

TARTALOM

Vörös József – Köszöntő	1
Dr. Zsákai Tibor – A Közlekedéstudományi Intézet (KTI) Nonprofit Kft. EK-tanúsítási tevékenysége	2
Fonyó Sándor – A csittényhegyi alagút átépítése	8
Farkas Tibor, Legeza István – A 80a vasútvonal korszerűsítése, a Rákos–Hatvan állomások közötti hídmunkák	17
Kovács Miklós – Hagyományos vágány dilatációs viselkedése	26
Nagy Richárd – A vágánygeometria romlási modelljeinek összehasonlító elemzése	33

INDEX

József Vörös – Greeting	1
Dr. Tibor Zsákai – EK certification activity of Institute for Transport Sciences Non-profit Ltd. (KTI)	2
Sándor Fonyó – Reconstruction of the tunnel of Csittényhegy	8
Tibor Farkas, István Legeza – Modernization of railway line 80a, Rákos–Hatvan stations bridge works between	17
Miklós Kovács – Conventional track expansion behavior	26
Richárd Nagy – Comparative analysis of track geometry degradation models	33

Tisztelt Munkatársaim, kedves Olvasók!

Éppen egy esztendeje, hogy hallhattuk a szomorú hírt: az első két koronavírussal fertőzött beteget a Szent László Kórházba szállították. Azóta, sajnos, mintegy 25 000 honfitársunk hunyt el a betegségben. Arról nincs adatunk, hogy az elhunytak, megbetegedettek vagy a meggyógyultak milyen aránya vasutas dolgozó. Minden bizonnyal más és más a fertőzésveszély a MÁV Zrt. különböző szakszolgálatainál, hiszen az utazószemélyzet jobban ki van téve a fertőzésnek. Ugyanakkor a pályavasúti dolgozók a munkába járáskor, a csapatban végezhető munkáknál is fertőződhetnek. A szellemi foglalkozásúaknál nagyrészt megoldható volt a távmunka vagy a személyes védelem kialakítása.

Már reménykedtünk a helyzet jobbra fordulásában, a veszély csökkenésében, de a második és a harmadik hullám további szigorításokat, óvintézkedéseket követelt. Tudomásul kell venni, hogy „helyzet” van, és ezzel jó ideig még együtt kell élni. Most minden tudásra szükség van, hiszen a tudás nem más, mint a működő megoldás ismerete egy helyzet (jelen esetben rendkívüli helyzet) vagy feladat sikeres megoldására való képesség. Feladat pedig bőven van. Nemcsak a járványhullámok sikeres, minél kisebb emberi és anyagi veszteséggel történő átvészelése és a forgalom biztonságos fenntartása a feladatunk. Ezzel párhuzamosan megnövekedtek az otthon, a család körüli teendők is, hiszen a távoktatás, a megváltozott munkarend, a boltok és szolgáltatóhelyek nyitva tartásának korlátozása, a munkahelyi feladatokon túl, olyan kihívások elé állít mindannyiunkat, aminek csak is maximális teljesítménnyel, tudással, tapasztalattal és tisztességgel lehet eleget tenni.

Mindemellett a jövőre is gondolni kell. A vasúti beruházások a járvány idején is gőzerővel folytak, ezért tiszteletet érdemelnek az üzemeltetők és a kivitelezők. Ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy helyenként kényszerből módosultak a tervek, elmaradtak feladatok és „takarékra állt” a gazdaság, ezért tudatosan felkészülve kell megtervezni a jövőt.

Én közvetlenül a háború után születtem. Fiatalon láttam azt az erőfeszítést, küzdelmet, amit az ország és a vasutasok tettek az ország újjáépítése érdekében. Óriási munka volt, de a tehetség, az élni akarás meghozta gyümölcsét. Ma is egy nehéz helyzetben vagyunk, de tapasztalataim alapján bízom abban, hogy összefogással győzedelmeskedünk, és a veszély elmúltával mielőbb vissza tudunk állni a normális kerékvágásba. Ehhez kívánok jó egészséget és sok erőt!

*Vörös József
főszerkesztő*



A Közlekedéstudományi Intézet (KTI) Nonprofit Kft. EK-tanúsítási tevékenysége

Dr. Zsakai Tibor*

okleveles építőmérnök,
ny. MÁV-főigazgató
c. főiskolai tanár

✉ dr.zsakai@gmail.com

☎ (30) 941-1830

A KTI küldetése, hogy a fenntartható fejlődés szempontjait figyelembe véve – az EU közlekedéspolitikai irányelveit követve – folyamatosan fejlődő, biztonságos és versenyképes közlekedési környezetet alakítson ki hazánkban, mindezt az élhető környezet érdekében. A KTI tevékenységi köre a közlekedés egészét lefedi, vagyis a személyközlekedés, az áruszállítás és az infrastruktúra fejlesztésének együttesére is kiterjed; a vasúti, közúti, vízi és légi közlekedési módokra vonatkozóan pedig olyan horizontális elemeken keresztül, mint a közlekedésbiztonság, a környezetvédelem, a közlekedés energiafelhasználása és intelligens technológiák alkalmazása.

A KTI széles körű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik. Tagja számos nemzetközi kutatási szervezetnek. Aktív tagja a közlekedési kutatásokkal, a közlekedésbiztonsággal, a közösségi közlekedéssel és a közlekedési képzésekkel foglalkozó legelismertebb nemzetközi szervezeteknek (FEHLR, FERSI, ECTRI, AIPCR, CARE, IRTAD, UITP, EUROTRA), és

élő kapcsolatot ápol számos európai kutatóintézzel (1. ábra).

A KTI egyik fontos tevékenységi köre az EK tanúsítási feladatok ellátása. Ezt a tevékenységet a Tanúsítási Igazgatóság látja el, amelyik a vasúti tanúsítást és az építési termékek tanúsítását végzi. A vasúti tanúsítást teljeskörűen, valamennyi vasúti szakmai területen végzi [1].



1. ábra. A KTI székháza (Forrás: Google)

Az átjárhatóság követelményének kialakulása

Az átjárhatóság kérdése a vasúti közlekedés megszületése óta napirenden van. Ennek első alapvető tétele Európában az egységes nyomtávolság alkalmazása volt, amelyet az angol minta alapján 1435 mm-ben határoztak meg.

Az egységesítés céljára hozta létre tíz orosz vasúttársaság 1846. november 10-én az első közösséget, amelyhez fél éven belül valamennyi német vasúttársaság csatlakozott. A közösség 1847 decemberétől a Német Vasútegylet (Verein der deutsche Eisenbahnverwaltungen) nevet viselte, amelyhez 1850-ben négy, a Habsburg Birodalom területén működő, osztrák–magyar vasúttársaság is csatlakozott, köztük a Magyar Középponti Vasúttársaság.

A következő jelentős lépés a határokon átnyúló vasúti közlekedés területén az 1882-ben megalkotott berni egyezmény volt, amely 1887-ben lépett hatályba az egyezményt elfogadó Német Birodalom, Franciaország, Olaszország, Ausztria, Magyarország és Svájc közötti forgalomban. A pályákra és a járművekre vonatkozó műszaki előírásokat az úgynevezett Műszaki Egység – Technische Einheit (TE) – tartalmazta.

Új fordulatot a Nemzetközi Vasútegylet (UIC) 1922-ben történt létrehozása hozott. A tagvasutak képviselőiből felállított munkabizottságok megalkották a nemzetközi forgalom fenntartásához és lebonyolításához szükséges, műszaki, kereskedelmi és forgalmi követelményeket tartalmazó Döntvények rendszerét és magukat a Döntvényeket.

Átjárhatósági Műszaki Előírás

Az ezredfordulón meghatározott új követelményeket tartalmazó interoperabilitási irányelvek célja az egységes vasúti alrend-

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2020/6. számban, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.

2. ábra.
A NANDO
rendszer sze-
rinti nyilván-
tartás (Forrás:
NANDO)

Bodies Found : 3

Search criteria :
Country : Hungary

Legislation : 2016/797 on the interoperability of the rail system

Withdrawn/Expired/Suspended Notifications/NBs are not displayed in this list, you can find them in the Body module under the hyperlink "[Withdrawn/Expired/Suspended Notifications/NBs](#)"

Body type	Name ▲	Country ▲
▶ NB 2071	KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.	Hungary
▶ NB 2637	BME ITS Közlekedési-és Járműrendszerek Nonprofit Zrt.	Hungary
▶ NB 2882	RailCert Hungary Korlátolt Felelősségű Társaság	Hungary

szerek létrehozása, amelyek lehetővé teszik a vonatok biztonságos és akadálymentes közlekedését a transzeurópai vasúthálózaton. További várt haszna a harmonizált vasúti berendezések megjelenése a piacon, amelyek versenyképessé teszik a vasútközlekedési ipart a közúti szállítással szemben. Az irányelvek meghatározzák a vasúti alrendszerekre: járművekre, biztosítóberendezésre, pályára, infrastruktúrára vonatkozó „alapvető követelményeket”, amelyeknek való megfelelésre vonatkozó részletes előírásokat a Technical Specifications for Interoperability (TSI-k), az Átjárhatósági Műszaki Előírások tartalmazzák. Alkalmazásuk az új vasúti alrendszerek létesítése, a meglévők felújítása, korszerűsítése, illetve a kiemelt fontosságú, átjárhatóságot lehetővé tevő elemek forgalomba hozása előtt kötelező.

Az EK-tanúsítás célja

Az EK-tanúsítás célja az európai vasúti rendszer egységesítése, az akadálytalan átjárás biztosítása az egyes országok vasúthálózatai között. Az egységesítést mind a műszaki, mind a szervezeti és szabályozási szférában úgy kell elvégezni – összhangban az EU- és a nemzeti jogszabályokkal –, hogy az megfeleljen az EU követelményeinek, ugyanakkor legyen figyelemmel a nemzeti sajátosságokra [2].

A vasúti hálózatok átjárhatósága – azaz az interoperabilitás – biztosítása érdekében a felújítások, beruházások és fejlesztések végrehajtását külső független, az EU-ban bejegyzett tanúsító szervezetek, úgynevezett bejelentett szervezetek (notified body – NoBo) felügyelete és ellenőrzése mellett kell végezni. A független tanúsító szervezet tanúsítja, hogy a beépített rendszeremlékek, valamint a komplex alrendszerek megfelelnek az EU követelményeinek.

Jogi alapok és intézményrendszer

A kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszeremlékek megfelelési vagy használatra való alkalmassági értékeléséről és az alrendszerek EK-hitelesítési eljárásáról a 2008/57/EC a vasúti rendszer közösségen belüli kölcsönös átjárhatóságáról és 797/2016/EU a vasúti rendszer Európai Unión belüli kölcsönös átjárhatóságáról szóló irányelvek rendelkeznek.

Az eljárások lefolytatását olyan szervezetek végezhetik, amelyek a 60/2011. (XI. 25.) NFM-rendelet A közlekedésért felelős miniszter szabályozási feladatkörébe tartozó forgalmazási követelmények tekintetében eljáró megfelelésgértékelő szervezetek kijelöléséről szóló rendelet követelményeinek megfelelnek.

A kijelölő hatóság a rendelettel összhangban jelöli ki a tanúsító szervezetet. Ha a tanúsító szervezet megfelel az EU-követelményeknek, akkor bejelentésre kerül az Európai Vasúti Ügynökség felé, és bejegyzésre kerül, mint az EU-ban jogosult tanúsító szervezet.

Ennek megfelelően kétféle tanúsító szervezetről beszélhetünk:

- Az EU átjárhatósági követelményeinek megfelelését tanúsító bejelentett szervezet, azaz notified body (NoBo), az Európai Bizottság internetes lapján közzétéve.

- A nemzeti szabályoknak való megfelelést tanúsító kijelölt szervezet, azaz designated body (DeBo).

Bejelentett szervezetek azok a szervezetek, amelyek felelősek a kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszeremlékek megfelelési vagy használatra való alkalmassági értékeléséért és az alrendszerek EK-hitelesítési eljárásának értékeléséért. A gyártó felelőssége annak ellenőrzése, hogy a termékeik forgalomba hozatala előtt szükség van-e EK-megfelelési

vagy alkalmazhatósági nyilatkozatra. Ha a termék egy kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszeremlék, a gyártó és a kérelmező a bejelentett szervezet (NoBo) által kiadott tanúsítvány alapján köteles nyilatkozni a megfelelésről és használatra való alkalmasságról vagy a hitelesítésről, azaz, hogy a termék megfelel az Európai Unió jogszabályi előírásainak vagy teljesíti a nemzeti követelményeket.

A megfelelésgértékelő szervezet kiválasztása már a tervezési periódusban ajánlatos annak érdekében, hogy elkerülhető legyenek a viták, konfliktusok és a megismételt munkák jelentős költségei.

A kétféle tanúsítás végezhető egyazon szervezet keretei között is.

A bejelentett szervezeteknek alapvető követelményeknek kell megfelelni, ezek az:

- önálló jogi személy,
- függetlenség a gyártótól, üzemben tartótól, forgalmazótól,
- felelősségbiztosítás,
- szakmai alkalmasság,
- szakmai tapasztalat,
- megfelelésgvizsgálathoz szükséges eszközök megléte.

Magyarországon több kijelölt szervezet is működik. A KTI mind a NoBo-, mind pedig a DeBo-tanúsításokra kijelölt és bejelentett szervezet.

A Magyarországról bejelentett és az EU által regisztrált szervezeteket az EU NANDO rendszerében hozzák nyilvánosságra (<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>). Ennek képernyőképét mutatja a 2. ábra.

A KTI kijelölése:

- NoBo-tevékenységre 2025. október 9-ig érvényes. Bejelentett szervezet nyilvántartási száma: NB 2071.

- DeBo tevékenységre 2025. január 15-ig érvényes.

A kijelölések valamennyi vasúti alrendszerre vonatkoznak.

A megfelelőségértékelési eljárás alapjai

Az Európai Parlament és a Tanács 2008/57/ EK irányelve alapján elfogadott, az átjárhatósági műszaki előírások keretében alkalmazandó megfelelőségértékelési, alkalmazhatósági és EK-hitelesítési eljárások.

A vasúti tanúsítás kiterjed:

– a vasúti alrendszerre (infrastruktúra, energetika, biztosító- és irányítórendszerek, járművek);

– a vasúti rendszerek rendszeremeire (beépített anyagok, szerkezetek, részegységek stb.).

Az 1. táblázat tartalmazza a megfelelőség-ellenőrzési eljárási módokat, a hozzájuk tartozó kóddal.

A megfelelőségértékelés előre meghatározott modulok szerint történik. A tanúsítvány az adott termék, alrendszer és alrendszerem jellegének, a piacon betöltött szerepének megfelelően a 2. táblázatban leírtaknak megfelelő lehet.

A megfelelőségértékelési tanúsítványok érvényessége öt év, de a tanúsítást végző bejelentett szervezet a kiadásához szigorúbb feltételeket is szabhat.

A vasúti pályakorszerűsítések tanúsítása az SG modul alapján történik.

A tanúsítás során alkalmazott szabályozások

NoBo-tanúsítás

Alapjául az átjárhatósági műszaki előírások (ÁME-k) szolgálnak. Az ÁME-k tartalmazzák mindazokat a feltételeket, amelyeknek a kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszeremeknek és az al-

1. táblázat. Tanúsítási modulok (Forrás: KTI)	
Rendszeremek megfelelőségértékelésének moduljai	
CA	Belső gyártásellenőrzés
CA1	Belső gyártásellenőrzés, valamint termékellenőrzés egyedi vizsgálatok útján
CA2	Belső gyártásellenőrzés és véletlenszerű időközönként végzett termékellenőrzés
CB	EK-típusvizsgálat
CC	Belső gyártásellenőrzésen alapuló típusmegfelelőség
CD	A gyártási folyamat minőségirányítási rendszerén alapuló típusmegfelelőség
CF	Típusmegfelelőség a termékellenőrzés alapján
CH	A teljes minőségirányítási rendszeren alapuló megfelelőség
CH1	Minőségirányítási rendszeren és tervvizsgálaton alapuló megfelelőség
Rendszeremek alkalmazhatóságának moduljai	
CV	Típushitelesítés üzemi tapasztalatok alapján (használatra való alkalmazás)
Alrendszerek EK-hitelesítésére szolgáló modulok	
SB	EK-típusvizsgálat
SD	A gyártási folyamat minőségirányítási rendszerén alapuló EK-hitelesítés
SF	A termékellenőrzésen alapuló EK-hitelesítés
SG	Az egyedi termékellenőrzésen alapuló EK-hitelesítés
SH1	A teljes minőségirányítási rendszeren alapuló EK-hitelesítés és tervvizsgálat

rendszereknek meg kell felelniük, és előírják azokat az eljárásokat, amelyeket követni kell a kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszeremek megfelelőségének és alkalmazhatóságának megállapítása és az alrendszerek EK-hitelesítése során.

A vonatkozó ÁME-k az infrastruktúra vonatkozásában:

– a bizottság 1299/2014/EU rendelete (2014. november 18.) az Európai Unió vasúti rendszerének infrastruktúra-alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásokról (INF ÁME),

– a bizottság 1300/2014/EU rendelete

(2014. november 18.) az uniós vasúti rendszernek a fogyatékkal élő és a csökkent mozgásképességű személyek általi hozzáférhetőségével kapcsolatos átjárhatósági műszaki előírásokról (PRM ÁME),

– a bizottság 1303/2014/EU rendelete (2014. november 18.) az Európai Unió vasúti rendszeréhez tartozó vasúti alagutak biztonságára vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásokról (ALAGÚT ÁME).

Az ÁME-k alkalmazásakor figyelembe kell venni az esetleges módosításokat.

Feltétlenül figyelembe kell venni az ÁME-k alkalmazásakor a következő útmutatókat:

– Európai Vasúti Ügynökség ERA/GUI/07-2011/INT Útmutató az infrastruktúrára vonatkozó ÁME alkalmazásához;

– Európai Vasúti Ügynökség ERA/GUI/02-2013/INT Útmutató a mozgáskorlátozott személyekre vonatkozó ÁME alkalmazásához.

Az útmutatók segítséget nyújtanak az egyes követelmények értelmezéséhez. Az INF ÁME útmutatója függelékeket tartalmaz:

– 1. függelék. Megfelelőség értékelésére vonatkozó CEN-szabványok,

– 2. függelék. Az egyenértékű kúposág tekintetében a vágánykialakítással szem-

2. táblázat. Tanúsítási módok (Forrás: KTI)	
A kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő IC-elemekhez	
EK-típusvizsgálati tanúsítvány	CB modul
EK tervezésvizsgálati tanúsítvány	CH1 modul
Minőségirányítási rendszer jóváhagyása	CD, CH vagy CH1 modul
EK-tanúsítvány a megfelelőségről (I)	CA1, CA2 vagy CF modul
EK-tanúsítvány a használatra való alkalmazásról	CV modul
Az alrendszerekhez	
EK-típusvizsgálati tanúsítvány	SB modul
EK tervezésvizsgálati tanúsítvány	SH1 modul
Minőségirányítási rendszer jóváhagyása	SD vagy SH1 modul
EK-tanúsítvány a megfelelőségről	SD, SF, SG vagy SH1 modul
ISV közbenső hitelesítési nyilatkozat, amely a következőkre vonatkozhat:	
Típusvizsgálat	SB modul
Tervezésvizsgálat	SH1 modul
EK-hitelesítés	SD, SF, SG vagy SH1 modul

ben támasztott követelménynek elegendő vágánykonfigurációk.

A PRM ÁME függeléke tartalmazza a figyelembe veendő szabványokat.

A KTI a 2008/57/EK Irányelv IV. és VI., valamint a 2016/797/EU Irányelv 9. cikke (2) bekezdésében, illetve IV. mellékletében szereplő követelményeknek megfelelően és a vonatkozó ÁME-k szerint vizsgálja és ellenőrzi az alrendszerket és a kölcsönös átjárhatóságot lehetővé tevő rendszer elemeket vagy vizsgálja és auditálja a gyártók minőségirányítási rendszerét.

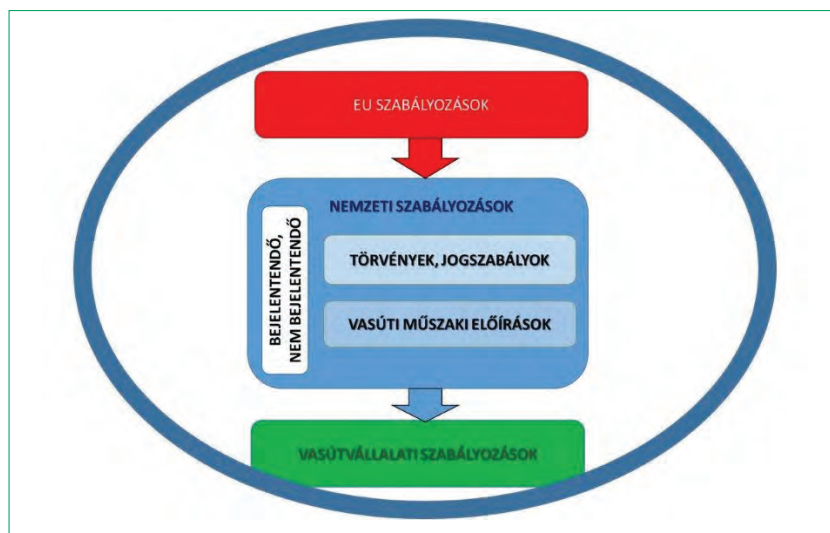
DeBo-tanúsítás

A DeBo-tanúsítás szükségességét a „289/2012. (X. 11.) kormányrendelet a vasúti építmények építésügyi hatósági engedélyezési eljárásainak részletes szabályairól” jogszabály írja elő. A nemzeti szabályoknak való megfelelést értékelni és tanúsítani kell:

- az ÁME-k 4.2. fejezetében szereplő nyitott kérdések esetében,
- az ÁME-k 7.3. fejezetében felsorolt különleges esetekben,
- ha nincs ÁME-követelmény az európai vasúti rendszer részeire,
- vagy ha a tagállam a 2016/797/EU irányelv végrehajtása keretében elfogadott intézkedésekből kizárta a következőket:
- metrók, villamosok és más könnyű vasúti rendszerek;
- a vasúti rendszer többi részétől működésükben különálló hálózatok, amelyek csak helyi, városi vagy elővárosi személyszállításra szolgálnak, valamint a kizárólag ilyen hálózatokon működő vasúttársaságok;
- magántulajdonban lévő vasúti infrastruktúra és az ilyen infrastruktúrán használt járművek, amelyeket kizárólag a tulajdonos használ saját áruszállítási műveleteire;
- szigorúan helyi, történelmi vagy turisztikai célra használt infrastruktúra és járművek.

Az ÁME-k nem nyújtanak teljes körű előírásrendszert a vasúti létesítmények tervezéséhez, ezért szükség van nemzeti szabályozásokra. A KTI a nemzeti szabályok szerinti megfelelésgértékelést a bejelentett szervezetek által alkalmazott eljárásrend szerint végzi.

A KTI, mint DeBo-tanúsító szervezet, az „infrastruktúra”, az „energia”, az „ellenőrzés, irányítás és jelzés”, valamint a



3. ábra. Az új szabályozási rendszer vázlatja

„járművek” alrendszerre vonatkozóan a következő nemzeti szabályok szerinti vizsgálatokkal nyújt vasúti értékelési szolgáltatásokat a kérelmezőknek:

- Nemzeti Referenciadokumentum Magyarország (vasúti járművek),
- A vasúti járművek megfelelésgértékelése során a 2016/797/EU irányelv IV. melléklet 3. pontjában hivatkozott, bejelentett nemzeti szabályok,
- 103/2003. (XII. 27.) GKM-rendelet Országos Vasúti Szabályzat OVSZ I.,
- 18/1998. (VII. 3.) KHVM-rendelet Országos Vasúti Szabályzat II.

Az EU 4. vasúti csomag átültetése a hazai jogrendbe

A 4. vasúti csomag átültetése a hazai jogrendbe folyamatban van. Ennek keretében határozzák meg az EU felé bejelentendő nemzeti szabályokat, továbbá a be nem jelentett, de kötelezően alkalmazandó nemzeti szabályokat (3. ábra)

A szabályozási rendszer átalakítása következtében 2021. évben az alábbi változásokkal számolhatunk:

- Hatályát veszíti majd a 103/2003. (XII. 27.) GKM-rendelet és az OVSZ I.
- Hatályát veszíti az Országos Közforgalmú Vasutak Pályatervezési Szabályzata.
- Új szabályozásként megjelenik miniszteri rendelet, az ITM rendelete az uniós vasúti rendszer magyarországi részét képező vasúti pálya és tartozékai tervezésére, építésére, kivitelezésére, üzembe helyezésére és üzemeltetésére vonatkozó szabályokról. A miniszteri rendelet a ma-

gartatási szabályokat és az általános szabályozást tartalmazza.

– A részletes műszaki szabályozás vasúti műszaki előírásokban kerül megjelenítésre, amelyeket a közlekedési hatóság hagy jóvá. A vasúti pályát illetően négy új szabályzat kerül kiadásra:

- vasúti pályatervezési és -létesítési szabályzat,
- vasúti alépítmény-tervezési, -létesítési és -üzemeltetési szabályzat,
- vasúti pályauzemeltetési és -karbantartási szabályzat,
- vasúti hidak, műtárgyak tervezési, létesítési és üzemeltetési szabályzat.

A pártatlanság és diszkriminációmentesség garantálása

A KTI nyilatkozata pártatlanság és a diszkriminációmentesség biztosításáról garantálja a pártatlanság és diszkriminációmentesség érvényesülését.

A KTI minden olyan kérelmező számára elérhetővé teszi a szolgáltatásait, amelyek a tevékenységei működési körén belül esnek.

A KTI a megfelelésgértékelési tevékenységét minden kérelmező számára egységes feltételekkel biztosítja.

A KTI a kérelmezőkkel szemben egységes feltételrendszert a KTI Nonprofit Kft. megfelelésgértékelést végző szervezeti egysége, a Tanúsítási Igazgatóság Vasúti Tanúsító Irodák (a továbbiakban TIG VTI) tevékenységében érdekelt felek megelégedettségének fenntartása, növelése érdekében hatékony irányítási rend-



4. ábra. Vasútfejlesztés a 120-as vonalon (Forrás: magyarépítők.hu)

szert működtet, amely megfelel az MSZ EN ISO/IEC 17065:2013 szabvány és a tevékenységet szabályozó hazai és nemzetközi szervezetek dokumentált követelményeinek.

A tanúsítás néhány gyakorlati kérdése

289/2012. (X. 11.) kormányrendelet a vasúti építmények építésügyi hatósági engedélyezési eljárásainak részletes szabályairól előírja az átjárhatósági műszaki előírásokban előírt alrendszerek-

re vagy rendszerelemekre a bejelentett szervezet, egyéb műszaki szempontokra a megfelelőségértékelő szervezetek tevékenységéről szóló törvény szerint kijelölt szervezet tanúsítását, valamint – ha jogszabály előírja – a kockázatértékelést. Ennek megfelelően NoBo-tanúsítás szükséges az európai vasúti rendszer részét képező alrendszerek építése, felújítása, korszerűsítése, fejlesztése esetén. A DeBo-tanúsítás valamennyi alrendszerre szükséges.

Engedélyezési és kiviteli tervek tanúsítása

Engedélyezési terveket a jogszabálynak megfelelően minden esetben tanúsítani szükséges. A tanúsítás során a tanúsító szervezet megvizsgálja, hogy a tervdokumentáció tartalmilag kielégíti-e a vonatkozó ÁME, illetve nemzeti szabályok műszaki előírásait.

A tanúsító szervezet közbenső megfelelőség-ellenőrzési nyilatkozatot ad ki (ISV). Az ISV az esetleges nem megfelelőségeket az értékelési jelentésben tartalmazza.

Az engedélyezési tervdokumentáció tanúsítása nagy segítséget nyújt az engedélyező hatóságnak az engedélyezési eljárás lefolytatásához.

A kiviteli tervdokumentáció tanúsítását jogszabály nem írja elő. Szükségessége a megrendelő akaratából vagy hatósági előírás esetén merülhet fel. Tanúsítása ugyanúgy történik, mint az engedélyezési tervdokumentációé.

NoBo-tanúsítás esetén nehézséget okozhat az ÁME egyenértékű kúposágot, illetve a vágány terheléssel szembeni ellenállásának igazolását szolgáló adatok megadása.

– A megítélésnél könnyebbséget jelent, ha az egyenértékű kúposág szempontjából az alkalmazott felépítménytípus bennfoglaltatik az Európai Vasúti Ügyvétség ERA/GUI/07-2011/INT Útmutató az infrastruktúrára vonatkozó ÁME alkalmazásához 2. táblázatában felsorolt felépítménytípusok között. Az ilyen felépítménytípusokra nem szükséges elvégezni az egyenértékű kúposág számítását, mert automatikusan elfogadhatók.

– A vágány terheléssel szembeni ellenállásáról az INF ÁME 6.2.5.1 úgy rendelkezik, hogy

(2) A vágánytervet ezen ÁME C.1. függelékében meghatározott műszaki jellemzők és D.1. függelékében meghatározott üzemeltetési feltételek alapján kell meghatározni.

(3) A vágányterv akkor tekinthető megkívívőnek, ha teljesül mindkét alábbi feltétellel:

a) a vágánytervet legalább egy éven át a szokásos üzemeltetési körülmények között alkalmazták, és

b) a vágányon átgördült elegytonna a szokásos üzemeltetés időszakában legalább bruttó 20 millió tonna volt.

A KTI mint tanúsító fenti feltételeket teljesítettnek tekinti, ha:

– az alkalmazott felépítményszerkezetet a MÁV elfogadta és a műszaki utasításában előírta azok alkalmazását, vagy

– az alkalmazott vágányképre a pályaüzemeltető írásban nyilatkozik, hogy kielégíti az ÁME fenti feltételeit.

Egyéb esetekben a tervezőnek számításal kell igazolni az ÁME előírásainak való megfelelést.

A megvalósult létesítmény tanúsítása

A 289/2012. (X. 11.) kormányrendelet részletesen megfogalmazza a használatba vétel engedélyezésével kapcsolatos követelményeket. A követelmények között a független tanúsító szervezet által kiállított EK-hitelesítési nyilatkozat és a nemzeti szabálynak való megfelelést igazoló hitelesítési nyilatkozat rendelkezésre állása is szerepel.

Ahhoz, hogy a megvalósult létesítmény

Summary

KTI's mission is creating a continuously growing, safe and competitive transport environment in our country, taking into consideration the aspects of the sustainable development – following the EU's transport political directives – and all of this in favour of the livable environment. KTI's field of activity covers the whole transport, i.e. this extends for the ensemble of passenger transport, goods traffic and infrastructure development; and concerning the railway, road, water and air transport modes through such a horizontal elements as transport safety, environment protection, energy consumption and usage of intelligent technologies.

tanúsítható legyen, szükség van a megvalósulási dokumentációra, amelynek tartalmaznia kell:

- a pályauzemeltető és a mérnök záradékával ellátott megvalósulási tervdokumentációt,
- az építési engedélytől való eltérési engedélyeket,
- hiteles mérési eredményeket kiértékelve, pályauzemeltető és a mérnök záradékával ellátva,
- a beépített anyagok megfelelőségét igazoló dokumentumokat,
- a használatba vétel előtt megszerzett tanúsítványokat.

Sajnos a gyakorlat azt mutatja, hogy a vasúti rendszer szereplői nem ismerik teljeskörűen és teljes mélységében a vonatkozó EU- és hazai előírásokat. Ennek megfelelően gyakran találkozunk hiányos adatközléssel vagy túlzott dokumentálással.

Ezek jellemzően:

- a műszaki leírások nem tartalmazzák a nyomtávolságot, az alkalmazott úrszelvény típusát, a perontető és a szabadon tartandó tér közötti méretviszonyt bemutató keresztshelvényt stb.;

– a mérési eredményeket jellemzően nem értékelik ki;

- a dokumentációt az üzemeltető és a mérnök nem záradékolja;
- túlzó, felesleges és használhatatlan adattömeg összegyűjtése és megküldése, mint például raklapok nyilvántartási adatai, szállítólevelek stb.

A felesleges adattömeg elkerülése, de szükséges és elégséges adatszolgáltatás érdekében segédleteket készítettünk a NoBo és DeBo megvalósulási dokumentáció tartalmára vonatkozóan. Ezek alkalmazásával a fenti problémák kiküszöbölhetők.

Összefoglalás

A tanúsítási tevékenység viszonylag új elem a vasút életében. Fontosságát aláhúzza a pártatlanság, a szakmai függetlenség és szakmai alaposág igénye.

A KTI tevékenysége segíti a vasúti üzemeltetőket abban, hogy megnyugtató, igazolt módon tanúsított, ellenőrzött létesítményt vegyenek át üzemeltetésre (4. ábra).

Megnyugtató a mérnök és a kivitelező

részére, hogy független tanúsító szervezet állít ki „bizonyítványt” tevékenységük eredményéről. Nagy segítség az engedélyező hatóság részére, hiszen a tanúsító szervezet a tervezéstől az üzembe helyezésig végig figyelemmel kíséri a létesítmény megvalósulását, és a tanúsítvány birtokában kellő szakmai bizonyossággal adhatja ki az építési vagy használatba vételi engedélyeket.

A tanúsítás tehát egyaránt szolgálja az EU elvárásainak, a nemzeti szabályoknak való megfelelést, a szakmai szabályok maradéktalan érvényesítését, ezeken keresztül a megfelelő minőségű produktum létrehozását. A KTI kiváló szakembergárdával a jövőben is szolgálja a korszerű vasút ügyét. ◀

Irodalomjegyzék

[1]. Szabó T. A Közlekedéstudományi Intézet vasúti megfelelőség értékelési tevékenysége. *Vasútgépészet* 2016; 2.

[2]. Malatinszky S. A bejelentett szervezetek – notified body-k – feladata az európai vasút-közlekedési iparban. *Vasútgépészet* 2014; 1.

VAMAV Kft. || 3200 Gyöngyös, Gyártelep u. 1. || Tel: +36 (37) 818202 || Fax: +36 (37) 818200 || e-mail: info@vamav.hu



A csittényhegyi alagút átépítése

Fonyó Sándor*

PL vezetőmérnök

MÁV Zrt. Pályafenntartási

Főnökség, Szombathely

✉ fonyo.sandor@mav.hu

☎ (30) 203-6483

Nagyszabású beruházás, a Balaton északi partjának (29-es vonal) villamosítása közeledik a befejezéshez. Az eredeti nyomvonalon történő pályafelújítás mellett a nyertes kivitelező feladata volt a Balaton villamos vontatással történő körbejárhatóságának megoldása úgy, hogy a villamosított észak-balatoni vonal az országos villamosított vasúthálózat-hoz csatlakozzon. A beruházás részét képezte a csittényhegyi alagút átépítése. A feladat illeszkedett a már befejezett Budapest–Székesfehérvár Közop-fejlesztéshez, valamint a 2018-ban befejezett Székesfehérvár intermodális csomópont, illetve a 30-as vonal Lepény–Szántód–Köröshegy–Balatonszentgyörgy teljes felújításához. Az idén befejeződő alagútátépítés ismertetése előtt bemutatjuk a vonal történelmét és az alagúthoz csatlakozó pályaszakasz eseményeit.

A Balaton-parti vasútépítések rövid története

Az 1836. évi XXV. törvény az első magyar vasúti törvényként került be a vasútközlekedés történelmébe [1]. A törvényben a 13 rangsorolt vonalból második helyen szerepelt a Pestről a magyar tengeri rívpártokig – Fiume felé – vezető vasútvonal.

A szabadságharcok leverése utáni gazdasági állapot nem kedvezett a vasútépítéseknek. Az 1854. szeptember 14-én közzétett vasút-engedélyezési törvény már nagy lehetőséget biztosított a magántőkének. A bécsi *Wiener Zeitung* 1854. november 10-i száma Magyarország területére a Buda–Székesfehérvár–Nagykanizsa–Zágráb-, Sopron–Nagykanizsa-, Nagykanizsa–Marburg-vonalak építését vetítette előre.

Az első vonat 1861. április 2-án indult el Budáról a Balaton irányába, de ez a vonal, a déli vaspálya részeként, csak a tő déli partvidékét kapcsolta be a vonatközlekedésbe.

A Balaton vonzereje a vasútvonal üzembe helyezését követő nyári hónapokban már akkora volt, hogy szombatonként Szántódig (füredi hajócsatlakozással) különvonat (akkori szóhasználattal: élvezeti vonat) közlekedtetése vált szükségessé.

A vasút közelebb hozta a Balatont a fővároshoz, ám egyre sürgetőbbé vált az északi part vasútvonalának kiépítése is. 1888-ban megépült a Balatonszentgyörgyöt Keszthellyel összekötő, 10 km hosszú helyi érdekű vasút, ez Keszthely város bekapcsolását jelentette a Déli Vasút déli Balaton-parti fővonalába. A HÉV 1902-ben megkezdte vasútvonalának meghosszabbítását Tapolca irányába, és egy év alatt befejezte a vonal építését, amelyet 1903. július 7-én nyitott meg, így a Keszthely vidéki vasúttal Tapolcáig vonattal lehetett eljutni.

A tapolcaiak Boba–Ukk–Sümege–Tapolca-vasútvonal megnyitásával vonaton utazva eljuthattak az ország nyugati részébe is. Már nem kellett – mint eddig tették – lovas fogattal elkocsikázni Sümegegen át Devecserbe, és ott átszállni a vonatra, ha el akartak jutni Budapestre. Ha fűrödni akartak a Balatonban, akkor mégis csak lovas kocsira kellett ülni, hacsak nem gyalog akartak odamenni. 1903-ig, a Keszthely–Tapolca-vonal megnyitásáig, Keszthelyre is csak 25 km kocsikázás után juthattak, hogy ott a vicinálisra szállva Balatonszentgyörgynél ériék el a déli partot és a Déli Vasút fővonalát.

Az északi Balaton-part vasútvonala már a XIX. század közepén volt elképzelés, és az 1870-1890-es években pedig már több

előterv született, amit később a végleges terv készítésénél részben felhasználtak. Bár előmunkálati engedélyek is születtek, a Balaton-parti Vasúti Bizottság nem tudott megbirkózni az érdekelt megyék szétválasztásával. Végül az időközben megalakult Balaton Szövetség 3600 főből és egy kilométernél hosszabb kocsisorból álló küldöttsége érkezett *Kossuth Ferenchez*, az egykori kormányzó *Kossuth Lajos* fiához, aki akkor a Wekerle-kormány kereskedelemügyi minisztere volt, hogy meggyőzzék az állami támogatás szükségességéről. Az országgyűlés döntését követően született meg a híres mondat: „Éljen Kossuth, lesz már vasút!”

Vasútépítés

Kossuth Ferenc jelentős közigazgatási érdeket és új területek feltárásával kapcsolatos tarifapolitikai lehetőségeket látva, államköltségen való magvalósításra tett javaslatot a Fejér és Tolna megyei HÉV Börgönd állomásáról Tapolcáig és szárnyvonalként Alsóörstől Veszprémig történő megépítésére. Az országgyűlés döntött a 117 km fővonal és a 16 km-es mellékvonal megépítéséről. Az építési idő mindössze 19, a téli hónapokat levonva alig több mint 10 hónap volt.

* A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2020/4. számban, valamint a sinekvilaga.hu Mérnökportrék oldalon.

A szárnyvonal építésének nehézségét viszont az okozta, hogy míg a Balaton partja 106 m-rel van a tenger szintje felett, Veszprém 266 m-rel magasabb a tenger szintjétől.

A fővonalon különösen nagy feladatot jelentett a 2 millió m³ földmunka, 15-20 m magas töltések építése és főleg a csittényhegyi bevágásból több mint félmillió m³ kemény anyag kitermelése.

Az előkészületek már 1907-ben megkezdődtek, amikor megszületett az a törvénycikk, amely rendelkezett a Balaton északi partvidékének a vasúthálózatba való bekapcsolásáról, a fővárossal összekötéséről. Mindennek elsősorban a parti nyaralótelepek elérése, valamint gazdasági, kereskedelmi okok miatt nagy jelentősége volt.

„Minden magyar, ki még nem látta, kíváncskozni fog e tájra. ... A felsőparti ember előtt nincs szebb hang mostanában, mint a készülő pályán járó kavicsvonat lármája. Hát még ha jönnek a fürdővendégek és összel a borvásárlók!” – írták a korabeli tudósításban.

A Magyar Királyi Államvasutak hamarosan megkezdte a vonal kiépítését, a munkálatok 1907-től 1909-ig tartottak. A 133 km hosszúságú – helyi érdekű vasúti szabvány alapján készült – vonal állomásai: Börgönd–Szabadbattyán–Pölgárdi–Akarattya–Alsóörs–Balatonfüred–Badacsony–Tapolca lettek, valamint ezzel párhuzamosan kiépült a veszprémi szárnyvonal is.

Geológiai, talajmechanikai nehézségek a vonal építésekor

A Szabadbattyán–Tapolca-vasútvonal a Déli Vasút Szabadbattyán állomásáról indult. A főváros irányából folyamatosan emelkedve éri el a balatonakarattyai fennsíkot, kisebb-nagyobb bevágásokkal és töltésekkel ér a Balaton partjára, igaz közel 50 m-rel magasabban a Balaton vízszintje fölé. A vonal építésekor ez volt az a szakasz, ami a legtöbb nehézséget gördítette az építés útjába [2]. Eredetileg úgy tervezték, hogy szeletszelvényben halad, a töltések azonban a meredek part lábánál fekvő oldalrétegekre nyúltak volna, amelyek nem biztosítottak elég szilárd alapot, és már a megterhelés elején mozgásba jött. A kivitelezőknek nem maradt más hátra, mint a további csúszások elkerülésére a vonal e szakaszát a hegy felé eltolni.

A Balaton északkeleti végét képező Balatonkenese–Balatonvilágos közötti magas



1. ábra.
Az akarattyai partfal 1908. április 19-i leszakadása a vasút építésekor (Lóczy Lajos felvétele, 1908)



2. ábra.
Az alagút helyszínrajza

part a térség legmozgásveszélyesebb területe.

A Balaton északkeletről körülvevő magas partok a múltban és jelenünkben is kisebb-nagyobb földmozgások színhelyei voltak, és ma is sok gondot okoz a vasútüzemeltetőknek.

A Balaton északkeleti magas partjainak pusztulása az elhabolás következtében keletkező lábazati törmelék-kúp felpuhulásának következménye. A partvonal egyre jobban a mögöttes területek felé vándorol, alámosva a magas partot megtámasztó törmelékjeit.

A part pusztulására vonatkozó első írásos feljegyzés 1869-ből származik, amikor a Csittényhegy oldala (- a 350 hm szelvény körül) 250 m hosszban leszakadt (Bernáth, 1881), a magas part alsó harmadában a teljes tömegével előretolódott. Ezt megelőzően is minden bizonnyal voltak hegyomlások, de azokról írásos feljegyzés nem került elő.

A következő nagyobb arányú földomlás 1908. április 19-én következett be, a vasútépítés nagy földmunkáinál a partfal, amelybe a vasútvonal bevágását építették,

400 m hosszban lerogyott és közel 1 millió m³ kőzet mozdult meg (1. ábra).

Alagútépítés

Az építés megkezdése

A tervezett és kivitelezés alatt lévő vasúti pályát 30 m-rel a hegy felé át kellett helyezni. Az 1869. és 1908. évi mozgások közötti állva maradt partfalat 95 m hosszú alagúttal fúrták át (Lóczy Lajos, 1908, 1913). Így került sor az eredeti tervekben nem szereplő, a hegyomlás miatt keletkezett hegyorr alagúttal történő átvágásra is (2. ábra).

A Csittényhegy oldalán a vasút megnyitását követően is voltak kisebb-nagyobb mozgások. Lóczy Lajos 1913-ban kelt írása szerint az alagút déli vége előtt történtek kisebb mozgások.

1914. április és május hónapban a Csittényhegy oldalán a végig szivárgóval ellátott alagút alatti meredek partszakaszon történtek mozgások. A terület állékonyságának biztosítására szivárgórendszerrel építettek (Domján József–Pappfalvy Ferenc, 1953).

Épületkárosodásokat észleltek 1976 és 1978-ban, ezért magas partot védő tilalmi sávot jelöltek ki (Pálffy József, 1978). A Balatoni Intézöbizottság 1988-ban kezdeményezte a rézsű feletti magas part szennyvízcsatornázását, a felszíni vízrendezést Balatonakarattya megállóhely, az alagút és a 350-es hm szelvény között.

Az elmúlt időszak legnagyobb földmozgása 1998. május 9-én történt, a 350–351 hm szelvények között ~80 m hosszban szakadt le a partfal a vágányra, helyreállítása Gabion fallal történt [3]. Az alagút kapuzatát helyi anyagok (almádi vörös homokkő) és építészeti motívumok felhasználásával tervezték (3. ábra) és építették (4. ábra).

A vonal közel 3 km hosszúságú szakasza, a korabeli vasútépítészeti kiemelkedő alkotása, a Balaton legszebb panorámájához méltó műszaki munka volt. Az akarattyai magas part és a Csittényhegy szakadékos lejtőiben vésték bele a 10 ezrelékes esésű vasúti pálya alépítményét. Ez a szakasz Balatonkeneséig tart, ahol a pálya eléri a Balaton szintjét és innen (a Tihanyi-félsziget kivételével) Badacsonyig követi a tó partvonalát.

Az akarattyai magas part és a Csittényhegy lejtőjében a pálya alépítményének kialakítása során 600 000 m² szürke, kemény anyagot fejtettek le egy év alatt.

Az alagút építésére a közelbe lévő almádi Öreghegy perm korból származó vörös homokköveit használták (5. ábra).

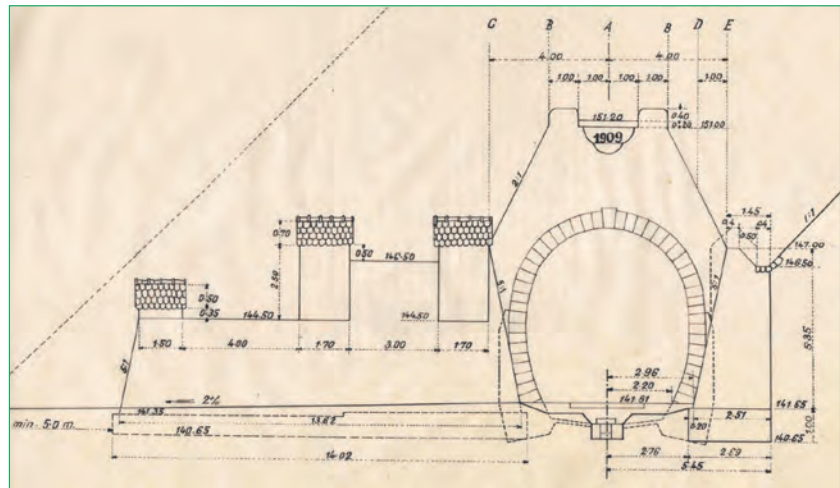
Az alagút boltozata rakott, faragott kő falvastagsága fentről lefelé 40–129 cm közt változik. Az alagút hossza 95,80 m, belső szélessége 5,50 m a legszélesebb ponton.

Az alagútban a magas part mozgásának következtében és az 1944 decemberében történt robbantás miatt közel 20 cm-es torzulás tapasztalható az űrszelvény mérési adatai alapján.

Háborús rombolás

1944 decemberében a németek Csajág állomástól az alagútig a pályát „C” menettel felszaggatták, az alagútban bombát robbantottak, így az alagút súlyosan megromgálódott.

A robbantás az alagút második fülkéjében történt, nagy valószínűséggel egy nagyobb méretű repülőbombát robbantottak fel. A robbantás következtében az alagút felszakadt és a felette lévő talaj az



3. ábra. A kapuzat terve az alagút elején [4]



4. ábra. Az alagút építése 1909-ben



5. ábra. A csittényhegyi alagút kezdőponti kapuzata 2019 nyarán (Fotó: Fonyó Sándor)

alagútba folyt, és az alagutat teljes szelvényben elzárta. Az alagút felett a talaj-

felszínen mintegy 11,00 m átmérőjű és 3,0 m mély tölcészerű horpadás keletke-

zett. Ez a horpadás ma is látható. Az eredeti terep az alagút felett közel vízszintes és a Balaton felőli koronaéltől meredek rézsűvel folytatódik a Balaton felé. A tölcser karimája 2,5 m-re közelítette meg a tereptörést (6. ábra).

A be nem temetett alagútrészekben az alagút boltozata a földnyomással ellentétes irányú erők hatására több helyen megrepedt. A záradéknál a kövek 5-6 cm mélyen benyomódtak a talajba. Itt a repedések nagysága elérte a 2-3 centimétert, több kő is meglazult vagy kiesett. A repedések túlnyomó része az alagút tengelyével párhuzamosan alakult ki. A kezdőponti kapuzat feletti rész annyira megrepedt, hogy át kellett építeni, újra kellett falazni. Az alagútba lefolyt talaj az akkori feljegyzések szerint kis szemcséjű iszapos homok volt.

Az alagútról és a környezetéről, csatlakozó támfalokról 1999-ben a BME részletes szakvéleményt készített [5]. A szakértői vizsgálathoz homokfúvással felülettisztítás történt. A szakvélemény alapján a végponti kapuzatot és bal oldali támfalat részlegesen át kellett építeni.

A víztelenítő árkokat kitisztították, felújították. Az alagút végponti végétől 2016-ban a pálya jobb oldalán a 350-es szelvényig szivárgót építettek.

A balatonakarattyai csittényhegyi alagút és az ott található úgynevezett magas partról *Cholnoky Jenő* írásában [6] a következőket írja:

„Amikor a vasutat megépítették Akarattya és Kenese közt, akkor megbolygatták a lejtőt, nem gondoskodtak róla, hogy a hullámok ne támadják a hegy lábát s a vasút mindenestől lesuvadt, hatalmas omlás kíséretében. De hát akkor még hazánkban ilyenféle tüneményekkel senki sem foglalkozott.

A suvadás után a partot biztosították kőhányással, a lejtőt megkötötték akácfaültetvényvel, de nem egész tökéletesen. Mielőtt a vasút, Akarattya állomást elhagyva, befordult volna az alagútba, olyan partszakadékok fölött ment el, amelyek nem voltak biztosítva. Ezért a hegy lábánál nagyszerű suvadások kezdődtek. Aki a kenesei székesfővárosi üdülőtelepről az akarattyai főnyofürdőhöz akart menni, annak ezen a suvadás, mozgó térszínen kellett átmenni.

Nem maradt ott meg tavaszra az előző nyáron kitaposott ösvény, lehetett látni, hogy darabokban mozog lefelé a hegyoldal (7. ábra).

Erdélyi tapasztalataim alapján jól látam a jelenséget, fölsímertem a veszedelmet,



6. ábra. Az alagút feletti horpadás (bombatölcser) (Fotó: Ács-Lengyel Réka)



7. ábra. Suvadások Akarattya alatt. A lesuvadt pannóniai rétegeket a tó hullámai ismét megtámadják (Cholnoky Jenő felvétele, 1934)

amely a vasút akarattyai kanyarodóját s talán száz és száz utas életét fenyegeti, azért figyelmeztettem levélben a MÁV igazgatóságát. A mérnökök csakugyan belátták a helyzet veszélyes voltát s a szakadékos part lejtőstítésével és a part biztosításával elejét vették a veszedelemnek. De azért jó lesz a lejtő mozgását állandóan figyelemmel kísérni, mert a hullámok állandóan dolgoznak s a partbiztosító kőhányás is lassan mozoghat a mély víz felé s bizony esetleg az egész alagút mindenestől lesuvadhat.

Legjobb volna a pályát áthelyezni a kenesei völgykaréjba, ott ki lehet fejteni a pályát, s veszedelem nélkül le lehet hozni a partra.

Az imént említett, veszélyeztetett part fölött van a Rákóczi-szilfa, az úgynevezett akarattyai nagy fa. Ennek az volt a feladata, hogy a halászközt tájékoztassa Zala

és Somogy vármegyék határa felől a vízen, mert a zalai vízen nem volt szabad a somogyiaknak halászni. A tihanyi templomot az akarattyai nagy fával összekötő vonal közel a két megye közös határán fut.”

Alagút felújítás

Indokok és előzmények

Az alagút felújítása több alkalommal is felvetődött. Tanulmányterv született az akarattyai magas part kikerülésével (Hajmáskér–Balatonfüzfő–Balatonalmády nyomvonalon) Budapest és Balatonfüred közötti eljutási idő lerövidítése érdekében. Végül is az eredeti nyomvonalon történő felújítás mellett döntöttek.

A tervezési feladat illeszkedett a már befejezett Budapest–Székesfehérvár Kö-

zop-fejlesztéshez, valamint a 2018-ban befejezett Székesfehérvár intermodális csomópont, illetve a 30-as vonal Lepsény–Szántód–Kőröshegy–Balatonszentgyörgy teljes felújításához. Feladat volt a Balaton északi partjának (29-es vonal) villamosítása, a balatoni körbejárhatóság megoldása és Tapolcán, Fonyódon az országos villamosított vasúthálózathoz való csatlakozás.

Pályázati kiírás, a nyertes kihirdetése, a tervezés megkezdése

A NIF Zrt. a „Szabadbattyán–Balatonfüred-vonalszakasz villamos üzem kiépítése, állomások részleges akadálymentesítése, felsővezeték-építési, vasútépítési és kiegészítő építési munkáinak tervezése és kivitelezése” tárgyában nyertes vállalkozóként az Észak-Balaton 2018 Konzorciumot (Vasútvill Kft., R-Kord Kft.) bízta meg a feladat elvégzésével. A szükséges tervezési és tervezői művezetési feladatok elvégzésére az ÉB 2018 Konzorcium az Úvaterv Zrt.-t, illetve közvetlenül más tervező szakcégeket bízott meg. A feladat megvalósításához a tervezőnek el kellett készíteni a szükséges engedélyezési terveket, meg kellett szerezni az építési engedélyeket, valamint a vállalkozó részére kellett bocsátani a megvalósításhoz szükséges kiviteli terveket a Szabadbattyán–Balatonfüred vasúti vonalszakaszra vonatkozóan.

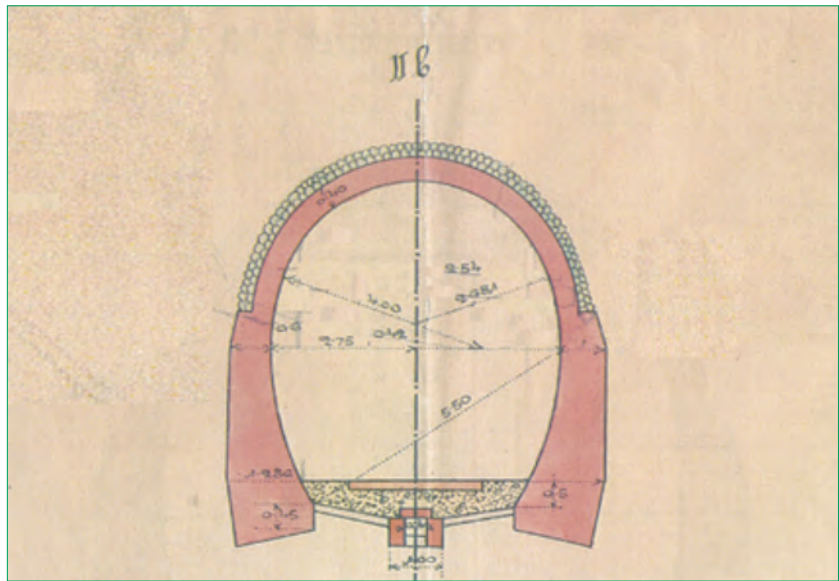
A feladat részét képezte a 341+95–342+90 hm szelvények között lévő csittényhegyi vasúti alagút felújítása, és a Szabadbattyán–Tapolca–Keszthely villamos üzem kiépítése a Balaton körüli I. ütem (Szabadbattyán–Balatonfüred közötti) része.

A tervezéshez az alagút és az abban vezetett vasúti pálya állapotáról az eredeti tervek (8. ábra) figyelembevételével részletes talajmechanikai és szerkezeti vizsgálatok és mérések készültek [7].

Azért, hogy az alagútban a villamos felsővezeték el tudják helyezni és „Av” jelű űrszelvény biztosítható legyen, az alagútban lévő vágányt süllyeszteni kellett. A süllyesztéshez a csatlakozó vágány hosszszelvényét is módosították. A süllyesztés mértéke az alagútban 18,7 és 39,7 cm között változott.

Munkálatok

A felújítási munkálatok 2020. január elején kezdődtek a Szabadbattyán–Balatonfüred közötti folyamatos vágányzárban.



8. ábra. Az alagút keresztmetszete az építéskori (1909) megvalósulási tervből



9. ábra. Az alagút a vágány elbontását követően (Fotó: Ács-Lengyel Réka)

Az építők az alagútban szükséges átalakítás miatt ~450 m hosszú vágányszakaszot vettek munka alá.

A bontás és építés során az új vágány szerelöbetonjának és a vasbeton lemezének megépíthetősége miatt az alagútban lévő feltöltést visszabontották ~70 cm mélységig (9. ábra). A visszabontott állapothoz külön statikai ellenőrző számítás készült.

Az alagútfelújításnál legfontosabb cél az „Av” jelű űrszelvény biztosítása volt, amit a vágány sínkoraszintjének süllyesztésével lehetett biztosítani.

Az alagút teljes hosszában és ahhoz

csatlakozóan 22,00–22,00 m hosszon, 10–15 cm vastagságban szerelöbeton készült. Az alagútban a vasút vízszintes vonalvezetése a geometriai kötöttség miatt alig változott. A 341+78,995–342+47,004 szelvények között Rb=1800 m, a 342+47,004–342+79,647 szelvények között egyenes, végül a 342+79,647 szelvénytől a 343+70,194 szelvényig Rb=5500 m sugarú ívvel túlemelés nélkül készült a pálya [8].

A magassági vonalvezetés kialakításánál az „Av” jelű űrszelvény biztosítása miatt a sínkoraszint az alagút tengelyében: 145,529–144,586 m EOMA.

A lejtviszony az átalakítás előtt: 11‰ esés volt 345 m hosszban, az átépítés után a 340+05–342+40 szelvények között 13,50‰-et, a 342+40–344+70 szelvények között 7‰-et esik.

A vasalt szerelőbetonra 21,5–36,0 cm vastagságú, 234 cm széles vasbeton lemez épült, Edilon vályúkialakítással (10. és 11. ábra).

A kivitelezés folyamán az egyik fő akadály az volt, hogy a munka alá vont szakaszt nehezen lehetett megközelíteni közúti járművel. Az alagútban történt betonozások során az alagút felett tudott csak megállni a betont szállító mixerkocsi, onnan betonszivattyúval juttatták el a betont az alagútba közel 140 m hosszban. A kábelcsatornák bebetonozását már a Vasútvill Kft. sínen mozgó betonozószelvényével végezték.

A vasbeton lemez (minősége C30/37-XC3-XF1-16-F3) 24 m-es dilatációs szakaszokból áll, ezek között 2 cm széles hézagot alakítottak ki polisztirollemezek behelyezésével, ennek felső részét tartósan rugalmas kiöntéssel látták el. A vasbeton lemez 22,00–22,00 m-rel túlnyúlik az alagúton, teljes hossza 140,00 m. Az 54-es rendszerű sínek elhelyezésére Edilon vályúkat alakítottak ki.

Az új beton- és vasbeton szerkezetek az alagút falától 1 cm-es polifonlemezrel vannak elválasztva a rezgésátadódás csökkentése érdekében. A vasbeton lemezben kialakított vályúban 24 m-enként hegesztési fészkek készültek.

A sínek rögzítése a vályúba Corkelast VA60 típusú rugalmas ágyazóanyaggal történt. Az alkalmazott sínek új 54-es rendszerű Do 19 54 E5 jelűek. A csatlakozó pálya L5-SV 54/20 jelű vasbeton aljakkal, új zúzottkő ágyazattal készült.

Az alagútban a jobb és a bal sínszálban egy-egy sínhegesztés van a 342+18/19 szelvényben lévő hegesztési fészkekben. Ettől a hegesztéstől mind a kezdőponti, mind a végponti irányba egy-egy hosszúsín csatlakozik.

A vasúti pálya az alagútban és a hozzá csatlakozó vágányban 450 m hosszban épült át.

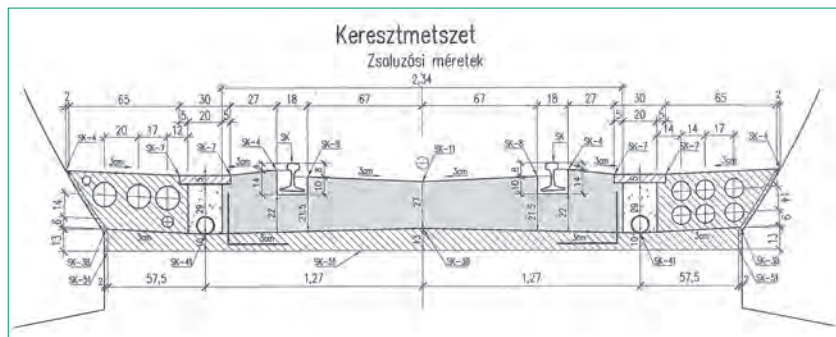
A vasbeton lemez mindkét végén 20,00 m hosszúságú rugalmas átmenettel csatlakozik a folyópályához (12. ábra).

Víztelenítés

A monolit kábelcsatorna mellett és a vasbeton lemez mindkét oldalán 20 cm



10. ábra. A vasbeton lemez betonozása (Fotó: Fonyó Sándor)



11. ábra. A vasbeton lemez keresztmetszete zsaluzási méretekkel [6]

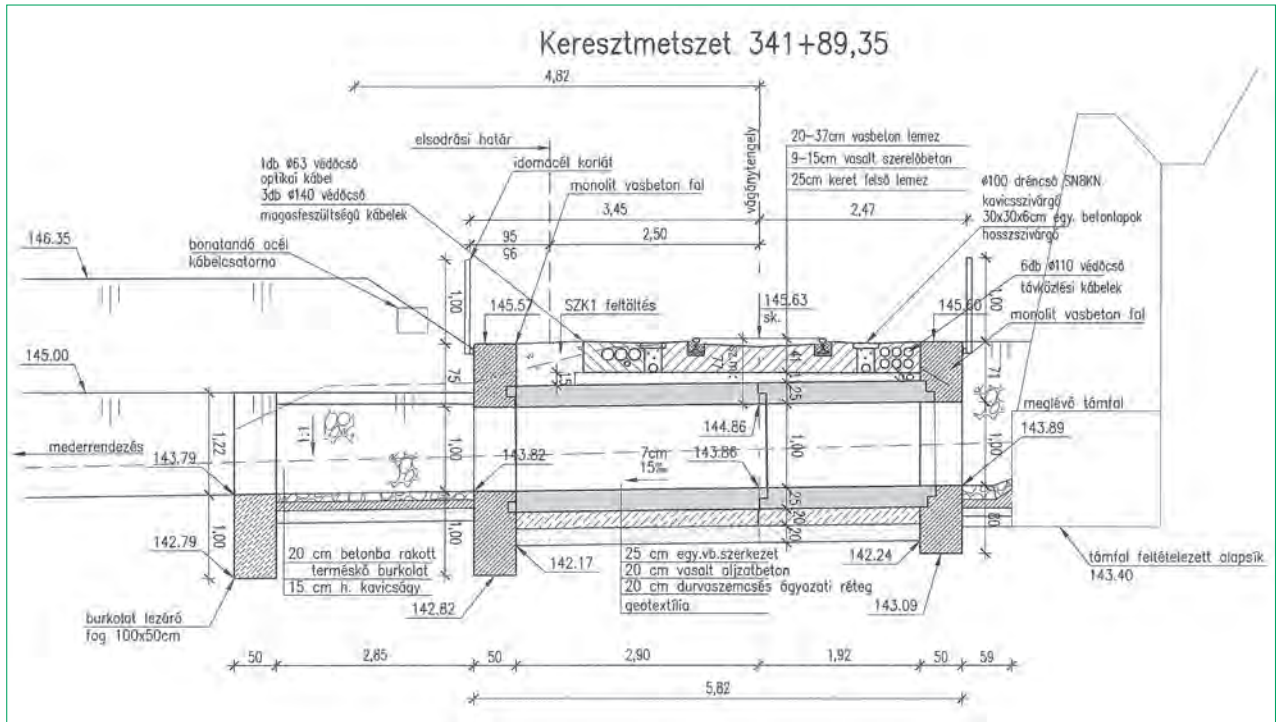


12. ábra. Csatlakozóvágány építése az alagút végénél (Fotó: Fonyó Sándor)

széles kulé kavicsal kitöltött hossz-szivárgó épült. A szivárgóttestben a víz összegyűjtését a szivárgó alján elhelyezett geotextíliába csavart dréncső biztosítja. A szivárgót 5 cm vastagságú gyalogosteherre méretezett előregyártott betonlapokkal

fedték le. A peremeken L30×30×3-as szögvas élvédőket építettek be.

A vasúti pálya süllyesztése miatt szükségessé vált az alagút előtt a 341+89,35 szelvényben lévő régi teknőhid átépítése. A 0,60 m nyílású sínbetétes teknő-



13. ábra. 1,50/1,00 m nyílású vasbeton kerethíd keresztmetszete [6]



14. ábra.
1,50/1,00 m
nyílású vasbeton
kerethíd
bal oldalról
(Fotó: Ács-Lenyel Réka)



15. ábra.
A villamos
felsővezeték
felerősítése
(Fotó: Fonyó Sándor)

híd helyett 1,50/1,00 m nyílású vasbeton kerethíd épült. Ebben vezették át a párhuzamos támfal mögötti vízvezető rendszer, a vasbeton lemez első szakaszának hossz-szivárgója, a kapuzati rész és a merőleges szárnyfal mögötti burkolt vízvezető rendszer vízköpőinek vizét (13. és 14. ábra).

Felsővezeték-építés

Az alagútban a felsővezeték-rendszert összesen négy szelvényben függesztették a boltozathoz. Egy szelvényben, három talplemezzel, négy-négy csavarral rögzítették, amit a boltozat falába ragasztott négy-négy darab M16 méretű 8.8 minőségű, horganyzott menetes szár tart (15. ábra).

A munkavezeték magassága a tervnek megfelelően 5,00 m. Az alagút előtt és utána szakaszszigetelőket építettek be.

Az alagútban a vasbeton lemezek mellett monolitbeton kábelcsatornák épültek, a bal oldalon: két darab 140 mm és egy darab 110 mm átmérőjű védőcső nagyfeszültségű kábelek, egy darab 50 mm átmérőjű védőcső gyűjtőföldelő részére; jobb oldalon: hat darab 110 mm átmérőjű védőcső távközlési kábelek részére (16. ábra). A kábelcsatornához behúzó- és kötőaknáknak készültek.

A falazatok javítása

Az alagút falait, a támfalakat homokszórással megtisztították, a falazat átvizsgálását követően a hiányzó fugákat pótolták. Az alagút bejáratánál és kijáratánál tapasztalható beázási helyeket kis nyomással Bohrlochsuspension habarccsal injektálták.

A terméskő falazatok fugajavításánál a Mapei-Antique Strutturale NHL habarccsot használtak.

Az alagút be- és kijáratához a villamos felsővezeték feszültség alá helyezéséig (tervek szerint 2021. június 12.) 4,00-4,00 m hosszon a hidaknál is alkalmazott horganyzott expandált lemezzel kialakított érintésvédelmi rácsot kell beépíteni.

A félreálló helyek két szelvényben az eredeti helyükön maradtak.

A kapuzatok és a hozzá kapcsolódó párhuzamos és merőleges támfalak mögötti részüburkolatokat, valamint támfalak előtt vízvezető árkokat kitisztították, a burkolatokat és a fedköveket helyreállították [9] (17. ábra).

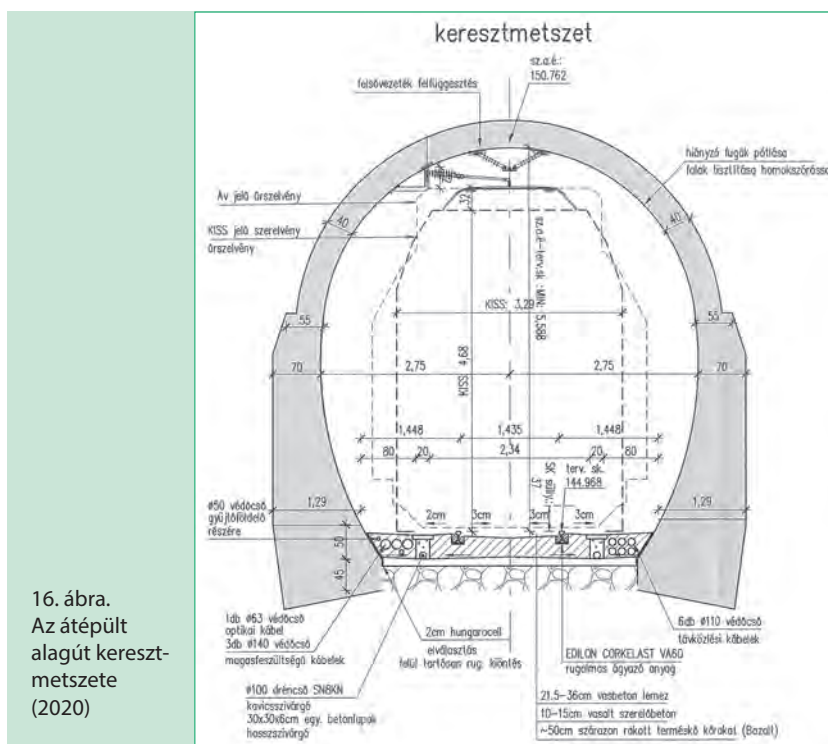
A végpontnál a jobb oldali burkolt részű és a párhuzamos támfal mögötti vízvezető rendszer a támfal előtt lévő burkolt árokba köt be az Edilon vasbeton lemez jobb oldali hossz-szivárgójával együtt. A bal oldali árokba van bekötve a vasbeton lemez bal oldali hossz-szivárgója is. A végponti merőleges támfal mögötti burkolt árokrendszer és a burkolt részüfelületek vizeit a támfal előtti földárókból átereszen keresztül vezetik le a Balaton felé (18. ábra).

Geodéziai mérések az alagútban

A kivitelezést végző ÉB 2018 Konzorcium elvégeztette a korábbi – 2009 évben végzett – méréshez viszonyított geodéziai bemérést.

Az alagútban elhelyezett mozgásvizsgálati pontok (belőtt Hilti szegek) bemérését Balogh György geodéta (Geokt Kft.) végezte. Az alagút 11 keresztmetszetében elhelyezett mérési pontokon végzett mérések eredményeit és a 2009-ben végzett mérés eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy az előző mérés óta elmozdulás nem történt.

Az alagútban kialakított új űrszelvény bemérését is elvégeztette az ÉB 2018 Konzorcium. A mérést a Metal Elektro Kft. végezte 2020. április 20-án. A mérések a tervezett szelvény méreteket igazolták (19. ábra).



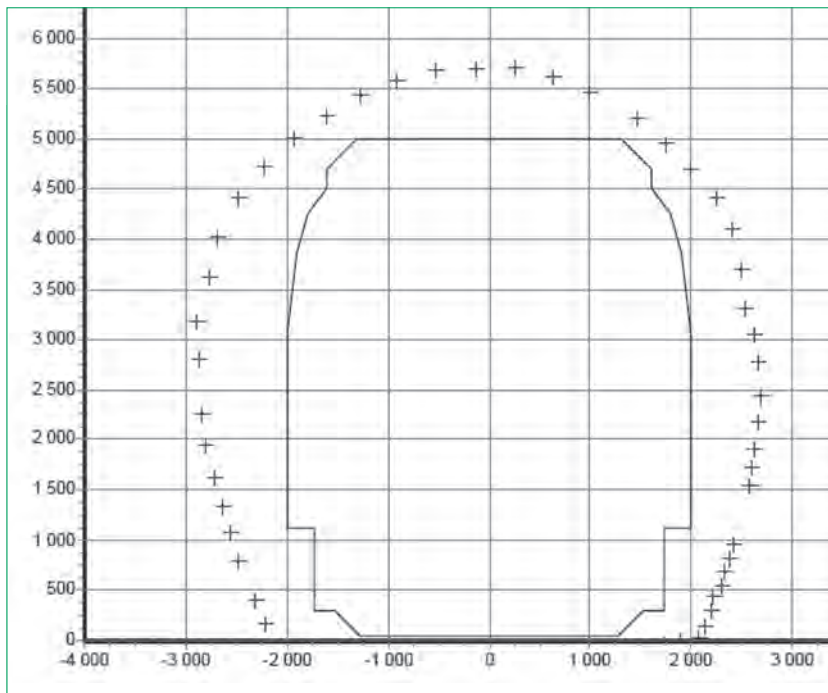
16. ábra. Az átépült alagút keresztmetszete (2020)



17. ábra. Kapuzat mögötti részüburkolat felújítása (Fotó: Ács-Lengyel Réka)



18. ábra. A megtisztított részü, felújított végponti kapuzat és támfalak (Fotó: Ács-Lengyel Réka)



19. ábra. Űrszelvénytérkép a 342+44 szelvénybe



20. ábra. Az alagút kezdőponti kapuzata a felújítás után sajnos már graffitizve (Fotó: Fonyó Sándor)

A munkában részt vevő vállalkozások

Az alagút kő- és betonszerkezet-felújítás kivitelezője: a TRIMAN Kft.

Vasúti pálya építése: Homlok Zrt.

Felsővezeték építése: Vasútvill Kft.

Tartószerkezeti és anyagvizsgálati szakvélemények: Orisoft Kft., Dr. Orbán Zoltán.

Geodéziai munkák: Geokt Kft., Balogh György geodéta.

Űrszelvénytérkép: Metál Elektro Kft.

Alagútvizsgálat: LEGU Bt., Legeza István hídszakértő.

Tervező: Uvaterv, Tervkovács Kft.

A munka műszaki ellenőre a FŐBER Zrt. volt.

A kivitelezési munka 2020. január 15-én kezdődött, az alagút és a csatlakozó vágány forgalomba helyezése 2020. április 21-én 225 kN tengelyterhelésre, 80 km/h sebességre és „Av” Űrszelvényre történt, a vasúti forgalom 2020. május 1-jén indult meg. A vonalaszakasz (Szabadbattyán–

Tapolca) villamosüzem várhatóan 2021. június 12-én indul meg.

Sajnálatos, hogy a szép és jól kivitelezett munka nem maradhatott meg sokáig természetes szépségében, mivel az alagút mindkét végét graffitisek befestették (20. ábra). ◀

Irodalomjegyzék

- [1] Hortobágyi F. 160 éve Megy a gőzös, megy a gőzös Kanizsára. KTE 2019
- [2] Hortobágyi F. 100 éves a Börgönd–Szabadbattyán–Tapolca állomások közötti Balatonvidéki vasút MÁV Zrt. 2009.
- [3] Radvánszky R. Harc a löszfallal Balatonakarattyán. Sínek Világa 2010/4. szám.
- [4] Eredeti tervek az alagútról és a csatlakozó támfalokról.
- [5] Szakértői vélemény a balatonakarattyai alagútról és a kőzetkörnyezetéről. BME; 1999.
- [6] Cholnoky J. Balaton. Budapest: Franklin; 1936.
- [7] Uvaterv Zrt. és Tervkovács Kft. engedélyezési és kiviteli tervek.
- [8] Tartószerkezeti és anyagvizsgálati szakvélemény. ORISOFT Mérnöki Építő és Tanácsadó Kft.
- [9] Legeza I. Alagútvizsgálati jegyzőkönyv. 2020

Summary

Monumental investment, electrification of the line No. 29 at the northern shore of the lake Balaton approaches to the completion. Along with the track renewal on the originate route, it was the task of the winner contractor to solve the round-trip possibility of the lake with electric haulage in a way, that the electrified northern Balaton railway line should join to the national electrified railway network at Tapolca and Fonyód. The reconstruction of the tunnel of Csittényhegy was part of the investment. The task fitted to the already finished Budapest–Székesfehérvár Közop development, and to the Székesfehérvár intermodal node finished in 2018, and to the total renewal of the line No. 30 Lepsény–Szántód–Köröshegy–Balatonszentgyörgy. Before the presentation of the tunnel reconstruction, which will be finished this year, we present the history of the line and the events of the track section connecting to the tunnel.

A 80a vasútvonal korszerűsítése, a Rákos–Hatvan állomások közötti hídmunkák

A 2020/4. számunkban bemutatuk a 80-as számú vasútvonal Rákos (kiz.)–Hatvan (kiz.) közötti szakasz 2018 elején megkezdett pályakorszerűsítésének előzményeit, az elvégzendő feladatokat és a folyamatban lévő munkákat. Jelen írásunkban ugyanezen a vonalszakaszon a műtárgyakkal kapcsolatos munkákat ismertetjük. Végigkísértük a hidak felújítási, átépítési és építési munkáit, részt vettünk a próbaterhelésekben és a forgalomba helyezések előtti hídszakértői vizsgálatokban is. Bemutatjuk a jelentősebb hídépítéseket hídtípusok szerinti csoportosításban.



Farkas Tibor

ny. mérnök főtanácsos

✉ farkastm76@gmail.com

☎ (30) 264-7400



Legeza István*

ny. mérnök főtanácsos

✉ legeza.i@t-online.hu

☎ (30) 305-3436

Előzmények

A Magyar Északi Vasút 1862–1867 között építette meg a Budapest–Hatvan–Salgótarján-vasútvonalat. A társaság csődbe ment, az épülő vonal befejezésére és üzemeltetésére alakította meg az állam a MÁV-ot, így ez a vasúti pálya lett 1868-ban a MÁV első vonala.

Ezt követően épült meg a Hatvan–Miskolc közötti szakasz [1, 2], majd a második vágány is kiépült tíz éven belül. 1966-tól a kétvágányú vasúti pálya villamosított. A fővonal Budapest–Hatvan közötti szakasza jelentős szerepet játszik a nemzetközi, a belföldi és különös tekintetben az elővárosi személyszállítási feladatok ellátásában. A 80. számú vasútvonal Budapest–Hatvan közötti szakaszán több évtizede nem történt átépítés. A pályaállapot a 2010-es évek elejére érte el a kritikus szintet, ekkor már a vonalat jelentős sebességkorlátozások terhelték [3]. Az állapotromlás indokolta a vasúti pályának és tartozékainak teljes körű átépítését, korszerűsítését és az elővárosi forgalomhoz tartozó infrastruktúra fejlesztését is [4].

A vonalszakasz bemutatása

Rákos és Hatvan között a pálya változatos terepen halad. Budapestet elhagyva a vasút nyomvonala félúton a Gödöllő-domságot keresztezi, majd ezt követően síkvidéki terepen érkezik Hatvanba. Rákoskeresztúrtól Gödöllőig – közel 40 km hosszon – a Rákos-patak völgyében kanyarog a vonat, ahol a patak négy helyen keresztezi a vasúti pályát. Gödöllőtől Bagig a Besnyői-patak, majd az Egres-patak kíséri a vasútvonalat, végül az utóbbi átfolyik alatta. Ezt követően a vasúti pálya már csak a Galga-patak és a Breda, valamint Emse-patak medrét hidalja át. A vonalszakaszra jellemző az időszakos vízfolyások átvezetését szolgáló átereszek nagy mennyisége.

A vonalszakaszon különféle altalajok találhatók, számos helyen kedvezőtlen körülmények mellett kellett az alépitményi munkákat és a hídalapozásokat megtervezni és kivitelezni. A vonalkorszerűsítés során a hidaknál a korábbi síkalapozás helyett több helyen cölöpalapozással épültek meg az új hídszerkezetek.

A gyalogosok külön szintű közlekedését három helyen biztosította rácsos acélszerkezetű felüljáró, a vasúti pályát áthidaló közúti hidak száma pedig hét volt.

Hidak (2010–2017)

Korábban említést tettünk arról, hogy a pályaállapot már közelített a kritikus szinthez. Ez a helyzet jellemezte a hidakat, átereszeket is, mivel a gondozási feladatokon kívül más hídmunkákra nem volt lehetőség. A hidak, átereszek jellemzően két időszakban, az 1950-60-as és az 1970-80-as években épültek, vagy a második időszakban végeztek rajtuk különböző mértékű beavatkozásokat. A hídállagban a műtárgyak között volt egy 1928 és egy 1936 építési évű boltozott hídszerkezet is. Ezeket valószínűsíthetően vasútvonal létesítésekor építhették, a nyilvántartási évszámokat valamilyen későbbi beavatkozás során kaphatták.

A vonalon a korszerűsítés előtt található műtárgyak összetételét az 1. táblázat szemlélteti. A nyilvántartási adatok alapján a hidak, átereszek átlagéletkora 2017-ben megközelítette a 60 évet.

1. táblázat. A vonalszakasz műtárgyai 2017-ben

Vonalszakasz	Áteres		Boltozat	Vasbeton híd		Acélhíd	Összesen	Gyalogos-felüljáró	Közúti híd
	Beton	Vasbeton		Keret	Lemez				
Rákos–Gödöllő	13	16	0	1	9	0	39	2	2
Gödöllő–Hatvan	13	9	2	0	7	1	32	1	5
Rákos–Hatvan	26	25	2	1	16	1	71	3	7

* A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2019/2. számában, valamint a sinekvilaga.hu Mérnökportrék oldalon.



1. kép. 2,0 méter nyílású felújított beton csőáteresz



2. kép. Felújított 1,50/1,50 m nyílású átereszt (319+67)



3. kép. Felújított és toldott 1,50/1,50 m nyílású átereszt (472+89)

Előkészítő és tervezési munkák

A vonalszakasz átépítési munkáinak előkészítése már jóval megelőzte a tényleges kivitelezést. A hidaknál az előkészítés a műtárgyak felülvizsgálatát, az úgynevezett célvizsgálatok megtartását jelentette. A vonalkorszerűsítési terv és a hídvizsgálati eredmények alapján a szükséges feladatokat három csoportba osztották, és ezeknek megfelelően készültek el az engedélyezési (és tender-) tervek [5]:

- Felújítással megtartható műtárgyak.
- Részlegesen vagy teljesen átépítésre kerülő hidak.
- Új hidak (többségében a gyalogközlekedés műtárgyai).
- Új közúti felüljárók.

A tervezett munkák kivitelezését Rákos–Gödöllő között az SB-Rákos 2017 Konzorcium, a Gödöllő–Hatvan szakaszon pedig a Swietelsky Vasúttechnika Kft. végezte. A kiviteli tervek elkészíttetése a vállalkozók feladata volt.

A megmaradó vagy részben átépítendő műtárgyaknál a tervezéshez állapotvizsgálatot kellett készíteni, mivel a kiindulási körülményekhez (a tendertervekhez) képest mintegy tíz év telt el. A korábbi tervekhez viszonyítva pár hídnál – kivitelezéstechnológiai okok miatt – a korábbtól eltérő megoldásra készült a kiviteli terv. A vágányzári lehetőségek figyelembevételével dolgozták ki a terveket és a technológiákat is. Rákos–Pécel és Aszód–Hatvan között az egyik vágányon biztosítani kellett a vasúti forgalmat, míg Pécel–Aszód között teljes vonatkizárás mellett lehetett végezni a hídmunkákat.

Az egyvágányos építési szakaszokon a nagytenyelyben elhelyezett, hátra horgonyzott Siemens dúcolás védelme mellett kellett két ütemben végrehajtani az átépítést, beemelni az új keretelemeket.

A MÁV Zrt. által jóváhagyott kiviteli tervekhez technológiai utasítások, továbbá minőségi és mintavételi tervek készültek. A munkakezdéshez a mérnökszervezet adta meg az engedélyt. Némely esetben – akár a munkák folyamán – tervmódosításra és változáskezelésre is szükség volt.

Átereszek

Az átereszt kategóriába soroltuk a beton csőátereszeket és két méter nyílásig a vasbeton kerethidakat is. Nem teszünk említést a kis nyílásuk alapján idesorolható

teknőhidakról, amelyeknek a kiváltása a korszerűsítés során megtörtént.

A MÁV vonalain magas töltésben már az 1900-as évek elejétől építettek beton csőátereszeket. Későbbiekben az 1951. évi Vasúti hídszabályzat szerinti terhelésnek megfelelő mintatervek alapján épültek az átereszek, 0,60–2,00 méter nyíláshatárokkal. A 26 beton csőátereszből a hidvizsgálat elfogadható állapotuk alapján – a teherbírás szempontjából a szükséges felújítások elvégzése mellett – 14-et megfelelőnek ítélt.

Gödöllő után a 398+13 hm szelvényben egy 1936-ban épült és 1978-ban mindkét oldalt meghosszabbított 2,0 m nyílású beton csőáteresz felett az átvezetett töltés 3,50 m magas. A mostani pályakorszerűsítés során a hídszakértői vizsgálat az átereszt teherbírás szempontjából megfelelőnek és felújításra alkalmasnak ítélte. Megjegyezzük, hogy az 1930-as években a vasúti hidaknál figyelembe veendő tengelyterhelés már $2 \times 5 \times 22$ tonna volt. Az új alépítményi keresztmetszet átvezetéséhez az átereszt bal oldalon meg kellett hosszabbítani. A toldás vasalt betonból készült. A munkák során felújították a betonszerkezetet és a hid környezetét is rendezték (1. kép).

A vonalszakaszon lévő többi, 0,8–1,0 m nyílású, magasított szelvényű beton csőáteresz az 1960-as években épült, és a későbbiekben két oldalon toldották. Az átereszek felett az átvezetett töltés meghaladja a 2,0 m-t. A műtárgyak állapotuk és anyaguk alapján, valamint az elvégzett felújítási munkákat követően tovább biztosítják az időszakos vízfolyások átvezetését.

Az átereszek közé sorolt 2,0 méternél nem nagyobb nyílású vasbeton kerethidak az 1980-as években mintaterv alapján épültek meg, előregyártott kivitelben. A jellemzően 1,50/1,50 m nyílású átereszekben csak a tervezett felújítási munkákat kellett elvégezni. Az átereszek helyreállított vagy új szigetelést kaptak, ezt követően elkészült a vasbeton szerkezetek javítása és felületkezelése is. A kerethidakat az alépítmény profiljának megfelelően egy vagy mindkét oldalon meghosszabbították (2. és 3. kép).

A MÁV vonalain 2007-től új, korszerű előregyártott vasbeton keretelemek épülnek be. Ezeknél a szerkezeteknél a vízzáró beton minősége miatt nem alkalmaznak szigetelést, a csatlakozásoknál nütös-gumigyűrűs a kapcsolat. A vonalfelújításkor 26 helyen ilyen zárt kerethíd készült át-



4. kép. Új építésű 1,50/1,50 m nyílású keret (232/3 szelvény)



5. kép. Új építésű 1,50/2,00 m nyílású keret, a bagi Farkasvölgyi-árok

ereszek kiváltására vagy hidak pótlására. A beépítési utasítás nem írja elő az illesztési hézagok védelmét, de alkalmazásuk során több helyen szigetelőlemez-csíkkal takarták le a csatlakozásokat. Az elemek beemeléskor különféle technológiai megoldásokat használtak a pontos illesztések kialakítására, a hézagok „kezelésére”. A kerethídelemek vertikális és horizontális elhelyezése általában tűrési határon belül valósult meg.

Pécel és Isaszeg között, a 232/3 szelvényben 1,00 m nyílású avult csőáteresz helyére 1,50/1,50 m nyílású keret épült (4. kép). A 453/4 szelvényben, a Farkasvölgyi-árok 1,80 m nyílású békaszájszelvényű csőátereszeinek kiváltására 1,50/2,00 m nyílású előregyártott elemekből kerethíd épült (5. kép).

A munkáknál jellemzően az 1,5/1,5 m és 2,0/2,0 m nyílású elemeket használták.

Az előregyártott keretelemek gyártói a Csomiép Kft. és az SW Umweltechnik Magyarország Kft. voltak.

A vonalszakaszon a megváltozott pályá- és egyéb körülmények miatt a felszíni vizek átvezetésére két helyen új átereszt kellett kialakítani. A két új DN 1000 vasbeton cső átsajtolással épült be, felettük a takarás több mint 2,0 m.

Minden kategorizálásban, osztályozásban lehetnek kivételek. A vonalkorszerűsítés során több hídból a nyílás beépítését követően átereszt lett. Erre példa a 432/3 szelvényben levő 1936-os építési évszámmal jelzett (2,84 m nyílású) rossz állapotú kőboltozat. Építéskori belmagassága 2,60 m körüli volt – akár földút átveze-



6. kép. Vasbeton kerettel bélelt boltozat

tését is szolgálhatta. A boltozat anyagának minőségét nem lehetett megállapítani, mert feltételezhetően az 1950-60-as években már 14 darab 1,60 m széles vasbeton elem béleléssel látták el. Az engedélyezési tervhez végzett hídvizsgálatkor a nyílás – a feltöltődés miatt – már csak körülbelül 1,5 m magas volt. A boltozat bélelése 1,50/1,50 m nyílású keretelemekkel történt (6. kép). Az elemek terv szerinti helyükre történő behúzása után a boltozat és a vasbeton elemek közötti teret betonnal töltötték ki. A 23,0 m hosszú boltozat kiváltására – és „toldására” – összesen 28,06 m hosszú bélelés készült.

Vasbeton hidak

A vasbeton hidak állománya szélesített teknő-, valamint padkaátvezetési lemez-



7. kép. 9,0 m nyílású Egres-patak-híd



8. kép. Hídnílásba beépített 2,50/1,50 kerethíd

hidakból tevődött össze. Ezek jelentős része különféle átalakítási munkák eredményét tükrözték, a korszerű vasúti pályához a szerkezetek már általában nem feleltek meg. A 16 régi vasbeton anyagú hídból csak kettő lemezhid bizonyult felújíthatónak.

Az átépítési szakasz elején (121/2 szelvényben) levő 10,0 m nyílású Rákospatak-hídon és a 465+14 szelvényben a 9,0 m nyílású Egres-patak hídján (7. kép) a szigetelés felújítása mellett az általános hídkörnyék-rendezéssel együtt elkészültek a betonjavítási és felületvédelmi munkák is.

Az avult vasbeton teknőhidak közül akadtak olyanok is, amit a hídnílásba elhelyezett vasbeton keretelemekkel váltottak ki. Például Hévízgyörk és Galgahévíz megállóhelyek között az 543+12 szelvényben lévő 2,70 m nyílású teknőhídnál a felszerkezet elbontása után 2,50/1,50 m nyílású vasbeton keretelemeket építettek be (8. kép). Az 552+52 szelvényben lévő hasonló nyílású hídnál 2,5/2,0 m nyílású elemeket használtak.

Másik két régi vasbeton lemezhídnál – a Máriabesnyő megállóhelyen lévő gyalogos-aluljárónál és Gödöllőn egy földutat átvezető 5,96 m nyílású aluljárónál – a felszerkezet cseréjével meg lehetett tartani az alépítményi részeket. A 4,0 m nyílású gyalogos- és peronaluljáró új vasbeton pályalemezén – a kis szerkezeti magasság kötöttsége miatt – a vasúti pálya átvezetése rugalmas ágyazású közvetlen lekötéssel készült (9. kép).

Két új, tartóbetétes vasbeton híd épült. Az egyik a Gödöllő területén lévő Besnyő utcai közúti aluljáró. A korábbi 6,0 m nyílású vasbeton híd helyett új, 11,0 m nyílású tartóbetétes vasbeton lemezhid épült (10. kép) síkalapozással, szerkezeti kialakítás szempontjából két egyvágányú vasúti hídként. (Az alépítményi részek között is építési hézag van.)

A Tura–Hatvan közötti korrekciós szakaszon egy 17,10 m nyílású tartóbetétes kétvágányú hídszerkezet épült, a nagytengegyben építési hézaggal. A hídnílás az Emse-patak medre és egy mezőgazdasági út felett van (11. kép). Korábban a vonalat egy szintbeni útátjáró keresztelte, a vízfolyást 1,90 m nyílású téglaboltozatban vezették keresztül.

Mindkét hídnál – más-más ok miatt – a hídszerkezeti munkák a pályaeépítések előtt jóval korábban készültek el. A korrekciós szakaszon az új alépítmény

konzolidációjának kivárása miatt később történt meg a vágányátkötés.

Amikor az elkészült hídszerkezetekhez megépült a csatlakozó alépitmény, szinte magától adódott a lehetőség, hogy a hidak próbatelhelését közúti járművel végezzük el. A terhelésre kötelezett hidaknál általában nehéz biztosítani, hogy az építés közbeni terhelés (igénybevétel) ne haladjon meg a hasznos teher értékének felét. Ez az úgynevezett „kézi” pályáépítési technológiával lenne biztosítható, ami számos esetben – mai kivitelezési módszerek mellett – nehezen alkalmazható.

Mivel a felszerkezetek építési hézaggal épültek, így elegendő volt „vágányonkénti” teherpróba elvégzése. A tartóbetétes vasbeton szerkezetnél el lehetett tekinteni a gyorspróbától, mivel abból nem volt várható érdemi adat. Azt az üzemelő vasútnál a szakértői vizsgálat szemrevételezéssel „végezte”.

A próbatelhelő jármű két négytengelyes 40 tonnás tehergépkocsi volt. A statikus teherállást lépésben áthaladó járműterhelés követte.

A tartóbetétes vasbeton hidaknál a közúti járműteherből keletkező igénybevétel meghaladta a számított vasúti teher 90%-át. Mindkét hídnál a mért és számított alakváltozások aránya 60% körüli, maradó alakváltozások pedig csak az engedélyezett érték harmada volt. A hídszakértői vizsgálatokat és a próbatelhelést követően az elkészült hidakat ideiglenesen, majd végleges forgalomba helyezték [6].

Pécel–Isaszeg között a Rákospatak három helyen keresztezi a vasutat. Az építéskori műtárgyak feltételezhetően vashidak voltak. A nyilvántartási tervek alapján a 277/8 szelvényben (Isaszegen) lévő felsőpályás acélhidat 1961-ben építették át teknőhíddá. A híd falazati és alapozási részeiben fellelhetők 1881-es és 1949-es szerkezeti elemek is.

A három vasbeton hidat többször átépítették, majd szélesítették. Az egyik híd törzskönyvében említést tesznek arról, hogy az alapozásnál a tözeges talaj miatt korábban fenyőcölöpöket is használtak. Az előzmények miatt a három teknőhid helyett új vasbeton lemezhidakat terveztek, egyet síkalapozással, kettőt fúrt cölöpalapozással.

A Strabag Általános Építő Kft. javaslatára az Unique-Plan Kft. mindhárom keresztezésre előregyártott vasbeton héjelemek alkalmazásával töltésátvezetéses, azonos nyílású hidat tervezett. A



9. kép. 4,0 m nyílású híd új vasbeton pályalemez, Máriabesnyő



10. kép. Besnyő utca, 11,00 m nyílású tartóbetétes lemez híd



11. kép. 17,10 m nyílású tartóbetétes lemez híd az Emse-patak és földút felett



12. kép.
Elhelyezett
ConSpan
elemek (218/9
szelvény)



13. kép.
Elkészült
ConSpan híd
(277/8 szelvény)



14. kép.
Új felszerkezet
beemelése,
Galga-patak-
híd



15. kép.
Pályaátvezetés
az új Galga-
patak-hídon

cél az építési időtartam minimalizálása volt, az alapozást – a korábbi tervtől eltérően – vert cölöpökkel tervezték.

A felszerkezet CONSPAN O427 előregyártott vasbeton héjelemek alkotják. A 25 cm vastag elemek között összedolgoztató kapcsolat van, csuklós megtámasztásukat az alapozásban kialakított hornyok biztosítják. A héjelemekre vonatkozó statikai számítást a Viacon Hungary Kft. – az előregyártott vasbeton héjelemek forgalmazója – készítette. A hidak alapozása két sorban elhelyezett, 30×30 cm keresztmetszetű, előregyártott vert cölöpök. A cölöpösszefogó gerendákat előregyártott vasbeton gerendák kötik össze a felszerkezetről átadódó vízszintes erők felvételére [7].

A hídhoz csatlakozó töltés lezárására 40 cm vastagságú szárnyfalak épültek. A szárnyfalak alsó élei a cölöpösszefogó gerendába be vannak fogva. Ez utóbbiak és a szárnyfalak földdel érintkező felületeit talajnedvesség elleni védelemmel látták el.

A MÁV Zrt. a kiviteli tervek jóváhagyásában előírta, hogy a műtárgyakat legalább 50-60 cm vastag alépítmény-átvezetés megépítését követően 40 tonnás teherkocsival, a vasúti pálya megépítését követően pedig M61-es mozdonnyal kell próbaterhelni. A mérések során a támaszoknál elmozdulást egyik esetben sem észleltünk. A héjelemeken csak az első (tehergépkocsi) teherpróbánál keletkezett maradó alakváltozás mértéke csupán az engedélyezett érték negyede volt. Az összes mérés során az íven az elmozdulások („lehajlások”) átlagértéke a számított érték ~20%-a volt.

Ilyen szerkezeti kialakítású hidak első alkalommal épültek be a MÁV vonalhalózatába (12. és 13. kép). A hídvizsgálati jelentésekben és a próbaterheléseknél rögzített adatok alapján az előregyártott vasbeton szerkezetek jól vizsgáltak, sikeresen megtörtént forgalomba helyezésük.

Az itt szerzett tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy ezek a héjelemes vasbeton szerkezetek megfelelő építési technológia és töltésméret mellett – 10,0 méternél kisebb nyílásméret esetén – akár próbaterhelés nélkül is alkalmazhatók lehetnek vasúti műtárgyként.

Acélszerkezetek

A vonalszakasz egyedüli vasúti acélhídja az Aszód állomás előtti 15,00 m nyílású felsőpályás gerinclemezes, hídfás leerő-

sítésű, nyílt pályás 2 darab egyvágányú Galga-híd volt. A vonalkorszerűsítés során a vágánytengely eltolódott, amelyhez a sínkoronaszint jelentős változása is társult. Az avult felsőpályás áthidaló acélszerkezeteket elbontották. A kivitelezés teljes vágányzárban, mindkét vágány kizárásával történt. Az új ortotróp pályalemez acélfelszerkezetek új cölöpalapozású hídfőkre épültek be (14. és 15. kép). Az alátámasztó saruk forgalmazója a Pannon-Freyssinet Kft., a beállítást a kivitelező végezte. A saruk nemcsak hosszirányú mozgást biztosítanak, hanem a keresztirányú elmozdulást is lehetővé teszik. A hídfők mögött a MÁV D.11. Utasítás szerinti háttöltés épült a szükséges hosszúságú átmeneti szakasszal. A két egyvágányú hídszerkezeten a pálya átvezetésénél biztosítani kellett az átmeneti ívből adódó vízszintes eltolódások és a túlemelés változását. Egy korábbi cikk részletesen ismerteti az alkalmazott Pandrol VIPA SP közvetlen leerősítésű rendszert [4].

Ebben a fejezetben említjük meg, hogy Rákos állomás végpont felőli bejaratánál épült egy acélszerkezetű, konzolos kialakítású jelzőtárhoz híd, ennek szerkezetét kimutatásaink nem tartalmazzák.

Gyalogsközlekedés műtárgyai

A vonalon lévő három alsópályás, rácsos főtartójú gyalogos-felüljáró acélszerkezete több szempontból nem felelt meg, ezért elbontották. Rákosligeten az útátjárónál biztosították a szintbeni átjárást, Pécel és Gödöllő állomásokon a gyalogosok és utasok közlekedésére új aluljárók épültek.

Bag megállóhelyen a helyi adottságok kedvezőek egy korszerű, új gyalogos-felüljáró létesítéséhez. Az áthidalók előregyártott L keresztmetszetű vasbeton szerkezetek, amelyek együtt dolgoztatását monolit vasbeton lemez biztosítja. Az alépítményi részek szintén vasbeton szerkezetek. A bevágásban levő peronok megközelíthetők lankásan vezető lépcsőkön és lifttel. Az áthidalószerkezet fedett kialakítású (16. kép).

A vonalon korábban csak kettő gyalogos-aluljáró volt. Az egyik a Budapest, X. kerület Bársonyvirág utcához csatlakozik. Az aluljáró csak közforgalmú célt szolgál, felújítási munkája még folyamatban van.

A másik Máriabesnyő megállóhelyen van, nyílása 4,0 m. A sínbetétes felszerkezetű teknőhíd átépült, az új pályalemez közvetlen (Edilon) sínleerősíté-

16. kép.
Bag, gyalogos- és utasfelüljáró



17. kép.
Máriabesnyő, gyalogos- és utasaluljáró



18. kép.
A bal vágányba már beépített keretelemek Akadémiaútelep-nél



sű vasbeton szerkezet. Az áthidaló lemez a szokásostól eltérően íves kialakításával a környezetbe harmonizálva illeszkedik (17. kép). A gyalogos- és utasközlekedési célokat is szolgáló aluljáró környezetét teljesen felújították. Eredeti állapotába állították helyre az utasvárót és a pénztárhelyiséget. A korszerűsített peronon egy – a városrész nevére is utaló – Mária-szobrot állítottak fel. A lépcsőfeljáró felső részén beépített üveg mellvédek reprezentatív megjelenést biztosítanak. A megállóhelyen alkalmazott átlátszó zajvédő falak miatt nincs bezártságérzése az

utasoknak, és rálátást is biztosít a kegytemplomra.

A vonalon az utasok korszerű, külön szintű közlekedésére a meglévő állomásokon öt aluljáró készült, egyet pedig a vonalkorszerűsítés során megépült új Akadémiaútelep megállóhelyen építettek meg. Pécel, Isaszeg, Aszód állomáson és Tura megállóhelyen 4,0 m nyílásúak a vasbeton keretszerkezetek, Gödöllő állomáson a nyílás 6,0 m. A műtárgyak Tura és Akadémiaútelep megállóhelyek kivételével teljes vágányzárban épültek.

A munkagödörök víztelenítése általában



19. kép.
Gödöllő,
gyalogos- és
utasaluljáró



20. kép.
Gödöllő,
utasperon
lifttel, lépcső-
lejáróval

nem okozott különösebb gondot, Aszód állomáson azonban jelentős mennyiségű volt a talajvíz. Az aluljárók szigetelése a helyi viszonyoknak megfelelően tervezett szigetelésekkel készültek.

Az aluljárók közül említést kell tenni az Akadémiaújtelepen létesített utasaluljáró építési technológiájáról. A megvalósítás során, az egyik vágányon folyamatosan biztosítani kellett a vonatközlekedést. Ezért a kivitelezés megkönnyítése érdekében az aluljáró-folyosó a Csomiép Kft. által előregyártott egyedi – 4,0/3,0 m nyílású –, 2,0 m hosszú vasbeton keretelemekből épült meg (18. kép). Aszód állomáson sem volt teljesen kizárva a vasúti forgalom, de az aluljáró építésénél előregyártott elemet nem alkalmaztak.

A műtárgyak közül kiemelkedik a Gödöllőn megépített gyalogos- és utasaluljáró, mind méretében, mind reprezentatív gránit padlóburkolatával, a ragasztott greslap falburkolatával és az üveg

mellvédekkel a lépcsőkarok tetején (19. és 20. kép).

Az aluljáró közvetlen átszállási lehetőségét biztosít azoknak, akik HÉV-en érkeznek az állomás bal oldalára. Ugyancsak az új műtárgyon át közelíthető meg a vasúti pálya jobb oldalán lévő Szent István Egyetem. (Ide – a nagyobb szintkülönbség miatt – lépcsőn és „szerpentinszerűen” kigyózó lejtős járdán lehet feljutni.)

Az aluljáróknál a lépcsőkarok – az utasáramlási irányok függvényében – 2,80–4,00 m szélességűek. Az oldalfalikon kétsoros rozsdamentes acélből fogódkodók vannak felszerelve. A lépcsők egyik szélén vályús kerékpártoló rámpa, a másikon keskeny takarításáv van a gránitburkolatban kialakítva. A biztonságos közlekedést a térdfalvilágítás rejtett világítótesteivel segítik. Az aluljárók a mozgásukban korlátozottak segítségét biztosító tartozékokkal (lift, taktilis sávok, Braille-feliratok) vannak felszerelve.

Farkas Tibor (1950) építőmérnök, mérnök-üzemgazdász a frissen megalakult KTMF legelső végzős évfolyamán 1971-ben szerzett üzem-mérnöki diplomát vasútépítési és pályafenntartási szakon. Ezt követően a MÁV-nál dolgozott 2012-ig. Első munkahelye a Budapest Józsefvárosi pályafenntartási főnökség volt, ahol gyakorló-, majd szakaszmérnökként 1977-ig dolgozott. Ezt követően a MÁV Budapesti Igazgatóság II. Osztályán hídvonalbiztos 10 éven át, majd osztályvezető-helyettes 6 esztendőig. A Pénzügyi és Számviteli Főiskola elvégzése után (1993-ban) áthelyezik a MÁV Vezérgazgatóság volt 6. Szakosztályába. Ott (és mindenkor jogutódjában) 19 évig pályalétesít-ményi beruházási ügyintézőként, mint a szakterület forrásgazdája, majd az utolsó években pályás területi főmérnöként dolgozott. Nyugdíjazása után különböző szakmai tanfolyamokon oktat, ezenkívül hidvizsgálatokban vesz részt pályás és hidász szakértőként.

Az új aluljáróknál (és a bagi felüljárónál is) a liftek gépészeti szerelése már folyamatban van, az üzembe helyezésük várhatóan 2021 nyarán történik meg.

Közúti felüljárók

A vonalkorszerűsítés során jelentős eredmény a közúti útátjárók (szintbeni keresztelődések) számának csökkentése. Öt kiemelt fontosságú helyen korszerű közúti felüljáró létesült. Az új műtárgyakból kettő Budapesten, a többi pedig Pécel, Isaszeg és Gödöllő városok kezdőpont felőli végén épült meg. Bagon és Gödöllőn a vasút feletti hidak különböző mértékben lettek felújítva.

A Budapest, XVII. kerületi Cinkotai útnál megépült új közúti híd mellett a gyalogosok egy 3,60 m széles pedeSTRAIL burkolatú – fénysorompóval és labirintorkorlattal biztosított – gyalogátjárón keresztül kerékpártoló a vasúti pályát (21. kép).

Gödöllőn, a Köztársaság úti közúti felüljáró vasút feletti átívelése igen impozáns megjelenésű (22. kép).

Összefoglalás

A Rákos–Hatvan-vasútvonal korszerűsítése során jelentős hídfelújítási és hídepítési munkák történtek. Ezek közül egy-egy

2. táblázat. A vonalkorszerűsítés hídmunkái

BEAVATKOZÁS	Áteresz		Boltozat	Vasbeton híd		Acélhíd	Összesen	Gyalogos-felüljáró	Közúti híd
	Beton	Vasbeton		Keret	Lemez				
Kiindulási állapot, 2017	26	25	2	1	16	1	71	3	7
Megszüntetés	12	9	2	0	14	1	38	3	0
Felújítás	14	16	0	1	2	0	33	0	2
Új műtárgy építése	0	29	0	8	9	1	47	1	5
Vonalkorszerűsítés után, 2020	14	45	0	9	11	1	80	1	12

szerkezet külön részletes ismertetést is megérdemelne.

A hídmunkák összegzése:

- A leírásból nem derül ki, de eredménynek könyveljük el két áteresz pótlás nélküli megszüntetését.
- Számos átereszt sikerült jó karba helyezni, eredményesnek mondhatjuk az előregyártott vasbeton elemek használatát. Egyedi mérettel még aluljáró építéséhez is alkalmazták.
- Meg kell említenünk, hogy az átereszekhez csatlakozó medrek vízvezetéseit a befogadóhoz nem minden esetben sikerült megnyugtatóan rendezni.
- Esztétikus műtárgyak épültek. Az átépített hidak közül – környezetével is – kitűnik Máriabesnyő megállóhely gyalogos- és utasalujjárója. Az új, 11,0 és 17,10 méteres nyílású vasbeton lemezhidak korszerű vasútkeresztezést biztosítanak.
- A Rákos-patakot három helyen is áthidaló boltívekről a külső szemlélő nem is tudja, hogy a vasútnál egy elsőként alkalmazott szerkezeti megoldást lát. Előregyártott vasbeton héjelemekből épültek a hidak, cölöpalapozással. (Mivel a támaszok vízszintesen össze vannak kötve, erőtanai rendszere: álv.)
- A kivitelezők, a hídepítők méltán büszkélkedhetnek az új, több szempontból korszerű kialakítású, 15,55 m támasz közötti Galga-híd felszerkezeteivel.
- A vonalszakasz korszerűsítésének látványos és szembeötlő létesítményei az újonnan megépült aluljárók. Korszerű kialakításukkal akadálymentes és biztonságos közlekedést biztosítanak a gyalogosoknak és utasoknak.
- Külső szemlélő számára talán a leglátványosabb a felújított vasúti pálya felett átívelő közúti hidak képe. Nem is sejtik, milyen fontos a szerepük a biztonságban, ami a külön szintű közlekedést teszi lehetővé.
- Valamennyi műtárgy helyszínén még a környezetet rendezni kell, a közforgal-



21. kép. Budapest, Cinkotai úti közúti felüljáró



22. kép. Gödöllő, Köztársaság úti közúti felüljáró

mú létesítményeknél a csinosításokat be kell fejezni.

A hidakon, átereszeken elvégzett beavatkozásokat és az átépítési munkák eredményeként elért új műtárgyösszetételt – a kiindulási állapottal összehasonlíthatóan – a 2. táblázat mutatja. A hídállomány megfiatalodott, a vonalszakasz műtárgyainak átlagéletkora 2020-ban 40 év lett.

A vonalszakasz rekonstrukciója több évtizedre biztosítja a megnövelt pályaparamétereket. Az elkészült hídfelújítások, hídepítések nagyban hozzájárulnak a tervezett tengelyterhelés- és sebességemeléshez, a korszerű utaskiszolgáláshoz, valamint a vasúti pálya biztonságos külön szintű keresztezéséhez. «

Irodalomjegyzék

- [1] Nagy Tibor. 150 éve nyílt meg a Hatvan–Miskolc-vasútvonal (1. rész). *A vasútvonal építésének előzményei. Sínek Világa* 2020;1:27.
- [2] Nagy Tibor. 150 éve nyílt meg a Hatvan–Miskolc-vasútvonal (1. rész). *A vasútvonal építésének körülményei. Sínek Világa* 2020;2:1.
- [3] Török Gergely, Gregovszki Ágnes. *A területi igazgatóságok bemutatása (6. rész). Sínek Világa* 2018;1:9.
- [4] Apró Andor. *A 80a vasútvonal korszerűsítése Rákos–Hatvan állomások között. Sínek Világa* 2020;4:7-16.

[5] Rákos (kiz.)–Hatvan (kiz.) beruházás engedélyezési és kiviteli hídrtervei.

[6] Rákos (kiz.)–Hatvan (kiz.) hidak vizsgálati és próbateljesítési jegyzőkönyvei.

[7] CON/SPAN Előregyártott elemekből álló hídszerkezet – Viacon Hungary Kft. Edition 07/2016.

Summary

In the course of the track modernization works of Rákos (excluded) – Hatvan (excluded) railway line section, the total renewal of the existing culverts and bridges was executed. The authors present the states before starting of the work according to bridge types. We can learn that what kind of qualitative and quantitative change happened in the composition of the bridges. We get an insight into the constructional works of the reinforced concrete slab bridges and the reinforced concrete shell-element (false) arch bridges applied at MÁV at first, and into the measuring results of load tests. The average age of the railway bridge stock decreased from 60 to 40 years. Beside the bridge renewals the establishment of 6 new pedestrian and passenger underpasses, and road overpasses displacing 5 level crossings is a significant result.



Hagyományos vágány dilatációs viselkedése

Kovács Miklós

PL vezetőmérnök

MÁV Zrt. Pályafenntartási

Főnökség, Pécs

✉ kovacs.miklos5@mav.hu

☎ (30) 835-1231

Az elmúlt fél évszázadban kedvezőbb fenntartási igényük miatt elterjedtek a hézag nélküli vágányok. A hézag nélküli vágányok kialakításának azonban vannak létesítési határai, mint például a kis sugarú ívek. Az 1970-es évek óta hézag nélküli vágányra átépült vasútvonalakon, ahol az ívkorrekcióra nem volt lehetőség, ott az ívekben a közel múltig továbbra is hagyományos kialakítású maradt a pálya. De ezenfelül is még jócskán akadnak olyan vonalak, vágányrészek, amelyek hagyományos kialakításúak a mai napig.

A vegyes vagy teljes egészében hagyományos kialakítású vágányrészek fenntartása igen nehézkes és élőmunka-igényes. Elsősorban igaz ez a hagyományos és a hézag nélküli vágányok csatlakozásánál kialakított lélegző szakaszokra. Az ilyen vágányszakaszok sínvándorlást vizsgálását a közelmúltban megjelent rugalmas sínvándorlást vizsgálók megjelenéséig kizárólag az OETL-kengyelek felhelyezése jelentette. A jelenleg érvényes D.12/H utasítás azonban a rugalmas sínvándorlást csak ideiglenes jelleggel, például sín-törések helyreállításánál, illetve tartósan azon vasbeton aljak esetén engedélyez alkalmazni, ahol alátételemez híján az OETL-kengyel nem alkalmazható.

A másik komoly nehézséget jelentik a nagy élőmunka- és anyagigényt kívánó hagyományos illesztések.

A kivetődés veszélye a kis sugarú ívekben a hőmérséklet-változásból származó nyomófeszültség vágánytengelyre merőleges erőkomponense miatt erősen megnő. Ezért a kis sugarú íveket általában nem, vagy megadott ívsugarig csak különleges szerkezetek (korábban biztonsági sapka, manapság ágyazatragasztás) beépítésével lehet összeheszesíteni.

A vizsgálatom célja az volt, hogy a hagyományos kialakítású kis sugarú ívekben alakulhat-e ki közel azonos nagyságú vagy nagyobb nyomóerő a hézagok záródása után keletkező nyomófeszültségből, mint

a tényleges semleges hőmérsékleti tartományon belül kialakított hézag nélküli vágányokban.

A sínhőmérséklet, az illesztési hézag és a síndilatációs erőből származó nyomófeszültség kapcsolata

A hézag nélküli vágányokban a dilatációs erőből keletkező nyomó-, illetve húzófeszültség határokon belül tartására az 1987-ben kiadott D.12/H műszaki útmutató a TSH-zónát +15 °C és +23 °C között határozta meg. A tényleges semleges hőmérsékleti tartományt a 2009-ben kiadott D.12/H utasítás [1] +15 °C és +28 °C közé emelte. Ennek magyarázata az, hogy a nyári maximum-hőmérséklet emelkedése miatt csökkenték a kivetődés veszélyét. Viszont a hagyományos kialakítású vágányok fektetési hézag táblázatában módosítás nem történt. Ennek jelentősége a következő:

A rövidsínű vágányokban – kellő nagyságú hőmérséklet-változás következtében – a sínek teljes hosszukban képesek dilatálni, és szélső hőmérséklet esetén sem alakul ki a teljes hézagnyitás, illetve -záródás. A hosszúsínű vágányok esetén viszont a teljes hézagnyitás és -záródás a szélső hőmérsékleti értékek elérése előtt létrejön, így jelentős belső erők ébrednek bennük.

A hazánkban jellemző 24 m hosszú sínekkel fektetett vágány hosszúsí-

nes vágánynak minősül a hézagzáródás után fellépő nyomófeszültség és a teljes nyitás után kialakuló húzófeszültség miatt. A 24 m hosszú vágánymező sínvégei 31-32 °C-on záródnak osztott leerősítés esetén a fektetési hézag táblázat alapján. A további hőmérséklet-emelkedés már nyomófeszültséget hoz létre.

A hézag táblázat módosítása valószínűleg a hagyományos vágányok létesítésének visszaszorulása miatt maradt el. Viszont ettől függetlenül, amíg léteznek és létesítenek, akár kis számban is, hevederes kialakítású vágányt, addig szükség van egy valós hőmérsékleti viszonyokra létrehozott hézag táblázatra.

A kialakítandó hézagot a fektetett mező hosszán kívül befolyásolja a sínleerősítés típusa is. Síncsavaros sínleerősítésnél közel gátolatlan a dilatáció, csak a „H” heveder ellenállása hat. A sín talpa és az alátételemez között elhanyagolható a súrlódás. A nagy szorítóhatású sínleerősítés (például GEO-s osztott leerősítés) esetén a dilatáció viszont mindvégig gátolt. Így minél jobb műszaki állapotban van egy hagyományos vágány, annál nagyobb normálérők jönnek létre a sínben. Minél nagyobb a sínleerősítés szorítóhatása, annál nagyobb hőmérséklet-változás után történik a hézagzáródás vagy a teljes nyitás. A hagyományos vágányok fektetési hézag táblázata az 1. táblázatban látható.

Hagyományos vágányban kialakuló, kétirányú szélső hőmérséklet-ingadozásokra jellemző hézag-ciklusdiagram gátolt dilatáció esetén

A fektetési hézag táblázat megmutatja, hogy adott sínhőmérsékleten mekkora illesztési hézagot kell kialakítani a hagyományos vágány fektetésénél. Ez biztosítja, hogy ne alakulhassanak ki a már említett károsan nagy nyomó-, illetve húzófeszültségek a sínhőmérséklet emelkedése, illetve süllyedése miatt.

Gátolatlan dilatáció esetén a sín hőmérsékletének változásával az illesztési hézag közel a fektetési hézagtáblázatban megadott – egyenes vonalat alkotó – értékeken mozog. Az eltérés oka a már említett heveder-ellenállás.

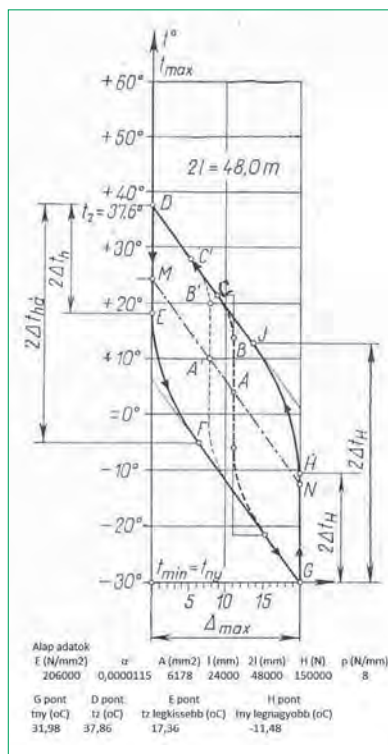
Gátolt dilatáció és jó szorítóhatású sín-leerősítés esetén a fektetési hézagtáblázat értékei csak fektetéskor érvényesek, a fellépő heveder- és a hosszirányú ágyazat-ellenállás miatt. Az üzem alatt kialakuló illesztési hézagok erősen eltérhetnek a fektetési hézagtól ugyanazon a hőfokon.

A fektetési hézagtáblázat szerint fektetett hosszú sínnél a hőmérséklet emelkedése vagy süllyedése esetén, amíg a dilatációs erő nem győzi le a heveder- és az ágyazati ellenállást, addig a síndilatáció nem következik be teljes sínhosszban. Tehát a gátolt dilatáció miatt elég nagy hőmérséklet-változás hatására sem, vagy csak részben dilatál a sín. Így a hőmérséklet emelkedését követő hűlés esetén kisebb illesztési hézagot mérhetünk. Ugyanígy hőmérséklet-csökkenés utáni hőmérséklet-emelkedés után nagyobb a mért hézag. A szakirodalom (*dr. Nemesdy Ervin Vasúti felépítmény tankönyv*, Budapest, 1966) [2] a ciklusdiagramot 48 m hosszú vágány esetében mutatja be. Ezen szemléltetve azt a helyzetet, hogy egy hézagmérethez több sínhőmérséklet, illetve egy sínhőmérsékletre több illesztési hézagméret tartozhat a ciklusdiagramon belül. A diagram területét viszont erősen befolyásolja az ágyazat tisztasága, állapota, valamint a hevederek, kapcsolószerek karbantartottsága. Így a kialakuló hézagsínhőmérséklet-diagram is folyamatosan változik e paraméterek folyamatos változásával.

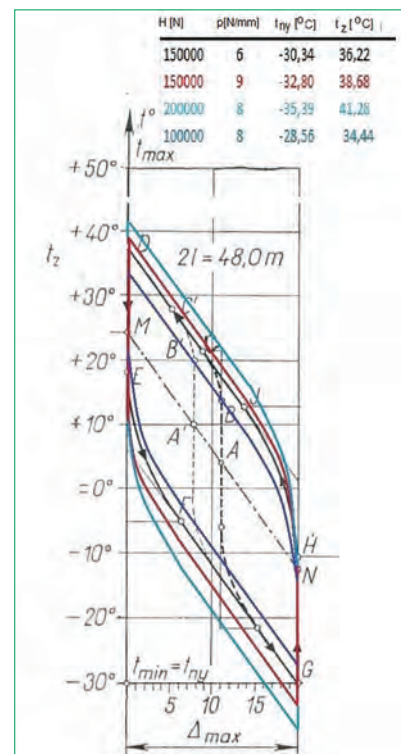
Az 1. ábra a 48 m hosszú hagyományos vágány hézagdiagramját mutatja a vágányellenállások figyelembevételével. A tankönyvi diagram a számítási alapadatokat nem tartalmazza. Mivel a hézagokra jellemző több tényező is befolyásolja, így egy lehetséges vágányállapot-kombinációval igazolható az ábrázolt értékek. Az ábra megmutatja, hogy adott műszaki paraméterek mellett (ágyazati ellenállás, heveder-ellenállás stb.) milyen határok között mozoghat a hézag. Ahhoz, hogy a sín dilatálni tudjon, le kell győznie a vele ellentétesen ható ellenállást. Csak ez után tud megkezdődni a dilatáció. Ennek hatására tolnak szét a tartomány határolóvonalai. Tehát az illesztési hézag változása csak akkor tudja követni a hőmérséklet-változást, ha a belső erők

1. táblázat. Eltérő sínhosszak fektetési hőmérsékletéhez tartozó hézagméret

Hézag nagyság	Fektetési sínhőmérséklet °C-ban			
	24 m	21 m	24 m	36 m
	nyílt lemezes	GEO-leerősítéses		
0 mm	+39 – +40	+40–	+31 – +32	+32–
1 mm	+35 – +38	+36 – +39	+27 – +30	+29 – +31
2 mm	+31 – +34	+31 – +35	+23 – +26	+26 – +28
3 mm	+28 – +30	+27 – +30	+20 – +22	+24 – +25
4 mm	+24 – +27	+22 – +26	+16 – +19	+22 – +23
5 mm	+20 – +23	+18 – +21	+12 – +15	+19 – +21
6 mm	+17 – +19	+13 – +17	+9 – +11	+17 – +18
7 mm	+13 – +16	+9 – +12	+5 – +8	+14 – +16
8 mm	+10 – +12	+6 – +8	+2 – +4	+12 – +13
9 mm	+6 – +9	+2 – +5	+1 – +2	+10 – +11
10 mm	+2 – +5	-2 – +1	-3 – -6	+7 – +9
11 mm	+1 – -1	-3 – -6	-7 – -9	+5 – +6
12 mm	-2 – -4	-7 – -10	-10 – -12	+2 – +4
13 mm	-5 – -8	-11 – -14	-13 – -16	0 – +1
14 mm	-9 – -12	-15 – -18	-17 – -20	-1 – -3
15 mm	-13 – -15	-19 – -24	-21 – -23	-4 – -5
16 mm	-16 – -19	-23 – -26	-24 – -27	-6 – -7
17 mm	-20 – -23	-27 – -30	-28 – -30	-8 – -10
18 mm	-24 – -27			-11 – -12
19 mm	-28 – -30			-13 – -15
20 mm				-16 – -17



1. ábra. 48 m hosszú vágány hézagdiagramja



2. ábra. 48 m hosszú vágány diagramja eltérő ágyazati és heveder-ellenállás esetén

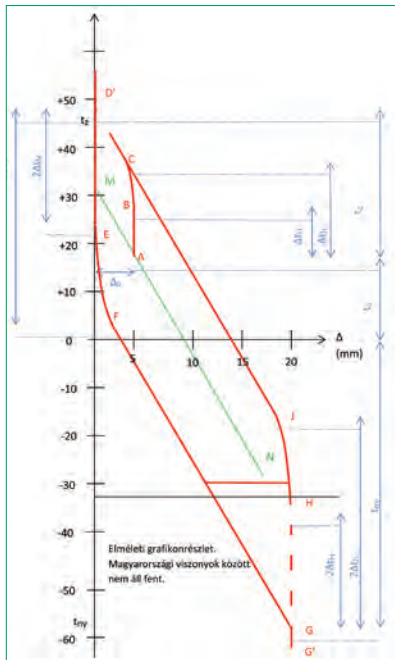
legyőzik a vágányellenállásokat. Ennek okán egy sínhőmérsékletre több illesztési hézag tartozhat, illetve egy illesztési hézag több sínhőmérsékleten is létrejöhét.

A 2. ábra megmutatja, hogy az ágyazati

ellenállás (p [N/mm]) és a heveder-ellenállás (H [N]) változása milyen nagymértékben képes módosítani a hézagábrát. Megállapítható, hogy a hézagdiagram folyamatosan változik a vágány műszaki

2. táblázat. A 3. ábrához tartozó alapadatok

Alapadatok								G pont	D pont	E pont	H pont
E [N/mm ²]	α	A [mm ²]	l [mm]	t [°C]	H [N]	P [N/mm]	t ₀ [°C]	t _{ny} [°C]	t _z [°C]	t _{z min} [°C]	t _{ny max} [°C]
20 6000	0,0000115	6 178	12 000	24 000	200 000	8	12	-59,29	47,06	19,73	-31,96



3. ábra. 24 m hosszú vágány hézagdiagramja a vágányellenállások figyelembevételével

állapotával, így annak értékei nem tekintendők állandónak, csak a hézagváltozás jellegét mutatják meg.

24 m hosszú vágány szélső hézagdiagramja a vágányellenállások figyelembevételével

Mivel a 24 m hosszú sínekkel fektetett, nagy szorítóhatású sínleerősítéssel lekötött vágány hosszúsínes vágány, így a kialakuló gátolt dilatációk figyelembevételével meghatározhatjuk annak szélső ciklusdiagramját.

Heveder-ellenállás legyőzéséhez szükséges hőmérséklet-változás:

$$\Delta t_H = \frac{H}{\alpha \times E \times A}$$

„H” heveder-ellenállás [N], „E” rugalmassági modulus [N/mm²],

„A” sínkeresztmetszet [mm²], „ α ” hőtágulási együttható.

Heveder- és ágyazati ellenállás leküzdéséhez szükséges hőmérséklet-változás:

$$\Delta t_H = \frac{H + p \times l}{\alpha \times E \times A}$$

„p” ágyazati ellenállás [N/mm], „l” dilatálási hossz [mm].

Záródási hőmérséklet-változás:

$$\Delta t_z = \frac{\Delta_0}{\alpha \times 2l} + \frac{H}{\alpha \times E \times A} + \frac{p \times l}{2 \times \alpha \times E \times A}$$

„ Δ_0 ” fektetési hézag [mm].

Záródási hőmérséklet:

„t₀” fektetési sínhőmérséklet [°C]

$$t_z = \Delta t_z + t_0$$

A legkisebb hőmérséklet folyamatos hőmérséklet-csökkenés esetén, ahol a hézagnyitás elindul:

$$t_{z \min} = t_z - 2\Delta t_H$$

Nyitási hőmérséklet:

$$t_{ny} = \Delta t_z - t_0$$

A legnagyobb hőmérséklet folyamatos hőmérséklet-emelkedés esetén, ahol a hézagzáródás elindul:

$$t_{ny \max} = t_{ny} + 2 \times \Delta t_H$$

Vegyük példaként egy 48 rendszerű, LX vasbeton aljas, 24 m hosszú sínmezővel kialakított vágányt, jól fenntartott 6 lyukú, 900 mm-es szöghevederrel, közepesen szennyezett ágyazattal, fektetés után emelkedő hőmérséklettel. A fektetési hézag táblázatból, a szélső értékeket keresve, az 5 mm-es fektetési hézaghoz (12°C-15°C) legalacsonyabb t₀ hőmérsékletet válasszuk (+12 °C). Kiinduló feltevés, hogy a sántalpat leszorító erő olyan nagy, hogy nem a sín hosszirányú eltolási ellenállása, hanem a hosszirányú ágyazatellenállás a mértékadó dilatációs szempontból. Ez azt jelenti, hogy a legnagyobb dilatációs erő sem okoz hosszirányú sínmozdulást a keresztaljhoz képest, hanem a keresztalj mozdul el az ágyazatban.

A 3. ábra a fektetés után bekövetkező egyirányú hőmérséklet-változásokat mu-

tatja a legmagasabb szélső hőmérséklet elérése után a legalacsonyabb sínhőmérsékletig, majd az újbóli szélső hőmérséklet-emelkedés által kialakulható hézagábrát [2] (A-B) (lásd még a 2. táblázatot). A fektetés után a hőmérséklet emelkedésével a sínben ébredő feszültségnek le kell győznie a heveder-ellenállást, a hézag mérete nem változik.

1. (B-C) A hőmérséklet további emelkedésével az ágyazati ellenállást is le kell győznie a gátolt dilatációnak. A hézag folyamatosan fogyni kezd. A sínvégek mozgása nem lineáris a hőmérséklet emelkedésével, hanem négyzetesen nő, míg a lélegző szakasz kiterjed az egész l/2 sín hosszára.

2. (C-D) Ezután a sínvégek a hőmérséklet változásával lineárisan dilatálnak. A hézagábrára e szakasza párhuzamos a fektetési hézag egyenesével (M-N).

3. (D-D') Az illesztési hézag záródása után a hőmérséklet további emelkedésével a vágány hézagnélküliként viselkedik, abban nyomófeszültség lép fel.

4. (D'-D-E-F) Ezután a sínhőmérsékletnek olyan mértékben kell csökkennie, hogy először ismét elérje a t_z hőfokot, majd az újabb csökkenés hatására, legyőzve a heveder- és ágyazati ellenállást, elérje a lineáris változás pontját (F).

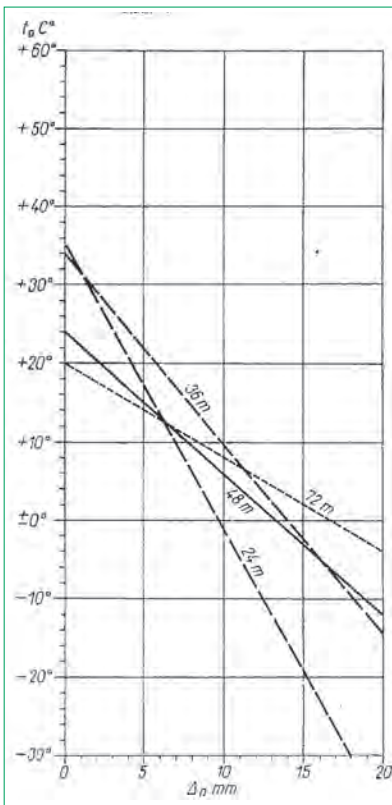
5. (F-G) Ekkor a hőmérséklet csökkenésével ismét lineárisan dilatál a sín, párhuzamosan a fektetési hézag egyenesével.

6. (G-G') A teljes hézagnyitás után húzófeszültség keletkezik.

7. (G'-G-J-D) Az újabb hőmérséklet-emelkedés során, a nyitási hőfokot követően, a további melegedés hatására a sínvég mozgása a heveder- és ágyazati ellenállás legyőzésével történik.

Az így ábrázolt ciklusdiagram a szélső értékeket ábrázolja. A köztes hőmérséklet-változások alkalmával az illesztési hézag a diagramon belüli értékeket veheti fel egy adott hőmérsékleten.

A grafikon alsó részén csak elméletben kialakuló helyzet figyelhető meg, mivel a sínhőmérséklet Magyarország viszonylatában nem megy -30 °C alá. Ezenfelül az ágyazat összefagyása után erősen megnő az ágyazati ellenállás is.



4. ábra. 24, 36, 48, 72 m hosszú sínek fektetési hézagjai a fektetési hőfoktól függően, gátolt dilatáció figyelembevételével [2]

Az ábrázolt diagramon belüli területet és a kialakuló szélső értékeket több, már említett paraméter is befolyásolja, így a pontos értékek meghatározása igen nehézkes. Ezenfelül a fektetési hézag táblázatok kezelhetősége miatt tartományként vannak megadva a fektetési hézagokhoz tartozó fektetési hőfokok. Vegyük a példaként szereplő $\Delta=5$ mm hézagot,



6. ábra. Fektetési hézag az 50-es vasútvonal 493+00 hm szelvényében



5. ábra. Fektetési sínhőmérséklet az 50-es vasútvonal 493+00 hm szelvényében

amikor a sínszálat $+15$ °C – $+12$ °C között lehet lekötni. Tehát, ha a magasabb ($+15$ °C) hőfokon van lekötve a vágány (t_0), az a t_z záródási hőmérsékletet 3 °C-kal emeli meg ahhoz képest, mintha a megengedett alacsonyabb $+12$ °C-on történe meg.

A 48 és a 24 m hosszú vágány hézagdiagramját összevetve megállapítható, hogy a rövidebb mező kisebb dilatáló hossza miatt kisebb ágyazati ellenállás keletkezik. Így a grafikon nem lineáris része is lecsökken.

Mivel a 48 m hosszú vágány fektetési egyenese kisebb hajlású, mint a 24 m hosszú vágányé, így a 24 m hosszú vágány ciklusdiagramja jóval meredekebb is lesz. Ezt szemlélteti a 4. ábra. Így alakulhat ki a csak elméletileg előálló diagramrészlet.

A gyakorlatban a diagram megmutatja, hogy nem minden esetben beszélhetünk sintonioról, az illesztési hézag fektetési hézagtól való eltéréseknél nagy szoríthatóságú kapcsolóesetén.

A hézagára jelentősége a gyakorlatban

Mint megfigyelhető, nyári időszakban a hagyományos vágány igen tág keretek között viselkedhet hézag nélküli vágányként. A 3. ábrán („E” ponttal jelzett, t_z min) felvett feltételek esetén $19,73$ °C sínhőmérséklettől is. Szorosabbra meghúzott heveder esetén az értékek még jobban széttolódnak.

Mivel az illesztések akár már közel 20 °C-nál is záródhatnak, így adott esetben az ezen a sínhőfokon záródott hagyományos vágányt, „kvázi hézag nélküli vágány” tényleges semleges hőmérsékletnek megfelelő értékének ez a hőfok tekinthető.

Egy konkrét hevederes illesztés esetén bemutatva a szélső hézagzáródás értékeit

2016 októberében az 50. számú vasútvonal Hidas–Bonyhád–Bátaszék állomásköz 492–503 szelvényei közötti $R=300$ m sugarú ívben, az ív külső szálában síncsere történt. A vágány 48 rendszerű, 24 m hosszú hagyományos kialakítású, 6 lyukű 900 mm-es hevederekkel, közepesen szennyezett ágyazattal, GEO-leerősítéssel. Az éjszakai síncsere után a hézag táblázatnak megfelelő értékek voltak mérhetőek az illesztésekben. A 493+00 szelvényben lévő illesztést vizsgálva: sínhőmérséklet: $7,9$ °C, illesztési hézag: $7,3$ mm. A tapasztalt állapotokat az 5. és 6. ábrák mutatják. Ugyanezen az illesztésen 2018-ban történt mérések meleg időjárás esetén (7. ábra): sínhőmérséklet $25,2$ °C, illesztési hézag 0 mm. Tehát ez a vágány $25,2$ °C-os sínhőmérséklet és a fölött hézag nélkülinek tekintendő.



7. ábra. Sínhőmérséklet és illesztési hézag az 50-es vasútvonal 493+00 hm szelvényében

A hagyományos hosszúsínes vágányokban kialakuló erők vizsgálata

A hagyományos kialakítású hosszúsínes és a hézag nélküli vágányokban a hőmérséklet-változás hatására bekövetkező belső erők tekintetében egy komoly különbség van. Míg a hézag nélküli vágányok esetében a mozdulatlan szakaszon a sínhőmérséklet változása miatt keletkező erők az egész sínszállban ugyanakkorák, addig a hevederes vágányokban a sínközépen nagyobb erők keletkeznek, mint a sínvégeken. Szélső esetben ez az erőkülönbség $p \cdot l$, ahol a p az ágyazat-ellenállás, az l pedig a dilatáló hossz. A sínközépen a sínvéghöz képest nagyobb normálerő azért tud kialakulni, mert míg a hézagzáródásig a sínvég feszültségmentes, addig a sínközépen ekkor is van feszültség az ágyazati ellenállás miatt. A hézagzáródás után viszont mindkét helyen egyforma mértékben növekednek a feszültségek.

A MÁV Zrt. által alkalmazott 24 m hosszú vágány fektetési hézag-táblázatát úgy alakították ki, hogy a hevedercsavarokat kímélik a húzóerő okozta elnyíródás ellen. Tehát a teljes 20 mm illesztési hézag elérése után sem, vagy csak kisebb mértékig jut nyíróerő a hevedercsavarokra. Ebből a tényből lesűrhető az, hogy mivel a sín dilatálási hossza adott az országra jellemző szélső hőmérsékleti értékek között, így a hézagzáródás már jóval a legmaga-

sabb hőmérséklet elérése előtt létrejön. Tehát nagyobb nyomóerő alakulhat ki, mint amekkora húzóerő.

Erőjáték szempontjából az a legnagyobb különbség a két vágánytípus között, hogy a hagyományos vágányok esetén nagyobb nyomóerőt engedünk meg, mivel nagyobb veszélyt jelentenek a hevedercsavarok elnyíródásai. A hézag nélküli vágányok esetében viszont a kivetődés veszélye nagyobb, illetve a sín szakítószilárdsága jóval nagyobb, mint a hevedercsavarok nyírás elleni ellenállása. Tehát nagyobb húzóerőt engedünk meg a nyomóerőhöz képest. Ezt segítette elő 2009-ben a TSH-zóna felső értékének emelése is.

A hosszúsínes vágányokban azon ok miatt, hogy egy sínhőmérsékletnél több illesztési hézag-érték is kialakulhat a vágányellenállások miatt, úgy a sínközépen és a sínvégeken kialakuló hosszirányú erők is különbözők lehetnek ugyanazon sínhőmérsékleten.

A sínközépen és sínvégeken kialakuló normálerőábrák jellegét a 8. ábra mutatja be. Jól látható, hogy a normálerők a hézagábrával azonos módon változnak, egymással szoros összefüggésben vannak.

Sínközépen keletkező normálerők alakulása a hőmérséklet-változás hatására:

- A sínközépen keletkező hőerő mindaddig lineárisan változik a sínhőmérséklettel, míg a sín dilatálása ki nem terjed az egész sínhosszra (ferde grafikonrész).
- Majd egészen a hézagzáródásig, a sín-

hőmérséklet egyirányú változása esetén a nyomó-, illetve húzóerő értéke nem változik (függőleges grafikonrész).

- A teljes hézagzáródás, illetve hézagnyitás után a belső erők ismét lineárisan változnak a sínhőmérséklettel.

Sínvégeken keletkező normálerők alakulása a hőmérséklet-változás hatására:

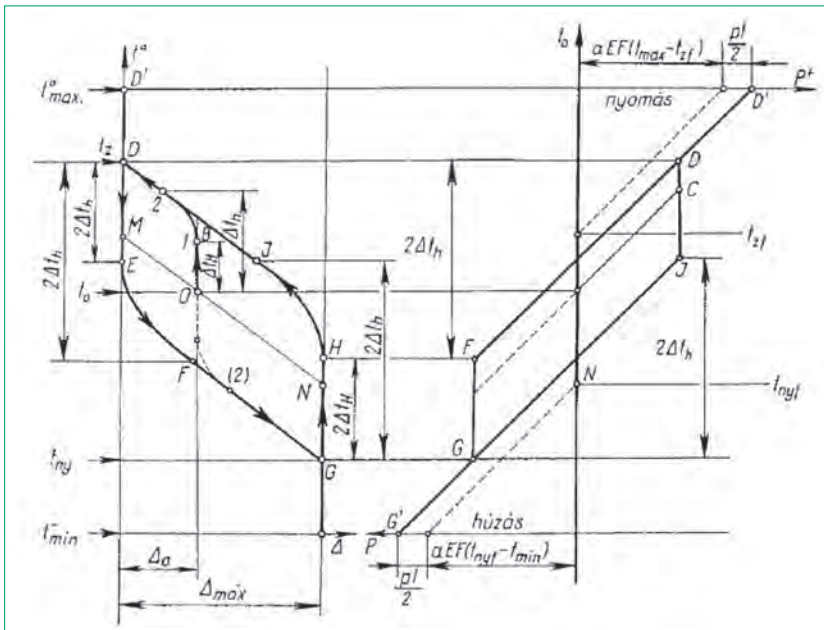
- A sínvégekben a heveder-ellenállás leküzdéséig a belső erők lineárisan változnak a sínhőmérséklettel.
- Ezután az illesztési hézag záródásáig a keletkező erők nem változnak.
- A sínvégek záródása után a belső erők ismét változnak a hőmérséklet-változás hatására.

A hagyományos és hézag nélküli vágányok igénybevételeinek különbsége a megengedett méreteltérések tekintetében

A hevederes, illetve hézag nélküli vágányok fenntartási mérethatáiraiban is különbség van.

A D.54. Építési és pályafenntartási műszaki adatok, előírások [3] 51. fejezete alapján a hevederes illesztésekben a beavatkozási mérethatár sínveglehajlás esetén 6,0 mm, oldallépcső esetén 1,5 mm 2,0 m hosszú acélvonalzón, a sínvégtől 50-50 cm távolságban mérve. Ezenfelül a mérethatár-táblázat 1,1 mm megengedett magassági lépcsőt ír elő „C” mérethatárként 41–80 km/h között, mivel a kis sugarú ívekben ez a megengedett sebességtartomány. Ezzel szemben a hegesztések méretűrései sokkal szigorúbbak. Hegesztési varratnál futófelületen 1 mm, a vezetési felületen 1,5 mm a beavatkozási mérethatár 1,0 m acélvonalzóval mérve.

Kovács Miklós 2009-ben végzett a PTE Pollack Mihály Műszaki Karán építőmérnökként, szerkezetépítő szakirányon. 2015 és 2016 között a Debreceni Egyetemen szerzett vasúti pályaeépítési és -fenntartási szakmérnök diplomát. 2009 óta dolgozik a MÁV Zrt.-nél. 2009–2011 között a Pécsi PFT-álosztályon mérnökgyakornoki, 2011–2015 között a bátaszéki szakaszmérnökségen felügyeleti pályamester beosztásban. 2015-től a bátaszéki PFT-szakasz szakaszmérnöki, majd 2017-től PL vezetőmérnöki tevékenységet látja el Pécsen a Pályafenntartási Főnökségen.



8. ábra. Szélső hőmérséklet-változásokra jellemző hézag- és belsőerő-ábra [2]

A megengedett méreteltérésekből jól látszik, hogy a hagyományos kialakítású vágány illesztéseiben jóval nagyobb dinamikus igénybevételek keletkezhetnek a beavatkozási mérethatár eléréseig ugyanolyan sebességi tartományon belül.

A vágánymérési grafikonok kiértékelésénél mind a statikus, mind a dinamikus mérés eredményét figyelembe kell venni, és a megállapítások alapján kell tervezni a szükséges munkavégzést.

Hagyományos vágány dinamikus vágánymérése

A MÁV Zrt. vonalhálózatán az FMK-007 mérővonat képes meghatározni azokat a dinamikus erőket, amelyek az üzemi használatkor keletkeznek. A jellemzők közül a ΣY és a függőleges pálya-többletterhelési jellemző érzékelteti legjobban a vágányra ható dinamikus igénybevételeket százalékos egységgel. A 9. ábra egy hagyományos és egy hézag nélküli vágány dinamikus vágánymérési diagramját hasonlítja össze ívben és egyenesben. A dinamikus mérés vágánymérési grafikonján jól megfigyelhető az illesztésekben keletkező dinamikus igénybevétel mind függőleges, mind vízszintes értelemben.

A kiértékelés folyamán megállapítható, hogy a járműteher hagyományos kialakítású vágány egyenes vágányrészében minimális vízszintes dinamikus igénybevételt generál. Viszont az ívben jól megfigyel-

hető, hogy az illesztésekben igen komoly vízszintes dinamikus erők keletkeznek.

Szintén jól kiolvasható az is, hogy hézag nélküli vágány esetén egyenesben és ívben is közel azonos nagyságú vízszintes dinamikus erők lépnek fel.

A hagyományos vágányokban keletkező nagyobb dinamikus igénybevételek oka az is, hogy mivel ezeken a vágányokon az alkalmazott sebesség kisebb, mint a hézag nélküli vágányokban, a már említett geometriai mérethatárok is jóval tágabbak. Így előfordulhat, hogy egy még geometriailag „C2” mérethatár alatti pályahiba dinamikai terhelésre már intézkedést kívánna meg, viszont ez nem kimutatható, mivel a kisebb sebességű vágányokon ilyen jellegű mérés nem történik.

Az ütközőkben keletkező valós vízszintes dinamikus erő meghatározása számítással csak nagy bizonytalansággal mondható meg. Az eredmény nagyban függ az illesztés és a vágány műszaki állapotától, a jármű sebességétől, tömegétől, a jármű állapotától stb.

További többlet-igénybevételt jelent az a jelenség is, hogy a vasúti jármű okozta dinamikus hatás az egész mezőben rezgést kelt, kelthet. Ez a rezgés tovább fokozza a kedvezőtlen vízszintes erőket, mivel az illesztések alatt jellemzőbben alakulnak ki a vak süppedések, tehát az illesztéseknél megszűnik, lecsökken a vasbeton alj alsó felületén keletkező súrlódási erő. A vak süppedésben az alj alsó síkján visszaáll

az ágyazati ellenállás a jármű kerekeinek áthaladásakor. Viszont ez minden kerék-pár áthaladása után ismét megszűnik, és ez a mozgás ciklikusan visszatér a teljes szerelvény áthaladásáig. A ciklikus mozgás, illetve az illesztés keltette rezgés akkor csillapodik le, amikor a terhelés már megszűnt és az ágyazati ellenállás ismét lecsökken.

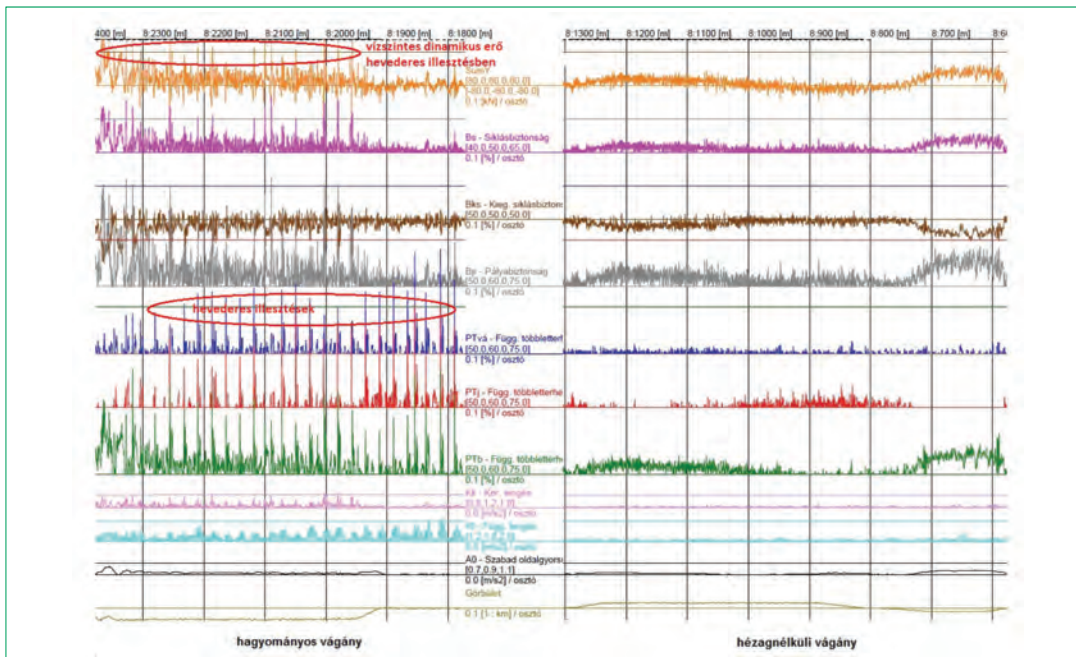
Hagyományos vágányban a zavart feszültségi állapot kialakulásának lehetséges okai az üzemeltetés során

A fektetési hézag táblázatban szereplő hézagzáródásnál alacsonyabb hőfokon történő gyakorlati hézagzáródás 2009-ig nem is igen volt alacsonyabb, mint a TSH-zóna felső értéke, ami +23 °C volt. A zóna felső értékének növelésével (+28 °C) viszont előállhat olyan helyzet, hogy a hagyományos vágányban, akár R=300 m sugarú ívben is, nagyobb nyomóerő keletkezik, mint ha TSH-zónában össze lenne hegesztve a vágány. A felépítményi karbantartó gépláncok (FKG) technológiai utasítása szintén hézag nélkülinek tekinti a hézagok záródása után a hagyományos vágányt. A vágány illesztési hézagjainak 28 °C alatti záródása természetesen nem áll mindig fenn, de a lehetősége szabványos fektetés mellett is fennáll. Kiemelten fontos ez a folyamatos nyári kánikulában, amikor az éjszakai hőmérséklet olyan magas, hogy a sín nem tud annyira lehűlni, hogy az illesztési hézagok megnyíljanak.

A kivetődésérzékenységet még növeli az ütközőkben keletkező vízszintes dinamikus erő, ami hozzáadódik a nyomófeszültség ívben kifelé mutató vízszintes komponenséhez.

Szórványos sín-cserék esetén, csatlakozó sínek végein, az illesztési hézagok eltérnek a csere során a fektetési hézag táblázat szerint kialakítandó hézag méretétől, mivel az újonnan becsereelt sín teljesen feszültségmentes, ellentétben a csatlakozó sínekkel. A vágány feszültségállapotai és a csere részén az illesztési hézagok méretei is teljesen megváltoznak, ami még kiszámíthatatlanabbá teszi a záródási hőfokok megismerését.

Az is erősen megzavarhatja a kialakuló hézagok egyenletességét, ha az ívben nem minden heveder, kapcsolószer azonos műszaki állapotú, egyes elemek fenntartása hiányos. Így a laza hevedernél, illetve kapcsolószerknél a hézagzáródás jóval korábban végbemehet, megzavarva ezzel



9. ábra.
Dinamikus
vágánymérési
grafikon ha-
gyományos és
hézag nélküli
vágányban

a feszültségi állapotokat. Hiányosan fenn-tartott heveder és kapcsolószer esetén a ciklusdiagram jobban hasonlít a nyíltlemez vágány hézagdiagramjához, viszont a fektetési hézagokat nem e szerint alakítják ki.

Az imént felsorolt helyzetek akkor is kialakulnak, ha az elvégzett munka az érvényes utasításoknak és a szakma szabályainak megfelelően történik.

További zavart feszültségi állapot kialakulásához vezethetnek egyéb munkák is. Példának okáért a síncsere alkalmával a fúratlan sínvégeken a furatokat nem a sín végétől kimérve jelölik ki, hanem a síncsere után a heveder odaillesztésével jelölik meg a furatok helyét a heveder furatainak közepére. Így a hevedercsavar és a furat közti távolság nem feltétlenül biztosítja a heve-

dercsavar elnyíródásának elkerülését téli időjárás esetén. Ugyanez a helyzet áll fenn azon sínveg-fiatalítási technológia esetén is, amikor az elverődött, lehajlott sínveget 1-2 aljközzel visszavágják. Ebben az esetben a hevederfuratok kedvezőtlen helyzetén túl az is előállhat, hogy 24 m hosszú mezőből 22,8, illetve 21,6 m hosszú mezőket alakítunk ki. Ilyenkor a 21 és 24 m sínhossz fektetési hézagaiból interpolálással kell megadni a fektetési sínhőmérsékletet.

Itt kell megemlítenünk a lélegző szakaszok kérdéskörét is. A vasúti üzem folyamán a sínvándorlást meggátolni hivatott OETL-kengyelek lelazulnak, illetve a szükséges síncserék alkalmával nem minden esetben pótolják. Ezzel a hézag nélküli vágány is rátorlódik a hagyományos szakaszra, ami a vegyes kialakítású vágányokban általában kis sugarú ív.

A hagyományos vágányok jelenlegi állapota

A korábban alkalmazott tervszerű megelőző karbantartás (TMK) következtében a hagyományos kialakítású vágányok pályaszintjét általában kiemelték az építési állapotokhoz képest. Ennek köszönhetően a sokéves FKG-szabályozás és az elmaradt nagygépi rostálás miatt nagy ágyazatvastagság alakulhat ki, amelynek következményei szintén az ívekben figyelhetők meg leginkább, ahol a túl-emelés és a vastag ágyazat miatt már lecsökkent az amúgy is keskeny padka szélessége. Ezzel csökken az ágyazat megtámasztóképessége is. Az ágyazatváll,

a padka hiánya és a dinamikus rezgések miatt rendszeresen lefolyik a zúzott kő az illesztéseknél, csökkentve ezzel az ágyazat megtámasztó szerepét. Az ágyazatelfolyás legjellemzőbb helye a hevederes illesztés, ahol a legnagyobb dinamikus erők keletkeznek.

A sínvégek jellemzően elverődtek, ellapultak. A kapcsolószerkezet az üzem hatására meglazulnak, amelyek utánhúzása rendkívül élőmunka-igényes.

Végkövetkeztetés

Természetesen a bemutatott szabályostól való eltérés nem jelenti azt, hogy minden esetben kivetődnek a hagyományos kis sugarú ívek, és a gyakorlat sem mutatja ezt, de mindenesetre figyelemfelkeltő lehet. Azt viszont célszerű megjegyezni, hogy a nyári időjárásban a hagyományos kis sugarú íveket kiemeltbben kell felügyelni, mint a hézag nélküli vágányokat, mivel sokkal nagyobb bizonytalanság van a vágányban keletkező nyomófeszültségekben, amit az illesztésekben keletkező dinamikus függőleges és vízszintes erők még bizonytalanabbá tesznek. ◀

Irodalomjegyzék

- [1] D.12/H. utasítás hézag nélküli felépítmény építése, karbantartása és felügyelete. Budapest, 2007.
- [2] Dr. Nemesdy E. Vasúti felépítmény tankönyv. Budapest, 1966.
- [3] A D.54. Építési és fenntartási műszaki adatok, előírások. Budapest, 1986.

Summary

In the network of Hungarian State Railways there are still many fishplate jointed tracks. Some of these lines contain curves with $R=300$ m or close, due to their alignment. In this study, I inspected one of these small radius curves where the railway is fishplate jointed tracks with reinforced concrete sleepers and GEO fastenings. The main questions are, can equal or greater compressive stress than the welded tracks occur, and other is how the developing horizontal dynamic forces in the joints can affect the stability of the railway track?



A vágánygeometria romlási modelljének összehasonlító elemzése

Nagy Richárd

egyetemi tanársegéd
Széchenyi István Egyetem
Műszaki Tudományi Kar

✉ nagy.richard@sze.hu

☎ (30) 824-8526

A cikk a vasúti pálya geometriai romlási modelljeinek elemző vizsgálatával foglalkozik. Bemutat négy, egyszerűbb előrejelző alapmodellt, valamint egy lineáris és egy exponenciális regressziós modellt. Ezt követően a szerző a modellekkel készített előrejelzéseket összehasonlítja a mesterséges neurális hálózatot használó előrejelző modellel. Az eljárás célja annak bemutatása, hogy az eddig használt modellek közül van olyan, amit nagyon korlátozott kereteken belül tarthatunk alkalmasnak előrejelzésre és leírásra, van olyan, amelyik az állapot leírására tágabb keretek között is alkalmas, míg van olyan, amely az előrejelzéseket illetően a legpontosabb eredményeket szolgáltatja.

A kutatásom célja az volt, hogy az FMK-004 felépítményi mérőköcsi által szolgáltatott 500 m-es szakaszokhoz tartozó mérő- és minősítőszámok alapján validáljam vagy megdöntsem a napjainkban nagyon divatos, a mesterséges intelligenciát segítségül hívó algoritmusoknak az előrejelző képességét. Olyan módon tegyem ezt, ahogy a nemzetközi publikációkban is csak nagyon ritkán közlik az azonos szakaszoknak más-más modellen lefutott eredményeit és azok összehasonlítását. E cikk megírásához több modellt vizsgáltam és építettem fel, így lehetőségem volt a modelleket alaposabban is összehasonlítani. Ezzel szemben a publikált eljárásokat [1–6] az esetek többségében a cikkek alapján nem lehet reprodukálni. A közölt

információk sok esetben hiányosak, vagy ha az eljárás leírása pontos is, az adatok, amelyekkel futtatták a modellt, nem elérhetők. Három szerzővel [7–9] is megkíséreltem felvenni a kapcsolatot, hogy összehasonlítás céljából adatokat kérjek, de szellemi jogra és adattulajdonjogra hivatkozva nem tudtak küldeni sem adatot, sem eljárást, sem programot.

Felmerült kérdések

Az első fontos kérdés az volt, hogy a külföldi szerzők modelljeit át lehet-e ültetni hazai környezetbe és azok reprodukálhatók-e? Foglalkozni kellett azzal, hogy milyen alapmodelleket építsek fel, és milyen modelleket érdemes összehasonlítani-

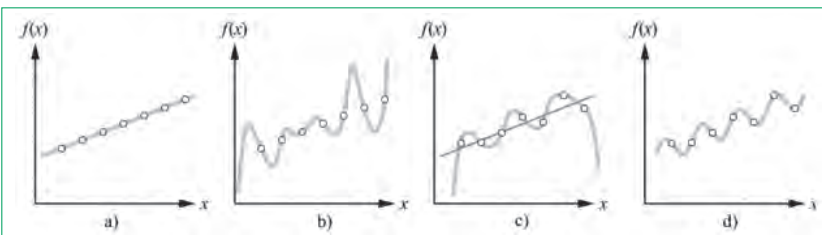
ra bemutatni? Hogyan lehet megoldani, hogy a modellek valós adatokkal történő validálás segítségével összehasonlíthatók legyenek? Milyen programmal készüljön el a neurális hálózat, milyen hálózatot építsek, hány rejtett neuronnal, milyen tanulási algoritmust alkalmazzak, milyen illeszkedés az, ami már kielégítő, de még nem túl specifikus?

Ahogy már említettem, az optimalizáció a neurális hálók esetében kulcskérdés. Röviden, a teljesség igénye nélkül, bemutatom modellem illeszkedési rendellenességeit, amely segítségével belátható, hogy az sem jó feltétlenül, ha egy modell túl jól illeszkedik a leírandó adatokra. A bemutatásnál és leírásnál segítségül hívom *Altrichter* Mesterséges intelligencia elektronikus almanach című könyvét [10].

„Egy determinisztikus, felügyelt tanuló végző algoritmus bemenetként megkapja az ismeretlen függvény bizonyos bemeneti értékekhez tartozó válaszait, feladata az ismeretlen függvény – vagy ahhoz nagyon közel álló leképezés – előállítás. Formálisan azt mondjuk, hogy egy minta nem más, mint egy $(x, f(x))$ értékpár, ahol x a bemeneti érték, míg $f(x)$ az x -re alkalmazott függvény kimeneti értéke. Adott az f -re vonatkozó minták egy halmaza, ennek alapján határozzunk meg egy h függvényt, amely közelíti f -et. A h függvényt hipotézisnek nevezzük. A tanulás nehézsége elvi szempontból abban áll, hogy nem könnyű egy adott h függvényről megmondani, hogy jól közelíti-e f -et. Egy jó hipotézis jól általánosít, azaz jó becslést kapunk a még nem látott mintákra is. Ez az induktív következtetés alapproblémája. A problémát már évszázadok óta kutatják.”

Az 1. ábrán az alábbi esetek láthatók:

- amikor $(x, f(x))$ értékpárok és egy velük konzisztens lineáris hipotézis látható;
- ugyanazokkal az adatokkal konzisztens hetedfokú polinom;
- adathalmaz pontosan illeszkedő hatodfokú polinommal, illetve közelítő lineáris illesztéssel;



1. ábra. Azonos minták, különböző közelítési eljárások

d) egyszerű szinuszos illesztés ugyanazokra az adatokra.

Előrejelző modellek bemutatása

Négy egyszerű modellt készítettem alpnak, majd két regressziós közelítésűt és végül egy mesterséges neurális hálózattal előrejelzőt. Az alacsonyabb rendű modellekkel azért érdemes összehasonlítani végezni, mert lehetséges olyan eset is, amikor az új, magasabb rendű modell kevésbé hozza azt az eredményt, mint amit szerettek volna a megalkotói.

Jelen esetben az alapmodellek megmutatják, hogy képesek az előrejelzésre, van olyan bonyolultabb modell, amit ezek az alapmodellek egyértelműen „legyőznek”. Ugyanakkor le lehet őket is győzni, sőt le is kell összetettebb rendszerekkel, ami elvárható egy jól optimalizált modelltől. E fejezet mind a két esetre hoz példát.

Alapmodellek

Mind a négy alapmodell lineáris és alacsonyrendűnek tekinthető, de kontrollnak tökéletesen megfelelnek, sőt olyan modell is lesz a négyből, ami kifejezetten jól jelzi előre a vágány geometriai romlását.

Alapmodell – I.

$$SAD_{t=n+1} = SAD_{t=n} + \frac{(SAD_{t=n} - SAD_{t=1})}{n} \quad (1),$$

amelyben a következő (n+1)-dik SAD vágánygeometriai minősítő számértéket úgy számítja, hogy az utolsó (n-edik) SAD-értékhez hozzáadja az utolsó és az első SAD-érték különbségének és a köztük lévő fél évek számának a hányadosát.

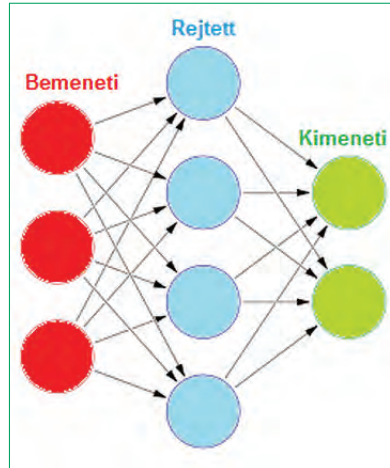
Alapmodell – II.

$$SAD_{t=n+1} = SAD_{t=n} + (SAD_{t=n} - SAD_{t=n-1}) \quad (2),$$

amelyben a következő SAD-értéket úgy számítja, hogy az utolsó SAD-értékhez hozzáadja az utolsó SAD és azt megelőző SAD-érték különbségét.

Alapmodell – III

$$SAD_{t=n+1} = SAD_{t=n} + \frac{(SAD_{t=n} - SAD_{t=n-1})}{2} + \frac{(SAD_{t=n-1} - SAD_{t=n-2})}{2} \quad (3),$$



2. ábra. 3-4-2 neuron számú, három rétegű, teljesen kapcsolt mesterséges neurális hálózat. Különböző színekkel a hálózat fő részei jelöltek [11]

amelyben a következő SAD-értéket úgy számítja, hogy az utolsó SAD-értékhez hozzáadja az utolsó és az azt megelőző SAD-értékek különbségének felét és hozzáadja az azokat megelőző SAD-érték és azt megelőző érték különbségének a felét.

$$SAD_{t=n+1} = SAD_{t=n} + \frac{(SAD_{t=n} - SAD_{t=n-1})}{4} + \frac{(SAD_{t=n-1} - SAD_{t=n-2})}{4} + \frac{(SAD_{t=n-2} - SAD_{t=n-3})}{4} + \frac{(SAD_{t=n-3} - SAD_{t=n-4})}{4} \quad (4),$$

amelyben a következő SAD-értéket úgy számítja, hogy a megelőző SAD-értékhez hozzáadja a meglévő megelőző 4. SAD-értéktől számítva az utolsó meglévő SAD-értékig az összes egymás melletti SAD-értékek különbségének negyedét.

Regressziós modellek

Az itt bemutatott lineáris, illetve exponenciális regressziós egyenletek mind egyikének determinisztikus együtthatója rendre legalább $R^2 = 0,75$.

Lineáris regressziós modell

Általános egyenlet:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + u_i \quad \text{minden } i = 1, \dots, n \text{-re} \quad (5),$$

ahol

y – magyarázó, függő vagy eredményváltozó,
 α – becült paraméter,

β – becült paraméter, koefficiens,
 x – magyarázó vagy független változó,
 u – hibahatag, maradékváltozó.
jelenleg használt egyenlet:

$$SAD_t = SAD_0 + bt \quad (6),$$

ahol a

SAD_t – az előre becült minősítőszám értéke a t-dik fél évben,
 SAD_0 – a minősítőszám értéke a munkáltatás utáni első fél évben,
 b – a pályára jellemző felépítmény méretezettségi tényező,
 t – az utolsó munkáltatás óta eltelt fél évek száma.

Exponenciális regressziós modell

Általános egyenlet:

$$y_i = \alpha + e^{\beta x_i} + u_i \quad (7),$$

jelenleg használt egyenlet:

$$SAD_t = SAD_0 + e^{2t} \quad (8),$$

ahol a betűk jelentése megegyezik az (5) és (6) képlet esetében közltekkel.

Mesterséges neurális hálózat modell

A neurális hálózatokat a *Mesterséges intelligencia elektronikus almanach* című könyvet [10] felhasználva mutatom be.

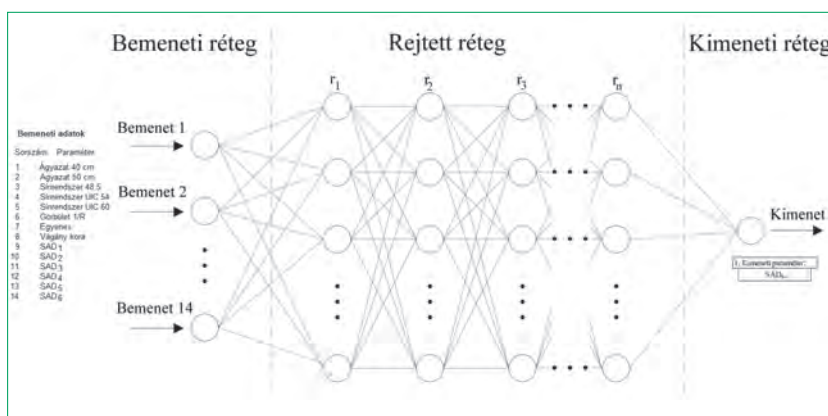
Neurális hálózatnak nevezzük azt a hardver- vagy szoftvermegvalósítású, párhuzamos, elosztott működésre képes információfeldolgozó eljárást, amely:

- azonos vagy hasonló típusú – általában nagyszámú – lokális feldolgozást végző műveleti elem, neuron, többnyire rendezett topológiájú, nagymértékben összekapcsolt rendszeréből áll;
- rendelkezik tanulási algoritmussal, amely általában minta alapján történő tanulást jelent, és amely az információfeldolgozás módját határozza meg;
- rendelkezik a megtanult információ felhasználását lehetővé tevő információ-előhívási vagy röviden előhívási algoritmussal.

A fentiek értelmében a neurális hálózatok működésénél tipikusan két fázist különböztethetünk meg. Az első fázis, amelyet tanulási fázisnak nevezünk, a hálózat kialakítására szolgál. Ennek során a hálózatba valamilyen módon beépítjük, eltároljuk a rendelkezésre álló mintákban rejtve meglévő információt. Eredményként egy információfeldolgozó rendszert kapunk, amelynek használatára általában

1. táblázat. X mátrix részlete

Sorszám	Ágyazat 40 cm	Ágyazat 50 cm	Sínrendszer 48,5	Sínrendszer UIC54	Sínrendszer UIC60	Görbület	Egyenes vagy ív	SAD-szám félévének a száma	SAD ₁	SAD ₂	SAD ₃	SAD ₄	SAD ₅	SAD ₆
1.	1	0	0	0	1	0	1	7	128,4	135,5	145,1	147,5	149,9	157,0
2.	1	0	0	0	1	0	1	8	135,5	145,1	147,5	149,9	157,0	164,2
3.	1	0	0	0	1	0	1	9	145,1	147,5	149,9	157,0	164,2	182,5
4.	1	0	0	0	1	0	1	10	147,5	149,9	157,0	164,2	182,5	182,5
5.	1	0	0	0	1	0	1	11	149,9	157,0	164,2	182,5	182,5	185,5
6.	1	0	0	0	1	0	1	12	157,0	164,2	182,5	182,5	185,5	185,5
7.	1	0	0	0	1	0	1	13	164,2	182,5	182,5	185,5	185,5	211,6
8.	1	0	0	0	1	0	1	14	182,5	185,5	185,5	185,5	211,6	212,5
9.	1	0	0	0	1	0	1	7	141,2	152,2	158,2	159,4	160,5	162,2
10.	1	0	0	0	1	0	1	8	152,2	158,2	159,4	160,5	162,2	163,8
11.	1	0	0	0	1	0	1	9	158,2	159,4	160,5	162,2	163,8	173,3
12.	1	0	0	0	1	0	1	10	159,4	160,5	162,2	163,8	173,3	193,7
13.	1	0	0	0	1	0	1	11	160,5	162,2	163,8	173,3	193,7	194,1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4981.	1	0	0	0	1	0	1	13	163,8	173,3	193,7	194,1	194,1	209,6
4982.	1	0	0	0	1	0	1	14	173,3	193,7	194,1	194,1	209,6	208,6
4983.	1	0	0	0	1	0	1	15	193,7	194,1	194,1	209,6	208,6	212,6
4984.	1	0	0	0	1	0	1	16	194,1	194,1	209,6	208,6	212,6	220,4
4985.	0	0	1	0	1	0	1	5	97,7	102,4	107,1	117,5	120,4	122,6



3. ábra. Neurális háló topológiája

a második fázisban, az előhívási fázisban kerül sor. A két fázis a legtöbb esetben időben szétválják. A tanulási fázis rendszerint lassú, hosszú iterációkat, tranzienseket, esetleg sikertelen tanulási szakaszokat is hordoz. Ezzel szemben az előhívási fázis tipikusan gyors feldolgozást jelent.

A neuronrétegek anatómiája [11] a következőképpen írható le (2. ábra):

A neurális hálózatok rendszerint legalább három funkcionálisan és strukturálisan jól elkülöníthető részből állnak:

Bemeneti réteg: módosíthatatlanul továbbítja a bemenetként átadott adatot a hálózat többi részének. Egy neurális hálózatnak több bemeneti rétege is lehet, ha elágazásokat is tartalmaz. A neuronok számát a bemeneti adat határozza meg.

Rejtett rétegek: a bemenet és a kimenet között helyezkednek el, feladatuk az információ transzformációja, kódolása, illetve absztrakciók, köztes reprezentációk létrehozása. Számuk, típusuk, egymáshoz való kapcsolódásuk sorrendje és a bennük

lévő neuronok száma a hálózat változtatható paramétereit jelentik.

Kimeneti réteg: a kimeneti függvényt és a kimeneti neuronok számát az adott probléma jellege határozza meg. Osztályozás esetében jellemzően annyi kimeneti neuron van, ahány kategória áll a rendelkezésre, a kimeneti függvény pedig az adott osztályba tartozás valószínűségét hivatott reprezentálni a kategóriák között.

Vizsgálatomhoz olyan vasútvonalat kellett találnom, amelynél a legtöbb az összefüggő munkáltatás nélküli fél év. Ehhez egy olyan programot kellett készítenem, amely az egész országos hálózaton végigfutva megszámlálja vonalanként a munkáltatás nélküli fél évek számát. Így esett a választás a program által kigyűjtött 60. számú (Pécs–Gyékényes-) vonalra, ennek az 500 m-es szakaszait az alábbi paraméterekkel ruháztam fel:

- ágyazat (40 cm, 50 cm): X_{1i} és X_{2i} ;
- sínrendszer (48,5, UIC 54, UIC 60): X_{3i} , X_{4i} és X_{5i} ;

- görbület: X_{6i} ;
- egyenes vagy ív: X_{7i} ;
- a vágány kora, avagy a SAD-szám évszáma és fél éve: X_{8i} ;
- SAD1-SAD6: X_{9i} - X_{14i} .

Az egyes indexek az X mátrix oszlopainak a sorszáma jelölik.

A tanulási szakasz előkészítéséhez létre kellett hoznom egy eljárást, ami felépíti az adott vonal minősítőszámaiból az X mátrixot, azt az adatbázist, amin a neurális háló tanul. Összesen 4985 sort sikerült felépíteni az X mátrixba. Majd az első, tanulási időszakon kívül eső SAD-számokból az y célvektort is definiálnom kellett. Az 1. táblázatból jól látható az X mátrix felépítése, míg a neurális háló topológiáját a 3. ábra mutatja.

Miután felépítettem az X mátrixot és az y célvektort, programoznom kellett a neurális háló elemzést MATLAB-ban. A 4. ábrán látható topológia szerint futott a tanulási folyamat.

Három tanulási algoritmus közül lehet választani:

- Levenberg–Marquardt [12, 13],
- Bayesian-szabályozás,
- skálázott konjugált gradiens.

Ezen algoritmusok közül az egyik leghatékonyabb módszer a Levenberg–Marquardt-eljárás, amelyet eredetileg Levenberg (1944), majd Marquardt (1963) a nemlineáris paraméterek legkisebb négyzetes becslésére javasolt. A módszer kiválóan alkalmazható neurális hálózat súlyainak beállítására és egyéb optimalizációs problémákra.

A tanulási eljárás eredményét az 5. ábrán látható hibahisztogramon, a tanulási és a tesztszakasz adatainak illeszkedését a 6. ábrán mutatom be.

Nagy Richárd 2009-ben végzett a Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Karán okleveles közlekedésépítő mérnökként. 2008 óta műszaki vezetőként, majd felelős műszaki vezetőként dolgozik az Arvia Kft.-nél. Az egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskolájának doktorjelöltje. Kutatási területe a vasúti pályageometria romlási folyamatának matematikai modellezése. 2016 szeptemberétől az SZE Műszaki Tudományi Karán egyetemi tanársegéd, majd laborvezető.

A következő lépésként, a kapott neurális hálót felhasználva, elkezdtem az összes 500 m-es szakasz előrejelzését fél évről fél évre kiszámítani, és az eredményeket a 3. táblázatba gyűjtöttem, mind a hat másik modellel együtt.

A validálási folyamat

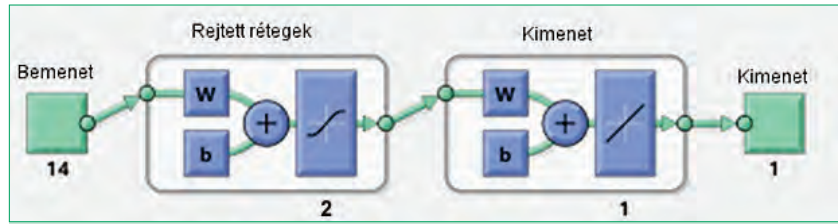
Azért választottam ennek az eljárásnak a vizsgálatára a 60. számú vonalat, mert ez az a vonal, ahol a leghosszabb munkáltatás nélküli 500 m-es szakaszok vannak. Így fel tudtam állítani olyan validálási modellt, aminek működtetése valódi értékekkel történik. Az eljárás a következő lépésekből áll: A 60. számú vasútvonal olyan 500 m-es szakaszainak SAD-adatsorát gyűjtöttem ki, ahol legalább hét vagy több beavatkozásmentes fél év található, ezeket lehet látni az „Eredeti” megnevezésű sorokban. A négy alapmodell szerinti előrejelzések a „Primitív_1, ..._2, ..._3, ..._4” sorokban vannak. Ugyanígy a regressziós illeszkedési vizsgálatok lineáris és exponenciális eredményei a „Reg., illetve_lineáris” és a Reg., illetve_exponenciális” sorokban láthatók, a neurális hálóval számítottak pedig a „Neurális” sorban. Minden sor alatt látható a négyzetes hiba értéke, ami a valós és a számított érték különbségének a négyzete.

Majd a 9. számú képlettel kiszámítottam a 60. számú vonal modellhibájára jellemző négyzetes középértéket:

$$N = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (SAD_i - \overline{SAD})^2} \cdot N = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (SAD_i - \overline{SAD})^2} \quad (9)$$

Az eredményeket a 2. táblázatban mutatom be.

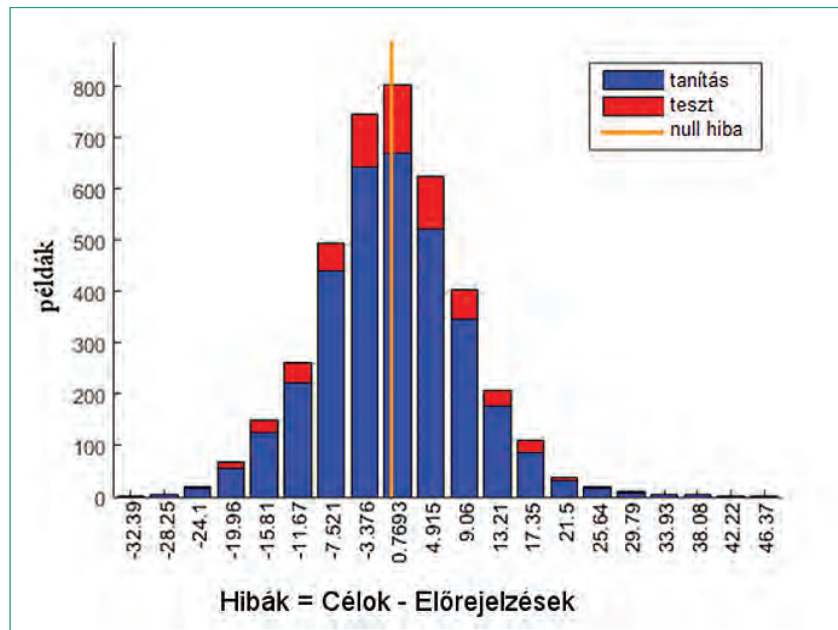
A 8–11. ábrákon bemutatom grafikon is az előrejelzések négyzetes közép-



4. ábra. MATLAB MNH topológiája

2. táblázat. Átlagos négyzetes eltérés

	Előre jelzett fél évek száma								
	1. fél év	2. fél év	3. fél év	4. fél év	5. fél év	6. fél év	7. fél év	8. fél év	9. fél év
Alapmodell 1	10,67	15,94	17,28	24,30	33,51	17,95	28,41	34,24	43,22
Alapmodell 2	14,53	21,27	26,87	38,55	40,58	60,89	55,55	66,74	79,25
Alapmodell 3	12,64	15,71	18,82	24,56	22,10	30,81	33,88	30,30	52,11
Alapmodell 4	11,84	14,83	17,90	21,47	20,99	28,53	34,04	33,96	45,25
Lineáris regresszió	10,49	14,83	15,49	20,66	26,28	19,05	28,75	36,13	48,98
Exponenciális regresszió	17,11	29,48	39,71	52,42	85,28	44,21	70,72	85,10	47,88
Mesterséges neurális hálózat	10,86	11,54	12,71	17,17	17,29	19,95	22,47	18,95	26,46



5. ábra. A neurális háló tanulási eljárásának hibahisztogramja

értékei nagyságának alakulását a fél évek előrehaladásának függvényében.

Jól látható, hogy a neurális hálózat előrejelzése az, ami magasan jobb eredményt mutat a másik hat modellnél.

Az ábrákat összevetve látható, hogy a 6. fél évnél az alapmodell 4 és a lineáris regresszió egy kicsivel kedvezőbb eredményt

mutat, mint a neurális hálózat. Ennek oka az, hogy a 6. fél évig alulról becsüli a valós értékeket, majd a 6. fél év után felülről közelíti azt.

Felmerülhet a kérdés, hogy az előrejelzéseknek mekkora a szórása, mivel egy jobb átlagot hozó, de jelentősen nagyobb szórással rendelkező modell nem mond-

Summary

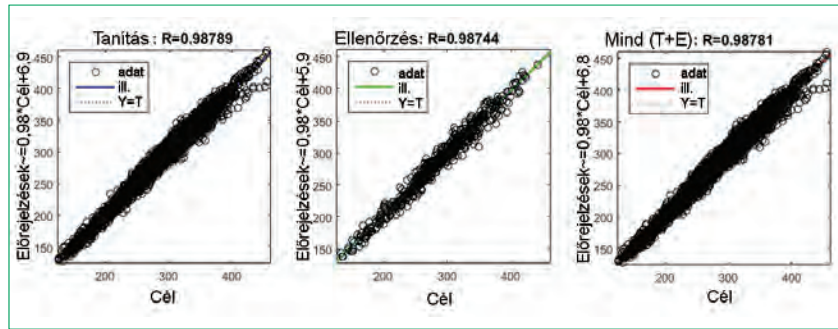
I have listed comparative analytical studies, as mentioned in the international literature, to model the description of the geometric deterioration of a railway track. I present four very simple and basic prediction models, along with a linear and an exponential regression model. Then I will compare the predictions made with these models with a prediction model which using an artificial neural network. With this procedure, I want to show that there are some of the models used so far that can be considered suitable for forecasting and description within a very limited framework. There is a model that is suitable for describing the state in a broader context, while there is a model that provides the most accurate results in terms of forecasts among the models listed here.

ható jobb becslésnek. Így megvizsgáltam az előrejelzések szórását fél évekre lebontva, s ennek eredményeit a 9–11. ábra mutatja. Jól látható, hogy az előrejelzés szórási között nincs szignifikáns különbség.

A 7. ábrán láthatóan bizonyítást nyert a 60. számú (Pécs–Gyékényes-) vasútvonal példáján, hogy a Vaszary-féle romlási egyenlet a vasúti vágány geometriai romlásának leírására alkalmas, ugyanakkor a romlás előrejelzésére nem a legpontosabb modell. Olyan eljárást kell keresni, amely a pályaállapot változásának előrejelzését a mai kor eszközeivel megbízhatóbb módon modellezi. Az itt bemutatott új modellt (mesterséges neurális hálózat) segítségül hívva belátható, hogy jelentősen jobb eredményeket ad az eddigi modelleknél. Ennek köszönhetően a vonal geometriai romlásának az átlagos előrejelzési hibáját az exponenciális előrejelzés hibájának 38%-ára tudtam csökkenteni, míg a modell abszolút hibája 27% alatti marad a 9. előre jelzett fél év esetében is. ◀

Irodalomjegyzék

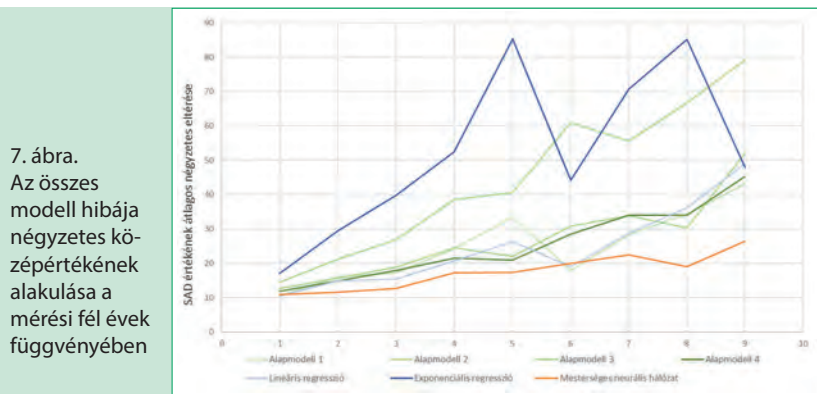
[1] Wen M, Li R, Salling KB. Optimization of preventive condition-based tamping for railway tracks. *European Journal of Operational Research Elsevier BV* 2016;252(2):455-65. DOI: 10.1016/j.ejor.2016.01.024.



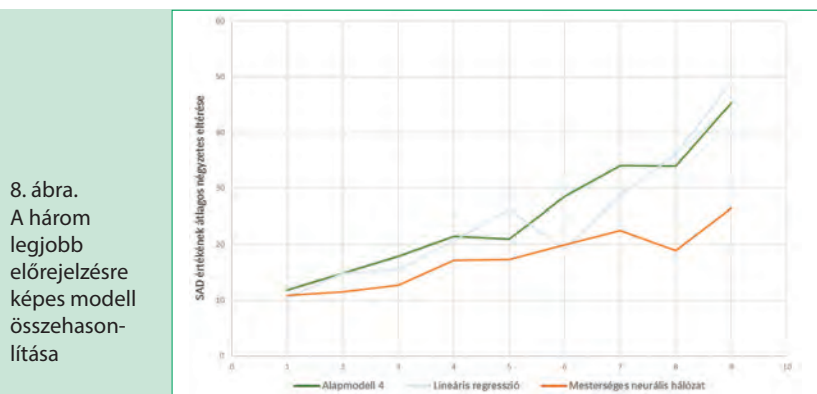
6. ábra. A neurális háló regressziós illeszkedése a tanulási, tesztelési szakaszon külön-külön és egyben

3. táblázat. A modellek hibaértékelő táblázatának részlete

Fél évek száma	Tanítási fél évek							Értékelési fél évek															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
EREDETI	128,400	135,460	145,050	147,475	149,900	157,040	164,180	182,530	182,530	185,450	185,450	211,565	212,468	220,675	7,000	14,000							
Primitív_1	170,143	176,107	182,070	188,033	193,997	199,960	205,923	170,143	176,107	182,070	188,033	193,997	199,960	205,923									
Primitív_1 SE	153,430	41,259	11,424	6,674	308,635	156,451	217,807																
Primitív_2	171,820	178,460	185,600	192,740	199,880	207,020	214,160	171,820	178,460	185,600	192,740	199,880	207,020	214,160									
Primitív_2 SE	125,664	16,565	0,022	53,144	136,532	29,681	42,443																
Primitív_3	171,820	178,460	185,600	192,740	199,880	207,020	214,160	171,820	178,460	185,600	192,740	199,880	207,020	214,160									
Primitív_3 SE	125,664	16,565	0,022	53,144	136,532	29,681	42,443																
Primitív_4	168,962	174,334	180,443	186,794	191,422	197,537	203,838	168,962	174,334	180,443	186,794	191,422	197,537	203,838									
Primitív_4 SE	184,077	67,168	25,070	0,711	389,768	222,934	300,575																
Reg. III_lineáris		a	b	r2	169,728	175,276	180,825	186,375	191,921	197,469	203,017												
Reg. III_lineáris SE		5,548	124,590	0,972	163,886	52,615	21,354	0,852	385,874	224,965	311,784												
Reg. III_exponenciális		a	b	r2	170,467	177,087	183,964	191,108	198,590	206,240	214,249												
Reg. III_exponenciális SE		125,680	0,038	0,966	145,527	29,630	2,205	32,014	169,509	38,792	41,291												
Neurális					166,335	171,152	176,031	181,289	186,526	192,391	198,176												
Neurális SE					243,195	129,470	88,716	17,314	626,913	403,102	506,196												
EREDETI	141,240	152,200	158,240	159,300	160,540	162,160	163,780	173,250	193,710	194,070	194,070	209,574	208,402	212,580	220,487	228,931							
Primitív_1	167,537	171,293	175,050	178,807	182,563	186,320	190,077	193,833	197,589														
Primitív_1 SE	32,642	502,507	961,760	232,969	729,379	496,475	506,988	706,175	982,241														
Primitív_2	165,400	167,020	168,640	170,260	171,880	173,500	175,120	176,740	178,360														
Primitív_2 SE	61,623	712,557	646,686	566,917	1420,843	1292,134	1403,251	1906,837	2557,404														
Primitív_3	165,400	167,020	168,640	170,260	171,880	173,500	175,120	176,740	178,360														
Primitív_3 SE	61,623	712,557	646,686	566,917	1420,843	1292,134	1403,251	1906,837	2557,404														
Primitív_4	165,165	166,609	168,120	169,617	171,077	172,555	174,041	175,520	176,999														
Primitív_4 SE	65,987	724,473	673,096	597,830	1462,042	1299,309	1485,236	2034,671	2697,258														
Reg. III_lineáris		a	b	r2	166,989	170,197	173,406	176,614	179,823	183,032	186,240	189,449	192,657										
Reg. III_lineáris SE		3,209	143,360	0,793	19,205	552,852	427,009	304,690	885,125	653,832	693,783	838,429	1315,753										
Reg. III_exponenciális		a	b	r2	170,278	173,874	177,546	181,296	185,125	189,035	193,027	197,104	201,266										
Reg. III_exponenciális SE		144,000	0,021	0,778	8,835	393,474	273,042	163,181	597,709	382,874	382,320	540,059	765,310										
Neurális					173,410	181,235	186,064	191,023	196,978	203,156	209,304	216,787	224,072										
Neurális SE					4,465	155,637	84,102	9,284	158,669	29,660	7,162	13,107	23,608										



7. ábra. Az összes modell hibája négyzetes középértékének alakulása a mérési fél évek függvényében



8. ábra. A három legjobb előrejelzésre képes modell összehasonlítása

[2] Mishra M, et al. Particle filter-based prognostic approach for railway track geometry. *Mechanical Systems and Signal Processing*. Elsevier Ltd. 2017;96:226-38. DOI: 10.1016/j.ymssp.2017.04.010.

[3] Chiachío J, et al. A knowledge-based prognostics framework for railway track geometry degradation. *Reliability Engineering and System Safety* 2019;181:127-41. DOI: 10.1016/j.res.2018.07.004.

[4] Lasisi A, Attoh-Okine N. Principal components analysis and track quality index: A machine learning approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier 2018;91:230-48. DOI: 10.1016/j.trc.2018.04.001.

[5] Xin T, et al. Grey-system-theory-based model for the prediction of track geometry quality. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* 2016;230(7):1735-44. DOI: 10.1177/0954409715610603.

[6] Quiroga L, Schneider E. Modelling of high speed rail geometry aging as a discrete-continuous process. 2010

[7] Jia C, et al. Track irregularity time series analysis and trend forecasting. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2012. DOI: 10.1155/2012/38785

[8] Andrade AR, Teixeira PF. Hierarchical Bayesian modelling of rail track geometry degradation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* 2013;227(4):364-75. DOI: 10.1177/0954409713486619.

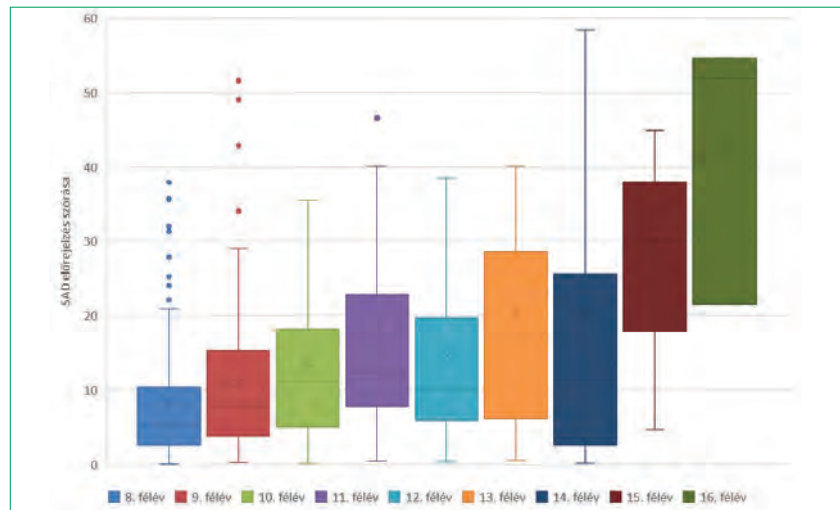
[9] Sharma S, et al. Data-driven optimization of railway maintenance for track geometry. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier 2018;90:34-58. DOI: 10.1016/j.trc.2018.02.019.

[10] Altrichter, et al. *Mesterséges intelligencia elektronikus almanach*. 2006

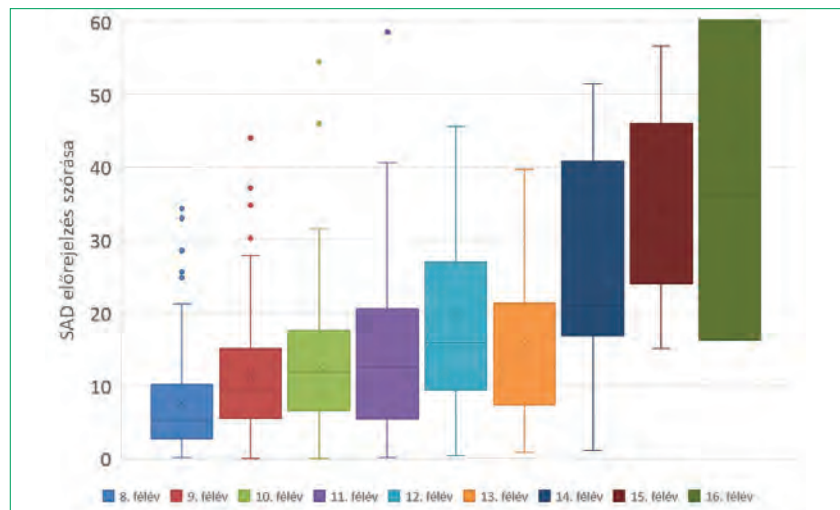
[11] Csaji BC. *Approximatio with artificial Neural Networks*. 2001

[12] Levenberg K. A method for the solution of certain non-linear problems in least squares. *Quarterly of Applied Mathematics* 1944;2(2):164-8.

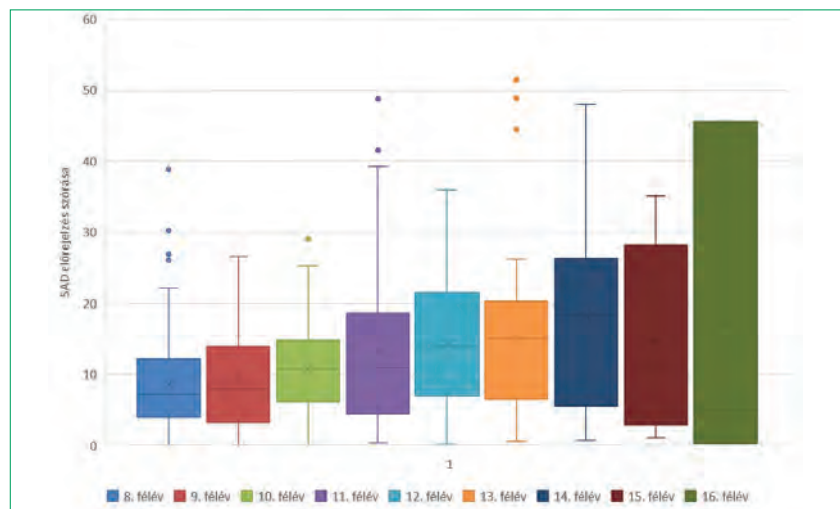
[13] Marquardt DW. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics* 1963;11(2):431-41.



9. ábra. Alapmodell 4 előrejelzési szórásának Box Plot ábrája



10. ábra. A lineáris regressziós modell előrejelzési szórásának Box Plot ábrája



11. ábra. A mesterséges neurális hálós modell előrejelzési szórásának Box Plot ábrája

Győri Elemér (1953–2021)

Győri Elemér nyugalmazott mérnök főtanácsos 2021. március 9-én, rövid betegség után elhunyt.

A vasúthoz fűződő kapcsolata az általános iskola után kezdődött. A Vasútépítési és Pályafenntartási Technikum elvégzését követően a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola Közlekedésképzési Karán, Budapesten szerzett diplomát 1974-ben, mint vasútépítő és -fenntartó üzemmérnök. További felsőfokú tanulmányai: 1988-ban a győri Széchenyi István Egyetemen vasúti futástechnikai szaküzemmérnök, 2005-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnök-továbbképző Intézet Vasúti Pályaépítési és -Fenntartási szakon építési műszaki ellenőr képesítést szerzett.

A főiskola elvégzése után, 1974. augusztus 5-én kezdte mérnöki pályafutását a Pápai Pályafenntartási Főnökségen. A vasúti szakvizsgák megszerzését követően már 1975-ben szakaszmérnöki feladatot látott el, 1976-ban megbízást kapott a főnökség legnagyobb forgalmú vonalának szakaszmérnöki teendőinek ellátására. Munkáját nagy odafigyeléssel, gondossággal végezte. Magas szakmai felkészültséggel, az utasítások maradéktalan betartásával látta el a számára előírt pályafelügyeleti tevékenységet. Következtesen ellenőrizte beosztottjai munkáját, ezzel kivívta tiszteletüket. Számtalan jelentős munka megszervezésében volt tevékeny szerepe.

2003-tól a Szombathelyi Területi Igazgatóságon folytatta munkáját mint fejlesztési szakelőd.

2005–2012 között a MÁV Zrt. Pályavasúti Területi Központban, Szombathelyen, a pálya-karbantartási alosztály vezetőjeként



végezte és irányította az igazgatóság területén folyó pályás karbantartási-felújítási munkák előkészítését, megrendelői ellenőrzését, elszámolását.

A 2012. évi átszervezést követően a MÁV Zrt. Műszaki Lebonyolítási Területi Mérnöki Központban, Szombathelyen kiemelt projektkoordinátori feladatokat végzett a 2016. évben történt nyugdíjazásáig.

Munkatársai tisztelték szaktudásáért, felettesei elismeréssel voltak munkája iránt.

Fontosabb kitüntetései: Kiváló Ifjú Szakember, 1979; Kiváló Újító, 1981; vezérigazgatói dicséret, 2004; Ajka környéki vörösiszap-katasztrófa okozta vasúti károk helyreállítási munkáért kitüntetés, 2012.

Munkája mellett szívén viselte lakóhelye evangélikus gyülekezetének a sorsát. 18 éven keresztül volt az alsósági evangélikus gyülekezet felügyelője. E feladatát is munkájára jellemző alaposan, lelkesedéssel végezte. Műszaki tudását felhasználva irányította az alsósági evangélikus templom külső-belső felújítási munkálatait.

Mindig szeretettel beszélt családjáról. Nagyon boldog volt és méltán büszke, hogy mindkét lánya a lelkeszi hivatást választva megtalálták helyüket az életben. Életét bearanyozta három unokája, akiket féltő aggódással szeretett. Örömmel számolt be fejlődésükről, a velük töltött napokról. Sajnos, kevés idő adatott, hogy szeretett feleségével együtt éljék a boldog nyugdíjas életet. Munkássága, embersége, vasútszeretete méltán lehet példa az utána jövő nemzedék számára.

Kiss Sándor

Közlekedésért érdemérem kitüntetés

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Közlekedésért érdeméremet, illetve Baross Gábor-díjat adományozott a MÁV-Volán csoport négy munkatársának az 1848-49-es forradalom és szabadságharc emléknapja, március 15-e alkalmából. A négy munkatárs közül az egyik Végi József, a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. műszakivezető-helyettese, aki a megemlékezés alkalmából Közlekedésért érdemérem kitüntetést kapott.



Végi József pályakezdő mérnökként 1985-ben lépett a MÁV szolgálatába. A MÁV KfV Kft. 1996-os alapítása óta középvezetőként jelentős mértékben hozzájárult a társaság eredményes működéséhez, 2018 augusztusától a MÁV KfV Kft. műszaki helyetteseként. Szakmai tudásával és tapasztalatával segítette a MÁV Zrt. és a környező országok (Szlovénia, Szlovákia) vasúttársaságai által kiírt tenderek megnyerését és a feladatok sikeres elvégzését.

1985-ben a BME Építőmérnöki Kar közlekedésépítő mérnöki szakán szerzett építőmérnöki, majd 1988-ban ugyanitt vasútépítési és pályafenntartási szakmérnöki diplomát. Pályafutását a MÁV-nál kezdte, ahol 1985-ben lépett szolgálatba és pár év alatt a vezető mérnöki beosztásig jutott.

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. állományában 1996. szeptember 1-jei megalakulása óta dolgozik, ahol előbb a fejlesztési, később a vágánydiagnosztikai osztályának vezetését



látta el. 2018 augusztusától a társaság vezetőjének műszaki helyettese.

Pályafutása alatt közreműködött a Pater (Pályafenntartási tervező és döntéshozó rendszer) program fejlesztésében, amellyel a MÁV KfV Kft. több mint 20 éve nyújt diagnosztikai szakértői szolgáltatást a MÁV Zrt. részére, és ezzel a hatékony pályaműködtetést és a biztonságos közlekedést segíti elő.

Az évek során több mérőrendszer kidolgozásában és a vállalkozás külföldön végzett szolgáltatásainak sikeres teljesítésében is jelentős szerepet játszott.

Műszaki vezetői tevékenysége során sokat dolgozott a vasút-vállalati működési engedély megszerzésén, valamint a munkavállalók elhelyezési, szociális körülményeinek javításáért.

Pályafutása során többször részesült vezetői és ügyvezetői dicséretekben, 2009-ben Vasút szolgálatáért arany fokozat kitüntetést kapott. 2021. március 15-ei nemzeti ünnepünk alkalmából az Innovációs és Technológiai Minisztérium Közlekedésért érdemérem magas rangú elismerését kapta meg.

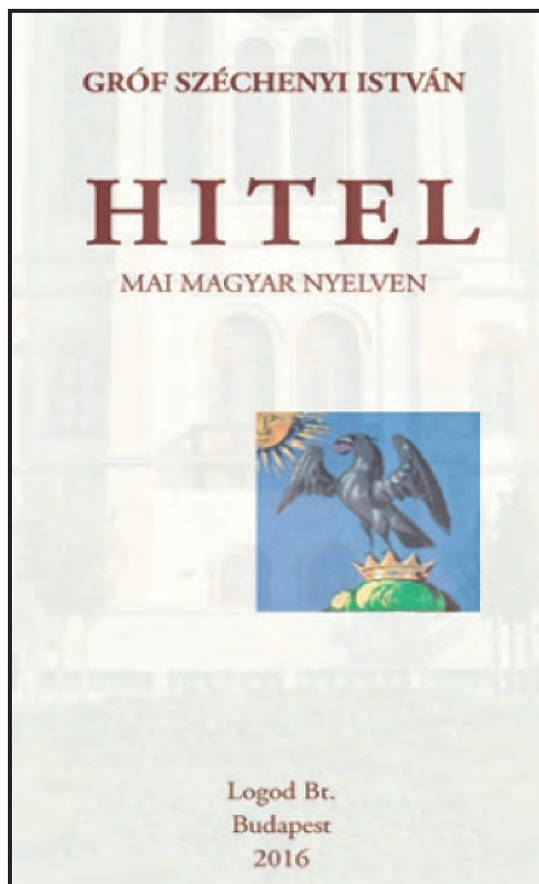
Ezúton is gratulálunk kitüntetett kollégáinknak, és munkájukhoz további sok sikert, jó egészséget kívánunk!

Kelemenné Bándoli Melinda

Hitel mai magyar nyelven

Budapest: Logod Bt.; 2016

A Széchenyi Alapítvány javaslatát elfogadva 2014-ben gróf Széchenyi István politikus, polihisztor, író szellemi hagyatéka védett hungarikum lett. Széchenyi, a Magyar Tudományos Akadémia elődje, a Magyar Tudós Társaság megalapítója a XIX. század kiemelkedő gondolkodója volt, mind hazai, mind világszinten is. Példaértékű, hogy Kossuth Lajos szerint a „legnagyobb magyar” személye nem osztja meg a magyarságot. A nyelvújítás korában megfogalmazott gondolatait tartalmazó Hitel című könyve 1830-ban jelent meg magyarul. Tartalma szerint a reformkor programadó műve, de ma akár úgy is jellemezhetjük, mint a korabeli társadalmi változás technológiájának megvalósíthatósági tanulmánya. Megállapítható, hogy a mai ember számára sok nyelvi nehézséget jelent a mű tartalmának megértése. Az érdeklődők gyakran rövid idő alatt lemondanak Széchenyi fő művének elolvasásáról. De milyen hungarikum az, amelyet nem lehet az unokáink kezébe adni? Ezt felismerve – a Nemzeti Együttműködési Alap, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával – a Széchenyi Alapítvány átírta és a Logod Bt. megjelentette a „Hitel mai magyar nyelven” című művet. Tartalma kicsit sem változott. Buday Miklós mérnök, az alapítvány elnöke szerint „az átírt változatot úgy kell tekinteni, mint egy kiadványcsalád részét, amelyben megtalálható az eredeti, a kritikai kiadás és a különböző korokban kiadott szövegváltozatok is. A miénk a XXI. századi változat. Ennek a változatnak egyrészt az az értelme, hogy a gördülékeny olvashatósága alapján megkönnyíti Széchenyi gondolatainak befogadását, másrészt az átírás lehetővé teszi, hogy idegen nyelvekre könnyebben és egyértelműen lefordíthatóvá váljon a Hitel.” (Az angol nyelvű fordítás várhatóan 2021 márciusában befejeződik.) Bővebb infó: <http://www.szechenyiforum.hu>



Kérjük, megrendelését a www.sinekilaga.hu honlapon keresztül küldje el!

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

Címlapkép: Alaplemez-építés a csittényhegyi alagútban (Fotó: Czuczay László)

ISSN 0139-3618
www.sinekilaga.hu

Sínek Világa

A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és híd szakmai folyóirata
A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT)
által akkreditált folyóirat
Kiadja a Pályavasúti főigazgatóság,
Pályalétesítményi igazgatóság
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60.
www.sinekilaga.hu

Felelős kiadó Virág István pályaműködtetési vezérigazgató-helyettes
Szerkeszti a szerkesztőbizottság
Főszerkesztő Vörös József
Főszerkesztő-helyettes Szőke Ferenc
A szerkesztőbizottság tagjai
Both Tamás, Eller Balázs, dr. Horvát Ferenc, Török Gergely, Virág István
Korrektor Ácsné Tamás Éva
Tördelő Kertes Balázs
Grafika Biró Sándor
Nyomdai előkészítés 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

Track and bridge professional journal of Hungarian State
Railways Co.
Journal accredited by Repertory of Hungarian Scientific Works
(MTMT)
Published by Infrastructure chief-directorate,
Track establishment directorate
54–60 Könyves Kálmán boulevard Budapest, Post code 1087
www.sinekilaga.hu

Responsible publisher István Virág Track Operational Assistant Managing Director
Edited by the Editorial Committee
General Editor József Vörös
Assistant general editor Ferenc Szőke
Members of the Editorial Committee
Tamás Both, Balázs Eller, Dr. Ferenc Horvát, Gergely Török, István Virág
Corrector Éva Ácsné Tamás
DTP Balázs Kertes
Graphics Sándor Biró
Typographical preparation Preflex 2008 Ltd.
Typographical work PrintPix Ltd.
Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5)
Made in 1000 copies