

TARTALOM

Suhajda Balázs – Köszöntő	1
Csomós Anna – A Déli összekötő vasúti Duna-híd (5. rész) – A beruházás előkészítése	2
Piros Balázs – Szakaszmérnöki vizsgára felkészítés a debreceni területen	5
Gyüre József – Kolerától a koronavírusig	9
Németh Attila, Dr. Major Zoltán, Dr. habil. Fischer Szabolcs A polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínkötések (3. rész) – Véges elemes modellezések	12
Tóth Anita, Dr. Szabó József – A síndiagnosztika szerepe a vasúti pálya felügyeletében	20
Tarján Ferenc – Az algyői vasúti Tisza-híd – A kezdetektől a TramTrain beruházásig	31

INDEX

Balázs Suhajda – Greeting	1
Anna Csomós – The Southern linking railway Danube bridge (Part 5) – Preparation of the investment	2
Balázs Piros – Preparing for section-engineer examination at the area of debrecen	5
József Gyüre – From cholera to corona virus	9
Attila Németh, Dr. Zoltán Major, Dr. habil. Szabolcs Fischer Polymer composite fish-plated glued insulated rail joints (part 3) – Finite element modellings	12
Anita Tóth, Dr. József Szabó – The role of track diagnostics in the supervision of the railway track	20
Ferenc Tarján – Railway Tisza-bridge at Algyő from the beginnings to the investment of TramTrain	31

Tisztelt Munkatársaim, kedves Olvasók!

Az elmúlt évben sikerült kialakítani egy olyan pozitív jövőképet, amely átgondolt szakmai módszerekkel célozza meg a több évtizedes elmaradásunk ledolgozását. A jövőképben megfogalmazott célok alapozták meg a MÁV-csoport 2030-ig terjedő stratégiájának és ennek alapján megindított fejlesztési projektek kidolgozását.

Amikor felkértek a köszöntő megírására, azt gondoltam, hogy egyszerű dolgom lesz, hiszen májusra elfogadásra kerül az üzleti terv, megkezdhetjük a fejlesztési projektek előkészítését, az azokhoz szükséges tervezési feladatokat, valamint a beszerzéseket is. Minden igyekezet ellenére a 2020. év nem várt kihívások elé állították a MÁV-csoport minden tagját, beleértve a MÁV Zrt.-t is.

A Covid-19 vírus, sajnos, felülírta a terveinket, amire annyira vártunk, mind a végrehajtás, mind az irányítás szintjén. Hiszen, ha csak a 2020. évi outsourcing keretében tervezett beavatkozásokat vesszük figyelembe, jelentős komplex és szolgáltatás színvonal-emelkedést eredményező munkák végrehajtását ütemeztük a 100a, 80., 100c, valamint a 20. számú vasútvonalakon. Ezek most a koronavírussal folyó küzdelem során szükségessé váló intézkedések, forrását csoportosítások áldozatává válhatnak.

A vírus rákényszerítette társaságunkat eddig nem alkalmazott szervezési módszerek bevezetésére annak érdekében, hogy a bevezetett kormányzati intézkedés mellett közszolgáltatási feladatainkat folyamatosan el tudjuk látni. Azokban a munkakörökben, amelyek a biztonságos vasúti közlekedés fenntartásához személyes jelenlétet igényelnek, szükséges volt a munkavállalók érintkezésének csökkentése, a megfelelő védőeszközökkel történő folyamatos ellátása és a megfelelő higiéniai környezet biztosítása. Annak érdekében, hogy a feladatainkat az elvárható szinten el tudjuk látni, csoportosintű intézkedéseket kellett meghozni.

Azokban a munkakörökben, ahol az otthoni munkavégzés – részben vagy egészben – megoldhatóvá vált, a munkáltató bevezette a távmunka intézményét, a megfelelő számú munkahelyi jelenlét biztosítása mellett. A félelmek ellenére az infokommunikációs szervezeteink az IT-oldalról rekordidő alatt teremtették meg az otthoni munkavégzés feltételeit, amiért elismeréssel és köszönettel tartozunk.

Az új, bonyolult munkakörülmények között a munkavállalóink ismét bebizonyították lojalitásukat a vasúttal (MÁV Zrt.-vel) szemben, aminek eredményeként a vasúti közlekedés nem állt meg a nehéz időkben sem.

Megköszönöm a pályalétesítményi szakterület tevékenységében részt vevő, azt támogató munkavállalóknak, szervezeteknek, hogy munkájukkal hozzájárultak a folyamatos működés feltételeinek biztosításához.

Szeretném, ha a veszélyhelyzet elmúltával sikerülne ugyanilyen hozzáállással és aktivitással közösen visszaállni a rendes kerékvágásba, és pótolni az elkerülhetetlenül bekövetkezett lemaradásainkat.

Suhajda Balázs
pályalétesítményi igazgató



A Déli összekötő vasúti Duna-híd (5. rész)

A beruházás előkészítése

Csomós Anna

projektvezető

NIF Zrt.

✉ csomos.anna@nif.hu

☎ (20) 934-8506

A vasút ma még nem része a Budapesten belüli közlekedésnek, de óriási, eddig kihasználatlan lehetőség rejlik benne. Idén elkezdődött a Kelenföldet és Ferencvárost összekötő Déli körvasút fejlesztése, amelynek első elemeként a Déli összekötő vasúti hidat bővítik.

A Déli körvasút az 1. számú vasútvonal Kelenföld és Ferencváros állomások közötti szakasza, amely kiemelt szerepet tölt be a nemzetközi, a távolsági és elővárosi közlekedésben, tehát az egyik legfontosabb hazai vasútvonal. A városi közlekedésnek a vasút ma még nem része, de óriási, eddig kihasználatlan lehetőség rejlik benne. A beruházás eredményeképpen a környékbeli településekről bejárók közvetlenül, vonattal érhetik el az átszállási pontokat. A tervezett három új akadálymentes megállóval (Nádorkert, Közvágóhid, Népliget) a vasút városi, elővárosi kapcsolatrendszere jelentősen javulhat. A ma hiányzó átszállási kapcsolatok megteremtésével (M3-as metró, budai fonódó, 1-es, 2-es és 3-as villamos, H6-H7 HÉV) a beruházás vonzó közlekedési alternatívát teremt. A Déli körvasút célja tehát a vasútvonalon szűk keresztmetszetként jelentkező Kelenföld–Ferencváros-vonalszakasz kapacitásbővítése, a hiányzó városi kapcsolatok feloldása új megállóhelyek létesítésével, a vasút városi-elővárosi közlekedésben betöltött szerepének erősítése, Magyarország keleti és nyugati térségei közötti közvetlen távolsági vonatok indíthatóságának lehetősége. Megfelelő kapacitású vasúti vonalszakasz kiépítésével a kritikus szakaszokon a sebességkorlátozások megszüntetésével a menetidők csökkenthetők, valamint a jelenlegi 30 perces követési idők első ütemben 15, majd 10 percesre mérsékelhetők.

A Budapest Fejlesztési Központtal, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztériummal együttműködésben a Déli körvasút-beruházás első elemeként az elmúlt hónapokban a Déli összekötő vasúti híd kivitelezése kezdődhetett el. A

NIF Zrt. projektvezetőjeként 2016-ban csatlakoztam a Déli összekötő vasúti Duna-híd és a kapcsolódó vágányhálózat fejlesztésére irányuló beruházások előkészítésén dolgozó csapathoz, tehát éppen 100 évvel azután, hogy 1916-ban megszületett a javaslat a Magyar Királyi Államvasutak hálózatán a háború lezajlását követő években szükséges beruházásokról és a hálózat továbbfejlesztéséről. Ez a javaslat már tartalmazta a híd három-, esetleg négyvágányúra történő bővítését, a kapcsolódó vágányhálózattal egyetemben. A híd történelmét jelen cikksorozat 1. részében már megismerhette a Tisztelt Olvasó, így a Déli összekötő vasúti Duna-híd „kalandjainak” részletezésébe most nem mennék bele. Az írást inkább azoknak szánom, akiket mindig is érdekelték a beruházások előkészítésének részletei, de eddig nem volt lehetőségük arra, hogy betekintést nyerjenek a folyamatba, ami egy indokolt és műszakilag megalapozott projektjavaslatot életre hív. Annyit előre elárulok, hogy meglepően hosszú folyamat, és nagyon sokan dolgoznak rajta – mérnökök, közgazdászok, jogászok, kommunikációs szakemberek –, és tele van nem várt nehézségekkel.

Lássuk hát a 2019. szeptember 19-én aláírt, a híd korszerűsítésének megvalósítására irányuló vállalkozási szerződés mögött álló munkát. Ehhez 2015-ig kell visszamennünk az időben. Ekkor kapott ugyanis elrendelést a NIF Zrt. az akkori nevén Nemzeti Fejlesztési Minisztériumtól a projekt CEF-pályázatra (Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz) történő előkészítésére.

Ebben az időben a híd háromfelszerkezetes koncepciójára vonatkozólag még

nem álltak rendelkezésre az engedélyezési tervek és engedélyek, ezek megszerzése még előttünk állt. Itt érdemes megjegyezni, hogy a CEF-pályázaton különböző szempontok szerint értékelik a projekteket, az egyik ilyen szempont az úgynevezett érettség. Ez alatt azt kell érteni, hogy az számít „jó” projektnek, aminek a kiviteli tervei rendelkezésre állnak, a területszerzés megtörtént, és lehetőség szerint már feltételes közbeszerzési eljárás keretében szerződötett vállalkozó is rendelkezésre áll. Vagyis pozitív döntés esetén a kivitelezés azonnal megkezdhető. Másrészt nem gyakori, hogy olyan önálló hídkorszerűsítési projektek nyerjenek forrást, amik kapacitásbővítést is megcéloznak, hiszen a kapcsolódó vonali kapacitás fejlesztése nélkül a szűk keresztmetszet valójában nem oldható fel. Ennél a projektnél azonban az évszázados igényt, azaz a háromfelszerkezetes kialakítást, a híd stratégiai szerepe miatt, az építéstechnológia is alátámasztotta. Ugyanis a hídon meglévő forgalom nagysága és az a tény, hogy reális kerülő útvonal jelenleg nem áll rendelkezésre a vonatok számára, indokoltá tették azt az elvárás, hogy a kétvágányos vasúti közlekedés a kivitelezés ideje alatt is biztosított legyen. Ennélfogva a híd felszerkezeteinek átépítése csak egy harmadik felszerkezet előzetes megépítését követően történhet meg.

Ugyanakkor a híd – technológiai alapon is szükség szerűen – háromfelszerkezetes kialakítása tulajdonképpen az első lépés az évszázados álom valóra váltása felé tett úton, ugyanis a Déli összekötő vasúti Duna-híd korszerűsítése a Déli körvasút-fejlesztés első, már épülő üteme. 2016 februárjában tehát benyújtottuk a CEF-pályázatot, amelyben a szükséges forrást a megvalósíthatósági tanulmány alapján becsültük. A pályázat összeállításában a Főmterv Zrt. volt a segítségünkre.

Miközben vártuk a CEF-pályázat eredményhirdetését, 2016 márciusában újabb elrendelés érkezett a NIF Zrt. részére

a Nemzeti Fejlesztési Minisztériumtól a hídkorszerűsítés tervezésére vonatkozólag. Júniusban már ennek fedezete is rendelkezésre állt, mivel támogatási szerződést kötöttünk IKOP-forrás terhére.

2016 júniusában tehát már volt egy benyújtott CEF-pályázatunk a híd kiviteli terveinek elkészítésére és a kivitelezés megvalósítására, volt forrásunk a tervezésre, és előttünk állt még a tervező kiválasztása és a kivitelezéshez szükséges forrás biztosítása. Tudtuk viszont, hogy a terveknek olyan ütemezés szerint kell előállniuk, hogy a beruházás 2020 végéig megvalósulhasson. Mindez szép kihívásnak ígérkezett.

Megkezdtük a tervezésre vonatkozó közbeszerzési eljárás előkészítését, azonban az első eljárás sikertelenül zárult. Azonnal megkezdtük egy új eljárás előkészítését, aminek lendületet adott, hogy 2016 augusztusában az Európai Bizottság a beadott támogatási kérelem alapján CEF-támogatásra jogosultként nevesítette a projektet.

Hatalmas volt az öröm, és miközben a tét emelkedett, az ütemtervek, a kockázatok elemző mátrixok és Gantt-diagramok mind egy irányba mutattak. Haladéktalanul meg kellett kezdeni az engedélyezési tervezést, mert tudtuk, hogy ha a kivitelezés nem fejeződik be a támogatási ciklus, azaz 2020 végéig, a támogatás elvész. 2016 decemberében végre megjelent a tervezésre vonatkozó ajánlati felhívás. Sikeres közbeszerzési eljárás eredményeképpen 2017. július 28-án a NIF Zrt. tervezési szerződést kötött a Főmterv–MSc–Speciálterv tervezői konzorciummal az engedélyezési tervek elkészítésére, az engedélyek megszerzésére és a tenderdokumentáció összeállítására. Mivel az első, sikertelen eljárás felemész-



1. ábra. A harmadik vágány részére fenntartott jelenleg üres rész

tett néhány hónapot, a tervezésre rendelkezésre álló határidő nagyon feszes volt, miközben súlyos ügyekben kellett döntést hozni. Például a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Be kell-e kötni az új, harmadik felszerkezetet a kivitelezés végén kitérőkkel a kétvágányú vasúti pálya forgalmába?
- Hogyan lehet egy lőszerrel ilyen erős mértékben szennyezett területen majdan a cölöpözést végrehajtani, és milyen intézkedéseket tudunk megtenni ebben a fázisban?
- Hogyan minimalizálhatók a Duna vízálásából eredő kockázatok?
- Hogyan lehet a MŰPA akusztikailag igényes termeit megóvni a kivitelezésből eredő zaj- és rezgésterheléstől?

A döntések megszülettek, a projekt keretében az együttműködés az üzemeltető, a tervező és a beruházó között példás volt. Heti rendszerességgel két-három óras egyeztetéseken és ezenfelül kis csoportos megbeszéléseken igyekeztünk a lehető legprecízebben előkészíteni a beruházás következő fázisát. Ennek eredményeképpen 2018 áprilisában rendelkezésre álltak a szükséges engedélyek, a tendertervek és a tenderdokumentáció további műszaki kötetei, amelyek értelmében két építési technológia is lehetségesnek tűnt. A különbség az átfutási időben rejlett, mert míg az egyik technológia alapján új felszerkezetet mindig a jelenleg is üres pozícióban (1. ábra) szerelik össze és keresztirányú mozdítással került volna a végleges helyére, addig a másik technológia alapján a hidak helyben történő bontása és szerelése volt előirányozva, ami a középső

hídszerkezet esetében különösen szűkös rendelkezésre álló munkaterületet jelent. Természetesen az utóbbi technológia átfutási ideje volt rövidebb.

A tervezésre kötött támogatási szerződésben foglalt feladatok 2018 áprilisában lezárultak, megkezdődhetett az időközben a kiviteli tervek elkészítésére és a kivitelezésre megkötött támogatási szerződésben foglaltak megvalósítása. Ismét közbeszerzési eljárás előkészítése kezdődött, amelynek hosszas minőségbiztosítási folyamatai miatt az ajánlati felhívás végül csak 2018. szeptember 29-én jelenhetett meg. Célnk az volt, hogy a decemberi szerződéssel követően a projektet két év alatt megvalósíthassuk. Az ajánlat(ok) bontására december 4-én került sor. A többes szám, sajnos, azért került zárójelbe, mert összesen egy ajánlat érkezett, amelynek ajánlati ára messze meghaladta a rendelkezésre álló forrásainkat. Tekintettel arra, hogy csak egy ajánlat érkezett és az ajánlatkérő az ajánlati felhívásban akképpen nyilatkozott, hogy alkalmazza a Kbt. 75. § (2) bekezdés e) pontját, azt érvénytelenné kellett nyilvánítani.

2018 decemberében az – ekkori nevén már – Innovációs és Technológiai Minisztérium elrendelte a közbeszerzési eljárás ismételt kiírását, lehetővé téve a NIF Zrt. számára olyan feltételrendszer alkalmazását, amely alapján a kiviteli tervek elkészítésére és a kivitelezésre rendelkezésre álló átfutási idő 36 hónapban került meghatározásra, abban az esetben, ha az Európai Bizottság nevében eljáró INEA-val kötött támogatási megállapodás véghatáridejét sikerül módosítani.

Csomós Anna a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karának szerkezetépítő mérnöki szakán szerzett építőmérnöki diplomát 2010-ben. 2009 és 2012 között a Strabag-Mml Kft. szerkezetépítő irányában dolgozott. Ezt követően 2012 és 2014 között az ÉKI TERV Mérnökiroda, 2014 és 2016 között a Speciálterv Építőmérnöki Kft. tervezőjeként vett részt magas- és hidépítési projektek terveinek elkészítésében. 2016 óta a NIF Zrt. projektvezetője, elsősorban budapesti projektek megvalósításán dolgozik.



2. ábra.
A hídfő
cölöpözése

A dokumentációt átdolgoztuk, és 2019 februárjában megjelenhetett az új eljárás ajánlati felhívása. Ezzel párhuzamosan az Innovációs és Technológiai Minisztériummal közösen dolgoztunk a Brüsszelbe küldendő előrehaladási jelentésen, próbálva megteremteni a támogatási megállapodás módosításának alapjait. Nem volt könnyű feladat, nagyon magas kockázatot rejtett az út, amin jártunk, hiszen a projekt megvalósítása gyakorlatilag kezdeti fázisban volt. Az előrehaladási jelentést az INEA végül elfogadta, így lehetőség nyílt a támogatási megállapodás módosításának előkészítésére is.

Míndeközben a közbeszerzésben az ajánlatok bontására is sor került 2019 áprilisában. Ezúttal négy ajánlat érkezett, azonban a rendelkezésre álló forrás egyik ajánlati árra sem nyújtott teljes egészében fedezetet. Folytatódott a küzdelem a projekt megvalósításáért, kormány-előter-

jesztés született, kérve a magyar államtól a hiányzó fedezet rendelkezésre bocsátását.

A „Déli összekötő vasúti Duna-híd korszerűsítése” tárgyú, az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz által társfinanszírozott projekt megvalósításával összefüggésben felmerült költségnövekménnyel kapcsolatos intézkedésekről szóló 1441/2019. (VII. 26.) kormányhatározat értelmében végül pozitív döntés született az ügyben.

A közbeszerzési eljárás keretében 2019 augusztusában kihirdettük az eredményt. Ekkorra már a hazai támogatási szerződés módosítása is lezajlott a fenti kormányhatározatnak megfelelően, és 2019. szeptember 19-én a NIF Zrt. és a Duna Aszfalt Kft. is aláírta a vállalkozási szerződést. A munka rövid időn belül megkezdődött a hídfők cölöpözésével (2. ábra) és a szerkezeti egységek gyártásával, illetve összeszerelésével.

Summary

The upgrading of the bridge is ongoing, the Contract was signed on 19/09/2019. The project is the first step on the way to upgrade and develop the Kelenföld – Ferencváros rail section.

The aims of the project are the following:

- developing the main bottleneck of the hungarian railway line,
- increasing the number of suburban and urban railway services (S-Bahn),
- planning of new stops (near to Újbuda, Közvágóhíd and Népliget) to create the missing interchange stations (M3 metro, tram 1, 2, 3, H6/H7 suburban railway line),
- providing of the through-going long distance connections,
- offering better services for freight traffic/goods transport needs and appropriate capacities on a longer terms.

Összegezve mindezt: Terveink szerint 2022 végén rendelkezésre fog állni a Déli körvasút-beruházás első eleme, a háromvágányos Déli összekötő vasúti Duna-híd (3. ábra) a Déli körvasút további elemeinek fogadására. A négyéves előkészítő munka bonyolult, sokszereplős, összetett folyamata véget ért, most a lebonyolítás és a kivitelezés veszi át a főszerepet.

Ezúton is szeretném megköszönni az eddigi áldozatos munkát mindazoknak, akik segítettek a projekt bármely elemének, bármely fázisában annak érdekében, hogy az évszázados álom eljuthasson a megvalósításig. (Fotók: NIF-archívum) ◀



3. ábra. A Déli összekötő vasúti Duna-híd látványterve



Szakaszmérnöki vizsgára felkészítés a debreceni területen

Piros Balázs

területi pályalétesítményi szakértő

MÁV Zrt. PTIG TPLO

Debrecen

✉ piros.balazs@mav.hu

☎ (30) 723-5595

A MÁV Zrt. pályás szakszolgálatának előrelátó utánpótlás-nevelése folyamatos odafigyeléssel és kiválasztással történik. Igazgatóságunk területén is – mint szerte az országban – jellemző a szakemberek átlagéletkorának emelkedése. Ezért fontos feladat, hogy a nyugdíjba vonuló munkatársaink megfelelő időben történő pótlását folyamatosan megoldjuk.

Az utánpótlás-nevelés nem mindig zökkenőmentes. Legegyszerűbb esetben a nyugdíj előtt álló munkatársunk a kiválasztott fiatal kollégát maga mellé veszi és minden lehetséges szakmai programra magával viszi hónapokon keresztül. Ez idő alatt megismeri a helyi viszonyokat, a jövőben rábízott pályalétesítményt és tartozékait, találkozik a társszolgálatok képviselőivel, megismeri a területet, azokat a munkatársakat, akikkel közösen kell együtt dolgoznia.

Az idealizált helyzetben feltételezzük az ifjú kolléga szakmai tudását, már meglévő gyakorlatát. Ekkor csak a helyi körülményeket, a szakasz megismerését kell hozzátenni. Ez azokra a munkatársakra vonatkozik, akik korábban az ország másrészt, de a vasúti pályafenntartás szakmai területén dolgoztak.

A gyakorlatban legtöbbször olyan kezdő fiatal érkezik, akinek ez az első munkahelye. Át kell állnia az egyetemi hallgatói életformáról, a szabadabb időbeosztásról, a kialakult szokásokról a munkaviszony adta kötelezettségekre.

A felvételi elbeszélgetésen kiválasztottak bekerülnek a pályás csapatba, tele várakozással, érdeklődéssel, tudásvágygal.

Régen a vasúti munkavállalás családi hagyomány volt, generációk jöttek, váltották egymást és élték le életüket a „vasutasok nagy családjában”. (Személy szerint én a családomban az ötödik generációt képviselem.)

Vannak, akik a vasúti szolgálat hagyományaihoz hűen, családi kötődéssel érkez-

nek, viszont sok példa van arra is, amikor az adott családban az ifjú mérnök elsőként lép a vasút kötelékébe, majd megismeri és megszereti a szakmát, „átjárja a mozdony füstje”. Ők új, ismeretlen közegbe érkeznek, de igyekeznek mihamarabb beilleszkedni, kérnek és várják a segítséget. Elfogadják, hogy minden helyzetben, mindenkitől lehet kérdezni, valamit tanulni, csak figyelni kell.

A programra jelentkező mérnökök végzettsége határozottan változatos képet mutat. A közlekedésszervező mérnök mellett találkozunk infrastruktúraépítő, tájépítő, vízépitő mérnökökkel, műszaki menedzserrel és még sorolhatnám a különféle végzettségűeket.

A későbbi, a gyakornoki programot követő szakaszmérnöki munka viszont nem tesz végzettségbeli különbséget, mindenkinek egyformán, ugyanazzal a szakmai tudással kell a munkát végeznie. A felkészítésben komoly kihívás az, amikor a más végzettségű gyakornokokat kell felkészíteni a „vizsgára bocsátható” szintre. Ez nemcsak a vizsgára elegendő tudást kell, hogy jelentse, hanem a vizsga utáni, azonnali munkára való felelősségteljes alkalmasságot is.

A hozzájuk kerülő fiatalokkal az első feladat az ismerkedés. Ez a legelső találkozón a kölcsönös bemutatkozást, a szakmai és családi háttér, az egyéni érdeklődési kör rövid bemutatását jelenti. Fontos lehet annak tisztázása, hogy miért a MÁV-pályafenntartást választotta munkahelynek. A személyiség megismerése, adottságainak

felmérése lényeges, mert van irányító és van csapatjátékos, van elméleti és van gyakorlati beállítottságú kolléga. Mindenkinek helye van, és mindenkire szükség van, de később, a munkakör kiválasztásában a mentor sokat tud segíteni a főnökség vezetőinek.

Jó, ha látják a munkát kezdő kollégáink, hogy egy hosszú felkészülési folyamat elején vannak. A szakaszmérnöki vizsga a kiindulópont. A várhatóan több évtizedes munkájuk során sok fejlesztés, új technológia, új gép, új szerkezet jelenik meg, amelyeket meg kell ismerni és használni. Ezt csak folyamatos tanulással, naprakész tudással lehet biztosítani.

A gyakorlatban az a jó, a hiteles mérnök, aki tanácsot tud adni, irányítja, segíti a beosztottak munkáját. Ez nem a felkészületlen ember okoskodását jelenti, hanem a szakirodalom folyamatos olvasását, az új dolgok iránti fogékonyságot, a megismerést, a tanulást, a továbbképzésben való aktív részvételt feltételezi. Legyen meg a tudása, a szakma szeretete és kell egy szakmai alázat is.

A nálunk működő többlépcsős, többirányú felkészítés során mindenkinek először pályafenntartási alapismeretet és gyakorlatot a fenntartási szakaszon kell megszerezni, minél több felügyeleti munkába bevonva. Erre a feladatra kiválasztott gyakorlószakaszaink vannak, amelyek a következők: Debrecen II, Tócsövölgy, Nyíregyháza és Nyírbátor. Ezek a szakaszokon a gyakornokaink olyan pályameszterek mellett végzik a munkát, akik szívesen adják át tudásukat, megmagyarázzák a napi munkát. Eleinte csak a figyelés, a kérdések feltevésének lehetőségét kapják, ami kibővül egyszerűbb, majd összetettebb feladatokkal. Megismerik a mérőeszközöket, méréseket végeznek, majd saját mérési jegyzőkönyvet kell felvenniük. Az eredményeket ki kell értékelni, javaslatot tenni a hiányosságok megszüntetésére. Mindezt természetesen pályamesteri segítséggel végzik, majd a személyes találkozá-



1. ábra. Berettyóújfalu–Mezőpeterd átépítése (Fotó: Piros Balázs)



2. ábra. Berettyó-híd próbaterhelése (Fotó: Piros Balázs)

sokon beszámolnak nekem és társaimnak a helyszíni munkákról és azok eredményéről.

A gyakorlati munkát úgy igyekszünk szervezni, hogy a gyakornokoknak lehetőségük legyen a más szakaszokon folyó munkákra, vágányzárakra is kimenni. Több visszajelzést kaptam, hogy egy-egy fiatal kolléga saját kezdeményezéssel más szakasz főpályamesterénél bejelentkezett és kiment a munkát megismerni, például éjszakai sínserénél vagy KIAG-szabályozásnál.

A szakaszokon gyakorlatban megismerik a hagyományos és hézagnélküli vágányokat, a pályába épített szerkezeteket és a felügyeleti munkát. A mellékvonali és fővonali, hiba- és zavarelhárítási, karbantartási munkákat lépésenként látják, a feladatokat operatív tervezési és kivitelezési szinten átélik és megtapasztalják.

Közben egymásra épülő jelleggel folyamatos az elméleti képzés is, ami összhangban kell, hogy legyen a gyakorlati munkákkal, tehát a felügyeleti és karbantartási tevékenységgel.

A legelemibb ismeretektől haladunk a részletek és a szakmai „finomságok” felé. A nyomvonalkifejtéstől, a semleges vonalról indulunk. A mentori munka érdekessége, kihívást jelentő része, ha egy-egy csoportban más-más végzettségű, tehát eltérő tudásszintű fiatalokkal kell foglalkozni. Mostani csoportomban van infrastruktúraszakos végzett gyakornok, aki a pályás alapismereteket már megkapta az egyetemen, de van vízepítő mérnök, műszaki menedzser, akiknek az egyetemen megszerzett általános mérnöki tudásán kívül a

MÁV, a vasúti vágány teljesen ismeretlen, minden információ újat jelent. Velük sokkal többet, sokszor egyénileg kell foglalkozni, meg kell találni az eredményhez vezető egyéni módszert.

Meg kell tanulni a közös munkát is, ezért ebben a csoportban olyan feladatot kapnak, amelyben két-három fő együtt dolgozásának eredményét kell bemutatni. Később fontos lesz az együtt munkálkodás, az együtt gondolkodás.

A felkészítés végére eljutunk az önálló vágányzártervezésig. Kiemelten kezeljük a kapacitáskorlátozásokat, a vágányzárak műszaki tervezését, a vágányzári létszám- és az eszközigények rendelkezésre állásának figyelembevételével készített technológiára alapozott megfogalmazást. Fontos a vágányzár előkészítésénél a csak a forgalom kizárása alatt végezhető munka és az utómunkák szétválasztása és megszervezése.

Az alapfogalmakat közösen megbeszéljük, értelmezzük. Mentorként nem feltétel nélküli lexikonszerű megfogalmazással, hanem értelmezéssel várom az anyagok ismeretét. De a megfelelő szakkifejezések elsajátítása és rutinszerű használata kötelező. Ezt ki kell emelni, hiszen „egy nyelven” kell beszélni.

A beszélni szó fontosságát szükséges hangsúlyozni. Napjainkban egyre relevánsabb szerepe van az írásbeli feleleteknek, vizsgáknak, ami sokszor a verbális kommunikáció rovására megy. Aki több ember előtt beszél, sokszor nehezen formálja a mondatokat, pedig nem a tudásával van baj, hanem a nyilvános beszéd gyakorlatának hiánya okozza a gondot. A

szóbeli megnyilvánulásokra kifejezetten nagy hangsúlyt fektetünk. A vizsga után, gyakorló mérnökként sokszor kell majd kisebb-nagyobb közösség előtt véleményt mondani, tájékoztatást, oktatást tartani, munka közben folyamatosan kommunikálni.

A felkészítésbe bevonom, egy-egy napra felkérem azokat a munkatársaimat, akik az anyag- és eszközkezelést, a gazdálkodástervezést vagy a diagnosztika területét mutatják be.

Az elméleti ismeretadás jelentős része Debrecenben, kis tárgyalóteremben történik, de szükség (igény) szerint kimegyünk a vágányokhoz, kiterőkhöz, az elérhető szerkezetekhez, mert ezeket élőben kell látni, megfogni. Nem elég beszélni valamelyik rendszerelemről, ez kevés, még ha kivetítve látjuk is. A kinti gyakorlatokat segítik a pályamester, kiterőlakatosok, akik működés közben is, de alkatrészekre szedve műhelyben is megmutatják a tárgyalt szerkezetet, például a váltóábra szabályozását vagy a vezetéstávolság beállítását.

A felkészítés része, hogy megismerjék a különböző szintű terveket, a tervek értelmezését. A tervek véleményezésével eleinte sok idő megy el, mert a szabályozásokat az utasításokból ki kell keresni, tudni kell, hogy mit, hol lehet megtalálni. Később nekik is kell rajzokat, terveket készíteni.

A minél teljesebb felkészítés érdekében szerveztünk közös szakmai kirándulásokat is. Egy korábbi csoporttal meglátogattuk Gyöngyösön a kiterőgyárat, illetve a hosszúsín-gyártó üzemet, a záhonyi átrakó körzetet. Ez a mostani csoport esetében még tervezett program, szervezés alatt van. Természetesen igyekszünk kihasználni a területünkön folyó átépítések adta lehetőségeket. Az átépítő vonatok munkáját is megismerhetik a jelöltek. Egy korábbi csoporttal voltunk a Szajol–Püspökladány-, a Püspökladány–Ebes-vonalszakaszok nagygépes átépítésénél. Más építési technológiát (120 m-es mezős fektetést) láttunk Berettyóújfalu és Mezőpeterd állomásközben (1. ábra), ahol az új Berettyó-híd építését is végigkövettük (2. ábra). Az idei helyszínek többek között Ebes–Debrecen, Debrecen–Balmazújváros közti átépítés, a Mezőzombor–Nyíregyháza-vonalszakasz felújítása lesz.

Szerencsés helyzetben vagyunk, mert igazgatóságunk területén elérhető a széles, a normál és keskeny nyomtávú vágányok; ebből adódóan láthatunk fonódott

vágányt és mozgó csúcscsín nélküli kiterőt is. Területünkön többféle vágánszerkezetet lehet megismerni, amibe az ukrán talpfás, sinszeges felépítmény, de az emelt sebességű pálya is beleértendő.

A régi építésű acél- és vasbeton hidakon kívül vannak új, feszített csavarral épített acélszerkezetű hídjaink és kiöntött síncsatornás pályaatvezetésű hídjaink. A különféle síndilatációs készülékeket ugyancsak a helyszínen beépítve láthatják a gyakornokaink, hídszakértő mérnök magyarázatával megismerhetik a szerkezet működését, beállítását.

A felkészülést segítjük az utasítások átadásával és a letölthető egyetemi jegyzetekkel. Ezek segítségével, gyakorlati – üzemeltetőközpontú – megközelítéssel tartunk előadásokat.

Kiemelt jelentőségű az egyéni tanulás. Eddig is az volt a gyakorlat, hogy a hallgatók egy-egy témát feldolgoztak és egymásnak előadásokat tartottak. Most, a pandémiás helyzet miatt, az egyéni kutatás szerepe megnőtt. Többen kapták feladatként valamelyik szerkezeti elem bemutatását (sínek, kapcsolószerek, keresztaljak, ágyazat, alépítmény stb.). Elvárás volt a rendszerem szerepének, történetének, fejlődésének bemutatása, kivetítő segítségével. Ezeken az előadásokon egységes követelmény volt, hogy nem az utasításokból, jegyzetből kímásolt szöveget kell kivetíteni és felolvasni, hanem képeket, ábrákat, grafikonokat kell keresni vagy készíteni, majd ezeket élőszóval szakszerűen szükséges megmagyarázni.

Az egyéni előadásokat azonnal megbeszéljük, értékeljük és kiegészítjük. Ilyenkor nem a kritikai szándék, hanem az építő, dicsőítő megközelítés kell, hogy meghatározó legyen. Ez segít a jó hangulat megteremtésében és megtartásában. Több, kifejezetten szép, átgondoltan összeállított előadást kaptunk, de előfordult, hogy elejétől kellett kezdeni, másként megközelítve a feladatot. A javított és kiegészített előadások anyagát átadják egymásnak, majd mindenki továbbfejleszti, bővíti. Az így összeállított anyagot újra megbeszéljük. Az egyéni munka, a szakirodalomban keresgélés, az utána olvasás mással nem pótolható. Az így megtanult rendszerezése idő- és munkaigényes, de megéri a fáradságot.

Jelen helyzetben, a home office munkamódszerrel a felkészítés módja is megváltozott. A személyes konzultációk helyett egyéni telefonos és e-mailes kapcsolatot

Visszajelzések a mentori programmal kapcsolatban

Egy kezdő mérnöknek egy ilyen nagyvállalatnál, mint a MÁV Zrt., úgy gondolom, hogy nélkülözhetetlen egy jól felkészült, tapasztalt mentor iránytatása és segítségével. Körülbelül öt hónapja dolgozom itt, és ez idő alatt folyamatos a felkészítés annak érdekében, hogy a szakaszmérnöki és forgalmi vizsga letétele után betölthessem későbbi munkakörömet. Ebben nyújt óriási segítséget *Piros Balázs* mentorom. Heti több alkalommal is összeültünk, amikor is előadásokat tartott és kérdéseivel minket is hagyott érvényesülni. Bármilyen kérdéssel, kéréssel kereshetjük. Az előadás anyagai jól érthetőek, következetesek és a későbbi tanulás érdekében rendelkezésünkre is bocsátja. Mindig figyelembe veszi az igényeinket. Az elméleti órák mellett időt szakít arra is, hogy kint, a terepen szemrevételezhessük és megtapasztalhassuk azt, hogy miről tanulunk. A jelenlegi vészhelyzet ellenére sem szakadt félbe az oktatásunk. Balázs gondoskodik róla, hogy ne maradjunk le, így különböző feladatokat küld online (4. ábra), amelyeket később kidolgozva visszaküldünk neki értékelésre. Ezek a feladatok nem egyhangúak, hanem változatosak, és mivel Balásznak több mentoráltja is van, figyel arra, hogy mindenkinek egyedi feladatokat küldjön. A megoldásuk közben mindig használunk kell valamelyik MÁV-os utasítást, ezáltal is jobban megismerjük és elmélyülünk a cég sajátos rendszerében. Összességében én teljes mértékben meg vagyok elégedve

a mentori programmal, valamint *Piros Balázs* munkásságával. Visszatérve az itthoni munkavégzésből, talán jobb lenne majd valamivel több időt tölteni kint, a terepen és ott is folytatni az oktatást, mivel sajnos erre már egy ideje, az utóbi időszak eseményeire való tekintettel nem volt lehetőség.

A kollégánál a Debreceni Pályafenntartási Főnökségen mérnökgyakornok. 2019 decemberében csatlakozott a programhoz.

Az egyik legnehezebb dologban segített ez a program, mégpedig egy komplex és nagyon szerteágazó szakma alapjainak a megismerését könnyítette meg. Mérnökgyakornokként hirtelen nagyon sok új információt kell minél hatékonyabban befogadni, ennek a sikerességét nagyban növelte egy olyan ember iránymutatása, aki nagy szakmai tapasztalattal rendelkezik. A felkészülés során több alkalommal prezentációkat készítettünk, ami fejlesztette az előadói képességünket. A nagy mennyiségű elméleti anyag mellett Balázs lehetőséget biztosított a szakma gyakorlati megismerésére, ami a későbbiekben szakaszmérnökként nagy hasznomra vált. Véleményem szerint a még hatékonyabb felkészülés érdekében hasznos lenne nagyobb hangsúlyt fektetni a MÁV által használt informatikai programok alapszintű megismerésére is. *Munkatársunk 2019 szeptemberében vizsgázott.*

Jelenleg a Debreceni Pályafenntartási Főnökségen szakaszmérnök.

tartunk. Utasításokat és PowerPoint-előadásokat, személyre szóló feladatokat kapnak a gyakornokok célzottan arra a területre koncentrálva, amelyben több ismeretet kell szereznüik. A feladatokat egyenként beszéljük meg. Ebben a csoportban volt rajzkészítési és szöveges feladat is. Egységesen mindenkinek mintakeresztszelvényt kellett készíteni, de személyre szabottan (3. ábra). Volt útátjárós

feladat egy vagy több vágánnyal, eltérő burkolattal, tüleleméssel, volt nyílt vonali más sebességtartománnyal és pályaszerkezettel, más geometriával, volt állomásperonnal, életvédelmi kerítéssel vagy oldalrakodóval.

A szöveges feladatnál a pályafelügyeleti rendszert kellett feldolgozni, egy-egy részterületet kiemelve. Volt, aki kiterővizsgálatot, útátjáró-vizsgálatot, vonalbeutazást,



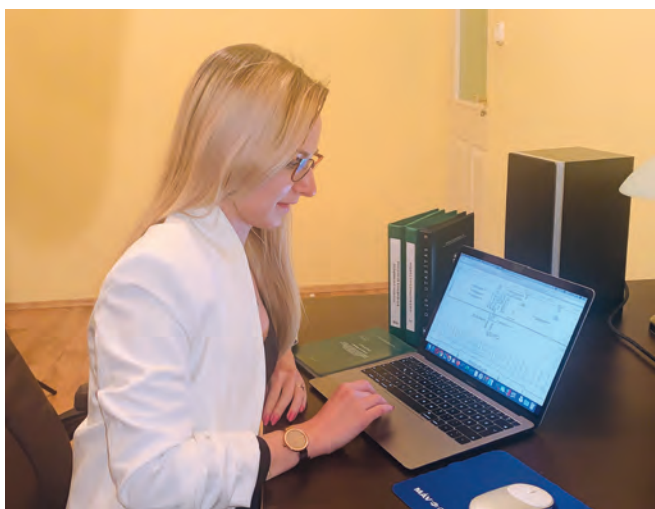
3. ábra. Törő András mérnökgyakornok rajzfeladatot készít

vágánymérést vagy a síndiagnosztikát írta le.

Minden gyakornoknál az a közös cél, hogy a hallgatónak utána kelljen néznie, keresnie kelljen a szakirodalomban, hogy az érvényes szabályozásokat kövesse, az érvényes eljárási rend szerint dolgozza ki a kiadott feladatot. A sikeresen összeállított felüyeleti anyagot Word dokumentumból át kell tenni PowerPointba, kevés szöveggel, főleg ábrákkal, hogy bemutató előadásra alkalmas legyen. A javítások, ismétlések során a tudás elmélyítése akaratlanul történik. A vizsgán mindenkinek önálló előadást is kell tartania egy-egy témakörből.

Minden tanfolyam más, folyamatos a fejlődés. Évente új elemek kerülnek be a leadott anyagokba, újabb módszerekkel. Nagyon fontos, hogy ne csak az állandó lexikális tudást jelentő előadás-sorozatok ismétlődjenek, hanem érdekesebbé is tud-

Piros Balázs pályafutását 1975 augusztusában a MÁV Debreceni Építési Főnökségén kezdte. Győrben, 1981-ben a Közlekedés és Távközlési Főiskola levelezőtagozatán vasútépítési és -fenntartási mérnöki diplomát kapott. Művezetőként nagyobb állomásátépítéseken és fővonal munkákon dolgozott. 1983-ban Szolnokon a Pályafenntartási Főnökségen szakmérnök, 1984-től a Debreceni Igazgatóság Építési és Pályafenntartási Osztályán hatósági és hézag nélküli, rövid ideig hídász előadó, majd a nyíregyházi és a mátészalkai főnökségek vonalbiztosa. Létszám-racionalizálás miatt a Debreceni Pályafenntartási Főnökségre helyezték szakmérnöknek. 1997-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen minőségügyi mérnöki diplomát szerzett. Visszahívták az akkori területi központ pályás osztályára, majd 2002-től a vezérigazgatóság koordinációs főosztályán minőségügyi szakértőként, majd üzletági minőségirányítási vezetőként dolgozott. Innen 2009-ben, saját kérésére, visszament Debrecenbe, ahol az igazgatóságon pályás szakértőként vonalbiztosi feladatot kapott. 2016 szeptemberében nyugdíjba ment. A következő évben nyugdíjasként mentori munkát kapott. A fiatalok felkészítésével, mentori munkával több mint 15 éve foglalkozik. Eddig közel 30 mérnökgyakornok felkészítését irányította.



4. ábra.
Katonka
Petra
feladatot
old meg

juk tenni a folyamatot. Ebbe beleférhet például kitekintés más vasúttársaságok pályáinak bemutatásával, nagy sebességű, nem adhéziós pályák elvének megismertetésével. A mai fiatal mérnökök felkészítése, a minél szélesebb ismeretanyag átadása a jövőt segítő munka. Érdeklődésre és a gondolatok elindításához szükséges egy-egy különleges vasút (LIM-motoros hajtás és az ehhez szükséges pálya vagy a csővasút, érdekességképpen a drótkötélpálya) beillesztése az előadás-sorozatba.

A felkészítésekről rendszeres visszajelzéseket kérek, hogy jobban tudjam a folyamatot segíteni. Szükség szerint, például a forgalmi vizsgára készülési heti három-négy napot vesz igénybe. Ekkor kevesebb időt töltünk együtt és kevesebb feladatot kapnak. A visszajelzésekből kiderülnek a felkészítés javításra váró részletei, mi az a fejezet, amit bővebben vagy kevésbé részletekbe menően kell megbeszélni.

Az elkövetkező időszak fejlesztési lehetősége például az informatikai programok megismertetésére nagy hangsúlyt fordítani, a más igazgatóság területén működő csoportokkal a kapcsolatfelvétel, a tapasztalatcsere, amit kiegészíthetünk szakmai látogatás során az elkészített kiselőadások prezentációival, új egyedi szerkezetek bemutatásával (például a rugós váltók).

Feltétlenül szükségesnek tartom a szakmai oktatási rendszer egységesítését minden szinten. A pályamunkás- és a kitérőlakatos-képzés sikeressége nagyban függ attól, hogy milyen elméleti és gyakorlati képzést kapnak. Ezeket a szinteken a gyakorlati képzés szerepe megnő, ők az elméletet meghallgatják, de a feladatot a gyakorlatban, sínfogóval, geokulccsal oldják meg. Olyan vágányon, kitérőn, ahol forgalomszünet van, nem kell vágányzá-

rat kérni, ott egyszerűbb megszervezni a gyakorlati képzést. A pályamesterek a tanfolyamon sokkal több elméleti ismeretet kapnak, az ő munkájuk nagyrészt ettől függ. A szakmérnökök felkészítése más jellegű folyamat. Tudomásom szerint a szakmai képzési rendszer egységesítése, a be- és kimeneti követelmények pontosítása hamarosan megtörténik.

Megtiszteltetés számomra és hálás vagyok, hogy nyugdíjasként foglalkoztatva lehetőséget kaptam a fiatalokkal történő foglalkozásokra. A feladatot szívesen végzem. Vizsga után a háttérből figyelem a fiatalokat, ahogyan felelősen, önállóan végzik munkájukat. Időnként egy-egy kérdéssel megkeresnek, megbeszéljük és a feltett kérdésre együtt keresünk választ. Évek múltán jólesik látni, ahogy az ifjú kolléga megállja a helyét és a vasútnál maradt.

Köszönöm azoknak a munkatársaimnak a közös munkát, akik vállalják, és lelkiismeretesen segítenek a fiatalok felkészítésében.

Az eddigi gyakorlatnak megfelelően ez a mostani lelkes kis csoport remélhetően sikeresen felkészül és igazolja a ráfordított energia hasznosságát. ◀

Summary

Foreseeing training of the new-generation of MÁV Co's track professional branch is done by continuous attention and selection. On the area of our directorate – as all over in the country – increasing of the average age of experts is typical. Therefore it is an important task to solve continuously the supplement of our retiring colleagues in time.



Kolerától a koronavírusig

Gyüre József

kommunikációs vezető

Nemzeti Útdíjfizetési

Szolgáltató Zrt.

Budapest

✉ gyure.jozsef@nemzetiutdij.hu

☎ (20) 386-8398

Hólyagos himlő, diftéria, lépfene, lepra, kanyaró, pestis és vérhas – minden kornak megvolt a maga ragályos veszedelme, de vajon milyen kihívásokat jelentettek ezek a járványok a tömegközlekedés kezdetén a személyszállítás terén?

Az új koronavírus miatti járványveszély következtében – más tömegközlekedési vállalatokhoz hasonlóan – a vasúttársaságnál is több fontos soron kívüli intézkedést vezettek be – jórészt a nemzeti népegészségügyi intézmények ajánlásainak megfelelően. A MÁV és a MÁV-START vezetése elrendelte a járműpark napi szintű fertőtlenítését (1. ábra). A betegség terjedésének megakadályozása érdekében fertőtlenítik a vonatok ajtónyitóit, kilincseit, kapaszkodóit, fogantyúit, a nyomógombokat és természetesen a mosdókat, vécéket is. A vasúttársaság március közepétől fokozatosan, a legnagyobb forgalmú budapesti és vidéki pályaudvarokon, megállóhelyeken az utazóközönségnek biztosította a kézfertőtlenítési lehetőséget: minden utas- és üzemerületen lévő vizesblokkban a korábbi kéztisztítókat fertőtlenítő hatású szerekre cserélték. A pályaudvarokat és az üzemi területeket vírusellenes szerekkel takarították.

A május végéig tartó kijárási korlátozáshoz igazodva a menetrendben rendkívüli módosítások léptek életbe. Március 30-tól nem közlekedtek a tanítási időszakban rendszeresített járatok, s a lezárt határok miatt a külföldre már nem induló nemzetközi vonatokat is törölték átmenetileg a menetrendből. Magyarországról nemzetközi vonatok csak Ausztriába, illetve azon keresztül Németországba közlekedtek. Lapzártánk idején a többi szomszédos állam szintén fokozatosan nyitotta meg újra a határait a nemzetközi vasúti személyforgalom előtt.

A vasutas munkavállalók egészségének megóvása érdekében a MÁV-csoport nagyon gyorsan lépett: a veszélyhelyzet kihirdetése után nem sokkal közel 170 ezer



1. ábra. Vasúti kocsi utasterének fertőtlenítése



2. ábra. TGV vasúti kocsi átalakítása



3. ábra. Mentővonatnak felszerelt TGV vasúti kocsi

szájmaszkot, több tízezer kézfertőtlenítő folyékony szappant és gélt, valamint több százezer gumikesztyűt osztottak ki

azoknak a kollégáknak, akik – munkakörük sajátosságából adódóan – nem dolgozhatnak home office rendszerben. Az otthoni munkavégzés zökkenőmentes bevezetése érdekében a vasúttársaságnál több informatikai intézkedés lépett életbe. A védőfelszerelések és -eszközök, fertőtlenítőszeres és testhőmérők felhasználására, alkalmazására vonatkozóan csoportszintű tájékoztatót készített a Vasút-egészségügyi Kht., valamint a MÁV Szolgáltató Központ.

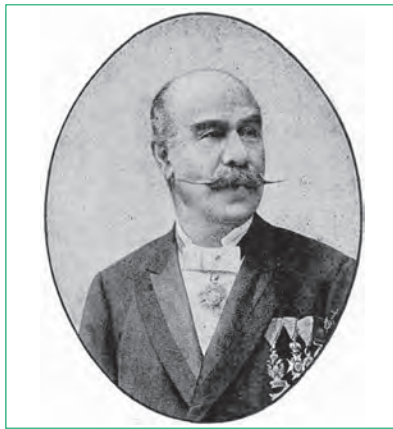
Ahogy Magyarországon, úgy a világ számos országában is különböző módon siettek a kormányok és a lakosság segítségével a közlekedési szolgáltatók az új koronavírus okozta járvány terjedésének megfékezésére érdekében. Sőt van, ahol nemcsak a megelőzésbe, hanem a betegszállításba és a gyógyításba is bekapcsolódtak. Spanyolországban a Renfe vasúttársaság három, egyenként 18 beteg szállítására alkalmas vonatot alakított át „kórházvonattá” arra az esetre, ha a koronavírussal fertőzött betegeket kellene szállítani az egyes tartományok között. Franciaországból 250 beteget német harci szállítókkal, a francia hadsereg helikoptereivel, illetve egészségügyi vonatokkal szállítottak Németországba. A híres francia szuperexpresszből (TGV) kettőt mentővonattá alakítottak át (2. és 3. ábra). Franciaország északkeleti régiójából ezek vitték az intenzív ápolásra szoruló betegeket a térség túlterhelt kórházaiból Bordeaux-ba és Poitiers-ba. Az orvosi ellátóvá alakított TGV-n egyszerre 20 beteget lehet szállítani, a szerelvényen az aneszteziológus és intenzív osztályos orvosokon kívül mintegy ötven nővérnek, illetve egészségügyi alkalmazottnak jut hely.

Leprások ide, lépfenek oda

Érdemes egy kicsit elmerülnie a magyar vasút történetében annak, aki azt gondolja, hogy a koronavírus okozta járványhelyzethez hasonlóval még soha nem

szembesült a vasúttársaság. A tömegközlekedés kezdetén a személyszállítást lényegében Magyarországon a vasút jelentette, így az első – közlekedéshez kötődő – általános jellegű egészségügyi intézkedések a vasút terén jelentek meg az 1870-es évek elején – legfőképpen *Csatáry (Grósz) Lajosnak* (4. ábra) köszönhetően, aki 1870-től 1892-ig volt a MÁV főorvosa. Ezek a rendelkezések jórészt különböző országos közegészségügyi szabályokon alapultak – így a közlekedési eszközök, a személyszállító vasúti kocsik tisztán tartására, fertőtlenítésére, vagy a ragályos betegségek megakadályozására szolgáló védekező intézkedésekre is. Abban az időben a járványos betegségek közül a legveszedelmesebbnek a súlyos hasmenéssel és hányással járó kolerát tekintették. *Dr. Horváth Ferenc* cikkéből (*Sínek Világa*, 2008. 1-2. sz., 5. o.) tudjuk, hogy „a kolerajárvány, amelyet a vasúton utazók fokozottan terjesztettek”, a vasút számára is „nagy gondot jelentett”. A MÁV főorvosa ezért „szigorú rendszabályokat léptetett életbe a vonatok és az állomási épületek fertőtlenítésére, rendszeres takarítására és szellőztetésére”. Kolerajárványok idején ellenőrizték a vasútállomások és őrhelyek ivókútjait, az árnyékszékeket pedig jóval többször takarították, fertőtlenítették. Erre már csak azért is nagy szükség volt, mert Magyarországon többször alakult ki kolerajárvány. *Géra Eleonóra* történész-levéltáros a *Járványok és következmények* címmel írt – a Magyar Tudományos Akadémia weboldalán is olvasható – tanulmányában ezek közül az 1872–1873-ig, illetve az 1892–1893-ig tartó hullámot emelte ki.

A Magyar Királyi Államvasutak 1899-es szabályzata a „kolerában vagy pestisben szenvedő személyeket a szállításból” egyébként már kizárta. „Azok a szemé-



4. ábra. Csatáry Lajos

lyek, akik más, általában átvihető, ragadós betegségben szenvednek, csak abban az esetben szállíthatók, ha az érvényben lévő egészségügyi-rendőri szabályokban a lakóhely elhagyására nézve megállapított feltételek teljesültek” – így folytatódott a vasutasnyelven írt szabályzat, amely azt is rögzítette, hogy „hólyagos himlőben, diftériában (torokgyítkban), leprában, kanyaróban, vérhasban, vörhenyben (skarlatban) vagy tífuszban szenvedő személyek külön kocsikban szállítandók. Olyanok, akik számárhurutban (szamárköhögésben), pokolvarban (lépfenében), orbáncban, takonykórban vagy trachomában (szemcsés kötőhártya-gyulladásban) szenvednek, elkülönített kocsiszakaszokban szállítandók.” Természetesen a fertőző beteg utazásának vagy szállításának külön vasúti díjszabása, megemelt tarifája volt.

Kevesen tudják, hogy a vasútnál 1883-ban *Csatáry Lajos* a kor követelményeinek megfelelő mentővagonokat alakított ki (5. ábra), és a személyszállító vonatokkal együtt ezeket is ellátták mindenféle orvosi eszközökkel, felszerelésekkel – legfőké-

pen közlekedési balesetek esetére. (A bal-eseti elsősegélynyújtás szervezett oktatása terén a MÁV még az Országos Mentőszolgálatot is megelőzte.)

Használt fehérnemű bevitelle tilos!

Az ország és a vasút vezetése többnyire rendeletekkel igyekezett elejét venni a külföldön dúló járványok behurcolásának. 1899-ben a pestisveszély miatt „rendeltek el behozatali és átvételi tilalmat” az Egyiptomból és Portugáliából származó, vasúton fuvarozott árukra, tíz évvel később pedig Ausztria tiltotta meg „a használt fehérnemű és ágynemű, ócska és viselt ruha”, valamint a „friss gyümölcs, friss főzelék és a tejküldemények” bevitelét Magyarországról a koleraveszedelem miatt. Ezek a küldemények a Magyar Királyság területére is csak akkor jöhettek be – például Olaszországból vagy Bosznia-Hercegovinából –, ha az adott ország illetékes hatósága származási bizonyítvánnyal igazolta, hogy a küldemény „kolera által nem fertőzött területről származik”. Járványok idején egyébként az állomásokat utasították, hogy a vasúton feladott fertőtlenítőszeret „soron kívül, gyorsan és feltartóztatás nélkül” továbbítsák, „különösen az átrakó- és rendelkezési állomásokat” figyelmeztették arra, „hogy ezeknek a küldeményeknek késedelem nélküli átkezelésére, illetve továbbítására kiváló gondot fordítsanak”.

Egy 1898-as szabály arról is rendelkezett, hogy mi a teendő abban az esetben, „ha a magyar királyi államvasutak szolgálatában álló alkalmazott családjában vagy vele lakó társai körében ragályos betegség” üti fel a fejét. Ilyen esetben az illető köteles volt a főnökét értesíteni, a fertőző beteg azonnal el kellett különíteni, akinek a közös helyiségektől is távol kellett tartania magát.

Tilos volt hivatalos iratokat, tervek feldolgozás céljából olyan lakásba vinni, ahol fertőző beteg volt. Az érintett személy felgyógyulása után a környezetét fertőtleníteni kellett – ezt Budapesten az államvasutak egészségügyi osztálya, vidéken pedig az orvosi tanácsadók ellenőrizték.

Zsebköpcsésze kötelező!

A vasúti személy- és áruszállításhoz köthető, járványellenes vasúti-egészségügyi rendelkezések egy része már a századforduló után, a tízes-húsas években született. Ha



5. ábra.
GANZ egészségügyi kocsi-
belső, 1907

a környező országokban rohamosan terjedő fertőző betegség jelent meg, akkor a vasút vezetése fokozottabb tisztítást és takarítást, valamint külön fertőtlenítést rendelt el. Egy 1916-os rendelet részletesen előírta, hogy miként kell például az élő állatokat szállító vasúti kocsik esetében eljárni, hogyan kell azokat fertőtleníteni, a trágyamaradványtól megtisztítani, hogy ne robbanjon ki sem az állatok, sem az emberek körében járvány. Nyaranta, a járványok fellépésének és terjedésének megakadályozása érdekében, a vasút vezetése megtiltotta a vonatoknál az ivóvíz és a gyümölcs árusítását. Az első világháború évei alatt azonban hol a tífusz, hol a vérhas ellen kellett védekeznie a vasút vezetésének, ezek a betegségek ugyanis gyorsan terjedtek a vonaton szállított hadifoglyok vagy a vasúti kocsikban lakó, ott összezsúfolódó háborús menekültek körében. Az utóbbiról *Zilahy Lajos* Földönfutó város című regényében olvashatunk. A vasúti üzletvezetőségek az állomásfőnökségeknek címzett körlevelekben rendelkeztek arról, hogy miként kell a személyszállító kocsikat fertőtleníteni, az állomások várótermeit, csarnokait felmosni, a peronokat takarítani, a vasúti laktanyákat fégteletleníteni, fürdőit, munkásétkezőit tisztán tartani. A vasútállomásokon működő restik kiöntői, emésztőgödrei és szemétközetvei ugyancsak állandó egészségügyi veszélyforrásnak számítottak.

Az első világháború után, 1923-ban a fertőző tuberkulózisban (tbc) szenvedő betegek utazásáról is rendelkezett a Magyar Királyi Államvasutak. A vállalat arra kérte az akkori (egészségügyi) pénztárat, hogy a tbc-s betegek utaztatását legalább 24 órával az utazás megkezdése előtt jelentse be a vasút forgalmi igazgatóságánál – vidéken pedig az illetékes üzletvezetőségnél –, hogy a vasút a fertőző beteg „... elkülönített utazása érdekében megfelelő intézkedéseket tudjon hozni. A közbeeső állomásokon a vasútnak ugyanis nem áll módjában az utasokkal már megtelt kocsikat, illetve szakaszokat kiüríteni,

Summary

Blistery smallpox, diphtheria, anthrax, leprosy, rubeola, plague and dysentery – each era had its own epidemic danger, but what kind of challenges did these epidemics mean for the passenger service at the beginning of public transport?



6. ábra. Zsebköpöcsésze



7. ábra. Bombatámadást ért kórházvonat a Déli pályaudvaron

és a fertőző beteg által használt kocsik fertőtlenítése is csak így biztosítható”. A vasút tbc-s betegek esetében a zsebköpöcsésze (6. ábra) használatát is megkövetelte, ezt a fertőző betegnek a vonatra való felszállás előtt be kellett mutatnia. Járványok idején, a vasútállomásokon, pályaudvarokon elhelyezett köpöcsészek fertőtlenítésére is nagyobb figyelmet fordítottak.

Betegszállítás a háború idején

A vasúton történő betegszállítást a Habsburg Birodalom császári-királyi hadseregében egyébként először 1859-ben választották, ezt a megoldást az 1870-71-es francia–porosz háborúban már mindkét fél alkalmazta. Az első világháború kitörésekor az Osztrák–Magyar Monarchia közös hadügyminisztériumi költségvetéséből 33 kórházvonatot szereltek fel – 18 az osztrák államvasút, 15 pedig a Magyar Királyi Államvasutak „szereldéiből” került ki. A második világháborúban, 1941-ben, a magyar honvédség 13 kórházvonatot alakított ki, a vagonokat a vasúttársaság dunakeszi főműhelyében szerelték fel a szükséges tárgyakkal és egészségügyi eszközökkel. *Dr. György Albert* ezredorvos emlékiratai szerint a II. világháború idején egy kórházvonat általában 24 kocsiból állt. A szerelvény szolgálati, kötöző-, szerek-, illetve egy parancsnoki kocsiból, továbbá egy egészségügyi-személyzeti, 8 fekvőbeteg- és 8 ülőbeteg-szállító, valamint egy konyha- és egy konyharaktárkocsiból

Gyüre József egyetemi tanulmányait a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészettudományi Karán végezte, magyar nyelv és irodalom, illetve média/kommunikáció szakon, írott sajtó szakirányon diplomázott 2001-ben. Az egyetem társadalomtudományi karán, az Európa Tanulmányok Központban 2003-ban Európai Unió-szakértő diplomát szerzett. Pályafutását 1998-ban a *Világgazdaságnál* kezdte, az országos gazdasági napilapnál vámmal és területfejlesztéssel foglalkozott. 2001-ben részt vett a Heti Válasz megalapításában, a közéleti hetilapnál 2015-ig gazdasági rovatvezetőként dolgozott. 2015-ben a MÁV Zrt. Kommunikációs Igazgatósága által kiírt álláspályázat nyerteseként került a vasúttársasághoz, ahol kezdetben kommunikációs szakértőként, majd a Vasutas Magazin főszerkesztőjeként dolgozott 2019. január elsejéig. Jelenleg a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. kommunikációs osztályvezetője. Több médiumban is rendszeresen publikált (*Pénzügyőrök Lapja, Cégvezetés, Gazdasági Értesítő, Mérnök Újság, Inter-City Magazin, Piac és Profit, Figyelő, Supply Chain Management, Budapest's Finest*).

állt, a végét pedig a málhakocsi zárta. Egy bombatámadást ért kórházvonat képét a 7. ábrán láthatjuk.

A vonat 26 fős személyzetének fele ápolókból állt. A kórházvonat teljes befogadóképessége meghaladta a 350 főt. Közel 200 fekvő- és mintegy 160 ülőbeteg szállítására volt lehetőség. A fekvőbeteg-szállító kocsikba egyenként 24 hordágyat lehetett berakni. A betegeket, sebesülteket a hordágygal együtt az ablakon keresztül adták ki vagy tették be. A hordágyakat a kocsikban egymás fölött, három szintben helyezték el, rázkódásukat speciális rögzítés tompította. A műtetteket a kötözőkocsiban végezték, a súlyos beavatkozásokat „hivatalosan csak a vonat álló helyzetében lehetett volna elvégezni, de ezt gyakran a szükség-helyzet miatt nem tartották be”. Becslések szerint a második világháború alatt közel 300 ezer sebesültet szállítottak haza a kórházvonatok.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet a MÁV Szolgáltató Központ Zrt. Archivumának a rendelkezésemre bocsátott forrásokért. «

A polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínkötések (3. rész)

Véges elemes modellezések

A *Sínek Világa* folyóiratban megjelent korábbi, 2016-os [1] és 2018-as [2] cikkekben már tárgyaltuk a polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztések laboratóriumi és vasúti pályás vizsgálatait. Jelen cikkünkben a laboratóriumi mérésorozataink eredményeit alapul véve egy kalibrált-validált véges elemes modellt (FEM-modell) mutatunk be, amely alkalmas nem kizárólag kéttámaszú, hanem folytatódó, töbttámaszú, kétdimenziós gerendaként figyelembe vett rugalmas-súlylyedő alátámasztású vasúti vágányok alakváltozásainak – valamint igénybevételeinek és feszültségeinek – kalkulációjára is.



Németh Attila*

egyetemi tanársegéd
SZE Közlekedésépítési
és Vízmérnöki Tanszék

✉ nemeth.attila@sze.hu

☎ (20) 559-1455



Dr. Major Zoltán**

egyetemi adjunktus
SZE Közlekedésépítési
és Vízmérnöki Tanszék

✉ majorz@sze.hu

☎ (30) 358-9288



Dr. habil. Fischer Szabolcs***

egyetemi docens
SZE Közlekedésépítési
és Vízmérnöki Tanszék

✉ fischersz@sze.hu

☎ (30) 630-6924

A modelljeink kalibrációját és validálását a laboratóriumi kéttámaszú (nem süllyedő alátámasztású) próbatetek maximális támaszközépi lehajlási értékei szerint végeztük megegyező terhelési viszonyokat (támaszköz és támaszközépen ható függőleges koncentrált erő) biztosítva. A véges elemes modellezést az egyetemünk Axis VM 13-as szoftverével, míg a regressziós számításokat a Microsoft Office Excel 2016-os verziójával végeztük. A cikkben bemutatott egyszerű kétdimenziós FEM-modell, valamint a publikált, FEM-modell kalibrációját segítő kalkulációs módszer relatíve gyors számításokat tesz lehetővé, amely nem kizárólag polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztések modellezésére alkalmas, hanem ragasztás nélküli, valamint más anyagú hevederekkel szerelt ragasztott és ragasztás nélküli szigetelt és/vagy nem szigetelt sínillesztésekre is.

Bevezetés

A véges elemes modellezéssel a hazai és nemzetközi kutatások általában két, illetve három dimenzióban készült speciális számítógépes kalkulációkat mutatnak be. Ezek a számítások főként a sínillesztésekben és az egyes szerkezeti elemekben az adott statikus vagy dinamikus terhelés hatására kialakuló feszültségek, rugalmas és képlekeny alakváltozások (legtöbb

esetben nyúlások) meghatározására szolgálnak. A kerék-sín érintkezési geometria pontosításával egzakt, gyors eredményeket lehetett kapni. Természetesen minden esetben szükség van egy kalibrált-validált FEM-modellre, amivel a validálást követően az egyes mechanikai, geometriai stb. paraméterek megváltoztatásával részletesebb eredményekre lehet jutni, az idő- és költségigényes laboratóriumi vizsgálatok szükséges számosságának csökkentésével.

Jelen cikkben az alábbi lehetőséggel élünk a rendelkezésre álló FEM szoftver (Axis VM 13) által nyújtott modellezési opciók figyelembevételével [3]:

- Első ízben a lehető legegyszerűbb, mégis korrekt eredményeket szolgáltatató FEM-modell megalkotása volt a cél, amelyen a futtatásokat el lehet végezni.

- Ez az egyszerűsített modell egy 2D-s gerendamodell lett, amit mind geometriai kialakítása, mind a terhelése tekintetében az elvégzett laboratóriumi vizsgálatainkhoz igazítottunk.

- A ragasztott, hevederes, hevedercsavaros szerkezetet a 2D-s modell építése és használata miatt egyszerűsíteni kellett, ami annyit jelentett, hogy a támaszviszonyokat két darab csuklóval vettük figyelembe, a hevederes sínillesztést pedig egy félmerev csuklóval modelleztük, amit a támaszközépre helyeztünk el.

- A félmerev csuklót ebben az esetben egyetlen paraméterével lehetett jellemez-

ni, az elfordulási merevségével (α_{srh} , dimenziója kNm/rad), ami megkönnyítette a beállítandó, kalibrálandó paraméterek pontosítását.

- A FEM-modelljeinket a támaszközépen mérhető, laboratóriumi méréseinknél alkalmazott maximális terhelés (egyetlen függőleges irányú koncentrált erő a támaszközépen) hatására kialakuló maximális lehajlásértékek alapján kalibráltuk a műszereink által kijelzett századmilliméter-pontosságot figyelembe véve [1, 3, 4].

- A modell validálását kétféle módszerrel végeztük el.

- A validált modell felhasználásával hosszabb vágányszakasz 2D-s modelljét is megépítettük különböző támaszviszonyok számításba vételével és a kiadódott eredményeket elemeztük-értékeljük.

- A sínillesztések véges elemes modellezése alapján (azaz nem a vágánymodellből) olyan kalkulációs módszert alkotunk és számítási képleteket közlünk, amelyekkel a modell kalibrációja gyorsan és megbízható pontossággal elvégezhető, amennyiben az α_{srh} paraméter a 100 és 30 000 kNm/rad intervallumba esik.

Alkalmazott paraméterek, beállítások, korlátozások

Minden egyes elvégzett és jelen cikkben figyelembe vett laboratóriumi vizsgálatból egyetlen értékpár került rögzítésre és

* A szerző életrajza megtalálható a *Sínek Világa* 2015/6. számában, valamint a sinekvilaga.hu Mérnökportrék oldalon.

** A szerző életrajza megtalálható a *Sínek Világa* 2018/6. számában, valamint a sinekvilaga.hu Mérnökportrék oldalon.

*** A szerző életrajza megtalálható a *Sínek Világa* 2019/5. számában, valamint a sinekvilaga.hu Mérnökportrék oldalon.

1. táblázat. Az Axis VM szoftverrel kalkulált félmerev csukló elfordulási merevségének értékei 60-as sínrendszer esetén

Terhelési ciklusok száma/paraméterek	FE	FU (0,5 M)	FU (1 M)	FU (1,5 M)	FU (2 M)	FU (2,5 M)	FU (3,5 M)
Minimum	6950	6700	6640	6390	6310	6170	5,170
Maximum	10800	8320	7770	7600	7550	7470	7,150
Átlag	7978,462	7464,615	7320,769	7163,846	7096,154	6865,385	6,271,053
Szórás	989,283	420,290	347,886	356,313	367,436	487,675	617,278
Szórás/átlag	12,40%	5,63%	4,75%	4,97%	5,18%	7,10%	9,84%

A táblázat részletes magyarázatát l. a szövegben!



1. ábra. Sematikus, „előkalibrált” FEM-modell a ragasztott-szigetelt sínillesztések kalkulációjára 60-as sínrendszer esetén

L = 1200 mm, F = -142,10 kN, FU (1 M), $\alpha_{srh} = 7470$ kNm/rad

felhasználásra a FEM-modellezéseinknél. Ez az értékpár a függőleges maximális támaszközépen mért lehajlás, valamint a hozzá tartozó maximális függőleges koncentrált támaszközépen ható terhelőerő. Ez utóbbit a támaszköztől függő maximális figyelembe veendő hajlítónyomatékból számoltuk [1, 3, 4]. A hivatkozott cikkekben részletesen leírtuk a kalkuláció részleteit, ezekre jelen cikkünkben csak visszautalunk.

Az egyszerűsített 2D-s FEM-modell paraméterei az alábbiak:

Geometria:

- Elemek: egyszerű vonalelemek (gerenda), a geometriai méretek megegyeznek a laboratóriumi próbatestek méreteivel.
- Elemek felosztása véges számú pontra: a szoftver által kínált automatikus felosztást alkalmaztuk.
- Támaszok: két darab csuklós támasz, nem süllyedő alátámasztással.
- Sínacél anyaga: S235 típusú szerkezeti acél. (A számítások eredményét nem befolyásolja a választott acél anyagminősége, kizárólag az E és ν paramétereket használja a szoftver a kalkulációkban.)
- Keresztmetszetek: pontos keresztmetszeti rajzok AutoCAD szoftverből importálva, a FEM-modellezés vonatkozásában, a cikkünkben kizárólag a 60E1 sínprofilhoz készített polimer-kompozit

hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztéseket mutatjuk be. (Megjegyzés: A kalkulációk elkészültek az összes laboratóriumi próbatestre vonatkozóan, de területi és prioritási okok miatt kizárólag az említett esetet mutatjuk be, kvázi példának.)

- Félmerev csukló: ez helyettesíti a hevederes sínillesztés mechanikai viselkedését.

Terhek:

- Függőleges koncentrált támaszközépi erők a laborvizsgálatokkal összhangban.

Kalkulációs módszer:

- Lineárisan rugalmas, nem képlékeny anyagmodell felhasználásával egyszerű statikai számítások.

Eredmények:

- Rugalmas deformációs vonalak, támaszközépi lehajlások.
- A gyakorlati számításokban a megnyílt vasúti hevederes sínillesztések esetén az a közelítő feltevéssel lehet élni, hogy a sínillesztési hézagnál egy csukló alakul ki. (Megjegyzés: Kis hézag esetén a csukló csak addig működik csuklóként, amíg a két sínvég egymásnak nem feszül.) Ebből a megfontolásból jött az az alapelképzelés, hogy a laboratóriumi vizsgálat alapján mért lehajlások segítségével modellezzük a hevederes sínillesztést egyetlen jellemzőjével, a véges elemes modellben a hevederes sínillesztés tengelyében figyelembe vett

félmerev csukló elfordulási rugóállandójával (α_{srh} , dimenziója: kNm/rad). Ez a rugóállandó az ismétlődő terhelés (azaz a terhelési szám növekedésének) hatására változik, egyre lágyabbá válik, azaz csökken az értéke.

A kezdeti elméleti 2D-s modell felépítését 60E1 rendszerű sínszállhoz kialakított ragasztott-szigetelt hevederes kötésre végeztük el. Laboratóriumban 900 mm támaszköz esetén 189,47 kN nagyságú terheléssel – a laboratóriumi mérési paraméterek meghatározását l. a korábbi cikkekben [1, 3, 4] –, méréssel megállapítottuk a próbaszerkezet függőleges lehajlását a fárasztási ciklus változása függvényében (0–3,5 millió terhelési ciklusig bezárólag, 0,5 millió ciklusú fárasztási lépcsőkben).

Természetesen a módszer a MÁV 48 és az 54E1 sínprofilok esetén is működik (ezt a korábbi cikkünkben is bemutattuk), de jelen cikkben – területi korlátok miatt – csak a 60-as sínillesztésekkel foglalkozunk.

A véges elemes modell kalibrációja és validációja

A FEM-modell kalibrációját és validációját annak használata előtt el kellett végeznünk. Ez azt jelentette, hogy például ugyanarra a terhelési állapotra (értsd: fárasztás előtti és/vagy adott fárasztási ciklust követő mérések) több mérési adatra volt szükségünk annak érdekében, hogy ki lehessen küszöbölni, illetve minimalizálni lehessen a laboratóriumi mérések által hordozott mérési hibákat a kalibráció során. Ez a több mérési adat a 600 (900)...1490 mm támaszközön mért adatsorozat volt.

A FEM-modellünk – az előző fejezetekben bemutatott módon – egy egyszerűsített 2D-s gerendamodell volt, az említett félmerev csuklóval kiegészítve. Ez azt jelentette, hogy egyetlen paraméter „beállítása” volt szükséges a kalibrációk során, ez a félmerev csukló elfordulási merevsége (α_{srh}) a tartó (gerenda) függő-

leges síkjában. Egy gerendamodell statikai kalkulációja eredményeképpen a tartó rugalmas vonalát kaptuk meg. (A többi eredményparamétert figyelmen kívül lehetett hagyni.) A kalibrációhoz a támaszközépi függőleges lehajlást használtuk fel minden támaszköz és a fásztási ciklusszám függvényében. A kalibrációt iterációval lehetett minden mérési adatpárhoz illeszkedően elvégezni, ezt első körben csak „előkalibrációnak” tekintettük, és az iterációt addig végeztük, amíg az Axis VM-modellből az adott esetre a támaszközépi lehajlás ezredmilliméter-pontos-sággal meg nem egyezett a laboratóriumi méréseink értékeivel. Ezzel a módszerrel fásztási ciklusonként (mindösszesen hét terhelési állapot) 13-16 darab α_{srh} paramétert kaptunk eredményül, amelyeket az 1. táblázatban tüntettünk fel az alábbi jelöléseket felhasználva:

- fásztás előtt (FE),
- 0,5 millió ciklusnyi fásztást követően FU (0,5 M),
- 1,0 millió ciklusnyi fásztást követően FU (1,0 M),
- 1,5 millió ciklusnyi fásztást követően FU (1,5 M),
- 2,0 millió ciklusnyi fásztást követően FU (2,0 M),
- 2,5 millió ciklusnyi fásztást követően FU (2,5 M),
- 3,5 millió ciklusnyi fásztást követően FU (3,5 M).

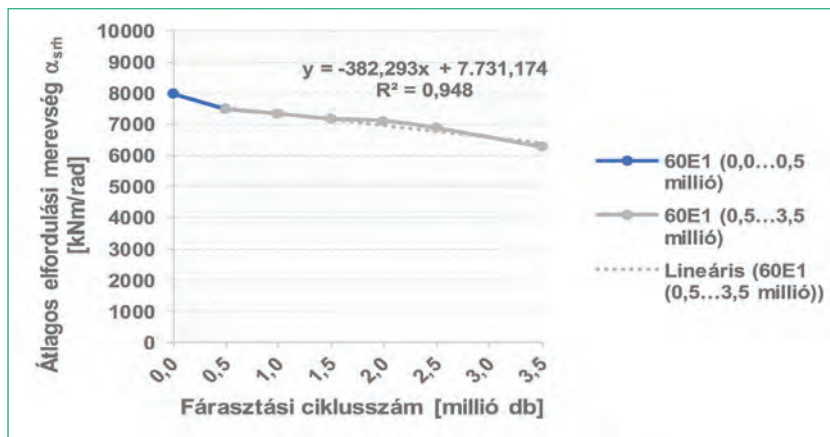
Az 1. ábrán egy példát szemléltetünk az Axis VM-es FEM-modellünkben.

A modell validációját kétféle módszerrel végeztük el:

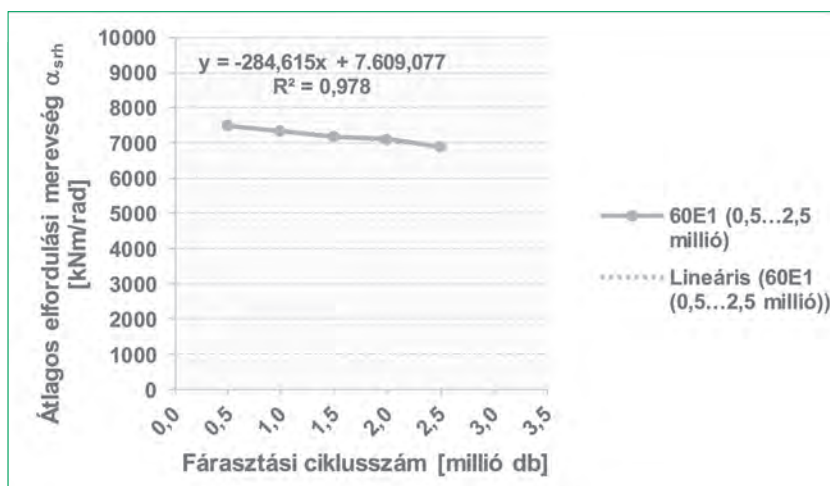
1. validációs eset: kalibráció a 2,5 milliós fásztási ciklusú adatokkal, ezt követően validálás a 3,5 milliós fásztási ciklusú értékekkel (azaz, hogy a megállított romlási trendfüggvény alkalmas-e előre jelezni megfelelő pontossággal egy, a kalibrálási tartományba nem beleeső értéket), valamint

2. validációs eset: a 3,5 millió fásztási ciklusú adatsorra kalibráció az 1000...1490 mm-es támaszközök figyelembevételével, validáció a 600...950 mm-es támaszközértékekre (azaz, hogy a megállapított elfordulási merevség mennyire alkalmas a kalibrált támaszközöktől eltérő támaszközökre való átszámításra).

Az 1. táblázatban részleteztük a kalibrációhoz felhasználható adatokat. Minden esetben a kalkulált átlagértékekkel számoltunk. Természetesen meg kell jegyeznünk, hogy az 1. táblázat értékei minden



2. ábra. Az átlagos elfordulási merevség paraméter változása a 0,0...0,5 és a 0,5...3,5 millió ciklushoz tartozó fásztási intervallumokon, 60-as sínrendszer esetében



3. ábra. Az átlagos elfordulási merevség paraméter változása a 0,5...2,5 millió ciklushoz tartozó fásztási intervallumon, 60-as sínrendszer esetében (1. validációs esethez)

2. táblázat. A lineáris regressziós romlási függvénnyel kalkulált félmerev csukló elfordulási merevség értéke 3,5 milliós fásztási ciklus értékre, 60-as sínrendszer esetén

Sínprofil	Számított α_{srh} (kNm/rad)	A mért értéktől való eltérés
60E1	6612,907	5,45%

esetben a laboratóriumi mérések esetleges hibáit „örökölték”, így a feltüntetett körülbelül 5-12% közötti – viszonylag magas – relatív szórásértékek is e miatt adód(hat)tak. Ezek minden esetben befolyásoló tényezőként benne lesznek a validációban, és természetesen a további kalkulációkban is.

A fásztási ciklusszám függvényében az α_{srh} paraméter változása az első 0,5 millió ciklus alatt viszonylag gyors (2. ábra). A grafikonból megállapítható, hogy a 0,5...3,5 millió fásztási ciklus közötti

tartományban közel lineáris az elfordulási merevség változása.

Az 1. validációs esethez elkészítettük a 3. ábrát is, amelyen a figyelembe veendő lineáris regressziós egyenes és egyenlete látható.

A 3. ábra alapján a 3,5 millió ciklusú fásztásra kalkulált (extrapolált) értékeket a 2. táblázatban közöljük.

A félmerev csukló elfordulási merevségét beállítottuk a 2. táblázatban szereplő értékre, és a 600...1490 mm támaszköz intervallumra ismételtelen lefuttattuk a szá-

3. táblázat. A validáció (1. eset) során adódott függőleges lehajlás értékeinek eltérései a mért értékektől 60-as sínrendszer esetén

Eltérés a mért értéktől	60E1 sínprofil
Minimum	-18,44%
Maximum	5,54%
Átlag	-4,39%
Szórás	7,29%

4. táblázat. A számított α_{srh} paraméterek értékei (kNm/rad) a 600...950 mm-es támaszköz tartományra (statistikai kalkulációval)

Paraméterek	60E1 sínprofil
Minimum	5960
Maximum	7150
Átlag	6655,455
Szórás	459,921
Szórás/átlag	6,91%

5. táblázat. A validáció (2. eset) során adódott függőleges lehajlás értékeinek eltérései a mért értékektől 60-as sínrendszer esetén

Eltérés a mért értéktől	60E1 sínprofil
Minimum	-18,89%
Maximum	-4,42%
Átlag	-11,20%
Szórás	4,66%

mitásokat az Axis VM szoftverben. Az eredményeket a 3. táblázatban lehet látni, ami egyben a validáció 1. esetének eredménye is.

A 3. táblázatban jelölt magas eltérésektől (például -18,44%) főként a kis támaszközök esetén adódtak (600...850 mm). (Megjegyzés: A 3. táblázatban külön nem közöljük az egyes értékeket [összesen 19 adatról van szó, amiből a feltüntetett paramétereket számoltuk], a laboratóriumi vizsgálatokból kiadódó [mért] maximális támaszközépi lehajlásértékekhez viszonyítottuk a kalkulált lehajlásokat a 3,5 milliós fásztási ciklusra vonatkozóan.)

A 2. eset (validálási eset) kalibrációs és validációs eredményeit a 4-5. táblázatok tartalmazzák.

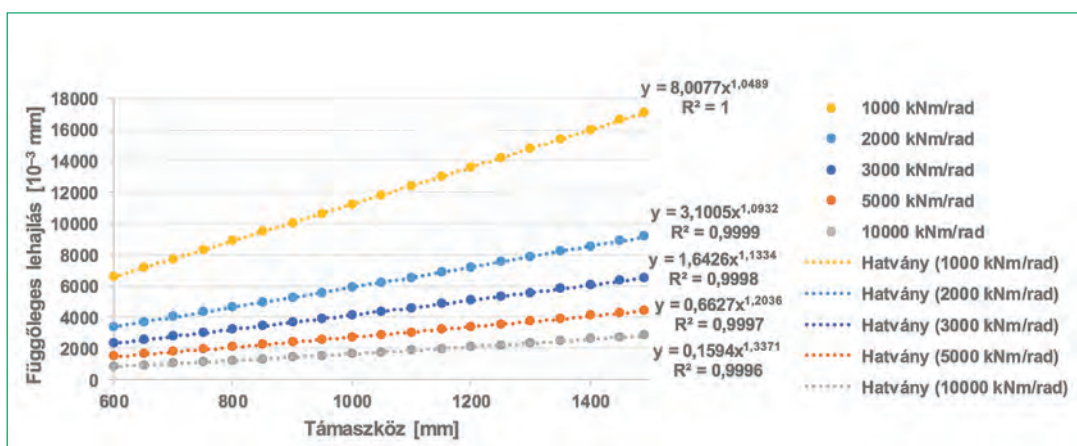
(Az 5. táblázattal kapcsolatosan is megjegyzendő a 3. táblázatnál is írt kiegészítés. Ebben az esetben az 1. validálási esettől eltérően a 19 darab adat helyett 8 darab volt.)

Az 1-5. táblázatokban és az 1-3. ábrákon bemutatott FEM-moddal kalibrációs és validációs eredményeinél tapasztalható relatív széles „pontossági tartomány” (körülbelül 20%-os értékig) az alkalmazott polimer-kompozit anyagú heveder, a ragasztóanyag, valamint a kötések összeszerelése miatt adódhatott. Az eredmények

alapján a későbbi számításokhoz az 1. táblázatban feltüntetett átlagértékek sorát javasoljuk.

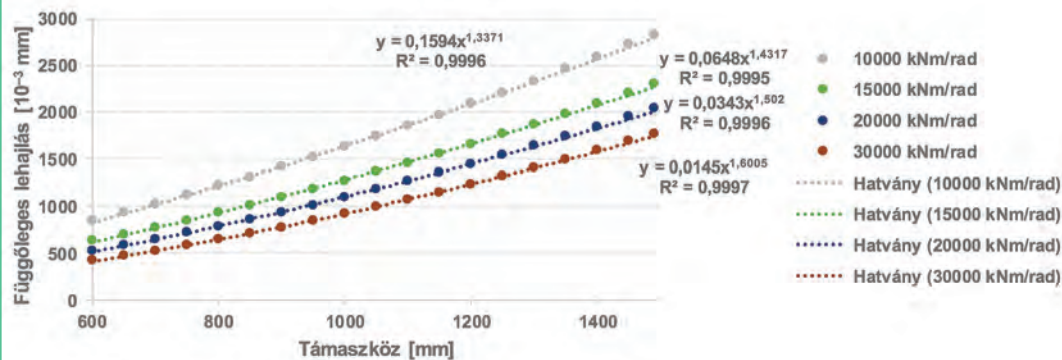
A kalibráció és a validáció mellett egyéb kiegészítő eredményeket is kaptunk a FEM-modellezésből. Az épített FEM-modellben elvégzett számos futtatás alapján megadjuk az α_{srh} paraméter 100 és 10^6 értékek közötti változtatása esetén a modellezett ragasztott-szigetelt sínillesztések függőleges lehajlás értékeit a támaszköz függvényében. Sajnos egyetlen diagramon olyan módon nem fértek el a görbék és a hatvány regressziós függvényei, hogy minden releváns adat megfelelően látszódjon, ezért három diagramban ábrázoljuk őket (az egymást követő diagramokon egy-egy azonos görbe minden esetben látható az összehasonlíthatóság érdekében) (4-6. ábra).

Annak érdekében, hogy gyorsabban lehessen számítani a függőleges támaszközépi lehajlás értékeiből az α_{srh} paramétereket, valamint fordítva – érte ez alatt azt, hogy ne kelljen minden esetben FEM-modellt futtatni a kalkulációkhoz –, meghatároztuk az $\alpha_{srh} = 100...30\,000$ kNm/rad intervallumra az alkalmazható regressziós függvényeket. Többszöri futtatás alapján a logaritmusos szerint ábrázolt függvények használata adta a legjobb közelítést. (Értsd: Nem logaritmusos függvényeket használtunk, hanem mind a függő, mind a független változót a grafikonon azok logaritmusával ábrázoltuk, és ezek figyelembevételével határoztuk meg a változás trendjét.) Megjegyzendő, hogy a $30\,000...10^6$ intervallumra így sem voltak elfogadható pontosságúak a kalkulálható regressziós függvények, illetve kiegészítésként megemlítendő, hogy a laboratóriumi méréseink alapján az acélhevederes MTH-P típusú ragasztott-szigetelt sínillesztések fá-

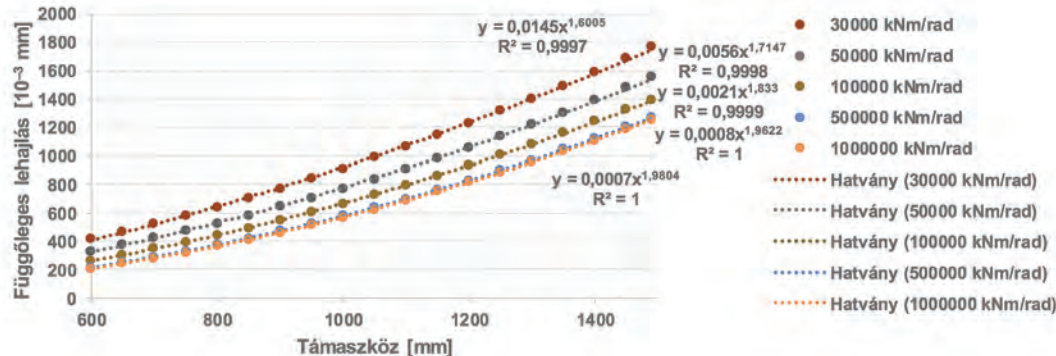


4. ábra. A függőleges lehajlás paraméter változása az alkalmazott támaszköz függvényében különböző α_{srh} értékek esetén (1000...10 000 kNm/rad intervallumban), 60-as sínrendszer esetében

5. ábra.
A függőleges lehajlás paraméter változása az alkalmazott támaszköz függvényében különböző α_{srh} értékek esetén (10 000... 30 000 kNm/rad intervallumban), 60-as sínrendszer esetében



6. ábra.
A függőleges lehajlás paraméter változása az alkalmazott támaszköz függvényében különböző α_{srh} értékek esetén (30 000... 10^6 kNm/rad intervallumban), 60-as sínrendszer esetében



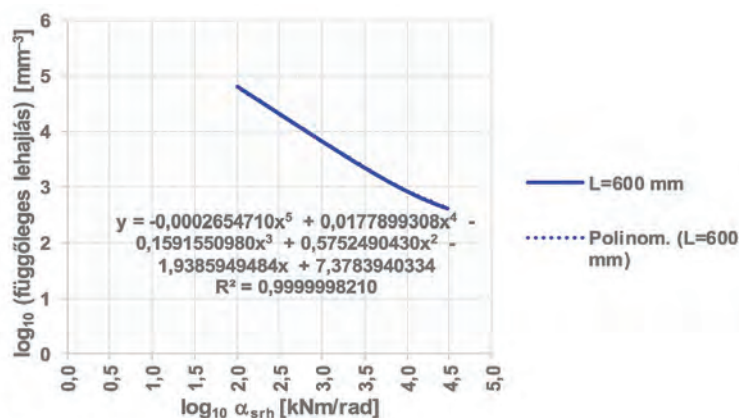
rasztás előtti értékei is alacsonyabbak voltak 30 000 kNm/rad értéknél. A PK hevederes ragasztás nélküli sínillesztések esetén 1000 kNm/rad körüli merevségeket lehetett kalkulálni a mérések alapján. A 7. ábrán szemléltetjük az L=600 mm támaszközű esetre, a 100...30 000 kNm/rad tartományra a megfelelő pontossággal használható regressziós függvényt (az ábrán feltüntetett 5-öd fokú polinomiális regressziós függvénynél szükség van a 10 tizedesjegy pontosságú számításra a 10^{-2} mm végeredményben lévő pontosság elérése miatt). Az összes esetre terjedelmi korlátok miatt nincs lehetőség publikálni a korrelációs függvényeket, ellenben az egyik publikált cikkünkben részletesen olvashatók ezek az eredmények is [3].

Vágánymodell felépítése során kapott paraméterek és eredmények

A már bemutatott kalibrált, validált FEM-moddellel további véges elemes kalkulációkat végeztünk. 30 méter hosszú vágánymodellét építettünk – a modell közepén a hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztés-

sel – 60E1-es sínrendszerrel – 60 cm-es keresztalj-távolsággal, LW-aljakat feltételezve (300×950 mm-es hatékony félaljhosszat számításba véve), amire LM71 jelű terhelést (4×250 kN koncentrált erő – tengelyterhelés – 1,6-1,6 m-es távolságra egymástól) helyeztünk el olyan módon,

hogy a ragasztott-szigetelt sínillesztésnél keletkezzen a legnagyobb igénybevétel és a maximális alakváltozás. A vágánymodell egyetlen sínszálat tartalmazott (Zimmermann-módszer szerint). A számításokat elvégeztük egyetlen koncentrált erővel (az LM71-ből 1×250 kN tengelyterhelés



7. ábra. A függőleges lehajlás paraméter 10-es alapú logaritmusának változása a félmerev csukló elfordulási merevsége 10-es alapú logaritmusának függvényében, 60-as sínrendszer és L=600 mm támaszköz esetében, $\alpha_{srh}=100 \dots 30\,000$ kNm/rad intervallumban

$$K_{din} = \frac{5}{9} \cdot F_{stat} \cdot (1 + \bar{t} \cdot n \cdot \varphi) = \frac{5}{9} \cdot 250 \cdot \left[1 + 3 \cdot 0,1 \cdot \left(1 + \frac{V-60}{140}\right)\right] \quad (1)$$

$$K_{din} = \frac{5}{9} \cdot 250 \cdot \left[1 + 3 \cdot 0,1 \cdot \left(1 + \frac{160-60}{140}\right)\right] = 210,307 \text{ (kN)} \quad (2)$$

Zimmermann–Eisenmann-féle kalkulációs módszer

figyelembevételével), valamint tehercsoporttal is (LM71-ből a 4×250 kN-nal). A számításba vett dinamikus kerékterhelést a Zimmermann–Eisenmann-féle kalkulációs módszer szerint számítottuk ($t=3$, $n=0,1$ és $V=160$ km/h sebességértékekre kalkulálva, lásd fenn a képletet):

ahol

K_{din} – a dinamikus kerékterhelés,

F_{stat} – a statikus tengelyterhelés,

$5/9$ – a végtelen különponosság miatti szorzótényező (azt jelenti, hogy az egy tengelyen belüli két kerék között nem 1:1 arányban, hanem 4:5 arányban oszlik meg a terhelés),

\bar{t} – Student-féle eloszlási tényező, 99,7%-os megbízhatósághoz tartozó paraméter; pályaszerkezet-méretezések esetén 3-as értékkel szükséges számolni,

n – a pálya állapotától függő tényező, 0,1-et vettünk figyelembe, ami a nagyon jó/jó állapotú pályára jellemző érték,

φ – sebességi tényező,

V – pályasebesség km/h dimenzióban.

A (2) egyenlet alapján a kalkulációkhoz

használt dinamikus kerékterhelés értéke 210,307 kN.

A véges elemes számításoknál az alábbi

paramétereket vettük figyelembe a fentiek kivül:

– $C=0,05$ N/mm³, $C=0,10$ N/mm³ és

$C=0,20$ N/mm³ keresztaljúgyazási tényezők,

háromféle alátámasztási eset:

- minden alj felfekszik,
- az illesztési aljak vaksüppedések, azaz esetükben $C=0$ N/mm³,
- az illesztési aljak ágyazatragasztással stabilizáltak, esetükben $C=0,25$ N/mm³,

– PK hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztés (α_{srh} paraméterek az 1. táblázatból, átlagértékek), acélhevederes (MTH-P) sínillesztés (α_{srh} paraméterek: 3,1 millió fásztási ciklusra 8775 kNm/rad, 3,5 millió fásztási ciklusra 8000 kNm/rad), valamint sínillesztés nélküli eset ($\alpha_{srh}=\infty$) számítása.

A 8. ábrán mintaként bemutatunk egy keresztaljas alátámasztásokat is figyelembe vevő vágánymodellt az Axis VM szoftverből.

Az eredményeket a 6–8. táblázatokban adtuk meg. Minden C esetén feltüntettük (külön bontva az egyetlen koncentrált terhelés és a tehercsoportos esetekre is) a sínillesztés nélkül kapott maximális függőleges sínsüllyedéshez viszonyítva a százalékos arányokat. Ezek arra utalnak, hogy hányszorosa lesz/lenne a sín függőleges lehajlása, amennyiben különböző típusú és terhelési állapotú (terhelési ciklusszámtól függő) ragasztott-szigetelt hevederes sínillesztés kerül a vágányba, valamint az átgördült tengelyek hatására mennyivel nő a kezdeti deformáció. Ez utóbbit főként a PK hevederes esetre tudtuk pontosabban megadni.

A véges elemes szimulációkkal kapcsolatos konklúziók, összefoglalás

Az eddigiekben azt mutattuk be, hogy a laboratóriumi mérési eredményeink figyelembevételével milyen módon lehet kalibrált és validált, egyszerűsített 2D-s véges elemes szimulációs modellekkel (Axis VM 13 szoftvert használva) további számítá-

sokat elvégezni. A FEM-futtatásokban a hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztések modellezésére félmerev csuklót alkalmaztunk, amely csuklók elfordulási merevségét kellett a modellek kalibrációjánál iterációval meghatározni. A kalibrációnál kizárólag a laboratóriumi mérések során rögzített támaszközépen mért függőleges lehajlásokat vettük számításba. Minden egyes esetre egy adatpár került rögzítésre, és a kalibrációnál felhasználásra: a kalkulált maximális függőleges koncentrált terhelőerő (kN dimenzióban) és az ehhez tartozó függőleges támaszközépen mért lehajlás (mm dimenzióban, 10^{-3} mm pontossággal).

A fentebb részletezett módon a PK hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztésekre vonatkozóan megadtuk az egyes terhelési esetekhez (fásztási ciklusszámokhoz) tartozó félmerev csukló elfordulási merevség értékeit. Kétféle módon végeztük el a modellek validációját, amelyek eredményeképpen az 1. táblázatban megadott átlagérték adatsorát javasoljuk a további kalkulációknál. A véges elemes modellezések kiegészítő eredményeként olyan regressziós függvényeket adtuk meg, amelyekkel 10^{-2} mm pontossággal becsülhetők FEM szimulációs futtatások nélkül a függőleges lehajlás értéke a félmerev csukló elfordulási merevsége ismeretében. Utaltunk egy már megjelent folyóiratcikkre [3], ahol részletesebben publikáltuk ezen regressziós függvényeket.

A korábbi validált kéttámaszú modellek alapján 30 m hosszú, 60E1 sínrendszerű, 60 cm keresztaljtávolságú vágánymodellt építettünk (egyetlen sínszállal készítettük a modellt a Zimmermann-módszernek megfelelően), amelynek a közepén helyeztük el a hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztést. A vágánymodell leterhelésénél az LM71 jelű tehermodellt alkalmaztuk, dinamikus felszorzással (Zimmermann–Eisenmann-féle kalkulációs módszer). A számításoknál egyetlen kerékerőt és tehercsoportot is fi-



8. ábra. A PK hevederes ragasztott-szigetelt sínillesztés – keresztaljas alátámasztásokat is figyelembe vevő – vágánymodell, $V=160$ km/h, $C=0,10$ N/mm³, LM71-es tehercsoport (dinamikus kerékterheléssel) és a fásztás előtti állapot figyelembevételével ($\alpha_{srh}=7978$ kNm/rad)

6. táblázat. Maximális függőleges sínsüllyedések – minden alj felfekszik

		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,05 N/mm ³	+max	5,682	5,747	5,766	5,788	5,798	5,832	5,927	5,927	5,679	4,357	4,357
	-max	-0,263	-0,268	-0,269	-0,271	-0,271	-0,274	-0,281	-0,242	-0,250	-0,188	-0,188
	1 db konc. erővel	deformációs arány	130,41%	131,90%	132,34%	132,84%	133,07%	133,85%	136,03%	128,35%	130,34%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,05 N/mm ³	+max illesztés alatt	6,724	6,761	6,772	6,784	6,790	6,809	6,862	6,673	6,722	5,976	5,976
	+max globális	6,724	6,761	6,772	6,784	6,790	6,809	6,862	6,673	6,722	5,976	5,976
	-max	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,225	-0,225
Tehersoporttal	deformációs arány	112,52%	113,14%	113,32%	113,52%	113,62%	113,94%	114,83%	111,66%	112,48%	100,00%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,10 N/mm ³	+max	3,519	3,562	3,575	3,589	3,596	3,618	3,681	3,458	3,517	2,596	2,596
	-max	-0,166	-0,169	-0,170	-0,172	-0,172	-0,174	-0,178	-0,162	-0,166	-0,112	-0,112
	1 db konc. erővel	deformációs arány	135,55%	137,21%	137,71%	138,25%	138,52%	139,37%	141,80%	133,20%	135,48%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,10 N/mm ³	+max illesztés alatt	3,621	3,648	3,657	3,666	3,670	3,684	3,723	3,583	3,620	3,039	3,039
	+max globális	3,621	3,648	3,657	3,666	3,670	3,684	3,723	3,583	3,620	3,039	3,039
	-max	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,121	-0,122	-0,122
Tehersoporttal	deformációs arány	119,15%	120,04%	120,34%	120,63%	120,76%	121,22%	122,51%	117,90%	119,12%	100,00%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,20 N/mm ³	+max	2,200	2,229	2,238	2,248	2,252	2,267	2,308	2,159	2,199	1,550	1,550
	-max	-0,106	-0,109	-0,109	-0,110	-0,110	-0,112	-0,115	-0,103	-0,106	-0,067	-0,067
	1 db konc. erővel	deformációs arány	141,94%	143,81%	144,39%	145,03%	145,29%	146,26%	148,90%	139,29%	141,87%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,20 N/mm ³	+max illesztés alatt	2,060	2,081	2,087	2,094	2,098	2,108	2,138	2,031	2,059	1,591	1,591
	+max globális	2,060	2,081	2,087	2,094	2,098	2,108	2,138	2,031	2,059	1,591	1,591
	-max	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068
Tehersoporttal	deformációs arány	129,48%	130,80%	131,18%	131,62%	131,87%	132,50%	134,38%	127,66%	129,42%	100,00%	100,00%

7. táblázat. Maximális függőleges sínsüllyedések – az illesztési aljak vaksüppedések

		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5 <th>3,1</th> <th>3,5 <th>0</th><th>3,5 </th></th>	3,1	3,5 <th>0</th> <th>3,5 </th>	0	3,5
C = 0,05 N/mm ³	+max	12,643	12,844	12,904	12,972	13,002	13,108	13,409	12,369	12,635	8,977	8,977
	-max	-0,553	-0,563	-0,567	-0,570	-0,572	-0,577	-0,593	-0,512	-0,522	-0,385	-0,385
	1 db konc. erővel	deformációs arány	140,84%	143,08%	143,75%	144,50%	144,84%	146,02%	149,37%	137,79%	140,75%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,05 N/mm ³	+max illesztés alatt	15,893	16,071	16,125	16,185	16,212	16,306	16,572	15,650	15,886	12,641	12,641
	+max globális	15,893	16,071	16,125	16,185	16,212	16,306	16,572	15,650	15,886	12,641	12,641
	-max	-0,368	-0,369	-0,370	-0,370	-0,370	-0,371	-0,373	-0,367	-0,368	-0,349	-0,349
Tehersoporttal	deformációs arány	125,73%	127,13%	127,56%	128,04%	128,25%	128,99%	131,10%	123,80%	125,67%	100,00%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,10 N/mm ³	+max	9,217	9,377	9,424	9,478	9,502	9,586	9,823	8,999	9,211	6,249	6,249
	-max	-0,397	-0,405	-0,407	-0,410	-0,411	-0,415	-0,427	-0,380	-0,389	-0,266	-0,266
	1 db konc. erővel	deformációs arány	147,50%	150,06%	150,81%	151,67%	152,06%	153,40%	157,19%	144,01%	147,40%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,10 N/mm ³	+max illesztés alatt	10,186	10,326	10,368	10,415	10,436	10,510	10,719	9,994	10,180	7,576	7,576
	+max globális	10,186	10,326	10,368	10,415	10,436	10,510	10,719	9,994	10,180	7,576	7,576
	-max	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,178	-0,176	-0,177	-0,172	-0,172
Tehersoporttal	deformációs arány	134,45%	136,30%	136,85%	137,47%	137,75%	138,73%	141,49%	131,92%	134,37%	100,00%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,20 N/mm ³	+max	6,956	7,085	7,124	7,168	7,187	7,255	7,447	6,778	6,950	4,499	4,499
	-max	-0,292	-0,297	-0,299	-0,301	-0,302	-0,305	-0,313	-0,275	-0,291	-0,190	-0,190
	1 db konc. erővel	deformációs arány	154,61%	157,48%	158,35%	159,32%	159,75%	161,26%	165,53%	150,66%	154,48%	100,00%
fárasztási ciklus (millió)		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
C = 0,20 N/mm ³	+max illesztés alatt	6,978	7,092	7,127	7,166	7,183	7,243	7,413	6,821	6,973	4,802	4,802
	+max globális	6,978	7,092	7,127	7,166	7,183	7,243	7,413	6,821	6,973	4,802	4,802
	-max	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,081	-0,083	-0,083
Tehersoporttal	deformációs arány	145,31%	147,69%	148,42%	149,23%	149,58%	150,83%	154,37%	142,04%	145,21%	100,00%	100,00%

gyelemben vettünk. A pontosabb eredmények érdekében három különböző ágazási tényezőre, három különböző feltámaszkodási esetre, valamint három különböző sínillesztésre végeztük el a számításokat. Ered-

ményképpen három táblázatban adtuk meg a sínillesztés nélküli esetenél számított maximális függőleges sín deformációk (lehajlások) értékeihez viszonyítva százalékosan a többi esetet jellemző értékeket. Az

érdeklődő olvasóknak ajánljuk az alábbi – nem FEM-modellezéssel kapcsolatos – angol nyelvű publikációinkat [4–8], amelyekben további részleteket olvashatnak mind a laboratóriumi, mind a vasúti pályás

8. táblázat. Maximális függőleges sínsüllyedések – az illesztési aljak ágyazatragasztással beragasztottak

		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,05 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max	1,996	2,019	2,026	2,034	2,038	2,050	2,084	1,963	1,995	1,485	1,485
	-max	-0,144	-0,149	-0,151	-0,153	-0,154	-0,156	-0,165	-0,137	0,144	-0,069	-0,069
1 db konc. erővel	deformációs arány	134,41%	135,96%	136,43%	136,97%	137,24%	138,05%	140,34%	132,19%	134,34%	100,00%	100,00%
		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,05 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max illesztés alatt	1,869	1,870	1,871	1,871	1,872	1,873	1,875	1,867	1,869	1,834	1,834
	+max globális	5,473	5,473	5,473	5,473	5,473	5,473	5,473	5,474	5,473	5,478	5,478
Tehercsoporttal	-max	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232
	deformációs arány	101,91%	101,96%	102,02%	102,02%	102,07%	102,13%	102,24%	101,80%	101,91%	100,00%	100,00%
		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,10 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max	1,961	1,986	1,993	2,001	2,005	2,017	2,052	1,927	1,960	1,421	1,421
	-max	-0,116	-0,120	-0,121	-0,122	-0,122	-0,124	-0,130	-0,112	-0,116	-0,064	-0,064
1 db konc. erővel	deformációs arány	138,00%	139,76%	140,25%	140,82%	141,10%	141,94%	144,41%	135,61%	137,93%	100,00%	100,00%
		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,10 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max	1,827	1,838	1,842	1,846	1,847	1,853	1,869	1,812	1,827	1,581	1,581
	+max globális	2,896	2,896	2,896	2,895	2,895	2,895	2,895	2,896	2,896	2,899	2,899
Tehercsoporttal	-max	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124	-0,124
	deformációs arány	115,56%	116,26%	116,51%	116,76%	116,82%	117,20%	118,22%	114,61%	115,56%	100,00%	100,00%
		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,20 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max	1,914	1,940	1,947	1,956	1,960	1,973	2,009	1,879	1,913	1,342	1,342
	-max	-0,098	-0,100	-0,101	-0,101	-0,102	-0,103	-0,107	-0,094	-0,097	-0,058	-0,058
1 db konc. erővel	deformációs arány	142,62%	144,56%	145,08%	145,75%	146,05%	147,02%	149,70%	140,01%	142,55%	100,00%	100,00%
		PK hevederes illesztés							Acélhevederes illesztés		Sínillesztés nélkül	
C = 0,20 N/mm ³	fárasztási ciklus (millió)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	3,1	3,5	0	3,5
	+max	1,765	1,783	1,788	1,794	1,796	1,806	1,831	1,740	1,764	1,364	1,364
	+max globális	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572	1,569	1,569
Tehercsoporttal	-max	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068	-0,068
	deformációs arány	129,40%	130,72%	131,09%	131,52%	131,67%	132,40%	134,24%	127,57%	129,33%	100,00%	100,00%

vizsgálataink eredményeiről. Ezenkívül a témában *Németh Attila* készít egy PhD-értekezést a Széchenyi István Egyetem Multi-diszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskolában, amely értekezés nyilvánosan elérhető lesz [9].

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen” című (azonosítószám: EFOP-3.6.1-16-2016-00017) projekt keretében készült. «

Irodalomjegyzék

- [1] Németh A, Fischer Sz. A polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínkötések (1. rész) – Laboratóriumi vizsgálatok. *Sínek Világa* 2016;6:2-6.
- [2] Németh A, Fischer Sz. A polimer-kompozit hevederes ragasztott-szigetelt sínkötések (2. rész) – Vasúti pályás vizsgálatok. *Sínek Világa* 2018;6:12-17.
- [3] Németh A, Major Z, Fischer Sz. FEM modelling possibilities of glued insulated rail joints for CWR tracks. *Acta Technica Jaurinensis* 2020;13(1):42-84.
- [4] Németh A, Fischer Sz. Laboratory

test results of glued insulated rail joints assembled with traditional steel and fibre-glass reinforced resin-bonded fishplates. *Nauka ta Progres Transportu* 2019;81(3):65-86.

[5] Németh A, Fekete I, Szalai Sz, Fischer Sz. Supplementary laboratory investigations of modern plastic-polymer fishplates for rail joints. *Nauka ta Progres Transportu* 2019;84(6):86-102.

[6] Németh A, Fischer Sz. Field tests of glued insulated rail joints with usage of special plastic and steel fishplates. *Nauka ta Progres Transportu* 2019;80(2):60-76.

[7] https://www.researchgate.net/profile/Attila_Nemeth6/research

[8] https://www.researchgate.net/profile/Szabolcs_Fischer/research

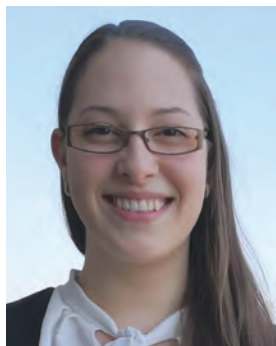
[9] <https://mmti.sze.hu/nemeth-attila>

Summary

Authors published earlier in the journal *Sínek Világa* [two papers from 2016 [1] and 2018 [2]] the results of the laboratory and the field tests of glued insulated rail joints assembled with polymer-composite fishplates. The authors' present article is about a calibrated-validated computer model built in a software using finite element method (FEM), based on the earlier executed own laboratory tests. This model can be applied for calculation of not only single beams with two rigid supports, but railway tracks with continuous beam and more elastic-settling supports, the results are settlement (deformation), stress and strain values. The calibration and validation process of the authors' models were performed based on middle-bay vertical deformation of the two-supported beams (specimens) from the laboratory tests, ensuring the same supporting and loading conditions (bay length and vertical load values). The FEM simulations were done by the Axis VM 13 software, while the regression calculations were executed by Microsoft Excel 2016. The demonstrated 2D FEM models, as well as the published calculation method ensure relatively quick computations that is available not only for polymer-composite fishplated glued insulated rail joints, but rail joints without gluing and glued/glued insulated rail joints with fishplated from other materials.

A síndiagnosztika szerepe a vasúti pálya felügyeletében

A vasúti pálya biztonságos és jó állapotának elengedhetetlen feltétele az al- és felépítmény, valamint a kapcsolódó műtárgyak folyamatos vizsgálata, diagnosztizálása. Ennek alapján lehet és kell a szükséges intézkedéseket megtenni. A vasúti pálya felügyeletének és karbantartásának alapvető célja, hogy az előforduló hibákat korlátok közé szorítsa, minimalizálja, megszüntesse vagy megelőzze. Ehhez ad segítséget a diagnosztikai alapú szemlélet. Mivel a vasúti pályaszerkezet egyik legfontosabb eleme a sín – hiszen a pályaszerkezet legfelső elemeként a vasúti járművek közvetlenül a vasúti sínnel kerülnek kapcsolatba –, ezért ennek meghibásodása, hibáinak diagnosztizálása kiemelten fontos feladat.



Tóth Anita

építőmérnök (BSc)
MSc-hallgató BME
Építőmérnöki Kar

✉ toth.anita94@gmail.com

☎ (30) 364-1303



Dr. Szabó József

adjunktus
BME Út és Vasútépítési
Tanszék

✉ szabo.jozsef@epito.bme.hu

☎ (20) 562-5544

A vasúti pálya avulása és a pályafenntartás fontossága

A vasúti pályát a járművek változó nagyságú igénybevételeknek teszik ki, amelyek hatására egy idő után a pálya állapot romlik, különböző avulások keletkeznek a vasúti pályaszerkezet egyes elemeiben. A nem megfelelő minőségű pálya visszahat a járművek mozgásaira, az azokról átadódó igénybevételekre, éppen ezért a vasúti pálya avulására körfolyamatként kell tekinteni, amely egyre kedvezőtlenebb irányba halad, amennyiben nem történnek meg időben a szükséges beavatkozások. Az egyes avulásokat kiváltó okok lehetnek az építési és gyártási hibák, a járművek mechanikai hatásai, a járművek káros mozgásai, az üzemszerű elhasználódás, az időjárás okozta hibák, a fenntartási hiányosságok, illetve az egyéb hibák (például: egyenáramú vontatásnál a kóboráram jelensége).

Az avulási folyamat egyik fő oka, hogy a megépített új pályának is vannak kezdeti méreteltérései. Annak érdekében, hogy ezeknek az eltéréseknek a nagyságát korlátozni lehessen, különböző szabványokat, előírásokat kell betartani. Ezek tartalmazzák, hogy milyen szerkezeteket, anyagokat lehet felhasználni, valamint azt, hogy ezeknek milyen mértékű lehet az ideálistól való eltérése. A kezdeti építési hibák visszavezethetők az alépítmény szakszerűtlen kialakítására, az ágyazat helytelen kiképzésére, a felépítmény mérethibáira, a gyár-

tási hibákra és az anyaghibákra is, továbbá a technológiák helytelen alkalmazása is eredményezheti a jelentős lokális hibák kialakulását.

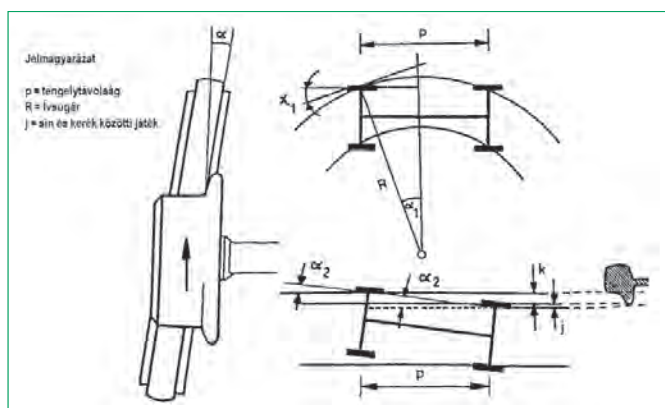
Ideális esetben, ha a vasúti pályát kezdeti hiba nélkül építik meg és megfelelő állapotban tartják, akkor az avulás legnagyobb okozója a járművektől származó mechanikai igénybevétel. Napjainkban a teher- és a személyszállító vonatok sebességnövekedése, továbbá az egyre nagyobb tengelyterhelések következtében – esetenként egyre kisebb kerékátmerő alkalmazása mellett –, a vasúti pálya szerkezeti elemeire egyre nagyobb igénybevételek hatnak. Fontos továbbá a pályára engedélyezett sebességek, a tengelyterhelések és egyéb, a szállításra vonatkozó előírások betartása, ugyanis az avulás törvényszerűségeiből adódik, hogy az átgördült elegytonna függvényében exponenciálisan romlik a pálya állapota.

A pálya gyorsítási és lassítási szakaszain a kerekek könnyebb megcsúszásának (kipörgésének) hatására a sínek felületén ovális völgyek keletkezhetnek. A járművek – részben a pályahibák miatt – különböző szabálytalan mozgásokat végeznek (például: támoalgó mozgás, bólintó mozgás), ezekkel is növelve a pályában már meglévő hibák nagyságát. Üzemszerű elhasználódásból adódó hibák még akkor is keletkezhetnek, ha egyébként a szükséges karbantartásokat rendszeresen elvégzik a pályában. Ezek a hibák általában fáradás következtében, repedések, törések, ágya-

zati aprózódások, kopás vagy korrózió formájában jelentkeznek.

Fontos tényező az időjárás is. A vasúti pálya – különösen az alépítmény – rendkívül érzékeny a vízre, így a hibák legnagyobb okozója a csapadék. Ha nem megfelelő a vízelvezető rendszer, akkor az ágyazatba jutó, illetve ott bent rekedő víz következtében komoly fekszing- és irányhibák, továbbá ágyazati hibák (vak-süppedés) is kialakulhatnak. A téli fagyási-olvadási ciklusok által bekövetkező térfogatváltozások hatása az alépítmény állapotát jelentősen befolyásolja. Fontos megemlíteni a hőmérséklet-ingadozás (hőmérséklet-változások) következtében a hézag nélküli vágányokban kialakuló sínfeszültség-változások következményeit. A hőmérséklet-változások miatt a sínben kialakuló jelentős nyomó- és húzófeszültségek nyáron vágánykivetődéshez, télen pedig sintoneréshez vezethetnek.

A fenntartási hiányosságok csoportjába tartozik a karbantartási munkálatok szakszerűtlen és/vagy hiányos elvégzése, vagy azok elmaradása. Fontos, hogy a fenntartási munkálatokat a megfelelő időben kell elvégezni, ugyanis az idő előtt végzett munkálatok hatására romlik a vasúti pálya üzemének folytonossága, ugyanakkor nő a szükséges munkálatok száma. A túl későn végzett munkálatok hatására pedig csökken a pálya élettartama. Fontos a végrehajtott munka minősége is, ugyanis a nem megfelelő minőségű munkák súlyosabb esetekben fekszinghibákhoz, az ágya-



1. ábra.
A nekifutási
szög és
annak
összetevői
[1]

zat-ellenállás csökkenéséhez vagy akár a szerkezeti elemek korai elhasználódásához vezethetnek.

A sínkarbantartás jelentősége

A sín mint pályaszerkezeti elem három fő feladatot lát el. Egyrészt, mint tartószerkezet viseli és – a sínleerősítések közvetítésével – átadja az aljakra a vasúti járművek függőleges, oldalirányú és hosszirányú terheit. Másrészt, mint irányító szerkezet a kényszerpályás közlekedés jellegének megfelelően a nyomkarimás kerekű járműveket folyamatosan vezeti. Harmadrészt, mint a pályaszerkezet legfelső felületi eleme biztosítja a vonó- és fékezőerő átadását.

A közvetlenül a sínre (és közvetve a pályaszerkezet többi elemére) ható erők a tér három irányában lépnek fel, amelyek jellemzően az alábbiak lehetnek:

- függőleges erők: a járműterhelésből adódó statikus és dinamikus kerékterhelések;
- oldalirányú erők: egyenesben a járművek kigyózó mozgásából adódó erők, míg ívben a terelőerő és a centrifugális erő;
- hosszirányú erők: a gyorsításból és fékezésből adódó erők, valamint a hézagnélküli vágányok hőmérséklet-változásai-ból eredő hőerők.

Az egyes erők következtében kialakuló sínhibákat két nagy csoportra lehet osztani, amelyek egyrészt a klasszikus sínhibák, másrészt az elmúlt évtizedekben megjelenő újfajta sínhibák.

A klasszikus sínhibák

A klasszikus sínhibák közé tartoznak a sínfej kopás, a sínben kialakuló repedések, a sínvéglverődés, illetve a hullámos kopások.



2. ábra. A hullámosodás [2]

A sínfej kopás

A sín avulásának egyik legjellemzőbb formája a sín magassági és oldalkopása, amelynek közvetlen előidézője a sín-kerék érintkezési pontjában kialakuló felületi nyomás, illetve íves szakaszokon a nyomkarimával való súrlódás. A sín kopását befolyásoló főbb tényezők például a sín anyagának összetétele, a kerékterhelés mértéke, a sínfej és a kerék geometriája, az átgördült eleytonna, a menetsebesség, a pálya ívviszonyai, a pálya építésének és karbantartásának módja. Az előrehaladott sínfejoldalkopás forgalombiztonsági szempontból veszélyesebb, mint a magassági kopás. Mindkét kopástípus kialakulhat íves pályaszakaszon, ám különbség, hogy a magassági kopás jellemzően a belső sínszálon keletkezik, míg az oldalkopás a külső sínszálon alakul ki. Az oldalkopás kifejlődésének sebessége csökkenthető a súrlódási tényező csökkentésével, a terelőerő csökkentésével, valamint a nekifutási szög csökkentésével. Ahogy az 1. ábrán is látható, a nagyobb nekifutási szög nagyobb mértékű oldalkopást eredményez. Annak érdekében, hogy a fenntartási munkálatokat megfelelő időben el lehet-

sen végezni, egyrészt megállapítottak egy kopási szöget, amelynek elérésekor sínkerék kell elvégezni (ezt az eljárást alkalmazza például a DB), másrészt pedig a magassági és oldalkopásból egy úgynevezett kiegyenlített magasságikopás-érték került meghatározásra, amelynek a fenntartásnál megengedett értékei a maximális sebesség és a sínrendszer függvényében határozhatók meg (ezt a módszert alkalmazza a MÁV és a GYSEV).

A sínben kialakuló repedések

A sínben kialakuló repedéseket a kialakulásuk helye és iránya alapján csoportosítjuk, ezért megkülönböztetünk keresztirányú (átlós) fejrpedéseket, hosszirányú vízszintes repedéseket, hosszirányú függőleges repedéseket, valamint furatrepedéseket. A hosszirányú vízszintes repedések kialakulási helyei előfordulhatnak a sínfejben, a síngerincben vagy az átmeneti területen a sínfej és a síngerinc, továbbá a síngerinc és a sínalpj között.

A sínvéglverődés

A sínvéglverődés a hevederes sínillesztéseknél alakulhat ki. Keletkezhet egyrészt a gyenge, nem megfelelő illesztésből adódóan, másrészt pedig a lengő sínillesztésnél a sínvég alatti helytelen megtámasztás alkalmazása következtében. Ilyen esetben a jármű a sínillesztésen való áthaladása során elveri a szabad sínvégeket.

A hullámos kopások

A hullámos kopások napjaink egyik jellemző sínhibái, egyaránt előfordulnak nagyvasúti és városi vasúti pályában is. A kopások kialakulására nincs pontos ok, viszont számos tényező szerepet játszik benne, mint például az ívben lévő sínszalak eltérő hossza miatt kialakuló kerékcúszás, nagy indulási és fékezési erők, stb. Kialakulási helyét tekintve ívek belső sínszálain, egyenes szakaszokon, továbbá fékezési szakaszokon jelennek meg. A hullámos kopások következtében kialakuló rezgéshatások miatt nő a vágány dinamikus igénybevétele, rongálódik a pályaszerkezet, csökken az utazási komfortérzet, nő a zajhatás.

A hullámos kopásnak három fő fajtáját különböztetjük meg, amelyek a hullámosodás (2. ábra), a rövid hullám (3. ábra) és a hosszú hullám (4. ábra). Ezeknek a tulajdonságait az 1. táblázat foglalja ösz-

1. táblázat. A hullámos kopások fajtái és azok tulajdonságai

Típus	Hullámosodás	Rövid hullám	Hosszú hullám
Hullámhossz tartománya	10 - 30 mm	31 - 300 mm	301 - 1000 mm
Egyenletes-e?	igen	szabályosan	szabálytalanul
Hullámhegyek közötti hullámhossz	nincs, ezek csak hullámszerű egyenetlenségek	3 - 8 cm	8 - 30 cm
Hullámvölgy mélysége	0,02 - 0,4 mm	max. 2 mm	max. 1,5 mm
Jellegzetesség	alapanyag keménységénél nagyobb keménységű helyeken jelenik meg, főleg kissugarú ívekben	használatból eredő hiba, főleg ívek belső színszálán alakul ki	használatból eredő hiba, főleg ívek belső színszálán alakul ki
Kinézet	világos folt	fényes hullámhegy és sötét hullámvölgy	futófelületen lévő kisebb-nagyobb kidomborodások



3. ábra. A rövid hullám [2]



4. ábra. A hosszú hullám [2]

sze. Ezenkívül a hullámos kopásokat meg kell különböztetni aszerint, hogy ív miatti hullámos kopásról van-e szó, vagy pedig rezgési hullámos kopásról. Míg az előbbi az íves szakaszok belső színszálnak futófelületén alakul ki, a két színszálon megteendő úthosszkülönbség miatt bekövetkező kerékmegcsúszások által, addig az utóbbi esetében a hullámok kialakulását az okozza, hogy a sín és a jármű kereke között kialakuló rezgés hullámvölgyeket hoz létre. Az ív kopások főképp a 800 méteres vagy annál kisebb sugarú ívek jellegzetessége, hullámhossza 5-30 cm közötti, mélysége 0,1-1 mm közötti. Ezzel szemben a rezgési hullámok jellegzetessége, hogy kvázi periodikusan alakulnak ki a 2-10 cm hosszúságú és 0,01-0,4 mm mélységű hullámok.

Az elmúlt évtizedekben megjelenő újfajta sínhibák

Az évek során folyamatosan nő a tengelyterhelés és a sebesség. A pályát érő igénybevételek növekedésénél fontos megemlíteni, hogy az egyre modernebb mozdonyok hajtott kerekeire jutó forgatónyomaték értéke jelentősen megnőtt, növelve ezzel a sínfejen a csúsztatófeszültség értékét is. Napjainkban az egyik legjellemzőbb sínhibák az úgynevezett gördülő érintkezési fáradási hibák – amelyeket a szakma RCF- (rolling contact fatigue) hibaként emleget –, amelyek kialakulásában több tényező is szerepet játszik. Ilyenek például:

- járműterhelés (tengelyterhelés, átgördült eleytonna),
- korszerű vonóerő- és fékerő-szabályozás,
- forgalmi viszonyok (egyirányú közlekedés, lassító/gyorsító szakaszok),
- a sín és a kerék mechanikai tulajdonságai,
- beépítési környezet (ív, síndőlés),
- a sín- és kerékprofil kialakítása.

A gördülő érintkezési fáradásból származó hibák azon tönkremenetelek családjába tartoznak, amelyek a sín anyagának túlterhelése – ismétlődő intenzív sín-kerék kölcsönhatás – következtében alakulnak ki a sín felületén vagy akár a felszín alatt is. Az RCF-hibák előfordulási száma az 1980-as évek közepe óta mind nemzetközi, mind pedig országos szinten egyre inkább növekszik. Az első ilyen repedések 1984-ben jelentek meg, azonban ez a típusú hibajelenség csak 2000-ben került a figyelem középpontjába, a Hatfield környékén történt baleset követően, amelyről a vizsgálatok alapján megállapították, hogy a sín törést az RCF-hibák okozták. (A balesetet követően az eltört sín egyes részeit megvizsgálták és számos fáradásos törést fedeztek fel rajta, amely felületi lepattozással is párosult.)

A sín-kerék érintkezésekor fellépő feszültség mértéke függ a közös érintkezési felület nagyságától, amely körülbelül 1 cm² nagyságú, kvázi elliptikus felület. Ezen a kis területen adódik át a kerékterher a sínre, amelynek nagysága drasztikusan lecsökkenhet, ha nem megfelelő a

sín vagy a kerék állapota (profilja). A sín-kerék érintkezési felületen kialakuló kontaktfeszültség a sín felületén vagy a felszín alatt kialakuló különböző RCF-hibák megjelenésének hatására sokkal nagyobb lesz. Az érintkezési felület nagysága és a kialakulásának helye nagyban függ attól, hogy milyen a sínprofil és a jármű kerékprofiljának kialakítása, illetve nagyban befolyásolja a pálya geometriai kialakítása is, amely jól megfigyelhető az 5. ábrán. Mivel az RCF-hibák nagyobb valószínűséggel alakulnak ki száraz, nagy súrlódású felületek között, ezért megoldásként gyakran alkalmaznak sínkenést. Azonban a kenőanyag jelenléte a későbbiek folyamán ronthat az állapoton, ugyanis miután már kialakult a repedés, ez a kenőanyag kitölti a hézagot, a bent ragadt, nem összenyomható folyadékban kialakuló helyi nyomás értéke megnő, a repedés növekedése felgyorsul. Ezt szemlélteti a 6. ábra.

A gördülő érintkezési fáradásból adódó sínhibák a következők:

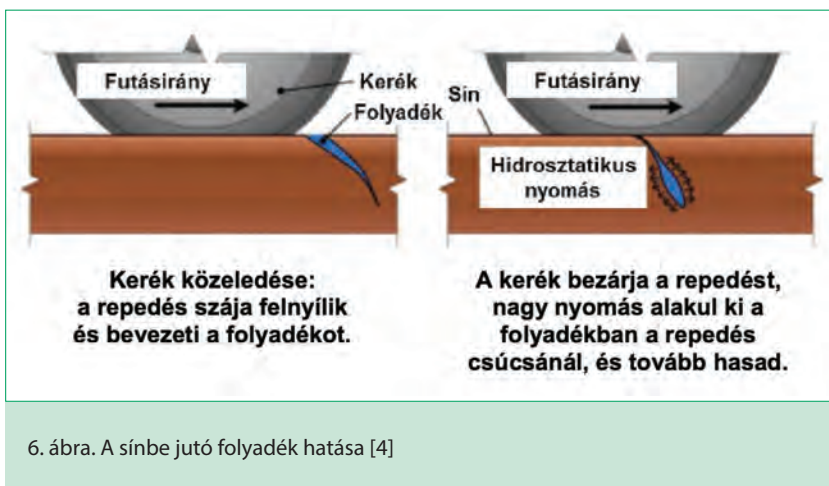
- fejrepedezettség – head check,
- sínfejlapulás – squat,
- repedésfészek – belgrospi,
- nyelvszegélyképződés – tongue lipping.

Fejrepedezettség – head check

Az RCF-tönkremenetelek legjellemzőbb formája a head check (HC) hiba, azaz a sín hajszal-repedezettsége (7. ábra). Kialakulásának egyik oka lehet, hogy a járműkerék és a sín érintkezési felületén kialakuló



5. ábra. A sín-kerék érintkezési felület kialakulásának helyei [3]



6. ábra. A sínbe jutó folyadék hatása [4]



7. ábra. A fejrepedezettség – head check hiba [5]

ló feszültségek, görbülési igénybevételek hatására létrejövő anyageltolódás során a sín keménysége akár másfélszeresére is nőhet, így repedések alakulnak ki. Helyét tekintve nagyobb valószínűséggel keletkezik az egy irányban használt vágányokban, ezen belül is főképp a 700–3000 méter sugarú ívek külső sínszálaiban, fékezési-gyorsítási szakaszokon, kiterők igénybevett részeinél. A hiba újszerűsége gondot okozhat, ugyanis egyrészt a kialakulása sok paramétertől függ, másrészt pedig a kialakult hajszálrepedések olyan közel helyezkednek el egymáshoz, hogy a meggyengült keresztmetszetek el is törhetnek.

Éppen ezért nagy jelentősége van annak, hogy a hibát időben felismerjük, valamint az ezt követő állapotfelmérés után megtegyük a szükséges intézkedéseket, amelyek lehetnek megelőző intézkedések, olyan stratégiák alkalmazása, amelyek egész hálózati szinten jobb állapotot eredményeznek, valamint azonnali beavatkozások. További veszély, hogy a szabad szemmel is látható repedések egy előrehaladott állapotot tükröznek, ugyanis a hiba kialakulásának kezdeti fázisában a repedések még szabad szemmel nagyon nehezen észrevehetőek. A HC-hiba fejlődése két szakaszra bontható, amelynek első szakaszában a kialakult repedések kis mélységűek, amelyhez a sínfejbe történő behatolás kis hajlásszöge tartozik, míg második szakaszában (3-5 mm mélységet követően) a törésszög hirtelen növekedésével nő a felületi repedés hossz is. Növekedési sebesség tekintetében az egyenes szakaszokon a leglassabb a repedés terjedése, míg a 700-3000 m sugarú ívekben a leggyorsabb. A HC-hibákat alapvetően négy kategóriába lehet sorolni, amelyeket a 2. táblázat szemléltet.

Sínfejlapulás – squat

A sínfejlapulás (squat) (8. ábra) felszíni hiba, amely főképp olyan nagyobb sebességű vasúti pályán alakul ki, ahol nagy a vonóerő-átadás, főképp a pálya egyenes szakaszaira jellemzően. Kinézetét tekintve egy egyedi, lapos szögű repedés, amely a futófelület alatt V alakot ölt úgy, hogy a V „szárnyai” a vezetési felület felé nyílnak. Kiváltó okai közé sorolhatók a magas nyírófeszültség, a gyorsulási-fékezési szakaszok folyamatos váltakozása, valamint az, hogy a sín-kerék érintkezési felületén a nagy görbülő igénybevételek által a sín anyagszerkezete pontszerűen megváltozik, felkeményedik, amely által repedés alakul ki. A hajszálrepedésekhez hasonlóan a hiba kialakulása két fő fázisra bontható. Az átmenet a két tartomány között ott mutatkozik, ahol a repedés irányt vált. Jellemző kialakulási helyek a sín azon szakaszai, ahol periodikusan alakul ki lokális anyaghiba, például kis lyukak. Ezenkívül még nagy számban van jelen az egy irányban használt vágányok íveinek külső sínszálán, hegesztések környékén, fékezési-gyorsítási szakaszokon, hullámos kopású sínfelületeken.

Mint ahogyan a kialakulásából is látszik, gyakorlatilag hasonlóan jön létre, mint a head check hiba, azonban a fő különbség közöttük az, hogy a lapulásnak más a kritikus mérete. Ezenkívül a hiba még összetéveszthető a keresztirányú hibákkal és a felszíni kiköszörülődéssel is. Előbbi miatt nehéz az ultrahangos diagnosztizálása, ugyanis ilyenkor problémás megkülönböztetni, hogy lapulás, ferde repedés vagy lapos hajlású vízszintes repedés látható-e. Utóbbi esetben pedig a fő különbség abban rejlik, hogy a laposodás esetén egy sötét folt is megjelenik a sín futófelületén, amely később kipattogzik. További különbség



8. ábra. A sínfejlapulás – squat hiba [5]



9. ábra. A repedésfészek – belgrospi hiba [5]

még, hogy a kiköszörülődés egyszerre jelen van mindkét sínszálon, azonban ez nem mondható el a lapulás esetében. A squat lényegében két repedésből áll, vezető repedésből és kúszó repedésből, amelyek ellentétes irányba terjednek. A vezető repedés a forgalom irányával megegyező, a kúszó repedés a forgalom irányával ellentétes, és ez utóbbi terjed gyorsabban. Súlyossága abban mutatkozik meg, hogyha nem diagnosztizálják időben, akkor a repedések elágazhatnak, amelyek közül a függőleges irányú repedés nő a leggyorsabban, így gyakran függőleges sín törést okoz.

Repedésfészek – belgrospi

A gördülő érintkezésből adódó fáradásos repedések egy másik fajtája a repedésfészek (belgrospi) (9. ábra), amely először 1996-ban a németországi nagy sebességű

vasútvonalakon került diagnosztizálásra. Jellegzetessége, hogy ezek periodikusan mindkét sínszálon megtalálhatók ugyanazon vágánykeresztmetszetben. Kialakulását tekintve a sínszál külső oldalán (a sítengelytől a pályatengelyhez képest a távolabbi részén) alakul ki. Fontos, hogy keletkezhet hullámos kopások völgyeiben is, anyagfáradás miatt. Annak ellenére, hogy mindkét sínszálon megtalálhatók, ugyanazon keresztmetszetet tekintve az egyik repedés mindig fejlettebb, mint a másik. Általánosságban ez a váltakozás 6-7 méterenként következik be. Végző esetben a sín keresztirányú töréséhez vezet.

Nyelvszegélyképződés – tongue lipping

A nyelvszegélyek (tongue lipping) (10. ábra) kialakulását a 11. ábra mutatja be. Ez alapján látható, hogy a kiindulás egy egyszerű repedés, amely a kezdeti szakaszban a sín-nyomkarima érintkezésénél létrejövő fejrepedezettség formájában alakul ki. Ezt követően az idő előrehaladtával a nyomkarima pikkelyszerű legyűrődéseket alakít ki, amelyek súlyos esetben lemezesen leválhatnak. A nyelvszegélyek főképp az ívben lévő pálya belső sínszálon alakulnak ki.

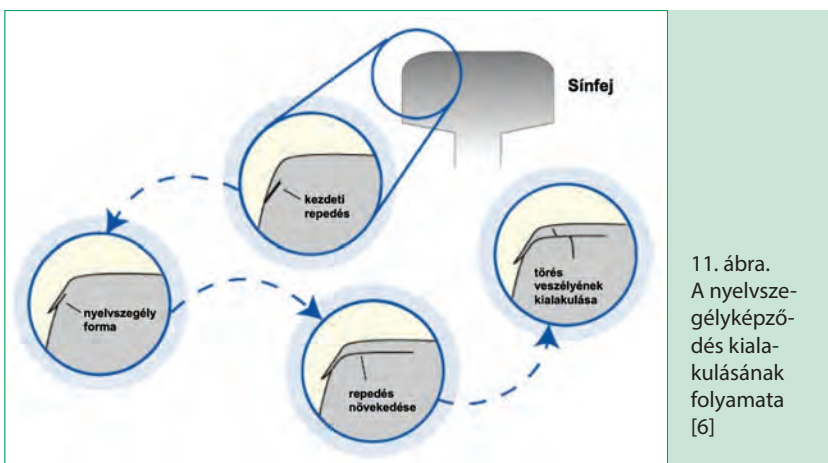


10. ábra. A nyelvszegélyképződés – tongue lipping hiba [5]

A vasúti pálya felügyelete és diagnosztikája

Az eddigiek alapján látható, hogy az ismétlődő terhelések hatására a vasúti pályának torzul a geometriája, avulnak a szerkezeti elemei. Mivel ez az avulás természetes úton is megtörténne (csak nem ilyen mértékben), ezért fontos, hogy a folyamat lelassítása érdekében a pálya állapotát folyamatosan figyelemmel kell kísérni, időszakosan fel kell mérni, továbbá ezek alapján – amennyiben szükséges – időben és szakszerűen be kell avatkozni. A pálya-felügyelet ellátása, az előírt vizsgálatok és mérések elvégzése, a pályafenntartási szakszolgálat dolgozóinak az egyik legfontosabb feladata. A pálya-felügyelet célja tehát az eddigiekben említett okok miatt kialakuló pályahibák, a szerkezeti elemek és a létesítmények avulásainak időben történő megfigyelése és feltárása. Amellett, hogy ennek a feltárásnak időben kell történnie, még lehetővé kell tennie a forgalombiztos közlekedést, a balesetek megelőzését, az elvégzendő munkák mennyiségének és az elvégzés idejének meghatározását, továbbá a pálya állapotának és a karbantartó egységek munkájának folyamatos minősítését. Ezek alapján elmondható, hogy a pálya-fenntartás a vasútüzem folytonosságát biztosító tevékenységeket végez.

A pálya állapotának feltárása kétféleképpen történhet. Egyrészt történhet gyalogbejárás és vonalbeutazás által, amelyek a szubjektív módú feltárások, másrészt pedig az úgynevezett objektív módon,



11. ábra. A nyelvszegélyképződés kialakulásának folyamata [6]

2. táblázat. A HC-hibák kategóriái

Repedésmélység szerinti kategóriák	Növekedési sebesség [mm / 100 millió et]	Repedés mélysége [mm]	Hiba súlyossága	Rövidítés
Csekély	< 0,5	< 10	könnyű	L
Mérsékelt	≤ 1,0	10 - 19	közepes	M
Súlyos	≤ 3,0	20 - 29	erős	Z
Veszélyes	> 3,0	> 30	súlyos	ZE

amikor különböző mérésekkel kerülnek pontosításra a szubjektív módon történt megfigyelések. Ezek a mérések egyaránt lehetnek kézi, illetve gépi mérések. A pályafelügyeleti diagnosztikai tevékenységek között több csoportot különböztetünk meg az alapján, hogy a vizsgálattal miket határoznak meg. Az első csoportba tartoznak azok a területek, amelyekkel geometriai méreteltéréseket lehet meghatározni. Idetartozik a vágány geometriájának mérése (hossz- és keresztfekszint, irány, siktorzulás, nyomtávolság, vezetéstávolság), a sínkopás mérése (hosszirányú, keresztirányú), illetve az űrszelvény mérése. A második nagy csoportba azok az anyagok és elemek tartoznak, amelyeknek az anyag folytonosságát, szerkezeti állapotát vagy rétegszerkezetét lehet megállapítani. Ezek a sín anyagából, a sínacélból adódó hibák meghatározása, mint a szemmel látható, valamint a szemmel nem látható repedések, a mechanikai feszültség meghatározása, a rugalmas közbetétek, kapcsolószerek, aljak hibáinak feltárása, valamint az ágyazati és alépítményi hiányosságok megállapítása. A harmadik csoportba tartoznak azok a vizsgálatok, amelyekhez a pálya és a jármű együttműködését kell vizsgálni. Ilyenek a síklásbiztonság és az instabil futás meghatározása. A pályadiagnosztika részterületei a vágánydiagnosztika, a síndiagnosztika, a hiddiagnosztika és a pályanyag-minősítés, amelyen belül a felépítmény és az alépítmény anyagminősítése történik.

A síndiagnosztika részletes bemutatása

A diagnosztikai módszerek egyik legfontosabb területe a síndiagnosztika. Fontossága onnan ered, hogy a sínnek – összetett feladatai következtében – sok követelménynek kell eleget tennie. Ilyen követelmény például, hogy megfelelő legyen

a teherbírása, megfelelő legyen a felületi egyenessége, hiszen vezető szerepéből adódóan irányítja, vezeti a vasúti járművek nyomkarimás kerekeit. A sánt már a gyártástól kezdve figyelemmel kísérik annak érdekében, hogy az mindig és minden körülmény között megfelelő állapotú legyen. Éppen ezért meghatározó már maga a sín gyártási folyamata is, az anyaga, a keresztmetszeti kialakítása, a hengerlése, ugyanis ha nem fordítanak kellő figyelmet erre, akkor már a beépítés előtt a sínben úgynevezett kezdeti, gyártási hibák alakulhatnak ki. Ennek elkerülése érdekében ezek megfelelőségét alakí és anyagszerkezeti vizsgálatokkal ellenőrzik.

Amellett, hogy a síneknek meg kell felelniük bizonyos követelményeknek, ugyanígy a síndiagnosztikával szemben is követelményeket állítottak fel, amelyeknek eleget kell tenni. Ezek a követelmények a következők:

- az alkalmazott mérés technika pontosan kövesse a sín mindenkor alakját,
- a változások ábrázolhatók legyenek,
- a vizsgálatok roncsolásmentesek legyenek,
- a mérések elvégzése vágányzár nélkül is lehetséges legyen.

A síndiagnosztika összességében szemrevételezésből, továbbá műszeres vizsgálati és mérési eljárásokból épül fel. Mindezek segítségével elsősorban a sín anyagszerkezetét és geometriai kialakítását lehet vizsgálni. Annak érdekében, hogy az alkalmazott módszerek egy egységes szerkezetbe legyenek foglalva, a MÁV Zrt. Pályalétesítményi Főosztálya 2017-ben kiadta a D.10. utasítást, amely tartalmazza a vasúti sínek diagnosztikájáról addig megismert tudományos eredményeket, bemutatja az alkalmazott mérési eljárásokat, valamint szabályozza azok eredményeinek kiértékelését és minősítését. Rendszerezi az előforduló sínhibákat a hozzájuk tartozó mérési és minősítési számokkal együtt.

Tóth Anita tanulmányait 2014-ben kezdte meg a BME Építőmérnöki Karán, majd a karon belül a közlekedési létesítmények specializációt választotta. 2017-ben készítette el a síndiagnosztikával foglalkozó TDK-dolgozatát, amellyel sikeresen és díjnyertesként szerepelt a BME Építőmérnöki Kar az évi Tudományos Diákköri Konferenciáján. Ugyanezen dolgozattal a 2019. évi Országos Tudományos Diákköri Konferencián (OTDK) második helyezést ért el. 2019-ben szerzett BSc építőmérnöki oklevelet a BME Út és Vasútépítési Tanszéken. MSc-tanulmányait jelenleg szintén a BME Építőmérnöki Karán folytatja.

Az utasítás célja a hibák rendszerezésén kívül annak bemutatása, hogy az egyes hibákkal kapcsolatban milyen vizsgálati módszerek vannak, illetve, hogy ezek alapján milyen intézkedések alkalmazhatók. A síndiagnosztika során alkalmazható roncsolásmentes vizsgálati módszerek a következők: vizuális vizsgálat, penetrációs vizsgálat, ultrahangos vizsgálat, örvényáramos vizsgálat, sínprofilmérés, hullámos kopás mérése. A 3. táblázat azt foglalja össze, hogy az egyes, napjainkban jellemző sínhibák esetén mely síndiagnosztikai módszerek alkalmazhatók.

Vizuális vizsgálat

A vizuális vizsgálat (szemrevételezéses diagnosztika) célja, hogy a sín anyagának alakí, felületi eltéréseiről, illetve a folytonossági hiányosságairól tudjunk meg információkat. Önmagában csak a szemrevételezéssel nem szabad diagnosztizálni a sánt, ugyanis ránézésre nem mondható meg a felületi hibáról, hogy mekkora a hiba kiterjedése a felszín alatt, ténylegesen mennyire előrehaladott az avulás. Éppen ezért, a szemrevételezés mellett más roncsolásmentes vizsgálatot is el kell végezni annak érdekében, hogy a sín belsőjében lévő gyenge pontok, hibaforrások időben észlelhetők legyenek. A szemrevételezés egyik fajtája a penetrációs vizsgálat, amelynek célja a sín folytonossági hiányosságainak láthatóvá tétele. A penetrációs, más néven folyadékbehatolásos (vagy petroldiffúziós) vizsgálat alapelve, hogy a folyadékok kapillaritását kihasználva, a repedésbe bejutó folyadék a felületen kijárolja a felületi hibákat.

3. táblázat. Az egyes hibatípusokhoz tartozó síndiagnosztikai módszerek

Hiba típus	Síndiagnosztikai módszer					
	Szemrevételezés	Penetrációs vizsgálat	Ultrahangos vizsgálat	Örvényáramos vizsgálat	Profilmérés	Hullámos sínkopás mérés
Head Check	igen	igen	igen	igen	nem	nem
Lapulás	igen	nem	nem	igen	igen	nem
Repedésfélek	igen	igen	igen	nem	nem	nem
Nyelvszegély képződés	igen	nem	igen	nem	nem	nem
Hullámos sínkopás	igen	nem	igen	nem	igen	igen

Ultrahangos vizsgálat

A roncsolásmentes síndiagnosztikai módszerek egyike az ultrahangos vizsgálat. A vizsgálat során kihasználják az ultrahangnak azt a fizikai tulajdonságát, hogy két különböző anyag határfelületéről visszaverődik, ezáltal alkalmas a sínhibák méretének és elhelyezkedésének meghatározására. Célja a forgalomra veszélyes hibák kiszűrése. Alapvetően háromféle alkalmazott eljárás ismert. Az egyik az úgynevezett visszhangimpulzus módszer, amely során közvetlenül a sínhibákról visszaverődött jeleket veszik alapul. Egy másik eljárás a tükrömódszer, amely során osztott jeleket alkalmaznak, ahol az ezekből beugrázott jel a sín oldalfelületéről verődik vissza, és ez alapján állapítják meg a sínhibát. A harmadik a tükrör-árnyék módszer, amelynél a hátfalról visszaverődött jel gyengülését tekintik a mérés alapjának. Az ultrahangos vizsgálat történhet mérővonatok által, illetve kézi ultrahangos vizsgálóberendezések segítségével.

A pályaszakasz jellegétől – folyópálya vagy kitérő –, illetve az alkalmazott nyomtávolságtól függően különböző gyakorisággal kell elvégezni az ultrahangos vizsgálatokat. Az egyes esetekhez tartozó gyakoriságokat, illetve ezeknek a meghatározási módszereit a MÁV D.5. utasítás írja elő. A vizsgálat eredményei minden esetben kiértékelésre kerülnek, és ezek eredményei alapján a sínhibákat különböző kategóriákba kell sorolni. Az, hogy az egyes beavatkozásokat mikor kell elvégezni, hibakategóriától függ. Az A kategóriába tartozó sínhibák esetén nem kell beavatkozást végrehajtani, a B és C kategóriába eső hibák esetében a beavatkozás kötelező, azonban ezek a hibák nem igényelnek azonnali beavatkozást, míg a D kategóriába tartozó sínhibák esetében már azonnali beavatkozás szükséges.

A beavatkozások lehetnek ideiglenesek, valamint végleges helyreállítások. Ideiglenes helyreállítás során sebességkorlátozás alkalmazása mellett tartható fenn a forgalom a vasúti pályán. Végleges helyreállítás esetén nincs sebességkorlátozás, tehát a pályán a megengedett maximális sebességgel haladhatnak a járművek. A végleges helyreállítás határideje hagyományos pálya esetén két év, hézagnélküli vágány esetén, ahol a megengedett sebesség kisebb, mint 160 km/h, ott egy év, ahol a megengedett sebesség 160 km/h, ott fél év. Ilyen beavatkozás lehet a síncseré vagy

a kitérőalkatrész cseréje, továbbá a felrakó és feltöltő hegesztés.

Örvényáramos vizsgálat

Az örvényáramos mérési eljárás során alkalmazott mérőszonda egy áram járta tekercs, amelyben nagyfrekvenciájú változó áram indukálásával elektromágneses teret állítanak elő. A sínszálankénti négy-négy darab szondával a repedés hosszát lehet megállapítani a szondavonal függőleges síkjában. Mivel alapvetően nem lehet tudni, hogy a repedésnek mekkora a törésszöge, ezért nem tényleges mélységet, hanem károsodási mélységet lehet meghatározni. Ennek kiszámításához a hazai gyakorlatban 25°-ban megállapított képzési szöveget használják. Maga a mérés történhet kézi, illetve gépi mérőműszerek segítségével. A mérések gyakoriságát a D.5. utasítás szabályozza. A mérések kiértékelésekor a hibákat különböző osztályokba sorolják, amelyek alapján megállapítható azok súlyossága és a későbbiekben elvégzendő helyreállítások fajtája, határideje. A kiértékelésnél figyelembe kell venni a méterenkénti károsodási mélységet és a repedések méterenkénti darabszámát. A repedések darabszáma fontos tájékoztató információ, de az esetleges beavatkozásra vonatkozó döntés a méterenkénti károsodási mélységértékek alapján születik meg. A sínszálanként és méterenként számított károsodási mélység az adott sínszálon a négy szonda által az adott egy méteren regisztrált értékek közül a legnagyobb. A különbség az örvényáramos és az ultrahangos mérési módszer között, hogy az örvényáramos módszer a közel felszíni hibák (körülbelül 5 mm mélységig) kimutatására alkalmas, míg az ultrahangos vizsgálattal az e mélység alatti zóna mérhető nagy pontossággal. Az ultrahangos vizsgálathoz hasonlóan az örvényáramos vizsgálat is történhet mérővonatok, illetve kézi mérőműszerek segítségével.

Sínprofilmérés

Sínprofilmérés alatt a sínszál kopásának meghatározását értjük, amelyek lehetnek oldalkopások és/vagy magassági kopások. A profil mérés történhet kézi vagy gépi eszközzel egyaránt. A fő különbség a két módszer között, hogy kézi mérés során csak a sínkeresztmetszet bizonyos pontjaiban kerül meghatározásra az eltérés a szabványos sínprofiltól, míg ezzel szem-

Dr. Szabó József 2006-ban a BME Építőmérnöki Karán szerzett oklevelet. Az egyetemi évek alatt több díjnyertes TDK-dolgozatot írt. Az ágyazatragasztási technológiával foglalkozó diplomamunkájával három diplomatervdíjat nyert. Jelenleg a BME Út és Vasútépítési Tanszéken oktatási és tudományos kutatási feladatokat végez egyetemi adjunktusként. Több szakmai cikke jelent meg külföldi és hazai folyóiratokban, számos nemzetközi és hazai konferencián szerepelt előadóként. Tagja az MMK-nak, valamint az LKTE-nek, amely 2009-ben Ifjúsági díjjal tüntette ki. 2011-ben doktori (PhD) fokozatot szerzett. 2015-ben a Műegyetem Kiváló Oktatója díjat kapott.

ben a gépi műszerek alkalmazása esetén a teljes profil kerül összehasonlításra egy elméleti alakkal.

Hullámos sínkopás mérése

A hullámos sínkopás mérése során a sínek futófelületének mérése történik. Mindez lehetséges kézi, illetve gépi műszerekkel. Lényeges, hogy attól függően, hogy hullámosodásról, rövid hullámról vagy hosszú hullámról van szó, más és más az intézkedési mérethatár.

A síndiagnosztikában alkalmazott mérőműszerek

Magyarországon a síndiagnosztikai tevékenység legnagyobb részét a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. (MÁV KFV Kft.) végzi. Az alkalmazott mérőműszerek lehetnek mérővonatok, illetve kézi mérőműszerek egyaránt. A mérővonatok megjelenése óta lehetőség van arra, hogy a vasúti sínek dinamikus terhelés hatása alatt kerüljenek diagnosztizálásra. Ez azért is fontos, mert minden anyag, így a sín anyaga is, másképp viselkedik statikus és dinamikus igénybevételek hatására. A MÁV KFV Kft. alapvetően két mérővonat segítségével képes ezeket a méréseket elvégezni. Az egyik az SDS síndiagnosztikai mérővonat (12. ábra), a másik pedig az FMK-008 síndiagnosztikai mérővonat (13. ábra).

A két mérővonat alapvető kialakítása ugyanaz. Mindkettővel lehetőség van ultrahangos, örvényáramos és hullámos sínkopás mérésére, illetve ezenfelül van bennük sínprofilmérő rendszer is.



12. ábra.
Az SDS
síndiagnosz-
tikai mérő-
vonat [5]



14. ábra. A mérőgerendába beépített ultrahangos mérőfejek [5]



13. ábra.
Az FMK-008
síndiagnosz-
tikai mérő-
vonat [5]



15. ábra. A mérővonatra szerelt örvényáramos mérőműszer [5]

Az FMK-008 mérővonat néhány újdonságot is tartalmaz a régebbi SDS mérővonattal szemben, a két mérővonat tulajdonságai a 4. táblázatban találhatók. Kialakításukat tekintve mindkét vonat esetében a mérőkocsi aljára fel van szerelve egy mérő forgóváz és ennek tengelyei között lévő hosszú mérőgerendába vannak beépítve az ultrahangos mérőfejek (három darab), a hullámos sínkopást mérő műszer (egy darab), valamint a gerenda két végében található egy-egy mágneses tisztítófej is. Ezeknek a tisztítófejeknek az a feladatuk, hogy a sínszálon lévő apróbb fémrészecskéket a mágnesek segítségével „eltüntessék”. Az örvényáramos mérőműszer a mozgatható alvázhhoz van konzolosan hozzacsatlakoztatva.

A mérővonatokkal történő ultrahangos mérés bemutatása

Az ultrahangos mérés a mérőgerendában található három darab mérőfejjel történik (14. ábra). Egy mérőfejen belül több mérőszonda is található, különböző besugárzási szöggel. Fontos, hogy egy szakaszt nem elég csak egyszer vizsgálni, éppen ezért az első és a második fejet egymással szembefordítva helyezik el, így a vizsgálat egyidejűleg előre-hátra irányban történik. Az ultrahang különböző besugárzási szögein a sín keresztmetszetének más-más területeiről képesek mérést készíteni. Csak

a 0°-os és a 45°-os behatolási szögű ultrahangjel képes a sínig behatolni, míg a 70°-os csak a sínfej aljáig. Lényeges, hogy a lekerekítéseknel kritikus, „holt rész” alakul ki, amelyet a besugárzások nem képesek lekövetni. Ahhoz, hogy az ultrahang bejuthasson a sínszálna, kell egyfajta kenőréteg (csatolófolyadék) a sín és az ultrahangos szonda közé. A műszereknél ezt vízzel oldják meg, éppen ezért figyelni kell a kialakításuknál, hogy az összes ultrahangos fejhez meg legyen oldva a víz odavezetése. A mérést követően az adatok egy számítógépes program segítségével kerülnek elemzésre és kiértékelésre. A kiértékelésről készíthető egy táblázat hibalista is, amely alapján látható, hogy hol kell kézi műszerekkel utólagosan további méréseket elvégezni.

A mérővonatokkal történő örvényáramos mérés bemutatása

Az örvényáramos mérőrendszer konzolszerűen van felfüggesztve az ultrahangos mérőrendszert tartó forgóvázra. A mérőrendszerben sínszálnaként négy mérőszonda található (15. ábra), amelyek a sín futó- és vezetési felületét vizsgálják. Minden szonda fix pozícióban van rögzítve, mindegyik más-más szögben vizsgálja a sínfej felületét. A mérőrendszernek alapvetően két állása van. Mérés közben a rendszer majdnem érinti a sínszálat, 1 mm-es légrés

van biztosítva a szonda és a sínfej között, azonban, ha éppen nem zajlik mérés vagy a mérővonat kitérőn vagy útátjárón halad át, akkor azt egy automata felemeli. Ez utóbbi azért fontos, mert egyébként tönkremenne a mérőműszer. Az örvényáramos méréssel kapcsolatban két fontos mérési paramétert kell megkülönböztetni. Az egyik a károsodási mélység, a másik pedig a repedések méterenkénti darabszáma. A mérés elvégzését követően az eredményeket számítógépes programmal értékeli ki, ahol minden egyes szelvénytárhoz hozzá van rendelve a károsodás mélysége mm-ben, és az abban a szelvényben mért repedések száma. A károsodás mélysége a négy szondával mért legnagyobb mélységet mutatja, míg a repedések számánál mind a négy szonda által mért repedés meg van jelenítve külön-külön.

A mérővonatokkal történő hullámos sínkopás mérésének bemutatása

A jeladók (sínszálnaként egy-egy darab) a mérő forgóvázba vannak beszerelve. A szolgáltatott jelek a sín és a mérőfej távolságával arányosak. Az induktív érzékelők 230 mm-es bázishosszon, a sín futófelületétől 5 mm-es vezetéssel képesek mérni a villamos jeleket, amelyekből a későbbiek folyamán egy szoftver meghatározza és útarányosan ábrázolja a hiba nagyságát a hozzá tartozó amplitúdóértékekkel.

4. táblázat. Az SDS és az FMK-008 síndiagnosztikai mérővonatok tulajdonságai

Szempontok	Mérővonal típusa	
	SDS	FMK-008
Ultrahangos mérés	Igen	Igen
Örvényáramos mérés	Igen	Igen
Hullámos sinkopás mérés	Igen	Igen
Sínprofil mérés	Igen	Igen
Szerelvény részeinek száma	3 db	2 db
Vizsgálati sebesség	50 km/h	70 km/h, ha $V \geq 160$ km/h, egyébként 50 km/h
Besugárzó fejek ultrahangos vizsgálat esetén	0°, 45°, 70° előre-hátra	0°, 45°, 70° előre-hátra + speciális fejek
Plusz	-	Videokamerás rendszer

A mérési eredményeket számítógépes programmal értékeli ki, amely alapvetően három különböző diagramon ábrázolja mindkét sínszára vonatkozóan – eltérő színnel jelölve – a kopásokat. Minden egyes szelvénytárhoz hozzá van rendelve a hullámhossz mértéke mm-ben, valamint a hullám Cs–Cs (csúcstól csúcsig) amplitúdó értéke és az RMS-amplitúdó értéke (négyzetes átlagérték).

A mérővonatokkal történő sínprofilmérés bemutatása

A sínprofilmérés során a rendszer a sín keresztprofilját méri, valamint hasonlítja össze azt a sín eredeti profiljával. A mérőrendszer érzékelőfejei a sínek fölött haladnak, közvetlenül nem érintkeznek a sín felületével. A vizsgálat során sebességtől függetlenül 7,5 kép készül másodpercenként, amelyeknek a mérési pontossága körülbelül 0,25 mm. Egy mérési keresztmetszetben nagyjából 400-500 pontot rögzít a rendszer. A rendszer mérései alapján következtetni lehet a futási instabilitás (kígyózó mozgás) kialakulásának valószínűségére.

Kézi mérőműszerek

Kézi mérőműszerekkel történő vizsgálatra több esetben is szükség lehet, egyrészt a mérővonatok által készített ultrahangos felvételek helyeinek pontos beazonosításához, másrészt azokon a helyeken, ahol egyébként nem megoldható a mérővonatokkal történő diagnosztizálás, mint például egyes mellékvonali szakaszok vagy a kitérők esetében.

Az USK típusú műszerek kézi ultra-

hangos mérőműszerek. Több fajtáját különböztetjük meg, ilyenek az USK-002, USK-004R, USK-005. Alapvetően mindegyik USK műszer ugyanúgy épül fel. Az újabb kiadású változatok esetében egy-két dolgot újítottak a régebbi típusokhoz képest. Funkciójukat tekintve a sínekben előforduló gyártási és fáradásos anyaghibák kimutatására használják azokat, mint például fáradásos repedések, továbbá sín- és hegesztési hibák feltárása. Főképp mérővonatok által kiértékeltek hibák pontos helyeinek meghatározása a fő cél, mint utóvizsgálatot elvégző műszerek, továbbá a kis súlyuk, könnyű kezelhetőségük miatt mellékvonalak, kitérők esetén is alkalmazhatók a mérések elvégzésére. A műszerek felépítése hasonló a mérővonatokon található ultrahangos sínvizsgáló rendszerekhez, ugyanis az alapja egy ugyanolyan ultrahangos mérőfej, mint amely a mérővonatokon is alkalmazásra került. A mérőfejek a mért adatokat egy oszcilloszkópos USM 35/USM 36 műszerre továbbítják. Az adatok kiértékelése helyben történik.

A GF-04 berendezés örvényáramos elven működő kézi mérőműszer, amely az RCF-hibák kimutatására alkalmas. Négy darab – változtatható helyzetű tartókban lévő – szonda található benne, amelyek különböző szögben képesek a sín letapogatására. A mérési eredmények helyben is kiértékelhetők, ugyanis az eredményeket a készülék számítógépe folyamatosan megjeleníti, illetve a program jegyzőkönyvet is készít. A jegyzőkönyvben az adott szakaszon mért maximális károsodási mélységek értékei oszlopdiagramként vannak ábrázolva, továbbá meg van jelenítve egy adott határérték, illetve az azt meghaladó hibák száma is. A károsodási értékek kate-

góriák szerint különböző színnel vannak jelölve.

A HC szkennerek egy egycsatornás kézi örvényáramos készülék. Ennek segítségével egyszerűen meghatározhatók az RCF-hibák helyei, mértékei, illetve a műszer alkalmas a probléma megszüntetésére szolgáló közörlés ellenőrzésére is, amelyet főként szűrőpróbaszerű, pontszerű mérések elvégzésére szoktak alkalmazni. A mérőfejet kézzel kell vezetni a sín felületén, és a műszer e vezetés során kiírja a károsodási mélységeket, amelyek alapján meghatározza a károsodási kategóriákat.

Az RI-1000 és az RID-1000 mérőműszerek a vasúti sín egyenetlenségének vizsgálatára szolgálnak, amely egyaránt elvégezhető a sín futófelületén és a vezetőfelületén is. Különbség a két műszer között, hogy az RI-1000 esetében ahhoz, hogy a sín futó- és vezetőfelületén is elvégezhető legyen a mérés, át kell azt helyezni. Ezzel szemben az RID-1000 műszer – ahogy a nevében is benne van (D = dual) – egyszerre képes mérni a két felületet. Az eszközök acél-, acéltövezetű és alumíniumfelületeken egy másodperc alatt képesek elvégezni a méréseket. Ezekből 1 m-es bázishosszra számítják ki a felület egyenestől való eltérését.

A PATER rendszer bemutatása

Annak érdekében, hogy a vasúti pálya állapota és az azon elvégzett különböző mérések eredményei mindig naprakészen hozzáférhetőek legyenek, a MÁV KfV Kft., az Axis Rendszerház Kft. és a Printer-fair Kft. közösen fejlesztett egy adatbázist, amely nem más, mint a PATER rendszer. A PATER egy ügynevezett klienszervermodell, hiszen szervertként működik, azonban emellett ahhoz, hogy a kliensgépek rá tudjanak kapcsolódni a szerverre – amely önmagát folyamatosan frissíti, ezáltal biztosítva az állandó naprakészséget –, rendelkezniük kell egy felhasználófiókkal, amely által adott jogosultságokat kaphatnak a rendszerhez.

A programban tárolásra kerülnek az egyes diagnosztikai bejárások, a diagnosztikai mérések során kapott egyes lokális hibák (süppedés, irányhiba, síktorzulás, nyomtávolság, különböző sínhibák, stb.) eredményei és az általános vágánygeometriai minősítés (SAD-szám). Előnye, hogy egy adott pályaszakaszhoz az összes mérési eredmény megtalálható, amelyből meg tudható, hogy az adott szakaszhoz milyen

az állapota, így az egyes újonnan elvégzett munkák mindig felkerülnek a rendszerbe, ezáltal az adott pályaszakasz romlási folyamata jól szemmel követhető, javulása esetében pedig valószínűsíthető (külön be is vihető a rendszerbe), hogy valamilyen beavatkozás történt a pályában. Mindezek mellett a rendszerben tárolásra kerülnek különböző infrastruktúraadatok, dokumentumok, fényképek is.

A program azon kívül, hogy képes tárolni az előbb említetteket, a másik lényeges feladata és tulajdonsága, hogy különböző információkat képes szolgáltani. Az egyik legfontosabb a mérési eredmények megjelenítése, amelyet az egyes felhasználók adnak meg, hogy milyen módon kívánják megtekinteni, attól függően, hogy éppen mi a céljuk az adatokkal, milyen nézetben kell látniuk. Ezek a nézetek például az út-alapú megtekintés, az időalapú kimutatás, a térképes megjelenítés és a táblázatos lekérdés. Időalapú elemzéssel például jól szemléltethető, hogy az egyes években a SAD-szám mekkora volt, mennyire volt a hibaértéktől, hogyan változott az értéke az idő előrehaladtával.

A PATER rendszer az eredmények megjelenítésén túl különböző javaslatokat is tud tenni. Az egyik ilyen például a sebességjavaslat, amely a hibaérték nagyságától függ, illetve az egyes karbantartási munkák szükségességére vonatkozó javaslatok, amelyek lehetnek vágánygeometriai szabályozás, sínköszörülés, síncsere, ágyazatrostálás, stb. Az előbb említett funkciók mellett a program képes elemzéseket is végezni különböző években elvégzett mérések eredményei alapján. Erre tökéletes mód az időalapú ábrázolás, ahol megjeleníthető, hogy egy adott paraméter a különböző években miként változott. Betáplálható továbbá az is, hogy ha a pályaszakazon a megengedett sebességet csökkentik, akkor hogyan változik a lokális hibák darabszáma és aránya.

A karbantartási filozófia változása, és az előforduló sínhibák kezelésének lehetséges megoldási módszerei

A vasúti pályafenntartásban, a karbantartási filozófiát tekintve, az 1990-es évek előtt a ciklikus, tervszerű megelőző karbantartás volt jellemző, amelyet azután fokozatosan felváltott a javító jellegű karbantartás. A 2000-es évek elejétől,

a diagnosztikai módszerek fejlődésének és egyre szélesebb körű alkalmazásának köszönhetően, megjelent a diagnosztikai alapú, a pályaalapot figyelembe vevő karbantartási stratégia, amely 2016-tól kiegészült a megelőző jellegű (preventív) szemlélettel. Jelenleg tehát a karbantartási stratégia alapvetően diagnosztikai alapú és pályaalapot-függő, azokon a pályaszakaszokon, ahol az állapot azonnali beavatkozást igényel, ott javító jellegű, míg az új építésű vagy felújított pályaszakaszokon megelőző jellegű.

Mindezek mellett fontos, hogy a sín állapotának felmérése még nem jelenti az esetleges problémák megoldását, még akkor sem, ha megtörtént a hibák azonosítása, és feltárára kerültek a kiváltó okok is. Ezt követi a következő fontos lépés, hogy meg kell találni a legmegfelelőbb megoldást az adott probléma megszüntetésére vagy a jövőbeni megelőzésére. A megoldási módszereket alapvetően két csoportra lehet osztani, függően a céljuktól és az időzítésüktől. Az első csoportba azok a megoldások tartoznak, amelyek alkalmazásával megelőzhető a sínek romlása, vagy legalábbis meghosszabbítható a romlás bekövetkezéséig eltelt idő. A másik csoportba pedig azok a megoldások tartoznak, amelyek alkalmazásával kezelhetők és javíthatók a már kialakult sínhibák.

A sínhibák kialakulásának megelőzési módszerei

A sínhibák kialakulása megelőzhető vagy késleltethető bizonyos módszerek alkalmazása által. Ilyen módszerek közé tartozik a sínacél helyes megválasztása, a sínfej úgynevezett „anti head check” profillal történő kialakítása, a sínkenés alkalmazása, valamint a preventív és ciklikus síncsiszolási módok.

Különböző vizsgálatok és elemzések bizonyítják, hogy a keményebb sínnek nagyobb a fáradással szembeni ellenálló képessége és a szakítószilárdsága, amit a magasabb szén- és egyéb ötvözőanyag-tartalommal lehet elérni. Tehát ez egy jó megoldás a kopások mérséklésére, a HC-hibák és a legyűrődések kialakulásának késleltetésére. Lényeges, hogy mivel a kopások a sínfejnek jellemzően körülbelül csak a felső 10 mm-es részén jelentkeznek, ezért nem szükséges a teljes sín keresztmetszetének kopásállóbb anyagból készülnie, elég, ha csak ezt a kritikus zónát alakítják kopásállóvá, jellemzően a sínfejek

edzésével, az úgynevezett edzett fejű sínek alkalmazásával.

Tekintettel arra, hogy a HC-hibák megjelenése és fejlődése függ a sín- és kerékprofil alakjától, így megelőző jellegű módszer a sínfej úgynevezett „anti head check” profillal történő kialakítása, amely történhet közvetlenül a sín gyártása során vagy síncsiszolás alkalmazásával utólag is.

A sínkenés és a sínkenő berendezések használata csökkenti a sín és a kerék között fellépő súrlódási erő nagyságát, ezáltal csökkenti az anyagkopás mértékét és a zajszintet. Alapvetően háromféle sínkenő rendszert lehet megkülönböztetni aszerint, hogy maga a berendezés ténylegesen hová kerül felszerelésre. Létezik a pályához kötött rendszer, a jármű kerekére szerelt rendszer és a stacionárius rendszer. Továbbá a rendszerek között a szerint is különbséget kell tenni, hogy a berendezés által a sín vezetőélre vagy a futófelületére kerül felhordásra a kenőanyag. Nagyvasúton napjainkban már nem alkalmaznak olyan megoldást, amely során a sín fejét át kellene fűrni, ennek elkerülésére a stacionárius rendszert alkalmazzák, annak is azt a fajtáját, amely a vezetőélet keni. Tekintettel arra, hogy a sín anyagának kopása leginkább az íves pályaszakaszokon jelentkezik, a járműkerék nyomkarimájának a sínfejhez történő nyomódásakor, éppen ezért a sínkenő berendezések jellemzően az átmeneti íves vagy íves pályaszakaszokon kerülnek beépítésre. Emellett még célszerű lehet az alkalmazásuk kiterők esetében is, ahol a sínkenésnek köszönhetően a csúcspont meghibásodása késleltethető.

Preventív síncsiszolási módszert akkor lehet alkalmazni HC-hibák megjelenése esetében, amikor még csak úgynevezett mikropedések találhatók a sínszál felületén, azaz még szemmel nem láthatók a repedések. Annak érdekében, hogy ez a fajta síncsiszolás hatékony legyen, azt minél előbb – a beépítést követő időszakban – el kell végezni. Célja, hogy egy optimális sínprofil legyen kialakítva, ezáltal csökken a sín és a jármű kereke közötti kontaktfeszültség értéke. A beépítést követő síncsiszolás mellett az is fontos azonban, hogy a csiszolás egy rendszeres tevékenység legyen, mert így lehet hatékonyan megakadályozni hosszú távon az egyes repedések továbbfejlődését. A megelőző síncsiszolással ellentétben a ciklikus módszer akkor alkalmazható, amikor a repedések már szabad szemmel is láthatók, azonban a hosszuk még nem haladja meg a 15 mm-t.

A kialakult sínhibák kezelési lehetőségei

Abban az esetben, ha már kialakult a sínhiba, akkor a legfontosabb szempont megakadályozni azt, hogy súlyosabbá váljon, illetve meggátolni azt, hogy bal-estveszélyes állapotok alakulhassanak ki. A sínhibák kezelésére alkalmas módszer a sínköszörülés, a sínsciszolás, a síngyalulás, a sínmarás, illetve végső megoldásként a síncsere. Az, hogy melyik módszert kell alkalmazni, az a probléma előrehaladottságától függ. Minél mélyebbre hatol például egy felszínről induló repedés, annál durvább sínmegmunkáló módot kell választani.

A legkisebb felületi hibák eltávolítása sínköszörülő és sínsciszoló gépekkel történik. Háromféle sínköszörülési elvet különböztetünk meg, attól függően, hogy milyen a megmunkáláshoz alkalmazott köszörűtest alakja, illetve, hogy a sínshoz képest milyen mozgással munkálja meg a sínfej felületét. Alkalmazhatók rotációs köszörűtárcsák, merev csúszókövek és rezgő csúszókövek. Abban az esetben, ha a sínfejen kialakult hibák előrehaladottabb állapotban vannak, akkor csiszológépet alkalmaznak.

Síngyalulás során a sín megfelelő profilját a sín keresztmetszetére merőlegesen elhelyezett gyalukések segítségével alakítják ki. A végleges profil kialakításához szükség van a sín futófelületének és a sín futóélinek újraprofilozására is. A futó-

felület profilozása történhet egy darab egyenes vágókéssel, mely a sínfej közepén távolítja el a sínanyagot, illetve két egyenes vágókés alkalmazásával, amely során a két vágókés egymáshoz képest enyhe hajlással van kialakítva. Sínmarás során egy marófogakkal teli marófejet szorítanak a sín felületéhez, amelynek köszönhetően a nagyobb mértékben károsodott sínfelületekről is eltávolítható kellő mértékben az anyag. Síngyalulási és sínmarási feladatok elvégzéséhez egyaránt nagy teljesítményű gépcsoportok szükségesek.

Végső esetben, ha a sínhibák olyan kritikus mértékűek, hogy azokat nem lehet kezelni vagy nem lenne gazdaságos a köszörülési, gyalulási munkák elvégzése, akkor az adott szakaszon a sín cseréje szükséges. Ezt a módszert azért lehet csakis a legvégső esetben alkalmazni, mert ennek lényegesen nagyobb a költsége, mint a többi megoldási módszer alkalmazásának.

Összefoglalás

A technológia fejlődésének köszönhetően az elmúlt évtizedekben megváltozott a diagnosztizálás folyamata, a mérővonalakkal és a kézi mérőműszerekkel történő mérés fejlődésének eredményeként a legmodernebb eszközök segítségével egyszerűen olyan paraméterek mérésére is mód nyílt, amelyre korábban nem volt lehetőség, másrészt akár már helyben és valós időben is kiértékelhetők az eredmények. Mindezekkel együtt a pályafenntartási szemlélet is átalakult, a korábban főként tervszerű megelőző karbantartásokat felváltotta először a javító jellegű, majd a diagnosztikai alapú állapotfüggő és a megelőző jellegű szemlélet. A PATER rendszer lehetővé teszi, hogy az összes diagnosztikai mérési eredményből kinyerhető pályahiba összegyűjthető egy nagy adatbázisba, amely a MÁV és a GYSEV rendelkezésére áll, ezáltal figyelemmel kísérhető a pálya romlási folyamata. A diagnosztikai eredményekből készített elemzések és tervek alapján előre tervezhetővé válnak az egyes pályaszakaszok gépi műszerekkel történő további diagnosztikai vizsgálatainak időpontjai, valamint a szükséges beavatkozási módszerek és határidők.

Mivel a napjainkban legjellemzőbb sínhibáknak (RCF-hibáknak) nagy az előfordulási száma, ezért a gazdasági szempontokat is figyelembe véve a preventív, azaz a megelőző jellegű karbantartási szemléletet a korábbiakhoz képest

sokkal jobban előtérbe kell helyezni. Ez azt jelenti, hogy egy összetett megoldási stratégiát kell alkalmazni. A módszer összetettsége abból adódik, hogy a sínek életciklusának növelése akkor lehetséges, ha megelőző sínmegmunkálási módszerek kerülnek alkalmazásra. Azonban ehhez arra van szükség, hogy a meglévő vonalhálózat állapotát egységesen egy bizonyos szint fölé emeljük, amihez viszont a javító jellegű (hibamegcsüszítő) szemléletet kell képviselni. Tekintettel arra, hogy a vonalhálózat állapota nem homogén, a megoldás a két szemlélet és módszer közös alkalmazása.

A karbantartási stratégia során, a sínhibák kialakulásának megelőzése érdekében, az újonnan beépítésre kerülő sínek kiválasztásánál fontos szempont a sín anyaga és keménysége, továbbá a beépítést követően a megelőző sínsciszolási munkák elvégzése javasolt a sínhibák megjelenésének késleltetése érdekében. Ezek mellett természetesen folyamatosan figyelemmel kell kísérni a beépített sínek állapotát (különös tekintettel a nemzetközi és a hazai fővonalakra), továbbá az avulási folyamatok monitorozása mellett a szükséges helyeken – azonnal vagy tervezetten – be kell avatkozni, például sínsciszolással, sínmarással, síngyalulással vagy végső esetben sínccserével.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük meg *Marosi Ákosnak*, a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. Síndiagnosztikai Osztály osztályvezetőjének, továbbá *Szabóné Csiszár Andreának*, a MÁV Zrt. PLI Diagnosztikai Osztály szakértőjének, hogy szakértelmükkel a segítségünkre voltak. «

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Pintér József: *A vasúti felépítmény fenntartása*. Budapest, KÖZDOK; 1991.
- [2] MÁV Zrt.: *D.10. Utasítás – Vasúti sínek diagnosztikája*. Budapest, 2017.
- [3] Attila Németh: *Case studies in railway construction*. 2016.
- [4] Béli János, dr. Horvát Ferenc: *Sínfej hajszálrepedések kialakulása, a hibák mérése és minősítése*. Pécs, 2016. október 19–20.
- [5] MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. (MÁV KFV Kft.)
- [6] Hocking: *Rail Inspection – The Eddy Current Solution*, 2003.

Summary

At first this article expounds the reasons of aging of the railway tracks. After the paper introduces the classical railway problems and the typical rail defects in nowadays which have occurred by the technological development like using modern railway vehicles and increasing axle load and speed. The publication focuses on the organizations and tasks of the railway track monitoring. It discusses the different diagnostics types especially the rail diagnostics and the measuring instruments of the rail diagnostics in details. It writes about the PATER system and the possibilities of using the measurement results. Finally, it summarizes the possible ways how to avoid from the rail problems and also about those ways how to treat the present rail defects.



Az algyői vasúti Tisza-híd

A kezdetektől a TramTrain beruházásig

Tarján Ferenc

műszaki ellenőr

mérnök szervezet

✉ tarjan.ferenc@vhu.hu

☎ (20) 382 5537

Az algyői vasúti Tisza-híd 150 éves történetében jelentős változásnak lehettünk tanúi az elmúlt években. A híd átépítését a Szeged–Hódmezővásárhely közötti TramTrain rendszerű vasúti/villamos közlekedés kiépítése tette szükségessé. Az eddig még hazánkban nem alkalmazott megoldás körültekintő, alapos előkészítést és kivitelezést tett szükségessé. Cikkünk a híd történetének bemutatása után az átépítés műszaki részleteit ismerteti. Az átépítés követő próbaterhelésről a későbbiekben tervezzük cikk közzétételét.

A híd rövid története

Az első vasúti Tisza-hidat Algyőnél az Alföld–Fiumei Vasút építette a Nagyvárad–Fiume vasúti összeköttetés részeként az 1860-as évek második felében. Az eredetileg 34 nyílású hidat százötven évvel ezelőtt, 1870. november 16-án adták át a forgalomnak.

Már az első hídszerkezet folyó feletti nyílása is vasszerkezet volt, amelynek 104 méteres nyílása a maga korában hazai rekordnak számított.

A híd ártéri szerkezetei faszervezetűek voltak, amelyek a századfordulóra annyira elhasználódtak, hogy fenntartásuk már nem volt gazdaságos, ezért cseréjük szükségessé vált. A híd pillérei téglából készültek, ami az árvizek hatására szétmállott és kifagyott. A híd újjáépítését az is indokolta, hogy a meglévő hídszerkezet jelentős szűkületet okozott a tiszai árvizek levonulása során.

Az új híd a korábbi szerkezettől 25 méterre délebbre épült meg. Az új hídhoz mindössze a korábbi híd hegeszvas anyagú mederáthidaló szerkezetét használták fel. Az első híd hosszánál 150 méterrel hosszabb, nyolcnyílású hidat 1902. október 14-én adták át a forgalomnak. Az új hídszerkezet már keszonalapozással, kőfalazatokkal készült. A felmenő szerkezetek réteges terméskőből, a látszó felületek pe-

dig vágott kőből készültek. A XX. század elején épült alaptetek és falazatok a mai napig alátámasztják a felszerkezetet.

Az átadott új híd érdekessége volt, hogy magas vízszint esetén (árvízkor) a hajózás folyamatosságát a bal parti harmadik nyílásba épített 20 méter hosszúságú emelhető szerkezeti rész biztosította.

Az 1930-as évekig Algyő térségében a Tiszán nem volt közúti híd, az átkelést komppal biztosították. A megnövekedett szállítási igényeket végül – önálló közúti híd építése helyett – a vasúti híd közös használatú híddá történő átalakításával szolgálták ki. A hidat a közúti forgalomnak 1935. november 21-én adták át.

A II. világháború vége felé, 1944 októberében a hidat – számos más nagy nyílású hídhoz hasonlóan – a visszavonuló német csapatok nyílásonként felrobbantották. A helyreállítást a világháború lezárását követően, már 1945-ben megkezdték ideiglenes szerkezetek beépítésével. Az eredeti tervek szerinti végleges helyreállításra viszonylag rövid időn belül, 1947-ben sor került. Ma is csak csodálattal és tisztelettel emlékezhetünk hidász elődeinkre, akik egyéves feszített munkatempóval a mederbe robbantott 104 méteres vasszerkezetet kibetonozott segédjármokkal és hidraulikus sajtók segítségével emelték a helyére.

A háború után megnövekedett szállítási igényeket a közel 80 éves hegeszvas

mederszerkezet már nem volt képes elviselni. Az időközben elvégzett vizsgálatok kedvezőtlen eredményei alapján az '50-es években a mederszerkezet cseréje mellett döntöttek. Az új csonkaszegmens alakú, szimmetrikus másodrendű oszlopárcsozású, alsó pályás szegecselt mederhíd átadására 1960 novemberében került sor.

A közúti forgalom '60-as években történő további növekedése miatt a közös használatú híd a forgalom lebonyolításában már inkább akadályt jelentett. Ezért a közúti szakemberek önálló közúti híd építése mellett döntöttek a vasúti hídtól délre (alvízi oldalon). A közúti híd 1974 augusztusára készült el. Ettől az időponttól kezdve megszűnt a vasúti híd közös üzeme.

A közúti híd építésével egyidejűleg a MÁV előkészítette a vasúti híd utolsó nagyobb átépítését, a mindkét oldali csatlakozó ártéri felszerkezetek cseréjét. Az új ártéri szerkezetek már modern, folyótólagos, többtámaszú, párhuzamos övű, szimmetrikus rácsosozású, ortotrop pályalemezű, hegesztett acélhídként épültek. Az új ártéri szerkezeteken a forgalom 1976. december 9-én indult meg.

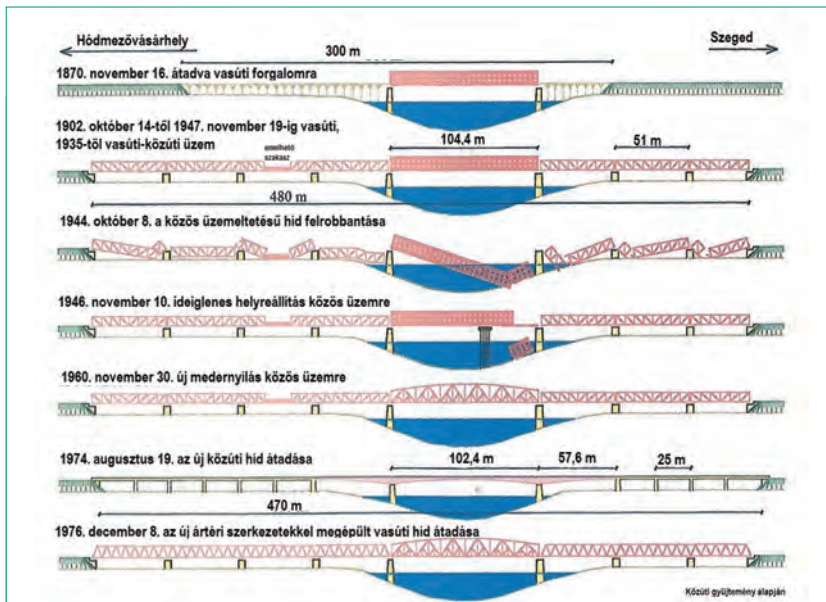
A híd építésének, szerkezeti átalakításának kronológiája az 1. ábrán látható.

Az algyői Tisza-hídon nagyobb átalakításra napjainkig, az eltelt 40 évben ezt követően csak egyszer került sor: 2011-ben a mederhídon a korábbi közvetlen leerősítésű vasúti felépítményt acél másodlagos keresztartók (HEB-tartók) beépítésével, új 54. r. Edilon felépítményre cserélték.

A TramTrain projektről röviden

A 2018-ban megkezdett, jelenleg is folyó átalakítási munkákat a Hódmezővásárhely–Szeged között tervezett TramTrain rendszerű vasúti/villamos közlekedés kiépítése tette szükségessé.

A TramTrain rendszer terve egészen 2012-ig nyúlik vissza, amikor is Hódmezővásárhely Város Önkormányzatának megbízásából megvalósíthatósági tanul-



1. ábra. A híd történetének vázlatos bemutatása

mány készült a Magyarországon még nem létező, speciális városi-nagyvasúti villamos rendszer kiépítésére. Kedvező közlekedéspolitikai döntést követően 2015-ben ugyancsak Hódmezővásárhely Város Önkormányzatának megbízásából megkezdődhetek a projekt előkészítő, tervezési munkái is.

A már folyó tervezési munkákkal párhuzamosan 2015 tavaszán közlekedéspolitikai döntés született a Szeged–Hódmezővásárhely–Békéscsaba–Gyula vasútvonal villamosításáról, és első ütemben a Szeged–Hódmezővásárhely közötti vasútvonal korszerűsítésének és villamosításának elindításáról is. Ezzel egyidejűleg a két különálló projekt végrehajtását összevonva a NIF Zrt. végzi. Ennek alapján 2016-ban megszületett a szerződés a két projekt részterveinek összehangolására, kiegészítésére.

A 2016 szeptemberében készült döntéselőkészítő tanulmány alapján a minisztérium részéről döntés született a TramTrain projekt nagyvasúti (135. sz. MÁV-vonal) szakasz villamosítása nélküli megvalósításáról. A Hódmezővásárhely és Szeged közötti TramTrain rendszer megvalósítását, kivitelezési munkáit végül a NIF Zrt. mint megrendelő négy, műszakilag elkülöníthető szakaszra bontotta:

1. Városi villamospálya kialakítása Hódmezővásárhelyen és Szegeden.
2. Kettős (villamos/dízel) üzemű TramTrain járművek gyártása és beszerzése.
3. Hódmezővásárhely–Népkert–Szeged–Rókus állomások közötti „nagyvasúti”

pálya korszerűsítése, részleges kétvágányúsítása.

4. TramTrain járműtelephely kialakítása Szeged-Rendezőpályaudvaron.

Az algyői Tisza-híd felújítási, megerősítési munkáit is magában foglaló nagyvasúti munkák a 3. számú alprojekt keretében valósulnak meg. A nagyvasúti projekt rész keretében a Tisza-hídi munkákon túl sor kerül többek között Hódmezővásárhely–Népkert–Szeged–Rókus között a vasúti felépítmény cseréjére új ágyazati anyag és vasbeton aljak beépítésével, második vágány részleges kialakítására Kopáncs–Sártó-elágazás, Baktó-elágazás, Vértó-elágazás között a szükséges alépítmény-szélesítésekkel együtt, a teljes vonalszakaszon az alépítmény felső rétegének megerősítésére meszes, cementes, illetve vegyes stabilizációval, valamint SZK-védőréteg beépítésével. Átépültek a meglévő vasút–közút szintbeni átjárók, Algyő és Hódmezővásárhely–Népkert állomások. Az utaskiszolgálás színvonalának növelése érdekében Sk+55 cm magas utasperonok épültek, megújultak az állomási előterek és parkolókat alakítottak ki.

A nagyvasúti projekt rész hídépítési munkái keretében a Tisza-hídon kívül megtörténik két kerethíd felújítása, és négy új kerethíd építése is.

A TramTrain projekt országos közforgalmú vasúti pályaszakaszán elvárt alapvető paraméterek a 100 km/h sebességű közlekedés és a 225 kN megengedett legnagyobb tengelyterhelés. A részben

kétvágányú pályaszakasz kiágazásain a tervezett menetrend tarthatósága érdekében nagy sugarú (B60-800 rendszerű) kitérők épülnek.

Az algyői Tisza-híd felújítási, megerősítési munkái

A projekt részét képező Tisza-híd tervezési diszpozíciójában az előző fejezetben vázolt többszöri áttervezések lényegi módosítást nem hoztak. Tartalmi változást egyedül a vasútvonal villamosításának elmaradásával összefüggésben a hídon elhelyezendő felsővezetési berendezések, tartók elhagyása jelentett. Így a más szakági tervektől eltérően a hídszakági tervek esetében az eredeti – engedélyezési-terv-szintű – koncepció részletes, kivitelezési-terv-szintű kidolgozása várt a kivitelezést elnyert vállalkozás által megbízott tervezőkre.

A Tisza-híd a projekt keretén belüli felújítási, megerősítési munkáit elsődlegesen nem a TramTrain járművek közlekedtetési szempontjai, hanem az érintett vonalszakasz egyenpotenciálja, illetve a kedvezőbb fenntartási feltételek biztosítása tették szükségessé. A relatív könnyű, villamos jellegű TramTrain járművek közlekedése szempontjából a híd szerkesztési paraméterei és teherbírása a megerősítés előtti állapotban is megfelelőek voltak.

A TramTrain projekt szempontjából elsődleges szempont volt a tervezett menetrendszerűség érdekében a korábbi 80 km/h helyett a pályasebesség 100 km/h-ra emelése mind a folyó pályaszakaszon, mind pedig a Tisza-hídon. A Tisza-hídi beavatkozások egyik irányát tehát a tervezet sebességemelés, illetve a híd és a csatlakozó vasúti pálya egyenpotenciáljának biztosítása határozta meg. Ez a Tisza-híd esetében elsődlegesen a híd teherbírásának helyreállítását, a jelenleg érvényes előírások (Eurocode) szerinti igénybevételeknek – különösen a gyorsító- és fékezőerőknek – való megfeleltetést jelentette.

A MÁV Zrt. mint üzemeltető álláspontja szerint a több mint 100 éves felmenő szerkezetek az Eurocode szerint indító- és fékezőerőkre nem felelnek meg. A hídon a korszerűsítést megelőzően csak az 1951. évi Hídszabályzat „A” jelű terhénel nem kedvezőtlenebb igénybevétel okozó járműszerelvények közlekedhettek korlátozás nélkül. E felett csak legfeljebb 10 km/h sebességgel 210 méter hosszön átlagosan szétszórott 52 kN/m megoszoló terhelésnél nem nagyobb ösztömegű



2. ábra. A sarucseréhez kiemelt szerkezet



3. ábra. Részfaltábla armatúrájának elhelyezése

járművek és a legfeljebb 1350 t terhelésű járműszerelvények haladhattak át.

A megerősítési, felújítási tervek készítésénél, mint fentebb említettük, cél volt a jelenlegi előírásoknak való megfeleltetés, a műtárgy – elsősorban a teherforgalom szempontjából – korlátozások nélküli használata. Ennek érdekében a TramTrain projekt keretében az alábbiakban részletezett munkák kerültek elvégzésére.

A mederszerkezet keresztartóinak megerősítése

A keresztartók megerősítését a hosszartók és a főtartók közötti szakaszokon kellett elvégezni a híd mindkét oldalán valamennyi keresztartók között. Ennek keretében új pótgereinlemezek épültek be 2×8 mm (helyenként egyedileg 16 mm-es) vastagságban S355J2+N anyagminőségben. Az erősítőlemez beépíthetősége érdekében a keresztartó/hosszartó, illetve a keresztartó/főtartó szegescsövezésű hevederkapcsolatait is meg kellett bontani.

A megbontott szegescsövezések helyreállítására M22 méretű illesztőcsavarokat (DIN 609–8.8 minőségű) használtak a meglévő furathelyek kismértékű felfúrásával.

A VI. és VIII. számú pillérekén lévő sarupárok felcserélése

A fékező- és indítóerő felvétele, felszerkezetről a felmenő falazatokra történő átadása szempontjából a hídszerkezet saruelrendezése a munkák elvégzése előtt kedvezőtlen volt. Mind mederszerkezetről, mind a végponti háromnyílású ártéri szerkezetről a vízszintes irányú terhek a folyóban álló közös VI. számú pilléren keresztül adódtak át. A folyó munkák során a végponti háromnyílású szerkezet fix saruit az ártéren álló VIII. számú pillérré helyezték. Ezzel a megoldással a VI. számú pillérnek csak a 104,4 m támaszközü mederszerkezet vízszintes irányú erőit kell felvennie. A saruáthelyezés – emellett, hogy az ártéri szerkezet indító/fékező erőit egy másik pillér veszi át – az ártéri hídszerkezet dilatáló hosszait (104,96+42,00 m) is kedvezően befolyásolta. A sarucserék idejére a felszerkezet alátámasztását a saruk mellett kialakított ideiglenes acéltámaszok biztosították. A 2. ábrán a VIII. jelű pilléren, a sarukról leemelt szerkezet ideiglenes alátámasztáson látható.

Az ártéri IV. és VIII. számú pillér alapozásának és falazatainak megerősítése

Az Eurocode előírásai szerinti mértékű indító- és fékezőerőkre való alkalmasság érdekében az ártéri szerkezetek fix saruit alátámasztó pillérek megerősítése is a kivitelezési munkák részét képezték. Ez a beavatkozás a kezdőponti négynyílású hídszerkezet esetében a IV. számú, míg a háromnyílású végponti szerkezet esetében, a saruáthelyezés következtében a VIII. számú pilléreket érintette. A megerősítés mind az alapozásokat, mind pedig a felmenő falazatokat is magában foglalta.

Az alaptetek esetében a pillérek meglévő keszonalapozása mellett, a pillérek négy „sarkából” induló, hídteneggel párhuzamos részfalak kerültek lemélyítésre. A két-két elemből álló réstáblák $2,8 \times 0,6$ m alapterületűek és 22,5 méter mélyen nyúlnak a talajba. A pillérek körül kialakított, a részfáltáblákat összefogó gerenda H alakú és $19,20 \times 16,10$ méter befoglaló

Tarján Ferenc 2000-ben végzett a Széchenyi István Főiskola Közlekedési és Gépészmérnöki Fakultásán. 2001 és 2004 között a Széchenyi István Egyetemen főiskolai szintű építőmérnöki képzést, majd 2015-ben mesterképzés szakon egyetemi oklevelet szerzett. 2000-tól a MÁV Zrt. Beruházáslebonylító Igazgatóságán dolgozott különböző munkakörökben. 2011-től kiemelt projektkoordinátorként ellátta a szombathelyi lebonylító központ vezetőhelyettesi teendőit is. 2017 novemberétől független mérnöki szervezet tagjaként vesz részt vasúti beruházások lebonylításában. Eddigi főbb munkái: Boba–Ukk–Zalaegerszeg és a Harka–Szombathely–Szentgotthárd országhatár vasútvonal korszerűsítése, az Északi Duna-híd-felszerkezet cseréje, a győri Rába-hidak felújítása, illetve a most befejezéséhez közelítő algyői Tisza-híd megerősítése. Kitüntetései a többi között: 2013-ban „Az év beruházója” (MÁV Zrt.), 2017-ben „Szakmai nívódíj” (Vasúti Hidak Alapítvány).

méretű. A VIII. számú pillér jobb oldalán a részfáltábla vasalásának elhelyezését a 3. ábrán láthatjuk.

Az alapozást követően az érintett két pillér falazatát vasbeton köpennyel erősítették meg. A meglévő pilléreket körbeölelő kéreg a szerkezeti gerendánál a IV. pillér esetében 30,5 cm, a VIII. falazatnál 28,0 cm vastag, míg az összefogó gerendánál 76 és 55 cm. Az új vasbeton kéreg és a meglévő falazatok együttdolgozását bekötő tüskék biztosítják. A közelítőleg 1:20-as hajlású külső látszó köpenyfelületet a kivitelező egyedi acélmerevítésű zsaluállvány összeállításával alakította ki. A IV. pillér vasbeton köpenyezése és az ehhez készült egyedi zsaluzatot a 4. ábra mutatja.



4. ábra. A IV. pillér köpenyezési munkái



5. ábra. Edilon vályúk a híd pályalemezén

A befejezéséhez közeledő felújítás, meg erősítési munkák másik nagy csoportjába a hosszú távon kedvezőbb üzemeltetési, fenntartási igények érdekében elvégzett beavatkozások sorolhatók.

Az ártéri hídszerkezetek vasúti felépítményének átépítése Edilon rendszerűre

A hídon végzett munkák egyik legmeghatározóbb része a két, 1976-ban átadott ártéri szerkezet korábbi közvetlen, egyedi acéllemez sínleerősítésének kiváltása 54 rendszerű Edilon felépítménnyel. Az átalakítással a teljes hídon egységes, homogén vasúti felépítmény jött létre. Az új rugalmas ágyazású, kiöntött felépítmény kialakításához első lépésben a korábbi 48 rendszerű felépítményt el kellett bontani, az egyedi kialakítású alátétlemezekkel együtt. Ezt követően kerülhetett sor az üzemi előregyártással készült acél Edilon vályúk elhelyezésére az ortotróp pályalemezen. Az Edilon vályúk felfúrásánál több esetben nehézséget okozott a meglévő korábbi leerősítéshez kapcsolódó furatok, illetve a keresztartók, valamint a merevítőbordák elhelyezkedése is. Ezekben az esetekben a szerkesztési szabályok betartása érdekében – a tervező bevonásával – az új furatok áthelyezése, illetve a meglévő furatok befoltozása (feltöltése) is szükségessé vált. A kezdőpont felőli ártéri szerkezet átalakított pályalemezét az 5. ábrán láthatjuk az Edilon vályúkkal.

Új Edilon ágyazású VM-54. rendszerű síndilatációs szerkezetek beépítése

A hídon egységessé váló Edilon rendszerű felépítmény teljes homogenizálása érdekében a korábban elbontott Csilléry-típusú síndilatációs szerkezetek kiváltása is megtörtént. A hídon a Vamav Kft. által kifejlesztett VM-rendszerű rugalmas

beágyazású dilatációs szerkezetek épültek be. A dilatációs készülékek típustervei csak 60-as rendszerű sínekhez álltak rendelkezésre, ezért az algói Tisza-hídhöz a Vamav Kft.-nek el kellett készítenie az 54. rendszerű dilatációs szerkezet gyártmányterveit. A hídon összesen négy pár dilatációs szerkezetet helyeztek el: A kezdőponti ártéri szerkezet elején (a hídfőnél) és végén (mederhíd csatlakozásánál), illetve a végponti ártéri szerkezet elején (szintén a mederhíd csatlakozásánál) és végén (a hídfőnél) egy-egy pár dilatációs szerkezet biztosítja a vasúti pálya megszakítását.

Az ártéri szerkezetek bal oldali, hiányzó gyalogjárakonzolok gyártása, építése

Az 1976-ban átadott ártéri hídszerkezetek esetében gyalogjárakonzolokat csak a felszerkezet jobb, befolyási oldalán szereltek fel. A hídfenntartási tevékenység elősegítése érdekében a folyó munkák során – a mederhídhöz hasonlóan – az ártéri szerkezetek bal oldalára (kifolyási oldal) is acél gyalogjárakonzol került, folyamatos átjárást biztosítva az üzemi fenntartási tevékenységet végző dolgozóknak. Az új acél gyalogjárók, a jobb oldali szerkezethez hasonlóan, 1,26 méter szélesek. A 6 mm vastag lencsemintás járólemezek alatt a külső oldali hosszartóközben acél kábelcsatorna is elhelyezésre kerül. A gyalogjárakonzol elemei, hasonlóan az Edilon vályúkhöz, telephelyi előregyártással készültek, helyszínen csak a szerelési, elhelyezési munkákat végezték. A 6. ábrán a kezdőpont felőli ártéri szerkezeten a bal oldali új gyalogjárakonzol szerelését láthatjuk.

Vizsgálókocsik javítása

Az acélszerkezeti munkák egy kisebb részét képezte a mederhídon és a két ártéri szerkezeten lévő három vizsgálókocsi hajtásláncának javítása, és a kocsik üzembiztos használhatósága érdekében történő átalakítása, kiegészítése.

Korrózióvédelmi munkák

A Tisza-hídon elvégzett korrózióvédelmi beavatkozások

A Tisza-hídon elvégzett korrózióvédelmi beavatkozások három fő csoportba sorolhatók. Az egyik csoportba tartoztak az



6. ábra. Gyalogjárakonzol szerelése

ártéri hídszerkezetek vasúti felépítményének átalakítása során történt beavatkozások következtében az ortotróp pályalemezek felső felületén lévő korrózióvédelmi bevonatok megújítása. A nagy felületen végzendő lokális javítások helyett célszerű megoldásként jelentkezett a teljes pályalemez bevonatrendszerének homogenizálása. Ez magában foglalta a meglévő felületek homokszórásos tisztítását PSa3 tisztasági fokozatra a régi bevonatrendszer fémszort cinkrétegéig, majd a sérült cinkréteg helyén termikus cinkszórás kialakítását minimum 100 µm vastagságban. Ezt követően a teljes pályalemezre és a sínvályúk külső oldalára a StoPox Tep MultiTop B-5 bevonatrendszer került felhordásra két alapozó-, egy úszó- és egy kopórétegben, összesen 2000 µm névleges vastagságban.

A másik csoportba ugyancsak a meglévő, illetve a helyszíni munkákkal összefüggésben keletkező bevonati károsodások javítása sorolható. Idetartoztak a mederhíd keresztartó megerősítéseinél a felfekvési helyek alapozása, az Edilon vályúk elhelyezésével összefüggően az ortotróp pályalemez bevonatrendszerének helyreállítása, a helyszíni szerelés során a hídszerkezeten vagy az újonnan előre gyártott elemek gyári bevonatrendszerén keletkezett sérülések javítása. A korrózióvédelem ezekben az esetekben a SikaCor EG-rendszerrel került kialakításra. A tervezett rétegfelépítést és ezáltal az elvárt rétegvastagságot az alkalmazás helye (például UV-sugárzásnak kitettség) és jellege (például sérülés mértéke) határozta meg.

A korrózióvédelmi munkák harmadik

csoportjába az új szerkezeti elemek festékbevonatai tartoztak. Ide a gyalogjáró-konzolok, a medernyílás keresztartóinak erősítőlemezei, illetve a sínvályúk külső felülete és a terelőelemek sorolhatók. Ezen szerkezeti részek a felület-előkészítést követően szintén a SikaCor EG-festékrendszer került felhordásra négy rétegben 320 µm száraz rétegvastagságban, az UV-sugárzás hatásainak ki nem tett, összefekvő felületi részek kivételével, ahol a fedő- és egyes helyeken részben a közbelső réteg is elhagyásra került.

Híd-fő-átalakítás

A híd és a hozzá csatlakozó folyópálya ágyazási tényezőjének változásból, illetve a felszerkezet végének terhelésváltozás következtében bekövetkező szögelfordulásából eredő hatások csökkentése érdekében mindkét hídfőben úgynevezett felülbordás kiegyenlítőlemez épült be. A kiegyenlítőlemez beépítése érdekében visszavésésre, majd felületkiegyenlítésre kerültek a hídfők térdfalai. A kiegyenlítőlemezek már nem hídfákat, hanem Sekisui-aljakat helyeztek el. A kiegyenlítőlemez alatt, illetve a térdfaltól a folyó pálya irányába 15 méterre hátranyúlva lépcsősen változó rétegvastagságban, szendvicsszerkezetű (SZK1, georács/CKT összetételű) átmeneti zóna került beépítésre. Közvetlenül a hídfő környezetében az átmeneti zóna alá a háttöltés anyagának további erősítésére cementes talajinjektálás is készült.

A bordás kiegyenlítőlemez környezetének megfelelő víztelenítése érdekében új keresztzivargó is épült. A hídfő szegélyeinek és szárnyfalainak homlokfelületén jelentkező sérüléseket, betonkorrozíót a Mapei termékcsalád anyagaival javította a kivitelező.

A kifolyási oldalon az új gyalogjárda-konzolhoz igazodóan a hídfőkben új feljárórampa épült, a befolyási oldalon pedig a kábelaléptítmény átvezetése érdekében a meglévő került átalakításra.

Kőszórás

A meder- és a végponti ártéri hídszerkezet közös, a folyó középvízi medrében álló VI. számú pillérének védelmére a tenderkiírás és a kiviteli terv is kőszórás létesítését irányozta elő. A pillérvédelem elsődlegesen nem statikai szerepet tölt be, hanem a pillér környezetében a folyómeder kóros

elfajulását hivatott megakadályozni. Az LMA 40/200 méretű vízépítési kövek elhelyezése a meder kotrását és geotextília terítését követően a folyó felől, hajóról történt.

Egyéb munkák

A fentiekben ismertetett munkákon túl több kisebb feladatot is el kellett végezni a tenderkiírás alapján a vállalkozónak. Ilyenek voltak többek közt az ártéri hídon jelentkező varratpedések javítása, a hídfőknél lévő vizsgálólépcsők felújítása, a felső övlemezre feljutást biztosító, igen leromlott állapotú létrák eltávolítása, villámvédelmi földelésének kialakítása a mederhídon és meglévő rendszer felülvizsgálata.

A megerősítési, átalakítási munkák igazolására 2018 őszén statikus, 2019 tavaszán – a pályacsatlakozás megfelelő kialakítását követően – gyorspróbbával egybekötött dinamikus próbateljesítésre is sor került.

A kivitelezésről

A kiviteli munkákat a NIF Zrt. mint megrendelő által lefolytatott közbeszerzési eljárás alapján a Swietelsky Vasúttechnika Kft. nyerte el. A kivitelezési munkák a 2018. március 6-án lezárult munkaterület-átadási eljárást követően kezdődhettek meg. A munka ütemezése szükségessé tette 2018-ban, hogy a kiviteli tervek készítése és a kivitelezési munkák a lehetséges mértékben párhuzamosan folyjanak. A műtárgy kiviteli terveit az Utiber Kft. altervezőjeként a Jaczó Mérnöki Kft. készítette.

A specifikus acélszerkezeti munkákat az Acélhidak Kft. végezte. Az acélszerkezetek előregyártása is az Acélhidak Kft. csepeli gyártóművében történt. A résfalazási munkákat a Swietelsky Magyarország Kft. végezte. A vasbeton munkák – beleértve a IV., VIII. pillér köpenyezését is – a Délács Kft. alvállalkozásában készültek.

A TramTrain projekt mérnöki feladatait az Eco-Tec és a Vasút-Híd-Út (VHU) Kft.-k alkotta konzorcium látja el.

2018 folyamán a műtárgy felújításának jelentős része megvalósult: Így többek közt a mederszerkezet megerősítése, az Edilon feléptítmény kialakítása az ártéri szerkezeten, a IV. és VIII. sz. pillér megerősítése, a végponti ártéri szerkezet sarucseréje, a hídfő-megerősítési munkák. 2019-re lényegében az ortotróp pálya-

lemez korrózióvédelmi munkáinak második fázisa, B-5 bevonat kialakítása és a vizsgálókocsi javítása maradt hátra. 2020-ban a VI. pillér körüli kőszórás készült el. Napjainkban lényegében már csak a befejező, utómunkálatok folynak a hídon.

A tender részét képező teljes vasútvonal-korszerűsítés (pálya-, TEB-munkák) elkészültével a vasúti pálya és az annak részét képező Tisza-híd ismételt forgalomba helyezésére is sor kerülhet, várhatóan 2020 decemberében.

A Tisza-hidat is magában foglaló projekt átadásával egy Magyarországon eddig egyedálló kötött pályás kapcsolat jön létre Szeged és Hódmezővásárhely között, remélhetőleg a jövőbeni utasok meglegegedésére. «

Irodalomjegyzék

- [1] *Vasúti hidak a Szegedi Igazgatóság területén. Főszerkesztő: Kiss Józsefné. Vasúti Hidak Alapítvány; 2009.*
- [2] *Szeges-Rókus elágazás (bez.). Hódmezővásárhely Népkert (bez.) vonalszakasz nagyvasúti munkáinak projektspecifikus műszaki kötete. NIF Zrt.; 2017.*
- [3] *„1672+54 – 1668+12 hm szelvényben lévő algyői Tisza-híd felújítása” megnevezésű kiviteli tervdokumentáció műszaki leírása. Felelős tervező: Jaczó Zoltán. Jaczó Mérnöki Kft.; 2018.*
- [4] *Technológiai Utasítás: 1672+54 - 1668+12 hm szelvényben lévő algyői Tisza-híd részleges korrózióvédelmi felújítási munkái. Készítette: Buzás Györgyi. Swietelsky Vasúttechnika Kft.; 2018.*

Summary

In the 150 year old history of the railway Tisza-bridge at Algyő we can be the witnesses of a significant change during the last years. Reconstruction of the bridge was made to be necessary by the establishment of TramTrain (tramway-railway) system transport between Szeged – Hódmezővásárhely. The solution, which was not applied earlier in our country, required a careful, thorough preparation and implementation. After the presentation of the history of the bridge our article presents the technical details of the reconstruction. About the loading test following the reconstruction we plan later on the publication of an article.



Tűzihorganyzás

NAGÉV CINK Kft.

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

NAGÉV Kft.

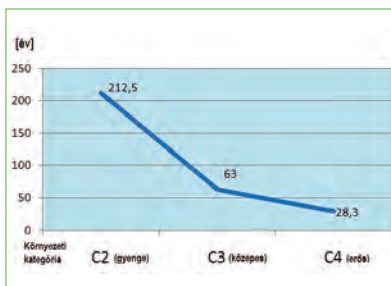
4066 Tiszacsege, Ipar u. 30-34.
É 47°40'56.00" K 21°00'07.00"
Tel.: +36-52-588-030
Fax: +36-52-588-033
E-mail: csege@nagev.hu

Tűzihorganyzott felsővezeték-tartó acélszerkezetek bevonatainak tartóssága

A tűzihorganyzás-technológia 19. századi ipari méretű megjelenését elsősorban annak a felismerésnek köszönheti, hogy a cink (a horgany) kitűnően ellenáll a légköri korróziós hatásoknak, valamint, hogy jelentős horgany mennyiség halmozódott fel a nyugat-európai fémpiacon. Ugyanakkor az is jól ismert volt, hogy a fém vegyületei már hosszú évszázadok óta fontos anyagai voltak a gyulladássos sebek gyógyításának. Azóta az is kiderült, hogy az élő szervezetek, így az ember számára is nélkülözhetetlen nyomelem. Korróziós tulajdonságait tekintve, a fémréteg élettartama szoros összefüggésben áll vastagságával: korróziójának első éveiben nagyobb, majd később csökkenő korróziós rátákkal. A bevont termékek felületén kialakult védőrétegek vastagságát a Nagév Cink Kft. szakemberei rendszeresen ellenőrzik, az értékek megfelelnek a legszigorúbb nemzetközi előírásoknak.

Kitűnő korróziós ellenálló képesség, hosszú felhasználási ciklus

Frissen tűzihorganyzott acélszerkezetek bevonatán – rövidebb-hosszabb idő alatt – egy tömör, elsősorban bázisos cinkkarbonátokból álló, stabil védőoxid, úgynevezett cinkpatina alakul ki, és a kezdetben általában fényes réteg matt szürkévé válik. Ez a kitűnő tulajdonságokkal rendelkező oxidfilm biztosítja a bevonat ellenálló képességét. A cink – és a legtöbb ipari fém, szerkezeti anyag – korróziós ellenállása függ a környezet hatásaitól, amelyek



1. ábra. 85 μm vastag horganyréteg várható élettartama (MSZ EN ISO 14713-2:2010)

Európában az elmúlt évtizedekben kedvező irányban változtak meg, azaz ma egy azonos vastagságú horganyréteg sokkal tartósabb, mint 40-50 évvel ezelőtt. A bevonat tervezésének megkönnyítése érdekében kitéti vizsgálatokból nyert tapasztalati adatok állnak rendelkezésünkre már évtizedek óta az MSZ EN ISO szabványokban.

A bevonat élettartam-tervezéséhez a szabványokban szereplő korró-

ziós kategóriákba célszerű besorolni a várható környezeti hatásokat, majd a hosszú távra szóló korróziós ráták becsléséhez lehet felhasználni az MSZ EN ISO 9224:2012 szabványban szereplő adatokat. Példaként egy 85 μm vastag horganybevonat várható élettartamát mutatjuk be az 1. ábrán C2 (gyenge), C3 (közepes) és C4 (erős) környezeti kategóriákban.

Hosszú, felújításmentes élettartam, kisebb környezeti terhelés

Napjaink romló környezeti állapotára rendkívül komoly hatással van a nagy tömegben „elfogyasztott” javak egyre rövidülő felhasználási (fogyasztási) ciklusa. Megállapításunkat a korrózió ellen védő bevonatokra vonatkoztatva, ez két komoly kérdést azonnal felvet. Egyrészt a



2. ábra. Nagyméretű horganyzott acélszerkezet. (Fotó: Nagév-archívum)



3. ábra. Erősen kifogásolhatóan javított hegesztési felület.
(Fotó: Nagév-archívum)

legtöbb organikus bevonatot 8-10 évente fel kell újítani, ami jelentős költségvonzattal jár, másrészt a bevonat reprodukciójából származó környezetterhelés újabb kockázatot jelent. A nagyon hosszú élettartamú, darabáru-tűzhorganyzással előállított védőrétegek mindkét kérdésre megnyugtató választ adnak. Kedvező továbbá, ha a horganyréteg előállításánál – mint ahogyan ez a Nagév Cink Kft.-nél is van – az elérhető legjobb technikát használjuk, hogy még megnyugtatóbb megoldást tudjunk adni a környezetvédelmi kérdésekre.

A Nagév Cink Kft.-nél tűzhorganyzott felsővezeték-tartó acélszerkezetek horganybevonatainak vastagsága

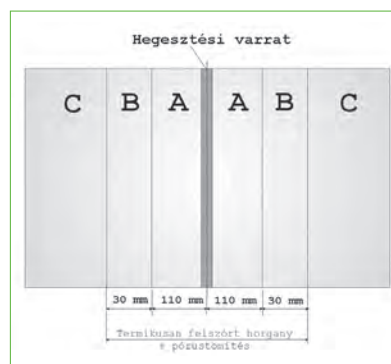
A Nagév szakemberei rendszeresen ellenőrzik a termékek felületén levő horganybevonatok vastagságát. A vasúti felsővezetéseket tartó acélszerkezeteken keletkező horganybevonatokra vonatkozóan egy ellenőrző mérésorozat eredményeképpen regisztrált átlagos rétegvastagságokat az 1. táblázat mutatja.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a 10-12 m hosszú acélelemeken (2. ábra) az MSZ EN ISO 1461:2009 szabvány előírásainak megfelelő vastagságú rétegek képződnek. Az acél-

szerkezetek két végén mért rétegvastagságok között viszont akár 40-50%-os vastagságkülönbség is lehet, amelyek a horganyzási technológiából adódnak. Ugyanis egy ilyen méretű szerkezeti elem egyik vége akár két-három perccel is több időt eltölthet a horganyfürdőben, mint a másik vége, így jóval vastagabb lesz rajta a fémréteg. Az acélszerkezetek merevítőlemezeinél a táblázatban látható széles ingadozási sáv azt mutatja, hogy a lemezek acélminősége – tűzhorganyozhatóság szempontjából – széles tartományban szóródik.

Tűzhorganyzott felületek hegesztés utáni javítása

A védőbevonatos acélszerkezetet utólag már tilos hegeszteni, mert az egységes horganyréteg megsérül, leég. Ez alól a szabály alól kivételt jelentenek azok az esetek, amikor az acélszerkezet olyan méretű, hogy még a legnagyobb befogadóképességű horganyzókadban sem lehet bevonni, ezért darabokban horganyozzák, vagy helyszíni javítás szükséges. Ekkor jöhet szóba a már horganyzott elemek hegesztéssel történő egyesítése, de a sérült bevonatok megfelelő színvonalú helyreállításáról gondoskodni kell. Egy kifogásolható helyszíni javítást mutat a 3. ábra. A hegesztési



4. ábra. Horganyzást követően hegesztett felületek javítása.
(Forrás: Feuerverzinkte Stahl- und Verbundbrücken, Institut Feuerverzinken GmbH., Düsseldorf)

varrat már rozsdásodik, mellette pedig nagy felületű festések láthatók.

A fenti jelenségek megelőzése érdekében a németországi tűzhorganyzott acélszerkezetes közúti hidaknál a már horganyzott szerkezetek hegesztésére javasolt megoldást mutatjuk be a 4. ábrán.

Az ábrán jelölt acélfelületek:

A jelű acélfelület szemcseszórt, Sa3 tisztasági fokozattal, nagy (G) érdességgel, Ry5: 85 µm érdességmélységig, majd horgannyal történő fémszórás ($v \geq 200 \mu\text{m}$) pórustömítéssel.

B jelű acélfelület tűzhorganyzott felület, könnyű szemcseszórással (sweep) tisztítva, érdesség Ry5: 40 µm érdességmélységig (G), majd horgannyal történő fémszórás ($v \geq 200 \mu\text{m}$) pórustömítéssel.

C jelű acélfelület tűzhorganyzott, de megmunkálatlan felület.

Feltételezzük, hogy a közúti forgalom mellett keletkező korróziós hatások a legtöbb esetben meghaladják a vasúti felsővezeték-tartó acélszerkezeteknél fellépő igénybevételeket, a fentiek alapján alkalmas kiindulási módszernek javasoljuk a fenti megoldást. Nagyon fontos, hogy a fémszórással védett felületeket a művelet befejeztével alkalmas pórustömítéssel, például megfelelő minőségű festéssel lássák el. (X)

1. táblázat. Átlagos rétegvastagságok övszelvényeken és rácsrudakon, valamint csomó- és merevítőlemezek

Szerkezeti elem	Övrúd	Rácsrúd	Merevítőlemez
Átlagos bevonatvastagságok (µm)	160–180	145–160	70–160

Dr. Kemenes Arzén (1927–2020)



Életének 93. esztendejében dr. Kemenes Arzén váratlanul elhunyt.

1951-ben szerezte meg a mérnöki diplomáját, majd 1975-ben summa cum laude minősítéssel szerzett műszaki doktori címet.

Pályáját a MÁV Budapesti Igazgatóságán és a MÁV Hidépítési Főnökségen kezdte, majd a MÁV Vezérgazgatóság Hidosztályára került, ahol a kötélpályák hatósági engedélyezési ügyei képezték a feladatát, továbbá a gyalogoslétesítmények, keresztesékek tervjövahagyásait végezte. Felelőse volt a Budapest-Kelenföld első jelentős átépítésénél a vasúti hidak engedélyezésének és felügyeletének. Hazánkban az első személyszállító kötélpálya hatósági engedélyezését intézte, amely Libegő néven ma is üzemel.

1975-ben vezetője volt a „Nyugati pályaudvar csarnokszerkezete” országos pályázaton induló Vasúti Hidosztály munkatársaiból alakult kollektívának, amely az akkori nagy tervezőintézetek (UVATERV, MÁVTI) közötti versenyben, mint egyetlen nem profi tervezőkollektíva pályamunkáját megvételre alkalmasnak ítélte a bírálóbizottság.

1984-ben a Közlekedési Főfelügyelethez (KFF) helyezték át, ahol a Vasúti Pálya- és Hidosztály vezetését bízták rá. Részt vett a vasútvállalati és a hatósági ügyek szétválasztásának megszervezésében, valamint az első *Országos vasúti szabályzat* megalkotásában. 1990-től a KFF Vasúti Felügyeletének vezetését bízták rá, amit 1992-ben történt nyugdíjba vonulásáig végzett. A vasúti hidászattól nem szakadt el, a Vasúti Hidak Alapítvány szakmai rendezvényein rendszeresen részt vett, a nyugdíjas találkozókon gyakran megjelent. Ezenkívül igazságügyi szakértői munkáját is folytatta. Szakmai munkájában a kötélpályák terén számos esetben szakértésre kérték fel.

Közéleti szereplése közül ki kell emelni a különböző szabvány-előkészítésekben és a nemzetközi szervezetek munkájában való közreműködést. Részt vett a KTE Mérnöki Szervezetek Szakosztálya, valamint a Közlekedésszerkezeti Tagozat vezetőségi munkájában is.

Öt nemzetközi szakmai konferencia szervezése kapcsolódik nevéhez.

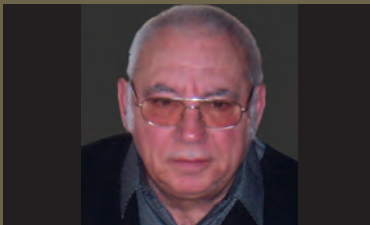
Számtalan könyv szerzője és társszerzője, illetve szakmai lektora volt. Cikkei a hazai és nemzetközi szakmai folyóiratokban (*Seilbahn-Rundschau*, *Mélyépítéstudományi Szemle*, *Sínek Világa*) egyaránt megtalálhatók.

Kitüntetései közül legjelentősebbek a Jáky-díj (1975), a Szabványosításért (1980) és a Vasútért (1991), Korányi-díj (2010). 2001-ben aranydiplomával, majd 2011-ben gyémántdiplomával ismerték el mérnöki tevékenységét.

Ez év márciusában otthonában váratlanul rosszul lett, a mentők a Szent János Kórházba szállították, de életét az orvosok már nem tudták megmenteni. Széles körű szakmai tudása következtében munkatársai és kollégái tisztelték, közvetlen emberi tulajdonságai miatt mindenki szerette. Emlékét tisztelettel és szeretettel megőrizzük.

Rege Béla

Rosti Iván (1937–2020)



2020. március 8-án elhunyt a vasúti pályafenntartás és -építés területén dolgozók között sokak által ismert – és elismert – *Rosti Iván* főtanácsos, akinek egyetlen munkahelye a MÁV volt.

1937. augusztus 19-én született Rosenbaum Iván néven. Nehéz gyermekkorra volt, mivel édesapját hét éves korában elvesztette és bekerült a Vilma királynő úti árvaházba. Nagyon jó hangú gyerek volt és végig az intézet énekkarában énekelt. A zene szeretete haláláig elkísérte. Tizennégy évesen lépett ki az árvaház falai közül, ahol megtanult a jég hátán is megélni. 1952-ben felvették a Pályafenntartási és Vasútépítési Technikumba. A technikai évek alatt, tizenhat évesen ismerkedett meg a kézilabdával. A Ferencvárosi Vasutas Sportkör I. osztályú csapatának igazolt játékosa volt, egy meccs erejéig a nemzeti színű mezt is viselhette.

A technikum kiváló tanárai biztatásával és segítségével 1956 nyarán a Ferencvárosi Pályafenntartási Főnökség II. pályamesteri szakaszán jelentkezett munkára. A szakma egyik legkiválóbb pályamestere, Gólya Mihály mellé került technikusgyakornoknak, akitől elsajátította a szakma titkait. 1958-tól a Józsefvárosi Pályafenntartási Főnökség, majd 1961-től a Budapesti Igazgatóság Építési és Pályafenntartási Osztályának munkatársa volt.

Az irodai munkát 1967-ben a vasútépítési kivitelezéssel váltotta fel, amikor is a Budapest Építési Főnökség tatabánya-alsói építésvezetőségére került. Innen kezdve munkája a Budapest–Hegyeshalom-vonal átépítéséhez kötődött egészen 2003-ig. Az Építési Főnökségen végigjárta az összes beosztást: volt művezető, főművezető, helyettes építésvezető, végül megbízott építésvezető. Beosztottai szerették emberségéért, fegyelmettségéért. Minden helyzetben feltalálta magát, humora soha nem hagyta el.

1980-ban a MÁV Beruházási Iroda 4. Számú Felügyelőségéhez került műszaki ellenőrnek. Ebben a beosztásban a kivitelezői és beruházói oldalról is elismert szakemberré vált. A Budapest–Hegyeshalom-vasútvonal minden vágányfolyómétereit ismerté, annak átépítésében végig tevékenyen részt vett. 1991-től a Budapesti Igazgatóság Közgazdasági és Fejlesztési Osztályán, 1993-tól a Vezérgazgatóság Projektirodáján tevékenykedett. 1998-ban főtanácsosként nyugdíjba ment, de tovább folytatta munkáját beruházóként 2003-ig.

2014-től gyakran kereste fel a PFT Technikum Baráti Kör rendezvényeit, ahol örömmel találkozott rég nem látott iskolatársaival, munkatársaival.

Rosti Iván, akinek a vasútépítés volt az igazi nagy szerelme, aki az igazi vasutasok egyik nagy öregje lett, örökre elment. Tisztelettel gondolunk rá: barátai, munkatársai és iskolatársai.

Szunyogh Ferencné (Dániel Zsuzsanna)

Körössy László (1944–2020)



Körössy László Budapesten született, de gyermekkorát már Záhonyban töltötte. Középiskoláit Budapesten végezte, majd 1963-ban felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetemre, ahol 1968-ban közlekedésszervező mérnöki diplomát szerzett.

Az egyetem befejezése után a MÁV Budapesti Építési Főnökségre mérnökgyakornoknak vették fel, majd a vasúti szakaszmérnöki szakvizsga után kitzőmérnöként, később tervezőmérnöként dolgozott a főnökségen. 1975-től a KPM Vasúti Főosztály Építési és Pályafenntartási Szakosztályában vasútépítési vonalbiztosként, mint vasúthatósági eljárásokat intéző főelőadó dolgozott.

1984-ben megszűnt a KPM Vasúti Főosztálya, ezzel egyidejűleg az Építési és Pályafenntartási Szakosztályon a vasúthatósági munkakör. A közlekedési tárca 1984. július 1-jén a Közlekedési Főfelügyeleten Vasúti Felügyeletet hozott létre a vasúthatósági feladatok országos szintű ellátása céljából. 1984. július 1-jétől több mint 24 évig – nyugdíjba vonulásáig – a közlekedési hatóságnál (Közlekedési Főfelügyelet, Központi Közlekedési Felügyelet, Nemzeti Közlekedési Hatóság) dolgozott. A MÁV Vezérgazgatóságon és a közlekedési hatóságnál együttesen 30 évig intézte Záhony Átrakóközvet vasúthatósági ügyeit és 31 évig a Debreceni Igazgatóság – olykor változó határain belül – az engedélyezési ügyeket.

Példamutató és közismert volt precízitása, munkabírása, pontossága. Tudása megalapozott és magas szintű volt. Elveihez szilárdan ragaszkodott, nem hajladozott. A munkában, bejárásokon nem tűrt semmilyen lazaságot. De a problémákat mindig a körülmények figyelembevételével igyekezett megoldani.

A munka után, ha alkalom adódott rá, szívesen beszélgetett, tréfált. Közösségi emberként a Közlekedéstudományi Egyesületben végzett önkéntes munkát. Az Iparvágány Szakosztály vezetőségi tagja volt. Ebben a feladatkörben több sikeres iparvágány-konferencia szervezésének volt segítőtje, legmegbízhatóbb támasza.

A KTE többször is elismerte munkáját. Hűségét Aranyjelvénnel tüntették ki, végül 2007-ben a KTE Elnökségének Széchenyi István-emléklapoktettjét kapta meg.

Megérdemelt pihenését csak rövid ideig, 12 évig élvezhette, amit betegségek tarkítottak, de hű társa, a gyerekek boldogulása, az unokák bearanyozták azt.

Nagyon jellemző volt rá, amit nyugdíjba vonulásakor mondott: „A vasútba vetett rajongásomat, szeretetemet, hitemet megtartottam.”

Némethné Vidovszky Ágnes dr.

Az InnoTrans kiállítást 2021. április 27–30. között rendezik meg Berlinben

2020. április 27. A SARS-CoV-2 továbbí megállítása érdekében a berlini szenátus arról döntött, hogy 2020. október 24-ig nem lehet 5000 főnél nagyobb rendezvényeket megtartani Berlinben. Ezért a Messe Berlin, sajnos, nem rendezheti meg az eredetileg 2020. szeptember 22–25-re tervezett InnoTrans kiállítást.

A piac vezető szereplőivel és a szakmai szövetségekkel egyetértésben a Messe Berlin úgy döntött, hogy elhalasztja az InnoTrans kiállítást.

„A kiállítók, látogatók és minden Messe Berlin-dolgozó egészsége a legfontosabb szempont. Ezért az InnoTrans-t 2021. április 27–30. között rendezzük meg. Egyúttal szeretnénk köszönetünket kifejezni minden kiállítónak a megértésükért és hűségükért” – nyilatkozta Kerstin Schulz, az InnoTrans igazgatója.

Az InnoTrans-on rendszeresen vesznek rész magyar kiállítók a kiállítási

tás összes témakörében. A 2021-es kiállításon 15 cég több mint 400 m²-en képviseli hazánkat.

További információ, az InnoTrans elhalasztásával kapcsolatban itt olvasható: www.innotrans.de/en/AtAGlance/CurrentInformation/.

Sajtófotók 2018: <https://www.innotrans.de/en/Press/Photos/>

Az InnoTrans-ról

Az InnoTrans a közlekedéstechnika és vasútiipar vezető nemzetközi vására, amelyet két évente rendeznek meg Berlinben. A legutóbbi kiállításon 149 országból érkező 153 421 szakmai látogató vett részt és gyűjtött információt a 61 országból érkező 3062 kiállítótól az iparág legújabb innovációjáról. A rendezvény öt fő témaköre: vasúti technika, vasúti infrastruktúra, tömegközlekedés, belső enteriőr és az alagútépítés.

Egy egyedülálló dolog a kiállítások világában a 3500 méter hosszú kültéri

Messe Berlin GmbH Sajtóosztály

Emanuel Höger
Leiter der Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit der
Unternehmensgruppe
Twitter: @pr_messeberlin
#MesseBerlin
www.messe-berlin.de

InnoTrans

Tim Wegner
Pressesprecher
T +49 30 3038 2282 tim.
wegner@messe-berlin.de

ri sinterület, amelyen a legkülönbözőbb típusú vonatokat állítják ki.

Rendező a Messe Berlin. A 13. InnoTrans 2021. április 27–30. között kerül megrendezésre a berlini vásárcsopontban.

További információ:
www.innotrans.com

Pál László kitüntetése március 15. alkalmából

Nemzeti ünnepünk alkalmából az Innovációs és Technológiai Minisztériumtól miniszteri elismerést kapott Pál László, a Kínai-Magyar Vasúti Nonprofit Zrt. vezérigazgatója.

A Baross Gábor-díjat – rendhagyó módon – dr. Homolya Róbert, a MÁV Zrt. elnök-vezérigazgatója és Dorozsmai Éva, a MÁV Zrt. humán erőforrás vezérigazgató-helyettese adta át 2020. április 14-én, a vasúttársaság Könyves Kálmán körúti székházában.

Pál László a Budapest–Belgrád-vasútvonal magyarországi szakaszának megépítésére irányuló projekt sikeres előkészítése érdekében végzett eddigi munkája elismeréseként kapta a díjat. Széles körű és kimagasló szaktudása, példamutató, több évtizedes sikeres pályafutása, emberi és szakmai kvalitásai kivívták felettesei, munkatársai, partnerei és a kínai fél elismerését is.

Pál László vezérigazgató a vasúti pályafutását a MÁV Hatvani Pályafenn-



Pál László a Baross Gábor-díjjal (Fotó: MÁV KIG)

tartási Főnétségén 1986-ban kezdte. A '90-es években már vezető beosztásokban dolgozott a MÁV-nál, majd 2010-től a GYSEV Zrt.-nél bízták meg különböző területek irányításával. A MÁV Zrt.-hez 2012-ben már vezérigazgató-helyettesként tért vissza. A Kínai-Magyar Vasúti Nonprofit Zrt. vezér-

igazgatói megbízása előtt a MÁV-HÉV Zrt. vezérigazgatója volt.

Pál László 2013–2016 között szakmai folyóiratunk felelős kiadója volt.

Gratulálunk a kitüntetéshez, és további munkájához sok sikert és jó egészséget kívánunk!

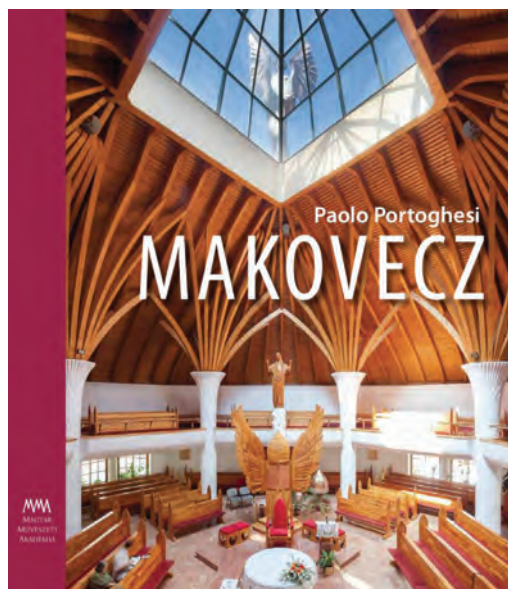
A szerkesztőség

Makovecz Imre helye az európai kultúrában

Magyar Művészeti Akadémia, 2014

Megjelent: magyar, olasz, francia és angol nyelven

Paolo Portoghesi pár évvel idősebb, mint Makovecz Imre lenne, de őt mindig is mesterének és barátjának tartotta. Többször találkoztak, és ezek az együtt-létek mindig mély nyomokat hagytak mindkettőjük életében, ezért is érdekes a Magyar Művészeti Akadémia felkérésére írt tanulmánya. Valójában egy nemrég lezárult életutat mutat be és tár az európai nagyközönség elé. Nem egy száraz, tényszerű életrajzról van szó, hanem egy kortárs és barát, személyes élményektől sem mentes visszaemlékezéséről, ami elemző, magyarázó és tudományos esszé is egyben. Fontos megemlíteni, hogy Makovecz Imre halála után ez az első ilyen alapos és összegző jellegű írás az építész életéről – mindez egy nemzetközileg elismert szaktekintélytől. Az elkészült tanulmány nagyon alaposan taglalja Makovecz Imre életművét, azon a sajátos közép-európai szemüvegen keresztül, amely áthatotta Makovecz Imre életét és gondolkodását. A Makovecz-idézetek jól érzékeltetik a nyugati társadalmak felé azt a történeti háttérrel, amely meghatározta Magyarország történelmét a 20. században és a 21. század elején. Saját gondolatai egységes és magas szintű keretet biztosítanak az egész írásnak. Az idézetek makoveczi hangvételén keresztül jellemzi a kort, és itt fejt ki pár mondatban a saját véleményét, amely minden esetben elgondolkoztató. A történelmi háttér csak alapul szolgál az építészeti elemzésekhez, eszmefuttatásokhoz. Portoghesi teljesen felkészült Makovecz építészetéből és építészetelméletéből. Többször is hangoztatott véleménye, amely szerint a magyar organikus építészet több évtizeddel előzi meg korát, a tanulmány minden részéből érződik. Különösen érdekes olvasni, hogy bizonyos makoveczi evidenciák, ami az itt élőknek teljesen egyértelmű, egy nyugat-európainak mennyire mást jelentenek. E kettősség kidomborítása miatt is válik a maga nemében egyedülállónak Paolo Portoghesi írása.



Kérjük megrendelését a www.sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el.

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

Címlapkép: Az új Déli összekötő vasúti Duna-híd acélszerkezetének szerelése (NIF-archívum)

ISSN 0139-3618
www.sinekvilaga.hu

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