

## TARTALOM

<b>Tulik Károly</b> – Köszöntő	1
<b>Szemerey Ádám</b> – Magyarországi kisvasutak (5. rész) A debreceni Zsuzsi Erdei Vasút	2
<b>Antal Árpád</b> – A tűzihorganyzás (6. rész) Tűzihorganyzott acélszerkezetek kezelése	12
<b>Vörös Tibor</b> – Vasúti építészet (12. rész) Peronok, alul- és felüljárók	18
<b>Kulcsár Nárcisz, Major Zoltán</b> – Rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítmény (2. rész) Rugalmas síncsatorna-kiöntések numerikus modellezése	22
<b>Szép János</b> – Talaj és szerkezet kölcsönhatásának figyelembevétele hídszerkezetek modellezésénél	27
<b>Dr. Richard P. Ray, Szilvágyi Zsolt, Wolf Ákos</b> – Talajdinamikai paraméterek meghatározása és alkalmazása	32

## INDEX

<b>Károly Tulik</b> – Greeting	1
<b>Ádám Szemerey</b> – Light railways in Hungary (Part 5) Forest railway in Debrecen named Zsuzsi	2
<b>Árpád Antal</b> – Hot-dip galvanizing (Part 6) Treatment of hot-dip galvanized structures	12
<b>Tibor Vörös</b> – Railway architecture (Part 12) Platforms, underpasses, overpasses	18
<b>Nárcisz Kulcsár, Zoltán Major</b> – Flexibly embedded railway superstructure with poured groove (Part 2.) Resilient bedded railway superstructure with poured channel	22
<b>János Szép</b> – Taking the interaction between soil and structure into consideration at modelling of bridge structures	27
<b>Dr. Richard P. Ray, Zsolt Szilvágyi, Ákos Wolf</b> – Determination and application of soil dynamic parameters	32

*Kedves Olvasóink!*

Az új év beköszöntével a második évét kezdte meg a Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság, amely a 2012 szeptemberében végrehajtott szervezeti átalakulás alapján jött létre. A múlt évben felmerült nehézségek mellett maradt még erő felújításokra, fejlesztésekre is. Saját forrásból az alábbi jelentősebb munkákat végeztük el:

– Decs–Bátaszék szakasz felújításával tavaly befejeződött a Rétszilas–Bátaszék vasútvonal pályarehabilitációja.

– Verőce bal vágányon megtörtént a töltés átépítése, így a 2011. március óta kizárt vágányt újra forgalomba helyezték.

– Felújítottuk Biharkeresztes állomás átmenő és megelőző fővágányát és peronjait.

– Döbrököz–Dombóvár között megújult a 40-es vonalon kapacitásszűkítést okozó Kapos-híd és a hozzá csatlakozó vasúti pályaszakasz.

– Reményeink szerint sikerült hosszú távon eredményesen megállítani az évek óta problémát okozó balatonakarattyai löszfal csúszását.

– Koncentrált munkával felújítottuk a 80-as vonal Hatvan–Nagyút közötti szakaszát.

– Veszprém–Herend és Zalaegerszeg–Bajánsenye állomások között az özönvízszzerű esőzések következményeit kellett helyreállítani. Költségvetési forrásból folytattuk a hídfelújítási programot, melynek részeként Pörboly és Baja között három ártéri híd, Szerencs és Hidasnémeti között három nagyobb híd, valamint további hét egyéb műtárgy felújítása valósult meg.

54 helyszínen kezdődtek a szintbeni vasúti-közúti keresztezések biztonságát növelő sorompóátalakítások.

Uniós források felhasználásával részt vettünk beruházások előkészítésében és megvalósításában is, ezek közül a legfőbb feladatok:

– Az elmúlt év végén megkezdett – és a már több éve tervezett – Pécs vasútállomás felvételi épületének felújítása.

– A Nyugat-dunántúli Regionális Operatív Program keretében, a közösségi közlekedés fejlesztési terület pályázataiban két állomás, Sárvár és Celldömölk – az önkormányzatok, a MÁV Zrt. és a Volán Zrt. alkotta konzorcium által benyújtott pályázat eredményeként – 200-200 millió forintos uniós támogatást nyert. A pályázatokról P+R, B+R parkolók, vizuális utastájékoztatók, mozgáskorlátozottság feloldása, toalettrendbevétele, kamerarendszer kialakítása, állomások belső átrendezése valósulhat meg.

– A balatonfüredi vasútállomáson multimodális közlekedési pályaudvar kialakítása, valamint a Közép-magyarországi Operatív Program keretében a gödöllői vasútállomás területén 124 férőhelyes P+R és 104 férőhelyes B+R parkoló épült.

Az idei esztendő is számos izgalmas feladatot tartogat számunkra, amelyekről – az eddigiekhez hasonlóan – folyamatosan tájékoztatjuk olvasóinkat. Szeretnénk, ha az üzemeltetés területén dolgozó kollégáinkkal együtt a lehető legjobb eredménnyel teljesülnének célkitűzéseink. Ehhez kívánok minden kollégának jó egészséget és sok erőt!

*Tulik Károly  
főigazgató*



## Magyarországi kisvasutak (5. rész)

*A debreceni Zsuzsi Erdei Vasút*

### Szemerey Ádám\*

műszaki szakértő

MÁV Zrt. Debreceni TPK,

Nyíregyházi Pft. Alosztály

✉ szemereya@mavrt.hu

☎ (1) 513-4187, (30) 953-4155

A kiegyezés utáni – mára hihetetlen tempójúnak tűnő – vasútépítési lendület az 1880-as évekre alábbhagyott, viszont az akkor kiadott, ún. HÉV-törvénnyel újabb lendületet kapott a vasútügy. Kevesen gondolnak ma már arra, hogy abban az időben az országban jellemzően nem voltak állandóan használható, más néven pormentes utak! A közlekedők, szállítók ki voltak szolgáltatva az időjárás viszontagságainak és főleg a földrajzi kötöttségeknek. Különösen igaz ez a vízjárta, rétvilágú Alföldre, ahol még alig indult meg a Tisza szabályozása, illetve annak eredményei még nem mindenütt voltak érezhetőek. Folytatva hazánk kisvasútjait bemutató sorozatunkat, ezúttal egy, az Alföld közepén épült „ideiglenes segédpálya” történetét ismertetjük, mely – életképességét igazolva – a Kárpát-medence legrégebben, több mint 130 esztendeje üzemelő kisvasútja.

1. táblázat. A kisvasút műszaki adatai	
Építés éve	1882, 1924, 1926, 1931, 1937, 1941, 1946, 1950
Nyomtáv	950 mm, 1961-től 760 mm
Felépítmény	Sín: 14, 18,8-35,5 kg/fm, jelenleg: i, C Kapcsolószer: sínszeg, síncsavar Aljak: gömbfa, talpfá Ágyazat: homok, salak, zúzalék, zúzottkő
Legkisebb ívsugár	Építéskor: 120 (75) m Jelenleg: 150 (60) m
Legnagyobb emelkedő	Építéskor: 6,6‰, jelenleg 6,0‰
Vonalhálózat hossza (km)	21,5; 26,1; 32,5; 34,8; 36,3; 39,8; 48,3; jelenleg 16,6
Vontatási nem	gőzös, motorkocsi, dízel
Szállítás jellege	1882-től csak teher 1923–1977 személy és teher 1978-tól személy
Engedélyezett sebesség	Megnyitáskor 15 km/h 1923-tól tehervonat 25 km/h, személyvonat 30 km/h 1937-től motorkocsi 50 km/h, jelenleg 30 km/h (lakott területen 10 km/h)

Debrecen egy szinte lefolyástalan, tavaszcsofos medence közepén terül el. A város ütőere a Piac utca, mely a Nagytemplomtól a vasútállomásig vezet. A komoly feltöltések ellenére, melyek a mocsaras-zízenyős területektől szabadították volna meg a jó cíviseket, a gyalogosközlekedést az utca egyik oldaláról a másikra csak pallókon lehetett megoldani. Tehát az építőanyag és a tüzelő mellett egy harmadik, nagyon komoly igény merült fel a kitermelt faanyag Debrecenbe szállítására. A helyzetre jellemző, hogy abban az időben a városban házzal rendelkező polgárok az útvonalok miatt kedvezményesen, csökkentett díj ellenében vágathattak fát az erdőben.

A város vezetői jól sáfárkodtak a lehetőségeikkel, hiszen nemcsak az északon fekvő, jól ismert Nagyerdő, hanem a várostól 25-30 km-re, északkeletre eső Guthi-erdő is (elzalogosítás és egyéb praktikák révén) ekkor már a város tulajdonát képezte. A már akkor is működő, módszeres erdőgazdálkodás eredményeképpen a XIX. század végén (35 E m<sup>3</sup>/év) fát kellett kivágni és a városba juttatni [1].

Az első elképzelések szerint a normál vágány Halápnál vagy Vámospércsnél kapcsolódott volna a meglévő vasútvonalhoz. Ennek terveit a Magyar Északkeleti Vasút el is készítette (az előmunkálati engedély száma: 7470/1880.) [2]. Mivel a városnak erre nem volt pénze, ezért *Simonffy Imre* polgármester kezdeményezte egy pályázat meghirdetését a vasút megépítésére, üzemeltetésére és a fa beszállítására. Ezután az események gyorsan követték egymást.

A pályázatot *Kopf Dávid* és *Steinberger Gyula* vállalkozók nyerték el.

1881. december 3-án volt a helyszíni bejárás, melyen megegyeztek a telektulajdonosokkal a – 12, legfeljebb 15 évig tartó – haszonbérlet összegében, melyet a város fizet. Egyben vállalta a város a felhasznált területek – a 15 év letelte utáni – teljes értékű visszaállítását.

\*A szerző életrajza megtalálható a [sinekvilaga.hu/Mernokportrek](http://sinekvilaga.hu/Mernokportrek) oldalon vagy a Sínek Világa 2012/2. számában.

1882. február 9–10-én került sor a közigazgatási bejárásra. 1882. március 10-i dátummal, 5952/1882. számon adta ki a közmunka- és kereskedelemügyi miniszter az építési engedélyt [3]. 1882. május 19-én az építkezés befejeződött. 1882. július 16-án műtanrendőri bejárást tartottak, és még aznap el is indult a közlekedés.

Az új vasutat a tulajdonosok Debrecen-Guthi Vasúti Vállalatnak nevezték el.

A közigazgatási bejárás jegyzőkönyve szerint a vasút a 22,6 km-nél lép be a Guthierdő területére, és első ütemben a 26,0 km szelvényig tervezték a kiépítését. A vonalbővítést a fakitermelés függvényében tervezték.

### Az engedélyokirat fontosabb előírásai

- a vasút csak az idegen személyek és áruk szállításának kizárásával üzemelhet;
- egyszerre két vonat sohasem járhat;
- a vonatok csak nappal közlekedhetnek;
- az erdei szakaszokon, a vágánytengelytől 12 m-re, mindkét oldalon ki kell vágni a fákat;
- csak szikrafogóval felszerelt mozdony közlekedhet;
- a vasútvonalra megengedett legnagyobb sebesség 15 km/h;
- a legkisebb ívsugar 250 m;
- legnagyobb emelkedő 6‰;
- a sínek folyómétersúlya legalább 15 kg;
- a sínben ébredő legnagyobb feszültség 900 kg/cm<sup>2</sup> lehet.

Az építés érdekessége, hogy egy Boszniában felszámolt vasútvonal anyagát építették be ide a vállalkozók, ez a magyarázata a szokatlan, 950 mm-es nyomtávnak. A vasút első gőzmozdonyát (1. ábra) Zsuzsi



1. ábra. „Zsuzsi”, a vasútvonal névadó gőzmozdonya (Fotó: Csobai László)

névre keresztelték, amit később a vasútvonal is megörökölt. A használtan vásárolt, ún. „kutyafejű sínnel” (magassága 70 mm, talpszélessége 75 mm, a sínfej szélessége 60 mm, a gerincvastagság 40 mm) épült a vágány sínszeges leerősítéssel, nem talpfára, hanem körülbelüli méretre vágott gömbfákra, ágakra 22 cm vastag homokba fektetve. Csak később került az illesztések alá salak, illetve a kitérők alá közúzalék. A szükséges helyeken téglafalazatú nyílt vagy fagerendás átereszek épültek. A 10 db műtárgy – döntően áteresz – eredetileg tölgyfa áthidalóval készült, és csak a II. világháború után épült három helyen vasbeton teknőhid (Kondoros-csatorna, Szata- és Eötvös híd) [3].

A vonalvezetésre jellemző, hogy egészen Guthig szinte folyamatosan emelkedik a pálya, így aztán a rakott vonatok saját súlyuknál fogva, de mindenképpen az át-

lagosnál kevesebb üzemanyaggal juttathatók be a városba.

A vonal első építési hosszára három adat ismert: 18,8 km, 21,5 km és 26,1 km. Ebből a 21,5 km tűnik a legvalószínűbbnek, hiszen itt találjuk Szabó-majort, amely állomásként működött. Az első adat jól közelíti a város és a vármegye határát, ami szintén indokolhatja az építés végét, hiszen az engedélyezés sok esetben nehezíti a létesítmények megvalósulását. A harmadik adat (26,1 km) valószínűleg az engedélyben szereplő végcél lehetett.

### Állomások és megállóhelyek a megnyitáskor

#### Debrecen-Fatelep

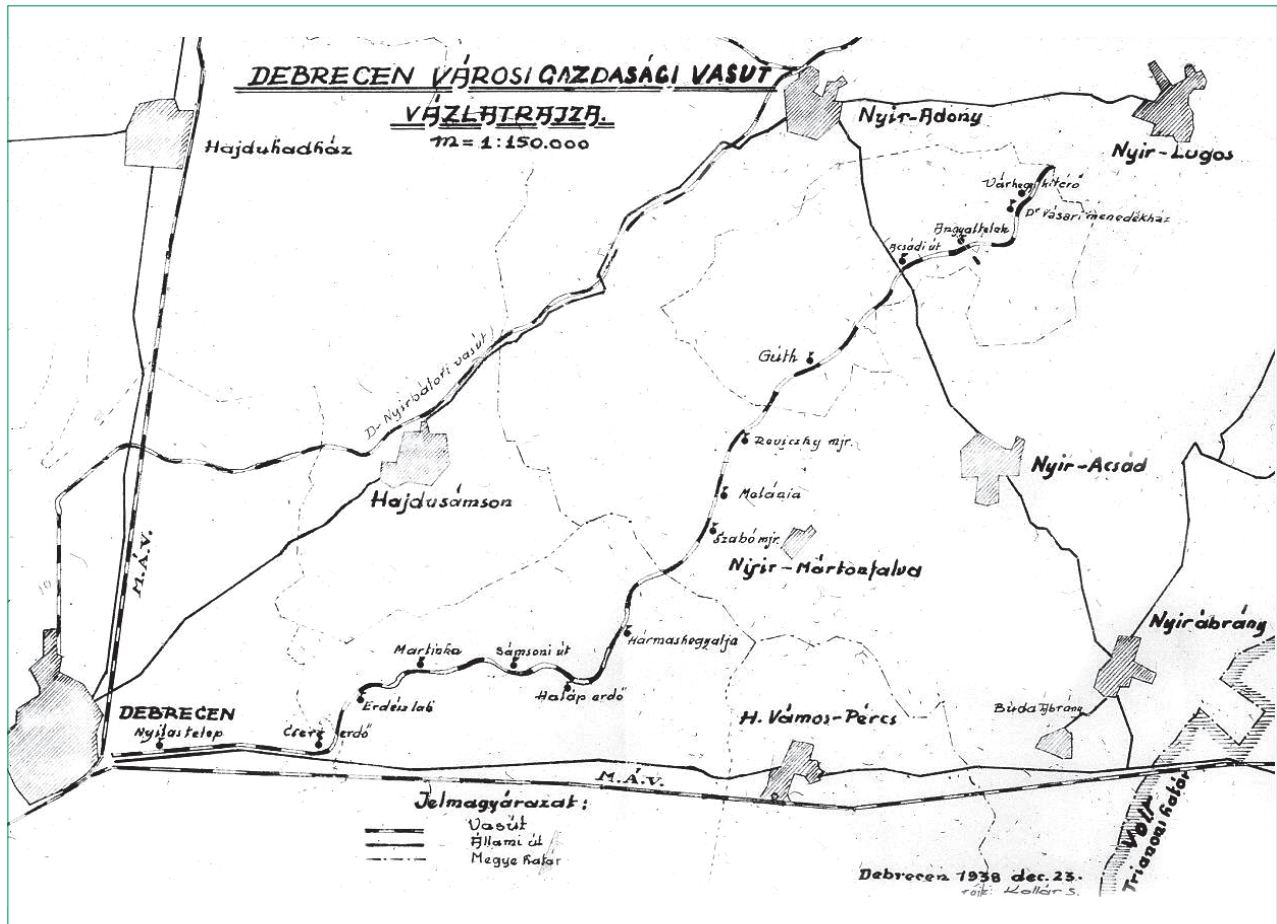
- 1,5 km Nyilas telep mh. (Gerébi-telep, ma Szabadságtelep)
- 2,9 km Kondoros-tanyák mh. (ma Fancsika)
- 5,6 km Csereerdő áll. (ma: mh.)
- 8,0 km Erdészlak mh.
- 10,0 km Martinka mh.
- 12,7 km Sámsoni út mh.
- 14,5 km Halápi erdő mh.
- 16,6 km Hármashegyialja áll.
- 20,4 km Szabó-major mh. (később Nyírmártonfalva)
- 21,5 km Melánia-major mh. (később Vay-tanya, 1945 után megszűnt)
- 23,5 km Reviczky-major mh. (később Nyírmártonfalva alsó)
- 25,9 km Felső-Guth állomás (Guth mh.)

A forgalomba helyezés előtt a város tudomásul vette, hogy – a tulajdonjog megtartása mellett – az építetők a szállítási szerződést átruházták *Deutsch Lajos* és *Haas Jakab* budapesti vállalkozókra.



2. ábra. Az egykor végállomásként is üzemelő Menedékház (Fotó: Csobai László)





3. ábra. Az 1930-as évek végéig megépült vonal elhelyezkedése (Készítette: Csobai László)

Az „ideiglenes segédpálya” minden szempontból igazolta létjogosultságát, hiszen már nem sokkal megépítése után egy, a Halápi erdőből vezetett szárnyvonallal csatlakoztak Hármashegyialjánál a vasútvonalhoz. Emellett „a nyomvonalra csatlakozó repülővágányokkal a fa közelítését is megoldották. Délen az I-es és II-es, a III-as és a IV-es tagok között, északnyugaton a VII-es tagon keresztül építették meg a feltáró repülővágányokat”. További kiága-

zásokkal a várostól keletre-délkeletre fekvő nagycseri, fancsikai és bánki erdőket is be tudták kapcsolni a szállításba. Ezek a vágányok részben 600 mm-es nyomtávval épültek, ahol a járművek mozgatása kézzel vagy lóvonatással történt.

A folyamatos használat az életképességet igazolta, ezért a Városi Tanács lépéseket tett a vasút helyzetének véglegesítésére. 1901. március 21-én százezer korona hitelt vettek fel a vasútállalat és az általa elfoglalt földterület megvásárlására. Ebből jutott a vágányok átépítésére, viszont a főirány tervezett bővítése egyelőre elmaradt.

Ipartörténeti jelentőségű esemény volt 1903-ban, amikor átadták a fancsikai szárnyvonalat, mely felüljárón keresztül a Debrecen–Szatmárnémeti–Máramaros-sziget vasúti fővonalat. Ez a híd volt Magyarországon az első vasúti vasbeton híd. A műtárgy tervezője Zielinski Szilárd (lásd *Sínek Világa*, 2010/2.), aki a francia Hennebicque cég hazai képviselője volt, illetve bevezette a magyar építészetbe – új építőanyagként – a vasbetont. A híd 33 m hosszú (4,5 + 3 × 8,0 + 4,5 m) és 2,5 m

széles vasbeton lemezzel épült, kialakítása lehetővé tette a kavicságy átvezetését. A hivatalos 1:10 000-es térképen jól beazonosítható, hogy az új vonal Csereerdőnél ágazott ki a „Zsuzsi” fővonalából, Dézsmajor mellett keresztezte a Debrecen–Vámospercs közötti közutat, és Kondoros mh. után, kb. a 75 hm szelvényben a szatmári vasúti fővonalat. A II. világháború idején, a keresztezett vonal második vágányának építésekor bontották el [4].

Az I. világháború után, 1920-ban folytatódott a vonalbővítés. Az erdőgazdálkodás „rendje” és az erdészeti üzemi tervek határideje miatt 1922 végére elkészült a pálya Guthig. Az építkezést lassította a banki hitelek kiutalása, ezért a város szerződést kötött az érintett földbirtokosokkal (Szabó és Reviczky), hogy az áthidaló segélyért cserében 20 évig kedvezményes szállítást, átrakást és a menetrend kedvező kialakítását vállalja.

Ekkor már a város megkérte a „korlátozott személyforgalomra” is a hatósági engedélyt. A 74.310/1923 számon, 1923. január 15-én kelt ügyiratban személyfor-



4. ábra. Kirándulásra csalogató plakát 1938-ból (Készítette: Csobai László)

galomra is megnyitották a vasutat. Az engedélyben megtiltották a rugózatlan, merev ütközős és fék nélküli személykocsik üzemeltetését, illetve elrendelték a meglévők átalakítását [2].

A városi lakosság kedvenc kirándulási helye lett a Guthi-erdő. Az állandó kirándulási lehetőséget a város is támogatta. Ennek jeléül menedékházat, vendéglőt és üdülőházat építtetett (2. ábra) egy 100 holdas parkerdővel. További hasznot hozott, hogy a vasútvonalhoz közel eső tanyák terményei eljutottak a város piacára, jelentősen javítva az ellátást, illetve a gazdálkodók helyzetét – így napi kapcsolat alakulhatott ki árus és vevő között. Ekkor jelentek meg a vonalon a vegyes szerelvények, a fával rakott kocsikhoz kapcsolták a személyvagonokat.

Közben a vasútvonalat tovább fejlesztették. 1924-ben Szabó-majortól Guthig 4,4 km, 1926-ban Guthtól Angyaltelekig további 6,4 km hosszú vonalrész épült.

Érdekes, hogy ebben az időben már érvényben volt az a törvény, mely szerint az építkezéseknél csak hitelesített, hazai anyagokat lehetett felhasználni. Bizonytalan eredetű felhasználás esetén 20%-os bírságot kellett fizetni.

Ekkortól az Acsádi útig (a Nyíradonyt Nyíraczáddal összekötő út keresztezése után épült állomás) közlekedtek a személyvonatok, de később, nyári időszakban, a Dr. Vásáry-menedékházig szállították a turistákat (3. ábra).

A vonalfejlesztések idején egységes állomásépületekről is gondoskodtak. A fejlesztések a teljes vasútüzemet és a fafeldolgozást is érintették. Az 1927–28-ban felvett, 460 000 pengő kölcsönből Fatelepen és az Acsádi útnál mozdonyszín, Debrecenben felvételi épület és a vonalon két őrház épült. Ezek mellett javítóműhelyek is létesültek, illetve szalagfűrész és keretfűrész gyorsította a fafeldolgozást.

1931-ben Angyaltelektől a Dr. Vásáry-menedékházig, 2,3 km, majd 1937-ben a Menedékháztól a megyehatárig (Várhegyi kitérő/rakodó) újabb 1,5 km vonalszakasz épült.

A gazdasági világválság elérte a „Zsuzsit” is: nagymértékben csökkentek a szállítások, ezzel pedig a bevételek is. Felmerült a szüneteltetés, amelyhez a minisztérium nem járult hozzá! A gazdaságossági számítások alapján a távolsági forgalom „erősítésében” látták az üzemeltetők a megoldást, ezért 1936-ban a város kérelemmel fordult a kereskedelemügyi miniszterhez,



5. ábra. A nyomtávcsereétől a mai napig üzemelő mozdonyok (Fotó: Hoványi Péter)

hogy a megerősített vasúton 55 km/h-ra emelhesék a sebességet. A fahidak kijavítása mellett egységesen 1,80 m hosszú, 14/18 cm keresztmetszetű talpfákat építettek be, illetve Hármashegyialjánál egy ív miatt új pályaszakaszt építettek. A szakaszos bővítés következménye, hogy hétféle sántípus volt a pályában – a 18,1 kg/fm-től a 35,5 kg/fm-es típusig! A hatóság ezért csak 50 km/h-s sebességet engedélyezett.

A megtervezett vonalhosszabbítás (Nyírlugos–Nyírbétek) elmaradt. Ennek egyetlen oka az volt, hogy a további vonalszakasz már Szabolcs vármegye területére esett volna. Az érintett települések közül Nyírmártonfalva 1901–1950-ig, míg Nyíraczád 1876–1950-ig tartozott Szabolcs vármegyéhez. Részben ez is magyarázza a több részletben megvalósuló vonalbővítést, mivel félték a települések „elcsatolásától” (hiszen így Debrecen vonzáskörzetébe kerülhetek volna) – emiatt a megyei hivatalok nem járultak hozzá az építéshez.

A gazdasági vasutak – egy 1939-ben kiadott rendelet alapján – kedvezményes áron juthattak üzemanyaghoz. Miután a „Zsuzsi” erdei vasútnak számított, a város megváltoztatta a vállalat nevét Debreceni Városi Gazdasági Vasútra. A hatás nem maradt el: az előbb említett műszaki és gazdasági változások-változtatások eredménye a bevételek növekedésében is megmutatkozott – az üzemeltetés ismét gazdaságos lett. További újdonság volt a vasút szolgáltatásainak reklámozása is – falragaszok, képeslapok stb. formájában (4. ábra).

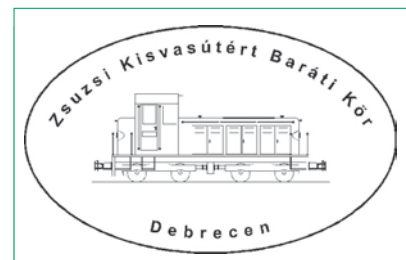
1941-ben, egy 700 m-es hosszabbítással a vasút elérte Nyírlugost.

A világháború rombolása 1944. június 2-án – szőnyegbombázás formájában – sújtotta a vasutat, ezen belül is a Fatelep területét. A front átvonulása idején (1944. október 17–21.) még a forgalom is szünetelt. A vasút fontosságát bizonyítja, hogy a károkat – a vasutas dolgozók, hozzátartozók, az erdészek és a helybéli lakosok közösen – napok alatt helyreállították.

Ezután szinte azonnal hozzáfogtak a vonalbővítéshez is – hiszen ennek „politikai” akadályai akkorra elhárultak –, egyelőre még az eredeti, 950 mm-es nyomtávval. A 3,5 km hosszú megyehatár–Nyírlugos



6. ábra. Hímzett címke a szolgálati egyenruháról



7. ábra. A Zsuzsi Kisvasútért Baráti Kör emblémája





8. ábra. Ünnepi szerelvény indul 2006-ban, a Kisvasutak Napján (Fotó: Hoványi Péter)

szakasz 1946. január 6-ára, a 8,5 km hosszú Nyírlugos–Nyírbétek szakasz 1950 novemberére készült el.

A bővítésekkel a következő új megállóhelyeket és állomásokat alakították ki: Acsádi út (30,3 km, Nyíracsd áll.), Angyaltelek mh. (31,6 km), Dr. Vásárymenedékház mh. (34,7 km, később Menedékház, majd Turistaház mh.), Nyírlugos megálló-rakodóhely (mrh.), Nyírlugosfelső mrh. és Nyírbétek végállomás.

A vonalbővítéshez a már meglévő szakaszon pályamegerősítés és ívkorrekció is kapcsolódott. Az új pályán a megengedett sebesség 10/30 és 10/25 km/h volt a személy-, illetve tehervonatokra aszerint, hogy lakott területen vagy nyílt pályán közlekedtek. A motorkocsik sebességét 50km/h-ban határozták meg.

Sajnos a Nyírbátorig és Nagyecsedig tervezett folytatás már nem készült el.

A II. világháború után számottevően megváltozott a magyarországi vasútvállalatok helyzete. Gyakorlatilag minden magánvasutat államosítottak, persze helyesebb a műveletet rekvirálásnak vagy „einstand”-nak nevezni... A 13390/1948. sz. rendelkezés alapján, 1949. január 5-ével történt a hivatalos átvétel. A folyamat egyetlen hozadéka talán az volt, hogy ekkortól a korlátozott közforgalmú közforgalmú keskeny nyomközű vasút lett. 1950. július 15-étől a MÁV üzemeltette, mint az állami gazdasági vasutakat.

Az 1950-es évek végén kezdődött a gazdasági vasutak egységesítése, ami egyrészt a nyomtávot, másrészt a járműparkot érintette. 1961-ben a vágányhálózat

átépült 760 mm-es nyomtávra, illetve ezzel majdnem egy időben megindult az áttérés a dízelvontatásra is, melynek során más kisvasutakról irányítottak ide még jól használható járműveket (Mk48 és C50) (5. ábra). Ez idő tájt jelentek meg a jól ismert és szintén mai napig közlekedő négytengelyes, légfékes Bax típusú személyvagonok.

A pálya átépítések során nyilvánvalóvá vált, hogy az építéskor, illetve a vonalbővítések során nem mindig tartották be az előírásokat: A legkisebb tényleges ívsugár nyíltvonalon 80 m volt, a korrekció után 148 m lett, állomási átmenő vágányban 120 m és mellékvágányban pedig 75 m. A legnagyobb emelkedő 6,6‰ volt, a megengedett 6‰-kel szemben.

Az alkalmazott sín típusok száma a nyomtáv csökkentésekor 8-ról 6-ra változott, illetve a sínhosszak 8-12 m-ről 12-24 m-re növekedtek, attól függően, ahogy sikerült később gyártott, szabványméretű síneket használni.

A vasút teljes építési hossza 48,3 vkm. Emellett 5,118 vkm hosszban mellékvágányok (állomási és rakodó), amelyből 2,149 vkm a fatelepi tíz vágány összes hossza volt.

A magyar vasútbarátok szemében öröspoztó az 1968-as Közlekedési Konceptió, amelynek következtében máig érthetetlen, értelmetlen és jóvátehetetlen rombolás történt a hazai vasúti hálózatban.

A város fejlődése újabb felüljáró építését igényelte az akkori Április 4. utcán (ma Faraktár utca, mely egyben a 48-as sz. főút városi szakasza). A négysávos híd építése jelentősen csökkentette a Fatelep és ezzel a „Zsuzsi” indulóállomásának területét. A város vezetése nem támogatta a vasutat, ráadásul a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium Vasúti Főosztálya már 1975 őszén a bezárás mellett foglalt állást... [6]. Emiatt 1977. augusztus 31-én a 428-as számú járat az állami vezetés befejezettnek tekintette a Zsuzsi Vasút történetét.

A bezárás előtt a Fatelepen teljes körűen és egységes szerkezetben működött egy vasúti indító pályaudvar, egy fűtőház, egy járműjavító-, szerelő- és építőműhely, valamint egy komplett fűrészmű, azok minden szükséges létesítményével és eszközeivel, kiegészítve természetesen a vasúti átrakáshoz szükséges területtel, vágányokkal, gépekkel és eszközökkel. A tökéletes felszereltséget és működést jelzi, hogy 1961-ig az összes vontatott járművet itt gyártották, itt



9. ábra. Az 1978–2011-ig működő fatelepi állomásépület (Fotó: dr. Kovács Róbert)

készültek motorkocsik, sőt más kisvasutak megrendelésére is dolgoztak!

A megszüntetés körülményeivel – a felsoroltak mellett – több önálló mű (irodalmi alkotás, rádióműsor stb.) is foglalkozott [6]. A lényeg, hogy sem a lakosságot, sem a térszereket, sem az erdőgazdaságot nem értesítették a döntésről, viszont a felszámolt szakasz bontását azonnal megkezdték.

Több más városhoz hasonlóan a debreceniek is mindent elkövettek a megváltoztathatatlanság megváltoztatása érdekében: a teljes felszámolás helyett, az ekkor már 48 km-es vonalból 16,6 km-t sikerült megmenteni, így Hármashegyáig megmaradhatott a pálya. Ezt nevezték először – a kor szellemének megfelelően – Úttörővasútnak, majd az „érdeklődés hiányában” (ne felejtsük el, hogy az erdő közepén, a legközelebbi falutól 6-7 km-re jelölték ki a vágány végét) Gyermek-, ifjúsági kirándulóvasútnak.

A vonal megszüntetések a MÁV átadta a „Zsuzsít”, összes létesítményeivel együtt, a Debreceni Közlekedési Vállalatnak (DKV). Ezután a MÁV Debreceni Igazgatóság – 1 M Ft értékű, hivatalosan társadalmi munkával – felújította Debrecen-Fatelep állomást, és megépült az új felvételi épület. Ezek hiánya volt a megszüntetés oka...

Az 1978. május 1-jétől üzemelő Úttörővasút csak kirándulóvonatként közlekedett, tavasztól őszig – a folyamatos vasútüzem megszűnt. Az új elnevezésnek megfelelően a vasút nevét és tulajdonosát az egyenruhákön hímzett felirattal tüntették fel (6. ábra).

Ez az „üzletmenet” folyt 1994-ig. Az életben tartást szolgálta, hogy az Erdészeti központi fejlesztési keretéből évi 1,5 M Ft-ot átutalt az üzemeltetőnek [7].

A DKV, pénzügyi gondokra hivatkozva, 1995-ben szüneteltette az üzemeltetést. Ennek hatására a városi közgyűlés a felszámolás mellett döntött. (A cég számításai szerint 18 M Ft/év szükséges az üzemeltetéshez, míg a vasúti szakemberek szerint a tizedéből megoldható.) Ekkor a debreceni vasútbarátok megalakították a Zsuzsi Kisvasutért Baráti Kört, melynek emblémája a 7. ábrán látható. A „Zsuzsi” megmentését szolgáló akciók elérték céljukat, mert először a közvéleményt állították a kisvasút ügye mellé, majd ennek eredményeképpen a közgyűlés visszavonta a korábbi határozatot. A pénzügyek törvényes kezelésére a Baráti Kör több helyi



10. ábra. A nyíracskádi állomásépület 1926 és 1941 között végállomásként működött (Fotó: Csobai László)

vállalkozás segítségével létrehozta a Zsuzsi Erdei Vasútért Alapítvány.

A Baráti Kör tagjai demonstrációkat szerveztek, melyek során „feltámasztó részvények” árusításával képletesen eladták a vasút 1-1 méterét. A gyűjtés csúcspontja az volt, amikor a Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti Hivatala 3,2 M Ft üzemeltetési és 6 M Ft fejlesztési támogatással járult hozzá a „Zsuzsi” életben tartásához. Ekkor már a város is – hasonló mértékű – üzemeltetési támogatást adott, és ezzel egy időben az üzemeltetést átruházta a közben megalapított Zsuzsi Erdei Vasút Kht.-ra.

A sok támogatás jóvoltából és önkéntes munkával üzemképessé tették a pályát és a járműveket is. A hosszabb szünet után, 1996. július 13-án újra indult a „Zsuzsi”. A következő évben már a Magyar Közlekedési Közművelődésért Alapítvány (MKKA) szervezte Kisvasutak Napja rendezvény keretében indult meg a közlekedés. Az MKKA 1995-ben indította útjára a *Mentsük meg a kisvasutakat* elnevezésű rendezvénysorozatot; minden Kárpát-medencei kisvasútnak minden évben, azonos hónap azonos szombatján van a napja, amikor rendkívüli menetekkel, rendezvényekkel ünneplik a működést.

A túlélést és a fennmaradást szolgálta, hogy a debreceni városvédők kezdeményezték a „Zsuzsi” ingó és ingatlan vagyonaára a műemléki védetség megadását. Ennek köszönhető, hogy 2003-ban az ideiglenes, majd 2005-ben a végleges védetséget is sikerült megszerezni.

A támogatások folyamatos csökkenése mellett egyre nagyobb feladatot jelentett az üzemeltetés. A romló állapotokat mutatta, hogy a Közlekedési Felügyelet az üzemeltetési engedélyt csak nagyon komoly hiánypótlás (1000 alj cseréje és vágányszabályozás) elvégzése után adta meg 2005-ben. Az ügy fontosságát és az elmúlt évek tevékenységét minősítette, hogy a város 2006-ban, mentőövet nyújtva, a DKV-n keresztül megvásárolta az üzemeltető kht.-t az alapítótól: a Baráti Körtől és az Alapítványtól.

A vasútbarátok legnagyobb örömeire ismét sikerült gőzmozdonyt állomásítani a kisvasútra. A Közlekedési Múzeum tulajdonában lévő 394.023 pályaszámú (psz.) gőzmozdonyt (8. ábra) a nyíregyházi D-Tech Kft. újította fel, majd az üzemeltetési jogokat 2006 decemberében eladta a kht.-nak. Ennek értelmében 2025-ig a DKV Debreceni Zsuzsi Erdei Vasút Kht. üzemeltetheti a mozdonyt, mely külön névadó ünnepség keretében stílszerűen a Zsuzsi nevet kapta.

A biztos anyagi háttér lehetővé tette a fejlődést. A rendezett, költségghatékony irányítás mellett az üzemeltetés évről évre a tervezett pénzügyi keretek között maradt. Emellett folyt a pálya megerősítése és a járművek üzemképessé tétele.

Kialakult a normál menetrend mellett (április vége és október 15. között napi négy vonatpár) a kiemelt alkalmak ünnepelése különvonattal és egyéb rendezvényekkel. Zsuzsa-nap (február 19.), Kisvasutak Napja (április 4. szombatja), születésnap



**2. táblázat. A vasútállalat az alábbi neveken szerepelt az elmúlt évtizedekben**

Debrecen-Guthi Vasúti Vállalat	1882–1919
Erdei Iparvasút	1919–1923
Epreskert-Guthi Korlátolt Közforgalmú Vasút	1923–1934
Debrecen Városi Erdi Vasút	1934–1939
Debrecen (Szabad Királyi) Város Gazdasági Vasútja	1939–1946
MÁV Debrecen-Fatelep–Nyírlugosi Vasút	1946–1954
MÁV Debrecen-Fatelep–Nyírbéltek Vasút	1954–1977
Debreceni Közlekedési Vállalat (DKV) Úttörővasút	1978–1980
DKV Gyermekvasút	1980–1990
Debreceni Zsuzsi Erdi Vasút	1990–1995
DKV Debreceni Zsuzsi Erdi Vasút Kht.	1996–2011
DKV Debreceni Zsuzsi Erdi Vasút Nonprofit Kft.	2011–

**3. táblázat. A vasútüzem vezetői voltak**

<i>Simonffy Imre</i> epreskerti raktárnok	1901–1913
<i>Titkos Béla</i> erdőmérnök	1914–1919
<i>Förster Miklós</i> erdőmérnök gyakornok	1919–1920
<i>Schlosser István</i> erdőmérnök főerdőtanácsos	1920–1921
<i>Balogh Béla</i> segéderdőtiszt	1921–1925
<i>Radetzky József</i>	1925–1930
<i>Csobai László</i> gépészmérnök (a Városi Fateleppel együtt)	1930–1948
A DKV személyszállítási és gépészeti üzemevezetők	1949–1994
<i>Piros András</i> pft. vezetőmérnök	1996–2004
<i>Berki János</i> ny. MÁV főtanácsos	2004–2005
<i>Pintér Gyula</i> ny. építési igazgató	2005–

(július 16.), a bezárás évfordulója (augusztus 31.), Mikulás (december 6.), később gyereknap (május utolsó vasárnapja) és csillagászati („égi” eseményekhez kötve). Ezekon kívül – megrendelésre – különvonat bármilyen időpontban közlekedhet.

Többszöri kísérlet után 2010-ben EU-s pályázatot nyert a kht. A pályázott összeg 400 M Ft, az önrész 50 M Ft, amit a DKV biztosít. Az elnyert összegből 8315 m hosszon teljesen átépült a pálya, hét új, 120 m-es peron létesült, közte három új megállóhelyen (Hétvezér u. 1,0 km; Balla-tanya 3,0 km és Hármashegy-tó

16,1 km). Természet háza néven felépült a végállomáson egy új létesítmény, melyben a forgalmi helyiségek mellett bemutatóterem és csillagvizsgáló is helyet kapott. Két vagon felújítottak, az egyik nyitott, és mindkettő alkalmas mozgáskorlátozottak szállítására. Az ünnepélyes átadás 2012. július 27-én volt.

A városrendezés elérte a megmaradt Fatelep területét is. Az elhanyagolt területen bevásárlóközpont épül. A nagymértékben érintik a „Zsuzsit” is. A terület átalakítása során teljes felújítás mellett „feléled” a régi, kis és nagy fűtőház, a szertár épületéből új felvételi épület lesz

a Ruyter u. 1. szám alatt. Ennek üzembe helyezés előtti állapota a 9. ábrán látható. Az állomásépület magas peronnal készül, ezzel is segítve a mozgáskorlátozottak közlekedését. Az 5/6 és a 8/9 szelvényben két járműtároló is épül, melyek alkalmasak a teljes vonatott állomány tárolására. A város és a MÁV közötti területcserével a jogi helyzet is rendeződni látszik. Az átadás 2014 tavaszán várható.

A történeti rész zárásaként megemlítjük, hogy a Zsuzsi menti települések a bezárás óta minden fórumot megragadnak a felszámolás hátrányos voltának ecsetelésére, illetve egységesen a vonal visszaépítését szorgalmazzák – azóta is. Tervek a korábbi években is készültek, de a megvalósulás egyelőre elmaradt. Jelenleg az Alapítvány tekinti fő feladatának legalább a szükséges tanulmányterv elkészíttetését, de sokkal inkább a fejlesztés tényleges beindítását.

(A vasút elnevezései a 2., a vezetői pedig a 3. táblázatban olvashatók).

A vasút végállomása 1926 és 1941 között Nyíracád volt, melynek állomásépülete a 10. ábrán látható. Jelenleg lakóház az Emlékpark mellett.

**Az alkalmazott létszám az elmúlt évtizedek folyamán:**

Amikor a város megvásárolta a „Zsuzsit”, jellemzően erdészeti képzettségű szakemberekre bízta az üzemvezetést és az üzemeltetést. A dolgozók szakmák szerint: gépész (később mozdonyvezető), pálya-felvigyázó, pályaőr, fűtő, ács és munkavezető-hídőr, vonatvezető. Összességében 6-8 fő dolgozott, viszont több szakmai feladatot is el kellett látniuk, például fékező ácsmester vagy út- és pályaőr.

Az 1930-as években a Városi Fatelep



11. ábra. Belvíz Kondorosnál 1941-ben, itt a második sínautó látható (Fotó: Csobai László)



(falóger) és a vasút közös irányítás alá került, ekkortól a létszám 14+6-ra bővült.

Az 1974-ben foglalkoztatott létszám szerint a forgalomnál (három állomáson) 34 fő, a pályafenntartásnál (két főpályamesteri szakaszon) 30 fő és a vontatásnál (utazószemélyzet és műhelyben) 21 fő, összesen 85 fő dolgozott a „Zsuzsin”.

Később, a nyolcvanas évek elejétől is folyamatosan volt egy 4-6 fős pályafenntartó csapat, illetve a vontatójárművek vezetéséhez és üzemben tartásához szükséges egy állandó dolgozó működött a kisvasúton. Emellett sok önkéntes is segítette a vasút munkáját.

1996-tól a kht. létszáma 12 fő volt, emellett szintén sok önkéntes munkára volt szükség, úgy a járművezetés és -javítás, mint a pályafenntartás területén. A jelenlegi létszám 10 fő, valamennyi DKV-alkalmazott.

## A járművekről

### Gőzmozdonyok

Az első mozdonyt a vasút megnyitásának évében gyártották Münchenben, a Krauss és Társa gyárban. 1882. április 27-én szállították le, 911/1882. gyári számon. Üzembe helyezésekor kapta a Zsuzsi nevet, s lett végül az egész vasút névadója.

#### Főbb adatai:

nyomtávolság	950 mm
tengelytávolság	1800 mm
futókör átmérője	800 mm
engedélyezett sebesség	20 km/h
tapadási vonóerő	23,4 kN
legnagyobb teljesítmény	107 LE
víz tartály térfogata	2 m <sup>3</sup>
tüzelőanyag-készlet (fa)	750 kg
szolgálati tömeg	14,690 t
tengelyterhelés	7,8 t

A mozdony 1A tengelyelrendezésű volt. A második mozdony érkezésekor az I. pályaszámot kapta, majd a MÁV állományába kerülve 290.001 lett a száma. 1960-ban leselejtezték.

A következő mozdony a berlin-drewitzki Orenstein és Koppel gyárban készült, gyári száma: 3551/1909.

#### Főbb adatai:

nyomtávolság	950 mm
tengelytávolság	1850 mm
futókör átmérője	760 mm
engedélyezett sebesség	20 km/h
tapadási vonóerő	34,6 kN
legnagyobb teljesítmény	130 LE
víz tartály térfogata	2,8 m <sup>3</sup>
tüzelőanyag-készlet (szén)	1000 kg
szolgálati tömeg	19,400 t
tengelyterhelés	9,7 t



12. ábra. A 2012 nyarán megnyitott, új végállomás  
(Fotó: dr. Kovács Róbert)

A második mozdony a II. pályaszámot kapta, majd a MÁV állományába kerülve 291.001 lett a száma. 1960-ban leselejtezték.

A két mozdonynak egy közös szerkocsija volt, mely a saját műhelyben készült 1930-ban, és egyidejűleg 2 t szén és 6 m<sup>3</sup> víz tárolására volt alkalmas. Szolgálati tömege 13,5 t volt.

A háborús viszonyok – járműserülések és megnövekedett szállítási igények – tették szükségessé újabb mozdonyok üzembe állítását. A MÁV-tól bérelt és a kívánalmak szerint átalakított, 490.034 sorozatszámú gőzmozdony nem vált be, ezért egy év után visszaadták.

A 390.001 sorozatszámú gőzmozdony kazáncseréje és 760 mm-ről 950 mm-es nyomtávra történő átépítés után, 1955 és 1960 között üzemelt a „Zsuzsin”.

A 490.038 sorozatszámú gőzmozdony már a nyomtáv váltás után került a kisvasútra, és 1962 és 1965 között működött Debrecenben. 1965. július 1-jén leselejtezték.

A 492.013 sorozatszámú gőzmozdony 1962 és 1966 között végezte a vontatási feladatokat, és még a forgalomból való kivonás évében leselejtezték.

### Sínautók, motorkocsik

1925-ben sínautót építettek Ford típusú személygépkocsi átalakításával, amely a vezetőn kívül négy személy szállítására

volt alkalmas, és az első ilyen jármű volt az országban. Megengedett sebessége 30 km/h volt. Leselejtezése után, 1927-ben készült a 2. sz. – Mercedes-motoros – sínautó, mely már 35 km/h sebességre volt alkalmas, és az előzőhöz hasonlóan 4 férőhely volt benne. A bezárásig üzemelt. 1936 és 1944 között egy útra 12 pengő volt a tarifa.

A már többször említett költségcsökkenést szolgálta az 1931-ben üzembe helyezett BCa motor, más néven a 101-es pályaszámú motorkocsi. A két vezetőállású, négytengelyes, könnyű szerkezetes motorkocsi II. és III. osztályú szakaszra volt osztva, 6+26 ülőhellyel. A nyolchengeres, benzínmotoros jármű tengelyelrendezése 1A'1', teljesítménye 44 kW volt. A két ütköző közötti távolság 12 120 mm volt, két forgóváz kivételben, 1300 mm-es tengelytávval és 7000 mm forgócsaptávolsággal. Szolgálati tömege 11,5 t, megengedett sebessége 35 km/h, műtanrendőri próbáját 1931. február 24-én tartották. Többszöri átszámolás után, utolsó pályaszáma a MÁV-nál Aba mot 806 volt. Ebből a típusból készítették egyet a Hegyközi vasútnak is, 760 mm-es nyomtávra [5].

A következő egy kéttengelyes, 22 ülőhelyes, benzínmotoros motorkocsi volt. 1936-ban helyezték üzembe, vagonok vontatására is alkalmas volt, pályafelépítésnél, sőt a teherforgalomban is kihasználták. Szolgálati tömege 7 t, megengedett

sebessége 50 km/h volt. Hossza 7020 mm, a tengelytáv 3000 mm. Műszakrendőri vizsgálatát október 28-án tartották. Pályaszáma C motor 102 volt, és végül a MÁV-nál B mot 805 lett.

#### Dízelmotordonyok

A MÁV által elkezdett egységesítés leginkább a nyomtáváltás után érezhető hatását, hiszen megjelentek a dízelüzemű vontatójárművek, illetve a ma is ismert személy- és tehervagonok.

A C50-esek közül a következők töltötték több-kevesebb időt a „Zsuzsin”: KVVG 4507 (10 hónap), KVVG 4508 (8 hónap), GV 3709 (6 hónap), GV 3714 (16 év), GV 3787 (16 év), GV 3440 (15 év), M297.4004 (2 év), M297.4005 (2 év) és M297.5737 (16 év).

Az Mk48-asok közül: a 2003-as (17 év), a 2027, 2028 és 2029 psz. (16 év), valamint a 2038-as (14 év) üzemelt. Jelenleg is üzemel a 2006-os (43 éve), a 2002-es és a 2009-es (37 éve).

A felsoroltakon kívül 2006-ban az Alapítvány segítségével sikerült beszerezni egy Mk29 típusú cseh gyártmányú, dízel-elektromos vontatójárművet, amely a mi C50-esünkhöz hasonlít. Teljesítménye 50 LE, megengedett sebesség 25 km/h.

#### Vagonok

A műtanrendőri bejárás jegyzőkönyve szerint a gőzmozdony mellett 45 db „görcsöt” is beszereztek az első tulajdonosok. A további vagonok a saját műhelyben készültek, összesen legalább 30. A személy- és poggyászkocsikat a meglévő tehervagonok átalakításával gyártották. A Magyar Királyi Statisztikai Hivatal adatai szerint 1938–39-ben 2 db fedett és 24 nyitott teher-, 3 személy-, két nyári és egy poggyászkocsi volt. A tehervagonok raksúlya 10 t volt, a személykocsikban 36, illetve 24 ülőhely volt.

A korábban, helyben gyártott vagonok elkerültek a Ceglédi Gazdasági Vasútra. A „cserében” idekerült Bax típusú kocsik élete is regénybe illő. A bezárást követően több kocsit elirányítottak más kisvasutakra, de 12 db-ot átvett a DKV Úttörővasút. Ehhez hasonlóan, az átalakított tehervagonok közül kettő maradt a „Zsuzsin”, a többi – jellemzően – leselejteztek. Jelenleg 7 db üzemképes, 2 javítás alatt, 3 pedig üzemképtelen.

Tehervagonból három Iah típusú és egy Gah típusú segíti a pálya-karbantartási munkákat.

#### Biztosítóberendezések, távközlés

A mai értelemben vett biztosítóberendezés a „Zsuzsin” nem volt. A MÁV-üzemeltetés hozta magával a rakodóvágányokra helyezett vágányzáró sorompókat, illetve a nyíltvonali kitérőket jelző V betűs táblákat.

Az 1920-as években épült ki a vonal mentén a telefonhálózat. A telefonkapcsolat a személyforgalom beindítása miatt vált szükségessé, mert ekkortól egy időben több szerelvény/motorkocsi is lehetett a vonalon. A motorkocsi-vezetők a hálózatra csatlakoztatható készüléket vittek magukkal, így bármilyen eseményt (forgalmi zavarok, jármű-meghibásodások stb.) azonnal jelezni tudtak a faterlepi, majd 1950-től a nyírbéteki irányító forgalmistának is. Ezekon felül minden megálló-rakodóhelyet is elláttak telefontal.

#### Forgalmi és szállítási adatok

Abban az időben, amíg kizárólag teherszállításra használták a „Zsuzsit”, megbízható adatnak tekinthető a letermelő fá mennyisége – 35 E m<sup>3</sup>/év. Ezt a teljesítményt hétköznaponkénti egy vonattal érték el. Természetesen a szállítási teljesítmény – különböző okok miatt – 10-40 E m<sup>3</sup> között változott.

1936 és 1942 között az évi teljesítmény 21,5 és 31,1 E t között volt, lassú emelkedés mellett.

Az utolsó 15 év (1964–78) teherszállítási adatai szerint évente 442–921 normál vasúti vagon kirakására és 2153–3434 közötti kisvasúti kocsirakomány áru berakására került sor a Faterlepen. Mivel csak a vagonok darabszáma ismert, csupán becsülni lehet, hogy 7-14 E t áru érkezett a kisvasútra, és 21-34 E t árut küldtek tovább a kisvasútról. Az adatok évről évre változtak, de összességében a szállítási teljesítmény évi 31 és 42 E t között volt.

A személyforgalom beindítása után, 1923-tól már naponta közlekedett 1 pár vegyes vonat. A töretlen fejlődést a gazdasági világválság akasztotta meg. Ekkor csak a hatóságok szigorú fellépése akadályozta meg a vasút bezárását. A vonalbővítés, a motorkocsi személyszállítás és a kifejezetten turista-, illetve kirándulónatok beállítása hozta meg a sikert: 1938-tól csak a nyári, hétvégi kirándulónatok évente több mint 10 ezer utast szállítottak, míg 1936 és 1942 között az éves teljesítmény 44 ezer és 87 ezer fő között volt, folyamatosan emelkedés mellett! Megjegyezzük, hogy ennek a teljesítménynek köszönhetően ismét

## Summary

Railway constructional élan after Compromise – which seems to be unbelievable tempo – eases down by the years of 1880' but with the so called HÉV (Railway of local interest) law published at that time railway issue has received a newer impulse. Today only few people think about of at that time typically there were no roads usable permanently with other words dust-free roads! Travellers, transporters were exposed to the rigours of weather and mainly to geographical constraints. This is especially true for the water-coursed meadow-like Plain where the regularization of Tisza river has just started and the results of it were not felt everywhere yet. Continuing our series presenting the light railways of our country this time we present the history of a „provisional auxiliary line” constructed in the middle of Plain which proving its viability – is the oldest light railway in Carpathian-basin has been operating for more than 130 years.

gazdaságossá vált a „Zsuzsi” üzemeltetése.

1943-tól – a vegyes vonat mellett – már önállóan közlekedett egy pár motorvonat, 1947 és 1949 között ez két párra módosult.

Érdekeségként megemlítjük, hogy – talán az országban egyedülállóan – a II. világháború utáni hiperinfláció miatt bevezették a természetbeni díjszabást: egy 20 km-es jegy ára 6 tojás, vagy 6 kg burgonya, vagy 4 dl olaj vagy 15 dkg szalonna volt. 1 tehervagon díja – a forint bevezetéséig – 2 m<sup>3</sup> tűzifa volt. A 26 km-es menettértei jegy ára 1 pengő volt, míg ugyanez 1945. október 3-ától 100 P, 1946. június 1-jétől pedig már 5000 P.

Az 1960-as években már napi 5-7 személyvonatpár közlekedett, a bezárás előtt azonban már 7-9 vonat szerepelt a menetrendben. Az 1974-es utasszám 582 175 fő volt.

Az újraindítás utáni első teljes évben, a tavasztól őszig tartó üzemelés ellenére, több mint 13 ezer utas volt.

Az utóbbi években 27–33 ezer között mozgott az éves utasszám, de a különféle – és egyre szaporodó – rendezvényeknek köszönhetően folyamatosan emelkedik.

#### Rendkívüli események, balesetek

A kisvasutakon járatos szakemberek tud-



ják, hogy a legtöbb gondot az eső, a hó, valamint az ár- és/vagy belvíz (11. ábra) okozhatja ezeken a pályákon. Az erdővel benőtt területeken igen furcsa és főleg magas „építményeket” hordhat össze télen a szél... Nem volt ez másként a „Zsuzsin” sem: Kondorosnál 1940 telén a telefonoszlopok tetejét kézzel elérték a hómunkások! Ennél nagyobb bajt okozott az olvadás, a felgyülemlett víztömeg átszakította a töltést. A forgalmat csak a vasúti töltés emelésével lehetett újraindítani.

A dolgozók elmondása szerint a leg súlyosabb baleset az 1950-es évek végén történt, amikor egy íves pályaszakaszon szembetalálkozott két személyvonat. A késő délutáni órákban Martinkán kellett „keresztezzen” két vonat. A Debrecenbe tartó vonat vezetője erről meglepedezett, és várakozás nélkül továbbindult. Mindkét vonat 25-30 km/h-s sebességgel haladt az ütközéskor. Ezeknek a C50-es típusú mozdonyoknak abban az időben csak saját, mechanikus fékük volt, a vonatok fékezése sem volt megoldott. A vétkes mozdonyvezető úgy beszorult a vezetőfülkébe, hogy csak többórai munkával lehetett kiszabadítani, de nem szenvedett

súlyos sérüléseket. A másik mozdonyvezető időben kiugrott a mozdonyból. Az M297.4004 és 4005 psz. nagymértékben roncsolódtak, a 4005-ösnek csupán az alváza maradt a helyén...

Kisebbs-nagyobb balesetek – vágányon felejtett emelő, sínbe beakadó közúti jármű elütése stb. – ezenkívül is történtek, ám jelentős kárt nem okoztak.

Az elmúlt évtizedek erőfeszítései, melyet a debreceniek és a vasutasok, más szóval a Zsuzsi Erdei Vasút barátai a „Zsuzsi” életben tartásáért tettek, jól látható eredményekkel jártak. Nemcsak megmenekült a kisvasút, hanem folyamatosan megújult. A fejlődést bizonyítja a jelenlegi végállomás új épülete is (12. ábra). Sokak reménye szerint azonban a későbbiekben inkább turistacsalogató, a szabadidő kellemes eltöltését segítő látványosság lesz. Ezt igazolja a 12. ábrán bemutatott új végállomás a kirándulók tömegével.

Az írás az [1], [2] és [3] alatt felsorolt művek adatainak felhasználásával készült. Külön köszönetet mondok a [8] és [9] alatt jelzett beszélgetőpartnereknek, dr. Kovács Róbertnek és Pintér Gyulának az 1995 utáni időszak részletes adataiért. ◀

## Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Szemerédy Miklós: *A Gut-Keled nemzetsége és a Gúti erdő*. Debrecen, 2005, *Nyírségi Erdészeti Rt.*, 131–147. o.
- [2] Simonyi Alfonz: *A debrecen-gúti „Zsuzsi” vonat*. Hajdú-Bihar Megyei Levéltár évkönyvei XXIX. Debrecen, 2002, 301–320. o.
- [3] Linzbauer Tamás: *A debreceni keskeny nyomtávolságú vasút története*. Vasúthistória évkönyv, 1989. MÁV, 453–474. o.
- [4] Mihailich Győző – Haviár Győző: *A vasbetonépítés kezdete és első létesítményei Magyarországon*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966, 115. o.
- [5] Villányi György: *Egy évszázad motorkocsi üzem*. Vasúthistória évkönyv, 2002, MÁV, 104. o.
- [6] Taar Ferenc: *Zsuzsi nélkül – rádiójáték*, 1979. Kaleidoszkóp '81. Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [7] Dr. Szemerédy Miklós: *A debreceni erdős puszták parkerdei*. Debrecen, 2002, 54–57. o.
- [8] *A Zsuzsi Kisvasútért Baráti Kör története*. Beszélgetés dr. Kovács Róbert elnökkel, 2013.
- [9] *A Zsuzsi Erdei Vasút Kht. története, működése*. Beszélgetés Pintér Gyula üzemigazgatóval, 2013.



Vasúti és városi közlekedés infrastruktúrájához váltók, kitérők, átszelések és egyéb felépítményi szerkezetek gyártása

3200 Gyöngyös, Gyártelep utca 1. • Tel.: (37) 312-270 • Fax: (37) 316-179 • Honlap: www.vamav.hu



## A tűzihorganyzás (6. rész)

Tűzihorganyzott acélszerkezetek

kezelése

**Antal Árpád\***

Nagév Cink Kft.

✉ rpd.antal56@gmail.com

☎ (30) 694-8183

Tűzihorganyzott acélszerkezetekről szóló sorozatunk előző öt részében tárgyaltuk a technológia, a korróziós ellenállás, az acél alapanyag kiválasztása, a tervezési irányelvek, a szabványelőírások és a gazdaságosság kérdéseit. Sorozat záró írásunkban további tanácsokat kívánunk adni a már tűzihorganyzott acélszerkezetek kezeléséhez és alkalmazásához. Miután a szerkezetek elhagyták a horganyzóüzemet, végleges helyükön való felállításukig még raktári tárolás, szállítás, szerelés következik. Legfontosabb célunk, hogy a felsorolt műveletek alatt is megőrizzük a darabok épségét, különös tekintettel a védőbevonatra. Mint a korábbi részekből kiderült, a horganybevonat korrózióállósága és mechanikai tulajdonságai kiválóak, ennek ellenére felhívjuk a figyelmet a horganyzott termékek szakszerű kezelésére.

### A fehérrozdásodás elkerülése

A horgany (cink) felületén kialakuló bázisos cink-karbonátok biztosítják a fém jó ellenálló képességét a léggör korróziós hatásaival szemben. Ez a védőréteg „cinkpatina”, mely vízben alig oldható, tömör, átlátszó, molekuláris vastagságú filmként fedi az alatta levő horganyt. Kialakulásáig – a léggör jellemzőitől függően – néhány nap, de akár több hónap is eltelhet. Létrejöttének sebessége nagymértékben függ a levegő páratartalmától, ennek megfelelően az alábbi tapasztalatokkal lehet számolni:

- száraz levegőn: 80–100 nap,
- 33%-os relatív páratartalom esetén: 14–21 nap,
- 75%-os relatív páratartalom esetén: 3–5 nap.

Amennyiben már cinkpatina borítja az acélszerkezet felületét, a fehérrozdásodás nem fog megjelenni.

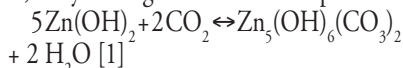
### A fehérrozsda kialakulása

A jól védő oxidréteg létrejöttében fontos szerepe van a levegő szén-dioxid- ( $\text{CO}_2$ ) tartalmának, melynek „közreműködésével” képződik a cinket beborító patinaré-

teg. Ha a levegő szén-dioxid-tartalma nem érintkezik a cinkfelszínen képződött cink-hidroxiddal ( $\text{Zn}[\text{OH}]_2$ ), nem tud leszáradni a fémfelület, nem jön létre a bázisos cink-karbonátokból álló védőfilm. Ebben az esetben a korróziótermék folyamatosan lemosódik a fémfelületről, újraképződik, ezzel gyorsan fogyasztja a bevonat anyagát.

A frissen tűzihorganyzott acélszerkezetek felületén első lépésként cink-oxid ( $\text{ZnO}$ ), majd a légnedvesség, pára hatására jön létre a cink-hidroxid. Ez utóbbi vízben oldódva tejszerű, fehér folyadékot alkot, megszáradva laza, fehér, krépor-szerű anyag, melyet eleinte könnyen lehet törölni a felületről (1. ábra).

A hidroxid létrejötté természetes folyamat, és közbenső lépése a cinkpatina kialakulásának. A levegő  $\text{CO}_2$ -tartalma hatására az alábbi kémiai reakció játszódik le, melynek végén kialakul a cinkpatina.



Egy oxidréteg védőképességét tömörsége, környezetben történő oldhatósága határozza meg. Az egyenlet szerint képződött bázisos kémhatású cink-karbonát természetes körülmények között alig oldható, intakt védőfilm, mely kitűnően elzárja az alatta levő cinket a levegő hatá-

saitól. Ez azt jelenti, hogy az oxidrétegen keresztül zajló diffúziós folyamatok sebessége nagyon lassú, maga a réteg is kitűnően ellenáll a környezeti hatásoknak. A legtöbb korróziós terhelésnél csak igen lassan oldódik, ugyanakkor a horganyalaphól újra is termelődik. Amennyiben viszont az állandó nedvesség hatására nem jön létre, a horganybevonat gyorsan károsodhat, és megjelenik a bevonatra káros fehérrozdásodás (2. ábra).

A legfontosabb szempont tehát, hogy kedvező körülményeket teremtsünk a védőfilm kialakulásához, ennek biztosítása nagyon egyszerű és a gyakorlatban is könnyen megvalósítható feladat, semmiféle különleges intézkedést nem igényel. Megfelelő csomagolás, helyes tárolási körülmények biztosítják a kívánt eredményt.

### A megelőzés módjai

Ennek megvalósítására három alapvető megközelítési mód kínálkozik. Egyik megoldási alternatíva szerint hagyni kell a természetes folyamatokat optimális feltételek mellett lejátszódni. Ez azt jelenti, hogy akár páralecsapódás vagy egyéb csapadék is érheti a frissen tűzihorganyzott terméket, ám fontos, hogy a horganyfelület cik-

\*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2013/5. számában, a cikksorozat negyedik részében, valamint a [sinekvilaga.hu/Mérnökportrék](http://sinekvilaga.hu/Mérnökportrék) oldalon.



likusan le tudjon száradni, azaz időnként a levegő is hozzá tudjon féni a fémfelülethez, tehát időközönként meg kell száradnia. Ilyenkor számolni kell azzal, hogy a védőréteg gyorsan elveszti csillogó fényét (oxidálódik). Először fehéres-szürkés és matt lesz, majd később szürkés-fémes színt vesz fel. A színárnyalat attól függ, hogy tiszta horgany vagy horgany-vas ötvözfázis borítja-e a védőfilmet [2]. Egyszerű megvalósítással szabad levegőn is elhelyezhetjük a frissen tűzhorganyzott terméket (hiszen ez a végső felhasználás célterülete), és biztosítani kell a csapadékvíz elpárolgásának, lefolyásának lehetőségét. Ez helyes csomagolással oldható meg.

A 3. ábrán jól látszik, hogy az egyes darabok között kellő légrés (min. 5-6 mm) biztosításával a ferde tárolással oldhatjuk meg a feladatot. A 4. ábrán választott megoldásnál víz marad a felületek között, így csapadékképződéskor biztos a fehérrozsda kialakulása.

További lehetőség a káros korróziós jelenség megakadályozására, hogy a termék végleges felhasználásáig kizárjuk a frissen horganyzott felületre történő páralecsapódást, illetőleg az eső, hó, köd korróziós hatásait. A mai termékpiac általában igen érzékeny az áru megjelenésére, így a tűzhorganyzott szerkezetek is esetenként jobban tetszenek a vevőknek, ha fényesek. Ez később a korróziós feladatuk betöltésénél már lényegtelen szempont lesz, de a piaci követelmények mégiscsak fontosak a gyártók számára, így ragaszkodhatnak, hogy a frissen bevont termékek valamennyi ideig megtartsák csillogó fényüket.

Mint tudjuk, a levegő, jellemzőitől függően, több-kevesebb vizet gőz formájában képes magában tartani. Paramétereinek, így például a hőmérsékletének bizonyos mértékű lecsökkenésekor (harmatpont) – az adott hőmérsékletnyomásnak megfelelő egyensúlyi feltételeknek megfelelően – kiválik belőle a víz egy része (5. ábra), és lecsapódik az acélszerkezet felületére, így a horganybevonatra. Az ábrán 22 °C hőmérsékletű, 70% relatív páratartalmú levegő esetén 16,5 °C-nál adódik a harmatpont, vagyis ezen a hőmérsékleten kezdődik meg a páralecsapódás.

A jelenségnek különös jelentősége van a frissen tűzhorganyzott termékek raktározásakor és szállításakor. Például amennyiben hideg felületű tárgyakat meleg raktárhelyiségbe szállítunk, a darabok körül kialakuló hideg légpárnában a le-



1. ábra. Enyhén cink-hidroxidos felület

vegő hirtelen vízzel telítetté válik, és az emiatt kiváló csapadék az acélszerkezet hideg felületére csapódik ki. Hasonló jelenséggel számolhatunk, ha hideg éjszaka után, a napsütés hatására nagyon gyorsan melegszik fel a levegő. A lecsapódott pára megindítja a korróziós folyamatokat, fehéres csapadék, majd leszáradást követően, kézzel is letörölhető finom fehér por borítja a friss horganybevonatot. A fentiek megakadályozása érdekében az alábbi intézkedéseket ajánljuk:

- szállításakor és raktározásakor el kell kerülni a hirtelen és jelentős hőmérsékletváltozásokat;
- esőtől, hótól, páralecsapódástól védett, egyenletes, alacsony páratartalmú, jól

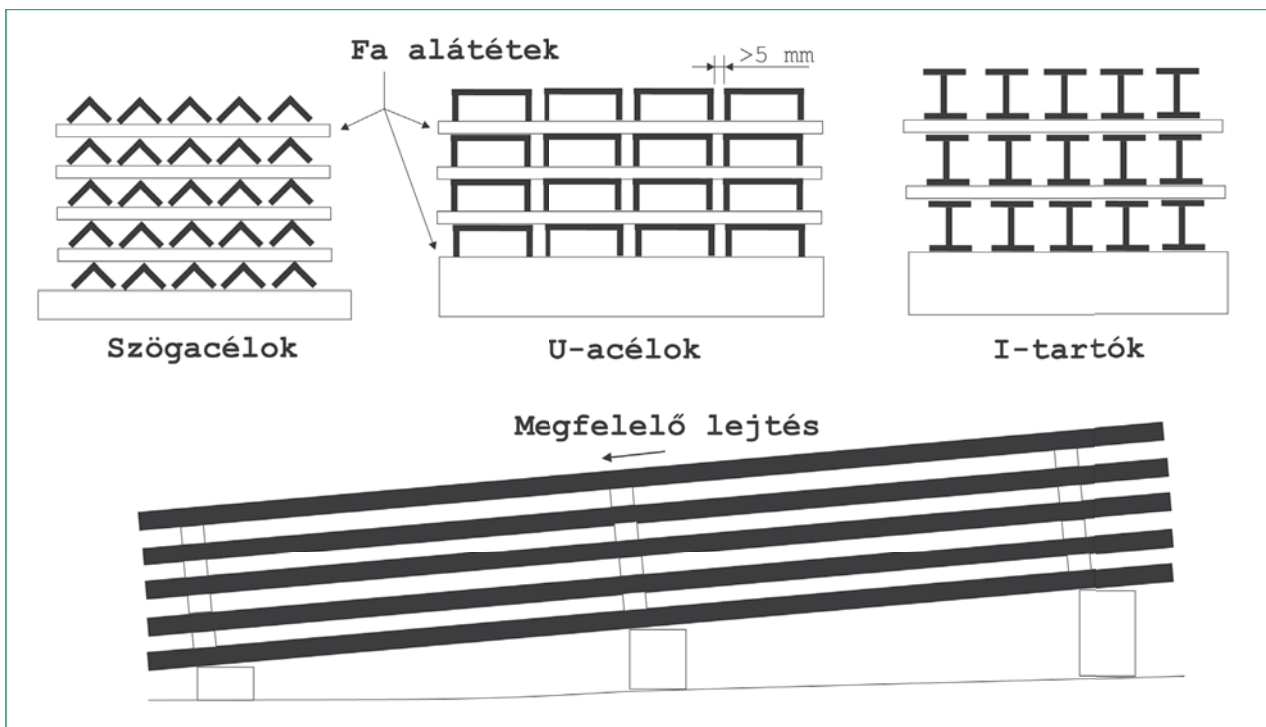
szellőző helyen kell tárolni a termékeket.

További lehetőség, hogy a frissen kialakított bevonatot időlegesen elzárjuk a levegő korrozív hatásaitól. Erre nincs minden tűzhorganyzó üzem felkészülve, és nem is követelmény. Ahol erre lehetőség nyílik, ott közvetlenül a tűzhorganyzást követően a még meleg termékeket egy ún. passziváló oldatba merítik (pl. akrilgyanta vizes oldatába), az ebből való kiemelés és szárítás után egy nagyon vékony, transzparens lakkréteg fedi a horganyréteget (6. ábra). Ennek a védőrétegnek a korróziós ellenállása függ a környezeti hatásoktól, általában 1–12 hónap.

A fentiekkel kapcsolatban azonban ismételtelen felhívjuk a figyelmet arra, hogy



2. ábra. Fehérrozsda felület



3. ábra. Felületek közötti szellőzés és vízlefolyás biztosítása

a cink-hidroxid képződése – légköri hatások esetében –, amennyiben nem túlzott mértékű, természetes folyamat, és közben lépése a jól védő cinkpatina kialakulásának. Viszont káros mértékét helyes termékkezeléssel ajánlatos kiküszöbölni.

### Bevonatos termékek utólagos megmunkálása

Általánosan elmondható, hogy darabáruhorganyozókban már csak a készre gyártott acélszerkezeti elemeket szabad bevonni. Azokon végzett bármilyen utólagos megmunkálás könnyen megsértheti a védőréteg folytonosságát, emiatt az a megmunkálás helyén elveszti védőképességét. Ez a megállapítás különösen érvényes a termikus beavatkozásokra, de hidegalakítás is csak szűk korlátok között lehetséges (meg kívánjuk jegyezni, hogy a folyamatos rendszerű tűzhorganyzó sorokon, melyeken acéllemezeket vonnak be, más típusú horganyrétegek képződnek, azok alkalmasak hidegalakításra, de akár mélyhúzóhatók is).

A gyakorlatban azonban adódhatnak olyan helyzetek, amikor mégis szükség lehet utólagos beavatkozásra. Ilyen például egy-egy hiányzó kapcsolólemez felhegesztése vagy többletérszek eltávolítása, esetleg az acélszerkezet helyszíni toldása hegesztéssel.

### Tűzhorganyzott felületek termikus alakítása, hegesztése

A tiszta horgany és a horgany-vas ötvözetekből álló védőbevonat olvadáspontja lényegesen alacsonyabb, mint a termikus alakításoké és a hegesztéseké. Ebből következően az ilyen beavatkozások után sérül, leég a fémréteg (7. ábra), melyet az EN ISO 1461:2009 szabványnak megfelelő módokon javasolunk helyreállítani.

- A hegesztésre kerülő felületi részeket 100 µm horganyréteg-vastagság felett minden esetben le kell munkálni a hőhatási övezetben, mert károsan befolyásolja a varratképződést.
- Hegesztéskor a keletkező gázok megzavarják a varratmetallurgiai folyamatokat, ezért a technológiánál időt kell engedni a varratömladék kigázósodásához (a szokásosnál nagyobb hegesztési hézag, kisebb hegesztési sebességek, kicsit nagyobb áramerősség, szélesebb elektrodamozgások, lassabb kihűlés stb.).
- Horganyzott felület hegesztésénél számolni kell azzal, hogy a hegesztési ív nem egyenletes és nyugodt, erősebb lesz a fröcskölés, a varrat porózus lehet.
- Bevonatos elektródáknál olyan típust kell választani, amelynél a salakmegszilárdulás később következik be.
- Lánghegesztéssel legfeljebb 3 mm lemezvastagságig hegesztünk, mert az ösz-

### Summary

With this paper we arrived at the end of our article-series dealing with hot-dip galvanizing in which we showed up the most important information to the readers. According to our hopes in the professional journal World of Rails sometimes you can also meet such articles which cover some special area of the technology in more details and supplies even more assistant to the application of this up-to-date technics. We think it to be important that hot-dip galvanized steel structures should appear in greater number in MÁV Co's investment and maintenance plans which can result significant savings to the company.

At the same time we would like to call the attention for a brand-new technical book, which was published by the Organization of Hungarian Hot-dip Galvanizers at the end of 2013. This publication serves explicitly the aims of practical users in which designers, steel structure manufacturers and users can find the most important information. This book with hard-back in size of A/5 (Figure 11) can be ordered free of charge from the office of the international association ([www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)).



szehegesztett lemezek mindkét oldalán nagyon nagy az eljárás hőhatási övezete.

- A cink elégeésekor szürkés-fehér cink-oxid-tartalmú füst keletkezik, ezért helyi elszívásról gondoskodni kell.
- A sérült bevonat korróziós képességeit helyre kell állítani.

A fenti felsorolásból a termikus darabolásokra, egyéb alakításra vonatkozó elveket célszerű figyelembe venni.

### Tűzhorganyzott acélszerkezetek hideg megmunkálása

A darabáru-technológiával kialakított horganyrétegek legnagyobb részét intermetallikus horgany-vas ötvözetek alkotják, melyek keménysége meghaladja még az acél alapanyagét is. Ebből következően mechanikai tulajdonságaik lényegesen rosszabbak, ezért hajlításuk, csavarásuk és más módon végzett hidegalakításuk nem ajánlott. A szerkezeti elem alakításakor azonnal megsérül a bevonat, és leválk. Az ilyen helyeken viszont a korrózió elleni védelmet helyre kell állítani.

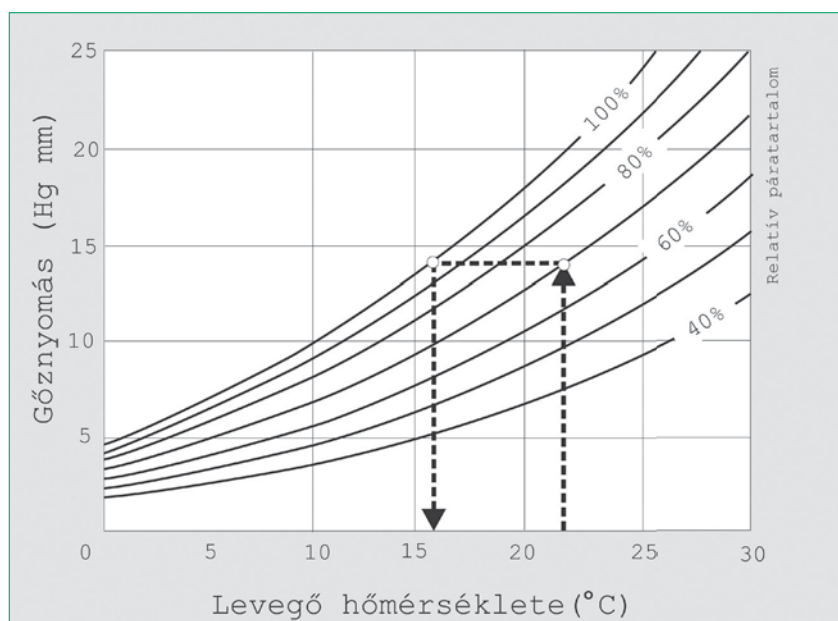
### Tűzhorganyzott acélszerkezetek újrahasznosítása

Amikor egy acélszerkezet betöltötte a feladatát, illetőleg alkalmatlanná válik funkciója ellátására, elérkezik a leselejtezés ideje. Az acél teljes egészében újrahasznosítható (recycling) szerkezeti anyag, lebontása után – adagolható méretekben – acélműi alapanyagként kerül vissza az acélpárhelykörbe. Amennyiben tűzhorganyzott felületű termékekről van szó, semmilyen akadálya nincs a fent vázolt teljes újrafelhasználásnak. A mai acélművek kéményeire felszerelt filterberendezések az acélgártási folyamat során keletkező horganytartalmú füstöket szűrik, majd a horganyban dús filterport kohósításra küldik a horganygyártó cégeknek, illetőleg más iparágak használják fel. A napjainkban alkalmazott acélgártó eljárások közül mind az oxigénbefúvós LD konverterben, mind az elektromos ívkemencékben felhasznált acélhulladékokból visszanyerhető a cink. Európában kialakítottak egy begyűjtő rendszert, melynek segítségével 3-4 hónapon belül a horganyt visszaforgatják a cinkfeldolgozó iparba (8. ábra) [3].

A világban 2012-ben kb. 12,5 M t horganyt használtak fel, és becslések szerint ennek mintegy 35-40%-a újrahasznosított hulladékokból származott.



4. ábra. Helytelen tárolás



5. ábra. Példa a harmatpont meghatározásához [1]

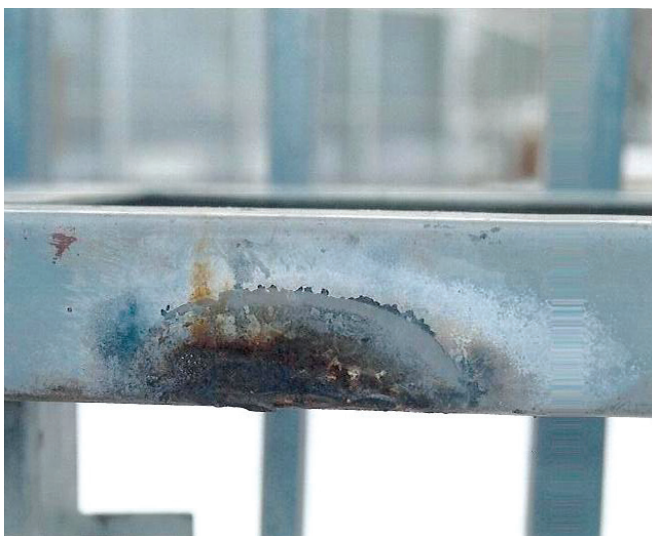




6. ábra. Kiemelés egy passziváló oldatból

Más a helyzet azokkal a tűzihorganyzott acélszerkezetekkel, melyek több évtizedes használat után karbantartásra, a bevonat felújítására szorulnak. Egy acélszerkezeti horganyzással készített horganyréteg ak-

kor tekinthető elhasználatnak, ha vastagsága 25–30 µm értékre csökkent. Ilyenkor két lehetőség adódik a tulajdonos előtt. Egyrészt ismételt tűzihorganyzással újabb évtizedekre megoldja a korrózióvédelmet,



7. ábra.  
Leégett  
horganyréteg

illetőleg a még a felületen levő vékony horganyrétegre festékbevonato(ka)t visz fel, és ezzel kitűnő duplex védelmet nyer.

### Duplex bevonatok

Légköri hatásoknak kitett acélszerkezetek esetében a tűzihorganyzás legtöbb esetben több évtizedes (30–40 évnél hosszabb) korrózió elleni védelmet biztosít az adott acélszerkezetnek. Indokolt esetben előfordulhatnak olyan körülmények, amikor a horganybevonatot festik, vagy műanyag bevonattal látják el. Ekkor a ma elérhető egyik legjobb felületvédelmi módszert, a duplex védelmet alkalmazzák (9. ábra).

Alkalmazásának legfőbb indokai:

- különösen hosszú és karbantartásmentes élettartam elérése,
- extrém korróziós igénybevételek (EN ISO 14713:2009 szerinti C5 és CX kategóriák),
- kötelező színjelölések alkalmazása,
- kontaktkorrózió elkerülése,
- különleges esztétikai követelmények.

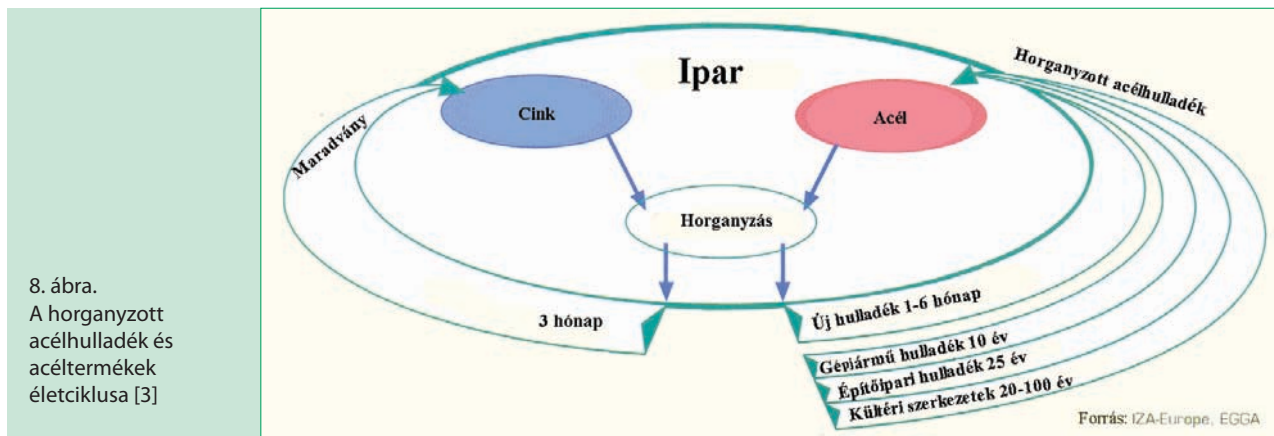
Duplex bevonatoknál a bevonatrendszer élettartama 2–3-szorosan meghaladja a tűzihorgany bevonat élettartamát, elve a szinergiahatáson alapul. Lényege, hogy a horganyréteg és a rá felhordott festék- (műanyag) bevonat egymást erősítik, azaz a festék védi az alatta levő horganybevonatot a korróziós támadásoktól, a horganybevonat pedig védi a festékreteget a leválástól, így egymás hatását erősítik. Ez utóbbi oka, hogy horganyzott felületre való megfelelő festés esetén nincs alározsdásodás, mint az acélfelületeknél. A horgany oxidációs termékei eltömítik a festékretegen kialakult repedéseket, illetve oxidjai tömörök és vékonyak, nem feszítik le a festéket, és alatta nem terjednek (10. ábra).

A megfelelő védőbevonat-rendszer kialakításához itt is be kell tartani az erre vonatkozó technológiai előírásokat.

### Összefoglalás

Ezzel az írással a tűzihorganyzással foglalkozó cikksorozatunk végére értünk, melyben a legfontosabb tudnivalókkal ismertettük meg az olvasókat. Reményeink szerint a *Sínek Világa* szakfolyóiratban a későbbiek folyamán időnként majd találkozhatnak olyan cikkekkkel is, amelyek a technológia egy-egy speciális területét részletesebben taglalja, és még több segítséget nyújt majd ennek a korszerű technikának az alkalmazásához.





Fontosnak tartjuk, hogy a MÁV Zrt. beruházási és karbantartási terveiben minél nagyobb számban jelenjenek meg a tűzhorganyzott acélszerkezetek, melyek a nagyvállalatnak jelentős megtakarításokat eredményezhetnek.

Egyúttal szeretnénk felhívni a figyelmet egy egészen friss szakkönyvre, mely a Magyar Tűzhorganyzók Szervezete kiadásában, 2013 végén jelent meg. A kiadványt részletesebben a Könyvajánló rovatban ismertettük. ◀◀

### Irodalomjegyzék

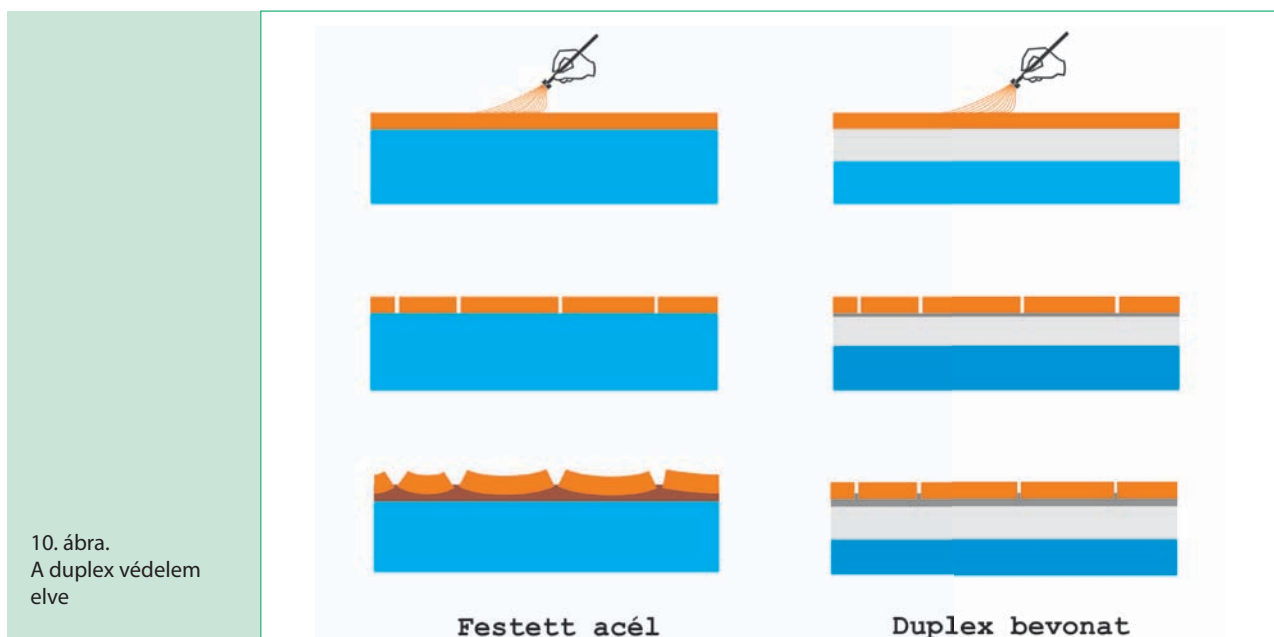
[1] P. Maaß; P. Peißker (2008): *Handbuch Feuerverzinken*, Wiley-VCH Verlag GmbH&Co.KGAA, Weinheim.

[2] Antal Á.: A tűzhorganyzás. *Technológia és bevonat. Sínek Világa*, 2013/1.

[3] Dr. Pék L.: A horgany ipari felhasználása és újrahasznosításának lehetőségei. *Tűzhorganyzás*, 2006/4., Nagév Kft., Hajdúböszörmény.



9. ábra. Duplex bevonattal ellátott termékek csomagolás előtt





## Vasúti építészet (12. rész)

Peronok, alul- és felüljárók

**Uörös Tibor\***

ny. főépítész

✉ vorostibor@upcmail.hu

☎ (30) 382-7663

A vasútállomások létesítményei közül a vágányok mellett vagy között elhelyezkedő peronok teremtik meg a közvetlen kapcsolatot a közlekedő vonatok és az állomás között. A peronok és az utasforgalmi épület, illetve a peronok, valamint az állomási előterek közötti kapcsolatot – a közlekedésbiztonság fokozása érdekében – egyre inkább alul- és felüljárók építésével biztosítják. Az alábbiakban e mérnöki létesítmények kialakításának építészeti szempontjairól lesz szó.

A peronok a vasúti közlekedés nélkülözhetetlen létesítményei, funkcionális szempontból a személyszállító vonatok és a helyhez kötött vasúti infrastruktúra közvetlen kapcsolatát biztosítják. Az alul- és felüljárók pedig a peronok és az utasforgalmi épület, valamint a peronok és az állomási előtér közötti összeköttetés – vágányok alá vagy fölé épített – közlekedő tereit magukba foglaló mérnöki szerkezetek. Ezek a létesítmények a vasúti alépítmények és hidak fogalmkörébe sorolt építmények. Tervezésüket általában, annak ellenére, hogy megjelenésük nagyban befolyásolja az állomás utasforgalmi létesítményeinek összképét, az állomás arculatát, nem építészeti feladatként kezelik. Az alkalmazott forma- és színvilág, a berendezési tárgyak és az utastájékoztató eszközök arculatformáló elemként jelentős hatást gyakorolnak az állomási létesítmények összképére, az állomás miliójára, építészeti harmóniájára, az utasforgalmi létesítmény színvonalára. Az állomások megfelelő minőségét fontosnak tartó vasúttársaságok emiatt tekintik építészeti kérdésnek is a peronok, valamint az alul- és felüljárók kialakítását.

A vasúthálózatokat kiépítő társaságok már a tervezési programok összeállításánál figyelembe vették, hogy az utazási környezet az ügyfelek személyszállítási szolgáltatással való megelégedésének egyik fontos

eleme. Ezért is fordítottak nagy gondot arra, hogy az egyes állomásokon épülő létesítmények hasonló kivitelben és színvonalon valósuljanak meg. Az azonos osztályba sorolt állomásokon ezért készítették ugyanolyan építészeti minőségben az összes építményt. Az angol vasutak – már a kezdetekben is – ilyen megfontolásból harmonizálta állomási létesítményei látványát (1. ábra).

Hazánkban a nagyobb állomások vágányai között lévő peronokat a legegyszerűbb módon alakították ki. A MÁV Tisztképző Intézet 1913-as kiadású *Vasúti építmények és berendezések* című tankönyve (írta: Borosjenői Kádár Gusztáv m. kir. államvasúti főfelügyelő) az akkor még magaspítmények közé sorolt peronokról a következőket írja. „Az utasok fel- és leszállására szolgáló területeken a vágányok közötti részt, a hóeke alsó éle által megengedett magasságig, kavicssal feltöltik, a sínek közötti részt pedig helyenként lepallózzák azért, hogy az utasok ne bukácsoljanak a síneken át, hogy a kocsilépcsőkre könnyebben felléphessenek. Nagyobb pályaudvarokon a peronokat faragott szegélykövek közé fogott aszfalt, vagy másnemű burkolattal ellátott gyalogjáróként létesítik.” Peronjainkat hosszú évtizedekig ilyen elvek alapján alakították ki. Az 1950-es évek elejéig a biztonságos közlekedést a főperont záró kerítéssel oldották meg, melynek kapuját



1. ábra. Settle állomás jellegzetes angol indóháza, peronja és felüljárója

\*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2011/2. számában, valamint a [sinekvilaga.hu/Mernokportrek](http://sinekvilaga.hu/Mernokportrek) oldalon.



az állomási alkalmazott (kapus) a vonat beérkezése után nyitotta ki, az utasok így csak a szerelvény megállása után mehettek a vágány melletti peronra.

Győr állomás 1890-es évek elején végzett átépítéskor épített aluljáró és vágányok közötti fedett peron hosszú ideig számított egyedül magyar megoldásnak. Az itt épített aluljáró és perontető kiváló hazai példája az utasforgalmi létesítmények azonos minőségben való kialakításának (2. ábra). A győri modell, az aluljárón át megközelíthető, fedett széles peron alkalmazása azonban nem terjedt el. Ugyanúgy, ahogy a teljesen nyomtalanul eltűnt Tatabánya állomás (mai Alsógalla) fedett szigetperon-megoldása sem vált követendő példává, annak ellenére, hogy peronmagassága az akkori legkényelmesebb vonatra szállást tette lehetővé.

A Magyar Kir. Államvasutak nagyobb állomásain az indóházhoz közvetlenül csatlakozó fedett peront épített. A szimmetrikus állomásképet előnyben részesítő magyar vasúti építészeti gyakorlatban a főperont fedő perontetőnek a melléképületeket az indóházzal összefogó szerepe is volt (3. ábra).

Hazánkban a II. világháború okozta károk helyreállítása után kezdték el a peronokat szélesíteni és magasítani, ennek

elsődleges célja a közlekedésbiztonság javítása volt. Az utasforgalomra méretezett széles peronok és aluljárók építésére pedig a vonalvillamosítások, második vágány építések és állomásrekonstrukciók során került sor. A peronok, alul- és felüljárók kialakítását az Országos Vasútépítési Szabályzat és a MÁV előírásai szerint végezték. A peronokat 1990 előtt szinte kizárólag aszfalttal burkolták, a kiselemes burkolatok alkalmazása ezután kezdődött, s mára ez vált általánossá. Az aluljárók szerkezeti beton oldalfalait általában csak festették, a padozatot pedig az esetek többségében itt is aszfaltburkolattal látták el, ami ma is gyakran alkalmazott megoldás. Nemes kőburkolatot csak a nagyobb pályaudvarok, mint például Debrecen állomás aluljárójának padló- és falburkolásánál használtak.

Funkcionális sajátossága miatt meg kell említeni, hogy a hazai gyakorlatban az aluljárók többségének a településrészek közötti kapcsolat megteremtése a fő funkciója, amelynél az utasforgalom keveredik a helyi, kétkerekű járműforgalommal. Az ilyen aluljáróknak a vasúti utasforgalmi tereket (felvételi épület – peron) összekötő szerepe megszűnik vagy másodlagossá válik.

Ehhez hasonló a magyar felüljáró-építé-

si gyakorlat is, amennyiben a vasúti gyalogos-felüljárók döntő többsége szintén a településrészek közötti gyalogosforgalom vasúti pályán való átvezetésére épül. A Kőbánya-Kispest vagy a mai Tatabánya állomásnál kiépített, alapvetően vasúti funkciót kiszolgáló felüljárók a ritka kivételek közé sorolhatók, hiszen ezek fő funkciója a település és a peron kapcsolat biztosítása. A hazai felüljárók általában egyszerű híd-szerkezetek, melyek kialakításánál a környezet építészeti architektúrájába való illesztés és minél jobb komfortérzet biztosítása nem tartozott, és ma sem tartozik a megoldandó tervezői feladatok közé.

A vonalvillamosítások, második vágány építések és állomásrekonstrukciók során épített peronok egy részét a nagyobb forgalmat lebonyolító állomásokon lefedték. A perontetőket, ezeket az egyébként könnyen tipizálható építményeket a legkülönbözőbb szerkezeti megoldással, eltérő anyaghasználattal, változatos forma- és színvilággal építették. A peronokon elhelyezett utastájékoztató eszközök, berendezések és a bútortartó kiválasztásánál sem volt szempont az egységesítés. A legtöbb perontető fémszerkezetű, de készült vasbeton peronfedés is, melynek robusztus példányai Miskolc-Tiszai pályaudvaron ma is láthatók (4. ábra).



Győr, Pályaudvar

2. ábra. Győr állomás peronjai, 1894



3. ábra. Balassagyarmat állomás I. osztályú, mellékvonali indóháza, 1890

Az utóbbi évtizedben a perontetők és aluljárók alkalmazása hazánkban is egyre inkább elterjedt. Már az egészen kis forgalmú állomásokon (pl. Tiszatenyő, Kétpó stb.) is perontetőket építenek, sőt azokat esőbeállókkal is kiegészítik. A közelmúltban telepített perontetők kizárólag fémből készülnek, ezek szerkezeti megoldásai, forma- és színvilága aszerint változik, hogy egy-egy vasútvonal felújítását hány tenderszakaszra osztják, s ebből eredően hány tervező kap megbízást az egyes szakaszok tervezésére. Ez az oka annak, hogy továbbra sem a vasút arcuati elvárásai, hanem a tervezői/kivitelezői koncepciók és érdekek érvényesülnek elsősorban. Ennek példáját láthatjuk a Kelenföld–Székesfehérvár vonalszakasz állomásain (Kelenföld, Érd alsó, Martonvásár, Baracska, Pettend, Kápolnásnyék, Gárdony, Dinnyés) épített peron- és aluljárólépcső-fedések, peronépítmények és berendezési tárgyak, de az alkalmazott információs rendszerek tekintetében is. A sokféleség mellett érdekesség a gárdonyi megoldás, ahol az állomás két új peronjára 3-3 darab kisméretű perontetőt építettek. A vonalszakaszon négyféle szerkezeti kialakítású, forma- és színvilágú, világítási megoldású perontető épült. Az állomási névtáblák Kelenföldön és Tárnokon kék alapon fehér betűsek, és bal oldalon MÁV-emblémával kiegészítettek, Albertfalván

a vasúttársaság logója már a felirat fölé került, Tétényligeten, Érd alsón, Baracsán, Pettenden, Kápolnásnyéken, Agárdon és Dinnyésen pedig embléma nélküli táblák vannak.

Ilyen megoldásokkal a nyugat-európai gyakorlatban nem, vagy csak elvétve találkozhatunk. Hegyeshalomnál osztrák területre lépve, Innsbruckon át egészen a svájci határig utazva például csak azonos kivitelű, minőségű peronokat, perontetőket, peronbútorzatot, információs rendszert láthatunk (5. ábra). Az eltérő szerkezeti megoldású régi vagy műemlék környezetben épített perontetők stílusjegyei is az egységes arculat biztosítására törekvést tükrözik. Az arcuati és minőségi követelmények eredményeként a peronokról az aluljárókon és felvételi épületen áthaladva egyáltalán nem érezzük azt, hogy más minőségű utasterbe kerültünk. Tiszta és jól felismerhető, akadálymentes útvonalakon haladhatunk, jól tájékozódhatunk. A felvételi épületbe érve pedig jó minőségű szolgáltatásokat vehetünk igénybe. Az állomási előterek és az állomás utastereinek utasközpontú funkcionális kapcsolatai a felvételi épületek kiiktatása nélkül biztosítanak kiváló minőségű intermodális összeköttetést.

Az 5. ábrán látható az utasok számára épített üvegfalú, zárt váróterem, amely mostoha időjárási körülmények között

nyújt teljes védelmet. Az ilyen peronépítmény alkalmazása az utóbbi időben Nyugat-Európában nagymértékben elterjedt, miként az utasforgalom nagyságára méretezett liftek beépítése és folyamatos üzemeltetése is. Az akadálymentes közlekedést segítő vakvezető sávok rendszere rendkívül átgondolt és az összes állomáson egységes, beleértve az egyes állomások utasforgalmi épületét, aluljáróját és peronjait is.

A hazai peronépítési gyakorlatot a fejlett vasutakéval összehasonlítva a következő lényeges különbségeket figyelhetjük meg: 1. A magyar állomások peron-, aluljáró- és felüljáró-építési, -elhelyezési gyakorlata technológiai szempontú, szemben az európai ügyfélcentrikus, komplex ál-

## Summary

We can read in the next part of article series The Railway architecture of those edifices, which are located in the platforms of railway stations and we can overview the architectural aspects of the platform and the platforms leading underpasses and overpasses construction. The autor compares the Hungarian and international engineering practice.





4. ábra. Miskolc-Tiszai pályaudvar meglehetősen leromlott állapotú vasbeton perontetői, 2007

lomási funkciókialakítási gyakorlattal. 2. A hazai fejlesztők nem törekednek egységes vasúti arculat kialakítására, a fejlett országok vasútjainak arculati terveik, részletes műszaki és esztétikai előírásaik vannak, és ezek alapján végeztetik az állomások tervezését, kivitelezését. 3. Megfelelő szabályozás hiányában nálunk nincsenek előírások az arculati tervektől eltérő megoldások alkalmazására, míg a nemzetközi gyakorlatban az ilyen esetekben követendő eljárást is előre meghatározzák. 4. Itthon az állomások utastájékoztatási rendszere nem komplex, a meglévő arculati kézikönyv alkalmazása

esetleges, a peronépítményeket és berendezéseket a tenderek során, a kivitelezői ajánlatok szerint választják ki. Nyugat-Európában a peronbútorok típusa az arculati előírások szerinti, és a külön tendereztetett beszállítók által biztosított. 5. A nemzetközi gyakorlattól eltérően a magyar állomáskorszerűsítéseknél az esetek többségében időben és a beruházó szervezetet illetően is elkülönül az utasforgalmi épületek és a pályalétesítmények korszerűsítése, és nincs olyan szervezet, amely jogkörrel rendelkezik az állomási létesítmények funkcionális és építészeti minőségének összehangolására.

A peronok, alul- és felüljárók a jövőben is fontos létesítményei lesznek a vasúti infrastruktúrának. Az utasforgalom állomási lebonyolításában betöltött szerepük pedig hosszú távon is meghatározó marad. Ezek a létesítmények nagymértékben javíthatják vagy ronthatják az utazóközönség komfortérzetét, s ebből eredően jelentősen befolyásolják a szolgáltatásokkal való megelégedettséget. Ezért fontos lenne a fentieknél mélyebb elemzésnek alávetni a hazai és nemzetközi megoldásokat, és a tapasztalatok alapján kidolgozni a jelenleginél korszerűbb és jobb minőséget biztosító tervezési és létesítési előírásokat. ◀◀



5. ábra. Bécs új főpályaudvarának peronja, 2013

# Rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítmény (2. rész)

*Rugalmas síncsatorna-kiöntések  
numerikus modellezése*

A vasúti közlekedéssel szemben támasztott fokozódó követelményeknek köszönhetően (zaj- és vibrációs terhelés, élettartam költségek) hazánkban is egyre nagyobb tért hódítanak a kiöntött síncsatornás felépítmények. Ezeket itthon elsősorban hidakon, útátjárókban, alagútban, valamint közúti vasúti pályákban alkalmazzák. Gyakorlati tervezésük jelenleg költséges laborvizsgálatok alapján történik, egy-egy variáns vizsgálatával. Optimalizálásukkal általában nem foglalkoznak, pedig a helyesen megválasztott paraméterek jelentős költségmegtakarításhoz, a környezeti terhelési követelmények pontosabb teljesítéséhez vezethetnek.



## Kulcsár Nárcisz

egyetemi tanársegéd  
Széchenyi István  
Egyetem, Győr

✉ [knarcisz@sze.hu](mailto:knarcisz@sze.hu)

☎ (96) 613-580

## Major Zoltán\*

egyetemi tanársegéd  
Széchenyi István  
Egyetem, Győr

✉ [majorz@sze.hu](mailto:majorz@sze.hu)

☎ (96) 613-530

### A végelemes modellezéssel optimalizálható paraméterek

V. L. Markine, A. P. de Man, S. Jovanovic, C. Esveld Optimum design of embedded rail structure of high-speed lines [1] című cikkükben ismertetik a kiöntött síncsatornás szerkezetek több paraméterre történő optimalizálását. A cikkben az optimalizálás során olyan változatokat is bemutatnak, melyek a gyakorlati tervezésben „feleslegek”, hiszen adottnak tekinthető a rendelkezésre álló anyagok és sínek választéka, így ezek változtatása csak meghatározott esetekre lehetséges a mérnöki gyakorlatban. (Például nincs értelme függvényként leírni a sántalp vastagságának változását az optimalizálás során, mivel ezek egy-egy sínrendszerre jellemző értékek, és még a megtalált optimum mellett sem kerül sor új sántalpus kifejlesztésre a kapott értékek figyelembevételével.) Mi az optimalizálandó tulajdonságok körét szűkítve, azokat az alábbiakban foglaltuk össze:

- Rugalmassági tulajdonságok: megfelelően megválasztott kiöntőanyag-fajta, pontosan tervezett kiöntési méretek, szükség esetén rugalmas szalagok használatával kedvezően befolyásolható a sínszállban kialakuló igénybevételek alakulása, a sínszál járműteher alatti függőleges és oldalirányú deformációja, valamint a függőleges hőkitérődéssel

és a varratszakadás/síntörés miatti hézagmegnyílással szembeni biztonság. Az optimalizálás során ezeket a feltételeket együttesen kell vizsgálni.

- Sínrendszer és sínminőség: a homogén, folyamatos alá- és megtámasztásnak köszönhetően a sín igénybevételei és alakváltozásai kedvezőbbben alakulnak, mint zúzottkőves vágányokban, így kisebb tömegű sínrendszerek alkalmazása is lehetséges, mint a hagyományos kialakítások esetén.
- Kiöntőanyag mennyisége: a kiöntőanyag mennyisége nem független a kialakuló rugóállandótól, ezért az optimalizálás csak a két tényező együttes vizsgálatával lehetséges. A mennyiségre hatással van a választott sínrendszer, a síncsatorna és a kiöntés geometriája, a takarékküreg (esetleg idomkövek) alkalmazása. Az ismert geometria alapján meghatározható a fajlagos anyagfelhasználás mértéke, mely nem más, mint a sín egy méterére vonatkoztatott kiöntőanyag mennyisége. A paraméter jele:  $F_k$  [ $\text{dm}^3/\text{m}$ ].
- Karbantartási igény: a kialakított szerkezetre jellemző karbantartási igény alapján kísérletet lehet tenni egy karbantartási szükségletet jellemző paraméter meghatározására, amely figyelembe veszi a beavatkozási költségeket a vágány műszaki élettartama alatt. Ezt jelöljük:

$F_f$ -fel [ $\text{Ft}/\text{m}$ ]. Ebben a tényezőben tudjuk érvényre juttatni az egyes sínrendszerek által igényelt síngondozási igényeket vagy a megfelelően megválasztott sínminőség kedvező hatását.

- Akusztikai tulajdonságok: a kiöntőanyag fajtájának helyes megválasztásával, a sín „szabad” felületének csökkentésével, a rezgés hid megszakításával kedvezőbb zaj- és rezgéstani tulajdonságok érhetők el, mint a hagyományos vágányok esetén.

Az akusztikai minősítő szám képzéséhez szükségünk van a sajátfrekvencia és a „szabad” felület ismeretére. Számítására az [1]-ben található iránymutatás.

Numerikus modellezés segítségével nagyszámú variáció modellezése válik lehetővé, ezzel a hosszadalmas és költséges laboratóriumi vizsgálatok nagy része kiváltható. A végelemes vizsgálatok eredményeinek segítségével ki lehet választani az optimális variációt. Ehhez elsőként az egyes minősítő számok normalizálására (egységesítésére) van szükség, hiszen mind nagyságrendjük, mind dimenziójuk eltérő. Ezért az egyes értékek hányadosát kell képeznünk egy kiindulási variációra jellemző értékekkel. Kiindulási alapnak tekinthető az adott felhasználási területre jellemző általánosan alkalmazott kialakítás, melyet előre meg kell határozni. Ezt követően a normál minősítő számokhoz

\*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2012/5. számában, valamint a [sinekvilaga.hu/Mernokportrek](http://sinekvilaga.hu/Mernokportrek) oldalon.



megfelelő nagyságú súlyokat rendelve azt a kialakítási variációt kell választanunk, amely esetén a súlyozott minősítő számok összege minimális. Megrendelői igény esetén a laborvizsgálatokat már csak ezen a szerkezeti kialakításon kell elvégezni.

A következő két fejezetben csak a rugalmassági tulajdonságokkal foglalkozunk. A modellezés eredményeit hasonlítjuk össze két laborvizsgálat eredményével, hogy szemléltessük a végeselemes modellezés eredményességét, felhasználhatóságát az optimalizálási folyamat során.

### Laborvizsgálatok numerikus modellezése

#### Ts52 rendszerű sínrel kialakított szerkezet vizsgálata

Dr. Kazinczy László Szegeden, 2013. április 10-én tartott előadásában [2] Ts52-es sínrel, VA-70-es kiöntőanyaggal kialakított szerkezet vizsgálati eredményeit ismertette. Korábbi írásunkban (*Sínek Világa*, 2013/6. [3]) bemutatott módszer alapján meghatároztuk a kiöntőanyag jellemző paramétereit ( $E$ ,  $\mu$ ), és a közölt geometria alapján (1. ábra) modelleztük a szerkezetet (2. ábra).

Vizsgálatainkhoz két modell elkészítésére volt szükség. A statikus ágyazási tényező meghatározásához 10 mm hosszú síkbeli alakváltozási állapotban lévő tárcsamodellt alkalmaztunk, míg a kitolásvizsgálathoz egy 250 mm hosszú lemezmodellt.

Az ágyazási tényező meghatározásakor a tárcsamodellt 1 [kN] nagyságú függőleges erővel terheltük le. A futtatás eredményeit a 3. ábra szemlélteti.

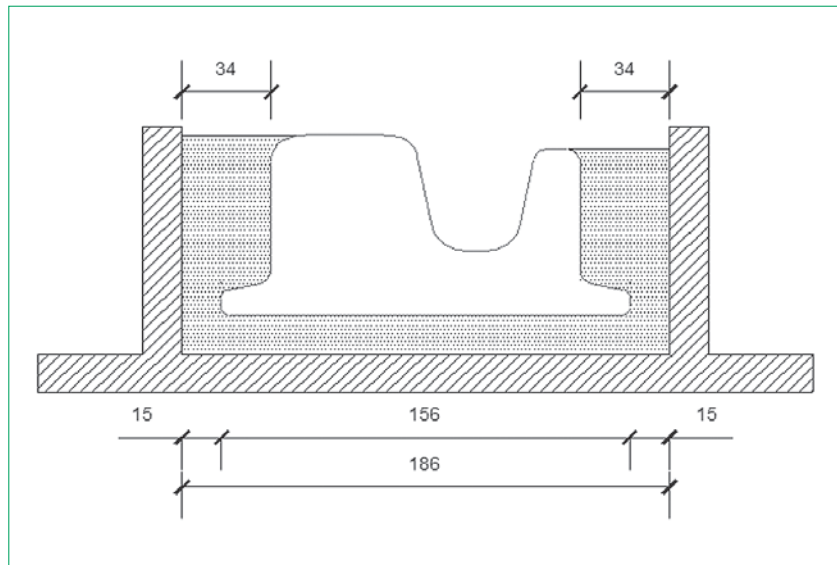
A kapott eredmények alapján az ágyazási tényező értéke az alábbiak szerint számítható:

$$C = \frac{1000 [N]}{0,649 [mm] \times 10 [mm] \times 156 [mm]} = 0,99 \left[ \frac{N}{mm^3} \right]$$

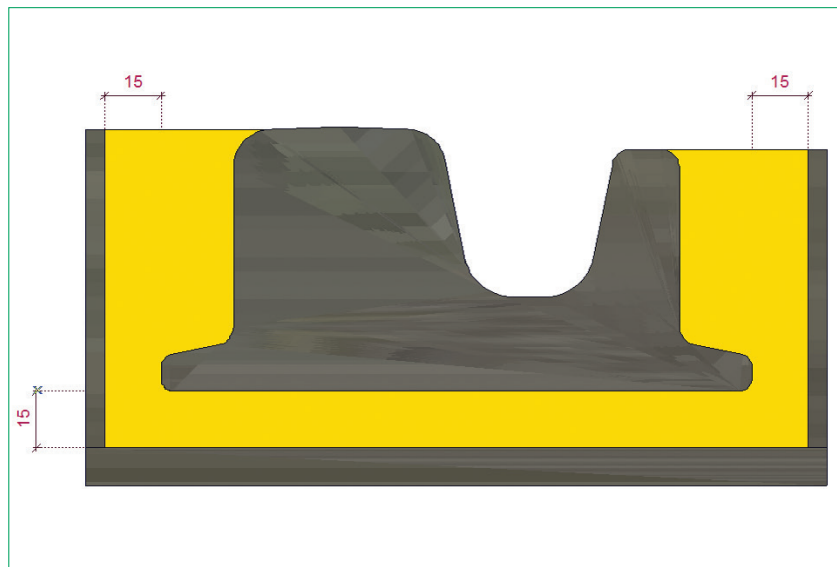
A dr. Kazinczy László és az általunk kapott eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A számítást még egyszer elvégeztük annak érdekében, hogy képet kapjunk a modell viselkedéséről. Ebben az esetben 250, illetve 900 mm hosszú tárcsamodellt terheltünk le 1 [kN] nagyságú erővel. A kapott eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Az elvégzett numerikus vizsgálatok alapján látható, hogy a modell mérete hat



1. ábra. A dr. Kazinczy László által publikált geometria (a méretek mm-ben értendők)



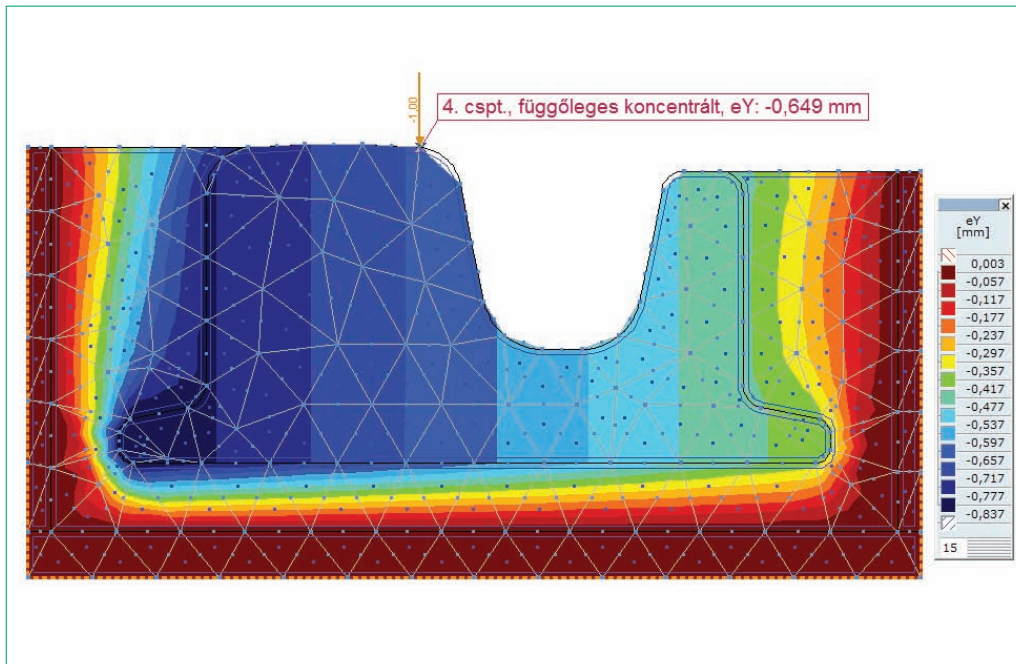
2. ábra. A modellezett síncsatorna (Ts52) (a méretek mm-ben értendők)

1. táblázat. Az ágyazási tényező értéke a vizsgált esetekben (Ts52) (I.)

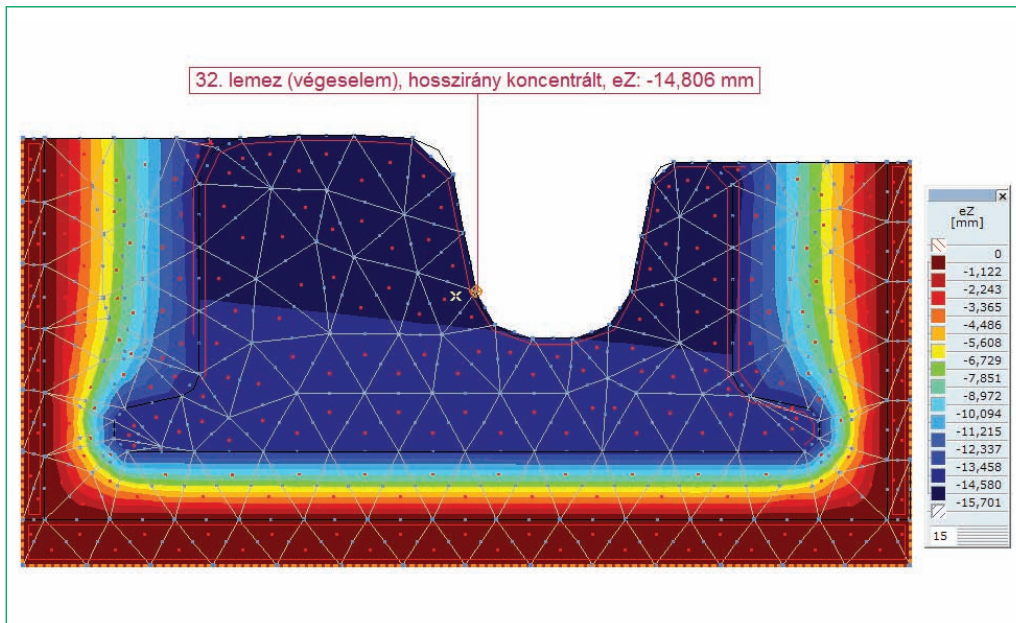
Eset	Ágyazási tényező [N/mm <sup>3</sup> ]
250 mm-es próbatest – dr. Kazinczy	1,18
900 mm-es próbatest – dr. Kazinczy	0,91
Átlag – dr. Kazinczy	1,05 (100,0%)
VEM modell (10 mm)	0,99 (94,3%)

2. táblázat. Az ágyazási tényező értéke a vizsgált esetekben (Ts52) (II.)

Eset	Ágyazási tényező [N/mm <sup>3</sup> ]
Átlag – dr. Kazinczy	1,05 (100,0%)
VEM modell (250 mm)	0,99 (94,3%)
VEM modell (900 mm)	0,89 (84,8%)



3. ábra.  
Függőleges  
alakváltozás  
a tárcsamodellen  
(Ts52)



4. ábra.  
Hosszirányú  
alakváltozás  
a lemezmodellen  
(Ts52)

3. táblázat. A hosszirányú elmozdulás értéke a vizsgált esetekben (Ts52)

Eset	Hosszirányú elmozdulás [mm]
250 mm-es próbatest – dr. Kazinczy	16,000 (100,0%)
VEM modell	14,806 (92,6%)

4. táblázat. A hosszirányú rugóállandó értéke a vizsgált esetekben (Ts52)

Eset	Hosszirányú rugóállandó [kN/mm]
250 mm-es próbatest – dr. Kazinczy	6,01 (100,0%)
VEM modell	6,49 (107,9%)
VEM modell (900 mm)	0,89 (84,8%)

a kapott eredményekre. A 10–250 mm hosszúságú tartományban az eltérés értéke 5,7%, míg ez az eltérés 900 mm esetén már 15,2%. Meg kell jegyeznünk,

hogy ha a mért értékeket vetjük össze átlaggal, akkor az eltérés 250 mm-es próbatest esetén 12,4%, míg 900 mm esetén 13,4%. A fenti eredményekből kiderül,

hogy az alkalmazott modell viselkedése jól közelíti a valós szerkezet viselkedését.

A fenti modell átalakításával, ha egy „hézagot” definiálunk a sántalp és a kiöntőanyag között, akkor meghatározható a felszakítási rugóállandó értéke is. Ezzel a technikával azt tudjuk modellezni, hogy a kapcsolat a sántalp és a kiöntőanyag között megszűnt, és a függőleges kivetődéssel szembeni ellenállást csupán az oldalfalakhoz ragasztás szolgáltatja. (A függőleges erő felfelé mutat.) A kapott rugóállandó alapján meghatározható a kivetőerő és az ehhez tartozó hőmérséklet-változás értéke is.

Az ágyazási tényező meghatározása után megvizsgáltuk egy 250 mm hosszú lemezmodellen a hosszirányú ellenállást.



Azért ezt választottuk, mert a cikk továbbiakban bemutatott részében gerendamodellek esetén a folyamatos alátámasztást egymáshoz „elég közel” elhelyezett rugók segítségével modellezzük. A 250 mm-es próbatest jobban illeszhetőnek tűnik az alkalmazott méretrendbe, illetve az erőeloszlás egyenletessége is biztosított rövid próbatest esetén.

A modellt 96,18 [kN] nagyságú hosszirányú erővel terheltük, és vizsgáltuk a kialakuló elmozdulás nagyságát. A futtatás eredményeit a 4. ábra szemlélteti.

A dr. Kazinczy László és az általunk kapott eredményeket a 3. és a 4. táblázat foglalja össze.

A fenti eredmények tükrében beláthatjuk, hogy a VEM modellezés által szolgáltatott eredmények megfelelően közelítik a valós labormérések eredményét (8%-nál nagyobb eltérés nem volt tapasztalható a vizsgált esetben), így az optimalizálás elvégzéséhez megfelelő kiindulási alapot jelentenek. További kutatást igényel a modell méretének helyes megválasztása, valamint a kiöntőanyagok pontos viselkedésének feltárása különböző feszültség szintek mellett.

### 35GPB r. sínnel kialakított szerkezet vizsgálata

Dr. Horvát Ferenc és dr. Németh György 2004. április 26-án kelt hazai megfelelőségi igazolásukban [4] hivatkozzák meg az

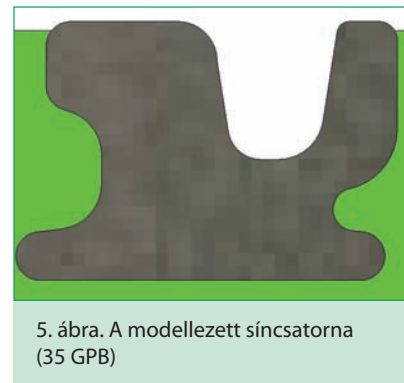
Edilon cég R3830 számú vizsgálati jelentését. A vizsgálatok során 35GPB sínnel és VA-60 N anyaggal kialakított próbatestet alkalmaztak.

A síncatorna szélessége 170 mm, magassága 97 mm volt. A sántalp alatt az alóöntés vastagsága 15 mm. A próbatest hossza 300 mm. Az elkészült modell az 5. ábrán látható.

A függőleges statikus rugóállandó vizsgálatánál 300 mm hosszú síkbeli alakváltozási állapotban lévő tárcsát modelleztünk, melyet 22,5 [kN] nagyságú függőleges erővel terheltünk le. A tárcsa elmozdulásait a 6. ábra szemlélteti.

$$k_{stat} = \frac{22,5 \text{ [kN]}}{0,290 \text{ [mm]}} = 77,6 \text{ [kN / mm]}$$

$$k_{stat} = \frac{22,5 \text{ [kN]}}{0,252 \text{ [mm]}} = 89,3 \text{ [kN / mm]}$$



5. ábra. A modellezett síncatorna (35 GPB)

A kapott eredményeket az 5. táblázat foglalja össze.

Az eredmények alapján meghatároztuk a függőleges statikus rugóállandó értékét egy 300 mm-es próbatestre. A kapott eredményeket a 6. táblázat foglalja össze.

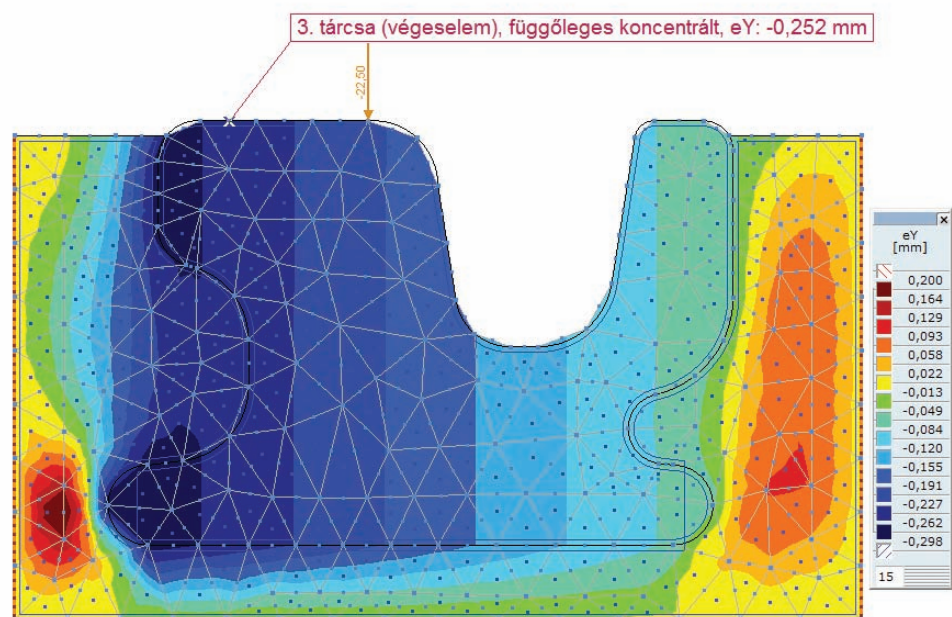
A vizsgált esetben az eltérés a mért eredménytől 15,1%. A Ts52 r. sínnel folytatott vizsgálatok rámutattak arra, hogy két mérés átlagától való eltérése valós esetben

5. táblázat. A függőleges elmozdulás értéke a vizsgált esetekben (35GPB)

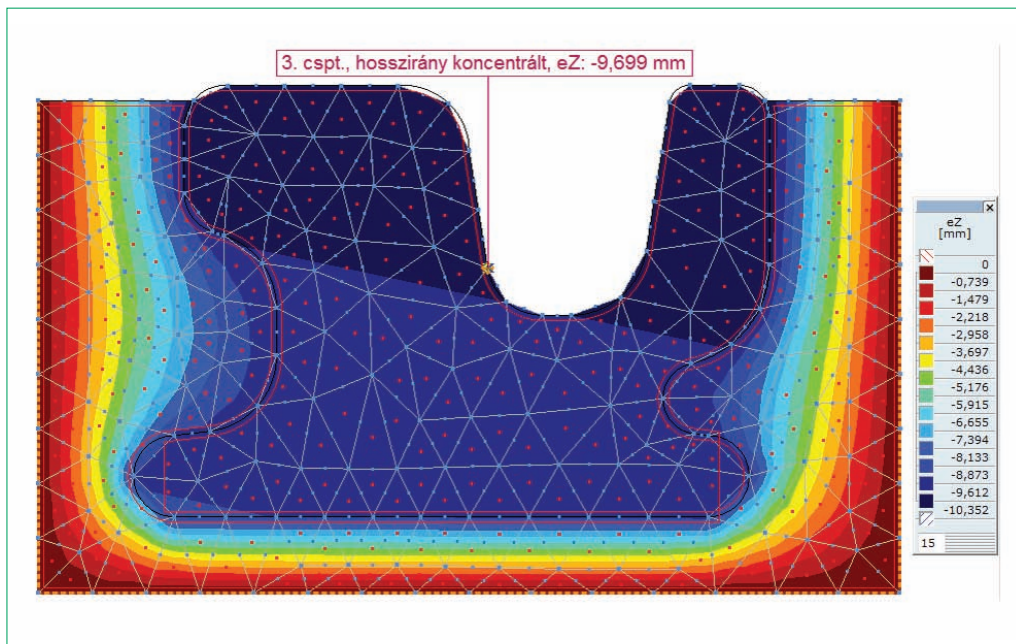
Eset	Függőleges elmozdulás [mm]
R3830 számú vizsgálati jelentés	0,290 (100%)
VEM modell	0,252 (86,9%)

6. táblázat. A függőleges statikus rugóállandó értéke a vizsgált esetekben (35GPB)

Eset	Statikus függőleges rugóállandó [kN/mm]
R3830 számú vizsgálati jelentés	77,6 (100,0%)
VEM modell	89,3 (115,1%)



6. ábra. Függőleges alakváltozás a tárcsamodellen (35GPB)



7. ábra.  
Hosszirányú alakváltozás a lemezmodellen (35GPB)

7. táblázat. A hosszirányú elmozdulás értéke a vizsgált esetekben (35GPB)	
Eset	Hosszirányú elmozdulás [mm]
R3830 számú vizsgálati jelentés	10,000 (100,0%)
VEM modell	9,699 (96,9%)

8. táblázat. A hosszirányú rugóállandó értéke a vizsgált esetekben (35GPB)	
Eset	Hosszirányú rugóállandó [kN/mm]
R3830 számú vizsgálati jelentés	5,10 (100,0%)
VEM modell	5,16 (101,2%)

is 12,4% és 13,4%. Ezek alapján megállapítható, hogy az alkalmazott modell viselkedése jól közelíti a valós szerkezet viselkedését.

Végül 300 mm vastag lemezmodellen megvizsgáltuk a hosszirányú erőhatással szembeni ellenállás mértékét. A kialakult elmozdulást a 7. ábra szemlélteti. A kapott eredményeket a 7. és a 8. táblázat foglalja össze.

A fenti eredmények tükrében belátható, hogy a VEM modellezés által szolgáltatott

eredmények jól közelítik a valós labormérések eredményét (~15% körüli legnagyobb eltérés volt tapasztalható a vizsgált esetben), így az optimalizálás elvégzéséhez megfelelő kiindulási alapot jelentenek. További kutatást igényel a modell méreteinek helyes megválasztása, valamint a kiöntőanyagok pontos viselkedésének feltárása különböző feszültség szintek mellett.

### Összefoglalás

Cikkünkben olyan módszert mutattunk be, melynek alkalmazásával kiöntött sín-csatornás vágányszerkezetek rugalmas viselkedését megfelelő pontossággal lehet modellezni. A modellezés eredményességének szemléltetésére két laborvizsgálat eredményeit hasonlítottuk össze a VEM modell eredményeivel. Bebizonyosodott, hogy a modellek által szolgáltatott adatok jó kiindulási alapot nyújtanak a kiöntött sín-csatornás szerkezetek optimalizálásához. Az optimalizáláshoz szükséges adatok egy része áll csak rendelkezésünkre, ezért,

kivitelezői és üzemeltetői adatok alapján, további kutatást igényel az optimalizálási tényezők megállapításához szükséges megfelelő súlysámok meghatározása. ◀

### Irodalomjegyzék

- [1] V. L. Markine, A. P. de Man, S. Jovanovic, C. Esveld: *Optimum design of embedded rail structure of high-speed lines.*
- [2] Dr. Kazinczy László: *Síncsálak ágyazásának és rögzítésének körülményei a burkolt közúti vasúti vágányoknál. Előadás. Szeged, 2013. április 10.*
- [3] Major Zoltán: *Rugalmas ágyazású kiöntött csatornás vasúti felépítmény (1. rész) – A síncsatorna kiöntőanyag jellemzőinek meghatározása. Sínek Világa, 2013/6.*
- [4] Dr. Horvát Ferenc, dr. Németh György: *Hazai megfeleltetésigazolás – 35GPB (35LPG) sínekkel kialakított, Edilon típusú kiöntött síncsatornás közúti vasúti vágány kísérleti szakaszának építésére. Győr, 2004. április 26.*

**Kulcsár Nárcisz** 2012 augusztusától a Széchenyi István Egyetem Matematika és Számítástudomány Tanszék egyetemi tanársegéde. Doktori tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetemen végzi. 2012-ben matematika és andragógus tanári diplomát, 2009-ben matematikus diplomát szerzett a Szegedi Tudományegyetemen.

### Summary

In order to analyze the behaviour of embedded rail structures under train loading the numerical model (FEM) requires the knowledge of vertical, lateral and longitudinal stiffness of the embedded rail. In this article we investigate these parameters and we offer a method for the calculation and optimisation of these parameters.





## Talaj és szerkezet kölcsönhatásának figyelembevétele hídszerkezetek modellezésénél

### Szép János

egyetemi adjunktus  
Széchenyi István Egyetem  
Szerkezetépítési és  
Geotechnikai Tanszék

✉ [szpj@sze.hu](mailto:szpj@sze.hu)

☎ (96) 503-400/3207

Tartószerkezeteink statikai számítása, modellezése, a terhekből származó igénybevételek, alakváltozások, feszültségek meghatározása napjainkban szinte kizárólag különféle számítógépes programokkal történik. A felszerkezet és az alapozás vizsgálata többnyire elkülönülten jelenik meg. A szerkezettervező (felszerkezet) és a geotechnikus (alapozás) közti egyeztetésre, érdemi együttműködésre ritkán kerül sor. Jelentősebb (statikailag sokszorososan határozatlan és gyengébb altalajra kerülő) szerkezetek esetén azonban az alapozás elmozdulásának, elfordulásának, tulajdonképpen a merevségének a nagysága számottevően befolyásolhatja a felszerkezet igénybevételeinek alakulását.

Az Eurocode EN 1997-1 (EC7) szabvány a geotechnikai tervezéshez a tervezendő, építendő „projekteket” ún. geotechnikai kategóriákba sorolja. Ennek alapján a hídszerkezetek a 2. kategóriába tartoznak, tervezésükhöz geotechnikai tervező bevonása indokolt.

Vasúti hidak esetén, különösen a nagysebességű vasutak megjelenésével, a pályaszerkezet, a híd és az alépítmény kölcsönhatásának kérdése előtérbe került.

A talaj és szerkezet kölcsönhatásának figyelembevétele a mai gyakorlatban általánosan használt eljárásoknál fokozottabban szükséges.

Írásomban azt vizsgálom, hogy a talaj és a szerkezet kapcsolatának modellezésére milyen lehetőségek kínálkoznak.

### Szerkezettervezői megközelítés

A bevezetőben röviden ismerttettem a talaj és szerkezet kölcsönhatás figyelembevételeinek jelentőségét. Az alábbiakban a részletek kifejtésére kerül sor, kifejezetten a hídszerkezet, hídfők modellezésére koncentrálni.

A szerkezet- és a hídtervezésben már az 1990-es évektől rendelkezésre álltak azok a többnyire végelemes elven működő számítógépes programok, melyek hasz-

nálata mára mindennaposnak mondható. Az ilyen jellegű „hagyományos” végelemes programok közül hazánkban a legismertebbek az AxisVM és a Fem-Design.

Ezekben a programokban a számításainkat hagyományos (lineárisan rugalmas) anyagmodell figyelembevételel tudjuk elvégezni, amely a felszerkezet vonatkozásában többé-kevésbé elfogadható, a talaj viselkedését illetően azonban durva közelítést jelent. A talaj modellezésére a (szintén lineáris összefüggést használó) Winkler-féle rugómodell kínál lehetőséget. Hagyományosan a felszerkezet és az alépítmény elkülönült modellezése szokásos.

Nyilvánvaló azonban, hogy komplex modellezéssel valóságosabb eredményeket kaphatunk.

Az alapozás merevségének, illetve alakváltozásának és elfordulásának mértéke befolyásolja a felszerkezet igénybevételeit. Ennek pontos figyelembevétele olyan komplex modellezéssel lehetséges, ahol mind a felszerkezet, mind az alapozás megjelenik, azaz a talaj és a szerkezet kölcsönhatása egyidejűleg vizsgálható. Az alpmerevség felszerkezetre gyakorolt hatása különösen az olyan híd típusoknál jelentős, amelyeknél az alapozás és a felszerkezet kapcsolata sarokmerv (kerethidak) [4].

A kerethidak egyik fajtája az integrált hídszerkezet. Ennek a híd típusnak az alkalmazása – mind közúti, mind vasúti hidak esetén – közkedvelt számos európai és amerikai országban. Elterjedésének az egyik legfőbb oka a dilatációs és a saruszerkezetek elhagyása, és részben az ebből adódó gazdasági előny. Hazánkban egyelőre nem terjedtek el az ilyen hídszerkezetek. Ennek (talán) egyik oka a modellezés nehézsége.

Az ilyen típusú hidak számítását komplexen csak a talaj és a szerkezet kölcsönhatásának figyelembevételel lehet elvégezni. A modellezésre alapvetően két lehetőségünk van: vagy olyan programot választunk (Ansys, Abaqus, Sofistik,) amellyel mind a felszerkezet, mind az altalaj korszerű anyagmodellekkel vizsgálható, vagy a hagyományos, gyakran használt végelemes programokban (AxisVM, FEM-Design) a rugómodellt pontosítjuk.

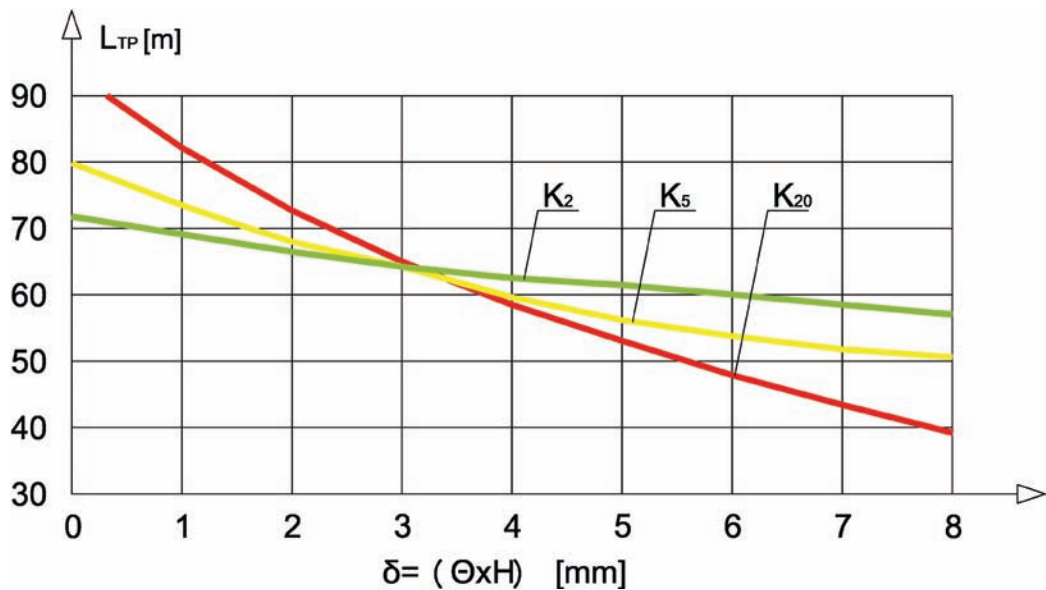
Az előbbi lehetőséget inkább a kutatás területén, esetleg nagyobb hidak esetén, a szerkezetek viselkedésének megismerésére alkalmazzuk, a napi tervezési feladatok során az utóbbi lehetőség használata látszik célszerűnek.

Az alábbiakban röviden ismertetem, hogy bizonyos megfontolásokkal az AxisVM (vagy hasonló) programokban a rugómodell milyen módon javítható, lehetővé téve a valóságosabb vizsgálatot.

### Geotechnikai megközelítés, Eurocode

A talaj és szerkezet kölcsönhatásának, a talaj viselkedésének modellezésére valójában a korszerű, valódi térbeli véges elemeket és fejlett reális talajmodelleket használó geotechnikai számítógépes programok adnak lehetőséget (Plaxis 3D, Midas GTS). E programok használata, főleg a beadandó talajjellemzők megfelelő értelmezése okán, elsősorban geotechnikus körben terjedt el. A számított eredmények értelmezéséhez, komplex modellek készítéséhez elengedhetetlenül szükséges a

1. ábra.  
LTP meghatározása



tartószerkezeti és a geotechnikus tervezők közötti érdemi együttműködés.

Az Eurocode-ok hazai alkalmazási kötelezettsége is megkívánja az eddigieknél szorosabb együttműködést a szerkezet-tervezők, hidászok és a geotechnikusok között. Az EC7 szerint a talajadottságok bemutatására a „talajvizsgálati jelentés” hivatott, amelynek azonban nem feladata az alapozási mód kialakítására vonatkozó javaslattétel [7, 8, 10]. A geotechnikai tervezés ettől elhatárolva, a „geotechnikai tervben” és annak szöveges részében, a „geotechnikai tervezési beszámolóban” jelenik meg.

Az EC7 három geotechnikai kategóriát értelmez, egy adott „projekt” besorolásához az alábbiakat kell figyelembe venni:

- a tartószerkezet méreteit, bonyolultságát,
- a talajadottságokat,
- a környezeti körülményeket a kölcsönhatások szempontjából.

A kategóriába sorolás meghatározza azt is, hogy szükséges-e külön geotechnikai terv készítése, és az milyen tervezői jogosultsággal készíthető. A híd szerkezet tervezése a GC2 geotechnikai kategóriába esik, amely geotechnikus tervező bevonását javasolja, és közvetve felhívja a figyelmet a talaj és szerkezet kölcsönhatás figyelembevételének jelentőségére.

### Vasúti hidak, Eurocode

A nagysebességű vasutak megjelenésével előtérbe került, és egyre nagyobb fi-

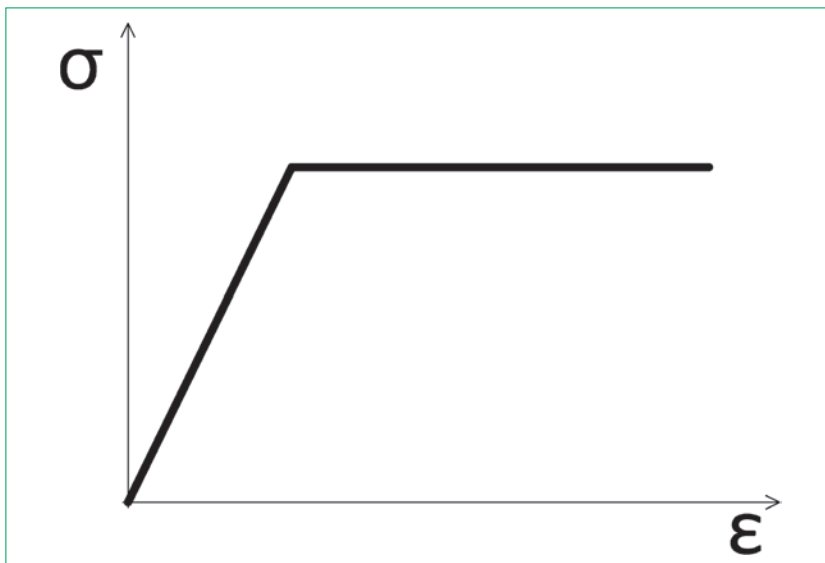
gyelmet kap a vasúti híd és az átvezetett pályaszerkezet kölcsönhatásának problematikája, valamint annak modellezési kérdései [5].

Ebben a cikkben arra szeretném felhívni a figyelmet, hogy a megnövekedett sebesség következtében a vasúti híd szerkezetre vonatkozóan is új tervezési kritériumok meghatározása vált szükségessé.

A nagysebességű vasúti pályák esetén a síndilatációs szerkezetek elhagyása kívánatos. A vágány homogenitása révén biztosítható az utazási komfort, a síndilatációs szerkezet ára megtakarítható, és a fenntartására fordítandó költségek is elmaradnak [5].

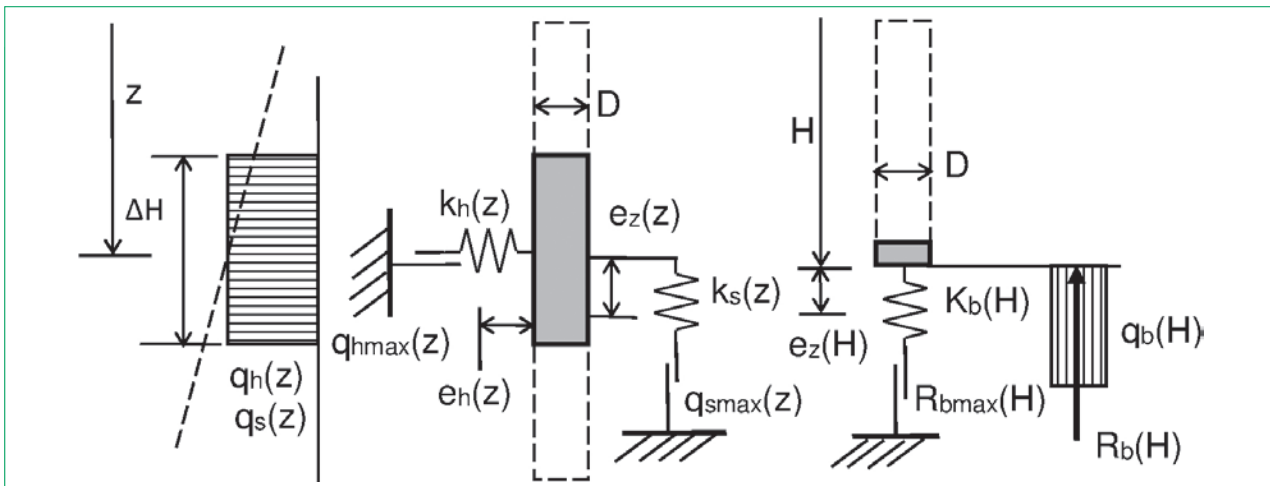
A vasúti pálya hídon való átvezetésénél – a híd szerkezet hőmozgásának következtében – a sínszalakban (többlet) feszültség keletkezik. A sínszalakban keletkező feszültségek a híd szerkezet megfelelő megválasztásával a szabványban megengedett értékek alatt tarthatók. A házagnélküli vágányok esetén a fékező- és indítóerő egy része a sínszalakon keresztül a híddal csatlakozó töltésekre adódik át [5]. Meg kell jegyezni, hogy a fékezőerő értéke az Eurocode szabványban – a korábbi előírásokhoz képest – számottevően megnőtt, így a fékezőerőből az altalajra jutó hatások vizsgálatának jelentősége is nagyobb.

A síndilatációs szerkezet nélküli hídon lévő vágány megengedhető dilatáció hosszúsága ( $L_{TP}$ ) egyebek között függ az alépítményre jellemző  $K$  merevségtől (1. ábra). A grafikon azt mutatja, hogy a megengedhető dilatációs hosszúság ( $L_{TP}$ ) nagyságát a pályalemez felső élének hosszirányú  $\delta$  eltolódásának függvényében a



2. ábra. Lineárisan rugalmas – tökéletesen képlékeny anyagmodell





3. ábra. Az AxisVM program rugómodelljének javítása

különböző alépítményi merevségek ( $K_2$ ,  $K_5$ ,  $K_{20}$ ) milyen mértékben befolyásolják.

Az alépítmény (alapozással közös) merevségének meghatározása szintén a talaj és a szerkezet együttes vizsgálatával lehetséges [12].

### Modellezési lehetőségek

Az elmúlt években a geotechnikai számítások elvégzésére alkalmas, személyi számítógépen futtatható végeselemes programok már új anyagmodellekkel dolgoznak, és ezzel megnyílt a lehetőség a talaj és szerkezet kölcsönhatás valóságát jobban megközelítő modellezésére. A szokványos hídszerkezetek vizsgálata ezekkel a programokkal azonban nehézkes, időigényes, ma valószínűleg csak nagyobb hidak esetében finanszírozható. A napi rutin tervezési feladatok elvégzését, javítását reálisan egy olyan megoldás alkalmazásával lehetne végrehajtani, mely a felszerkezetet továbbra is külön modellezi, de ebben olyan rugókat alkalmazunk a támaszok modellezésére, melyek (esetleg nem lineáris) karakterisztikáját a talaj valós viselkedésének követésére képes speciális geotechnikai programokkal végzett számítások alapján vesszük fel [6, 10, 11, 13].

A hagyományos végeselemes programokkal a talaj, illetve a támasz modellezése, a Winkler-féle rugómodell alkalmazásával lehetséges.

A talaj viselkedését általánosságban azonban nem lehet a Winkler-elv szerinti lineáris karakterisztikájú rugókkal elég pontosan leírni. Használata csak azért terjedt el, mert a talaj valósághű nemlineáris viselkedését leíró modelleket korábban csak nagy kapacitású számítógépeken fut-

tatható speciális programokkal lehetett követni. Mára azonban már számos olyan program beszerezhető, mely képes erre, így nem kell ragaszkodnunk az eredeti Winkler-modellhez. Az újabb programokban a rugókra alkalmazható határerő, mely a lineáris viselkedés tartományát korlátozza. A rugóállandó a talajmechanikai szakvéleményben megadott összenyomódási modulusból meghatározható, a határerőt pedig levezethetjük a passzív földnyomásból. Így tulajdonképpen a valóságot jobban leíró rugóállandó alkalmazható, illetve a rugós-csúszkás megtámasztással a talaj modellezésére, a lineárisan rugalmas anyagmodell helyett a lineárisan rugalmas, tökéletesen képlékeny anyagmodell használható (2. ábra) [6, 10, 11, 13].

Korábbi cikkeink alapján ismertetem, hogy például az AxisVM programban a cölöpök és az őket körülvevő talaj kapcsolatát a palást mentén rétegenként felvett, határerőkkel korlátozott függőleges és vízszintes rugókkal is lehet modellezni (3. ábra), és a talpellenállás is modellezhető ilyen függőleges rugóval [6].

### Egy létező híd komplex modellezése

Az AxisVM programmal a cölöpök bemutatott modellezését alkalmazva egy teljes hídszerkezetet, illetve az altalajt is egységes szerkezetként, háromdimenziós modellben vizsgálhatunk. Egy diplomamunka keretében (Murinkó G., 2009) egy konkrét műtárgyon próbáltuk ki ennek lehetőségét (4. ábra) [6].

A munka célja az volt, hogy a modellezés lehetőségét a gyakorlatban próbáljuk ki. A rugóállandókat és a határerőt a fenti elvek alapján, az elkészült talajvis-

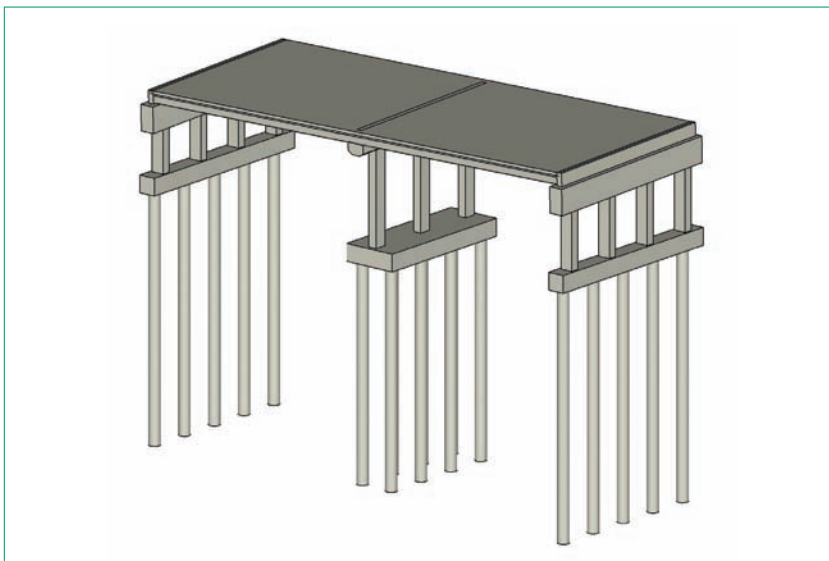
gálati jelentés adatait felhasználva, a híd geometriai méreteit pedig a ténylegesen megtervezett szerkezetnek megfelelően vettük fel.

A hagyományosan – elkülönült, lineáris rugókarakterisztikával – végzett számításokhoz képest kedvezőbb eredményeket (igénybevétel, alakváltozás) elsősorban az alapozást illetően kaptunk. A részletek mellőzésével néhány jellemző számított eredmény:

- a közbenső támasz süllyedése 4,5 mm, a hídfőké 3,5 mm lett, de ezek különböző teherállásból adódtak, a várható süllyedéskülönbség csak 2,0 mm;
- a cölöpökben keletkező nyomatékok a közbenső támasz esetében 85 kNm, a hídfőkben 50 kNm, azaz feltűnően kicsi, s a hídfőkben kisebbek;
- a felszerkezet jellemző hajlítónyomatékai: a mezőközépen 360 kNm, a támasznál 500 kNm.

Ez utóbbiak értékeléséhez összehasonlító számítást is végeztünk: a felszerkezetet a szokásos módon csuklókkal alátámasztva és 1 cm süllyedéskülönbséget teherként bevive vizsgáltuk. Ebből az előbbi nyomatékokra kb. 40%-kal nagyobb értéket kaptunk.

**Szép János** okleveles építőmérnök, statikus tervező, doktorjelölt. 1994-ben végzett a BME Építőmérnöki Karán. A Győr-Moson-Sopron Megyei Mérnöki Kamara elnökségi tagja. 2006-tól a Széchenyi István Egyetem Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszékének oktatója. Fő kutatási területe: végeselemes modellezés, a talaj és a szerkezet kölcsönhatásának vizsgálata.



4. ábra. A vizsgált hídszerkezet komplex AxisVM modellje

Az eredmények biztatóak, a folytatásban az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságához, szélesebb körű használatához azonban még további ellenőrző számítások, a modell pontosítása szükséges.

### Talaj és szerkezet kölcsönhatásának modellezése geotechnikai végelemes analízissel

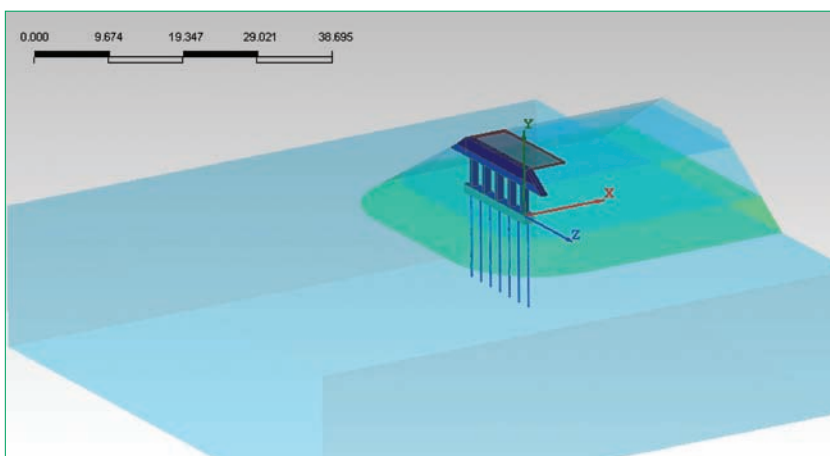
A valós talajkörnyezet korszerű térbeli végelemes, geotechnikai programok használatával modellezhető. Ezáltal lehetővé válik a talaj viselkedését pontosabban leíró nemlineáris anyagmodellek alkalmazása, a talajrétegződés, a kezdeti feszültségállapot, a tehermentesítés és újratelhelés figyelembevétele, a talaj és a szerkezet kölcsönhatásának pontosabb modellezése.

Az utóbbi években több ismert szerkezetmodellező programot (Sofistik, FLAC, Midas) a legfejlettebb geotechnikai prog-

ramelemekkel kiegészítettek, így valóban képesek lehetnek a talaj és a szerkezet bonyolult kölcsönhatásának leírására. A Széchenyi István Egyetemen a Midas GTS, a Plaxis 2D, illetve Plaxis 3D program alkalmazhatóságát vizsgáljuk.

Korábban [11] a Midas GTS program használatával egy jellegzetes kialakítású hídfő viselkedését elemeztem (5. ábra). A modellezés és a számítási eredmények részletes ismertetése nélkül, összefoglalásként az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- a töltés és a hídfőszerkezet mozgásai értelmezhetőek, reálisak, az előzetes várakozásnak megfelelnek, a hídfő körüli süllyedések sokkal kisebbek, mint a folyópálya töltése alatt;
- a vízszintes elmozdulásokat, beleértve a cölöpökét is, a töltésteher okozta oldal-kitérés határozza meg;
- a cölöpökben fellépő normálerők elemzése azt mutatta, hogy mind a palást-



5. ábra. Hídfő térbeli komplex vizsgálata Midas GTS programmal

## Summary

Soil-structure interaction is a key element in bridge abutment design. Unfortunately, most standard modeling and design methods do not take such interaction into account. Instead, they use a simpler assumption of linear elastic soil or Winkler-type springs as subgrade reaction.

A more realistic and precise analysis of soil-structure interaction can be achieved by using sophisticated, true 3-D finite element geotechnical software. While these programs are not often used in standard design practice, they have become more common as a research tool. By applying such programs to typical design problems we develop a better understanding of the interactions between the structure, foundation and soil. This leads to more thorough understanding of structural behavior as well. Generally, with the added sophistication in modeling, a closer working relationship between the structural and geotechnical engineer is necessary and beneficial.

ellenállás, mind a talpellenállás kimerül, mert a töltésről számottevő erők adódnak át rájuk;

- a cölöpök nyomatóéki igénybevételei sokkal kisebbek, mint amekkorák az eddigi hagyományos számításokból adódnak.

A számított eredmények több vonatkozásban lényegesen más jellegű viselkedést mutattak, mint amelyeket eddig a hagyományos eszköztárral modellezve nyertünk. A tapasztalt viselkedés kinematikailag lehetséges, az eredmények reálisak lehetnek, s a különbség az altalaj töltés okozta vízszintes elmozdulásával magyarázható.

Az eddig elvégzett számításokból egyértelműen úgy tűnik, hogy a térbeli modell figyelembevétele kedvezőbb eredményekre vezet, s ebből gazdaságosabb szerkezet volna tervezhető. Kisebbségi igénybevételek keletkeznek az alapozási síkon. Messzeemenő következtetéseket az adott számításból még nem vonnánk le, további kutatás, számítógépes futtatások elvégzése szükséges. Más talajadottságokkal, illetve talajmodellekkel, más kialakítású, méretű és merevségű szerkezetekkel, továbbá más építési eljárásokkal történő modellezések eredményei alapján értékelhető majd át-



fogóan a hídfelek viselkedése. A számítógépes szimulációk eredményeinek realitását azonban mindenképpen kívánatos épülő szerkezetek mozgásaival összevetni.

### Összefoglalás

Írásom a hídszerkezetek, hídfelek tervezésével kapcsolatosan, a talaj és szerkezet kölcsönhatás figyelembevételének jelentőségére hívja fel a figyelmet. A Széchenyi István Egyetemen a témában elvégzett kutatások eddigi eredményeiről és jelenlegi állásáról kívántam rövid tájékoztatást adni.

A talaj és szerkezet kölcsönhatásának pontos modellezésére képes programokkal a hagyományosnál kedvezőbb viselkedés mutatható ki. Az új követelményekkel (Eurocode szabványokban rögzített terhek, elvárások, földrengésre történő tervezés, dilatáció nélküli sínek alkalmazása stb.) felmerülő tartószerkezeti és geotechnikai kihívásokra új megközelítéssel, a statikus és a geotechnikus tervezők szorosabb együttműködésével, valamint a modellezés új lehetőségeit kínáló szoftverek alkalmazásával célszerű válaszokat keresni.

A korszerűbb, bonyolultabb modellek alkalmazása elősegíti a valóságosabb mo-

dellezést, a gazdaságosabb szerkezettervezést. A jelenlegi egyszerűbb, elkülönült modellek alkalmazásával, a közelítésekkel, az elhanyagolásokkal – ha nem is mindig tudatosan, de – nagyobb biztonsági szint érhető el. Komplex, pontosabb modellek ezek a „tartalékok” számszerűsíthetők, a biztonság a kritikus helyek megerősítésével pedig növelhető. ◀◀

### Irodalomjegyzék

- [1] *Midas GTS felhasználói kézikönyv.*  
 [2] *AxisVM felhasználói kézikönyv.*  
 [3] *Economic and Durable Design of Composite Bridges with Integral Abutments, Design Guide. 2010. Research Fund for Coal and Steel, RFCS RFS-P2-08065 INTAB+*  
 [4] Pál G., *Öszvérszerkezetű hidak tervezési tapasztalatai, Acélszerkezetek 2011/1.*  
 [5] Dr. Németh György, dr. Horvát F., *Pálya és híd kölcsönhatásából keletkező erőhatások meghatározása, modellezése, ezek következményeinek hatása a méretezési előírásainkra. Kutatási zárójelentés. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2010.*

[6] Szép, J., Murinkó, G., Szepesházi, R., *Hídaléptípusok modellezése, Geotechnika 2009 konferencia, Ráckeve, 2009.*

[7] *MSZ EN 1997-1:2006 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2006.*

[8] *MSZ EN 1997-2:2008 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2008.*

[9] Smolczyk, U. ed.: *Geotechnical Engineering Handbook. Ernst & Sohn, Berlin, 2003.*

[10] Szepesházi, R., *Hídalapozások fejlesztése. 50. Hídmérnöki Konferencia kiadványa. Közlekedési Koordinációs Központ. Siófok, 2009.*

[11] Szép, J., *Hídfelek modellezése. ÉPKO 2011 XV. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, 2011.*

[12] Szép, J., *Cölöpalapozások keresztirányú merevsége. 15. Tavasz szél konferencia 2012.*

[13] R. Ray, P. Scharle, R. Szepesházi, *Numerical modeling in the geotechnical design practice From Research to Design in European practice, Bratislava, Slovak Republic, on June 2–4. 2010.*

## Új vasútvonal Wien Meidlingtől St. Pöltenig

A múlt évben, december 9-én indult meg a vonatforgalom az ÖBB 44 km hosszú új építésű szakaszán Wien Meidlingtől a Lainzeren és a Wienerwaldtunnelen át St. Pöltenbe. A négy részzszakaszból álló vonal építési munkáit 2003 januárjában kezdték el. A decemberi üzembe helyezést oktatási és az ETCS átvételére próbajaratok előzték meg. Az új összeköttetés a Wienerwaldtunnel jelentős építkezése, amely nyolc év után 2012-re készült el, és 2,8 milliárd euróba került. 13 356 km hosszúságával Ausztria leghosszabb vasúti alagútja. A 12,3 km hosszú Lainzer alagút lehetővé teszi a nyugati, déli és Duna menti vasút összeköttetését egymással. Túlnyomórészt távolsági személy-

szállítási és áru fuvarozási forgalomban üzemel. A tehervonatok elsősorban az éjszakai órákban közlekednek. Figyelemre méltó az öt, 200 km/h sebességgel közlekedő REX éjszakai távolsági vonatpár Bécs és Amstetten között.

## Új pályakarbantartó gépek Nagy-Britannia legforgalmasabb vasútvonalán

A 250 km hosszú négyvágányú, keleti parti fővonal Nagy-Britannia legsűrűbb forgalmú vasútvonala. Ezen a szakaszon az ágyazattisztítást az éjszakai vágányzári időben a HOBC (High Output Ballast Cleaning = Nagy teljesítményű ágyazattisztító) rendszerrel végzik. A legnagyobb forgalmat lebonyolító London–Glasgow vasútvonal a XIX. században magánvasutak füzéréből

állt össze, műszaki jellemzőit illetően csak a legszükségesebb kiépítésben (pl. az úrszelvény). A forgalom növekedésével a kiépítés és a villamosítás is szükségessé vált, majd 1996-ban a vonal korszerűsítése során a Pendolino szerelvények üzemeltetésére tették alkalmassá.

A vonalkorszerűsítések előkészítését és tervezését 2004-ben, a piacon kapható gépek ismeretében kezdték meg, melyeket hozzá kellett igazítani a brit vasút követelményeihez, a szűk úrszelvényhez, kis vágánytávolságokhoz. Csak az éjszakai forgalommentes időszakokban lehetett dolgozni, hosszú vágányzár nem volt lehetőség. A Plasser and Theurer ágyazattisztító gépsora, valamint a Matisa aláverő gépsora mellett döntöttek, és speciális anyagszállító kocsikat szereztek be.

# Talajdinamikai paraméterek meghatározása és alkalmazása

A hazai építőmérnöki gyakorlatban a talajok mechanikai vizsgálata eddig legfőképp statikus vagy kvázi statikus esetekre irányult. Napjainkban ugyanakkor számos nemzetközi kutatás foglalkozik a dinamikus talajviselkedés megértésével és leírásával. Ez annak köszönhető, hogy a tervezési gyakorlatban is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a növekvő közúti és vasúti eredetű dinamikus hatások csakúgy, mint a földrengésre való méretezés. Írásunkban áttekintjük a talajok dinamikus terhek alatti viselkedésének anyagmodelllezési vonatkozásait. Ehhez kapcsolódóan röviden bemutatjuk a laboratóriumi és helyszíni mérési módszereket, végül a témához kapcsolódó külföldi cikket ismertetünk.

Napjainkban a vasúti közlekedés fejlesztése Magyarországon és külföldön is az építőmérnöki szakma egyik fontos területe. A meglévő pályarendszer a megnövekedett forgalom, a nagyobb tervezési sebességek és a sokszor igen kedvezőtlen altalajadottságok miatt folyamatos karbantartást igényel. Emellett pedig távlati cél a nagysebességű vasútvonalak kiépítése, kifejlesztése, hogy ezáltal csatlakozzunk a nagysebességű transzeurópai vasúti hálózathoz. E cél elérésére európai uniós irányelvek is köteleznek minket.

Az igen puha, telített és sokszor szerves altalajra épített pályaszakaszok vizsgálata és megerősítése régóta központi kérdés, de a mai gyakorlat általában még ezeket a legrosszabb szakaszokat is helyettesítő statikus terhekre méretezi – pontosabb eljárások hiányában. A pontosabb számításokhoz, hatékonyabb megoldásokhoz fontos lenne ezért, hogy a vasúti teher altalajra jutó ciklikus és dinamikus hatásait is vizsgáljuk, ehhez azonban elengedhetetlen az altalaj dinamikus modellezéséhez szükséges bemenő paraméterek meghatározása.

A nagy sebességgel közlekedő vonatok számos különleges kihívás elé állítják a mérnököket, a szigorú biztonsági előírások miatt például különösen nehéz teljesíteni a pálya geometriájára vonatkozó követelményeket. További problémákat okozhat emellett – egyebek között – a zajterhelés és a vasúti forgalom okozta rezgések, melyek a talajban továbbterjedve



**Dr. Richard P. Ray**

egyetemi tanár

SZE Szerkezetépítési és

Geotechnikai Tanszék

✉ ray@sze.hu

☎ (30) 298-6010



**Szilvágyi Zsolt**

egyetemi tanársegéd

SZE Szerkezetépítési és

Geotechnikai Tanszék

✉ szilvagi@sze.hu

☎ (30) 530-4204



**Wolf Ákos**

egyetemi tanársegéd

SZE Szerkezetépítési és

Geotechnikai Tanszék

✉ wolf@sze.hu

☎ (30) 641-0431

káros hatással lehetnek más mérnöki szerkezetekre, köztük az épületekre is.

A vasút által keltett dinamikus és ciklikus hatások vizsgálata során, a teljes rendszer felépítését figyelembe véve kaphatunk csak pontos eredményt. Meg kell határozni a terhelés jellemzőit (mely függ a vonatok jellemzőitől, a tervezési sebességtől), a felépítmény (sín, sínleerősítés, aljak, ágyazat) elemeinek jellemzőit és ezek esetleges hibáit, valamint az alépítmény és az altalaj tulajdonságait is. A fentiek közül talán az altalaj az a rendszerelem, amelyet a tervezés és kivitelezés során a legkevésbé befolyásolhatunk. A vasúti közlekedés okozta dinamikus és ciklikus hatások értékeléséhez – esetleges csökkentéséhez – szükséges megoldások tehát az altalaj dinamikus viselkedésének pontos ismeretében mérlegelhetők. A továbbiakban röviden összefoglaljuk a legfontosabb dinamikus talajparamétereket, amelyek szükségesek az említett vizsgálatok elvégzéséhez, áttekintjük e paraméterek in situ és laboratóriumi meghatározási módjait, és három kiválasztott cikk révén röviden kitekintünk a nemzetközi kutatásokra.

## Dinamikusan terhelt talajok viselkedése

### Anyagmodellek

A talajok dinamikus terhelés alatti viselkedésének leírására használt anyagmodel-

lek meglehetősen komplexek. Egy ilyen modellben figyelembe kell venni, hogy a talajok fázisos összetételűek, a szilárd talajszemcsék között pórusok találhatóak, melyeket bizonyos mértékig (vagy teljesen) víz tölthet ki. Mechanikai szempontból a talajokat anizotróp és nemlineáris anyagoknak kell tekintenünk. Számos kutatás igazolta, hogy például száraz szemcsés talajok esetén csak a nagyon kis alakváltozások tartományában tekinthetünk el a nemlinearitástól (nyírási alakváltozás  $\gamma < 10^{-4}\%$ ). Megfigyelhető, hogy az alakváltozás (és ezzel összefüggésben a feszültség) növekedésével a nyírással szembeni ellenállás fokozatosan csökken, a kezdeti lineárisan rugalmas szakaszhoz tartozó nyírási modulus ( $G_{max}$ ) romlik (1. ábra). Ezzel párhuzamosan a talaj hiszterézises viselkedést mutat, és az alakváltozás növekedésével nő az energiaelnyelő képessége, amelyet a csillapítással ( $D$ ) jellemezhetünk.

A nyírási modulus akár az eredeti érték 5-10%-ára is csökkenhet. A leromlás jellegű viselkedés leírására számos kutató dolgozott már ki anyagmodelleket (Jardine 1986, Ramberg-Osgood 1948, Benz 2008). Ezek a modellek ún. leromlási görbe és csillapítási görbe megadásával kezelik a talajok igen kis alakváltozási tartományban tapasztalt viselkedését, és csak akkor adhatnak reális, pontos eredményeket, ha a szükséges modellparamétereket kellően gondos laboratóriumi vagy helyszíni mérésekből határozzuk meg.



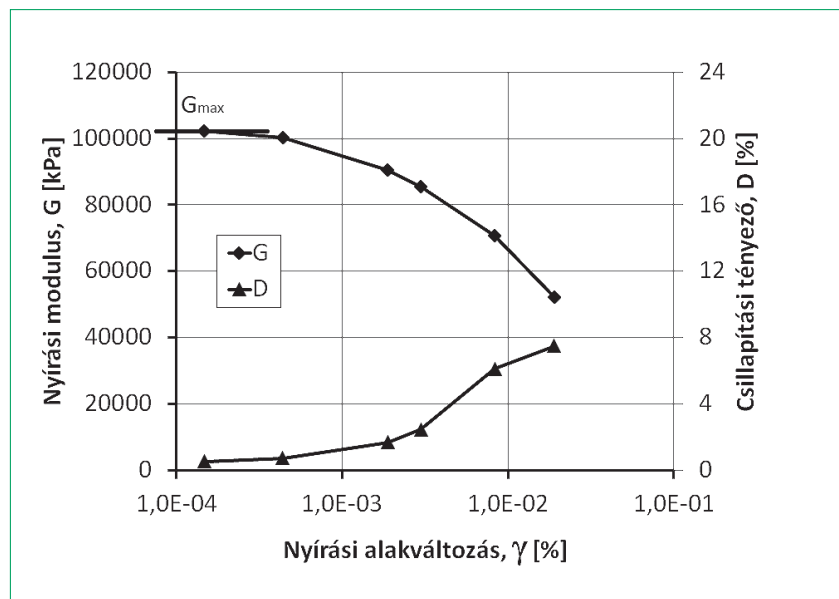
Más megközelítésben, a hagyományos „statikus” körülmények között végzett geotechnikai laboratóriumi vizsgálatokkal nem lehet figyelembe venni a kis alakváltozásokhoz tartozó nagyobb merevséget. A vasúti közlekedés okozta rezgések jellemzően ilyen nagyságrendű alakváltozási tartományba tartoznak (2. ábra). Az említett anyagmodellek közül néhány már a korszerű geotechnikus végeselemes programokban is elérhető (Plaxis – Hardening Soil Small Strain Stiffness).

Megjegyezzük, hogy a talajkörnyezetet a gyakorlati számításokban és még a kutatások területén is leggyakrabban vízszintes, homogénnek és izotrópnak tekintett rétegekre bontva vizsgáljuk, ezek a feltételezések általában elfogadható közelítésnek tekinthetők. A nemzetközi szakirodalom a vasúti közlekedés keltette rezgések vizsgálatához pedig leggyakrabban a lineárisan rugalmas viselkedést is feltételezi (nagy hangsúlyt fektetve a merevség felvételére).

### Talajparaméterek

A.3. ábrán egy ciklikusan terhelt talajminta tipikus feszültség-alakváltozás görbét láthatunk különböző alakváltozási szinteken. A görbét ciklikus torziós nyírásvizsgálatból kaptuk. Megfigyelhető, hogy minden esetben a terhelés után, a tehermentesítés során a feszültségpálya nem követi az eredeti feszültségpályát, hiszterézis hurok alakul ki. A hurok a talaj energiaelnyelő képességét fejezi ki. Az energiaelnyelést számos mechanizmus okozza, így például a talajszemcsék közötti súrlódás, továbbá a szemcseváz és a pórusvíz közötti relatív elmozdulások. A hurok által közrezárt terület arányos az energiaelnyelő képességgel, ennek leírására használatos a csillapítás, amely az alakváltozás növekedésével nő, így egyre nagyobb alakváltozási szinthez egyre nyitottabb hiszterézis hurok tartozik. Az ábrán az is megfigyelhető, hogy az egy ciklusra vett átlagos nyírás modulus, amelyet a hurok csúcspontjait összekötő egyenes meredekségével definiálhatunk, a nyírás alakváltozás növekedésével egyre kisebb, azaz a hurok egyre nagyobb alakváltozási szinten egyre „laposabbak”, ezért beszélünk a modulus romlásáról.

A viselkedés leírásához szükségünk van a kezdeti nyírás modulusra ( $G_{max}$ ); a modulus romlását leíró görbére (4. ábra), amelyet gyakran a pillanatnyi és a kezdeti modulus hányadosával szoktak megadni ( $G/G_{max}$ ); valamint a csillapítás-alakválto-



1. ábra. Leromlási görbe és csillapítási görbe – ciklikus torziós nyírásvizsgálat eredményei

zás függvényére, azaz a csillapítási görbére. Ezeket a paramétereket különböző helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok segítségével határozhatjuk meg. A helyszíni vizsgálatok előnye, hogy mintavételezés nélkül, vagyis a természetes állapot zavarása nélkül végezhetünk méréseket, és egy nagyobb talajkörnyezetre vonatkozó „eredő” értéket mérhetünk. Hátrányuk ugyanakkor, hogy csak az adott állapot (tömörség, víztartalom stb.) jellemzői mérhetők, és sokszor csak közvetetten kapunk paramétereket. A laboratóriumi mérésekben vizsgálhatjuk a különböző feszültségi állapotok és más állapotváltozások hatását is (pórusvíznyomás változása), viszont ilyenkor néhány „kis”

minta eredményeit kell felhasználnunk egy nagyobb közeg viselkedésének leírására.

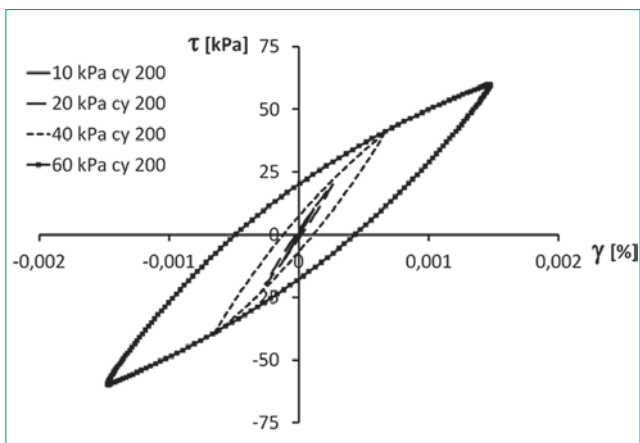
### Helyszíni mérések

A helyszíni mérésekkel általában a nyíróhullámok terjedési sebességét ( $v_s$ ) tudjuk meghatározni, esetenként a felületi hullám terjedési sebességének mérésére irányulnak a vizsgálatok. Ezekből empirikus úton számíthatjuk a talaj dinamikai paramétereit.

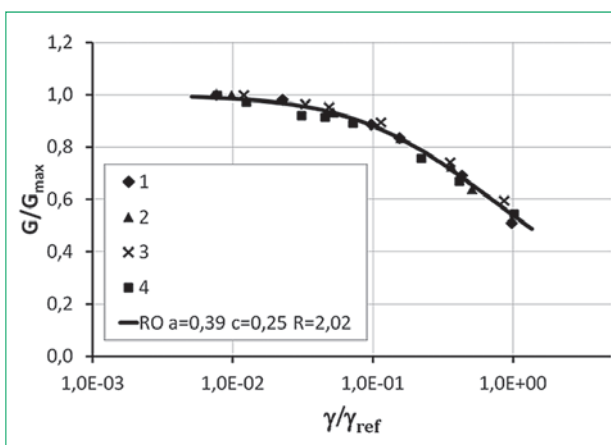
A helyszíni mérések során jellemzően egy ponton, valamilyen módon (mechanikus kalapács, robbantás, ejtő súly) gerjesztett, rövid idejű vagy állandó hullám

Nyírás alakváltozás	kis ← közepes ← nagy ← törés				Helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok
	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	
Jelenség	hullámterjedés, rezgések		repedések, süllyedéskülönbségek		szeizmikus hullámok terjedésének mérése
Lineárisan rugalmas	←→		←→		
Nemlineárisan rugalmas	←→				helyszíni rezgésvizsgálatok, rezonanciás vizsgálat
Rugalmas-képlékeny	←→				ciklikus terhelésvizsgálat
Törési állapot	←→				DMT, CPT, közvetlen nyírás
Teherismétlődés hatása	←→				ciklikus triaxiális vizsgálat, közvetlen nyírásvizsgálatok
Alakváltozások jellemző tartománya	lineárisan rugalmas	lin. rugalmasnak tekinthető	rugalmas-képlékeny, felkeményedő		gépalapok
	←→				földrendések
	←→				jól tervezett alpozások
	←→				építkezés puha altalajon

2. ábra. Talajok viselkedése különböző alakváltozási tartományokban (Ishihara 1996 nyomán)



3. ábra. Torziós nyírásvizsgálat eredményei különböző alakváltozási (feszültségi) szinten – minden esetben a 200. terhelési ciklust ábrázoltuk



4. ábra. Homok leromlási görbéje – rezonanciás és torziós nyíróvizsgálatok alapján

egy vagy több pontra való beérkezési idejét határozzák meg. A mérési eljárások alapvetően két fő csoportba sorolhatók. Az egyikben valamennyi mérőműszert a felszínen helyezik el, míg a másik fő csoportban a nagyobb pontosság érdekében vagy a vevőt, vagy az adót, vagy mindkettőt fúrólukban rögzítik.

Előbbi eljárások közül a legelterjedtebb a szeizmikus refrakciós módszer – ahogy a nevében is szerepel – a hullám két réteg határán való iránytorésének elvén alapul. A felszínen keltett hullámok a réteghatáron megtörnek, a kritikus szöggel beérkező hullám a réteghatáron terjed tovább, mely az úgynevezett kritikus távolságon túl először éri el az egyenletes távolságokban elhelyezett geofónokat. A csekély mélységig alkalmas eljárással a felszín közeli rétegekre jellemző nyíró-, illetve longitudinális hullám terjedési sebességeket lehet meghatározni. A módszer költségvonzata csekély a többihez képest, ám csak akkor használható, ha a rétegsébségek a mélységgel nőnek.

Fúrólukban végezhető mérések a downhole, up-hole és crosshole vizsgálatok. A downhole mérés során egy fúrólukban 0,5–1,0 m mélységközökkel végigvezetnek egy érzékelőt (geofónt vagy

gyorsulásmérőt), mellyel a felszínen keltett longitudinális és transzverzális hullámok beérkezési idejét mérik. A különböző mélységekből származó adathalmazból – figyelembe véve a réteghatárokon való iránytorést – határozható meg a talajzónákra jellemző hullámterjedési sebesség. Az up-hole vizsgálat esetén a műszerek elhelyezése fordított, a fúrólukban történik a hullámgerjesztés, a felszínen meg az érzékelés. A crosshole vizsgálat során két vagy több fúrólukra van szükség, hiszen mind a hullámgerjesztő műszer, mind pedig az érzékelők egy-egy fúrólukban helyezkednek el. Egy mérés során a műszerek azonos mélységben helyezkednek el, majd ezután a mérést 0,5–1,0 m mélységközökként ismétlik. E módszer tekinthető a legpontosabb eljárásnak az in situ mérési technológiák közül, s a pontosság tovább fokozható a fúrólukak számának növelésével. A fúrólukas eljárások a furat készítéséből fakadóan meglehetősen költséges mérési módszerek.

A nemzetközi gyakorlatban, s hazánkban is egyre jobban terjed a lényegében a downhole eljárással analóg szeizmikus statikus szondázási vizsgálat (SCPT), mely a hagyományos statikus nyomószondázás (Cone Penetration Test – CPT) egyik vál-

tozata. Ekkor a vevő nem egy fúrólukban, hanem a – geotechnikai tervezési feladatokhoz manapság már szinte minden esetben alkalmazott – CPT (CPTu) berendezés fejében van kialakítva, így a hagyományos tervezési feladatokhoz nyert alapadatokon túl a talaj dinamikus viselkedéséről is kapunk információt.

Az in situ méréseknél még megemlítenendő a szeizmikus tomográfia, a felületi hullámok módszere, melyek mára már háttérbe szorultak.

### Laboratóriumi mérések

A leggyakrabban alkalmazott laboratóriumi vizsgálatok a dinamikus talajparaméterek meghatározására a következők:

- talajhenger rezonanciás vizsgálata,
- ciklikus nyírásvizsgálat (közvetlen nyírás vagy torziós nyírás),
- ciklikus triaxiális vizsgálat,
- nyíróhullámok közvetlen mérése bender elementtel.

A vizsgálatok közötti legnagyobb különbség a talajmintában keltett alakváltozások (feszültségek) szintjében van (5. ábra). A már említett nemlineáris viselkedés miatt különösen fontos, hogy a valós problémánál fellépővel azonos alakváltozási tartományban végezzük a méréseinket. Ennek megfelelően a vizsgált

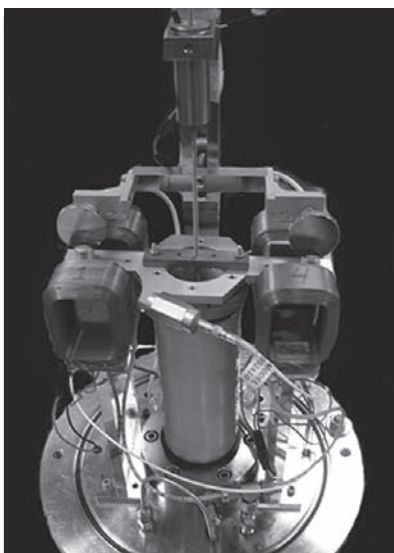
**Dr. Richard P. Ray** egyetemi tanár, 2011-től a Széchenyi István Egyetem Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszékének oktatója. A SZE Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola előadója, több doktorandusz témavezetője. Korábban az amerikai South Carolina University egyetemi tanára volt, ahol 1983 és 2011 között oktatott és végzett kutatást Főbb szakterületei: a talajdinamika, talajok és alapozások rezgésvizsgálata, laboratóriumi és helyszíni mérések, számítógépes modellezés, alapozástervezés, talajvízáramlás és szennyezések talajban való terjedésének vizsgálata. Számos nemzetközi kutatás-fejlesztési projektben vett részt, kutatási eredményeit számos publikációban adta közre. Tudományos szakmai tevékenységéért több kitüntetést kapott. Tervezőmérnökként a többi között talajfolyósodással, földrengésre való méretezéssel, alapozástervezéssel, állékonyságvizsgálattal is foglalkozott.



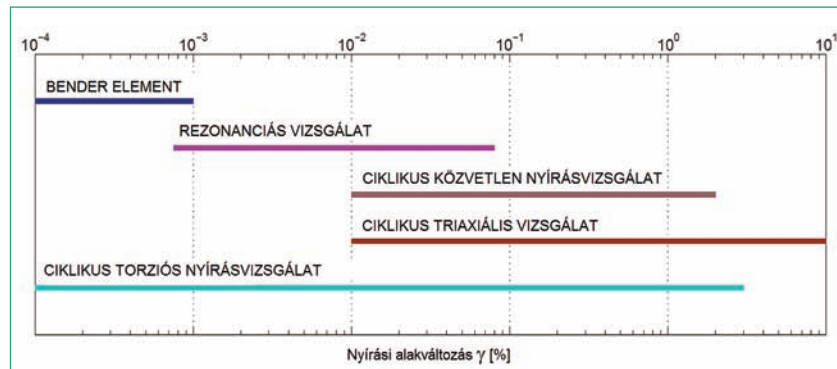
problémánál várhatóan fellépő alakváltozások mértéke befolyásolja a vizsgálati módszer kiválasztását. A rezonanciás vizsgálat során egy hengeres talajmintát terhelünk ciklikusan, torziós módon. A terhet a talajhenger tetejére helyezett mágneses-tekerces terhelőfej adja át a mintára, és a vizsgálat során gyorsulásmérővel méri a minta választ (alakváltozását) rezonanciafrekvenciás terhelés mellett (6. ábra). A mérésből a nyíróhullám terjedési sebessége számítható, amelyből – a sűrűség ismeretével – számítható a nyírási modulus. A mintát szabad rezgés állapotába hozva mérhető a csillapítás is. Ezután a vizsgálat különböző cellanyomás, alakváltozási szint, terhelési idő mellett ugyanazon a mintán újra elvégezhető, hiszen a terhelés során nem érjük el a törési állapotot.

A ciklikus nyírásvizsgálatot is a leggyakrabban hengeres mintán végzik. A vizsgálat során a mintát a rezonanciás vizsgálatához hasonlóan terhelik, de nagyobb alakváltozási szinten. A vizsgálat során a talajmintában a vízszintes terhelő erőpár hatására a minta alakváltozásai hasonlóak, mint a függőlegesen terjedő nyíróhullámok által okozott alakváltozások, amelyek a földrengéskor fellépő hullámok közül a mérnöki tervezés szempontjából a legfontosabbak.

A ciklikus triaxiális vizsgálat az egyik leggyakrabban alkalmazott dinamikus vizsgálat, mivel a berendezéssel rendkívül sokféle terhelés modellezhető (7. ábra). A vizsgálatot a hagyományos triaxiális



6. ábra. Rezonanciás vizsgálatra és torziós nyírásra is alkalmas berendezés (Széchenyi István Egyetem, Geotechnikai Laboratórium)



5. ábra. Laboratóriumi vizsgálatok alakváltozás-tartományai

vizsgálatnál alkalmazott módon, hengeres talajmintán, oldalról támasztó cellanyomás segítségével végzik. A vizsgálatot használhatjuk a leromlási görbe és a csillapítási görbe meghatározásához is.

A bender elementes mérés során piezoelektromos anyagokkal keltenek hullámokat a talajmintában, és egy vevővel méri a nyíróhullám terjedési sebességét. A mérés az igen alacsony alakváltozási szintek vizsgálatára használható, nagy előnye, hogy más vizsgálatokkal kombinálva is használhatjuk, másrészt pedig, hogy a vizsgálatot különböző irányokban elvégezve a talaj esetleges anizotróp tulajdonságairól is kapunk információt.

### Vasúti közlekedés okozta rezgések vizsgálati lehetőségei – külföldi kutatások

A vonat keltette dinamikus rezgések altalajra és szerkezetekre gyakorolt hatása nemzetközi tekintetben is új témának mondható, hazai kutatások geotechnikai vonatkozásban ez idáig nem készültek. Ugyanakkor számos nemzetközi kutatás folyik a vonatok dinamikus hatásának és a szerkezetek erre adott reakciójának minél pontosabb megismerésére, a hatékony méretezés, tervezés, üzemelés minél pontosabb kiszorgálására. Az alábbiakban három publikáció ismertetésével tekintünk ki a nemzetközi kutatásokra.

Costa és társai (2010) az altalaj és töltésanyag nemlineáris viselkedésének a felépítmény válaszára gyakorolt hatását vizsgálták, s ennek számításba vételére egy ekvivalens lineáris eljárást használtak. Az alkalmazott 2,5D numerikus modellel, melyen egyik irányba csak a terhelésben lehet változás, a svédországi Ledsgard környékén végzett nagyszámú monitoring mérés visszszámítását célozták meg. Az

elvégzett analízisek jó egyezést mutattak a mérési eredményekkel.

Varandas és társai (2011) azt vizsgálták, hogy a folyópálya és műtárgy közötti átmeneti zónában, térben és időben hogyan változik a mélyebb rétegekre irányuló teherátadás. A hollandiai kutatás keretében Gouda város környezetében egy vasbeton keret feletti átvezetést analízáltak végelemes módszerrel, melynek validálásához helyszíni monitoring mérési eredmények álltak rendelkezésre. A kutatás eredményeként megalkotott végelemes modell a szerkezet viselkedését jól írta le, eredményeikben rámutattak arra, hogy az átmeneti zónában, ezen belül pedig különösen ott, ahol lebegő talpfák vannak, jelentős igénybevételek ébrednek a csatlakozó szakaszokhoz képest.



7. ábra. Ciklikus triaxiális berendezés (Széchenyi István Egyetem, Geotechnikai Laboratórium)

**Wolf Ákos** 2009 óta a győri Széchenyi István Egyetem oktatója, 2012-től egyetemi tanársegéd a SZE Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszékén. 2010-ben kezdte PhD-tanulmányait a SZE Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskolában. Fő kutatási területe: a cölöpök ciklikus és dinamikus teher alatti viselkedése. 2005-től, diplomája megszerzésétől a Geoplan Kft. geotechnikai tervezőjeként vett részt számos nagy hazai beruházás geotechnikai előkészítésében.

*Battini és Ülker-Kaustell* (2011) számos korábbi publikációjukra hivatkozva rámutatnak arra, hogy az ágyazátvezetéses, kis és közepes feszítávolságú hidak esetében a számított és mért sajátfrekvencia között jelentős eltérés mutatkozhat, a sajátfrekvencia a rezgés amplitúdójának függvénye. Battini és Ülker-Kaustell a hidak függőleges dinamikai vizsgálatához javasol egy modellezési fogást, amely az ágyazati réteg hatását hivatott számításba venni. Az ajánlás igazolására két esettanulmányon mutatják be annak alkalmazását.

## Summary

In the Hungarian civil engineering practice up to now soil behavior has mainly been investigated in the frame of static or quasi-static approaches. However, nowadays in the international research field many researches focus on understanding and describing dynamic soil behavior. There is an increasing need to perform such researches because dynamic effects such as earthquake loading and vibrations induced by high speed trains are becoming more and more important in design. This paper gives an overview of constitutive modelling topics related to dynamic soil behavior and focuses on the main dynamic soil parameters which are used in the models. A short summary is given on laboratory and in-situ tests which may be used for determining these parameters. Finally three research papers are presented which indicate the state of the art investigations concerning vibration mitigation problems connected to railway traffic.

## Összefoglalás

Az egyre növekvő közúti és (gyors)vasúti forgalomból származó rezgések, valamint a földrengésekkor fellépő dinamikus hatások figyelembevétele egyre fontosabb tervezési feladat. Az altalaj dinamikus viselkedésének elemzése különösen fontos lehet egyrészt olyan pályaszakaszok tervezésénél, illetve felújításánál, ahol a talajkörnyezet mechanikai jellemzői igen kedvezőtlenek, másrészt olyan, csak komplexen vizsgálható kapcsolódási pontoknál, mint például a folyópálya és egy hídszerkezet találkozása. A nemzetközi szakirodalomban ma már számos kutatás vizsgálja a vasúti pályarendszert az altalaj dinamikus viselkedését is figyelembe véve, hiszen – ahogy az említett esetekben is láthattuk – csak így érték el számításaikkal a mérésekben tapasztalt eredményeket.

A Széchenyi István Egyetem Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszékén a dr. Richard P. Ray vezetésével tevékenykedő kutatócsoport célja, hogy a rendelkezésre álló laboratóriumi berendezések (rezonanciás vizsgálóberendezés, ciklikus triaxiális berendezés, bender elemek) segítségével jobban megérthessük és leírassuk a jellemző hazai talajok dinamikus viselkedését, hogy ezáltal a tervezésben pontosabb számítások segítségével hatékonyabb megoldások születhessenek. ◀◀

## Irodalomjegyzék

- Battini, J.-M., Ülker-Kaustell, M.* (2011): *A simple finite element to consider the non-linear influence of the ballast on vibrations of railway bridges*, *Engineering Structure*, 33, pp. 2597–2602.
- Benz, T.* (2006): *Small Strain Stiffness of Soils and its Numerical Consequences*. Ph.D. Dissertation. Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart. p. 209.
- Costa, P.A., Calçada, R., Cardoso, A.S., Bodare, A.* (2010): *Influence of soil non-linearity on the dynamic response of high-speed railway tracks*, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 30 pp. 221–235.
- Houbrechts, J., Schevenels, M., Lombaert, G., Degrande, G., Rücker, W., Cuellar, V., Smekal, A.* (2011): *RIVAS WP 1.3 Deliverable 1.1 Test procedures for the determination of the dynamic soil characteristics*. International Union of Railways. pp. 47–86.
- Ishihara, K.* (1996): *Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics*. Oxford University Press. pp. 1–96.

**Szilvágyi Zsolt** 2009 óta a győri Széchenyi István Egyetem oktatója, 2012-től egyetemi tanársegéd a SZE Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszékén. 2010-től a SZE Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola hallgatója, főbb kutatási területei: a talajdinamika és a geotechnikai numerikus modellezés. Doktori kutatásának tárgya szemcsés talajok talajdinamikai paramétereinek laboratóriumi mérése. E tárgyban írt egyik publikációjáért 2013-ban megkapta a Kézdi-díjat. Az oktatás és kutatás mellett tervezési feladatokat is végez, 2009-től az Unifite 83' Zrt.-nél statikus tervezőként tevékenykedik.

- Jardine, R.J., Potts, D.M., Fourie, A.B., Burland, J. B.* (1986): *Studies of the influence of non-linear stress-strain characteristics in soil-structure interaction*. *Géotechnique* 36, No.3, pp. 377–396.
- Ramberg, W. and Osgood, W.R.* (1948): *Description of Stress Strain Curves by Three Parameters*. Technical Note No. 902 National Advisory Committee for Aeronautics. pp. 1–28.
- Ray, R.P.* (1983): *Changes in Shear Modulus and Damping in Cohesionless Soil due to Repeated Loadings*, Ph.D. dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, MI, p. 417.
- Ray, R.P., Szilvágyi Zs.* (2013): *Measuring and modeling the dynamic behavior of Danube Sands*. *Proceedings 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris*, ISBN: 978-2-85978-477-5, pp.1575–1578.
- Ray, R.P. and Woods, R.D.* (1987): *Modulus and Damping Due to Uniform and Variable Cyclic Loading*. *Journal of Geotechnical Engineering*, Vol. 114, No. 8. ASCE, pp. 861–876.
- Ray, R.P.* (2010): *Testing and analysis of deep sediments in Charleston SC*. *NEHRP Report. Columbia, South Carolina*, p. 110.
- Szilvágyi Zs.* (2012): *Dinamikus talajparaméterek meghatározása*. *Tavaszi Szél 2012, Konferenciakötet*. DOSZ, Budapest, pp. 458–465.
- Törös E.* (2006): *A szeizmikus módszer geotechnikai alkalmazásainak kritikai vizsgálata*, *Doktori értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem*, p. 116.
- Varandas, J.N., Hölscher, P. and Silva, M.* (2011): *Dynamic behaviour of railway tracks on transitions zones*, *Computers and Structures* 89, pp. 1468–1479.



## Adamkó Ferenc 1928–2014

Életének 86. évében elhunyt Adamkó Ferenc nyugalmazott mérnök-főtanácsos.

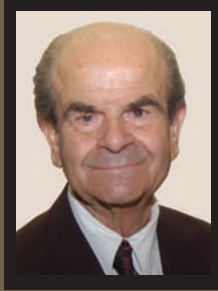
Adamkó Ferenc 1928. október 23-án született Sashalmon. A Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) 1952-ben szerzett mérnöki oklevelet, ezután 1963-ig a MÁV Hídépítő Vállalatnál (később MÁV Hídépítési Főnökség) építésvezetőként, később tervező beosztásban tevékenykedett.

1963-ban a KPM Vasúti Főosztály Hídosztályára helyezték, és itt dolgozott 1990-ig, nyugállományba vonulásáig. A MÁV Budapesti Igazgatósága területén vasúti hidak építését irányította, és emellett közművek, ezen belül elsősorban szénhidrogén-vezetékek vasútvonallal való keresztesítésének kialakításával, engedélyezésével foglalkozott. 1970-ben szerkesztette meg az Adamkó-féle biztonsági zónák és hozzájuk tartozó sebességhatároknak nevezett táblázatát, amelyet a tervezőmérnökök ma is használnak.

A Mérnöktoábbképző Intézetben a Vasútvonalak köz-művezetékekkel való keresztesítésének kialakítása című jegyzetet adta ki, és a pályakeresztesésekkel kapcsolatban több tanulmányot vezetett, továbbá tanított a MÁV Tisztképző Intézetben is. 1970-ben acélszerkezeti szakmérnöki oklevelet szerzett a BME-n.

A szegecselt vasúti acélhidak üzemeltetésével kapcsolatban vizsgálta a pályaszerkezetben bekövetkezett meghibásodások (törések) okait, új hídfa-leerősítést tervezett, később hegesztett vasúti acélhidak szerkezeti megoldásainak kidolgozásában vett részt. Több acélhídon végzett feszültségmérést, elsősorban pályaszerkezetben, illetve rácsos hidak csomópontbekötésének környezetében. Az így nyert tapasztalatok szolgálták alapul az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat kidolgozásában.

Több vasúti acélhíd, például a fővárosi Kőbányai úti, az Üllői úti, a bajai Duna-híd, a bánrévei Sajó-híd, a gyomaendrői



Körös-híd, a hatvani vonal kereszteszési műtárgya stb. építésének előkészítésében vett részt. A Vasúti Hídosztályon tervezői munka is folyt, speciális acélhidak terveit, vágányzár nélkül beépíthető provizórium, valamint az úgynevezett kötőállomási bakdaru terveit készítette, és számos új vasúti vasbeton híd és meglévő boltozat felújítását tervezte.

1990-ben vonult nyugállományba, de 1992-től 2002-ig a Fővárosi Közlekedési Felügyeletnél dolgozott tovább, és a 30 m-nél kisebb nyílású hidakkal, valamint a metróalagutak hatósági ellenőrzésével és a 4-es metró vasúthatósági engedélyének előkészítésével foglalkozott. Ezzel párhuzamosan az Utiber Kft.-nél műszaki ellenőrként is dolgozott, és részt vett a cigándi, a záhonyi és a tiszauji Tisza-híd, a 3-as úton a Hernád-híd, a bajai és a dunaföldvári Duna-híd átalakításában-erősítésében, továbbá az esztergomi Mária Valéria híd újjáépítésében. 2002-től műszaki ellenőrként dolgozott a VIA-Pontis Kft.-nél, részt vett a csömöri Auchan híd építésében, továbbá számos nagy hídépítés előkészítésében, az M6-os kőröshegyi völgyhídak és az M8-as dunaujvárosi Duna-híd műszaki ellenőrzésében.

Több publikációja jelent meg a Mélyépítéstudományi Szemlében és a Sínek Világában.

Mérnöki munkássága elismeréseként a BME Szenátusa 2002-ben aranydiplomával, 2012-ben gyémántdiplomával, a Magyar Mérnöki Kamara 2011-ben Örökös tag címmel, a Vasúti Hidak Alapítvány 2011-ben Korányi Imre-díjjal tüntette ki.

Amíg egészsége engedte, rendszeres résztvevője volt a Vasúti Hidak Alapítvány által szervezett vasúti hidász nyugdíjas-találkozóknak. 2014. január 23-án hunyt el. Halálával nagy veszteség érte a vasúti és közúti hidász szakmát.

Rege Béla

## Dr. Iványi Miklós 1940–2013

Életének 73. évében elhunyt dr. Iványi Miklós professor emeritus, a Pécsi Pollack Mihály Tudományegyetem tanára.

Iványi Miklós 1940. október 31-én született Endrődön. 1963-ban az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen kitűnő minősítésű oklevelet kapott. 1973-ban a műszaki tudomány kandidátusa tudományos fokozatot, 1974-ben műszaki doktori, majd 1983-ban a műszaki tudomány doktora címet, 1997-ben PhD doktori címet szerzett.

A mérnöki diploma megszerzése után az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Acélszerkezeti Tanszékén tanársegéd, majd 1966–1984-ig adjunktus, docens beosztásban dolgozott, 1984-ben egyetemi tanári kinevezést kapott. 2007-től haláláig a Pécsi Pollack Mihály Tudományegyetem tanára volt.

A nappali tagozatos építőmérnök hallgatóknak több acélszerkezeti tantárgyat oktatott, az angol nyelvű képzésben az acélszerkezetek stabilitáseméletének előadója volt. Az euromérnöki képzésben az Eurocode méretezési elvei tantárgyat tanította.

Tudományos kutatásait elsősorban a stabilitásemélet és a képlékenység területén végezte. 1995 és 2002 között az MTA-BME Tartószerkezetek Méretezéselmélete Kutatócsoport vezetője.

Közéleti tevékenysége keretében – csak a legfontosabbakat említve – számos nemzetközi műszaki bizottság tagja volt, a Task Group 11 (Stabilitáseméletek Nemzetközi Szövetsége) elnöke 1990-től, a Magyar Szabványügyi Testület tagja, az MTA Szilárdtestek Mechanikája Bizottság tagja volt. 1996 és 2012



között, a Vasúti Hidak Alapítvány megalakításától, annak kuratóriumi tagja volt. Kezdeményezésére és vezetésével 1992-ben megalakult a Duna menti országok hidászainak egyesülete (IADB), amely 2002-től háromévenként a tagországokban konferenciákat tartott. 1986-tól a Stabilitáseméleti Kutatások Testületének (SSRC) tagja. E szakterületen 1977-ben Halász Ottó egyetemi tanárral közösen, majd 1986-tól önállóan számos nemzetközi konferencia szervezője.

Lelkes pártfogója és előadója volt a Korányi Imre és Halász Ottó professzorok emlékére rendezett tudományos emléküléseknek. A Vasúti Hidak Alapítvány által háromévenként megszervezett Vasúti Hidász Találkozók rendszeres előadója volt. Ennek keretében a 2012. május 30.–június 1. között Pécsen megrendezett VIII. Vasúti Hidász Találkozón a Vasúti hidak sorsa Dunán – Cernavoda 1895 címmel tartott utóljára előadást.

Összesen 36 szakmai könyv írója, szerkesztője. 2004-től – főleg az Eurocode hazai alkalmazásával kapcsolatban – az építőmérnököknek, illetve építőmérnök hallgatóknak írt szakkönyveket. Számos külföldi tudományos folyóirat szerkesztésében vállalt feladatokat. 2006-tól a Pollack Periodica folyóirat főszerkesztője volt.

Kitüntetései, elismerései: a Szlovák Műszaki Egyetem, Pozsony emlékérem (2000), OTDT elismerő oklevél (2001), a Temesvári Műszaki Egyetem tiszteletbeli professzora (2001), ICEE elismerő plakett (2008).

Dr. Iványi Miklós 2013. december 21-én, Pécsen hunyt el. Emlékét tisztelettel megőrizzük.

Rege Béla

## Kocsis Gergely 1981–2013

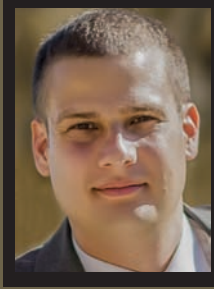
Az élet rendje szerint számos alkalommal olvashatunk e rovatban teljes életutat befutott, kiteljesedett szakmai karriert megvalósító volt munkatársainkról, akik szép kort megérve mentek el közülünk. Amikor egy 32 évet megélt fiatalemberről kell nekrológot írni, akkor az élet olyan keserű és tragikus realitásaival szembesülünk, olyan mélységek tárulnak fel előttünk, amelyek első pillanatban felfoghatatlanok, megrendítőek és igazságtalanok.

Kocsis Gergely, életének 32. évében – a karácsonyi ünnepekre készülve – tragikus hirtelenséggel elhunyt. Személyes tragédiáját megelőzően 2013. szeptember elején szerzett feleségével elvesztették legfellebbezhető kincsüket, néhány napos kisbabájukat.

Ezt a rendkívüli traumát méltósággal viselte. Ebben a hihetetlenül nehéz élethelyzetben a felesége támaszát ő jelentette, és erejét beosztva ugyanakkor a munkáját is ellátta. Tartása és reménykedése biztató volt.

A száraz életrajzi adatok: 2000-ben végezte el középfokú tanulmányait a Mechatronikai Szakközépiskola és Gimnáziumban. Sikeres felvételét követően 2007-ben végzett a BME Építőmérnöki Karán. A 2007 és 2010 közötti időt – tudatosan készülve a jövőre – a kivitelező világban töltötte (M3–M31-es csomópont, M6-os autópálya és a 21-es főút különféle műtárgyai), találkozva annak szépségével és embert próbáló nehézségével. Mindemellett szakmai tudása mélyítésére is tudott időt szakítani – 2008–2010 között elvégezte a BME Euro-hidász szakmérnöki kurzusát.

Személyesen 2010 őszén, a MÁV Zrt. Gyakornoki Program felvételén találkoztam vele, amikor megérintett személyisége és ígéretes tudása. Közénk akart tartozni, talán azért, mert érezte, ez a közeg befogadó lesz, ahová ő is megérkezhet. A felvételt követő rövid másfél év során az érzés, hogy jól választottam ki őt, mindig megnyugtató volt, pedig tudjuk, hogy nincs az embernél bonyolultabb a Földön. Az Alosztályunkon akkoriban számos fiatal bontogatta szárnyait – ő személyiségénél fogva egy integráló, összegző alkatú volt, aki az adódó problémában



mindig a megoldandó feladatot látta, és a benne rejlő ismeretlenre akart rácsodálkozni.

Az élet úgy hozta, hogy 2011. december 1-jétől újból közvetlen munkatársam lett, hívásomat elfogadva követett a Híd és Alépítményi Osztályra, ahol a debreceni terület pályafelkészítési szakértői, főmérnöki beosztást kapta. Az együtt töltött rendkívül intenzív két év – mely haláláig tartott – számos alkalommal tette próbára tudását, kitartását és támasztott elé új kihívást. Néha lázadózott – ez rendjén is van egy fiatalnál –, mert némely összefüggés, helyzet nem mutatott számára ok-okozati tisztaságú feladatot, azonban csillogó értelemmel és kitartással kereste a megoldást.

Az Osztály, illetve a szakma „keménymagja” be-, illetve elfogadta őt, a különféle megmérettetéseket eredményesen vette, ahogyan a Vezérigazgatóság gépezetében el tudta helyezni önmagát és munkáját (Berettyó-híd átépítése, KÖZOP-IPKOP programok).

Az új szakmai kihívások mellett a kiszámíthatóságot, valamint a szeretteihez való állandó közelség lehetőségét kereste (és találta meg) a MÁV Zrt.-nél.

Gergely is azon fiatalok egyike volt, akire a tudatos kiválasztás után a megismerés és a próbatételek útján haladva a jövő Híd és Alépítményi Osztályát kívántam felépíteni. Hiszem, hogy elfogadta ezt a jövőképet, mint ahogy a tragikus 2013 szeptembere után is tervezni tudta és remélte a jobb időket.

Nem adatott meg neki.

Gergely – úgy érzem, ezt mindenki elfogadja – mindörökké az Osztály tagja maradt.

„Annyi mindent kéne még elmondanom,  
S ha nem teszem, talán már nem is lesz rá alkalom,  
Hogy elmeséljem, milyen jó, hogy itt vagyunk,  
S mint a régi jó barátok egyet mondunk s egyet gondolunk.”\*

Virág István

\*Az idézet Nyerges Attila Nélküled című dalából egy versszak.

## Szemenyei Mátyás György 1939–2013

Életének 75. évében elhunyt Szemenyei Mátyás György nyugalmazott mérnök-főtanácsos, a Szombathelyi MÁV Igazgatóság volt pályafenntartási főmérnöke.

Szemenyei Mátyás György 1939. június 13-án született Celldömölkön. A gimnázium elvégzése után, 1958. október 23-án a Celldömölki Építési Főnökségnél lépett a MÁV szolgálatába. Főnökei hamar felfigyeltek precíz, szorgalmas munkájára, és tisztelt tanfolyamra, a MÁV Tisztáképző Intézetbe irányították. A hidász tiszti tanfolyam elvégzése után a Celldömölki Építési Főnökségnél a hidász építészeti vezetői munkájában, a vasúti hidak építésében, korszerűsítésében vett részt.

1966. január 1-jén a Szombathelyi MÁV Igazgatóság II. osztály hídcsoportjába helyezték át, ahol kezdetben beosztottként, majd hídcsoportvezetőként dolgozott. Munkáját lelkiismeretesen végezte, a hidak biztonságos üzemeltetését elsőrangú feladatnak tekintette.

A Szombathelyi MÁV Igazgatóság egyes vasútvonalain tömegével voltak a második világháború után ideiglenes jelleggel helyreállított, úgynevezett félállandó hidak, amelyeknek kora a '70-es években már régen meghaladta azt az üzemeltetési határidőt, amelyet a helyreállításakor számításba vettek. Ezeknek a hidaknak a felújítását különös gondal irányította, így valamennyi megfelelt a forgalombiztonsági követelményeknek. Felügyelete alatt számos műszaki újdonságot alkalmaztak. Ilyen volt a vasúti áteresztés építése Sentab csövekből Veszprém állomáson, az Ágfalvai határhíd megerősítése lött betonnal.

1975-ben a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán üzemmérnöki képesítést szerzett. 1978. június 1-jétől a Szombathelyi MÁV Igazgatóság II. osztályán osztályvezető-helyettesi kinevezést kapott, fő feladata a vasúti pályák felügyelete és biztonságos állapotban tartása volt. Tevékenységével nagyban hozzájárult az igazgatóság vasútvonalain



az elavult felépítményű pályák felújításához, korszerűsítéséhez. Ilyen munkákat végeztek egyebek között a Csorna–Szombathely, Ágfalva–Nagykanizsa, Pápa–Csorna, Székesfehérvár–Szombathely vasútvonalon. 1983. április 1-jétől, az átszervezések következtében, a Műszaki Osztályon az osztályvezetői beosztásnak megfelelő pályafenntartási főmérnök. 1988. március 1-jétől főmunkatárs, majd egészségi állapota miatt 1988. október 31-étől rokkantnyugdíjas lett.

Kitüntetései: 1975-ben Honvédelmi Miniszteri Dicséret, 1980-ban Honvédelmi Érdemérem, 1984-ben a Haza Szolgálatáért ezüst fokozat.

Nyugdíjba vonulása után is foglalkozott a vasúti hidász szakmával. 1976-ban a Vasúti Hidak Alapítvány Régi (70 évnél idősebb) vasúti hidak története című pályázatán a Győrvári aluljáró története című munkája díjat kapott. 2000-ben Szombathelyen részt vett a Vasúti Hidak Alapítvány által szervezett IV. Vasúti Hidász Találkozó konferenciáján. Nyomon követte a vasutak, vasúti hidak fejlesztéseit, e sorok írójának figyelmét többször is felhívta a különleges vasúti fejlesztésekre, vasúttörténeti érdekességekre.

Egészségi állapotát igyekezett stabilizálni, de 25 éves nyugdíjas időszaka alatt gyakran kellett kórházba, kezelésekre mennie. 2013. november 4-én hirtelen rosszul lett, kórházba szállították, majd rövid kezelés után hazaengedték. Otthon állapota hirtelen rosszabbodott, ismét kórházba került, ahol 2013. december 1-jén elhunyt.

Szemenyei Mátyás György precíz, gondos vasutas szakember volt, aki hivatásának tekintette a vasúti hidász-pályás szakmát. A vasúti közlekedés biztonsága számára mindig a legfontosabb szakmai követelményt jelentette. Éjjel-nappal készen állt a vasúti feladatok teljesítésére. Emlékét nagy szeretettel őrizzük meg.

Rege Béla



## Windisch László 1955–2013

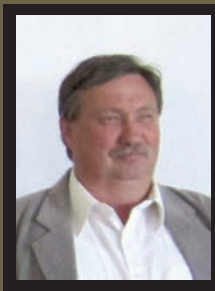
2013. december 20-án, méltósággal viselt hosszú betegség után elhunyt *Windisch László*, az A-HID Építő Zrt. főmérnöke, a Vasúti Hidak Alapítvány kuratóriumi tagja.

1979. szeptember elsején két, ambícióval teli fiatal jelentkezett munkára a győri Mosoni-Duna-híd építésvezetésénél. A fiatal mérnökök *Windisch László* és *Windisch Lászlóné* voltak. A munkába állást követő időszakot ismerkedésnek, bemelegítőnek szántam, de Laci rögtön belevetette magát a munka sűrűjébe. Precízen, gondosan és előrelátóan végezte a munkáját, ami figyelemre méltó volt egy kezdő mérnőktől.

A győri Duna-híd építése után az Árpád híd átépítéséhez került. Az, hogy egyre komolyabb feladatokkal bízták meg, igazolta rátermettségét, szorgalmát. 1984 és 1986 között már fiatalon részt vett a Ferihegy II. terminál előtéri híd építésében, valamint a ferihegyi gyorsforgalmi úti hidak átépítésében. Komoly kihívás volt számára 1995-ben a rendkívül bonyolult környezetben megépült M5-ös autópálya városi főforgalmi szakaszán levő felüljáró kivitelezése.

Kiemelkedő kivitelezői teljesítményt jelentett 2000-ben az M1–M7-es autópálya közös bevezető szakasza felett a Tesco áruház előtt megépített kör alakú híd, amelynek különlegességét fokozta a különböző szerkezetek kapcsolata, az egész műtárgy geometriai kialakítása, és a forgalom folyamatos, biztonságos fenntartása.

A vasúti hidak építésével 2001–2002-ben került kapcsolatba, amikor a Ferencváros–Kelenföld, Ferencváros–Soroksár közötti vonalszakaszok átépültek. A rövid építési idő, a vasúti forgalom miatti akadályoztatás, az egyedi szerkezetek mind nehezítő körülményt jelentettek a kivitelezés során, azonban mindezt sikeresen leküzdve itt is bizonyította rátermettségét. Ezt követően építésvezetőként vett részt 2004 és 2007 között a dunaujvárosi Duna-híd, valamint a csatlakozó gyorsforgalmi út építésében. Az igazi teljesítmény 2006 és 2008 között az M0-s körgyűrű



72+835-76+708 kmszelvények között megépült 4 km hosszú kétszer két sávú autópályát kivitelezése, amely magában foglalta a komplett Északi Duna-híd (Megyeri híd) megvalósítását, valamint 2010-től az M0-s autópályát 11 km hosszú déli szektorjának autópályává fejlesztését az összes műtárgyával. A Megyeri híd építéséért Az Év Kivitelezője díjat kapta.

Felelősségteljes napi munkája mellett jó kapcsolatot ápolott a vasutas hidászokkal. Az ő segítségével és közreműködésével szerveztük meg a munkahelyi látogatást a megyeri Duna-hidak építéséhez, ahol rajta kívül több jól felkészült előadótól kaptunk igen színvonalas tájékoztatást a műszaki kérdésekről.

2010 novemberében lett a Vasúti Hidak Alapítvány kuratóriumi tagja, és rövid idő alatt bekapcsolódott az alapítvány munkájába. Soha nem vonta ki magát az alapítvány munkájából, temérdek feladata mellett is szívvel-lélekkel véggezte a rá bízott feladatokat.

2011-ben ismét egy jól szervezett szakmai kirándulás előkészítésében vett részt, ahol a vasutas hidászok a városi Duna-híd építéséről hallgathatták meg érdekes előadását.

2012-ben lelkesen vett részt a Vasúti Hidak Alapítvány által Pécsre szervezett VIII. Vasúti Hidász Találkozó szervezésében. Közreműködésével és javaslatával nagyban hozzájárult a konferencia sikeréhez.

2013-ban elvállalta az alapítvány kuratóriumán belül működő szervezési és gazdasági bizottságban való részvételt. Ennek keretében részt vett a Vasúti műtárgyépítések 2013-ban című szakmai nap sikeres megszervezésében, és az alapítvány gazdaságos működésével kapcsolatban hasznos elképzeléseket fogalmazott meg. Évzáró kuratóriumi ülésünkre betegsége miatt már nem tudott eljönni.

Halálával súlyos veszteség érte a hidépítő közösséget és a Vasúti Hidak Alapítványt.

Vörös József

## Antal Árpád Tűzihorganyzott acélszerkezetek

Kézikönyv acélszerkezetek tervezéséhez,  
tűzihorganyzásnak megfelelő technológiai  
kialakításához

Magyar Tűzihorganyzók Szervezete, 2013



A múlt év decemberében 61 színes képpel és ábrával illusztrálva jelent meg az A/5-ös méretű, keményfedeles kiadvány, amely régóta hiánypótló alpműnek tekinthető, és kifejezetten a gyakorló szakemberek számára készült. A praktikus kialakítású könyv részletesen bemutatja az acélszerkezet anyagának optimális kiválasztásától kezdve a helyes szerkezettervezési szempontokon át a késztermékek kezeléséig szükséges teendőket. Javaslatokat ad a kiváló minőségű tűzihorganyzott acélszerkezetek kivitelezéséhez, tárolásához és szereléséhez.

A kiadvány fontos része a hatályos szabvánnyal foglalkozó fejezet, valamint azok a táblázatokkal kiegészített oldalak, melyeken a szerző felsorolja a gyakorlatban tapasztalt hibalehetőségeket és megelőzésük módjait. Különlegessége, hogy a valóságban előforduló jelenségeket a tűzihorganyzással naponta foglalkozó szakember

szemszögéből mutatja be úgy, hogy egyben segítséget is nyújt a jó megoldásokhoz.

A kiadványhoz térítésmentesen lehet hozzájutni a Magyar Tűzihorganyzók Szervezeténél ([www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)), valamint tagvállalatainál.

## Kamarai továbbképzés Mesteriskola – mérnököknek!

TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK  
TERVEZÉSE ÉS GYÁRTÁSA –  
MESTERISKOLA

Az elsőként 2014 májusára tervezett képzés egy hét (5 nap) időtartamban (összesen 50 tanóra) foglalkozik a tűzihorganyzott acélszerkezetek tervezésének és gyártásának kérdéseivel. Kialakított oktatóbázison, majd közvetlenül a tűzihorganyzó üzemben folyó foglalkozásokon elismert oktatók tartják az elméleti és gyakorlati foglalkozásokat. Az előadók közül néhány név: Dr. Domanovszky Sándor, Prof. Dr. Hencsei Pál, Prof. Dr. Pék Lajos. A délelőtti **elméleti előadások anyagát** delutánonként **tűzihorganyzó üzemben folyó** gyakorlati bemutatók és technológiai ismertetések mélyítik el. A továbbképzés végeztével záródolgozat készítése a követelmény, melyet vizsga keretében kell megvédeni. A képzés része a kamarai tagsággal rendelkezők továbbképzési programjában választható képzéseknek. A mesteriskolára a [juhasz.tamas@mmk.hu](mailto:juhasz.tamas@mmk.hu) e-mail címen lehet jelentkezni.



# SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

## MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név .....

Cím .....

Telefon .....

Fax .....

E-mail .....

Adószám .....

Bankszámlaszám .....

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + 5% áfa

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

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem a fenti címre eljuttatni.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Pályavasúti Üzletág Pályalétesítményi Központ  
1011 Budapest, Hunyadi János. u. 12–14.

Kapcsolattartó: Gyalay György

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

(Amennyiben lehetősége van, kérjük, a [www.sinekvilaga.hu](http://www.sinekvilaga.hu) honlapon keresztül küldje el megrendelését.)

ISSN 0139-3618

Címlapkép: Rugalmasan ágyazott kiöntött felépítmény városi alkalmazása. Fotó: dr. Kazinczy László

[www.sinekvilaga.hu](http://www.sinekvilaga.hu)

### Sínek Világa

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

Kiadja a MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság  
és a Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság  
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.  
[www.sinekvilaga.hu](http://www.sinekvilaga.hu)

Felelős kiadó Pál László

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő Vörös József

A szerkesztőbizottság tagjai

Both Tamás, dr. Horvát Ferenc, Szőke Ferenc

Korrektor Szabó Márta

Tördelő Kertes Balázs

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.

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

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

Reader Márta Szabó

Layout editor Balázs Kertes

Typographical preparation Kommunik-Ász Bt.  
PREFLEX' 2008 Kft. deposit company's

Typographical work PrintPix Nyomda és Grafikai Stúdió

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

Made in 1000 copies