10319 szabvány szerinti minimum 10 kN/m;
- szakadónylásuk (hossz- és keresztirány-

ban egyaránt) az EN ISO 10319 szabvány szerint minimum 20%;

- az EN 12224 szerinti minimum 7 nap tartósság a telepítés és a lefedés között;
- robusztussági osztályuk minimum GRK 4, ami 2,5 kN CBR statikus átszakítási ellenállást irányoz elő.

A nem szőtt geotextiliák esetében általánosságban megállapítható, hogy az elválasztás és szűrés mint megkövetelt funkció együttesen jelenik meg (sőt gyakran ezekhez a drénezés is társul). Hiszen egy földműtükörszintre telepített geotextília vagy egy szivárgótestbe beépített anyag esetén is megjelennek mindkét funkció ismérvei, a különböző talajréteget el kell egymástól választania, a vizet át kell engednie, a finom talajrészeket viszont nem (3. ábra). Ezek alapján elmondható, hogy majdnem minden vasútépítésnél beépített nem szőtt geotextília esetén érdemes a már felsorolt minimális paraméterek mellett a jellemző nyílásméretet és a síkra merőleges vízáteresztést is megállapítani. Itt viszont meg kell jegyezni, hogy a mai „modern” nem szőtt geotextiliák előállításánál ez egy fontos gyártástechnológiai szempont. Leggyakrabban a következő intervallumokat használhatjuk, amelyeket a gyártók rendre tudnak is tartani:

- síkra merőleges vízáteresztés (Vlh50) az EN ISO 11058 alapján 0,04 m/s és 0,12 m/s között;
- jellemző nyílásméret az EN ISO 12956 alapján 0,06 mm és 0,1 mm között.

A nem szőtt geotextiliákat vasútépítési projektek esetén leginkább elválasztásra és szűrésre használják, de ezek kiegészülhetnek még drénező és/vagy védelmi funkcióval is (4. ábra).

Drénezés



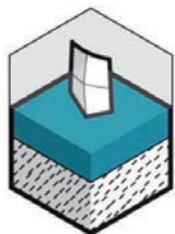
Drénezéssel a termékek saját síkjukban elvezetik a talajból feljűk áramló vizet, amivel a talaj nedvességtartalmát lehet csökkenteni. Kis vízhozam esetén erre a célra nem szőtt geotextiliát is alkalmazhatunk, jelentősebb vízhozamnál viszont úgynevezett vízvezető geokompozit alkalmazása javasolt. Nem szőtt geotextília főleg kö-

Szatmári Tamás okleveles építőmérnök diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem szerkezet-építőmérnök mesterszakán szerezte. Munkája során 2010 óta foglalkozik a geoműanyagok tervezésével, alkalmazásával, főleg geotechnikai és infrastrukturális létesítmények, szerkezetek vonatkozásában.

tött talajok, töltések, altalajok víztelenítésére alkalmas, hiszen ebben az esetben a talaj függőleges vízelvezető képessége minimális, a geotextília pedig saját síkjában kis lejtéssel fektetve is nagyobb transzmisszivitással rendelkezik, így az a lejtés irányában el tudja szállítani a vizet. Ebben az esetben azonban nagyon fontos a terveken feltüntetni, hogy a geotextíliát az árokig, a hossz-szivárgóig ki kell futtatni.

Általánosságban, amennyiben a geotextília síkjában mérhető vízáramlás (EN IS 12958) a 0,003 l/ms értéket meghaladja, már beszélhetünk drénező funkcióról, és ez az érték a speciális építési körülményektől eltekintve minimálisnak is tekinthető.

Védelem



Vasútépítési projekteknél geotextília termetek védelmi funkcióra ugyan ritkán kell tervezni, de csatlakozó hídfők és támszerkezetek esetén a szigetelés, esetleg geomembránok védelmére építhetők be geotextíliák. Ilyenkor az igények megállapításához a következő körülményeket kell mérlegelni:

- a beépítendő szemcsés anyag legnagyobb szemcseméretét és érdességét (lekerekített vagy tört szemcsés);
- építési technológiákat és a munkagépek hatását a védendő szerkezetre.

A védelmi funkciót ellátó geotextíliák minimális vastagsága 2,5 mm a D.11-es Utasítás alapján (8.6.2. [6] pont), amelynél talán még fontosabb paraméter az anyag statikus átszakítási ellenállása (EN ISO 12236), valamint a dinamikus lyukasztási ellenállása (EN ISO 13433), hi-

szen ezek az értékek adják meg, hogy a geotextília milyen mértékben ellenálló a különböző statikus és dinamikus hatásokkal szemben. Az említett tulajdonságoknál a következőket érdemes minimálisnak tekinteni védelmi funkció esetén:

- Statikus átszakítási ellenállás (CBR): ≥ 6 kN;
- Dinamikus lyukasztási ellenállás (kúpejtés): ≤ 9 mm;

Detektálhatóság

A D.11. Utasításba új funkcióként bekerült a nem szőtt geotextíliákkal kapcsolatban a mérési határfelület biztosítása (9.4.1. [1] pont), melyet a radarral detektálható geotextília biztosít. „Az (át) építést követő méretellenőrzés megkönnyítésére, majd pedig a teherviselő rétegszerkezet üzem alatti alakváltozásainak megfigyelésére olyan geoműanyagok beépítése szükséges, amelyek georadarral érzékelhetők.” Ebben az esetben a nem szőtt geotextília kiválasztása az elválasztó funkcionál leírtak szerint történik (8.6.2. [5] pont), kiegészülve a detektálhatóság feltételeivel (9.4.1. [8] pont), lévén a teljes nyomvonal mentén szükséges teljesülnie mind az elválasztó, mind a detektálhatósági funkciónak, a beépítési technológiától függetlenül.

Bízunk benne, hogy sorozatunkkal sikerül jól hasznosítható tudást adtunk át a szakembereknek a geoműanyagokról, azok funkció és alkalmazási terület szerinti kiválasztásáról és a D.11. Utasításban részletezettek szerinti meghatározásukról. Mivel az utasítás kiterjed valamennyi, a MÁV Zrt. által működtetett normál nyomtávú közforgalmú és technológiavágányok alépítményének tervezésére, építésére és üzemeltetésére, így ezekkel a változásokkal minden vasútépítéssel

Summary

The aim of our article series was to prepare a technical manual aid daily applicable for the application of geosynthetics used at substructure work. We would like to present the application conditions of geosynthetics, to facilitate their choice following the published D.11. Regulation from designer, contractor and operator side. Article series presents the most frequently used geosynthetics starting from non-woven geotextiles, through the geosynthetics supplying reinforcing task, to the ones applied on special areas. In this article we follow up the functions of non-woven geotextiles in the railway substructure on the base of D.11 Regulation by presenting the selection process, the influential facts and prescriptions of the appropriate quality product according to the function.

foglalkozó szakembernek érdemes megismerkednie a jó minőségű vasúti pályák kivitelezése és azok fenntartása, karbantartása érdekében. «

Irodalomjegyzék

A D.11. Utasítás. Vasúti alépítmény tervezése, építése, karbantartása és felújítása, I. kötet, 2014, MÁV Zrt.

Dr. Horvát Ferenc (2016): A vasúti alépítmény legfontosabb minőségi követelményei a D.11. Utasítás alapján. Minnotech 2016 Konferencia.

Dr. Fischer Szabolcs, Eller Balázs, Kada Zoltán, Németh Attila: Vasútépítés. Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr, 2015, 331 p., ISBN: 978-615-5298-68-4.

4. ábra.
Nem szőtt
geotextília
beépítése





A 66. Vasutasnap

Idén a vasutasnap ünnepségek július 6-án, a MÁV székházában, a vezérigazgató-helyettesi dicsérek átadásával kezdődtek. A kitüntetéseket Dávid Ilona elnök-vezérigazgató asszony, Bádonfainé Szikszay Erzsébet, a MÁV Szolgáltató Központ Zrt. vezérigazgatója és Bánhidi-Nagy Attila, a MÁV Zrt. humánerőforrás vezérigazgató-helyettese jelenlétében Pál László általános vezérigazgató-helyettes adta át.

A tisztavatás július 8-án volt a Vasúttörténeti Parkban, majd itt vehették át az arra érdemesek a kitüntetéseket. A résztvevőket a kormány részéről Tasó László közlekedéspolitikáért felelős államtitkár, míg a MÁV Zrt. részéről Dávid Ilona elnök-vezérigazgató asszony köszöntötte. A magasabb szintű kitüntetéseket személyesen az államtitkár adta át.

„Ez a pálya az önöké”

A vállalati vezetői elismerések átadása előtt július 6-án Pál László, a MÁV Zrt. általános vezérigazgató-helyettese a MÁV székház nagytermében mondott ünnepi beszédet.

„Néhány nappal ezelőtt kezembe került egy újsághirdetés, amelyben a MÁV-csoport Keleti pályaudvaron rendezett állásbörzéjét népszerűsítettük. Tiéd a pálya! – szolt a júniusi rendezvény hirdetésének szlogenje. Megakadt rajta a szemem. Tiéd a pálya! – olvastam el még egyszer, és elgondolkodtam. Milyen egyszerű, rövid mondat, s mégis milyen sok jelentést hordoz magában!

Fiatalon, kezdő vasutasként hozzám hasonlóan valószínűleg önök is úgy érezték: miénk a világ, miénk a pálya, majd mi megmutatjuk, hogyan kell ezt csinálni. Aztán kiderült, hogy az a bizonyos pálya nem is olyan egyenes, a dolgok nem mindig olyan egyszerűek és maguktól értedődők, mint gondoltuk. Miénk, pályavasúti dolgozóké lett a pálya nemcsak a szó átvitt, hanem tényleges értelmében is: a mi felelőségünk lett a pályahálózat és a kapcsolódó infrastruktúra működtetése, karbantartása és fejlesztése. Munkánk során számos nehézséggel kellett – és kell még ma is – megküzdünk, utunkat sokszor virtuális-bürokratikus vagy éppen teljesen valós szűk keresztmetszetek és lassújelek nehezítik.

A vasút számunkra nem csupán egyszerű kereseti lehetőség, hanem hivatás, amelyet szívvel-lélekkel

végzünk. Ezért lehetséges, hogy a pályánkon tapasztalt nehézségek örömforrásként is szolgálnak számunkra: minden egyes megoldott probléma, minden rendbe hozott vasúti pályaszakasz, minden modernizált biztosítóberendezés és valamilyen felújított állomásépület azt üzeni: jó munkát végeztünk!

A közmondás úgy tartja, a jó munkához idő kell. No meg jó szakemberek – teszem hozzá. Eredményeket csak úgy érhetünk el, ha felkészült, lelkiismeretes, pályájukat szerető és munkájukat örömmel végző szakembereink vannak. Olyanok, mint önök. A vasúti fejlesztéseket a magyar kormány, az Európai Unió és természetesen a MÁV Zrt. vezetése is támogatja. Ám a jövőbe mutató elképzelések csupán ábrándok maradnak az azokat hozzáértéssel megvalósító – mondhatni, pályára állító – szakemberek nélkül, és a bőséges anyagi források sem érnek semmit, ha nincs, aki szakszerűen, a célnak megfelelően fel tudja használni őket.

A magyar nemzeti vasúttársaság fejlődése végső soron tehát az önök kezében van – ez a pálya az önöké. Számunkra pedig megtiszteltetés, hogy önökkel dolgozhatunk. A MÁV Zrt. hosszú évek-tizedek óta támaszkodhat és számíthat a lojalitásukra, az elhivatottságukra és a szakmaszeretükre. A mai napon ezért szeretnénk köszönetet mondani önöknek. A vasúttársaság vezetői nevében szívből gratulálok valamennyiüknek a kitüntetéshez!”

(Forrás: Vasutas Magazin, 2016. július)

A 66. Vasutasnap alkalmából kitüntetett munkatársaink

Közlekedésért érdemérem

Kiss Gábor műszaki hálózati koordinációs vezető,
Műszaki Felügyeleti és Technológiai Igazgatóság

Miniszteri elismerő oklevél

Sztrányai György mérnöki és műszaki ellenőrzési
főosztályvezető, Műszaki Lebonyolítási Igazga-
tóság, Mérnöki és Műszaki Ellenőrzési Főosztály

A Vasút Szolgálatáért arany fokozat

Futó László főpályamester, Pályavasúti Terüle-
ti Igazgatóság Pécs, Pályafenntartási Főnökség
Dombóvár, PFT Szakasz Siófok

Kelemenné Bándoli Melinda igazgatóhelyettes,
MÁV KfV Kft.

Kolozsvári Sándor vonalkezelő, Pályavasúti Területi
Igazgatóság Miskolc, Pályafenntartási Főnökség
Miskolc

Stráner György területi pályalétesítményi szakértő,
Pályavasúti Területi Igazgatóság Debrecen, Terü-
leti Pályalétesítményi Osztály Debrecen

A Vasút Szolgálatáért ezüst fokozat

Daczi László pályalétesítményi szakértő, Műszaki
Felügyeleti és Technológiai Igazgatóság, Pályalé-
tesítményi Főosztály, Pályafenntartási Osztály

Fekete Gyöngyi területi pályalétesítményi szakértő,
Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Terü-
leti Pályalétesítményi Osztály Budapest

Koczorné Kováts Antónia beruházási projektkoor-
dinátor, MÁV Zrt. Műszaki Lebonyolítási Igazga-
tóság, Mérnöki és Műszaki Ellenőrzési Főosztály,
Műszaki Lebonyolító Osztály Szombathely

Orbán Zsolt pályavasúti területi igazgató, Pályavas-
úti Területi Igazgatóság Pécs

Radvánszky Kázmér pályafenntartási főnökségve-
zető, Pályavasúti Területi Igazgatóság Szombat-
hely, Pályafenntartási Főnökség Szombathely

Elnök-vezérigazgatói dicséret

Drucskó István Péter pályalétesítményi vezető mér-
nök, Pályavasúti Területi Igazgatóság Miskolc, Pá-
lyafenntartási Főnökség Miskolc

Harkányi Szilvia szakaszmérnök, Pályavasúti Terü-
leti Igazgatóság Budapest, Híd és Alépítményi
Főnökség Budapest

Karácsony Tamás területi pályalétesítményi osz-
tályvezető, Pályavasúti Területi Igazgatóság Mis-
kolc, Területi Pályalétesítményi Osztály Miskolc
Süli László technológiai központvezető, Műszaki

Felügyeleti és Technológiai Igazgatóság, Techno-
lógiai Központ

Szencziné Nagy Margit beruházási projektkoordi-
nátor, MÁV Zrt. Műszaki Lebonyolítási Igazga-
tóság, Mérnöki és Műszaki Ellenőrzési Főosztály,
Műszaki Lebonyolító Osztály Debrecen (Záhony)
Vinek Péter divízióvezető, MÁV FKG Kft. Szeged

Vezérigazgató-helyettesi dicséret

Asztalos István János kiterőlakatos, Pályavasúti Te-
rületi Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Fő-
nökség Budapest Kelet, PFT Szakasz Ferencváros
r. pu.

Balázsi Vendel főpályamester, Pályavasúti Terüle-
ti Igazgatóság Pécs, Pályafenntartási Főnökség
Pécs, PFT Szakasz Pécs

Horváth István előmunkás, Pályavasúti Területi
Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnök-
ség Székesfehérvár, PFT Szakasz Kisbér

Kiss Gyula előmunkás, Pályavasúti Területi Igazga-
tóság Debrecen, Pályafenntartási Főnökség Nyír-
egyháza, PFT Szakasz Mátészalka

Kovács György műszaki szakelőadó, MÁV Zrt. Pá-
lyavasúti Területi Igazgatóság Szeged, Pályafenntar-
tási Főnökség Kecskemét

Sebestyén Lajos főpályamester, Pályavasúti Területi
Igazgatóság Szombathely, Pályafenntartási Fő-
nökség Szombathely, PFT Szakasz Celldömölk

Szincsák Szilárd előmunkás, Pályavasúti Területi
Igazgatóság Miskolc, Pályafenntartási Főnökség
Miskolc, PFT Szakasz Füzesabony

Szűcs Jánosné műszaki szakelőadó, MÁV Zrt. Pálya-
vasúti Területi Igazgatóság Szeged, Pályafenntar-
tási Főnökség Békéscsaba

Török Sándor pályamunkás betanított munkás,
Pályavasúti Területi Igazgatóság Budapest, Pálya-
fenntartási Főnökség Szolnok, PFT Szakasz Szol-
nok r. pu.

Varga Szilvia beruházási szakelőadó, MÁV Zrt. Mű-
szaki Lebonyolítási Igazgatóság, Mérnöki és Mű-
szaki Ellenőrzési Főosztály, Műszaki Lebonyolító
Osztály Budapest

Zátrók Gyula főpályamester, Pályavasúti Területi
Igazgatóság Budapest, Pályafenntartási Főnök-
ség Budapest Észak, PFT Szakasz Rákospuszta

**Szerkesztőségünk nevében gratulálunk a kitün-
tetetteknek, és további munkájukhoz erőt és jó
egészséget kívánunk!**

Emléktábla avatása dr. Balázs György tiszteletére

A Közlekedéstudományi Egyesület vezetőségi ülésén született a javaslat arra, hogy emléktábla állításával emlékezzünk meg dr. Balázs Györgyről, aki egyéb írói munkássága mellett több mint ezer mérnök szakmai életútját gyűjtötte össze és tette közzé többkötetes életrajzi gyűjteményében.

Az érdekeltek, Budapest Főváros Önkormányzata, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Közlekedéstudományi Egyesület Közlekedési Tagozat Mérnöki Szerkezetek Szakosztálya megkeresését követően rövid tervezgetés után összeállt az előkészítő bizottság, és elkezdődött a munka.

Az engedélyezéshez szükséges dokumentumok elkészítését, az engedélyek beszerzését, az adományok összegyűjtését és a szükséges egyéb teendőket (helyszín biztosítása, hangosítás, koszorúk megrendelése) a Vasúti Hidak Alapítvány vállalta magára. Nagy öröm volt tapasztalni, hogy az engedélyek, hozzájárulások intézése során szinte mindenütt olyan emberekkel találkoztam, akik ismerték és tisztelték a professzort. Talán ennek köszönhető, hogy a szükséges engedélyek (településképi, építész, örökségvédelmi hatóság) kiadása a szokásosnál gördülékenyebb volt.

Az ünnepségre 2016. június 28-án, Balázs professzor születésének 90. évfordulóján került sor a Budapest, Váci utca 25. számú ház falánál. Ebben a házban élt és dolgozott haláláig dr. Balázs György Széchenyi-díjas mérnök, professzor emeritus, a műszaki tudományok doktora, Budapest főváros díszpolgára.



Az ünnepségen mintegy 80-100 fő vett részt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tanárai, dr. Balázs György professzor volt munkatársai, tanítványai, tisztelői, a családtagok, valamint az építőmérnöki szakma képviselői.

Vörös József

Srí Lanka

Srí Lankán az utazás vonattal nagyon kedvelt, annak ellenére is, hogy az utazás európai szemmel nézve nem gyors.

A vasúti hálózat hossza kb. 1500 km, és négy fővonalból áll. Az első vasútvonal Colombóból Kandy és Nuwara Eliján át Badulla felé. A második Colombóból Gallén át Matara felé, a harmadik Colombóból Polonnaruwán át Trincomales felé és az utolsó Colombóból Anuradhapurán át Vavuniya felé vezet. A vasúti kocsik három osztályra oszlanak. A harmadikban legnagyobb részt helyi utasok utaznak, fapadokon ülnek, és helyjegy szükséges. A másod-



dik osztályon az üléshez nagyobb tér tartozik, van WC, sőt ventilátorok működnek. Az első osztályon klímaberendezés, étkező- és hálókocsik teszik kellemesebbé az utazást.

A magas hegyvidéki vasútvonalat Kandy és Badulla között az 1960-as évek végén kezdték építeni. A 290 km hosszú vonalon az utazás több mint hat óráig tart. A vasútvonal a tengerszint feletti 1900 m-ig megy fel. Srí Lankán minden vonal nyomtávolsága hasonló, mint Indiában, 1676 mm, ami az eddig működtetett legszélesebb nyomtávolság a világon. Ugyanakkora a nyomtávolsága Pakisztán, Banglades, Chile, Argentína vasútvonalainak is, nagyon hasonló (1668 mm) van Spanyolország és Portugália több vasútvonalán. A Kandyból Badulla felé vezető vasútvonal – bár nem tartozik a tengerszint feletti legmagasabbak közé a világon – mégis világelsősege van a tengerszint feletti magasságban a legszélesebb nyomtávolságú vasútvonalak között.

Szendrei Sándor 1933–2016

Szendrei Sándor 1933-ban született Szegeden. Általános iskolai tanulmányait Duna-Keszin fejezte be, majd 1951-ben Újpesten, a patinás Könyves Kálmán Gimnáziumban érettségizett. 1956-ban az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem út-, vasút- és alagútépítő szakán szerzett mérnöki oklevelet.

Tanulmányai befejezése után, 1956. május 2-án a Magyar Államvasutak szolgálatába lépett, ahol a gyakornoki évek után az 1957. január 1-jén újonnan felállított Budapest-Angyalföldi Pályafenntartási Főnökséghez helyezték. Itt először magasépítmenyi előadó volt, majd szakaszmérnöki beosztásba került. Munkája során a műszaki feladatok mellett nagy hangsúlyt fektetett a gazdasági kérdésekre is.

1963-ban az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem gazdasági mérnöki szakán gazdaságmérnöki diplomát szerzett. Szakdolgozatának címe: Hézagnélküli vasúti pályák építésének és fenntartásának gazdaságossági vizsgálata.

A szakmáját kiválóan ismerő, szorgalmas fiatal mérnökre felettesei korán felfigyeltek, és 1967. január 1-jétől a Budapesti Vasútigazgatóság II. Építési és Pályafenntartási Osztályon kapott különböző szintű mérnöki feladatokra megbízást.

Kiemelkedő munkája volt 1968 és 1972 között a Budapest–Szob nemzetközi vasúti fővonal. Felügyelete mellett a hagyományos 48-as vasalvas felépítményű, sebesség- és tengelyterhelés korlátozásokkal terhelt gőzvontatású hagyományos vasúti pályából korszerű, 48, illetve a nemrég bevezetett 54-es rendszerű vasbeton aljas, hézagnélküli felépítménnyel megépített villamosított vonal született, amely



már megfelelt a nemzetközi elvárásoknak. Mindezt a forgalom teljes fenntartása mellett kellett végrehajtani. A vonal átépítése során nemcsak a vasúti pálya újult meg, hanem átépültek a műtárgyak is. Az egyik kiemelkedő feladat a Bőszöbi-patak-híd első ütemű átépítése, a régi vasszerkezetek megemlése és széthúzása, aminek sikeres végrehajtásához elengedhetetlen feltétel volt a pályás és hídász szakemberek együttműködése, a hídszerkezetek mozgatása miatti többszöri vágányáthelyezés.

A vonal átépítését a Budapesti Igazgatóság Építési és Pályafenntartási Osztályán építési biztonsági beosztásban, majd vonalbiztosként sikeresen irányította. 1971 márciusában a nagy múltú Váci Pályafenntartási Főnökség vezetésével bízták meg. Ezt a feladatot nyugdíjazásáig látta el. Ez alatt az idő alatt számos fiatal mérnöknek adta át tudását, akik ma már kiváló szakemberek és vezetők.

1992. december 31-i nyugdíjazásáig a MÁV alkalmazottja volt annak ellenére, hogy több kedvező ajánlatot is kapott.

Tevékenységet előjárói számos kitüntetéssel ismerték el. Négyszeres Kiváló Dolgozó, 1978-ban a Közlekedés Kiváló Dolgozója lett, 1987-ben Miniszteri Dicséretben, 1982-ben Kiváló Vasutas elismerésben részesült. Mérnöki tevékenységéért 2006-ban Aranydiplomát vehetett át a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen.

Kimagasló szakmai felkészültsége mellett humánus vezető és kiváló ember volt, aki példaként szolgált munkatársai számára.

Dávid Géza

Lángi Alajos 1950–2016

Lángi Alajos, a szegedi Épület- és Közműkarbantartó Főnökség korábbi főmérnöke, a MÁV Épületkarbantartó Kft. egykori ügyvezetője 2016. június 27-én elhunyt.

1950. augusztus 10-én született Szegeden, apai ágon generációk óta a MÁV-hoz kötődő családban. A vízügyi szakirányú középiskola elvégzése után 1968. november 1-jétől Szegeden, a MÁV Pályafenntartási Főnökségen kezdett dolgozni. Saját kérésére 1969. április 1-jétől a MÁV Szentesi Építési Főnökség tervezőcsoportjához, majd a katonáévek után ismét a Pályafenntartási Főnökségre került.

Az önálló magasépítmenyi szervezetek alakulásakor, 1977-ben a Pályafenntartási Főnökségből kiváló Épület és Hídfenntartó Főnökségnél folytatta munkáját. 1991. április 1-jétől a Főnökség vezetőmérnöke lett, és ebben a beosztásban tevékenykedett egészen 1993. április 1-jéig. A MÁV-nál az ebben az időszakban végrehajtott tevékenységkiszervezés az Épület és Hídfenntartó Főnökséget is érintette. Lángi Alajos a Főnökségből kivált, 100% MÁV-tulajdonban álló Épületkarbantartó Kft. ügyvezetőjeként folytatta munkáját. Nem szívesen vállalta ezt a feladatot, mert tudta, hogy MÁV-megrendelések hiányában eleve kudarcra van ítélve a társaság, ám ugyanakkor azt is érezte, hogy a munkatársait nem hagyhatja magukra, csak rátermett vezető irányításával van lehetőség az előremenekülésre. A kezdeti nehézségek után szép sikerek következtek, és miként annak idején a Főnökség főmérnökéeként, úgy a Kft. ügyvezetőjeként is szakmai büszkeséggel mutatta meg egy-egy jelentősebb munkáját. 1996-ban a MÁV Épületfenntartó Kft. a Vasúti Hidak Alapítvány egyik alapító cégeként helyet biztosított annak



működéséhez. A cég fennállásáig Lángi Alajos lelkesen segítette az Alapítvány munkáját.

Az egyre nehezező piaci versennyel a Kft. már nem tudott lépést tartani, és több mint tíz év után kényszerűen beszüntette működését. Lángi Alajos ezt követően sem szakadt el a MÁV-tól, 2006. augusztus 1-jétől a MÁV Vezérgazgatóságon az Ingatlanigazdálkodási Igazgatóság munkatársa lett. Itt dolgozott egészen nyugdíjazásáig, majd 2015-ig két kivétező cégnél látott el felelős műszaki vezetői feladatokat, így kamatoztatva addig megszerzett rendkívül széles körű szakmai tudását. A Metalcom Kft.-n keresztül ism-

telten kapcsolatba került a MÁV-val, de már nem a megrendelői, hanem a vállalkozói oldalon, a Budapest–Újszász vonal néhány állomásépülete felújításának műszaki vezetésével. Ezek a felújítások komoly szakmai sikert arattak itthon (ICOMOS-díj) és külföldön (Brunel-díj) egyaránt.

Lángi Alajos rendkívül fontosnak tartotta, hogy folyamatosan tovább képezze magát. Műszaki diplomáját Pécsen, a Pollack Mihály Műszaki Főiskolán a munkája mellett szerezte meg. Majd ügyvezetőként a Budapesti Pénzügyi és Számviteli Főiskolán megszerzett gazdasági ismeretek is nagyon fontosá váltak számára.

Kollégái, felettesei, beosztottjai egyaránt ambiciózus, pontos, megfontolt, következetes és közvetlen embernek tartották. Munkája elismeréseként 2009-ben a Vasút Szolgálatáért ezüst fokozatával tüntették ki. Barátaival, munkatársaival igen jó kapcsolatot ápolt. Kiállása, emberi tartása, kissé fanyar humora sokunk emlékezetében élni fog.

Kummer István



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

Tűzihorganyzott, nyitott szelvényes, rácsos acéloszlopok tervezése

A NAGÉV vállalatok már évek óta foglalkoznak a vasúti közlekedésben használatos acélszerkezetek tűzihorganyzásával. Ezek többsége melegen hengerelt idomacélokból, lemezekből áll, melyek kialakítása a legtöbb esetben nagyon egyszerű, de tervezésüknél mégis néhány tűzihorganyzási követelményt be kell tartani. Ezek könnyen teljesíthetők, a tervezőknek nem jelentenek különösebb nehézséget. Jelen írásunkban a NAGÉV CINK Kft.-nél tűzihorganyzott szerkezetekről készült fényképekkel illusztráljuk az ilyen és hasonló konstrukciók tervezésére vonatkozó fontosabb elveket.

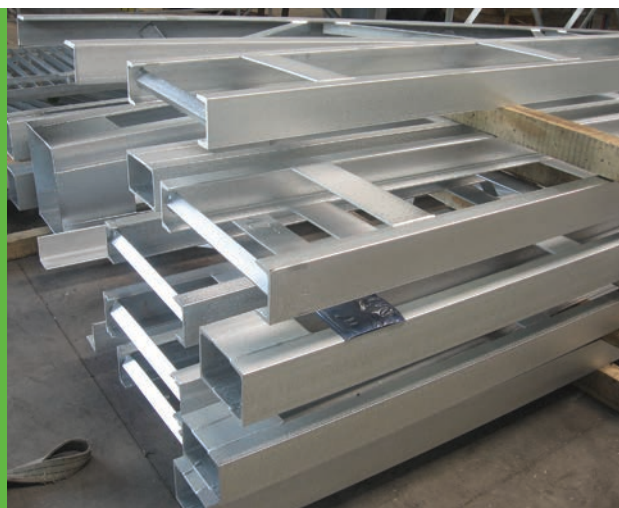
Optimális acélminőség

Az acélminőség célszerű megválasztásával alapvetően lehet befolyásolni a képződő bevonat vastagságát, ami meghatározza a védelem élettartamát. Azonos körülmények között a kétszer olyan vastag bevonat kétszer annyi ideig véd, de előállítása nyilvánvalóan költségesebb. A megkívánt legkisebb vastagságot két szempont alapján célszerű meghatározni. Az első az acélszerkezetet a több évtizedes felhasználás során érő korróziós hatások mértéke, a második a gazdaságossági szempont.

- Jövőbeni korróziós hatások prognózisai

Nemzetközi (ISO) és európai (EN) szabványok tartalmazzák a gyakorlatban előforduló korróziós igénybevételek osztályozását kül- és beltérre egyaránt (ISO 9223:2012, EN ISO 14713-2:2009). Ugyanitt gyakorlati alkalmazási példák segítenek a helyes környezeti besorolásban. A várható korróziós ráták meghatározásánál mindenképpen a hosszú távú cinkfogyás adatait vegyük figyelembe, melyet az ISO 9224:2012, A.1 és B.1 táblázata tartalmaz. Általában Európában kültéren a C2-C3 makrokorróziós hatások a jellemzők, melyhez még lokális

1. ábra.
Horganybevonat ajánlott acélminőségben ($0,14 \leq \text{Si} (\%) \leq 0,25$ és $P \leq 0,035\%$)



igénybevételek is hozzájárulhatnak. Erre példaként említhető, hogy az elmúlt években Németországban végzett kitéti vizsgálatok alapján az autópályák közötti hídjain – elsősorban a síkosságmentesítő szózás miatt – C3, legfeljebb C4 kategóriának megfelelő hatások voltak kimutathatók (forrás: Feuerverzinkte Stahl-und Verbundbrücke, Institut Feuerverzinken GmbH, 2015, Düsseldorf).

- A szükséges legkisebb rétegvastagság elérése

Melegen hengerelt termékekre vonatkozó EN 10025-2,-3,-4 és -6 szabvány 7.4.3 pont 1. táblázata tartalmazza azokat az acélminőségeket, melyek felületén optimális vastagságú horganyréteg képződik (nem reaktív acélok). Hosszú projektélettartamnál (> 30 év), C4 korróziós igénybevétel esetében, az acélok megrendelésénél $0,14 \leq \text{Si} (\%) \leq 0,25$ és $P \leq 0,035$ értékeket javasoljuk figyelembe venni. Ilyen minőségeknél nagy biztonsággal kialakul a több évtizedes, felújításmentes védelemhez szükséges legkisebb rétegvastagság (átlagosan 150-200 μm), mely még C4 (erős) korróziós kategóriában is hosszú időre karbantartásmentes védelmet biztosít. Az eddig felsorolt ese-



2. ábra. Rácsos oszlopszerkezet tűzihorganyzása

tekben a védőréteg vastagsága szükségesén vastag, de kellően költségkímélő lesz. C5 és CX osztályokban a tűzihorganyzást csak a bevonatrendszer részeként (például duplex védelem) célszerű alkalmazni.

Ajánlott befoglaló méretek

Általános irányelv, hogy a darabokat lehetőleg egy lépésben horganyozzuk, ezért kellő méretű berendezést kell választani. A NAGÉV CINK Kft. rendelkezik az ország legnagyobb, európai régióink egyik legnagyobb belső térfogatú



3. ábra. Szimmetrikus keresztmetzetű horganyzott tartók



4. ábra. Gáztömör körbehegesztés (ha $F < 100 \text{ cm}^2$)



5. ábra. Szakaszos varratképzés (ha $F > 100 \text{ cm}^2$)

tűzhorganyzó kádjaival (2. ábra), ahol különösen nagyméretű darabok is bevonhatók. Főszabályként elmondható, hogy a legnagyobb termékméretek a kád belül mért hosszánál és mélységénél 0,5-0,5 m-rel, szélességénél 0,2-0,4 m-rel legyenek kisebbek. Szélső értékekhez közelítő térfogatnál, a pontos méretek tekintetében, egy megfelelő tűzhorganyzó üzemmel egyeztetni kell. A NAGÉV CINK Kft.-nél tűzhorganyozható legnagyobb méret a 15 m (hosszú) $\times$ 3 m (mély) $\times$ 1,8 (2) m (széles) térfogatba kell, hogy elférjen. A maximális tömeg 6 (8) t/db.

Szimmetrikus tartókeresztmetszetek

A kb. 450 °C hőmérsékletű horganyolva-dékba történő bemerítéskor az acélszer-



6. ábra. Rácsos tartószerkezet helyes rácsrúd/öv kapcsolata

kezet a tér minden irányába folyóméte-renként kb. 5 mm-t nyúlik, e folyamat a lehűlés alatt fordított irányban, csak lassabban, de szintén lejátszódik. Emiatt nagyon fontos egy adott szerkezeti elem keresztmetszetének legalább a kétfoldos egymásra merőleges súlyponti tengelyére történő szimmetrikus elrendezése. Helyesen megválasztott tartókeresztmetszet a fémbevonást követően is torzulásmentes lesz (3. ábra).

Szerkezeti csomópontok, átlapolások és technológiai nyílások, furatok

Az eddigi tapasztalatokból kiindulva, gyakran lehet találkozni L, U acél övrudakból készített tartószerkezetekkel, melyeken átlapolással alakítják ki a rácsrudak csomópontjait. Átlapolt felületek alkalmazásakor – biztonságtechnikai okokból – szigorúan be kell tartani a horganyzástechnológiai előírásokat. Egy-egy ilyen felület (F) teljes, de gáztömör körbehegesztése (4. ábra) csak 100 cm² átlapolt felületnagyság alatt engedélyezett, felette más megoldások szükségesek (példa: 5. ábra), melyeket részletesen a NAGÉV-csoport honlapján (www.nagev.hu) lehet megtekinteni.

A technológiai folyadék és salakok szabad áramlása érdekében fontos, hogy a tartók rácsrúdjainak a szára és az övek szára között legalább 15-20 mm-es szabad hely maradjon (5., 6. ábra). Hasonló okok miatt a merevítőbordák, bekötőlemezek belső sarkai kellő nagyságban ki legyenek vágva (7. ábra). A szükséges minimális, legtöbbször $2 \times 45^\circ$ -os lesarkalások méreteit a táblázat foglalja össze.

Az acélszerkezeten elhelyezett szere-



7. ábra. Bekötőlemez lesarkalása

lési furatok méreteinél figyelembe kell venni a lyuk palástján levő fémbevonat vastagságát, a lyukakat általában 1 mm-rel kell nagyobbra fúrni.

Egyeztetett anyagsavastságok

Cikkünk elején (a szimmetrikus tartókeresztmetszetek részben) már említettük, hogy horganyzás közben a darabok térfogata jelentősen megnő. Ez a hőtágulás azonban sokkal rövidebb idő alatt megy végbe egy vékony (pl. 5-6 mm) lemezen, mint egy jóval vastagabb (pl. 15-20 mm) szerkezeti elemén. A hőtágulás végbemeneteléséhez szükséges időkülönbség – ez lehet akár egy perc is – a vékonyabb lemezben erős belső feszültségeket gerjeszt, ami torzulásokhoz, esetleg anyagszakadásokhoz vezethet. A káros deformációk és a felesleges horganyfelvétel elkerülése érdekében javasoljuk, hogy a különböző, egymással összehegesztett acélsavastságok között legfeljebb 3,5-szeres vastagságkülönbség legyen.

Táblázat. A lesarkalások ajánlott legkisebb méretei

Lemezvastagság (v) [mm]	Lesarkalások ajánlott méretei [mm]
5–10	$2 \times (3,0 - 1,9 \cdot v)$
10–30	$2 \times (2,0 - 1,1 \cdot v)$
30–60	$2 \times (1,0 - 0,7 \cdot v)$
$v > 60$	$2 \times (0,6 - 0,4 \cdot v)$

A NAGÉV tűzhorganyzó vállalatoknál dolgozó szakemberek díjmentes tanácsadással segítik horganyoztató partnereiket. A gyártással kapcsolatos legfontosabb teendőkről egy későbbi írásunkban tájékoztatjuk a lap olvasóit.



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 igazolószervény másolata a megrendelőlaphoz mellékelve).

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem a fenti címre eljuttatni.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Műszaki felügyeleti és technológiai igazgatóság, Technológiai központ
1063 Budapest, Kmety György utca 3.

Kapcsolattartó: Gyalay György

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

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

ISSN 0139-3618

Címlapkép: Az új Őrhegy utcai felüljáró a Budapest–Esztergom vasútvonalon. Fotó: Gyurity Mátyás
Hátsó borító: Szálerősített műanyag-kompozit gyaloghíd lejárója Moszkvában. Fotó: Horvát Ferenc

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa

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

Kiadja a MÁV Zrt. Műszaki felügyeleti és technológiai igazgatóság
és a Műszaki lebonyolítási igazgatóság
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, Szőke Ferenc, Virág István

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)
Készül 1000 példányban



World of Rails

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

Journal accredited by Bay of Hungarian Scientific Works (MTMT)

MÁV Co. Technical Supervisory and Technological Directorate and Technical Managing Directorate

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 Szőke, István Virág

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)
Made in 1000 copies