

## Vasúti sínek „head check” károsodási folyamatának vizsgálata

Takács Csaba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., csaba.takacs@bayzoltan.hu

### Összefoglaló:

Az utóbbi években a vasúti forgalom megnövekedésének, illetve a növekvő sebességű és tengelyterhelésű vasúti szerelvények hatására a vasúti síneket érő igénybevételek is megnövekedtek, ami a vasúti sínek futófelületén növekedni képes párhuzamos repedéseket, úgynevezett „head check” károsodási folyamatot képes elindítani, ami szélsőséges esetben a sín teljes töréséhez vezethet. Ezért a károsodás korai szakaszban történő detektálása rendkívül fontos feladat, ugyanakkor komoly kihívást jelent az anyagvizsgáló szakemberek számára.

### Kulcsszavak:

Head check károsodás, roncsolásmentes vizsgálat, detektálás és méretezés, korai szakasz  
Head check damage, non-destructive testing, detecting and sizing, early stage

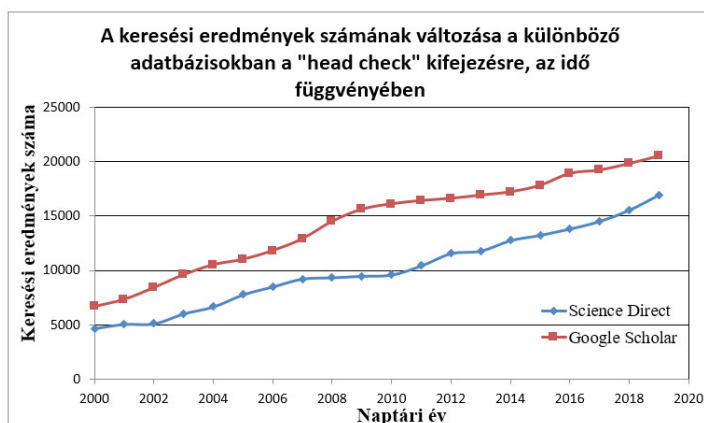
### 1. Bevezetés

A vasúti közlekedés napjainkban nagyon fontos szerepet tölt be, mind a személy, mind a teherszállítás területén, éppen ezért, a biztonságos vasúti közlekedés biztosítása kiemelten fontos feladat. A vasúti közlekedésben használt vonatoknak és síneknek ezért szigorú gyártási előírásoknak kell megfelelniük, valamint a gyártási és üzem közbeni roncsolásmentes vizsgálatok elvégzésének, és vonatok és sínek folyamatos karbantartásának is kiemelt szerepe van a biztonságos üzemeltetés érdekében.

Az utóbbi évtizedekben az európai vasúthálózat tömegközlekedési és áruszállítási kínálata folyamatosan javult. A végbement fejlődés leginkább a vonatok számának növekedésében, nagyobb sebességekben és erősebb, nagyobb teljesítményű vontatójárművek megjelenésében vehető észre. Ezek a vasúti infrastruktúra igénybevételét növelő változások az üzemeltetőt új kihívások elé állítják, hiszen hatásukra sokkal intenzívebb karbantartási tevékenység válik szükségessé. Legfőképpen a sínek gördülési érintkezési kifáradása (Rolling Contact Fatigue; RCF), vagy „head check” elleni küzdelem okozza a megnövekedett karbantartási igényt [1].

A „head check” károsodási folyamatnak még nem

jelent meg a szaknyelvben magyar megfelelője. Talán „sínfej fáradásnak” lehetne fordítani, ugyanakkor ez a fordítás sem fejezi ki, hogy csúszási fáradás okozza a károsodást. A károsodási folyamat magyar megfelelője lehet a „futófelületi csúszási fáradás”. Viszont amíg nincs a károsodásnak elfogadott magyar elnevezése, addig az angol „head check” kifejezés további használatát javaslom. A károsodás magyar elnevezésére ugyanakkor egyre növekvő igény lenne, mivel a károsodási folyamat akár a vasúti sín teljes törését is okozhatja, ezáltal emberéleteket is veszélyeztethet, ezért a károsodás korai szakaszban történő detektálása kiemelten fontos feladat az anyagvizsgáló szakemberek és az üzemeltetők számára. A károsodás világviszonylatban betöltött jelentőségéről, illetve jelentőségének növekedéséről az 1. ábra alapján következtethetünk.



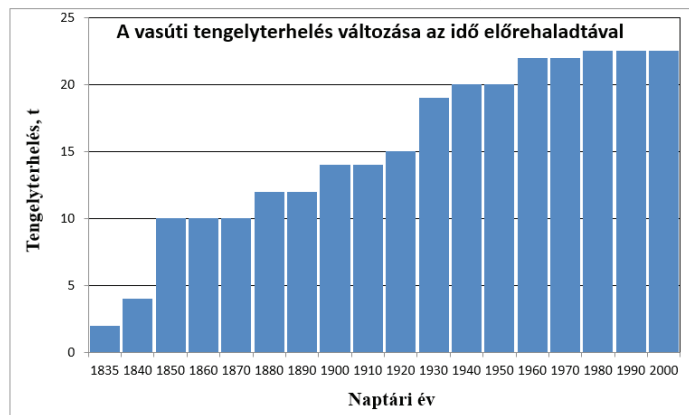
**1. ábra. A keresési eredmények számának változása különböző tudományos adatbázisokban, az idő előrehaladtával**

Ahogy az 1. ábrán is látható, az egyes adatbázisok keresési eredményei között van némi eltérés, aminek a tudományos adatbázisok közti különbségek lehet az oka. A tendencia azonban mindkét adatbázis esetében megegyezik, így évről évre jelentősen növekedett a keresési eredmények száma a „head check” kifejezésre az utóbbi két évtizedben. Ez egyértelműen arra utal, hogy egyre több tudományos szakirodalom születik a témában, tehát a „head check” károsodással foglalkozó szakemberek egyre növekvő hangsúlyt fektetnek a károsodás detektálá-

sára és megelőzésére.

## 2. A vasúti sínek igénybevételeinek változása

A vasúti szerelvények méretének és tömegének növekedésével azok tengelyterhelése is folyamatosan növekedett, ami a síneket érő terhelés növekedését okozza. A vasúti síneket érő tengelyterhelés az idő



előrehaladtával a 2. ábrán látható módon növekedett.

### 2. ábra. A vasúti sínek tengelyterhelésének fejlődése

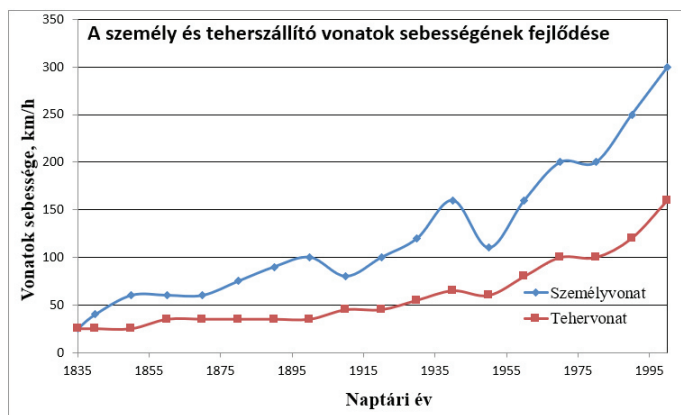
A függőleges tengelyteher maximális nagyságát pedig a különböző jellegű vasúti forgalom esetében az 1. Táblázat tartalmazza.

#### 1. Táblázat. A maximális tengelyterhelés nagysága a vasúti forgalom jellege szerint

A vasúti forgalom jellege	Max. tengelyterhelés, kN
Közúti vasúti forgalom	100
Földalatti gyorsvasúti forgalom	160
Nagysebességű vasúti forgalom	200
Vegyes üzemű vasúti forgalom	225
Nagyterhelésű vasúti forgalom	360

A vonatok tengelyterhelésén kívül mind a személy, mind a tehervonatok sebessége is folyamatosan növekedett a technika fejlődésével, a 3. ábrán látható módon [2].

Ahogy az 1. és 2. ábrákon látható, a vonatok tengelyterhelése a technika fejlődésével folyamatosan növekedett, valamint a vonatok sebessége is, az időnként bekövetkező kisebb visszaeséseket leszámítva szintén folyamatosan növekedett. Mind a vonatok tengelyterhelésének, mind a sebességének a



### 3. ábra. A személy és tehervonatok sebességének fejlődése az idő függvényében

növekedése a vonatok kerekeit és a vasúti síneket érő igénybevétel növekedését okozza, ami a „head check” károsodáshoz vezethet, ezért több szakaszon e károsodás megelőzése, illetve a már kialakult repedések terjedésének megakadályozása érdekében jelenleg is sebességkorlátozás van érvényben. A jelenlegi magyarországi vasúti sínek vonalhosszát a kiépítési sebességének és maximális tengelyterhelésének esetében a 2. Táblázat tartalmazza, valamint tartalmazza a kétvágányú pályaszakaszok hosszát is, mivel az üzemeltető szakemberek tapasztalatai szerint e károsodás megjelenése a kétvágányú szakaszokon és a gyorsító és lassító szakaszokon gyakoribb [3].

A technika fejlődésével természetesen nem csak a vonatok, hanem az alkalmazott sínek is folyamatosan fejlődésen mentek keresztül, annak érdekében, hogy képesek legyenek elviselni az egyre növekvő igénybevételeket. A MÁV vonalain alkalmazott sínrendszerek bevezetésének időpontját, a sínrendszer folyóméterének tömegét, valamint az egyes sínrendszerekhez tartozó maximális sebesség és tengelyterhelés értékeket a 3. Táblázat tartalmazza [2, 4].

Ahogy a 3. Táblázatban is látható, a sínrendszerek fejlődése lehetővé tette az egyre nagyobb tömegű, egyre gyorsabb vonatok folyamatos indítását, a megnövekedett igénybevételek hatására a síneken megjelenő speciális károsodás azonban új kihívások elé állítja a vasúti síneket üzemeltető és az anyagvizsgáló szakembereket.

### 3. A „head check” károsodás bemutatása

A vasúti sín e károsodása a vasúti sánt érő ismétlődő terhelés következménye. A károsodást futóélen kialakuló periodikus repedések jellemzik, amelyek a sínacél anyagának folyamatos, ciklikusan ismétlődő

2. Táblázat. A Magyar Államvasutak normál nyomtávú hálózatának osztályozása kategóriánkénti vonalhosszal, km mértékegységben

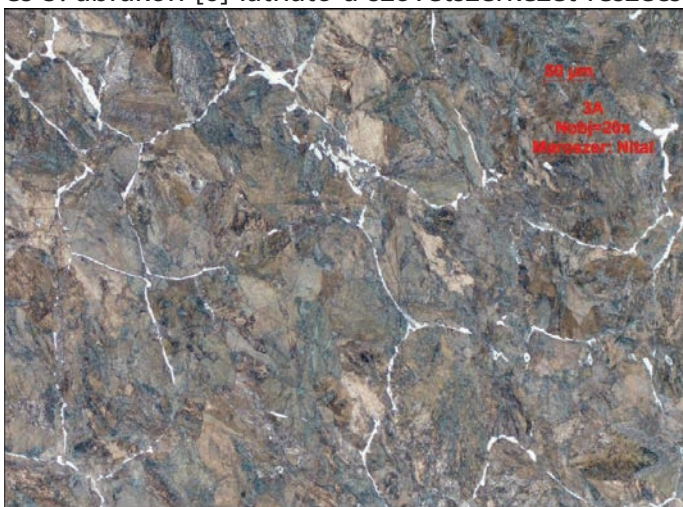
Képzési sebesség, km/h	Tengelyterhelés					Összes hossz	Kétvágányú
	<185 kN	185 kN	200 kN	210 kN	225 kN		
<40	-	-	24	51	-	75	-
40	159	68	19	106	-	352	-
50	204	256	92	37	-	589	-
60	317	526	297	818	-	1958	7
70	-	-	14	2	-	16	-
80	-	19	65	1151	11	1246	28
90	-	-	3	79	-	82	14
100	-	-	4	1650	12	1666	142
110	-	-	-	6	-	6	-
120	-	-	-	1669	356	2025	818
140	-	-	-	-	132	132	66
160	-	-	-	-	210	210	105
<b>Összesen</b>	680	689	518	5569	721	8357	1180

3. Táblázat. A MÁV vonalain alkalmazott sínrendszerek legfőbb technikai paramétere

Sínrendszer megnevezése	Sínek tömege, kg/m	Bevezetés kezdeti éve	Maximális tengelyterhelés, kN	Maximális sebesség, km/h
c	34,5	1890	160	40
I	42,8	1894	185	50
MÁV 48	48,3	1929	210	100
UIC 54	54,4	1969	210	140
UIC 60	60	1987	225	160

túlterhelése miatt, a sín felületének a forgalom által hidegen alakított rétegéből indulva sín belseje felé növekednek, gyakran a futófelület szimmetria tengelyétől mérve akár 20 mm hosszúságúra is [5]. A 4. és 5. ábrákon [6] látható a szövetszerkezet részecs-

kéinek hosszirányban történő erős megnyúlása. Ez azt is okozza, hogy a perlitlamellák többnyire hosszirányban rendeződnek el. A felületről kiinduló repedés e hidegalakított mikroszerkezet mentén növekszik [7].

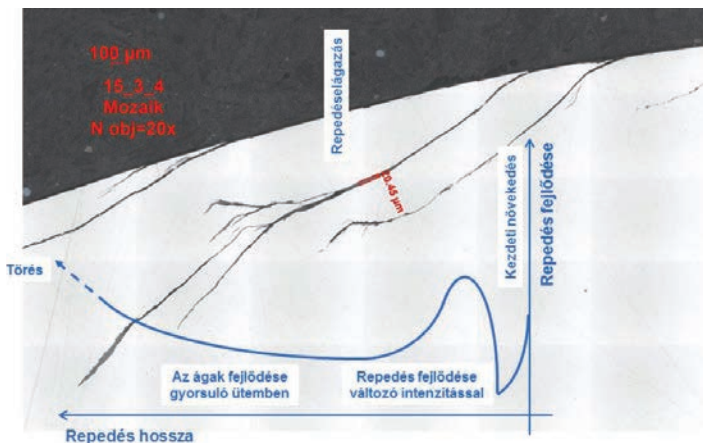


4. ábra. A sín eredeti szövetszerkezete



5. ábra. A képlékeny hidegalakítás hatására megnyúlt szemcséjű szövetszerkezet

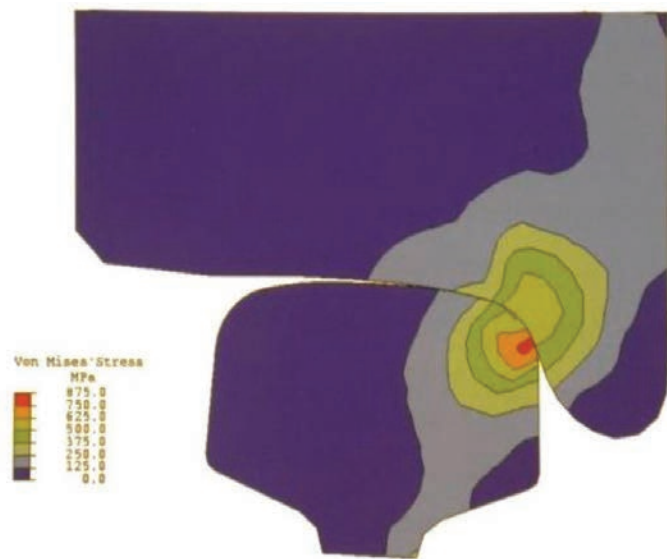




**6. ábra. A sínben és a vonatkerékben a terhelés hatására kialakuló feszültségmező [8]**

A kerék és a sín érintkezési felületén különösen nagy, akár 1000 MPa nyomófeszültség is kialakulhat. A sín és a kerék érintkezésének hatására kialakuló feszültségmező a sín és a kerék keresztmetszetében a 6. ábrán látható.

Az itt kialakuló, rendkívül nagy feszültség párhuzamos mikrorepedések kialakulásához vezethet a futófelületen. A mikrorepedések az ismétlődő igény-



**7. ábra. A „head check” károsodás időbeli lejátszódásának folyamata [6]**

bevétel hatására növekedésre képesek, valamint a felülettől eltávolodva akár el is ágazhatnak. Ahogy a repedés folyamatosan növekszik a sín belseje felé, a hajlító igénybevétel válik a fő igénybevétellé, amittől a repedés terjedés szöge megváltozik, a repedés gyorsuló ütemben, egyre inkább a futófelületre merőlegesen kezd terjedni, ami szélsőséges esetben a sín töréséhez vezet. A vasúti sín „head check” károsodási folyamatának lejátszódása az idő előrehaladtával a 7. ábrán látható.



**8. ábra. „Head check” károsodási folyamat során károsodott sín korai stádiumban**



**9. ábra. „Head check” károsodási folyamat során károsodott sín előrehaladott stádiumban [9]**

A „head check” károsodás korai stádiumban a 8. ábrán, előrehaladott stádiumban pedig a 9. ábrán látható.

A „head check” károsodás tehát egy viszonylag hosszabb folyamat eredménye, viszont a korai stádiumban történő detektálása és a repedések mélységének meghatározása komoly kihívást jelent a szakemberek számára. Ugyanakkor a károsodási folyamat a korai szakaszában jelentősen lassabban megy végbe, így a károsodás e szakaszban történő detektálásával a vasúti sínek élettartalma jelentős mértékben megnövekedhet.

**4. „Head check” károsodási folyamaton átment sínminták vizsgálata**

A károsodási jelenség korai szakaszban történő detektálása érdekében 4 db korábban károsodott, kivágott síndarabon végeztünk vizsgálatokat. A kü-

lönböző roncsolásmentes vizsgálatok közül a felületi, repedésszerű hibákra érzékeny roncsolásmentes vizsgálatokat végeztük el, így a folyadékbehatolós, a mágnesezhető poros, a fázisvezérelt ultrahangos és az örvényáramos vizsgálati eljárások kerültek kiválasztásra. Ezt követően a sínfejből keresztmetszeti mintát vágunk ki, amin beágyazás, csiszolás, polírozás és maratás után mikroszkópos vizsgálatot és HV5 keménységmérést is elvégeztünk a felkeményedés mértékének meghatározására.

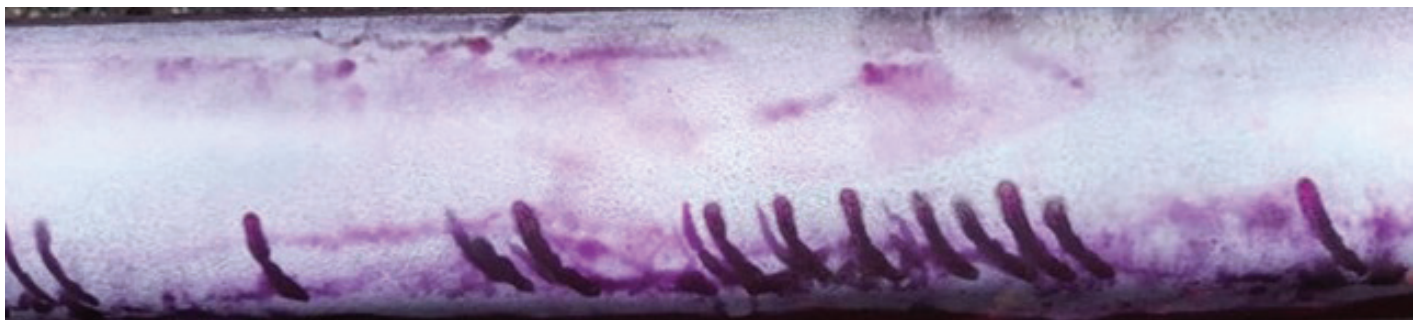
#### **4.1 A folyadékbehatolós és a mágnesezhető poros vizsgálat eredményeinek bemutatása**

A folyadékbehatolós és a mágnesezhető poros vizsgálatok célja annak eldöntése volt, hogy a károsodás kimutatható-e a károsodás korai szakaszában. A folyadékbehatolós vizsgálat elvégzése a következő vizsgálati paraméterek mellett történt:

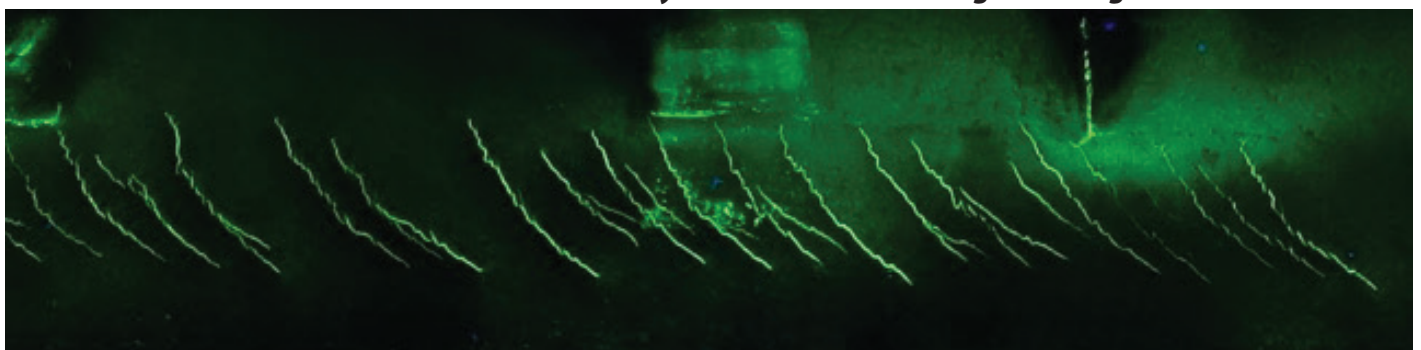
- Behatoló folyadék: Pentrix 100 vörös behatoló folyadék
- Előhívó: Rivelex 200 fehér előhívó
- Felület előkészítése: MR 79 Speciális tisztítószerezrel
- Köztes tisztítás: MR 85 Köztes tisztítószerezrel
- Vizsgálati hőmérséklet: 20 °C

A károsodott sínminta a folyadékbehatolós vizsgálat elvégzése után a 10. ábrán látható.

A folyadékbehatolós vizsgálatok elvégzése után a



**10. ábra. A károsodott sínminta a folyadékbehatolós vizsgálat elvégzése után**



**11. ábra. A károsodott sínminta a mágnesezhető poros vizsgálat elvégzése után**

mágnesezhető poros vizsgálatok elvégzése is megtörtént. A mágnesezhető poros vizsgálat elvégzésének vizsgálati paraméterei:

- Mágnesezhető poros folyadék típusa: MR 76 fluoreszkáló mágnesezhető poros folyadék
- Megvilágító fényforrás: MR 97 UV lámpa
- Felület felmágnesezése: MR 51 Járommágnes-sel
- Felület előkészítése: MR 79 Speciális tisztítószerezrel
- Vizsgálati hőmérséklet: 20 °C

A károsodott sínminta a felület felmágnesezése és mágnesezhető poros folyadék felületre vitele után, UV-fénnyel történő megvilágításban a 11. ábrán látható.

Ahogy a 10. és 11. ábrákon látható, a károsodás kimutatható folyadékbehatolós és mágnesezhető poros vizsgálatokkal a károsodás korai szakaszában, azonban egy hosszabb sínpályán ezek a vizsgálatok nem végezhetőek el gazdaságosan, továbbá ezek a roncsolásmentes vizsgálati módszerek csak a repedések kimutatására alkalmasak, a repedések mélységének meghatározására nem.

#### **4.2 Az örvényáramos vizsgálat vizsgálati eredményeinek bemutatása**

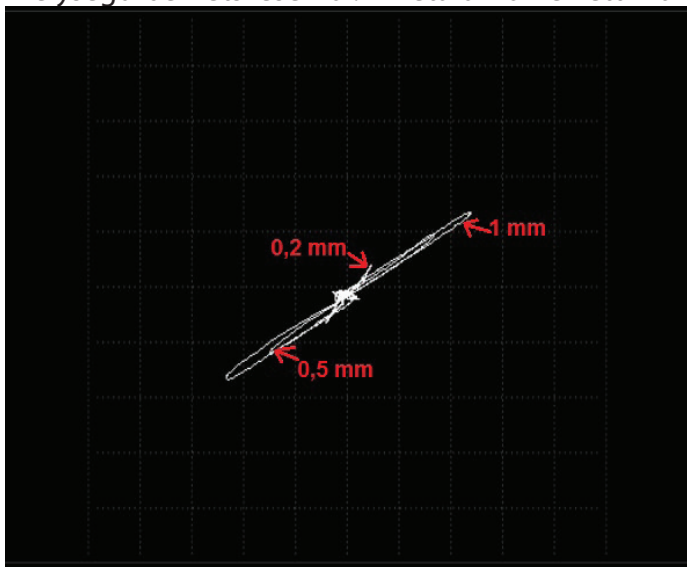
A károsodás korai szakaszában történő kimutatása érdekében örvényáramos vizsgálatok elvégzése is



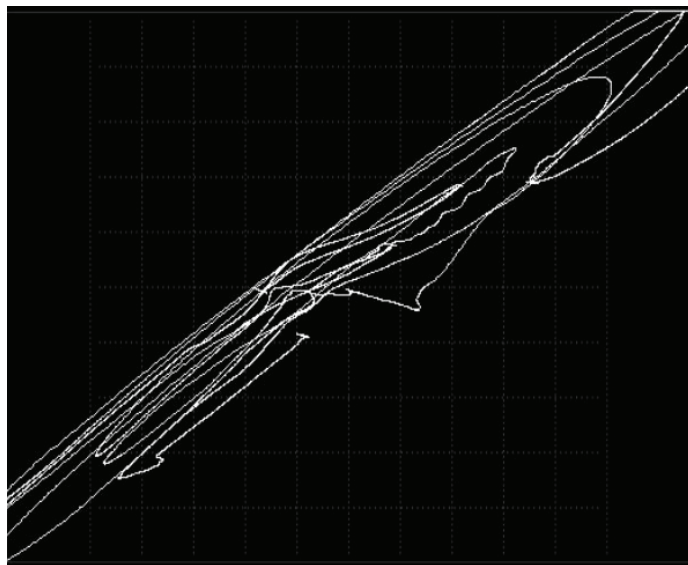
történt a károsodott sínmintákon. Az örvényáramos vizsgálat vizsgálati paramétereit:

- Az örvényáramos vizsgáló eszköz típusa: Olympus Nortec 600
- Az örvényáramos szonda típusa: Olympus PL/500kHz-2MHz/DU
- Vizsgálati frekvencia: 500 kHz
- Horizontális erősítés: 65,0 dB
- Vertikális erősítés: 65,0 dB

A sínminták vizsgálata előtt referencia jel felvétele történt bemetszett acél etalonról, 0,2; 0,5 és 1 mm mélységű bemetszésekről. Az etalonról felvett indi-



12. ábra. Az etalonról 0,2; 0,5 és 1 mm mélységű bemetszésekről felvett örvényáramos indikációk



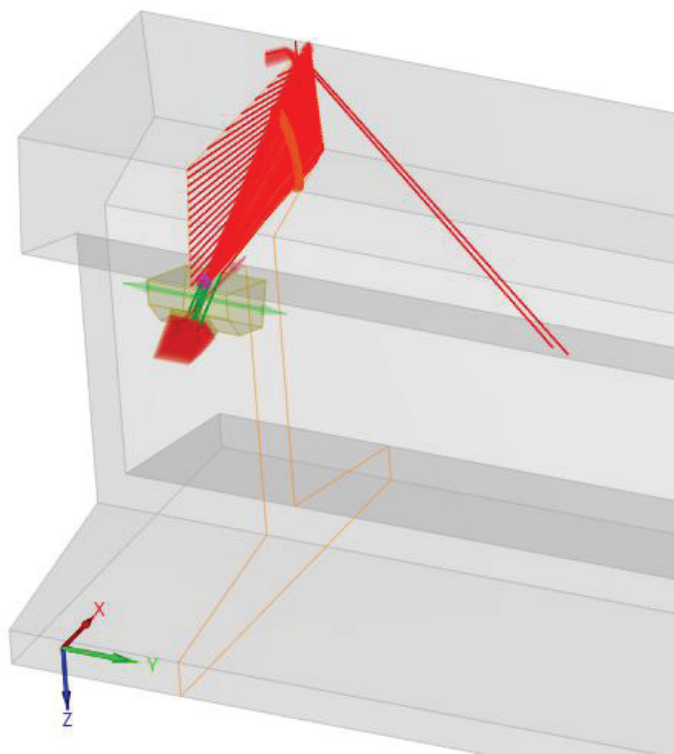
13. ábra. A későbbiekben kivágott, és mikroszkóppal is vizsgált sínmintáról felvett örvényáramos indikációk

kációk a 12. ábrán, a későbbiekben kivágott és mikroszkóppal vizsgált sínmintáról felvett vizsgálati indikációk a 13. ábrák látható.

Az örvényáramos vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált sín minta 1 mm-től jelentősen nagyobb mélyebb repedéseket is tartalmazott. A 12-13. ábrák alapján az örvényáramos vizsgálat alkalmas a károsodás detektálására a korai szakaszban, illetve automatizált berendezéssel hosszabb sínpályán is elvégezhető gazdaságosan. A módszer megfelelően megválasztott vizsgálati paraméterekkel alkalmas lehet a repedések mélységének meghatározására is, a károsodás detektálásán felül, a megfelelő vizsgálati paraméterek megválasztása sínvizsgáló örvényáramos berendezés esetén azonban további vizsgálatokat igényel.

### 4.3 A fázisvezérelt ultrahangos szimulációk és a vizsgálat bemutatása

A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálatok elvégzése előtt Civa 2020 programban fázisvezérelt ultrahangos szimulációk lefuttatását végeztük el az optimális vizsgálati beállítások megválasztása érdekében. A szimuláció elvégzése 40°-65°-os szögtartományban, a sín futóélén 20 mm hosszúságú, 3 mm mélységű, a sín keresztmetszeti síkjával 60°-os szöget bezáró, repedésszerű hibát feltételezve történt. Az elvégzett



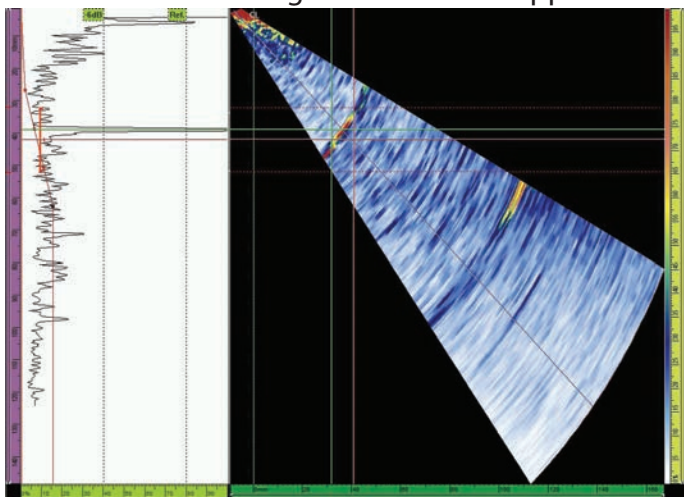
14. ábra. Az elvégzett fázisvezérelt ultrahangos modellezés eredménye

szimulációk eredménye a 14. ábrán látható. Ahogy a 14. ábrán is látható, a sínmintába juttatott hangnyaláb jelentős része szóródik, a repedésszerű hibáról a vizsgáló fejbe csak kis része jut vissza. További kihívást jelent, hogy a vasúti sínek nehezen hozzáférhetőek a fázisvezérelt vizsgálófejekkel, a sínek geometriájából adódóan. A sín geometriájának és a felületi repedések elhelyezkedésének a figyelembe vételével a vizsgálatot a 14. ábrán is látható módon, a sínfej alsó éle felől, a futóélel ellentétes oldalról végeztük el.

A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat vizsgálati paramétereit:

- A fázisvezérelt ultrahangos vizsgáló eszköz típusa: Olympus OmniScan MX2
- Az ultrahangos fej típusa: Olympus 5L16 5 MHz frekvenciájú, 16 rezgős vizsgálófej
- Az előtét típusa: Olympus SA10-N55S IHC plexi előtét
- Besugárzási szögtaromány: 40°-65°
- TCG felvétele: Ø=3mm keresztirányú hengeres furatokról, 27; 39; 51 és 63 mm mélységben
- TCG erősítés: 21 dB
- Vizsgálati erősítés: TCG + 32 dB
- Csatlóközeg: Sonotech Soundsafe NSN 6850-01-157-4338 ultrahangos csatló

A későbbiekben kivágott és mikroszkóppal is vizs-



gált sínmintára fázisvezérelt ultrahangos vizsgálatának eredménye, illetve a sínmintáról felvett fázisvezérelt ultrahangos indikáció a 15. ábrán látható.

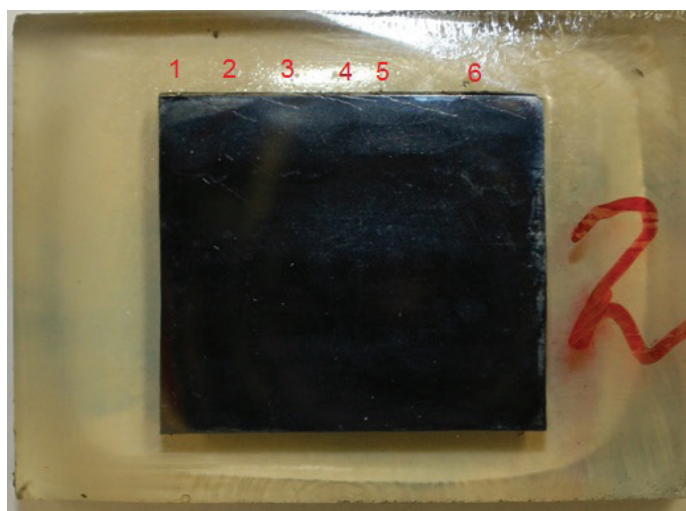
**15. ábra. A későbbiekben mikroszkóppal is vizsgált sínmintára fázisvezérelt ultrahangos vizsgálatának vizsgálati eredménye**

Az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján he-

lyenként 3 mm mélységet is meghaladó repedések voltak a vizsgált sínmintában. A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálatok eredményei ezek alapján összhangban voltak az örvényáramos vizsgálatok eredményeivel, amivel szintén 1 mm-től jelentősen nagyobbra mértük a repedések mélységét. A vizsgálat eredménye összhangban van a modellezés eredményével is, mivel a modellezés eredményei alapján hasonló fázisvezérelt ultrahangos vizsgálati eredményekre számítottunk. A fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat megfelelő csatlós biztosítása mellett alkalmazható hosszabb sínpályák vizsgálatára, azonban a vizsgálófej megfelelő pozícióban tartása és a folyamatos csatlós biztosítása komoly kihívást jelenthet. Az elvégzett vizsgálatok célja a repedések detektálhatóságának eldöntése, valamint a repedések méretezése volt. Üzemben lévő sínpályák vizsgálata előtt azonban érdemes a vizsgálati paraméterek gondosabb elemzése és optimalizálása.

#### **4.4 A mikroszkópos vizsgálat és a keménységmérés**

A roncsolásmentes vizsgálatok eredményei alapján a leginkább károsodott sínmintából mikroszkópos vizsgálatok és keménységmérés elvégzése érdekében 3 mintát vágunk ki a repedések kiindulási helyéről (1-es minta), a repedések közepéről (2-es minta) és a repedések végpontjához közel (3-as minta). A kivágott mintákat műgyantába ágyazást, csiszolást és polírozást követően 10%-os nitallal marattuk meg. A sínmintára károsodása során keletkező repedések már mikroszkópos vizsgálatokhoz történő előkészítés során szabad szemmel láthatóvá váltak. Ezért az elkészített mintákról makroképet is készítettünk, ami a 16. ábrán látható.

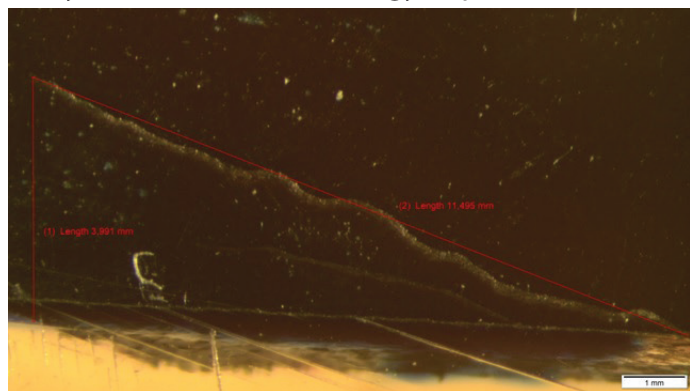


**16. ábra. A repedések közepéről származó, 2-es minta makroképe, valamint a repedések pozíciója**

**4. Táblázat. A sztereomikroszkópos vizsgálatok eredményei**

Repedés helye	Repedés mélysége (mm)	Repedés hossza (mm)
1-es minta 1-es számú repedés	3,5	9,5
1-es minta 2-es számú repedés	2,0	5,8
1-es minta 3-as számú repedés	2,7	7,4
1-es minta 4-es számú repedés	2,4	6,4
2-es minta 1-es számú repedés	3,9	11,8
2-es minta 2-es számú repedés	2,2	7,5
2-es minta 3-as számú repedés	2,3	7,9
2-es minta 4-es számú repedés	0,8	4,6
2-es minta 5-ös számú repedés	3,2	11,3
2-es minta 6-os számú repedés	3,9	11,5
3-as minta 1-es számú repedés	4,1	9,7
3-as minta 2-es számú repedés	1,7	3,9
3-as minta 3-as számú repedés	3,4	6,8
3-as minta 4-es számú repedés	3,6	6,7
3-as minta 5-ös számú repedés	3,9	10,9

Ezt követően a repedések Mitutoyo sztereo mikroszkóppal és Olympus CS180 típusú kamerával felvételeket készítettük, valamint a repedések méretezésre is kerültek. A sztereomikroszkópos mérések eredményei a 4. Táblázatban, egy repedésről készült,



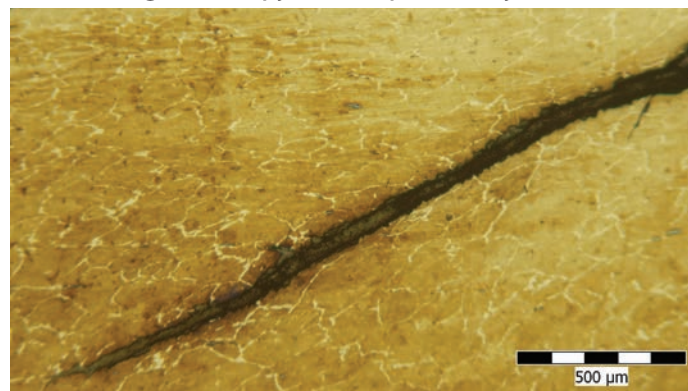
**17. ábra. A repedések közepéről származó, 2-es minta 6-os számú repedésének méretezett sztereomikroszkópos felvétele**

méretezett sztereomikroszkópos felvétel pedig a 17. ábrán látható.

A sztereomikroszkópos mérések eredménye (0,1 mm-es kerekítéssel) alapján a mikroszkópos vizsgálatra kivágott részben 2-3 mm mélységet is elérő, 9-11 mm hosszúságú repedések is voltak. Annak eldöntésére, hogy a repedések a szemcsék mentén terjednek-e, Olympus GX51 fénymikroszkóppal szövetszerkezeti vizsgálatokat is végeztünk. A 2-es mintáról készült, 50X-es nagyítású mikroszkópos fel-

vétel a 18. ábrán látható.

Ahogy a 18. ábrán is látható, illetve a többi elvégzett szövetszerkezeti elemzés alapján is kijelenthető, a repedések nem a szemcsehatárok mentén haladtak. A szövetszerkezeti vizsgálat alapján a repedésterjedés transzk-



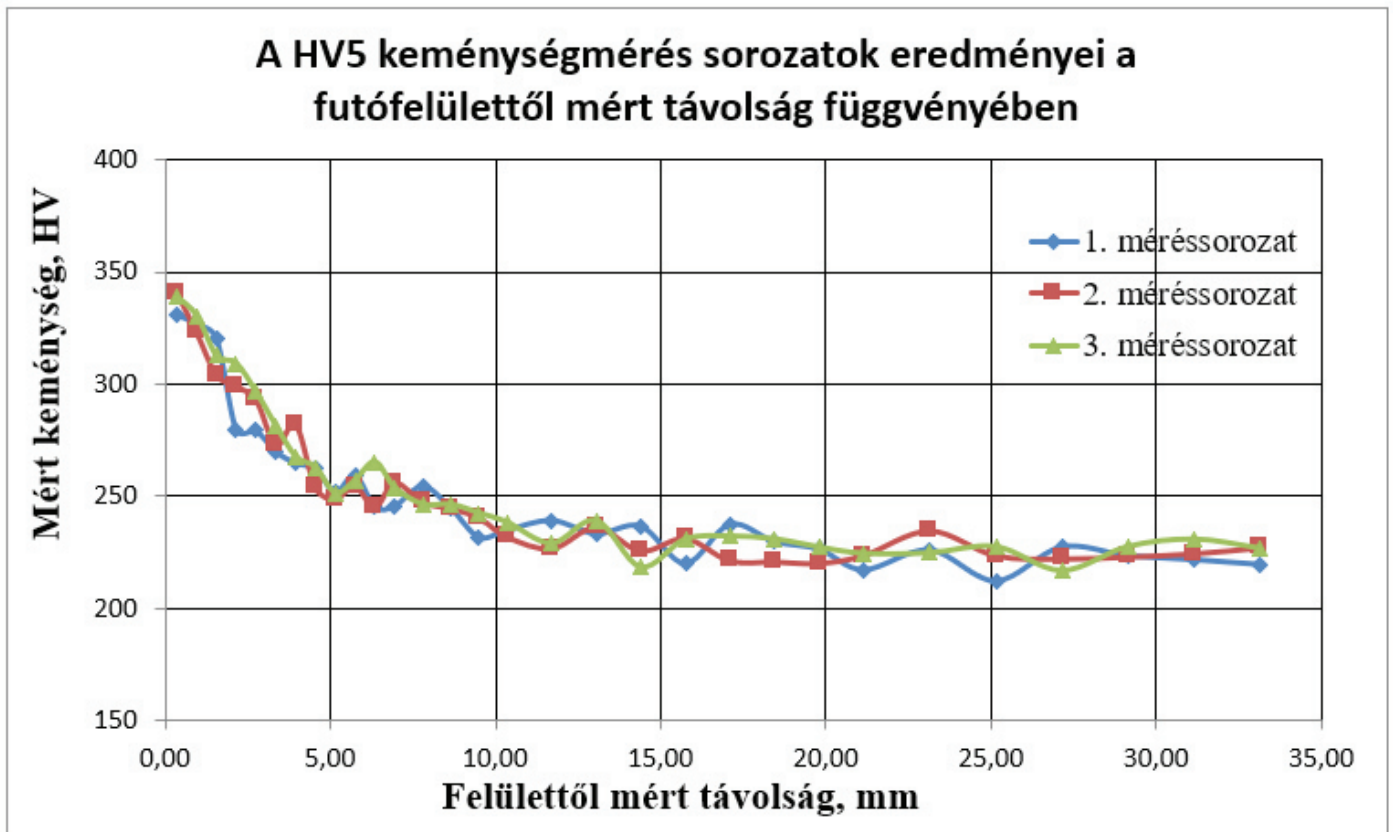
**18. ábra. A 2-es minta szövetszerkezeti felvétele, 50X-es nagyításban**

risztallin.

Ezt követően a repedések közepéről származó, 2-es számú beágyazott mintán HV5 keménységméréseket végeztünk el annak érdekében, hogy meghatározható legyen, hogyan változik a sín keménysége a károsodott futófelületről a sín belseje felé haladva. A 3 párhuzamos mérősorozat eredményei a futófelületről mért távolság függvényében a 19. ábrán láthatók.

Az elvégzett keménységmérések eredményei alapján a vizsgált vasúti sín az sínt érő igénybevételek





**19. ábra. A HV5 keménységmérés sorozatok mérési eredményei a futófelülettől mért távolság függvényében**

hatására a futófelületen és a futófelület közvetlen környezetében jelentősen felkeményedett, a futófelülettől távol eső részek keménysége 100-120 HV értékkel is elmaradt a futófelület keménységétől, amire károsodási mechanizmus ismeretében számítani is lehetett.

## 5. Összefoglalás

A feldolgozott irodalmi adatok, valamint az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján a következő megállapítások tehetők:

1. A vonatok tengelyterhelésének és sebességének növekedése a vasúti sínek igénybevételeinek növekedését okozta, a vasúti sínek megnövekedett igénybevételei pedig a „head check” károsodás kialakulásához vezethetnek, ami szélsőséges esetben a sínek törését is okozhatja.
2. Az üzemeltető és az anyagvizsgáló szakemberek számára komoly kihívást jelent a „head check” károsodás detektálása a károsodás korai szakaszában, ugyanakkor a károsodás lejátszódásának jellegéből adódóan, a károsodás korai szakaszában történő kimutatásával és a beavatkozások elvégzésével a vasúti sínek várható élettartalma

jelentősen megnövelhető.

3. A különböző, felületre nyitott, repedésszerű hibákra érzékeny roncsolásmentes anyagvizsgálási eljárások közül az örvényáramos és a fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat lehet alkalmas a károsodás kimutatására a károsodás korai szakaszában, mivel ezek a roncsolásmentes vizsgálati eljárások viszonylag gyorsan és gazdaságosan elvégezhetőek és kiértékelhetőek hosszabb pályaszakaszokon is, valamint az észlelt repedések is méretezhetőek az említett roncsolásmentes vizsgálati módszerek által.
4. A pontos vizsgálati paraméterek meghatározása ugyanakkor további modellezéseket és pilot vizsgálatok elvégzését igényli.
5. E típusú károsodás csökkentésének (esetleges kiküszöbölésének) egy alapvetően eltérő módja lehet, ha a leginkább veszélyes helyeken más típusú (alapvetően hőkezelt – teljes térfogatra kiterjedő vagy felületi) sínek kerülnek beépítésre.

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Tóth Lászlónak az odaadó lektori munkáért, valamint a munkám során nyújtott szakmai segítségért.

### Irodalom

- [1] Lukas Prettner (fordította: Tömő Róbert): Head Check meghibásodások miatt szükséges karbantartásokat csökkentenek; INNORAIL magazin, 2015/4. szám; <http://innorail.hu/head-check-meghibasodasok-miatt-szukseges-karbantartasokat-csokkentenek/>
- [2] Dr. Kazinczy László: Vasúti pályák; BMEEOUVAT22 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére; p.26.
- [3] Szemerey Ádám: A MÁV Zrt. üzemeltetésében lévő vonalak jellemzése; Sínek Világa; A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és hídszakmai folyóirata; 2014. év 3. szám. <http://www.sinekilaga.hu/a-mav-zrt.-uzemelteteseben-levo-vonalak-jellemzese?index=2>
- [4] Magyar Államvasutak: Építési és pályafenntartási műszaki adatok, előírások; I. kötet; Közlekedési Dokumentációs Vállalat, Budapest, 1987. p. 142
- [5] A. Belalia, Y. Kamla, M. Amara, M. Hadj Meliani, A. El Azizi, Z. Azari: Experimental and numerical investigation of UIC 54 rail degradation; Engineering Failure Analysis, 2019. Aug. 29.
- [6] Béli János, Dr. Horvát Ferenc: Sínefj-hajszálrepedések kialakulása, a hibák mérése és minősítése; XIII. Vasúti Futástechnikai Konferencia, Pécs, 2010.10.19-20. p. 12.
- [7] Lukas Prettner: Head Check meghibásodások miatt szükséges karbantartásokat csökkentő műszaki fejlesztések a vasúti sínygártásban; Sínek Világa; A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és hídszakmai folyóirata; 2014. 6. szám; <http://www.sinekilaga.hu/head-check-meghibasodasok-miatt-szukseges-karbantartasokat-csokkentemo-szaki-fejlesztések-a-vasuti>
- [8] Dr. Horváth Ferenc: Sínefjkarosodási hibák kezelésének stratégiája, XVI. Közlekedési és Beruházási Konferencia, Bükkfüdő, 2015. 04. 15-17.
- [9] Dr. Wolfgang Schöch: Síkfelületi hiányosságok megelőzése és megszüntetése; Sínek Világa; A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és hídszakmai folyóirata; 2014. 6. szám; <http://www.sinekilaga.hu/sinfeluleti-hianyosságok-megelőzése-es-megszüntetése>

### Új szakmérnöki képzés: Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló



A Debreceni Egyetem Műszaki Kara új, Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnök szakirányú továbbképzést indít várhatóan 2020-ban. A 180 óra terjedelmű 2 féléves képzés 13 különböző tantárgyaiban **20%-ot** képviselnek a **matematikai** (gépi tanulás, statisztika és véges elemes eljárások), **35%-ot** az **anyagokra** vonatkozó (tulajdonságok változása, hibák értékelése, szerkezetek megbízhatósága) és **45%-ot** a **roncsolásmentes vizsgálati** módszerek, ezek megbízhatósága és az ipar 4.0-ban betöltött szerepük). A képzést sikeresen befejező hallgatók a MAROVISZ második szintű roncsolásmentes anyagvizsgáló tanúsítását is megkaphatják.

A képzés részleteiről Dr. Mankovits Tamás tanszékvezető ad részletesebb tájékoztatást  
([tamas.mankovits@eng.unideb.hu](mailto:tamas.mankovits@eng.unideb.hu))