

Ágh Csaba<sup>1</sup>

# Vasúti pályák vizsgálatának korszerű módszerei

## Recent Diagnostic Methods for Railway Tracks

*A vasúti pályának biztosítania kell a szállítmányok balesetmentes közlekedtetését, az adott pályára alkalmazható lehető legnagyobb sebességgel és tengelyterheléssel. A magyarországi vasúti pályahálózat-üzemeltetők (például MÁV, GYSEV) évente milliárd forintos nagyságrendű összeget fordítanak vasúti felépítmény- és alépítmény-diagnosztikára, illetve a diagnosztikai eredményeken alapuló hálózatelemzésre. A vizsgálati eredmények figyelembevételével történik a közvetlen veszélyt jelentő lokális hibák elhárítása, valamint az átfogó felújítások tervezése. Ez a cikk a Magyarországon alkalmazott (illetve a közeljövőben alkalmazandó) vasúti pályadiagnosztikai módszereket tekinti át, amelyek eredményeire alapozva katonai és polgári baleset-megelőzési célú elemzések is készíthetők.*

**Kulcsszavak:** vágánygeometria, síndiagnosztika, kisiklás, szakértői rendszer

*The railway track must ensure safe railway transport with the maximum speed and axle load that can be applied to the track. Hungarian railway infrastructure managers (eg. MÁV, GYSEV) are spending large amount of money on railway superstructure and substructure diagnostics and on network analysis based on diagnostic results. Taking into account the results of the measurements, repairs of local defects that pose a direct threat, as well as the planning of comprehensive reconstructions are carried out. This article reviews the railway track diagnostic methods used (or to be applied in the near future) in Hungary, based on the results of which military and civil accident prevention analyses can be made.*

**Keywords:** track geometry, rail diagnostics, derailment, expert system

<sup>1</sup> MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft., Vágánydiagnosztikai Osztály, osztályvezető; Széchenyi István Egyetem, PhD-hallgató, e-mail: [csagh@mavkfv.hu](mailto:csagh@mavkfv.hu), ORCID: 0000-0002-0361-9832

## Bevezetés

A biztonságos és kiszámítható vasúti közlekedés biztosítása állami érdek. A vasúti pályafenntartási tevékenység keretében végzett ellenőrző mérések, vizsgálatok célja a balesetmegelőzés, illetve a gazdaságos pályafenntartás segítése. A vasúti pálya már megépítésétől kezdve geometriai méreteltérésekkel terhelt és anyagszerkezeti tökéletlenségeket tartalmaz. Ezek a kezdeti deformációk és folytonossági hiányok az áthaladó forgalom hatására az idő múlásával növekednek és veszélyessé válhatnak. Ezért a forgalom alatt álló vasúti pályákat rendszeresen ellenőrizni kell. A vizsgálatok eredménye alapján a pálya fenntartója dönt a szükséges javítási munkálatokról, illetve ha a javítás nem lehetséges, a pálya igénybevételének kényszerű csökkentését rendelheti el (sebességkorlátozás, tengelyterhelés-korlátozás stb.), hogy a vonatok biztonságosan közlekedhessenek a hibák elhárításáig.

A vasúti balesetek főbb típusai közül (vasúti járművek ütközése, vasúti járművek kisiklása, közötti járművel ütközés, személygázolás, tüzeset a vasúti járművön stb.) jelen cikkben kizárólag a vasúti pálya nem megfelelő műszaki állapotából adódó kisiklásokat értem baleset alatt, valamint kitérek a túlméretes szállítmányok (például hadászati eszközök) pálya menti objektummal való ütközésére is. Nem vizsgálom a biztosítóberendezések működését, a járművezetők figyelmetlenségét, a vasúti járművek műszaki állapotát stb.

## Pályadiagnosztikai módszerek

A vasúti pályadiagnosztika rendkívül szerteágazó tevékenység, a feladatok és a rendelkezésre álló módszerek és eszközök egy lehetséges – teljesség igénye nélküli – csoportosítását mutatja az 1. táblázat.

Az első nagy csoportot a geometriai méreteltérések jelentik. A vágánygeometriai jellemzők a sínszalagnak mint térgörbéknek az ideálístól mért lokális eltéréseit reprezentálják. Közvetlen siklásveszélyt jelenthet a vágánygeometriai paraméterek közül a síktorzulás, az irány és nyomtávolság elnevezésű paraméterek nem megfelelő értéke. A kitérők a vasúti vágányhálózat rendkívül érzékeny pontjai, ellenőrzésükre kiemelt figyelmet kell fordítani, nem kizárólag geometriai szempontból. A sínkopás növekedése általában nem jelent közvetlen balesetveszélyt, ám a kopás miatti sínserék költsége jelentős. A szabad úrszelvény ellenőrzése katonai szempontból is releváns lehet túlméretes rakomány szállításának igénye esetén. Villamosított vonalakon a felsővezeték térbeli pozíciójának rendszeres műszeres mérése szükséges az áramszedők akadálymentes haladásának biztosításához. A felsővezeték meghibásodása, szakadása gyakran okoz jelentős vonatkéséseket [1].

A második nagy csoportot az anyagjellemzőkre vagy szerkezeti állapotokra vonatkozó vizsgálatok alkotják. A sínanyag repedésvizsgálatai elengedhetetlenül fontosak a balesetveszélyes sinitörések megelőzéséhez. Az egyéb pályaszerkezeti elemek (rugalmas közbetétek, kapcsolószerkezetek, aljak, ágyazat, alépítmény) túlzott avultsága esetén a javító munkálatok (például vágányszabályozás) nem végezhető el hatékonyan, így az elsődleges vágánygeometriai jellemzők nem javíthatók megfelelően. A pontszerű (objektumszerű) mérnöki létesítmények (hidak, alagutak,

tám- és béléfalak, kitérők stb.) magasabb fokú vizsgálati elkülönülnek a vasúti pálya teljes hosszában végzendő vizsgálatoktól.

A vizsgálatok harmadik csoportjában a vasúti pálya-jármű rendszer egészét érintő két ellenőrző módszert tüntettem fel. A korszerű vasúti pályadiagnosztikában ugyanis nem elég a két alrendszert (pályát és járművet) külön-külön vizsgálni, hanem azok együttműködésének megfelelőségét is célszerű ellenőrizni. Elképzelhető ugyanis, hogy bizonyos járművek esetében egy adott pálya veszélyes lehet, más járművek azonban biztonságosan futnak rajta. A járműdinamikai és egyenértékű kúposági méréseket e cikkben nem részletezem, jó áttekintést ad a szakirodalom (lásd [2] és [3]).

A pályafelügyelet, illetve a vizsgálati tevékenységek részletes és szigorú eljárásrend szerint zajlanak [4], az egyes módszerek kiegészítik egymást. Gyalogbejárások, vonalbeutazások például heti-havi rendszerességgel történnek, míg mérőkocsis vágánygeometriai, illetve ultrahangos vizsgálat évente általában egy-két alkalommal zajlik Európa országaiban. A mérőkocsival végzendő és egyes kézi műszerekkel végrehajtandó vizsgálatokra a MÁV Zrt. leányvállalata, a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. szakosodott, amely rendszeres mérési szolgáltatásokat nyújt határainkon túl is, jellemzően Ausztriában, Szlovákiában, Horvátországban és Szlovéniában.

1. táblázat. Pályadiagnosztikai módszerek, eszközök  
(Készítette: a szerző)

vizsgálat tárgya			terhelés nélküli módszer		terheléses módszer
			emberi észlelés	mérés kézi műszerral	mérés mérővonattal
geometriai méreteltérések	vágánygeometria	hosszfekszint (süppedés), irány	gyalogbejárás, vonalbeutazás	geodéziai módszerek, kézi húrmagasságmérés	lézeres húrmérés, mérőkerekes húrmérés, inerciális mérés
		keresztfekszint (túlemelés), síktorzulás	vonalbeutazás	libellás túlemelismérő, vágánymérő kiskocsi, geodéziai módszerek	giroszkópos, illetve egyéb inerciális elvű szögmérés
		nyomtávolság, vezetéstávolság		kézi nyomtáv mérő, vágánymérő kiskocsi	lézeres távmérés, mérőkerekes elmozdulásmérés
	kitérő geometriája		megszemlélés	kézi bemérés	
	sinkopás	keresztprofil	gyalogbejárás	kézi sinkopásmérő	lézeres sínprofilmérés
		hosszprofil	gyalogbejárás, vonalbeutazás	sínegyenességmérő	hullámos kopás mérése mágneses szenzorral
	szabad úrszelvény		gyalogbejárás	geodéziai és fotogrammetriai eszközök	forgólézeres-videokamerás felmérés
	felsővezeték geometriája				mérőáramszedős rendszer

vizsgálat tárgya			terhelés nélküli módszer		terheléses módszer
			emberi észlelés	mérés kézi műszerrel	mérés mérővonattal
anyagfolytonosság, szerkezeti állapot, rétegszerkezet	sínanyag	szemmel nem látható belső repedések		ultrahangos kézi készülék	ultrahangos mérőrendszer
		felületi repedések	gyalogbejárás	örvényáramos kézi készülék; folyadékbehatolásos (penetrációs) vizsgálat	örvényáramos mérőrendszer
		mechanikai feszültség		Barkhausen-zaj értékelése, oldalhúzó vizsgálat	
		rugalmas közbetétek		kézi síndőlésmérés	lézeres síndőlésmérő rendszer
		kapcsolószerek	gyalogbejárás		videós pályafelügyeleti rendszer
		aljak	gyalogbejárás		videós pályafelügyeleti rendszer
		ágyazat és alépitmény	gyalogbejárás, vonalbeutazás	szondázások, minták laboratóriumi vizsgálata	georadar, hosszfeksint idősoros elemzése
		hidak, alagutak, tám- és bélésfalak	megszemlélés	specifikus vizsgálatok	
pálya-jármű rendszer		kerék-sín erők	vonalbeutazás		járműdinamikai mérőrendszer
		egyenértékű kúposág	vonalbeutazás		lézeres sínprofil- és kerékprofilmérés

A mérési és vizsgálati eredmények kiértékeléséhez az azokat megrendelő vasúttársaság által meghatározott mérethatárookra, határértékekre, illetve a hibák súlyosságától függő előírt intézkedésekre van szükség. A legfontosabb vizsgálandó pályaparaméterek határértékeiről európai uniós szintű jogszabály rendelkezik [5]. Nagyobb sebességgel bejárható pályarészek rendszerint szigorúbb határértékek és előírások érvényesek, mint az alacsonyabb sebességű szakaszokon.

A korszerű diagnosztikai adatértékelésben nem csupán a pálya aktuális állapota értékelendő, hanem az adott szakasz időbeli romlási trendjei is. A rendszeres vizsgálatok során képződő idősorok, valamint a múltbéli felújítási munkákról szóló információk alkalmasak arra, hogy előrebecsüljük egy vasúti vonalszakasz jövőbeni állapotváltozását. Az ilyen jellegű számítások katonai feladatok esetén is relevánsak lehetnek, amennyiben egy vasútvonal hadi szerepéről kell döntenie annak várható leromlása alapján.

A következőkben részletesebben bemutatom a balesetek megelőzése szempontjából legfontosabb mérési és vizsgálati módszereket, a mérőkocsikkal történő mérési módszerekre koncentrálna.

## Vágánygeometriai mérések

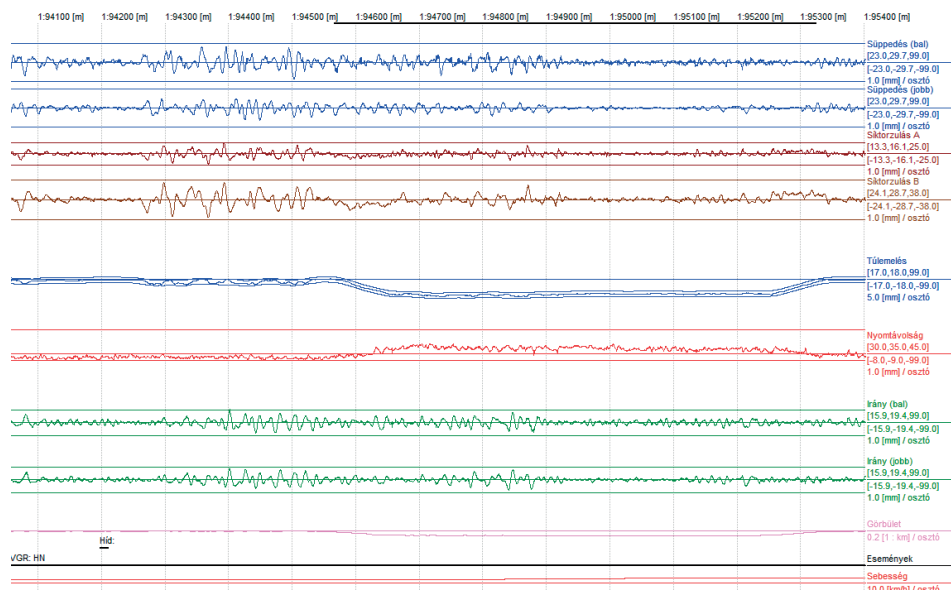
Vágánygeometriai hibák alatt a sínszálaknak mint térgörbéknek a tervezett állapotuktól való milliméteres-centiméteres nagyságrendű geometriai eltéréseit értjük. Az ilyen eltéréseket a járművek a haladásuk közben csak bizonyos mértékig képesek követni, ezért a kisiklás megelőzése érdekében fel kell deríteni és el kell hárítani őket. A tapasztalatok szerint a vágánygeometriai hibák jelentős része az áthaladó járművek által újra és újra kifejtett erők miatt folyamatosan növekszik, ezért időről időre ellenőrizni kell azokat. Valamely sínszál függőleges irányú deformációja esetén fekszinthibáról, vízszintes (vágánytengelyre merőleges keresztirányú) torzulása esetén irányhibáról beszélünk. Valamely sínszál fekszintjét a pálya hossza mentén vizsgálva a *hosszfekszint* (süppedés) paramétert kapjuk, a sínszálak relatív magasságkülönbségét egy adott vágánykeresztmetszetben pedig *keresztfekszint* paraméternek nevezzük (a vonatokra ható kiegyenlített szabad oldalgyorsulás mérséklésére pályávekben az ívsugártól és engedélyezett sebességtől függő, 0-tól eltérő keresztfekszint kialakítása szükséges: ez a *túlemelés*). A *nyomtávolság* a két sínszál távolsága egy adott vágánykeresztmetszetben. Fontos megemlíteni a keresztfekszint vágány hossza menti megváltozásából számítható *síktorzulás* paramétert, amelyre a vasúti járművek kisiklás szempontjából rendkívül érzékenyek. A fentiekén túl további származtatott vágánygeometriai paraméterek is figyelembe vehetők [6].

Bizonyos vágánygeometriai hibák rejtve maradnak terheletlen mérések esetén és csak terhelés alatti deformációk esetén mutatkoznak meg (például az ágyazati tényező lokális megváltozása miatti vaksüppedés), ezért is indokolt a vágánygeometriai méréseket mérőkocsikkal végezni kézi mérőeszközök helyett. Magyarországon ezt a munkát az *FMK-004* és *FMK-007* jelű mérőkocsik végzik (1. és 5. kép). A vágánygeometriai mérőrendszerek általában a pályákra engedélyezett legnagyobb sebességgel is képesek mérést végezni.

A mérési eredmények kiértékelése automatikusan történik. Valamely mérési regisztrátum (2. kép) mérethatárt meghaladó kitérése esetén lokális hibáról beszélünk. A mérőkocsik a regisztrátumok integrálján vagy szórásán alapuló úgynevezett általános minősítési értékeket is szolgáltatnak minden 200 méteres hosszúságú vágányszakaszra vonatkozóan.



1. kép. MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. FMK-007 jelű lézeres vágánygeometriai mérőkocsija (balra)  
(Forrás: MÁV KfV Kft.)



2. kép. Vágánygeometriai mérési regisztrátumok  
(Forrás: MÁV KfV Kft.)

A vágánygeometriai mérőkocsis méréseknek két fő módszerét különböztethetjük meg: inerciális mérések és távolságmérések.

### Inerciális mérési módszerek

Az inerciális mérések gyorsulásmérőkkel, illetve szöggyorsulásmérőkkel, giroszkópokkal valósíthatók meg. Könnyen belátható, hogy a torzult sínszálon végiggördülő kerékre szerelt gyorsulásmérők jeleinek kétszeres integrálásával számítható a sínszál geometriája. A nemzetközi

gyakorlatban azonban rendszerint a mérőjármű kocsiszekrényére (mint nagy frekvenciájú rezgéseknek kevésbé kitett testre) helyezik az inerciális egységet, ezáltal a kocsiszekrény térbeli pályája számítható. A sínszalak pozícióját a kocsiszekrény kiszámított pályájához képest optikai távolságmérő eszközökkel veszik fel.

Rendszerint minden mérőkocsin inerciális (giroszkópos) méréseken alapuló dőlésszögmérés segítségével történik a keresztfekszint (túlemelés) meghatározása, amit szintén valamilyen távolságmérő rendszerrel kell kiegészíteni, hogy a pálya keresztfekszintjét megismerjük a kocsiszekrény pillanatnyi dőlése alapján. Az inerciális rendszerek előnye, hogy viszonylag könnyen telepíthetők (egyszerűbb verziókat újabban akár utasszállító vonatokra is, tömegesen [7]), időjárási viszontagságokra nem érzékenyek. Hátrányuk, hogy csak a mérőjármű bizonyos haladási sebessége felett adnak releváns eredményt [8].

## Távolságméréses módszerek

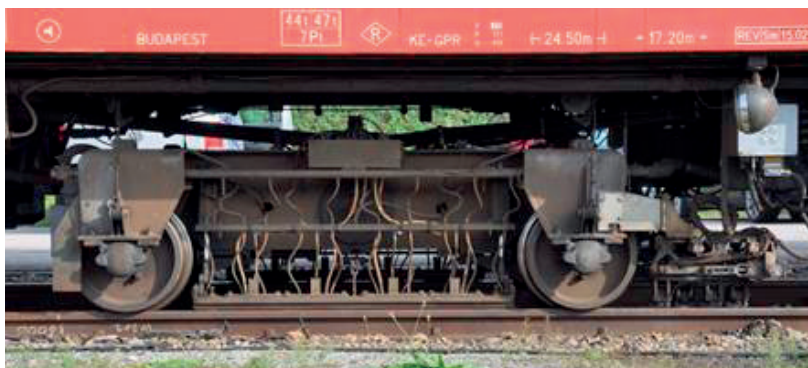
A távolságmérési eljárások lehetnek érintkezéssesek (például sínhez szorított mérőkerekkel elmozdulásának regisztrálása induktív jeladókkal) vagy érintkezésmentesek (például kocsiszekrényre erősített lézeres optikai egységek). Távolságméréssel történik a nyomtávolság mindenkori meghatározása. A hosszfekszint és irány paraméterek inerciális méréseken alapuló eljárással is, de pusztán relatív távolságméréses úton is meghatározhatók, úgynevezett hárompontos húrméréssel. Ebben az esetben a mérőkocsi hossza mentén három különböző keresztmetszetben történik a kocsiszekrény és a sínszalak relatív távolságának meghatározása, majd ezek alapján a hosszfekszint és irány számítása [9]. A távolságmérésen alapuló rendszerek előnye, hogy bármely kis mérési sebesség esetén eredményesek. Az érintkezésses mérőrendszerek nem számítanak korszerűnek, a kopó alkatrészek és a gyakori mechanikai jellegű meghibásodások miatt. Az érintkezésmentes, optikai rendszereknél is előfordulhatnak azonban környezeti zavarok (szenzor szennyeződése, gyomos vágány stb.).

## Sínanyag repedéseinek vizsgálatai

A síntörések megelőzése érdekében indokolt a sínanyag folytonossági hiányainak időben történő felderítése, mivel – az általában télen bekövetkező – síntörések kisiklást okozhatnak. A sínszalak belsejében szabad szemmel nem látható folytonossági hiányok fordulhatnak elő (például gyártási problémából eredő zárvány vagy hegesztési hiba), amelyek a terhelés hatására napról napra növekednek. Ezek felderítése napjainkban ultrahangos technológiával történik. A sínfej felületén a gördülő érintkezésből eredő hajszalrepedések felületi vizsgálatára az örvényáramos technológiát alkalmazzák [10]. Magyarországon az ultrahangos és örvényáramos vizsgálatokat az *SDS* és *FMK-008* jelű mérőkocsik végzik speciális mérőforgóvázaik segítségével (3. kép).

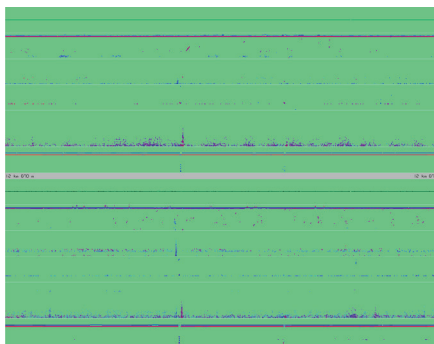
## Ultrahangos vizsgálatok

Az ultrahangos vizsgálat jelentősebb vasútvonalakon két lépésben zajlik: folyamatos mérőkocsis vizsgálat (max. kb. 60 km/h sebességgel), majd a kiértékelés során kockázatosnak talált részekben kézi ultrahangos utóvizsgálat következik. A fizikai elv mindkét esetben azonos: a sínben csúszó vizsgálófejbe épített piezoelektromos kristályok segítségével a mérőberendezés elektromos jelből mechanikai hullámokat állít elő, ezek a hullámok behatolnak a vizsgálandó sínbe, majd a visszaverődő hullámokat a piezoelektromos kristály visszaalakítja elektromos jellé. A visszhang rendellenességéből lehet következtetni a sínben lévő repedések méretére és jellegére. A vizsgáló fej és a sín közt csatolófolyadéként vízréteget kell biztosítani a vizsgálat során folyamatosan. A különböző szögben besugárzott ultrahangok visszhangjaiból készülő regisztrátumok (4. kép) kiértékelése emberi közreműködéssel történik: a kiértékelő szakember becsüli meg a repedések súlyosságát. A technológia a sínfej felülete alatti 4–5 mm-es felső réteget leszámítva a sántalpig alkalmas a repedések feltérképezésére.



3. kép. MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. SDS és FMK-008 jelű síndiagnosztikai mérőkocsijai alá épített, ultrahangos és örvényáramos vizsgálórendszert hordozó mérőforgóváz

(Forrás: MÁV KfV Kft.)



4. kép. Különböző besugárzási szögű ultrahangos vizsgálófejek regisztrátuma [B-kép]

Forrás: MÁV KfV Kft.



## Örvényáramos vizsgálatok

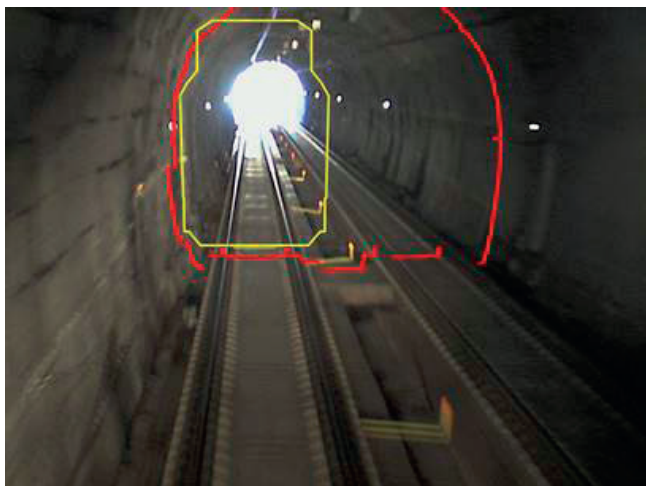
Az örvényáramos vizsgálat során a sín felett haladó, váltóárammal gerjesztett tekercs a sínben örvényáramokat kelt. Az örvényáramok az őket létrehozó (primer) mágneses teret gyengíteni igyekvő (szekunder) mágneses teret hoznak létre, amelynek erőssége szintén tekercs segítségével mérhető. Amennyiben a sín felületén folytonossági hiányok (repedések) találhatóak, az örvényáramok keletkezésében zavar lép fel, s ez az általuk keltett mágneses tér megváltozásaként érzékelhető, regisztrálható. A tapasztalatok alapján a nyers jelekből (különös tekintettel azok változásaira és periódusosságára) megállapítható a repedések mélysége, illetve darabszáma. A mérővonatokon alkalmazott örvényáramos mérőrendszereket a sínen apró görgők vezetik, 80 km/h mérési sebességre alkalmasak, és jellemzően 3–4 mm mélységig képesek a felületi repedésekről információt adni.

## Túlméretes küldemények továbbíthatóságának vizsgálata űrszelvénytérképezéssel

A vasúti áru fuvarozási feladatok közt előfordul olyan, amikor az elszállítandó rakomány (például hadi eszköz) méretei meghaladják a szabványos vasúti rakszelvény által megengedett térigényt. Ilyen esetben rendkívüli küldeményről beszélünk, mert fennáll a veszélye annak, hogy szállítás közben a kilógó rakomány egy pálya menti objektummal ütközik. Ennek eldöntésére, hogy egy adott vágányszakaszon (két kitérő közötti szakaszon) elfér-e az adott küldemény vagy sem, egy háttéradatbázison alapuló szimulációt végeznek. A háttéradatbázis megfelelő adatokkal való feltöltéséhez segítséget nyújt hazánkban az *FMK-004* mérőkocsira szerelt űrszelvénytérképező berendezés (5. kép), amely egy forgólézeres egységen alapszik, és éjszaka is alkalmazható videokamera-rendszer egészíti ki [11]. A mérőkocsi haladása közben a lézer körbepásztáz és a vasúti sínparhhoz viszonyítva meghatározza a pályamenti objektumok térbeli koordinátáit. Korszerű, több száz Hz-es forgási frekvenciával rendelkező eszközök esetén a mérési sebesség nincs korlátozva. Az így felvett pontfelhő alapján, a videófelvétel segítségével végzett megfelelő kiértékelés (6. kép) és adatfeldolgozás után (például a belógó növényzetet nem kell figyelembe venni) a rendkívüli küldemények útja biztonságosan kijelölhető. Amennyiben a pálya két oldalán felváltva vannak jelen akadályok, akkor meg lehet határozni azokat a pontokat, ahol a vasúti kocsin a túlméretes rakományt valamely irányba el kell csúsztatni a szállítás közben.



5. kép. MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. FMK-004 jelű vágánygeometriai mérőkocsija űrszelvényt mérő forgólézerrel és videorendszerrel  
(Forrás: MÁV KfV Kft.)



6. kép. Űrszelvényt mérési eredmények összevetése a tégigénnyel  
(Forrás: MÁV KfV Kft.)

## Pályafenntartási döntésszolgáltató rendszer

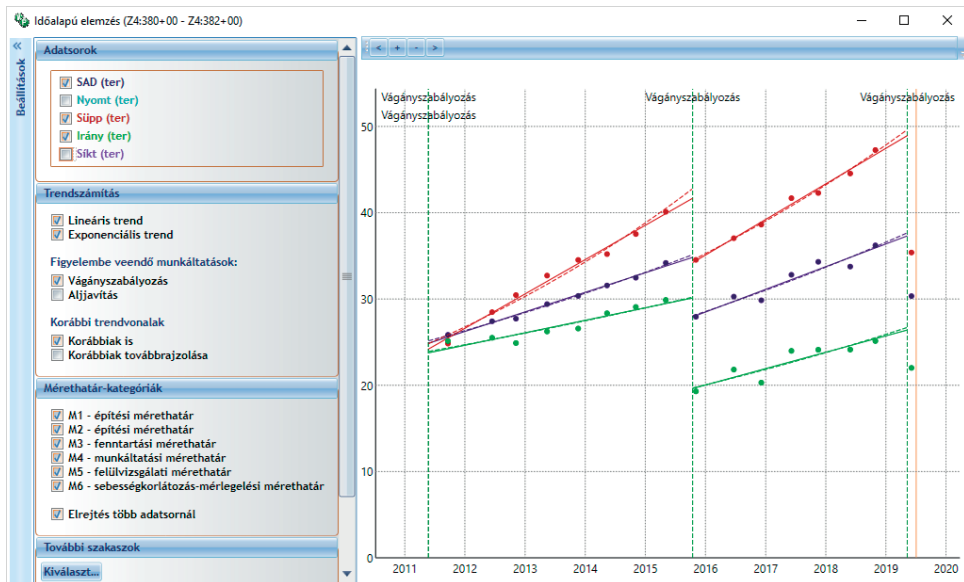
A fent említett különböző típusú, és időről időre ismételt elvégzett vizsgálati eredmények a pályafenntartó szakemberek számára – vagy éppen a stratégiai döntések előtt álló katonai szakértők számára – azok mennyisége miatt nehezen láthatók át. Szükség van a pályaszakaszok, illetve pályák hálózati szintű értékelésére, a pályák romlási sebességének megállapítására. A kiértékelt eredmények egységes szerkezetben történő megjelenítésére, illetve idősorok

kezelésére alkalmas szakértői rendszer megkönnyítheti a döntések meghozását. A jellemzően félvényként halmozódó, minősített mérési-vizsgálati információhalmaz (és más, elemzésükhöz szükséges adatok) megjelenítése (7. kép) mellett napjaink szakértői rendszerei az adatbázisban szereplő értékekkel kalkulációkat végeznek, amelyeknek egyik lehetséges kimenete a javító, felújító munkálatások várható helyére és idejére vonatkozó javaslat, illetve előrejelzés. A MÁV-nál alkalmazott „PÁTER” szakértői rendszer adatbázisa 2011-től tartalmaz adatokat, és a vasúthálózatot több tízezer rövid szakaszra felbontva az egyes kis pályarészek vagy kitérők állapotváltozását külön-külön figyeli. Főbb inputok:

- diagnosztikai eredmények (helyszín, időpont, érték);
- diagnosztikai eredmények elemzéshez szükséges infrastruktúra-adatok;
- diagnosztikai eredmények baleset-megelőzési és gazdaságossági szempontú értékeléséhez szükséges határértékek;
- elvégzett pályafelújítások és -karbantartások adatai (hely, idő, jelleg);
- kiegészítő dokumentumok, képfájlok stb.

Főbb felhasználási lehetőségek:

- egyes diagnosztikai eredmények, infrastruktúra-adatok, pályafelújítások stb. idősoros vizualizációja;
- különböző diagnosztikai módszerekkel nyert eredmények közti összefüggések feltárása;
- sebességkorlátozásra, illetve jövőbeni karbantartásra vonatkozó javaslatok számítása.



7. kép. Adott pályaszakasz vágánygeometriai állapotváltozásának idősoros megjelenítése a PÁTER szakértői rendszerben  
(Forrás: MÁV KfV Kft.)

## Összefoglalás

A vasúti pálya állapotának ellenőrzésére számos, különböző fizikai elveken nyugvó vizsgálati módszert alkalmaznak. A közlekedés biztonsága szempontjából – illetve a vasútvonalak hadi felhasználása céljából – legfontosabb diagnosztikai tevékenységeknek a kritikus objektumok (például hidak, kitérők) ellenőrzése mellett a vágánygeometriai mérések és sínanyag-folytonossági vizsgálatok tekinthetők. A kitérők a vasúthálózat kockázatos pontjai: nagy gyakorisággal vizsgálják őket kézi módszerekkel. A nyíltvonalai vágányok rendszeres műszeres ellenőrzésére mérőkocsikat alkalmaznak, amelyek nagy mennyiségű digitális adatot szolgáltatnak a pályaszakaszok lokális hibáiról és aktuális állapotáról. A mérési eredmények értékelése összetett határértékrendszer alapján történik. Stratégiai döntések meghozása előtt célszerű az aktuális mérési adatokat az azonos szakaszon kapott korábbi és más típusú eredményekkel együtt értékelni, figyelembe véve a kialakuló romlási trendeket.

## Felhasznált irodalom

- [1] BODA Péter (2018): A magyarországi vasúti árutovábbítás elemei, az elemek érzékenysége és ellenálló képessége a katasztrófhelyzetek hatásaival szemben. *Műszaki Katonai Közlöny, Online*, 28. évf. 2. sz. 252–263. Forrás: [https://dev2.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/PDF\\_2018\\_2sz.pdf](https://dev2.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/PDF_2018_2sz.pdf) (A letöltés dátuma: 2019. 01. 01.)
- [2] ÁGH Csaba (2018): A new arrangement of accelerometers on track inspection car FMK-007 for evaluating derailment safety. In KALINČÁK, Daniel szerk.: *Proceedings of 23rd International Seminar Track Maintenance Machines In Theory and Practice: SETRAS 2018*. 7–14.
- [3] ÁGH Csaba (2012): Egyenértékű kúposág mérése Magyarországon – Pálya és jármű kapcsolata – futási instabilitás. *Sínek Világa*, 54. évf. 6. sz. 10–13.
- [4] D.5. Pályafelügyeleti utasítás (2017). Budapest, MÁV Zrt.
- [5] Európai Bizottság 1299/2014/EU rendelete az Európai Unió vasúti rendszerének infrastruktúra alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásokról
- [6] MSZ EN 13848 szabványcsalád (Vasúti alkalmazások. Vágány. A vágánygeometria minősége.).
- [7] LINDER, C. – SCHENKENDORF, R. – LACKHOVE, C. (2014): Prognoseverfahren zur Gleislageabweichung bei Einzelfehlern. *Der Eisenbahningenieur*, 02/14. 17–20.
- [8] HAIGERMOSER, A. et al. (2015): Road and track irregularities: measurement, assessment and simulation. *Vehicle System Dynamics*, Vol. 53, No. 7. 878–957. DOI: <https://doi.org/10.1080/00423114.2015.1037312>
- [9] ÁGH Csaba (2018): Vágánygeometriai irány- és fekszinhibák valós nagyságának értékelése hűmérési eredmények alapján. *Közlekedéstudományi Szemle*, 68. évf. 5. sz. 46–55.
- [10] DEY, A. et al. (2009): *Die Klassifizierung von Oberflächenfehlern in Schienen mit der Wirbelstromprüfung*. DGZfP-Jahrestagung.
- [11] BÉLI János – PUSKÁS Bence – SZALAI Csaba (2012): A vasúti pálya úrszelvénymérése. *Sínek Világa*, 54. évf. 3–4. sz. 82–86.