KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI SZERVEZET

ZÁRÓJELENTÉS

2014-0572-5
VASÚTI BALESET

Füzesabony
2014. június 10.

53015 sz. vonat

2015-0365-5
VASÚTI BALESET

Pécel
2015. április 20.

65822-1 sz. vonat

A szakmai vizsgálat célja a súlyos vasúti balesetek, a vasúti balesetek és a váratlan vasúti események okainak, körülményeinek feltárása, és a hasonló esetek megelőzése érdekében szükséges szakmai intézkedések kezdeményezése, valamint javaslatok megtétele. A szakmai vizsgálatnak semmilyen formában nem célja a vétkesség vagy a felelősség vizsgálata és megállapítása.

Jelen vizsgálatot

- a légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény (a továbbiakban: Kbvt.),
- a súlyos vasúti balesetek, a vasúti balesetek és a váratlan vasúti események szakmai vizsgálatának, valamint az üzembentartói vizsgálat részletes szabályairól szóló 24/2012. (V.8.) NFM rendelet,
- illetve a Kbvt. eltérő rendelkezéseinek hiányában a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL. törvény rendelkezéseinek megfelelő alkalmazásával folytatta le a Közlekedésbiztonsági Szervezet.

A Kbvt. és a 24/2012. (V.8.) NFM rendelet együttesen az Európai Parlament és a Tanács 2004/49/EK irányelve (2004. április 29.) a közösségi vasutak biztonságáról valamint a vasúttársaságok engedélyezéséről szóló 95/18/EK tanácsi irányelv és a vasúti infrastruktúrakapacitás elosztásáról, továbbá a vasúti infrastruktúra használati díjának felszámításáról és a biztonsági tanúsítványról szóló 2001/14/EK irányelv módosításáról (vasútbiztonsági irányelv) szóló uniós jogi aktusoknak való megfelelést szolgálják.

A Közlekedésbiztonsági Szervezet illetékessége a 278/2006.(XII.23.) Korm. rendeleten alapul.

Fenti szabályok szerint

- A Közlekedésbiztonsági Szervezetnek a súlyos vasúti balesetet ki kell vizsgálnia.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet mérlegelési jogkörében eljárva kivizsgálhatja azokat a vasúti baleseteket, illetve váratlan vasúti eseményeket, amelyek megítélése szerint más körülmények között súlyosabb következményű balesethez vezethettek volna.
- A szakmai vizsgálat független a közlekedési baleset, illetve az egyéb közlekedési esemény kapcsán indult más közigazgatási hatósági, szabálysértési, illetve büntetőeljárástól.
- Jelen Zárójelentés kötelező erővel nem bír, ellene jogorvoslati eljárás nem kezdeményezhető.

A Vizsgálóbizottság tagjaival szemben összeférhetetlenség nem merült fel. A szakmai vizsgálatban résztvevő személyek az adott ügyben indított más eljárásban szakértőként nem járhatnak el.

A Vb köteles megőrizni és más hatóság számára nem köteles hozzáférhetővé tenni a szakmai vizsgálat során tudomására jutott adatot, amely tekintetében az adat birtokosa az adatközlést jogszabály alapján megtagadhatta volna.

Jelen zárójelentés

alapjául a Vb által készített és az észrevételek megtétele céljából – jogszabályban meghatározott – érintettek számára megküldött zárójelentés-tervezet szolgált. A tervezet megküldésével egyidejűleg a KBSZ főigazgatója értesítette az érintetteket a záró megbeszélés időpontjáról, arra meghívta az érintett személyeket, szervezeteket.

A zárójelentéshez az érdekeltek észrevételt nem tettek.

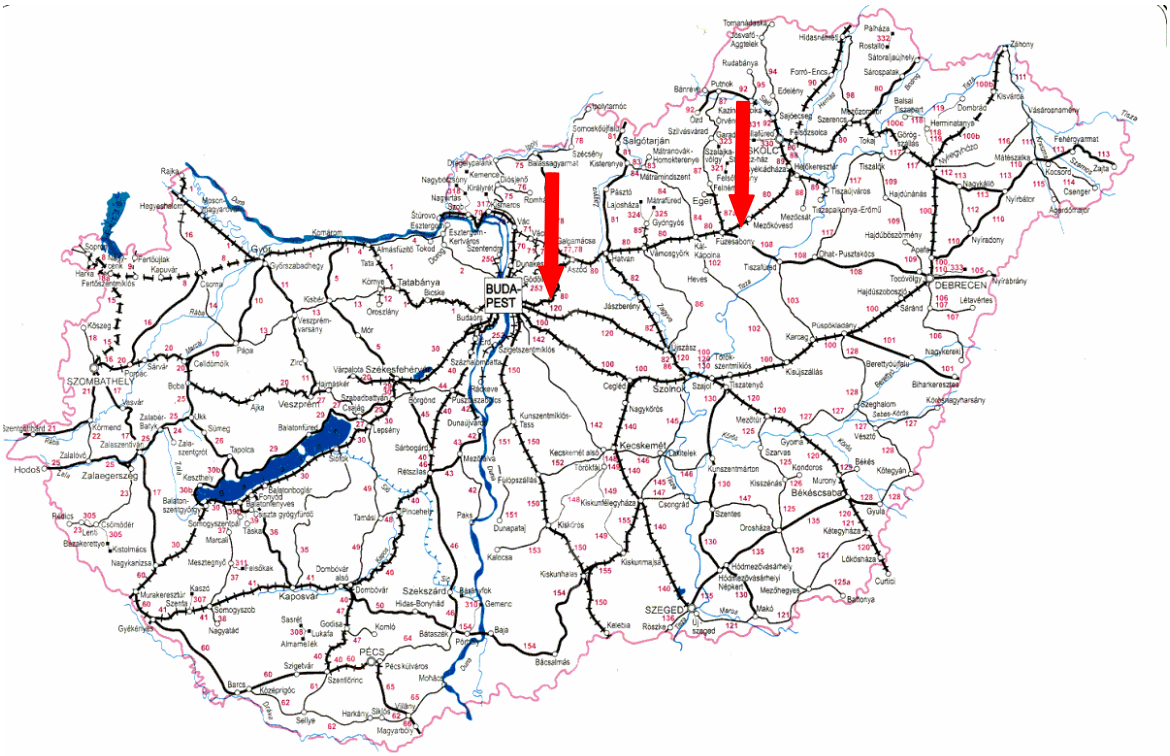
MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

AGMI	Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző ZRt.
eRDM	Dinamikus Tengelyterhelés – Mérő Rendszer
GPRS	General Packet Radio Service
KBSZ	Közlekedésbiztonsági Szervezet
Kbvt.	A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény
MÁV Zrt.	Magyar Államvasutak Zártkörűen Működő Részvénytársaság
psz.	pályaszám
TSH	Technische Services Hungaria Kft.
RCH	Rail Cargo Hungaria Zrt.
Vb	Vizsgálóbizottság
Vtk.	vonatterhelési kimutatás

AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

	2014-0572-5	2015-0365-5
Az eset kategóriája	vasúti baleset	
Az eset jellege	vonat kisiklása	
Az eset időpontja	2014. június 10. 13 óra 8 perc	2015. április 20. 0 óra 03 perc
Az eset helye	Mezőkövesd és Füzesabony állomások között, 1250. szelv.	Pécel állomás
Vasúti rendszer típusa	országos	
Mozgás típusa	tehervonat	
Az eset kapcsán elhunytak/ súlyosan sérültek száma	0/0	
Pályahálózat működtető	MÁV Zrt.	
Rongálódás mértéke	A vasúti pálya rongálódott, 3 teherkocsi roncsolódott, 1 kocsi sérült	A vasúti pálya kis mértékben és egy teherkocsi megsérült
Érintett vonat száma	53015	65822-1
Üzembentartó	RCH Zrt.	
Nyilvántartó állam	Magyarország	

Az esetek helye



1. ábra: az események helyszínei Magyarország területén

2. ábra: az események helyszíne

Bejelentések, értesítések

A KBSZ ügyeletére az eseteket a MÁV Zrt. hálózati főüzemirányítója jelentette

- 2014. június 10-én 13 óra 30 perckor (a bekövetkezés után 22 perccel),
- 2015. április 20-án 0 óra 36 perckor (a bekövetkezés után 33 perccel).

Vizsgálóbizottság

A KBSZ főigazgatója a vasúti baleset vizsgálatára az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Kapocsi József	balesetvizsgáló
tagjai	Rózsa János	balesetvizsgáló
	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
	Szentesi László	helyszínelő

Az eseményvizsgálat áttekintése

A Vb

- a balesetek napján, valamint Füzesabonyban 2014. június 16-án is helyszíni szemlét tartott;
- megvizsgálta a balesetek helyszínét és a kisiklott járműveket;
- az üzembentartótól a vonatok menetokmányait bekérte azokat elemezte;
- a csapágysérült kocsik kerékpárjain 2014. június 16-án, 2014. július 31-én és 2015. június 16-án méréseket végzett műhely-körülmények között, a TSH telephelyén,
- a lefoglalt csapágyazásból kiválasztott elemeket szakértői vizsgálatra küldte,
- a járművek karbantartásával, fővizsgájával kapcsolatosan vizsgálatot végzett; a technológiai utasításokat és a vizsgálati dokumentumokat bekérte, azokat megküldték, kivéve a csapágyszerelésre vonatkozó oktatás dokumentumait;
- az eseményben érintett személyeket meghallgatta;

– a Füzesabonyban csaptörött kocsinak a dinamikus kerékterhelés adatait 2014. április 9-től a baleset bekövetkezéséig (a pályába épített eRDM berendezés által mért adatok) a MÁV Zrt.-től megkérte, azokat elemezte,

– a Vb. összevont szakmai vizsgálatról döntött az események hasonló lefolyása és annak következményei miatt.

Az eset rövid áttekintése

2014-0572-5

2014. június 10-én a Bükkábrány és Visontai Kombinát viszonylatban közlekedő 53015 sz. tehervonatban a 8.-nak besorozott teherkocsi 3. sz. tengelycsapja menet közben letörött, majd a kocsi kisiklott. Az 1265. szelvényben lévő útátjárón a kisiklott kerékpár elakadt, ennek hatására a vonat szétszakadt és automatikusan befékezett. A mögötte lévő vonatrész a csaptörött kocsira rátorlódott és még három kocsi kisiklott. Személyi sérülés nem történt. A pálya és a felsővezetéki rendszer súlyosan rongálódtak. A vasúti kocsik roncsolódtak a rakományuk (szén) egy része kiömlött. A vasúti pálya érintett szakasza kizárásra került a forgalomból.

2015-0365-5

2015. április 20-án hajnalban a 65822-1 tehervonatban, Pécel állomás bejárati jelzőjén belül, a 212. szelvényben a 21-dikként besorozott teherkocsi egyik tengelycsapja letört, a kocsi kisiklott. Az állomásra behaladva a 7. kitérőn a kocsi oldalra vezetődött, ekkor a fékrendszer szétszakadt, és a vonat önműködően megállt. Személyi sérülés, árukár nem keletkezett, a vasúti pálya kb. 300 m hosszban megrongálódott.

A Vb a szakmai vizsgálat során megállapította, hogy a tengelycsapok és a hozzá tartozó kerékcsapágyak belső gyűrűinek az illesztése nem volt megfelelő. A 2014-0572-5 eseménynél megállapítható volt, hogy a karbantartások során a villamos ívhegesztésre vonatkozó előírások be nem tartásából, a csapágyazás futófelületein és gördülő elemein „pitting” képződés jött létre. Ennek következtében a kopási folyamat felgyorsult, ami a csapágyak meghibásodásához vezetett.

3. ábra: a füzesabonyi baleset következménye

1 TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

1.1 Az esemény lefolyása

2014-572-5

2014. június 10-én az 53015 sz. tehervonatot az 1116 016 psz. mozdony továbbította. A szerelvényt 27 darab négytengelyes szénnel rakott kocsiból állították össze, Bükkábrány és Visontai Kombinát közötti szénszállítmány fordavonataként. Füzesabony állomás bejárati jelzőjének előjelzőjéhez közeledve az előjelzőn egy sárga fény volt, ezért a mozdonyvezető a sebességet folyamatosan csökkentette 35 km/h sebességre.

A siklást megelőzően a nyolcadiknak besorozott 31 55 5424 088-9 psz. kocsi 3. kerékcsapja letörött. Füzesabony állomás előtt az 1275+12 szelvényben a letörött csap a csapágytokkal együtt a kocsiról a pályára esett és a kerékpár kisiklott, így a betonaljakon kb. 1126 m hosszban haladt. Az AS1265 jelű fénysorompós útátjáróhoz érve a siklott kerékpár az átjáró elemekben elakadt és emiatt a mögötte lévő vonatrész a csaptörött kocsira rátorlódott. Ennek következtében még három kocsi kisiklott. A siklott járművekből kettő az oldalára borult egy a jobb vágányba csapódott. A csaptörött és az előtte lévő kocsi között a kapcsolatok szétszakadtak, ennek hatására a vonat önműködően befékezett. A leszakadt első vonatrész vége a mozdonnyal az átjáró után kb. 68 m-re megállt.

A mozdonyvezető az eseményt jelentette a füzesabonyi szolgálattevőnek, a mozdonyirányítónak és a vonalirányítónak.

2015-0365-5

2015. április 20-án az Eperjeske átrakóról Dunaújvárosba tartó 65822-1 tehervonatot a fogalmi szolgálattevő forgalmi okból fel kívánta tartóztatni Pécel állomáson, ezért a vonat Megállj! állású bejárati jelző előtt megállt. A kapott egy sárga fény melletti továbbindulás után – felkészülve az állomásban való megállásra – a vonat alacsony sebességgel haladt, majd a 212. szelvényben a 21-dikként besorozott 3356 6650 106-9 psz. teherkocsi feliratozással nem azonosított, menetirány szerinti bal első tengelycsapjának törése következtében a csapágyház leesett, a kocsi érintett forgóváza pedig kisiklott.

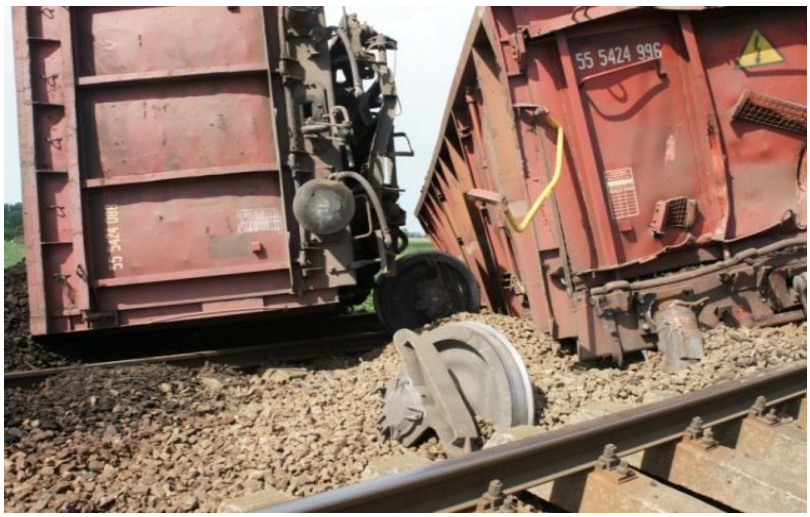
A mozdonyvezető a kisiklást nem észlelte, a siklott kocsit tovább vontatva az állomás 7. kitérőjén oldalirányba vezetődött, ennek hatására szakadt szét a légféktömlő, amely *a vonat önműködő befékezéséhez vezetett.*

1.2 Személyi sérülés

Sérülések	Személyzet	Utasok	Útátjáró használók	Egyéb
Halálos	-	-	-	-
Súlyos	-	-	-	-
Könnyű	-	-	-	-
Nem sérült	1-1	-	-	-

1.3 Vasúti járművek sérülése

A füzesabonyi balesetben kisiklott négy teherkocsi, ebből három olyan mértékben megrongálódott, hogy selejtezésre kerültek. A feldarabolásuk a helyszínen történt, a járművekben keletkezett kár 19 millió forint.



4. ábra: a roncsolódott kocsik Füzesabony közelében

A péceli balesetben a kisiklott teherkocsi forgóváza használhatatlanná vált, a járművekben keletkezett kárt azonban a vasúti társaság a zárójelentés-tervezet elkészítéséig nem tudta megadni.

1.4 Infrastruktúrában keletkezett kár

A füzesabonyi baleset következtében a felsővezetéki rendszer és a vasúti pálya jelentősen megrongálódott, a bal vágány kb. 1150 m a jobb vágány kb. 40 m hosszban a keletkezett kár értéke 157 millió forint volt.

5. ábra: a vasúti pálya helyreállítása és a roncsok eltávolítása Füzesabony közelében

A péceli balesetben a betonaljak 300 m hosszban összetörtek, továbbá az állomás 5. és 7. kitérője megrongálódott. A kárértéket a zárójelentés-tervezet elkészítéséig a Vb nem kapta meg.

1.5 Egyéb kár

A füzesabonyi baleset bekövetkezését követően mindkét vágányt kizárták a forgalomból. A jobb vágányon 2014. június 12-én indult újra a vasúti forgalom, a bal vágányt 2014. június 15-én adták vissza a forgalomnak. A tehervonati terelési és a vonatpótló autóbuszok költsége kb. 6 millió forint kárt okozott.

A péceli balesetben csak a bal vágányt kellett a forgalomból kizárni, 1 személyszállító vonat késett 75 percet.

A vasúti társaság becslése szerint a péceli balesetben összesen kb. 3-5 MFt kár keletkezett.

1.6 A mozdonyvezetők adatai

Esemény	2014-0572-5	2015-0365-5
Kora	51 év	54 év
Neme	férfi	férfi
Szakképesítése	országos közforgalmú vasúti járművezető	országos közforgalmú vasúti járművezető
Beosztása a baleset idején	mozdonyvezető	mozdonyvezető
Vonalismeret	érvényes	érvényes
Típusismeret vontatójárműre	érvényes	érvényes
Orvosi alkalmasság	érvényes	érvényes
Szolgálat kezdete	2014. június 10. 4:50	2015. április 19. 19:00
Előző szolgálat befejezése	2014. június 6. 12:00	2015. április 19. 0:45

1.7 A vonatok jellemzői

Esemény	2014-0572-5	2015-0365-5
Vonatszám	53015	65822-1
Vonat neme	tehervonat	tehervonat
Menetvonal tulajdonos	RCH Zrt.	RCH Zrt.
Mozdonyok pályaszáma	91 81 1116 016-7	630 028
Mozdony tulajdonosa	ÖBB/RCH	MÁV-Start Zrt.
Továbbított kocsik tulajdonosa	RCH Zrt.	PSZ a.s.
Továbbított kocsik száma	27 db rakott	26 db rakott
Vonathossz	401 m	340 m
Elegytömeg	2123 t	1930 t
Előírt fékszázalék	52%	43%
Tényleges fékszázalék	65%	66%

1.7.1 A balesetet okozó kocsik adatai

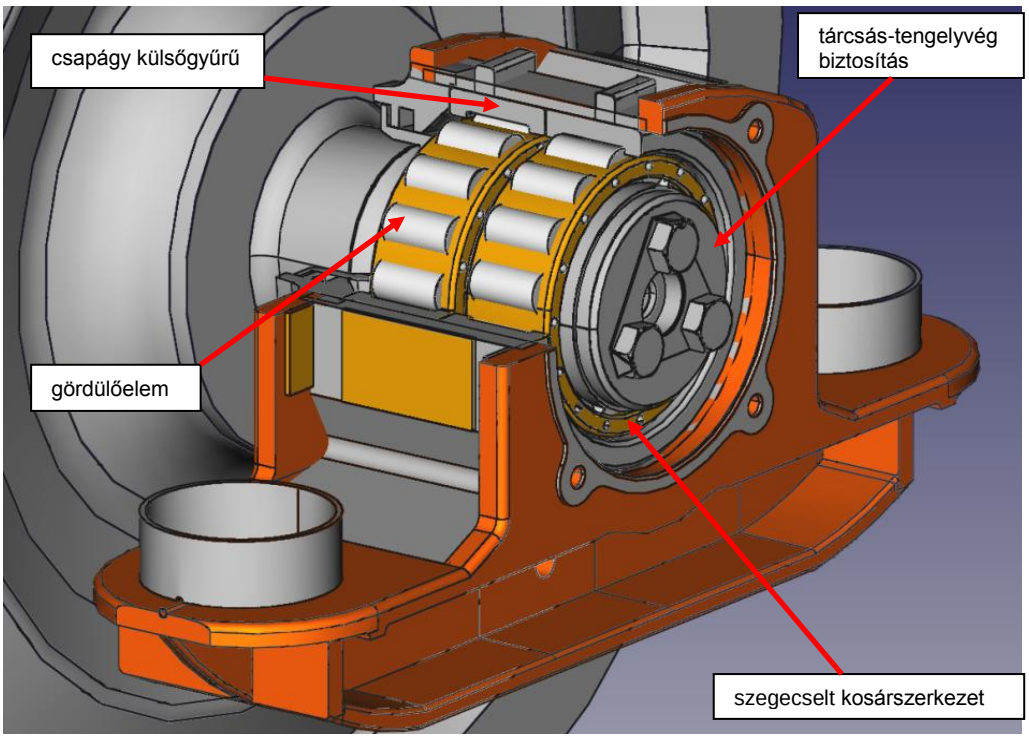
A tengelycsap törött teherkocsik mindkét esetben Y25 típusú forgóvázzal szereltek. E típus egylépcsős rugózással rendelkezik, melyet a csapágyházak két oldalán elhelyezett progresszív tulajdonságokkal rendelkező duplex csavar rugók valósítanak meg. A rugózás lengéscsillapítását a csapágyvezetékek belső oldalán lévő súrlódásos lengéscsillapítók végzik. A kerékpárok Daxk jellegűek, futókör átmérőjük 920 mm. A füzesabonyi balesetet okozó kerékpár tengelycsapjának névleges átmérője 120 mm. A kerékpár csapágyazása kétsoros hengergörgős kivitelű, a csapágyak jelei WJP120/240, WJ120/240 és NJP120x240, NJ120x240, rögzítésük tengely végtárcsás kivitelű 6, 7, 8. ábrák mutatják be.

A péceli balesetet okozó kerékpár tengelycsapjának névleges átmérője 130 mm. csapágyazása kétsoros hengergörgős, a csapágyak rögzítése tengely végtárcsás kivitelűek.

6. ábra: a balesetet okozó sérült csapágyazás (csapágy típusa, gyártó jele)

7. ábra: a sérült csapágyazással ellentétes oldali csapágyazás (gyártó jele, csapágy típusa)

A balesetet okozó kocsi kerékpár csapágyazásának felépítése a 8. ábrán látható.



8. ábra: a kerékpár csapágyazása, Y25 ágytokkal

1.7.2 A 31 55 5424 088-9 psz. kocsi javításai

A Füzesabonynál siklott 31 55 5424 088-9 teherkocsi kocsi fővizsgálata 2010. január 5-én volt a TSH miskolci járműjavító üzemben.

A fővizsgálat után a baleset bekövetkezéséig több alkalommal végeztek a kocsin futójavításokat (szekrény, futómű, fékberendezés, ütköző készülék, ívhegesztés).

A kocsin végzett ívhegesztési munkákat a 1. táblázat tartalmazza.

dátum	Kocsijavító műhely
2012.07.18.	Hatvan
2012.11.23.	Celldömölk
2012.12.19.	Fényeslitke
2014.04.15.	Füzesabony

1. táblázat: ívhegesztések helye és időpontjai

1.7.3 A balesetben részes tengelyek vizsgálatai

A füzesabonyi balesetet okozó 31 55 5424 088-9 psz. kocsi törött tengelycsapjának és a csapágytokjának vizsgálata 2014. június 16-án a miskolci MÁV Gépészet Zrt. területén lévő műhelyben kezdődött el, majd további vizsgálatok céljából a miskolci TSH műhelyébe lett átszállítva.

A péceli balesetben részes forgóváz vizsgálatára a MÁV-Start Zrt. ferencvárosi vontatási telepén került sor.

A sérült csapágyakon és a tengelycsonkon a „hőnfutás” következtében olyan nagymértékű alakváltozások keletkeztek, hogy a korábbi adatokkal való összevetéshez geometriai méréseket nem lehetett végezni, csak szemrevételezéses vizsgálatot.

Alkat-rész	Füzesabonyi baseset	Péceli baseset
	megállapítások	
Csapágytok		
	Az csapágytok fedelét rögzítő csavarok a helyükön voltak. A jobb alsó csavarfej acélhuzallal átfűzött hívójeles pecsétzárral el volt látva.	Az csapágytok fedele és fedélrögzítő csavarjai a helyükön voltak.

Alkat-rész	Füzesabonyi baleset	Péceli baleset
	megállapítások	
Tengelyvég biztosítás		
	Az ágytok elülső fedél leszerelésre került, a tengelyvég szerelvények a helyükön voltak, (biztosító lemez, biztosító csavarok, végtárcsa). A nagy hő terhelés hatására a kenőanyag (zsír) elégett. A biztosító csavarokat a menetes furatból kihajtani nem lehetett, a csavarfejek levágásra kerültek.	A tengelyvég-biztosítás alkatészei változó mértékben felmorzsolódva a csapágyházban voltak – 1 csavar kivételével. A hiányzó csavar bele volt törve a tengelyvégbe, de a letört darab nem volt megtalálható.
Tengelycsap		
	A törött tengelycsap a nagy hőterhelés hatására a csapágyak terhelési síkjában elvékonyodott és megnyúlt.	A törött tengelycsap a nagy hőterhelés hatására a csapágyak terhelési síkjában elvékonyodott és megnyúlt.

Alkat-rész	Füzesabonyi baleset	Péceli baleset
	megállapítások	
Belső csapágygyűrű és gördülőelemek		
	A csapágy belsőgyűrűk és a gördülő elemek a nagy hő hatására kilágyultak, gördülőelemek lenyomata jól megfigyelhető. A kerékre eső terhelő erő hatására maradó alakváltozást szenvedtek. A belső gyűrű eltört, a gyűrűn jól látható a csaptörés előtti állapot. A csapágygyűrű belső palástfelületén kétirányú csúszó forgásra utaló nyomok láthatóak.	A belső gyűrű és a görgőkosár összetört. A csapágygyűrű belső palástfelületén egyirányú csúszó forgásra utaló nyomok láthatóak.

9. ábra: a sérült csapágyazás vizsgálatának megállapításai

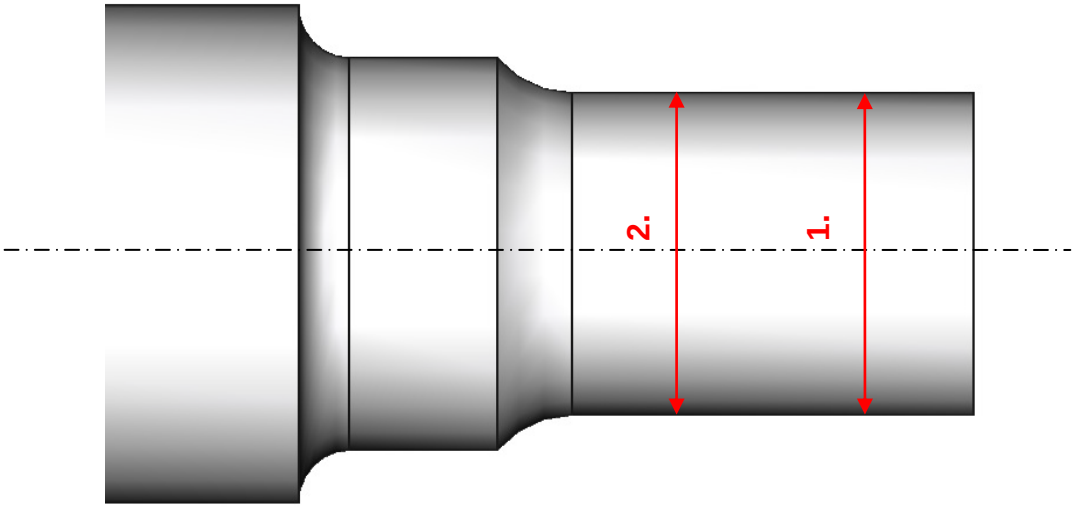
1.7.4 A tengelyek ép csapágyainak vizsgálata

1.7.4.1 A füzesabonyi kisiklásban érintett tengely

2014. július 31 - én a Miskolc TSH járműjavító műhely területén a balesetet okozó 49811 tengelyszámú kerékpáron, a sérült csapágyazással ellentétes oldali kerékcsap és a hozzá tartozó belső csapágy gyűrűk geometriai mérésére került sor.

A vizsgálat lépéseit a 10, 11 ábrák az eredményeit a 2, 3, 4 táblázatok mutatják be.

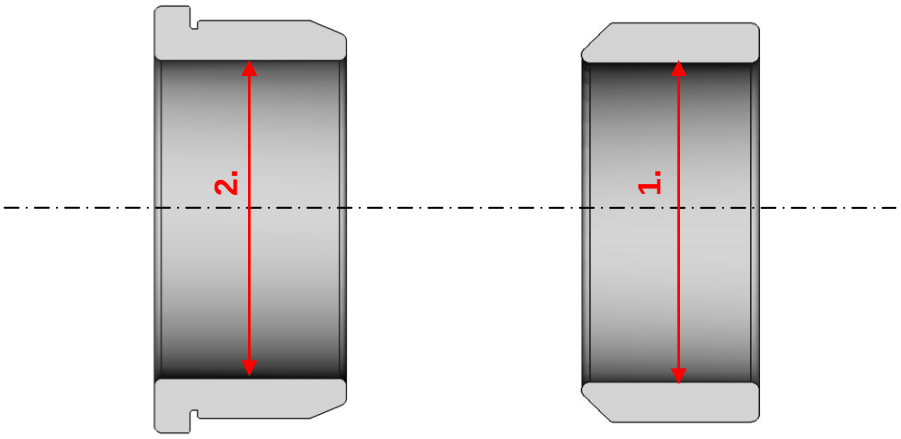
A mérések teljes hőmérséklet kiegyenlítődés után lettek elvégezve 20˚C-on. A mérőeszközök mikrométer mérőetalonnal ellenőrizve, mérőóra nullpontra állítása beállító gyűrűvel történt.



10. ábra: mérési helyek a tengelycsapon

Mérési hely	Mérés (mm)			Átlag
	I.	II.	III.	
1.	120,022	120,022	120,026	120,023
2.	120,032	120,036	120,036	120,035

2. táblázat: a csapmérés adatai 1. és 2. síkban, 120˚-onként mérve



11. ábra: belső csapágygyűrűk mérési helyei

Mérési hely	Mérés (mm)					Átlag
	I.	II.	III.	IV.	V.	
1.	- 0.007	- 0.008	- 0.008	- 0.012	- 0.009	- 0.0088
2.	- 0.01	- 0.01	- 0.015	- 0.017	- 0.013	- 0.013

3. táblázat: a csapágygyűrűk mérési adatai 1 és 2 síkban öt - öt méréssel (leolvasott adatok, a mérőóra 120 mm bázisnál jelez 0,0 értéket)

Mérési hely	Tényleges túlfedés (mm)	Előírt minimális túlfedés (mm)
1.	0.032	0.037
2.	0.048	0.037

4. táblázat: 1. és 2. mérési helyeken a túlfedés értéke

Az 1. mérési helyen a csapágygyűrű illesztési túlfedése nem megfelelő értékű volt.

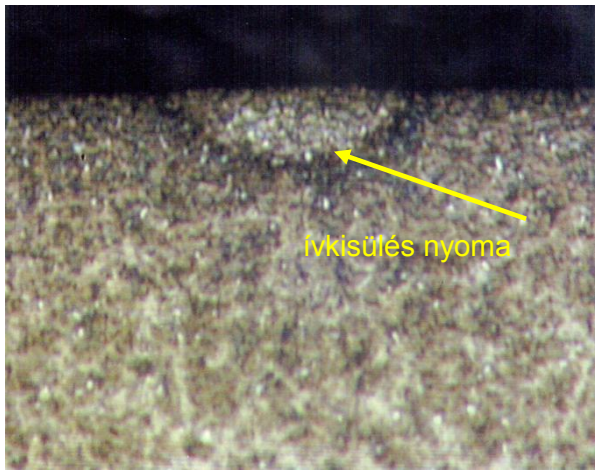
A csapágyazásokból kiválasztott alkatrészek, szakértői vizsgálatára került sor (mikroszkópi, makroszkópi, keménységmérés).

Az AGMI Zrt. által elvégzett szakértői vizsgálat összefoglalásában a következő válaszok fogalmazódtak meg, a sérült csapágyazásról és a törött tengelycsonkról:

- „a tengelycsap törése az üzemeltetés során jelentkező mechanikai igénybevétel hatására következett be, amelyet a tengelycsap túlhevülése okozta jelentősen lecsökkent mechanikai tulajdonságai nagyban elősegíthették,”
- „a sérült csapágygyűrű törése szintén annak túlhevülésével hozható kapcsolatba.”

A sérült csapágyazással ellentétes oldali belső csapágygyűrű futófelületén lévő sérülések jellegéről:

- a csapágy belsőgyűrű futófelületén lévő sérülések jellegük alapján villamos ívhúzás nyomai.



11. ábra: a csapágy belső gyűrű futópályán a villamos ív okozta sérülés N=1000x

1.7.4.2 A péceli kisiklásban érintett tengely

A péceli kisiklásban érintett 565 751 azonosító számú tengely egyben maradt csapágyát, illetve a kisiklott forgóváz másik tengelyének csapágyát 2015. június 16-án vizsgálta a Vb a TSH Miskolc járműjavító műhely területén. Szemrevételezés alapján a csapágygyűrű felületén apró benyomódások láthatóak (12. ábra).

12. ábra: a sérülttel átellenes oldali csapágygyűrű felülete

A vizsgálat során a csapágy belső gyűrűk indukciós hevítéssel való eltávolítására került sor, a jelenlévők mérték azt a hőmérsékletet, ahol a gyűrű a tengelyen megmozdul. Az indukciós hevítéssel történő gyűrűk leszerelése nem a valós üzem szimulálása, hanem a gyűrűk és a csap közti hőmérséklet különbség igazolására lett elvégezve.

A mért értékek:

Tengelyszám:	565 751 (sérült)	566 379 (ép)	
	Hőmérséklet (˚C) a gyűrű megmozdulásakor		
Tengely:	44	34	32
Külső gyűrű:	78	98	81
Belső gyűrű:	92	97	72

A csapágygyűrűk mérésére a következő napokban – azok visszahűlése után – Vb jelenléte nélkül került sor a járműjavítóban. A mért adatok a sérült tengely épen maradt csapágyán:

	Csapágygyűrű	Tengelycsap
Belső csapágygyűrű	130,006 130,006 130,007	130,049 130,055 130,053
Külső csapágygyűrű	130,005 130,006 130,005	130,052 130,055 130,055

1.8 Az infrastruktúra leírása

A vasútvonal mindkét esetben kétvágányos, 210kN tengelyterhelésű, zúzottkő ágyazatba fektetett betonaljas felépítményű, 54 kg/fm sínekkel. A pályán alkalmazható legnagyobb sebesség 120 km/ó. Önműködő térközbiztosító berendezéssel felszerelt, jelfeladásra kiépített. A vonal villamos felsővezetéki hálózattal van ellátva.

A füzesabonyi esemény helyszínén a pálya vonalvezetése egyenes, síkvidéki. A péceli kisiklás helyén a pálya – a vonat menetirányában nézve – jobb ívben fekszik.

1.8.1 Dinamikus kerékterhelés - mérő, (eRDM) rendszer

Mezőkeresztes-Mezőnyárád és Mezőkövesd állomások között a bal vágány 1426+67.34 szelvényében a vasúti pályába dinamikus tengelyterhelés-mérő rendszert építettek, mely az elhaladó szerelvények kerék- és tengelyterhelés mérését utazó sebesség mellett végzi, az eredményeket egy adatbázisban tárolja. A tengelyterhelésre vonatkozó mérési pontatlanság a sebességtől függetlenül 2 % alatt van.

A rendszer a méréseket egy adatközpontba küldi, amely a szerelvények azonosítása és engedélyellenőrzését követően, amennyiben a mért- és a beállított határértékek összevetése alapján szükséges, riasztást küld a megfelelő biztonsági pontra (a riasztások kiértékelésére és a szükséges intézkedések megtételére kijelölt állomások). A kialakítás szempontjából Füzesabony állomás technológiai és biztonsági pont, Emőd állomás biztonsági pont.

Az eRDM dinamikus tengelyterhelés mérő rendszert 2011.01.15-én adták át a MÁV Zrt. részére. A próbaüzemet követően 2012. június 14-én állították a rendszert éles üzembe. A rendszer üzemeltetését az 1/2012 (I.13. MÁV Ért.1.) IÁVIGH sz. utasítás szabályozza. Ebben az utasításban vannak meghatározva azok a határértékek, melyek elérése esetén a rendszer riasztásokat ad. A rendszer üzemeltetéséért felelős MÁV Zrt. a fejlesztő által meghatározott számítási módszereket és a riasztási határértékeket 2012. november 09-én jóváhagyta.

A jelzési és riasztási értékek az üzemeltető által beállíthatók.
Az eRDM nem biztonságkritikus rendszer. A kialakítás során a követelmények között nem szerepelt a közvetlen vasútbiztonsági alkalmazás.

2014-0572-5 esemény

A Vb rendelkezésére bocsátott eRDM berendezés adatállománya szerint a balesetben érintett 53015 sz. vonat a mérőpontra 2014. június 10-én 12 óra 54 perc 25 másodperckor haladt be. Az 5. táblázat mutatja be a balesetet okozó kocsinak a berendezés által mért adatait.

VTK adatok				Mért adatok				Terhelési aszimmetria		Terheléseltérés a névleges értéktől	
Kocsi Sorszám, menetirány	Kocsi azonosító	Névleges tengelyterhelés	Terhelés	Bal	Jobb	Tengelyterhelés	Kocsi terhelés	Hossztengely menti terhelés-eltérés (%)	Első-hátsó terheléseltérés (%)	Tengely (%)	Kocsi (%)
↑ 8	3155 5424 088-9	19,550 kg	78,200 kg	16,250 kg	4,210 kg	20,240 kg	81,930 kg	5.75 %	0.22 %	3.41 %	4.55 %
		19,550 kg		4,030 kg	16,420 kg	20,770 kg				5.87 %	
		19,550 kg		11,250 kg	9,490 kg	20,470 kg				4.49 %	
		19,550 kg		10,790 kg	9,900 kg	20,450 kg				4.40 %	

5. táblázat: a 31 55 5424 088-9 psz. kocsi adatai

2015-0365-5 esemény

A Vb rendelkezésére bocsátott adatállomány szerint a balesetben érintett 65822-1 számú vonat a mérőpontra 2015. április 19-én 22 óra 06 perckor haladt be. A 6. táblázat mutatja be a balesetet okozó kocsinak a berendezés által mért adatait.

Tengely sorszáma a vonatban	Mért értékek			Tengelyen belüli kerékterhelés eltérés (%)	Riasztás
	Bal oldali kerékterhelés	Jobb oldali kerékterhelés	Tengelyterhelés		
87	10,210 kg	9,600 kg	19,780 kg	6,16	
88	10,130 kg	9,720 kg	19,620 kg	4,13	
89	9,260 kg	8,450 kg	17,700 kg	9,15	
90	9,290 kg	7,320 kg	16,680 kg	23,72	

6. táblázat: a 3356 6650 106-9 psz. kocsi adatai

1.8.2 Hőnfutásjelző berendezés

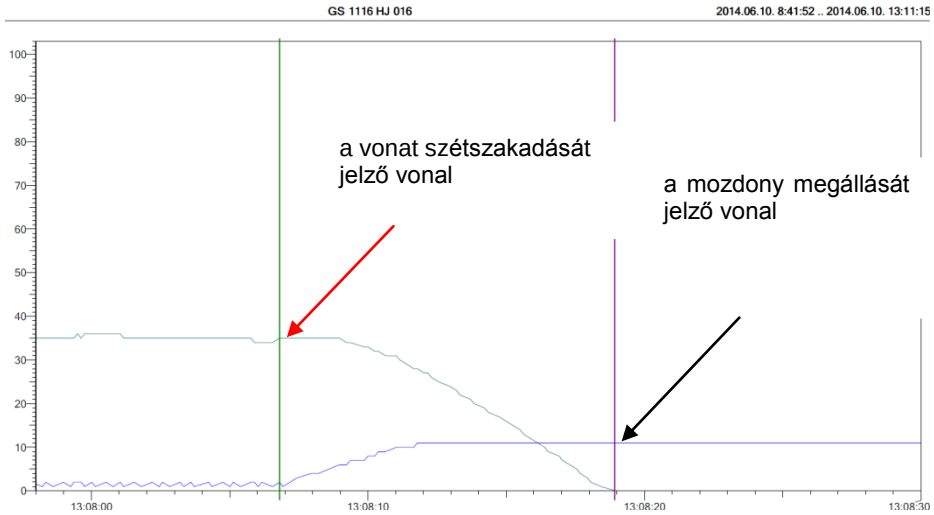
A hőnfutás jelző berendezés Kál-Kápolna és Füzesabony állomások között a jobb vágány 1156 sz. szelvényben, valamint Mezőkövesd és Füzesabony állomások között a bal vágány 1304 sz. szelvényében van telepítve. Mind két berendezés visszajelentése Füzesabony állomás forgalmi irodában van. A berendezések 4 éve üzemképtelenek a visszajelentést adó írószerkezetek, a berendezés indítását végző sínérintők működésképtelensége miatt. Az 1304 sz. szelvényben lévő berendezés konténer egységéből több alkatrészt eltulajdonítottak, ezért üzemképtelen.

1.9 Állomási adatok

Az esetek szempontjából nincs jelentősége, azért részletezése nem szükséges.

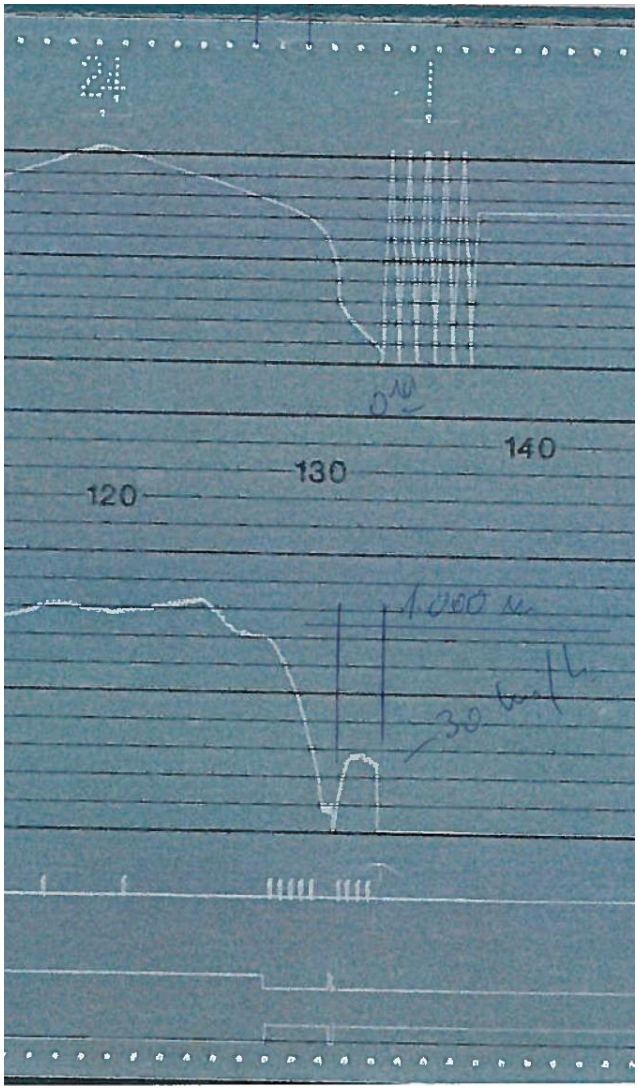
1.10 Vasúti jármű adatrögzítője

A füzesabonyi esemény bekövetkezésekor az 116 016 psz. mozdony DEUTA DSK 20 típusú, adatrögzítővel volt felszerelve. A berendezés a baleset idején és azt megelőzően megfelelően működött.



13. ábra: a 1116 016 mozdony menetíró regisztrátuma

A péceli esemény bekövetkezésekor a 630 028 psz. mozdony Teloc RT12 típusú, 150 km/h méréshatárú adatrögzítővel volt felszerelve. A benne volt szalag képét a 14. ábra mutatja.



14. ábra: az adatrögzítő szalag képe a 630 028 mozdonyon

1.11 Kommunikációs eszközök

Az esettel kapcsolatban az eRDM kerékterhelésmérő berendezés adatgyűjtő állomása GPRS hálózaton küldte el a központi szerver számítógépre a mérőmodulok által mért adatokat.

1.12 Meteorológiai adatok

A füzesabonyi esemény időpontjában csendes derült volt az ég, légmozgás nem volt a levegő hőmérséklete 36 C° volt.

A péceli eset idején és helyén egy hidegfront után, felszakadozott egű éjszakán +4..+2°C között lehetett a léghőmérséklet, a talaj mentén enyhe faggyal (deret a helyszínelők is észleltek). A légmozgás legyengült, a léghőmérsékletben 10°C-ot nem meghaladó napi hőingás volt jellemző, hulló csapadék pedig már a megelőző nap sem volt.

1.13 A túlélés lehetősége

A balesetek során közvetlen életveszély nem alakult ki, tekintettel arra, hogy a másik vágányon ez időben vonat nem közlekedett.

1.14 Próbák és kísérletek

A Vb próbákat és kísérleteket nem végzett.

1.15 Érintett szervezetek / a munkaszervezés jellemzése

Az eseményben érintett szervezetek munkaszervezése nem játszott szerepet az esemény kialakulásában, ezért ismertetésük nem szükséges.

1.16 Szabályok és szabályzatok

1.16.1 Miskolci Járműjavító TL2308C sz. technológiai utasítása

I. TÁBLÁZAT

<u>Görgőscsapágyak belső gyűrűjének tűrése</u>

(A tűrések µm-ben értendőek)

Névleges furatátmérő (mm)		A középátmérő „dk" tűrései dk= d min+d max/2		A furatátmérő „d" megengedett méreteltérései		Sugárirányú futópálya ütés	Görgővezető perem ütése a homlokhoz	Homlok ütése	A szélesség		
felett	- ig	felső	alsó	max	min		maximum		Megengedett méret eltérései		Eltérés a párhuza-mostól
80	120	0	-20	5	-25	25	20	20	0	-20	25
120	180	0	-25	6	-31	30	24	24	0	-250	30

d min = Legkisebb mért furatátmérő
d max = Legnagyobb mért furatátmérő

VI.TÁBLÁZAT
<u>Tengelycsapok mérete és mérettűrései</u>

Az ISO szerinti alábbi tűrések µm-ben értendőek (MSZ 180/5 és 180/6)

Névleges csap átmérő (mm)		**A CSAP**		
		Átmérőjének tűrése n6		**Ovalitása, köralaktól eltérése alkotó görbültsége, kúpossága**
felett	- ig	felső	alsó	
80	120	+ 45	+ 23	$11^{-/}$
120	180	+ 52	+ 27	$13^{-/}$

$^{+/}$ a tűrést IT 6 felében szabtuk meg.
<u>Megjegyzés:</u> *Dax, Daxk jellegű tengelycsapok tűrése n6-ról p6-ra módosul.*

a tűrésmező továbbra is IT 6 minőségű Gy.211/6700 1974. 10B rendelet.

Tehát: *Ø 120 csap esetén mikron illetve Ø 118 csap esetén mikron.*

2.2.4. A külső gyűrűk homlokfelületére, erre a célra rendszeresített vegyszerrel „V”betűt (vizsgált) hívójelet és dátumot kell felírni, a rendszeresített íróceruzával.

1.16.2 Dinamikus Tengelyterhelés-mérő Rendszer (eRDM)

Az 1/2012. (I. 13. MÁV ÉRT. 1.) IÁVIGH számú infrastruktúra általános vezérigazgató-helyettesi utasítás alapján. Az Utasítás a meghirdetés napján lép hatályba 2012. január 13.

3.8 dinamikus kerékterhelés-mérő berendezés

A vonatokban lévő vasúti járművek kerékterhelésének, a pályára engedélyezett járműsebesség melletti, mérésére képes mérőberendezés, amely képes kimutatni az elmozdult rakományokat, az egyenetlen kerékterhelést, a hibás futóművű járműveket és az alakhibás kerekeket(keréklaposodás).

3.15 Riasztások

Riasztási szintek meghatározása a riasztási szinteknek megfelelő határértékek alapján.

3.16 Riasztási szintek

3.16.1 *Riasztás 1: 219,3 kN (21,93 t) < mért érték ≤ 229,5 kN (22,95 t),*

3.16.2 *Riasztás 2: 229,5 kN (22,95 t) < mért érték ≤ 244,8 kN (24,48 t),*

3.16.3 *Riasztás 3: a mért érték > 244,8 kN (24,48 t).*

3.16.4 *Riasztás 4: egyenlőtlen tengelyterhelés amely kéttengelyű járműnél 1:2, forgóvázas járműnél 1:3, hossztengely mentén 1:1,25 arányú terhelés-eltérést meghaladóan.*

4.1 Általános előírások

4.1.1 *A 80. sz. Budapest – Keleti – Hatvan - Miskolc-Sátoraljaújhely oh. vasútvonalon fekvő Mezőkövesd és Mezőkeresztes-Mezőnyárád szolgálati helyek között dinamikus kerékterhelés-mérő berendezés került telepítésre. A dinamikus kerékterhelés-mérő berendezés az áthaladó vonatban képes valamennyi járművet beazonosítani, azon tengelyterhelés összesítés útján kocsi össztömeg megállapítást végezni, illetve képes azokat a járműveket beazonosítani, amelyek tengelytúlterheltek vagy egyenlőtlen tengelyterhelésűek.*

4.2 a közlekedés szabályozása

A különböző riasztási fokozatok – a dinamikus kerékterhelés-mérő berendezés riasztási határai – alapján a szükséges intézkedések megtétele Rk engedéllyel nem rendelkező küldemények, illetve Rk engedéllyel rendelkező küldemények esetén, ha a mért érték az előírt riasztási értékeket meghaladja.

4.2.4 riasztás 4: egyenlőtlen tengelyterhelés miatti riasztás

Egyenlőtlen tengelyterhelés miatti riasztás esetén a biztonsági pontra az adott vonatot az átmenő fővágányra bejáratni nem szabad. A szolgálati hely más fővágányára

Hívójelzéssel vagy a bejárati jelzőnél élőszóval történő értesítés után lehet bejáratni. A biztonsági ponton a közlekedő vonatot meg kell állítani és i és értesíteni kell a vasúti társaságot.

1.16.3 A MÁV Zrt. F.2. sz. forgalmi utasítása az alábbiakban rendelkezik a tengelyterhelés figyelembe vételéről:

6.6. *Ha a vonatba besorozott járművek tengelyterhelése az engedélyezett tengelyterhelést meghaladja és erről a forgalmi szolgálattevő jelentést kap, akkor a járműveket a rendkívüli küldeményekre előírtak szerint kell továbbítani.*

11.1.1. *A vonat szerelvényének összeállításakor az alábbiakat kell figyelembe venni:*

a) a vállalkozó vasúti társaságok erre vonatkozó előírásait, az Utasítás, a segédkönyvek és az egyéb utasítások különleges besorozási szabályait, a vonalra érvényes tengelyterhelést.

1.16.4 Vasúti vontatott járművek kerékterhelés mérése (MÁVSZ 2894)

1. Mérlegelés

A vontatott járműveket mérlegelni kell az alábbi esetekben:

- főjavítás után a forgalomba adás előtt,
- fővizsga után az alábbi esetekben

- *v ≥160 km/h sebességű kocsiknál,*
- *tervezési sebességnél nagyobb sebességgel üzemeltett kocsiknál,*
- *vezérlőkocsiknál,*
- *a kocsik belső átalakítása után, ha súlyelosztásukat megváltoztatták, v≥160 km/h sebességű kocsiknál minden olyan alkatrészcsere esetén, mely a kerékterhelést megváltoztathatja,*

- kisiklott kocsi helyreállítása után a forgalomba adás előtt,
- balesetvizsgálattal kapcsolatban, a balesetvizsgáló bizottság által meghatározott módon és időpontban.

Vasúti vontatott járművek kerékterhelés mérése (MÁVSZ 2894)

4.3. *A megengedett eltéréseket .**a** táblázat tartalmazza. Mérlegelés szempontjából forgalomképes a vontatott jármű, ha a kiszámított értékek a megadott eltéréseket nem haladják meg. Ha bármely számított érték nagyobb a táblázatban megadottnál, akkor a hiba feltárása, illetve elhárítása után a teljes mérlegelést meg kell ismételni.*

A vontatott jármű engedélyezett sebessége		*Megengedhető terhelés eltérések (%)*				
Teher (jele)	*Személy (km/h)*	*A*	*B*	*C*		*D*
					(1)	
	V≥160	*5*	*5*	*4*	*5*	*4*
*SS,***	*100 < V < 160*	*8*	*5*	*5*	*8*	*5*
S,egyéb	***V≤100***	***10***	***8***	***5***		***5***

1.16.5 Az EN 15085-4 „Vasúti alkalmazások – Vasúti járművek és jármű részegységek hegesztése" Európai Szabványsorozat

5.2.2 A hegesztés végrehajtása

5 A hegesztő áram visszatérő vezetékét (munkadarab befogás) a hegesztendő alkatrészhez úgy kell közvetlenül csatlakoztatni, hogy az alacsony ellenállással megfelelő elektromos kapcsolat legyen. A hegesztő áram visszatérő vezetékét ajánlatos a hegesztési területhez legközelebb eső helyen elhelyezni.

6 Vasúti járművek hegesztésekor a hegesztő áram visszatérő vezetékét annak a helynek a közelében kell a járműhöz csatlakoztatni, ahol a hegesztés történik. Mivel fennáll a veszélye, hogy a rajtuk átmenő áramtól a csapágyak meghibásodnak, a hegesztő áram visszatérő vonalát tilos a sínekhez csatlakoztatni.

1.16.7 MÁV-START Zrt. IEU07 számú I*ntegrált Eljárási Utasítása rendelkezik a hegesztésekre*

4.8. Hegesztési műveletek

Azokon a telephelyeken, ahol a teherkocsik karbantartásárhoz be kellett vezetni a RIL irányelveket, ott az IKT-500-AA-0769, RIL karbantartási irányelvek teherkocsik javítására című dokumentum szerinti ellenőrzést kell alkalmazni.

RIL 862.00.00A11 Teherkocsik karbantartása, Hegesztési munkák teherkocsikon

2. Az EN 15085-höz kiegészítésül be kell tartani a DIN 27201-6 vasúti járművek hegesztés-technikai karbantartásának követelményeit és különlegességeit. Különös tekintettel figyelembe kell venni az alapvető szabályokat, a DIN 272016 hegesztési tilalmait és korlátozásait.

6. Villamos hegesztésnél a szorítókengyelt mindig szorosan, jól vezető módon a hegesztési tartományhoz a lehető legközelebb kell helyezni. Ügyelni kell arra, hogy ne történhessen áramátfolyás a csapágyakon vagy más áram-érzékeny részeken.

1.17 Kiegészítő adatok

A Vb-nek érdemi kiegészítő adatot nem hoztak tudomására és a fenti tényadatokon kívül más információt nem kíván nyilvánosságra hozni.

1.18 Korábbi hasonló esemény

2014. április 6-án (2014-343-5) Ferencváros állomáson a 91 759 sz. vonatba sorozott 33 53 5321 098-2 psz. kocsi 1. kerékcsapágya „hőnfutott” lett, a kerékcsap letörött és a kerékpár kisiklott. A baleset vizsgálata jelen vizsgálattal párhuzamosan kerül lezárásra.

2 ELEMZÉS

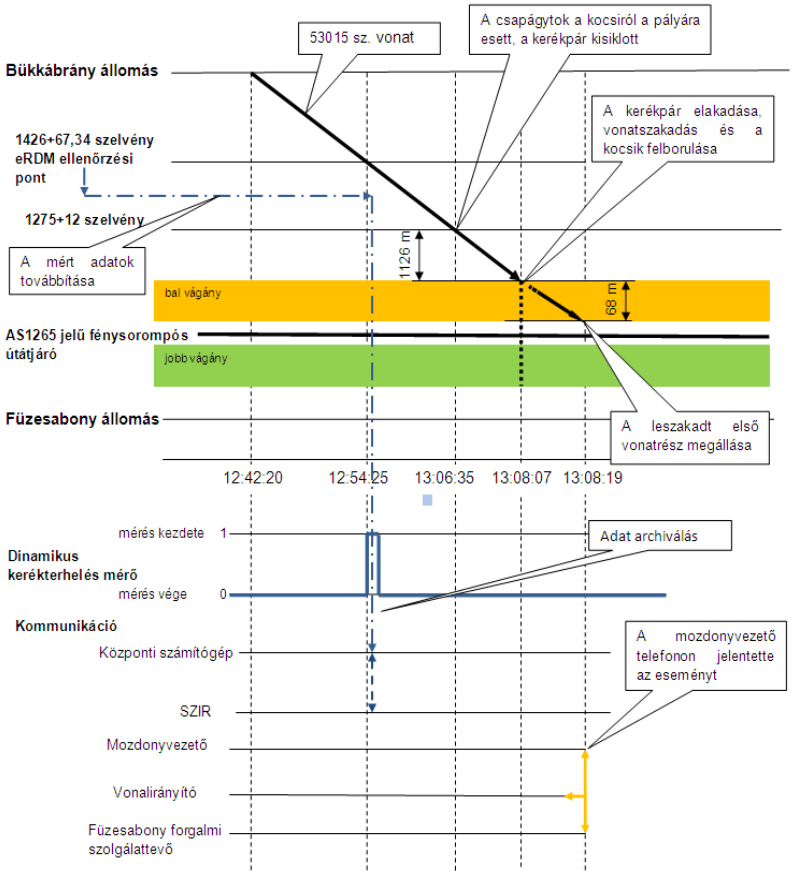
2.1 A vonat haladása

2.1.1 Füzesabony

Az 53015 sz. tehervonat a baleset előtt a Füzesabony – Mezőkövesd állomásközben az 1428-1426 sz. szelvényekben lévő 60 km/ó lassan bejárandó pályarészt elhagyva 90 km/ó sebességre gyorsított fel. A vonatra engedélyezett (90 km/h) sebességet nem lépte túl. Füzesabony állomás bejárati jelzőjének előjelzőjéhez közeledve az előjelzőn egy sárga fény volt, ezért a mozdonyvezető a sebességet folyamatosan csökkentette.

A vonatba nyolcadiknak besorozott 31 55 5424 088-9 psz. kocsi 3. kerékcsapja „hőnfutás” következtében eltörött, a csapágytokot a tengelycsonkkal együtt a „T” biztosító a forgóvázon tartotta. A forgóváz a fékrudazat vízszintes emeltyűjén keresztül a tengelytörzsre támaszkodott és így haladt tovább. Majd a baleset helyszíne előtt kb. 1126 m-re a csapágytok a kocsiról a pályára esett, ezáltal a kerékpár vezetése megszűnt és a kerékpár kisiklott. A siklott kerékpár a keresztaljakon gördülve, csúszva haladt tovább. Ekkor a vonat sebessége kb. 55 km/h volt.

A kisiklott kerékpár a menetirányt tekintve a kocsi harmadik tengelyeként az AS1265 jelű fénysorompós útátjáróhoz érve, kb. 35 km/h sebességgel haladva az átjáró elemekben elakadt, és a forgóváz keresztbe fordult, ezáltal a vonat szétszakadt, majd befékeződött, a mögöttes vonatrész rátorlódott és még további három kocsi kisiklott. A mozdony és az első hét kocsi a befékeződés után kb. 68 m úton állt meg.



15. ábra: az események időrendben STEP - ábra

2.1.2 Pécel

A 65822-1 sz. tehervonat a baleset előtt Pécel állomáshoz közeledve a bejárati jelző előtt lassú haladást követőn megállt, majd kb. 1 percet várt a továbbhaladás engedélyező jelzés megjelenésére. A kapott egy sárga fény mellett lassan, 28 km/h legnagyobb sebességgel továbbhaladt, az állomáson belül várható feltartóztatás miatt.

A lassú behaladás közben a vonatba 21-ediknek (a mozdonytól kb. 280 méterre) besorozott 3356 6650 106-9 psz. kocsi bal első kerékcsapja (amely ekkor 28 km/h-val haladt) „hőnfutás” következtében eltörött, a csapágytok és a rugórendszer elemei a két vágány közötti részre estek, egyúttal a kocsi kisiklott.

A kisiklott kocsival a vonat továbbhalad, időközben néhány további alkatrész is leesett, majd az állomás 7. kitérőjén a kisiklott kocsi elterelődött, ennek következtében a fék fővezeték elszakadt, és a vonat önműködően befékeződött.

2.2 A kerékpárok vizsgálata

2.2.1 A füzesabonyi kisiklásban érintett (49 811 számú) kerékpár vizsgálatai

A füzesabonyi balesetet okozó teherkocsi fővizsgálata 2010. január 5-én a miskolci járműjavító üzemben volt. A Vb a bekért dokumentációból megállapította, hogy a balesetet okozó kerékpár megegyezik a fővizsgálatkor a jármű alá bekötött kerékpárral. A jármű üzemeltetője által megadott karbantartási adatokból megállapítható, hogy a csapágyazáson javítást nem végeztek a fővizsga és a baleset között. A kerékpár mindkét oldali csapágyazását – a szerelés nyilvántartására rendszeresített csapágyszerelési könyv szerint - azonos időpontban és azonos technológiával szerelték.

2.2.1.1 Épen maradt csapágyazás

A Vb a vizsgálathoz referencia értékként a sérült csapággyal ellentétes oldali kerékcsap és a hozzátartozó belső csapágygyűrűk geometriai méreteit használta fel, tekintettel arra, hogy a hőnfutott kerékcsap a rongálódások miatt méretvizsgálatra nem volt alkalmas. Az előző fejezetben bemutatott (8. 9. ábrák) geometriai mérések alapján a Vb megállapította, hogy az 1. mérési helyen a csapágygyűrű illesztési tűrése a tengelycsaphoz nem megfelelő. A technológiai utasításban előírt minimum 37 µm-nél kisebb 32 µm a túlfedés értéke (4. táblázat), ami arra utal, hogy nem megfelelően történt az alkatrészek egymáshoz való párosítása (belső csapágygyűrű, és a tengelycsap). Az előírtnál kisebb túlfedés azt eredményezi, hogy a tengelyen a csapágy megmozdulhat, különösen ha a kerékcsapágy valami miatt melegszik.

Az AGMI Zrt. szakértői vizsgálata megállapította, hogy a csapágy belsőgyűrű futófelületén lévő sérülések jellegük alapján villamos ívhúzás nyomai. Az ilyen jellegű sérülések keletkezése a csapágyakon átfolyó villamos áram következménye.

A Vb megállapította, hogy a teherkocsin rendszeresen végeztek ívhegesztési munkálatokat. Ezek valamelyike (vagy több) alkalmával nem került betartásra az a technológiai utasítás (lásd 1.16.5.), hogy „a hegesztő áram visszatérő vezetékét (munkadarab befogás) a hegesztendő alkatrészhez úgy kell közvetlenül csatlakoztatni, hogy az alacsony ellenállással megfelelő elektromos kapcsolat legyen”. Emiatt a hegesztő áram visszavezetése a kocsiszekrény-csapágyazás-tengely-kerék-sín úton valósult meg, ami a csapágyon ívképződés miatt kialakuló felületi hibákat okozott.

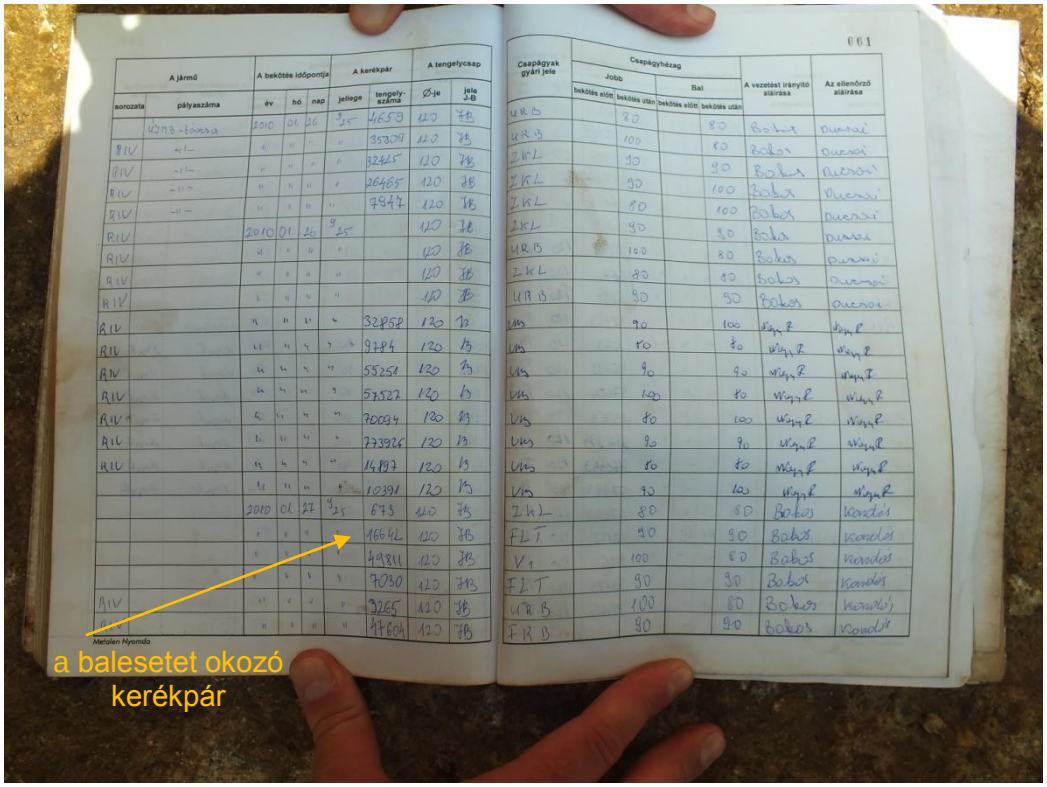
2.2.1.2 Sérült csapágyazás

Az AGMI Zrt. szakértői vizsgálata megállapította, hogy a kerékcsap és a csapágygyűrű jelentősen túlhevült, ennek következtében a kerékcsap szövetszerkezetébe részlegesen, a csapágygyűrű teljes mértékben áthőkezelődött.

Az épen maradt csapágyazás vizsgálata alapján a Vb valószínűsíti, hogy a belső csapágygyűrű illesztése a másik oldalhoz hasonlóan itt sem volt megfelelő. Ezenkívül a nem megfelelő technológiával végzett hegesztésből származó villamos áram e tengelycsap esetében is a csapágyazás futófelületén és a gördülőelemeken ívkisüléseket okozott, ami a csapágysérüléshez vezetetett.

2.2.1.3 Dokumentáció

A csapágyszerelési könyv és a kerékpár kimérő lap nem tartalmazza a tengelycsapok és a hozzájuk tartozó csapágygyűrűk illesztési túlfedés méreteit, ezáltal a mérési eredmények helyessége utólag nem vizsgálható. A csapágyszerelés adatait a 14. ábra mutatja be. A dokumentumok alapján a kerékpárok bekötése a kocsiba, a fővizsgálat alkalmával történt.



16. ábra: a csapágyszerelési könyv adatai

A csapágyszerelési technológiával kapcsolatos oktatásra vonatkozó dokumentációt a karbantartó szervezet a Vb részére a Zárójelentés tervezet elkészültéig nem tudta bemutatni.

2.2.2 A péceli kisiklásban érintett kerékpár

A Vb a vizsgálathoz referencia értékként a sérült csapággyal ellentétes oldali kerékcsap és a hozzátartozó belső csapágygyűrűk vizsgálati eredményeit használta fel. A Vb megállapította, hogy a csapágygyűrű illesztési tűrése a tengelycsaphoz megfelelő. Ennek ellenére a csapágygyűrűk alacsony hőmérséklet-különbségnél már

megmozdulnak a tengelyen, melyet az igazol, hogy a leszereléskor már alacsony hőmérsékleten, viszonylag kis hőmérséklet különbségnél lehúzható volt a csapágy (1.7.4.2). Ha üzem közben a csapágygyűrű felmelegszik, a csapágy és tengelycsap csekély (34-48˚C) hőmérséklet-különbsége mellett már meglazulhat a gyűrű, megindítva ezzel a csapágy töréséhez vezető további károsodást.

A csapágygyűrű felületén apró benyomódások láthatóak (12. ábra), ami arra utal, hogy a csapágy futófelületére szennyező szemcsék kerülhettek. Ezek alkalmasak arra, hogy a csapágy káros melegedését okozzák.

A túlsó tengelycsapra vonatkozó ezen megállapítások azt valószínűsítik, hogy a másik tengelycsap tönkremenetele is ilyen hibából kiindulva, hasonlóan zajlott le. Ez igazolja azt is, hogy a kocsi csapágyszerelési, karbantartási rendszerében hiányosságok vannak, ami üzemveszélyes állapot oka lehet.

2.2.2.1 Sérült csapágyazás

A csapágy belsőgyűrűt megvizsgálva abban látható a tengelycsap csúszásának a nyoma, és olvadt majd visszaszilárdult fém elkenődése. Ez az elkenődés akkor jön létre, amikor a tengelycsap már csúszik a gyűrűben, és a forgás következtében, a forgásnak megfelelő irányban hordja a gyűrű belső oldalára az olvadékot.

Az elkenődés azonban – ellentében a füzesabonyi kisiklásban érintett csapággyal – csak egy forgásirányban látható, ebből megállapítható, hogy a csapágy megállása és a tengelycsaptörés között a kocsi csak egy irányban közlekedett, a hiba tehát a Záhony-Pécel szakaszon keletkezett.

2.3 Dinamikus Tengelyterhelés-mérő Rendszer (eRDM)

Mindkét baleset vizsgálata során a Vb felhasználta a Mezőkeresztes-Mezőnyárád és Mezőkövesd állomások közé telepített dinamikus kerékterhelés mérő berendezés (eRDM) által mért adatokat.

A füzesabonyi kocsin mért értékek alapján (5. táblázat) a balesetet okozó kocsi menetirányát tekintve az első fogóváz tengelyein a jobb-bal oldali kerékterhelés aszimmetria értékei a hordmű meghibásodására utalnak. A 2. tengely kerékterhelés eltérése 121,7% ért el.

Az eRDM rendszer **oldalankénti eltérést értelmez**, ezáltal a hibás járműveknél a tengelyen belüli aszimmetriát, csavarodott forgóvázat, sérült hordművű járműveket nem képes kiszűrni.

A forgóvázon geometriai méréseket elvégezni nem lehetett, annak roncsolódása miatt. A rakomány (lignit) fizikai tulajdonságaiból adódóan egyenlőtlen rakódásból adódó kerékterhelés-eltérés kizárható, ilyen eltérést a Vb a vonatba sorozott többi jármű esetében sem talált.

A baleset időpontjában a hatályban lévő utasításokban az ilyen jellegű hibák észlelése, kezelése nem volt szabályozva.

Az 53/2014. (XII. 19. MÁV Ért. 22.) ÁVIGH sz. utasításban került definiálásra az egy tengelyen belül mért, kerékterhelés eltérés riasztási értéke és a teendő szükséges intézkedések. A tengelyen belül mért kerékterhelés eltérés riasztási értékét 60%-ban határozták meg.

A Pécelen kisiklott kocsi sérült tengelyén 6% eltérést mért a berendezés, szélsőérték a negyedik, nem siklott tengelyen volt, 24%-os mértékben. Ezek rakott teherkocsiknál megfelelő értékek.

2.3.1. Tengely és kerékterhelés

A jelenleg hatályos szabályozás alapján a magyarországi vasúti hálózaton a statikus kerékterhelés eltérés van értelmezve. Azok vizsgálatát az előző fejezet 1.16.4 pontjában felsorolt esetekben kell elvégezni. Dinamikus vizsgálat a magyar vasúti hálózaton korábban nem volt gyakorlat, a berendezések sem voltak rá alkalmasak, jelenleg egy ponton történik, Mezőkeresztes-Mezőnyárád és Mezőkövesd állomások közé telepített eRDM berendezéssel, azonban a közeljövőben a hálózat több pontján várható hasonló berendezés megjelenése.

A balesetet okozó kocsi 7. csapjánál az eRDM berendezés 16 420 kg a 2. csapnál 4030 kg kerékterheléseket regisztrált. A vasúti pálya ezen a szakaszán a megengedett statikus tengelyterhelés 210 kN. A tengelyterhelésből származtatott megengedett Q_{max} kerekenként a függőleges terhelő erő értéke 105 kN.

A kerékterhelés eltérés nem a baleset oka, de a csökkent kerékterhelés önmagában is kisiklás bekövetkezéséhez vezethet. A megnövekedett csapterhelés a pályában, károsodást idézhet elő, főként a kitérők váltó alkatrészeit veszi fokozattan igénybe.

A kerék- és tengelytúlterhelés miatti kockázatok kezelésére a pályahálózat működtetője további 28 db eRDM berendezés telepítését tervezi.

2.4 Hőnfutásjelző berendezés

A baleset vizsgálat során a Vb megállapította, hogy a 31 55 5424 088-9 psz. kocsi 3. kerékcsapja túlhevült állapotban érkezett a hőnfutásjelző berendezéshez. A berendezés az üzemképtelensége miatt a túlhevült állapotot érzékelni nem tudta, ezért a vonat megállítására intézkedés nem történt. A hőnfutás jelző berendezéstől kb. 2888 m távolságra a sérült csapágyazású kerékpár kisiklott, ezt a távolságot a vonat kb. 2,7 perc idő alatt tette meg.

A Vb véleménye szerint üzemelő berendezés esetén a rendelkezésre álló 2,7 perc az alsó határa a beavatkozásnak, ezért ezen időtartamot elégségesnek tartja a megfelelő intézkedések megtételére.

2.5 Összegzés

A Vb véleménye szerint a balesetek bekövetkezéséhez több tényező láncolata és ezek egymást erősítő folyamata kellett.

A belső csapágygyűrűk és gördülőelemek sérülése, a csapágy szennyezettsége miatt megnövekedett a csapágy belső súrlódása, ami melegedést idézett elő a belső csapágygyűrűkben. A hőfejlődés hatására bekövetkezett hőtágulás miatt a nem megfelelő túlfedéssel illesztett gyűrűk a tengelycsapon meglazultak és a csapágyak elvesztették a gördülőképességüket.

Szakirodalmi forrás[1] szerinti számítással megállapítható, hogy az épen maradt csapágygyűrű illesztési túlfedése, mekkora hőmérséklet-különbségnél szűnik meg.

Δ_k a túlfedés (mm)
Δ_t a hőmérséklet különbség a tengelycsap és a csapágygyűrű között (^{0}C)
K_k a csapágygyűrű közepes kerülete (m)
α a lineáris hőtágulási együttható (mm/m ^{0}C)

- tényleges túlfedési értékkel számolva
- $\Delta_t = \frac{\Delta_k}{K_K \cdot \alpha} = \frac{0.032}{0{,}135 \cdot 0.01} = 21.5^0 C$

[1] dr. Győri József - Hernádi Ferenc - dr. Horváth Tibor Vasúti járművek kerékpárjai

- előírt maximális túlfedéssel számolva
- $\Delta_t = \frac{\Delta_k}{K_K} = \frac{0.059}{0{,}135 + 0.01} = 43{,}7^0 C$

A gyűrűvándorlás vagy csúszás a 0,032 mm túlfedés esetén a tengelycsap és a gyűrű közötti kb. 22 0c hőmérséklet különbségnél következik be. Az előírás szerinti maximális 0,059 mm túlfedés esetén kb. 44 0c hőmérséklet különbségnél következik be a gyűrűvándorlás. A lazává vált gyűrűk súrlódása további hőfejlődést, valamint a lelazulást tovább gerjesztő kopást idéz elő és e folyamat végén bekövetkezik a (hőnfutás). A csapágyak melegedését e jelenségtől függetlenül az is elősegítette, hogy azok futófelületén, valamint gördülőelemein a karbantartás során alkalmazott helytelen hegesztési technológia miatti felületi hibák voltak felfedezhetők.

3 KÖVETKEZTETÉSEK

3.1 Az eset bekövetkezésével közvetlen összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

A VB a balesetek bekövetkezését az alábbi közvetlen okokra vezette vissza:

- a belső csapágygyűrűk az összeszerelésnél az előírtnál kisebb túlfedéssel kerültek illesztésre,
- ettől függetlenül a karbantartás során alkalmazott helytelen hegesztési technológia miatt a csapágy futófelületein és gördülőelemein felületi hibák alakultak ki,
- a csapágyban szennyezésként jelenlévő részecskék a tengelycsap és a csapágy futófelületét károsították,
- a csapágy fenti sérülése és annak szennyezettsége miatt megnövekedett a belső súrlódása, ami egyre növekvő hőfejlődést hozott létre, A növekvő hőterhelés miatt kialakuló hőmérséklet-különbség hatására a csapágyak szerelésénél alkalmazott túlfedés eltűnt, a csapágy belső gyűrűje lelazult, a tengelycsapon megmozdult, csúszott, ami további csapágysérülést és tovább fokozódó hőterhelést generált,
- a hőterhelés következtében a tengelycsap anyagának mechanikai tulajdonságai leromlottak és ennek következtében az letörött;
- a kocsik érintett tengelyei a tengelycsaptörés következtében vezetetlenné váltak és kisiklottak.

3.2 Az eset bekövetkezésével közvetetten összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

- Az eset helyszíne előtt a telepített hőnfutásjelző berendezés nem működött, a túlhevült csapágyazás nem került felfedezésre, ezért a vonat megállítására intézkedés nem történt.

3.3 Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, kockázatnövelő tényezők

- Az aszimmetrikus kerékterhelésből adódó csökkent kerékterhelés önmagában is kisiklás bekövetkezéséhez vezethet, a megnövekedett kerékterhelés pedig a pályában,, főként a kitérők váltórészének alkatrészeiben idézhet elő károsodást.
- Az eRDM berendezés aszimmetrikus kerékterhelés jelzési és riasztási határértékei nem minden olyan rendellenesség kiértékelésére voltak beállítva, melynek észlelésére és jelzésére a mért adatok megfelelő kiértékeléssel egyébként lehetőséget biztosítottak.

4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

A Vb a biztonsági ajánlás kiadását nem javasolja a vonatkozó utasításokban foglaltak betartásával elkerülhetők az ilyen és hasonló esetek.

5 MEGTETT INTÉZKEDÉSEK

A pályahálózat működtetője az aszimmetrikus kerékterhelésből és hőnfutásból adódó kockázatok csökkentésére további mérőpontok telepítését tervezi a vasúti hálózaton.

Beállításra kerültek az eRDM berendezés aszimmetrikus kerékterhelés jelzési és riasztási határértékei. Utasításban szabályozták a berendezés jelzése, riasztása esetén a követendő eljárásokat.

A karbantartással megbízott szervezet (TSH), a csapágygyűrűk illesztési túlfedés értékeket is tartalmazó új mérőlapokat vezetett be.

5.1. További biztonságot fokozó intézkedési lehetőség

Az eRDM berendezések elterjedése a hazai vasúti hálózaton olyan új adattömeg megjelenését jelenti, ami megfelelő automatizált kiértékeléssel a járművek futásbiztonságát, ezáltal a vasúti közlekedés biztonságát nagymértékben javíthatja. Amennyiben az egyes járműveknek a hálózat különböző pontjain, különböző időpontokban, rakott illetve üres állapotban mért kerékterhelés adatai a járműveket üzemeltető vagy karbantartó vasútvállalatok megkapják, akkor megfelelő feldolgozással (pl. romlási tendencia felfedezése) már azelőtt felfedezhetők a különböző futómű meghibásodásra utaló jelek, mielőtt a járművel káros következményekkel járó esemény (baleset vagy a hibából adódó további károsodás) történne. A jelenlegi diagnosztikai módszereknél e módszer gyorsabb, a jármű üzemelése közben nyerhetők ki ezek az információk, tehát nem igényli a jármű karbantartási célú leállítását, és nem igényli költséges mérések, vizsgálatok elvégzését, tehát összességében igen hatékony monitoring rendszer kialakítását teszi lehetővé, ami a jelenlegi karbantartási rendszer kiegészítéseként jelentősen hozzájárulhat a járművek futásbiztonságának javításához.

Budapest, 2015. december 21.

Rózsa János
Vb tagja

Chikán Gábor
Vb tagja

Kapocsi József
Vb vezetője