



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM

ZÁRÓJELENTÉS

**2017-1620-5 és 2017-1657-5
Vasúti balesetek / Kisiklások**

**Kelebia és Ferencváros
2017. december 14. és december 21.**

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 infrastruktúrapacitás 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, valamint 2016. szeptember 1-étől a közlekedésbiztonsági szerv kijelöléséről, valamint a Közlekedésbiztonsági Szervezet jogutódlással való megszűnéséről szóló 230/2016. (VII. 29.) 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 összeférhetlenség 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 zárójelentés-tervezet megküldésével egyidejűleg a KBSZ főigazgatója értesítette az érintetteket a záró megbeszélés időpontjáról, és arra meghívta az érintett személyeket, szervezeteket.

Szerzői jogok

A zárójelentést kiadta:

Innovációs és Technológiai Minisztérium, Közlekedésbiztonsági Szervezet

1103 Budapest, Kőér u. 2/A.

www.kbsz.hu

kbszvasut@itm.gov.hu

A zárójelentés vagy annak részei bármely formában jogszabályban meghatározott kivételek figyelembevételével felhasználhatók, ha a részletek a tartalmi összefüggéseiket megtartják és a forrást pontosan megjelölik.

MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

ERAIL	Az Európai Vasúti Ügynökség baleseti adatbázisa
GYSEV CARGO Zrt.	GYSEV CARGO Zártkörűen Működő Részvénytársaság
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 Zrt.
psz.	pályaszám
Vb	Vizsgálóbizottság

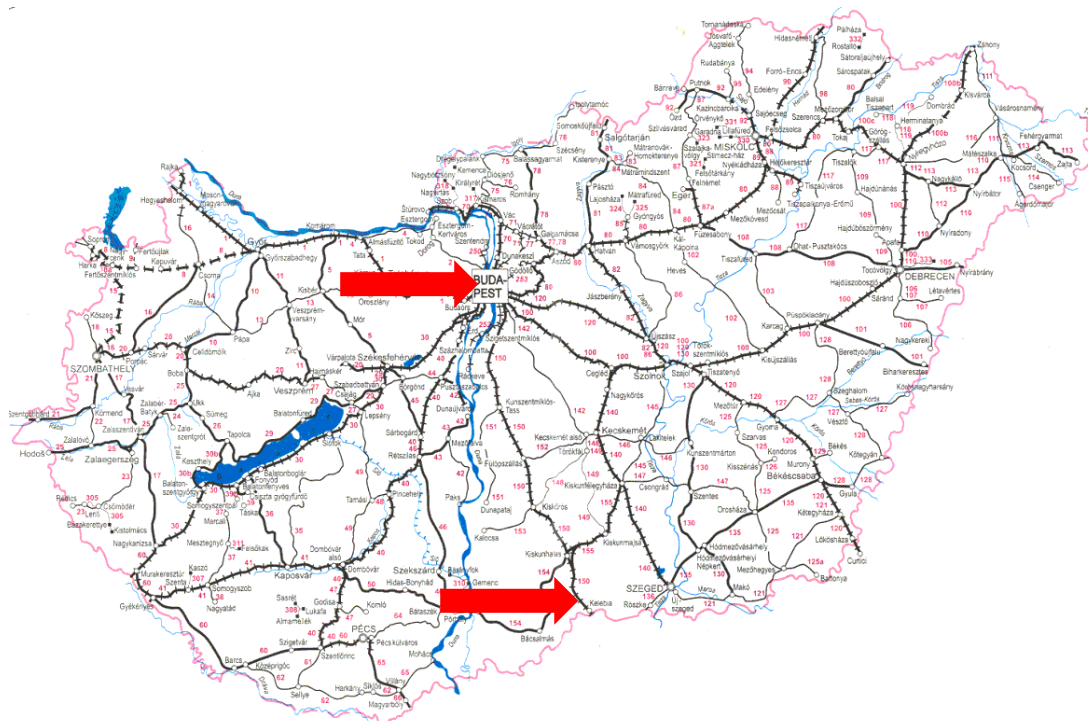
TARTALOM

AZ ESETEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	6
1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK	9
1.1 Az esemény leírása.....	9
1.2 Következmények	9
1.3 A baleseti helyszínek.....	10
1.4 Az infrastruktúra leírása	14
1.5 A járművek jellemzői	17
1.6 Az érintett személyek	20
1.7 Forgalmi körülmények	20
1.8 Érintett szervezetek	20
1.9 A munkaszervezés jellemzése	20
1.10 Szabályok és szabályzatok	21
1.11 Meteorológiai adatok.....	22
1.12 Az érintettek nyilatkozatai.....	23
1.13 Mentés, kárelhárítás.....	23
1.14 Próbák és kísérletek.....	23
1.15 Kiegészítő adatok	24
1.16 Összefüggésbe hozható események.....	24
1.17 Alkalmazott vizsgálati módszerek.....	25
2. ELEMZÉS.....	26
2.1 Az esemény tényleges lefolyása.....	26
2.2 Az esemény okozati összefüggéseinek elemzése	29
2.3 A túlélés lehetősége.....	32
2.4 Egyéb észrevételek	32
2.5 KÖVETKEZTETÉSEK	32
3. MEGTETT INTÉZKEDÉSEK.....	33
4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS	33
4.1 A vizsgálat során kiadott biztonsági ajánlások.....	33
4.2 További biztonsági ajánlások	33
5. ELTÉRŐ VÉLEMÉNYEK	33

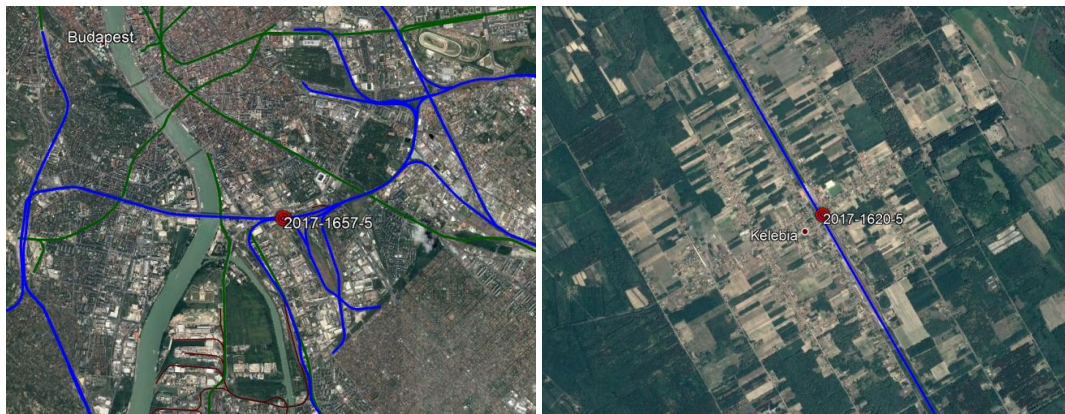
AZ ESETEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Eseményszám:	2017-1620-5	2017-1558-5
ERAIL azonosító:	Hu-5540	HU-5559
Az eset kategóriája	Vasúti baleset	
Az eset jellege	Kisiklás	
Az eset időpontja	2017. december 14. 11:52	2017. december 21. 03:58
Az eset helye	Kelebia	Ferencváros
Vasúti rendszer típusa	országos	
Mozgás típusa	vonat/teher	
Az eset kapcsán elhunytak / súlyosan sérültek száma	0 / 0	
Pályahálózat működtető	MÁV Magyar Államvasutak Zrt.	
Üzemeltető	Rail Cargo Hungaria Zrt.	GySEV-Cargo Zrt.
Nyilvántartó állam	Magyarország	
Érintett vonat száma	40873-2	98909
Rongálódás mértéke (kárérték)	A kisiklott járművek sérültek	
Vizsgálat jogi alapja	2004/49/EK 19. cikk (2) a.	

Az esetek helye



1. ábra: az események helye Magyarország vasúthálózatán



2. ábra: az események közelebbi helye

Bejelentések, értesítések

A kelebiai esetet a KBSZ ügyeletére 2017. december 14-én, 12:23-kor (a bekövetkezés után 31 perccel) jelentette a MÁV Zrt. hálózati főirányítója; a ferencvárosi esetet 2017. december 21-én 04:25-kor (a bekövetkezés után 27 perccel) jelentette a MÁV Zrt. rendkívüli helyzetek irányítója.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ vezetője a vasúti közlekedési esemény vizsgálatára az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
tagja	Demjén Péter	balesetvizsgáló
vezetője	Kapocsi József	balesetvizsgáló
tagja	Sárik Csaba	balesetvizsgáló

Az eseményvizsgálat áttekintése

A Vb 2017. december 14-én Kelebián helyszíni szemlét tartott,

- megvizsgálta a baleset helyszínét;
- meghallgatta az eseményben érintett mozdonyvezetőt;
- megmérte a vasúti pálya jellemzőit.

A Vb 2017. december 21-én Ferencvárosban is helyszíni szemlét tartott,

- megvizsgálta a baleset helyszínét;
- meghallgatta az eseményben érintett mozdonyvezetőt;
- megmérte a vasúti pálya jellemzőit.

A vizsgálat során a Vb

- részt vett az érintett teherkocsik kimérésén;
- megkapta és kiértékelte a vasúti járművek menetíró regisztrátumát;
- áttekintette a pályafelügyeleti dokumentumokat.

Záró megbeszélés

A 2019. március 12-én megtartott záró megbeszélésen az ITM Vasúti Hatósági Főosztály és a MÁV Zrt. képviseltette magát. A zárójelentés tervezettel kapcsolatban írásban észrevételt küldött

- az ITM Vasúti Hatósági Főosztály, és
- a MÁV Zrt.,

melyek kisebb pontosításokat tartalmaztak, a zárójelentésben megfogalmazott levezetések, következtetéseket nem érintették; a biztonsági ajánlással a hatóság egyetértett, a vasúti társaság tudomásul vette.

Az eset rövid áttekintése

2017. december 14-én Kelebián az állomásra behaladó tehervonat 8., 9. és 10. üres kocsijai kisiklottak.

A Vb megállapította, hogy a vonatba besorozott üres és könnyű kocsik előtt-után rakott, nehéz kocsik voltak a vonatban. A mozdonyvezető intenzív fékezést alkalmazott éppen akkor, amikor a kocsik egy kedvezőtlen geometriájú, mérethatárokon túl leromlott pályáívbén haladtak.

2017. december 21-én Ferencváros állomásra behaladó 98909 sz. tehervonat 11-nek besorozott 2 tengelyes kocsija 1 tengellyel kisiklott.

A Vb megállapította, hogy a vonatba besorozott üres és könnyű kocsik előtt-után rakott, nehéz kocsik voltak a vonatban. A mozdonyvezető a kisiklás előtt intenzív fékezést hajtott végre, ennek következtében a kisiklott kocsira a mögöttes vonatrész rátorlódott.

1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

1.1 Az esemény leírása

2017-1620-5 Kelebia

A Szobról Kelebiára, tranzitforgalomban közlekedő 40873-2 tehervonat 8, 9. és 10. üres kocsijai Kelebia állomásra való behaladás közben, a 18. sz. váltón kisiklottak. A vonat 21 kocsijából 7 közlekedett üresen, ezek a vonat közepére voltak besorozva.

2017-1657 Ferencváros

2017. december 21-én Sopron Rendező és Budapest Bilk pályaudvarok között közlekedő 98909 sz. tehervonatot Ferencváros állomáson a XI. vágányra járaták be. A vonat behaladása közben az 51 sz. váltón, a 11-nek besorozott 2 tengelyes üres kocsi 1 tengellyel kisiklott.

1.2 Következmények

1.2.1 Személyi sérülés

A kelebiai + a ferencvárosi esemény érintettjei:

Sérülés	Személyzet	Utazó	Útátjáró használó	Idegen	Egyéb
Halálos	-	-	-	-	-
Súlyos	-	-	-	-	-
Könnyű	-	-	-	-	-
Nem sérült	2+1	-	-	-	-

Kelebián második személyként egy hazautazó mozdonyvezető tartózkodott még a mozdonyon.

1.2.2 Rakományban, poggyászban keletkezett kár

A vonatokon fuvarozott rakományokban kár nem keletkezett.

1.2.3 Vasúti járművekben keletkezett kár

A Kelebián keletkezett károkat a vasúti társaság a zárójelentés tervezet kiadásáig, 2018. december 21-ig nem adta meg.

Ferencváros: a siklott kocsin kismértékű rongálódás következett be.

1.2.4 Vasúti infrastruktúrában keletkezett kár

Kelebián a vasúti pályában kár nem keletkezett, azt a járművek eltávolítása után a forgalomnak visszaadták.

Ferencvárosban a vasút pálya kárértéke 200 000 Ft.

1.2.5 Egyéb vasúti kár

A kelebiai esemény következtében 1 személyszállító vonat helyett vonatpótló autóbusz közlekedett Kisszállás és Kelebia állomások között, továbbá 1 személyszállító vonat 35 percet késett.

A ferencvárosi esemény miatt a 150-es vasútvonal el volt zárva 4 óra 02 perctől 6 óra 05 percig. Kőbánya-Kispest és Soroksári út állomások között egy vonat helyett vonatpótló autóbusz közlekedett.

1.2.6 Környezeti károk

Környezeti kár nem keletkezett.

1.2.7 Egyéb kár

Egyéb kár nem keletkezett.

1.3 A baleseti helyszínek

1.3.1 A vágány

A vágány állapotáról és a rajtuk található nyomokról a Vb fényképeket készített, méréseket végzett (lásd még: 1.4.3.2). A későbbiekben hivatkozott nyomok Kelebián:

- a 18. váltóban oldalra dőlt síncsavarok voltak (3. ábra);
- a 23-28. aljagnál az ív külső sínszála mellett megtámasztó alátétlemezek voltak beépítve, a megtámasztott alátétlemez dinamikus oldalra tolódásának nyomával is (4. ábra);
- a kerék felkapási nyoma a 31. aljnál volt látható (5. ábra), ezt követően a nyomkarima a sínen futott a 35. aljig (6. ábra).



3. ábra: megdőlt csavarok a 27. aljon (Kelebia)



4. ábra: megtámasztott leerősítés és oldalra tolódás nyoma (Kelebia)



5. ábra: felkapási nyom és a nyomkarima sínkoronán futása (Kelebia)



6. ábra: a leesés helye a külső oldalon (Kelebia)

Ferencváros:

- a vágányon található nyomokról a Vb fényképet készített, méréseket végzett (lásd még: 1.4.3.2).
- a nyomkarima felkapási nyoma az 5-6. aljak között volt látható (7. ábra), ezt követően a kerekek az aljakon gördültek tovább a 13. aljig (8. ábra).
- a kisiklás következtében a váltófűtőberendezés kapocsdoboza leszakadt a rögzítéséről.



7. ábra: nyomkarima felkapási nyoma a külső oldalon (Ferencváros)



8. ábra: kerék lesési helye a belső oldalon (Ferencváros)

1.3.2 A járművek

1.3.2.1 Kelebia

A vonat Kelebián úgy állt meg, hogy a mozdony pontosan az 1558-as szelvénykő mellett állt meg (9. ábra), a 066-1 psz. kocsi a 18. váltó keresztezési részén.



9. ábra: a mozdony megállási helye (Kelebia)

A vonat kocsijai közül a 4425-4426 sorozatúak tehervonati, a többi személyvonati féknembe volt állítva.

Az első kisiklott kocsi (053-6) első tengelye a 1555+69; a második kisiklott kocsi (041-0) első tengelye a 1555+57, a harmadik kisiklott kocsi (043-3) első tengelye a 1555+43 szelvényben volt.

1.3.2.2 Ferencváros

A Vb kitérkezésekor a vonat mozdonyának eleje, az állomás XI. vágányán állt meg a 69+90 szelvényben.

A 2156 4426 178-0 psz. kocsí kisiklott második tengelye, a 71+52 szelvényben a kitérő vályúaljától számított 12. betonlapon állt meg. A kocsí első tengelyénél a hordrugók tájolócsapjai, a csapágytok fészkeiből, ki voltak ugorva. A 12. kocsí felőli végén a csavarkapocs kengyel el volt törve. A fékberendezések vonatnemváltói a 2156 4426 178-0 psz. kocsí kivételével, gyors működésű állásba voltak állítva.



10. ábra: a kisiklott kerékpár

1.4 Az infrastruktúra leírása

1.4.1 Pályahálózati adatok

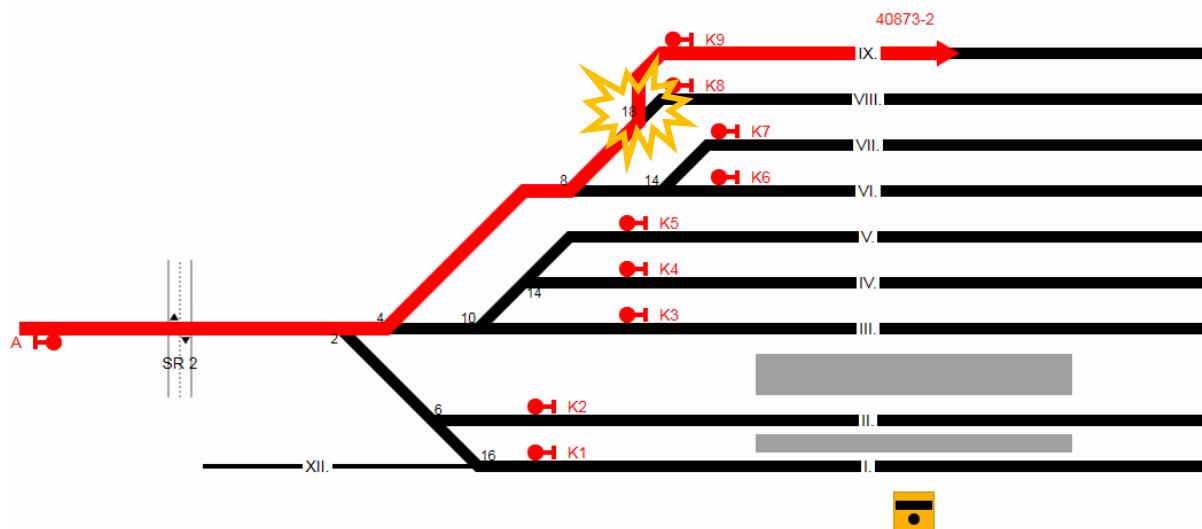
Kelebia állomás a Magyarország–Szerbia közötti nemzetközi vasúti forgalom határállomása, jelentős teherforgalommal. Az eseményben részes tehervonat kilépő vonatként érkezett az állomásra.

Ferencváros állomás a Budapest–Hegyeshalom–Rajka MÁV 1-es számú vasútvonal állomása, jelentős tranzit és belföldi teher- és személyforgalommal.

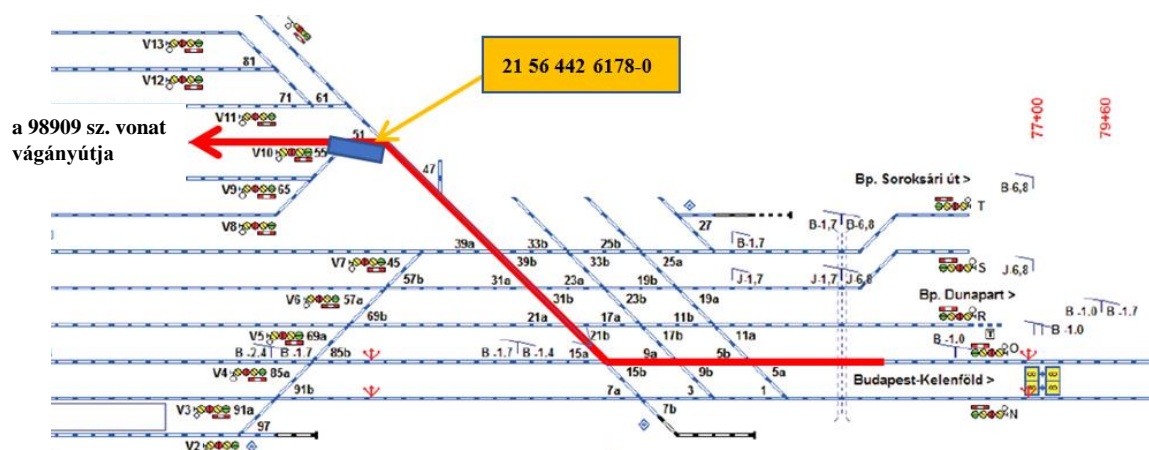
1.4.2 Állomási adatok

Kelebia vágányhálózatának részletét az érintett vonat vágányútjával a 11. ábra mutatja. Az A bejáratú jelző a 1549+80 szelvényben van, az SR2 állomási sorompó a 1553+53 szelvényben.

Ferencváros állomás 42+29 és a 77+00 sz. szelvények között fekszik, D-70 típusú biztosítóberendezés van telepítve, jelfeladásra kiépített; villamosított. Az állomásról az 1AK, 1AKN, 1AN, 1AL, és a 150 számú vonalak ágaznak ki. Az állomás vágányhálózatának részletét és a vonat vágányútját 12. ábra mutatja.



11. ábra: Kelebia vágányhálózata



12. ábra: Ferencváros vágányhálózatának részlete

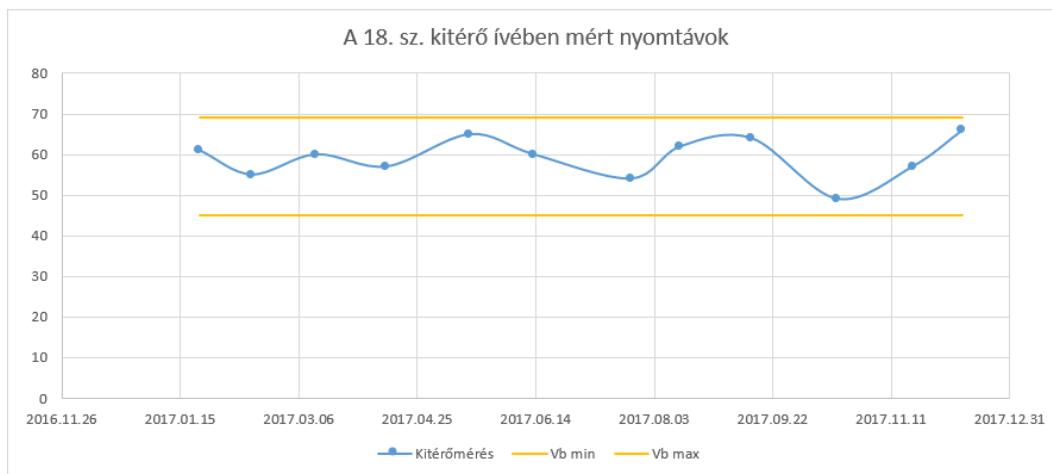
1.4.3 A vasúti pálya

1.4.3.1 Váltó

Az eseményben részes váltók adatai:

	2017-1620-5 Kelebia	2017-1657-5 Ferencváros
Száma:	18	51
Rendszer:	48 XIII. bal	B54/XIII
Eleje:	1554+83	71+60
Ágyazat:	zúzottkő	zúzottkő
Aljak:	talpfa	LMV
Beépítés ideje:	1989	1990
Megengedett sebesség:	40 km/h	40 km/h
Megengedett tengelyterhelés:	210 kN	210 kN

Kelebián a kitérővizsgálati könyv a 18. sz. kitérő ívében mért nyomtávról a 13. ábrán kék vonallal jelölt adatokat tartja nyilván. A Vb jelenlétében e szakaszon mért nyomtávok szélsőértékeit a sárga vonalak jelölik.



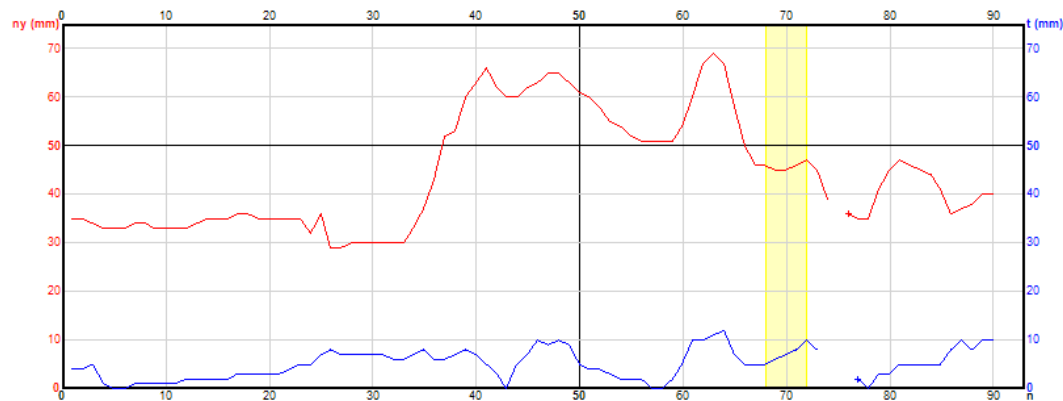
13. ábra: nyomtávok a kitérő ívében

A kitérő 23-28. aljain az ív külső sínszála mellett megtámasztó alátétlemezek voltak beépítve, amelyek a pályahálózat működtetőtől kapott tájékoztatás szerint „2017.02.06-án kerültek beépítésre a megtámasztó lemezek a 18. kitérőben. Ez bevált módszer, Kelebia állomás területén a nagy teher miatti nyomtáv megtartás érdekében jelenleg a 6, 16, 18, 7, 13, 21-es sz. kitérők közbenső rész íveiben van ilyen lemezes megtámasztást.”

1.4.3.2 Vágánymérés

2017-1620-5 Kelebia

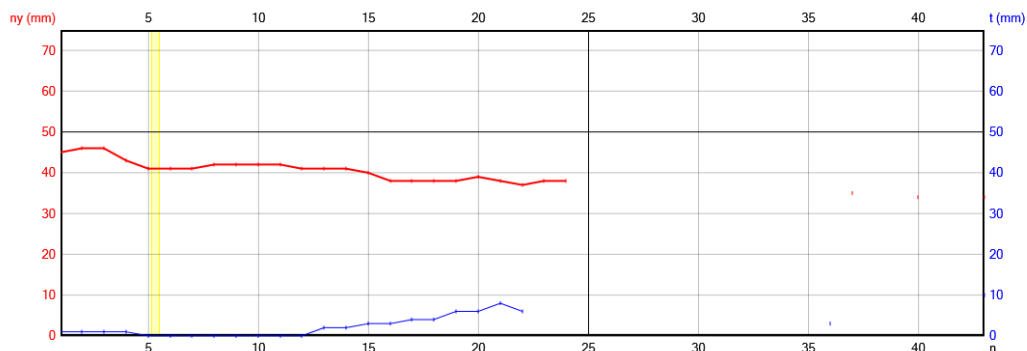
A vágány mért adatai a 14. ábra tartalmazza a 8. kitérő végétől; a sárga sáv a felkapás és leesés helyét mutatja.



14. ábra: a vágány mért adatai az alj sorszáma függvényében (vörös: nyomtáv, kék: fekszint, jelölés: a felkapás és leesés helye)

2017-1657-5 Ferencváros

A vágány (kitérő) mért adatait és a felkapás helyét a 15. ábra tartalmazza.



15. ábra: az 51 kitérő mért adatai
(vörös: nyomtáv, kék: fekszint, jelölés: a felkapás helye)

1.5 A járművek jellemzői

	2017-1620-5 Kelebia	2017-1657-5 Ferencváros
Vonatszám:	2017.12.14./40873-2	2017.12.21./98909
Mozgástípus:	vonat/teher	vonat/teher
Üzembentartó:	RCH Zrt.	GySEV Cargo Zrt.
Mozdony:	9155 0431 274-4	9155 0430 325-0
Útvonal:	Szob oh. – Kelebia oh.	Sopron Rendező – Budapest Bilk
Kocsik: (a kisiklottak pályaszámjai)	21 db	31 db

	9. 2156 4425 053-6	11. 21 56 442 6178-0
	10. 2156 4426 041-0	...
	11. 2556 4425 043-3	...
...		
Hossz:	526 m	460 m
Elegytömeg:	986 t	1100 t
Fékezett tömeg:	1021 t	862 t
Tényleges fékszázalék:	95%	73%
Előírt fékszázalék:	menetrend: 75/54% VTK: 59% (gyors műk.)	menetrend: 60/54 VTK: 54%
Féknem:	A vonatterhelési kimutatáson valamennyi kocsi gyors működésű, P (személyvonati) féknemben van feltüntetve.	A vonatterhelési kimutatáson valamennyi kocsi gyors működésű, P (személyvonati) féknemben van feltüntetve.

1.5.1 A vonatok járművei

2017-1620-5 Kelebia

A vonatban kétféle kocsi közlekedett. A 4425 sorozatú kocsi kéttengelyes, hossza 14,02 m, tengelytávja 8 m (ilyen típusú kocsik siklottak ki). A 4551 sorozatú kocsi négytengelyes, hossza 26,7 m.

A kocsik kerékterhelésének mérésére a TS Hungária miskolci járműjavítójában került sor 2018. január 9-én, majd a Vb jelenlétében 2018. január 10-én is. A mérési eredmények:

Kocsi	Mérés	Tengely	Bal kerék	Jobb kerék	Eltérés	
			<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	%
053-6	2018.01.09	1	26,03	25,62	0,41	1,6%
		2	26,01	26,48	0,47	1,8%
	2018.01.10	1	26,16	25,6	0,56	2,2%
		2	26,16	26,36	0,2	0,8%
041-0	2018.01.09	1	24,34	28,41	4,07	15,4%
		2	28,11	24,52	3,59	13,6%
	2018.01.10	1	24,74	27,97	3,23	12,3%
		2	27,45	25,01	2,44	9,3%
043-3	2018.01.09	1	25,28	26,55	1,27	4,9%
		2	26,06	26	0,06	0,2%
	2018.01.10	1	26,17	25,95	0,22	0,8%
		2	26,19	25,67	0,52	2,0%

Ugyanekkor megtörtént a kerékprofilok kimérése is, valamennyi érték mérethatárokon belül volt.

A TS Hungária (miskolci járműjavító) elvégezte 041-0 és 053-6 kocsik ütközőinek kimérését. A 041-0 psz. kocsi valamennyi ütközője, továbbá a 053-6 psz. kocsi 2L ütközője kis löketeknél túl merevnek bizonyult.

2017-1657-5 Ferencváros

A vonat 29 db 4426 típusú kéttengelyes konténerszállító és 2db 4451 hattengelyes kocsiból volt összeállítva. A kisiklott kocsi 4426 típusú volt, jellemző adatai ütközők közti hossza 14,02 m a tengelytávolsága 8,00 m.

A kocsi kerékterhelésének, keréktáv, ütköző magasság mérésére a MÁV-Start Zrt. Keleti kocsiműhelyében történt, 2018. február 8-án a Vb jelenlétében.

A kerékterhelések mérési eredményei:

21 56 4426178-0	1. tengely	2. tengely
	kg	kg
1. mérés jobb	2700	2710
2. mérés jobb	2710	2720
3. mérés jobb	2680	2720
1. mérés bal	2700	2760
2. mérés bal	2680	2750
3. mérés bal	2730	2740

Ütközők magasság mérés adatai:

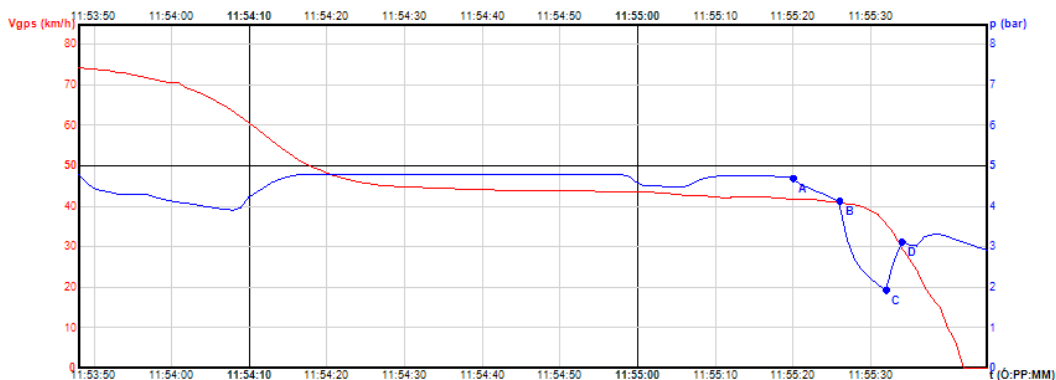
	1. tengely	2. tengely
jobb oldal	1032 mm	1045 mm
bal oldal	1033 mm	1044 mm

Számított adatok:

	1. tengely	2. tengely	összesen
jobb oldal mérések átlaga	2697 kg	2717 kg	5414 kg
bal oldal mérések átlaga	2703 kg	2750 kg	5453 kg
kerékterhelés eltérések	0,11%	0,66%	
tengelyterhelések átlaga	5400 kg	5467 kg	10867 kg

1.5.2 A vasúti járművek adatrögzítői

A 40873-2 sz. vonatot a MÁV-Start Zrt. mozdonya továbbította, a mozdony MFB adatait az alábbi diagram mutatja be, néhány lényeges pont megjelölésével:

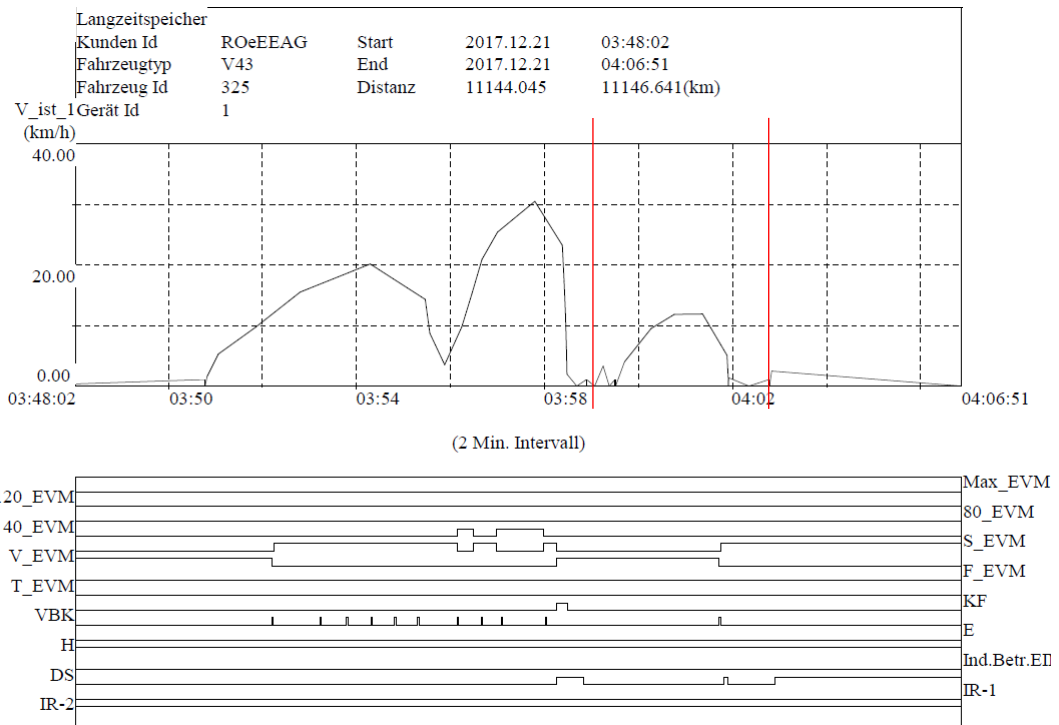


16. ábra: a 40873-2 sz. vonat MFB adatai

A 98909 sz. vonat mozdonyán TELOC 2220 típusú elektronikus sebességmérő és adatrögzítő volt. A berendezés a baleset idején és azt megelőzően megfelelően működött, adatai alkalmasak voltak a kiértékelésre. A menetregisztráló berendezés időmérője 32 másodpercet késett a valós időhöz képest a kiolvasáskor. A regisztrátum időarányos képét a 17. ábra mutatja be.

Néhány fontosabb adat:

- 3:59:00 - 4:00:08 között a vonat állt az E19,08289 N47,46825 pontban,
- 4:03:17 a vonat rövid elmozdulása.



17. ábra: a 98909 sz. vonat menetíró regisztrátum részlete

1.6 Az érintett személyek

A vonatok mozdonyvezetői:

	2017-1620-5 Kelebia	2017-1657-5 Ferencváros
Vonatszám:	2017.12.14./40873-2	2017.12.21./98909
Kora:	25 év	33 év
Neme:	férfi	férfi
Mozdonyvezetői vizsgát tett:	2012-ben	2012-ben
Vonalismeret:	érvényes	érvényes
Típusismeret:	érvényes	érvényes
Orvosi alkalmasság:	érvényes	érvényes
Szolgálat megkezdése:	aznap 03 óra 09 perc	20-án 19 óra 00 perc
Előző szolgálat vége:	12-én 01 óra 00 perc	19-én 20 óra 00 perc

1.7 Forgalmi körülmények

A forgalmi körülmények az eseményekkel nincsenek összefüggésben.

1.8 Érintett szervezetek

A szervezeti kapcsolatok az eseményekkel nincsenek összefüggésben.

1.9 A munkaszervezés jellemzése

A munkaszervezés az eseményekkel nincs összefüggésben.

1.10 Szabályok és szabályzatok

1.10.1 Nyomtávolság-változás

A D.54. sz. utasítás 51.1. táblázatai meghatározzák a nyomtávolság-változás mérethatárait.

4. Nyomtávolság-változás paraméter mérethatárai

Sebesség	1 m-es bázison					
	A1	A2	B	C1	C2	C3
	új	használt				
(km/h)	(mm)					
≤ 40	3	3	4	5	5	5
41 - 100	2	2	3	4	4	4
101 - 200	2	2	3	3	3	4

A táblázat értékei harmonizálnak az MSZ EN 13848-5 szabványban és az ÁME-ben [2011/275/EU] szereplő határértékekkel.

1.10.2 Kitérőmérés

A D.5. sz. Pályafelügyeleti utasítás 4.2.6.1 pontja alapján a kitérő bemérésekor kell nyomtávot és fekszintet mérni annak ívében, annak dokumentálását pedig a 4.2.7. pont határozza meg.

„4.2.6.1. Kitérővizsgálat beméréssel egyszerű kitérőben: [...] 8. Nyomtávolság és fekszint a kitérő ívben (Ny, F)”

„4.2.7. A kitérő ívben és a kitérőkhöz csatlakozó kissugarú ívekben ($R \leq 300$ m) legalább három helyen nyomtáv- és fekszintmérést kell végezni. A mért értékek közül a legkedvezőtlenebbet a kitérővizsgálati könyvbe be kell jegyezni. A mérést a bemérés és az egyszerűsített kitérővizsgálat során is el kell végezni.”

1.10.3 A vasúti pályára vonatkozó mérethatárok

a MÁV D.54. sz. építési és pályafenntartási műszaki adatok, előírások I. rész, 51. fejezet 13. táblázata meghatározza a síktorzulás mérethatárait 8,0 méteres bázishossz esetére, ami a kisiklott kocsik tengelytávja (18. ábra)

Sebesség	A1	A2	B	C1	C2	C3	D
	új	használt					
(km/h)	(mm)						
Egyenesben és ívben, valamint $R < 400$ m kissugarú ívek esetén, ahol a tülemlés mértéke: $m \leq (R-100) / 2$							
≤ 40	17,5	18,8	21,9	26,6	31,1	36,1	44,0
41 - 50	16,4	17,8	20,9	25,7	30,2	35,1	
51 - 60	15,4	16,8	20,0	24,8	29,3	34,2	

18. ábra: síktorzulás mérethatárai

1.10.4 Teherkocsi tömeg

A Bizottság 2006/861/EK (2006. július 28.) határozata a transzeurópai hagyományos vasúti rendszer „járművek – teherkocsik” alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásról meghatározta az új teherkocsik kerékpáronkénti minimális terhelését:

4.2.3.2. Statikus tengelyterhelés és lineáris terhelés

Az alábbiakkal rendelkező kocsik kerékpáronkénti minimális terhelése:

Általában két vagy több tengely	5,0 t
Négytengelyes és féktuskókkal ellátott	4,0 t
Négynél több tengelyes és féktuskókkal ellátott	3,5 t

A Bizottság 321/2013/EU rendelete (2013. március 13.) az Európai Unió vasúti rendszere „járművek – teherkocsik” alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásról és a 2006/861/EK bizottsági határozat [az előzőleg hivatkozott – a Vb] hatályon kívül helyezéséről új értékben határozza meg a teherkocsik minimális tengelyterhelését:

B.6. táblázat

A B. függelék 2.1. pontjával összhangban sikeresen vizsgált futóművel felszerelt járművek (köztük kocsiegységek és állandóan összekapcsolt egységek) elfogadható paramétertartománya

Névleges paraméter		Legkisebb érték	Legnagyobb érték
Az üres egység átlagos tengelyterhelése (forgóváz nélküli kocsi)	$P_{\text{átlagos,üres}}$	5,75 t vagy $P_{\text{átlagos,üres,vizsgált}}$, amelyik érték alacsonyabb	—

1.10.5 Kerékterhelés

A MÁV SZ 2894 szerint az üres kocsik kerékterhelések megengedett eltérése 10%. Erre vonatkozó nemzetközi szabványról azonban a Vb és RCH Zrt. szakembere nem tud.

A rakott kocsik esetén a rakodási szabályok 25%-ot engednek meg.

1.10.6 A járművek kézi állítású fékvezérlő elemeinek kezelése

A MÁV E2 fékutasítás 2.3.2.3. Mozdony-, személyszállító és szerelvényvonatok kivételével a többi vonat vonatnem-váltóinak kezelése az 1. táblázatban leírtak alapján, az elegytömeg (F.2. 9.3. p.) szerint történik.

1. táblázat

A vonat elegytömege (Et)	Előírt vonatnem-váltó állás		
	A vonat elején lévő működő mozdony(ok)on	Első 5 járművön	A besorozott további járműveken
$1600 \text{ t} < Et^*$	G	G	G
$1200 \text{ t} < Et \leq 1600 \text{ t}^*$	G	G	P
$800 \text{ t} < Et \leq 1200 \text{ t}$	G	P	P
$Et \leq 800 \text{ t}$	P	P	P

*A határállomásokon belépő, 1200 t elegytömeg feletti, gyorsműködésű légfékkel fékezett tehervonatok vonatnem-váltóit az 1. táblázatban előírtól eltérő állásuk miatt nem kell átállítani, a vonatok rendeltetési állomásig így közlekedhetnek, amennyiben azok megfékezettsége megfelel az előírásoknak.

19. ábra: vonatnem-váltók állásai

1.11 Meteorológiai adatok

Kelebián felhős, esőre álló idő volt, de az esemény helyén-idején még nem esett; és azt megelőzően sem. A léghőmérséklet a reggeli, gyenge talajmenti fagyból napközbenre +5°C fölé emelkedett. A felszínen olvadó hótakaró sem volt.

Ferencvárosban a kérdéses éjszaka nagyrészt derült volt az ég, gyenge légmozgással (bár az esemény idejére befelhősödött), így -7°C-ig hűlt le a levegő, a talaj mentén is – ami az évnek ebben az időszakában nem számít szélsőségesnek.

1.12 Az érintettek nyilatkozatai

1.12.1 Mozdonyvezető, Kelebia

A kelebiai eseményben részes mozdonyvezető elmondta, hogy

- Kiskőrösön vette át a vonatot, amelyet Kelebiára hozott.
- A vonat fékberendezése a szokásosnak megfelelően működött.
- Két sárga fény mellett járt be Kelebiára. Fékezett, amikor az állomásépület előtt észlelte a rántást a vonatban.
- Először vonatszakadásra gyanakodott, miután hátrament, észlelte a kisiklást.

1.12.2 Mozdonyvezető, Ferencváros

A ferencvárosi eseményben részes mozdonyvezető elmondta, hogy

- A forgalmi irodánál észlelte, hogy egy személy kijön a fuvarokmányokért, ezért azonnal, intenzív fékezéssel megállította a vonatot.
- Ezt követően a fuvarokmányok átadása, átvétele után megindult a vonatával és kb. 10 km/h sebességre gyorsított fel.
- Majd azt tapasztalta, hogy a fővezeték nyomása lecsökkent a vonat önműködően befékeződött.
- Megállás után az irányítást értesítette, hogy a vonatot megvizsgálja, hogy az miért fékeződött be.
- Hibakeresés miatt a vonata vége felé ment, majd azt tapasztalta, hogy a 11. és 12. kocsi között a kapcsolat szétszakadt és egy kocsi egy 1 tengellyel kisiklott.
- Időközben egy tolatásvezető a helyszínre érkezett, aki az eseményt rádióan az irányításnak jelentette.

1.13 Mentés, kárelhárítás

Kelebia

A kisiklott járművek beemelése az eset napján 17:45-től másnap 1:00-ig tartott. Az emelést LUKAS hidraulikus sínrehelyező olajemelő berendezéssel végezték el.

A kisiklott kocsikat Kelebia állomáson futóképessé tették, ezután Miskolcon műszaki mérésekre került sor, majd a karbantartó állomásra (Zólyom) továbbították őket.

A vasúti pályára a baleset helyszínére vonatkozóan semmilyen korlátozás nem lett elrendelve: a műszaki kárelhárítás után a vasúti pálya korlátozás nélkül járható volt. Azonban a balesetet követő napon a vágányban mért eltérések korrigálása érdekében fenntartási munka keretében nyomtáv- és fekszint szabályozást végeztek.

Ferencváros

A kárelhárító egység a kisiklott kocsi vágányra helyezését és futóképessé tételét 7 óra 45 perckor kezdte meg és 8 óra 15 perckor befejezte.

1.14 Próbák és kísérletek

A vizsgálat során próbákra nem került sor.

1.15 Kiegészítő adatok

Kelebián az érkező tehervonat mozdonyán tartózkodott egy munkából hazatérő mozdonyvezető, aki a vonat megállása után sietve távozott a mozdonyról.

1.16 Összefüggésbe hozható események

Tehervonatok kisiklását a KBSZ több alkalommal vizsgálta már, azonban a vonat menetdinamikájával kapcsolatos eseményt még nem.

A kitérők elavult állapotára voltak visszavezethetők az alábbi események:

1.16.1 2012. október 19. Aszód (2012-0705-5)

Az Aszód állomás VII., nem átmenő fővágányra bejáró tehervonat két kocsija a váltóközvetben a 17. váltón kisiklott, majd a siklott kocsik kb. 300 m hosszban megrongálták a vonatfogadó vágányt.

Az érintett pályaszakaszon sebességhatárolás volt érvényben, melyet a vonat túllépett, azonban az kitérőre nem volt.

A Vb megállapította, hogy a 17. kitérő avult műszaki állapota alkalmas volt a kisiklás előidézésére, amelyhez hozzájárult, hogy a kisiklott teherkocsi kerekének nyomkarima vastagsága a megengedett tartomány alsó határán volt.

A pályafenntartás rendszerének vizsgálata azt mutatta, hogy a konkrét kitérőben nem volt feltárva a balesethez vezető avult alj-állapot, és nincsenek biztosítva a szükséges erőforrások, anyagok a megfelelő pályafenntartáshoz; a fenntartási feladatok végrehajtását bonyolult, lassú döntési folyamatok nehezítik.

A KBSZ biztonsági ajánlást adott ki a közlekedési hatóságnak a kitérők méretelőírásainak pontosítására.

1.16.2 2013. június 19. Devecser (2013-0458-5)

Egy tehervonat három kocsija Devecser állomás V. vágányára való behaladás közben a 16 sz. átszelési kitérőn kisiklott. Az esemény következtében megrongálódott a kisiklásban érintett átszelési kitérő és kisebb mértékben a kisiklott teherkocsik.

A Vb megállapította, hogy a kitérő avult műszaki állapota alkalmas volt a kisiklás előidézésére, amelyhez hozzájárult, hogy a kisiklott teherkocsi kerekének nyomkarima vastagsága a megengedett tartományon belül, de annak alsó határán volt.

A pályafenntartás rendszerének vizsgálata azt mutatta, hogy a konkrét kitérőben nem volt feltárva a balesethez vezető avult alj-állapot, és nincsenek biztosítva a szükséges erőforrások, anyagok a megfelelő pályafenntartáshoz; a fenntartási feladatok végrehajtását bonyolult, lassú döntési folyamatok nehezítik. A fenntartási folyamatok nem teljesítik a pályahálózat működtetőjének biztonságirányítási kézikönyvében foglalt elvárásokat.

A KBSZ fenntartotta a 2012-0705-5 sz. eseményhez kiadott biztonsági ajánlását a kitérők méretelőírásainak pontosítására, és újabb ajánlást adott ki a biztonságirányítási rendszer működésének ellenőrzésére.

1.16.3 2015. november 19. Hatvan-Rendező (2015-1234-5)

Zúzottkővel megrakott tehervonat több kocsija Hatvan rendezőpályaudvaron kisiklott, a kisiklott kocsik egy része visszalépett a sínre, az utolsó kocsi a földön maradt.

A vizsgálat során a Vb megállapította, hogy az esemény lefolyása és okai megegyeznek több korábbi, hasonló eseménnyel: a vasúti pálya elavult állapota, a teherkocsik aszimmetrikus terhelése, és a kocsik kerékpárjainak aszimmetrikus kopottsága együttesen

vezettek a kisikláshoz. A vasúti pálya alj-állaga erősen előregedett volt; a kocsik aszimmetrikus terhelése a számítások szerint a határérték közelében, de azon belül volt; a kerékpárok aszimmetriája vonatkozásában pedig előírás nem áll rendelkezésre.

A KBSZ biztonsági ajánlást adott ki a közlekedési hatóságnak a teherkocsi kerékpárok méretelőírásai vonatkozásában.

1.17 Alkalmazott vizsgálati módszerek

A kisiklások létrejötte vizsgálható az ún. Nadal-képlettel:

$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan(\delta) - \mu}{1 + \mu \tan(\delta)}$$

ahol

Y	terelőerő
Q	kerékterhelés
δ	nyomkarima meredekség
μ	nyomkarima-sín közti súrlódási tényező

A képlet megadja azt a terelőerő-kerékterhelést arányt, amelynél a gördülő kerék sínre való felmászása megkezdődik.

2. ELEMZÉS

2.1 Az esemény tényleges lefolyása

Az 1. fejezetben tárgyalt bizonyítékok alapján az esemény tényleges lefolyása az alábbiak szerint állítható össze:

2.1.1 Az esemény előtti történések

A két esemény történéseit az alábbi táblázat állítja párhuzamba. A távolságok nullpontja Kelebián a vonat megállása. A ferencvárosi eseménynél kellő részletességű adatrögzítők hiányában a távolságok nem adhatók meg.

Kelebia	Ferencváros
<p>2017.02.06. A 18. kitérő közbenső részén a nyomtáv megtartására megtámasztó alátétlemezeket építettek be (1.4.3.1).</p>	
<p>2.1.2 Az esemény lefolyása</p> <p>-820 m A mozdony elhaladt a bejárati jelző mellett 45 km/h sebességgel (1.5.2).</p> <p>-452 m A mozdonyvezető 3 másodperc alatt 0,3 barral csökkentette a fővezeték nyomást néhány másodpercre, ezalatt a vonat 1,2-1,5 km/h-t lassult 41,6-42,2 km/h-ra (Teloc-GPS) az állomási útátjáró és váltóközvet között. Az MFB adatokból számíthatóan ez a fékezés 452 méterrel megállás előtt volt, tehát az 1553+48 szelvényben kezdődött (1.4.2, 1.5.2).</p> <p>-191 m (A) A mozdonyvezető lassan fékezni kezdett. Ebben a pontban lassú fővezeték nyomásesés kezdődik (1.5.2).</p> <p>-121 m (B) A mozdonyvezető a fékezést hirtelen intenzív fékezéssé fokozta, gyorsfék állás rövid használatával. Minden bizonnyal a forgalmi iroda előtti megállás céljával, hogy kollégája ott leszállhasson. Hirtelen fővezeték nyomásesés indul meg,</p>	<p>A vonat behaladt Ferencváros állomásra kb. 30 km/h sebességgel (1.5.2).</p> <p>A váltóközvetben a vonatbefolyásoló megállította a vonatot. 1 perc idő elteltével a vonat továbbindult. A vonat 10-12 km/h-ig gyorsult (1.5.2).</p> <p>A vonatfogadó vágány elejére érve a mozdonyvezető a vontatást megszüntette (1.5.2).</p> <p>A forgalmi iroda közelében a mozdonyvezető észrevette, hogy valaki elindult a mozdony felé a fuvarokmányokért (1.12.1).</p> <p>A mozdonyvezető intenzív fékezésbe kezdett. A rendelkezésre álló adatrögzítők nem tartalmaznak fékezési jeleket, ez az információ csak más adatokból következtethető ki: a vonat sebessége rövid</p>

mely 6 mp alatt 4-ről 2 barra csökken. Ilyen mértékű nyomásesés üzemi fék állásokban nem érhető el (a vonat fővezetékének szétszakadása ekkor még nem következett be) (1.5.2).

idő alatt intenzíven csökken nullára, és a mozdonyvezető elmondása is ezt támasztja alá (1.5.2, 1.12.1).

A kitérő 23-28. aljai között jelentősebb nyombővülésbe futott a kocsi. Ezen belül a 26. aljnál a nyomtáv 1469 mm, további rugalmas bővülés nyomával (1.4.3.2, 1.3.1).

A vonat kocsijai összetorlódtak, ezáltal a vonat közepe erős összenyomó erőnek lett kitéve.

A fékezés során a vonat elején lévő kocsikhoz hamarabb jut el a fékezési parancs, mint a végéhez. Ekkora vonatnál az időkülönbség legalább 2 mp. Emellett a vonat - a középére sorozott 4 db kéttengelyes kocsi kivételével - gyorsműködésű fékkel üzemelt, így a vonat elején már kialakult fékhatás volt, amikor a vonat vége még nem fékezett.

Ennek a hatása az, hogy a vonat összetorlódik, a vonat közepén jelentős hosszirányú, összenyomó erők alakulnak ki. (1.5.1, 1.3.2)

Az ívben haladó vonaton a hosszirányú erők oldalirányú erővé transzformálódnak, megnövelve ezzel a kocsi vezetéséhez szükséges terelőerőt (21. ábra).

-68±2 m

A 27-29. alj térségében - már a csökkenő nyomtávnál - a 4425 053-6 kocsi első tengelye megkezdte a felmászást a jobb sínszálra. A vonat sebessége ekkor 35-38 km/h (1.5.2).

Ez a mozzanat az utána történekből következtethető ki: el kellett indulnia a felmászásnak ahhoz, hogy kicsivel később a nyomkarima már a sínkoronán fusson. Mivel kis szögben, azaz hosszú úton futott át a sínkoronán, előtte is hosszan, akár több alj távolságon futhatott fel.

-66±1 m

A 31. aljnál a nyomkarima felfutott a sínkoronára

Ekkor a 053-6 psz. kocsi első tengelye volt a felkapás helyén, megálláskor a 066-1 közepe a keresztezésnél. A távolság a felkapástól a megállásig:

8 aljköz (4,5±0,5 m) + 4551 066-1 kocsi félhossza (13,4 m) + 4 db 4425 kocsi hossza (4x 14,0 m) - 4425 keret túllógás (3,0 m) - rövidülés az egymásra csúszás miatt (kb. 4,5±0,5 m) (1.3.1, 1.3.2, 1.5.1)

A 35. aljnál a tengely mindkét kereke leesett (1.3.1).

A kitérő 5-6. alja között a 178-0 psz. kocsi második tengelyének nyomkarimája átugrotta a bal (ív külső) sínszál sínkoronáját.

A 11. kocsi kisiklása miatt a 11-12. kocsik közti csavarkapocs elszakadt, a kocsik azonban egymásra torlódtak, így a légféktömlő még ép maradt.

A 11. kocsi a kisiklás miatt oldalra mozdult, a csavarkapocs átlós, rendellenes helyzetbe került, emiatt szétszakadt. A kocsi ütközőjén és zártárcsa tartóján lévő nyomok is igazolják, hogy ekkor az ütközők már nem értek össze, a követő kocsi ütközője a 12. kocsi mellgerendájának ütközött. Ezt a helyzetet a légféktömlő még át tudja hidalni,

-56 m (C)

A mozdonyvezető az intenzív fékezést megszüntette.

A fővezeték nyomása 1,9 bar-ról emelkedni kezd, 2 mp alatt 3,1 bar-ig. Ez arra utal, hogy a mozdonyvezető menet, vagy valamely üzemi fék állásba tette a fékezőszelepet (1.5.2).

A kocsik egymásra csúszása miatt a fővezeték szétszakadt, ezzel önműködő befékezés következett be.

A Vb a helyszínen szétszakadt fővezetékét talált.

-38 m (D)

A nyomásemelkedés megállt, enyhe esés-emelkedés következik megállásig a 3-3,5 bar tartományban maradván.

A szétszakadást követően - tekintettel a vonat hosszára és a fékhatás terjedési sebességére - kb. 1 másodperccel jelenik meg a mozdonyon a nyomásesés. Ettől kezdve a mért és regisztrált nyomást a légvesztés és a mozdony utántápláló-képessége határozza meg.

0 m

A vonat megállt. A mozdony ekkor a forgalmi iroda előtt volt az 1558-as szelvénykő mellett, a váltó keresztezési részén a 066-1 psz. kocsi középső forgóváza állt (1.3.2).

A vonatösszeállítás alapján a 053-6 psz kocsi eleje a mozdony eleje után 230 méterrel volt (1.5.1).

így nem szakadt el (1.3.2.2).

A vonat 1 tengellyel kisiklottan megállt.

A fenti folyamatban a Kelebiai eseménynél alkalmazott betűjelölések helyét a 20. ábra mutatja meg. A-D a mozdony, Ak-Dk a kisiklott kocsi helyzete ugyanakkor:



20. ábra: a vonat helyzete a folyamat lényeges pontjaiban

2.1.3 Az eseményt követő történések

Kb. 4:03:17

A fuvarokmányok átadása után a mozdonyvezető megkísérelt a vonattal tovább indulni (1.5.2).

Rövid elmozdulás után a 11-12. kocsik

közti légféktömlő elszakadt, a vonat önműködően befékeződött (1.5.2).

2.2 Az esemény okozati összefüggéseinek elemzése

Az esemény létrejöttében a fenti folyamat alapján szerepet játszott, hogy

- a kisiklott kocsik nehéz rakott teherkocsik közé sorozott könnyű és üres kocsik voltak;
- emellett Kelebián a vasúti pályában gyors nyomtáv-csökkenés volt;
- a mozdonyvezető intenzív fékezése miatt a vonatban jelentős hosszirányú erők keletkeztek, amelyek az ívben oldalirányú erővé transzformálódtak éppen ott és akkor, amikor a kritikus kocsik a kritikus pályarészen jártak.

Az ilyen kisiklási folyamat okait jól szemlélteti a Nadal-képlet, amely a terelőerő (Y), kerékterhelés (Q), súrlódás a nyomkarima és a sín között (μ) és nyomkarima-szög (β) között teremt kapcsolatot (1.17). Fokozódik a kisiklás veszélye, ha

- nagy a terelőerő a kerékterhelés arányában (Y/Q),
- nagy a súrlódás (μ),
- kicsi a nyomkarima-szög (β).

A terelőerőre mind a pálya, mind a vonat menetdinamikája hatással volt, ezek összeadódtak. A túl nagy terelőerő pedig meghatározó része a nyomkarima felmászásával lejátszódó kisiklások fizikai okainak, különösen úgy, hogy a kocsi tömege, kerékterhelése kicsi.

2.2.1 A vasúti pálya állapota

2.2.1.1 Vonalvezetés és hatása

Kelebián a kisiklás előtti részen a nyomtáv intenzíven csökken: 4 aljközben statikusan 23 mm-t (1.4.3.2). Rugalmas nyombővülés nyomai utalnak arra, hogy a haladó vonat alatt a csökkenés ennél is nagyobb mértékű lehetett.

Mivel a csökkenés az ív külső, vezető sínszálában van, ez a pályageometria jelentős terelőerő növekményt okoz: ezen a szakaszon a sín nyomvonala – a mért adatok kiszervezése alapján – 83 m sugarú ívnek felel meg, ellentétben a kitérő rendszerére meghatározott 192 m-es értékkel. Tehát a jármű ezen a rövid szakaszon 83 m sugarú ívbe futott bele 35-38 km/h-val (1.3.1).

Az elméleti terelőerő (Y) az $F=mv^2/r$ képlet alapján normál esetben (a kitérő névleges 192 m-es ívsugarán) 6,2 kN lenne tengelyenként, a csökkenő nyomtávú szakaszon viszont 14,2 kN. Ez Y/Q -ban 24 illetve 55%-ot jelent.

A tényleges Y/Q arányhoz azonban figyelembe kell venni azt a természetes kompenzáló hatást is, hogy az ívben haladó jármű esetén a kerékterhelések eltolódnak, a külső kerék terheltebb lesz. A pontos adatok ismerete híján példaként kiszámítható, hogy az Y/Q arány – e hatás figyelembe vételével –

- 1 m súlypont-magasság esetén 40%-ra adódik,
- 2 m súlypont-magasság esetén 31%-ra.

Az alacsony súlypontú pórekocsinál kicsi a kompenzáló hatás, míg a rakott kocsik, mozdony esetében a magasabb súlypont miatt nagyobb. Ez is egy oka, hogy azok a járművek kisiklásmentesen haladtak át ezen a vágányszakaszon.

Hasonló, vagy az esettel összefüggésbe hozható pályajellemzőt Ferencvárosban a V_b nem talált.

2.2.1.2 Pályafelügyelet

A vágánymérést a kitérő közbenső részén (mint a balesetben érdekelt pályarészen) az előírások szerint a kitérőméréssel együtt kell végezni (1.10.2). Nem kell azonban részletesen dokumentálni, elegendő egyetlen értéket felírni: az sem egy előre meghatározott helyen mért adat, hanem 3 mérésből a legkedvezőtlenebb. Ez látszólag alkalmas arra, hogy kiszűrje a legsúlyosabb hibákat, azonban a 3 alapul vett mérés helye kiválasztható kedvezőbb értékekre is. A Kelebián mért adatok ábrája jól mutatja is, hogy az e rovatba írt (legkedvezőtlenebb) adat egy 13 mm-es sávban ingadozik. Ily módon ez az előírás teljesen alkalmatlan, hogy leromlás folyamata, intenzitása, sőt, akár csak a leromlás ténye felismerhető legyen.

Továbbá teljes mértékben lehetetlen ezzel a megoldással a nyomtávvaltozásban rejlő hibák és veszélyek feltárása: a jelen eseményben pedig e hibának is alapvető hatása volt.

A kritikus helyen a 4 aljközben lévő 23 mm csökkenés (a 4 aljköz kb. 2,5 m távolságot jelent) átlagosan 9 mm/m. Ez jelentősen meghaladja a vonatkozó D.54. sz. utasítás határértékét (1.10.1), amely azonnali beavatkozást (ún. C3 kategória) ír elő már 5 mm/m értéknél. Ilyen intézkedésről azonban a Vb nem tud, sőt, a vasúti pályahálózat működtető pályás szakértőjének jelentése alapján a baleset után a kisiklás helyén a vágányt forgalombiztos állapotban találták, az a forgalomnak visszaadható volt. Különösen ez utóbbi igazolja azt, hogy a pályafelügyelet nem képes ezt a hibát felismerni.

A kitérő egyenes irányának közbenső részére ilyen előírás sincs. Míg más vágányszakaszokon folyamatos gépi mérések, vagy legalább aljanként végzett kézi mérések készülnek, a kitérők közbenső részén nem keletkeznek egzakt, összehasonlítható pályafelügyeleti adatok (1.4.3.1).

2.2.1.3 A pályahiba észlelése

A fentiek ellenére az azonban látható, hogy Kelebián a nagy nyomtávot a pályafenntartás korábban már észlelte: ennek jól látható jele, hogy a 60-65. aljakon megtámasztó alátétlemezeket építettek be 2017. februárjában. Ez azonban csak a nyomtáv további bővülését tudja megakadályozni vagy késleltetni, a már meglévő hibát nem szüntette meg (1.4.3.1).

2.2.1.4 Síktorzulás

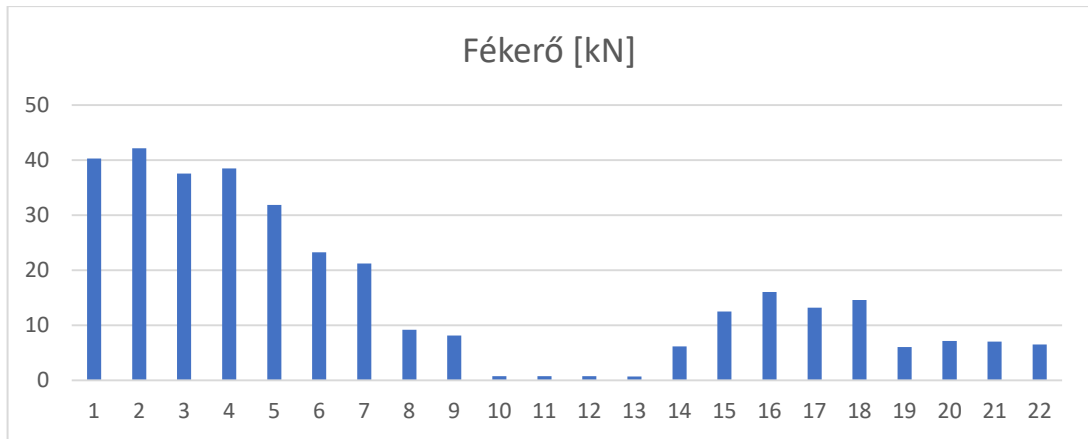
A mért pályaadatokban a túlemlés értékei 0-12 mm tartományban mozognak. A síktorzulások mérethatárait (1.10.3) így a 8 m tengelytávú kocsi (1.5.1) legkedvezőtlenebb helyzetében sem lépi túl.

2.2.2 A vonat és a menetdinamika

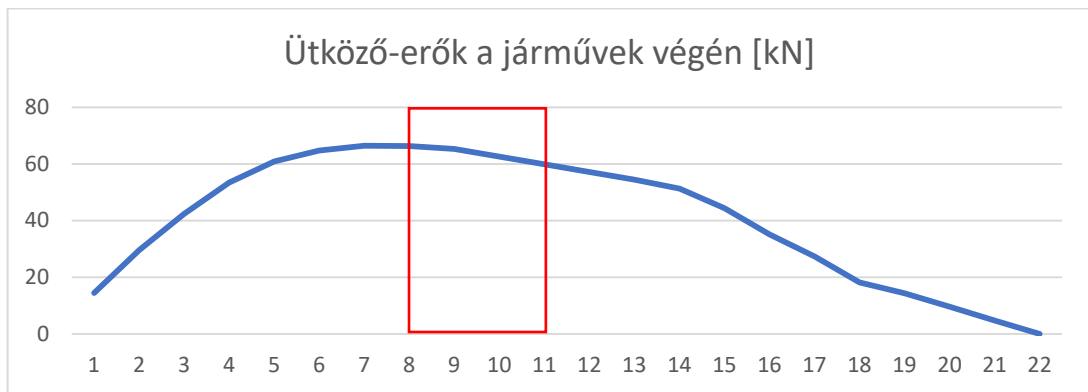
A mozdonyvezetők mindkét kisiklás előtt röviddel intenzív fékezésbe kezdtek. A fékezési parancs nyomáshullámként terjed a vonat fővezetékében, aminek terjedési ideje és tulajdonságai miatt a vonat elején

- hamarabb, és
- gyorsabban alakul ki a fékhatás.

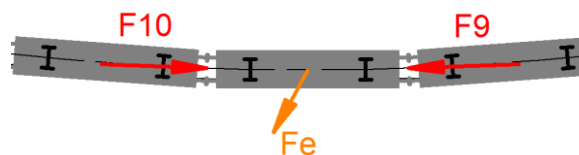
A Vb becslési eljárásával – figyelembe véve a kocsik eltérő elegytömegét is – az egyes járművek fékerőinek alakulása a kisiklás pillanatában az alábbiak szerint szemléltethető (az ábra a kelebiai kisiklás szerelvényét mutatja):



Mivel a vonat kocsijai együtt mozognak, nagyon hasonló mértékben együtt lassulnak, a vonat elején lévő – átlagosnál jobban fékezett – kocsik fékhatása részben a vonat végének lassítására is fordítódik. Ez az erőhatás az ütközőkön adódik át, és pedig az alábbiak szerint:



Ebből adódóan a vonat összenyomódik, az ütközőkön hosszirányú nyomóerők keletkeznek. A hosszirányú erők az ívben haladó kocsik esetében kifelé ható erővé transzformálódnak, aminek ellenerejéként a kerék-sín közötti terelőerő megnövekszik (21. ábra).



21. ábra: a terelőerő megnövekedése

Az erők irányát – és ennek következtében az eredő nagyságát is – nagyban befolyásolja az ütközők illeszkedési felülete, a kocsik pillanatnyi helyzete, mozgásai. A számítások ezért csak egy nagyon idealizált, a fenti ábra szerinti helyzetre készíthetők el: a terelőerő a hosszirányú erők kb. 7%-a ebben az ívben, ami a statikus kerékterhelésnek 17%-a.

Noha a fentiek alapján a mozdonyvezetői magatartás hozzájárult a kisikláshoz, nem tiltható meg: egy vészhelyzetben (akadály, ember kerül a vonat elé) kifejezetten kötelessége is a mozdonyvezetőnek az elérhető legnagyobb fékhatást alkalmazni, a szerelvénynek pedig kisiklásmentesen el kell ezt viselnie.

A kocsik kis tömege, illetve az ebből adódóan kis súlya a keletkező kiemelő erőhatásoknak csekély ellenhatást adott. A minimális kocsisúly (illetve tömeg) előírása ezért indokolt.

2.2.3 A kocsik műszaki állapota

A Kelebián kisiklott kocsik közül a 2156 4426 041-0 psz. kocsi 12-15%-os kerékterhelés eltérése (1.5.1) nem felel meg a vonatkozó magyarországi előírásnak (1.10.5), amely legfeljebb 10% eltérést enged meg. Azonban

- tekintettel kell lenni a kocsi külföldi eredetére, és nemzetközi szabály erre vonatkozóan nem volt fellelhető;
- a kisiklás a tárgyalt folyamat alapján nem ezen kocsival kezdődött;
- továbbá ugyanez a kocsi rakottan (a rakodási szabályok alapján) akár 25% kerékterhelés eltéréssel is közlekedhetne, amit a vasúti rendszernek el kell viselnie.

A kocsi hibája így ha meg is állapítható, nem hozható összefüggésbe az eseménnyel.

Ferencváros állomáson kisiklott 4426 178-0 psz. kocsi kerékterhelés, ütköző magasság értékei a vonatkozó előírásoknak (1.5.1) megfeleltek.

Kelebián megállapítható volt az ütközők túlzott merevsége, legnagyobb részben a másodikként kisiklott 041-0 psz. kocsinál. Kis sugarú ívben az összenyomódó ütközők erőhatásai a szerelvényt kiegyenesíteni igyekeznek, ezzel is rontva az ívbeállást. Az ütköző-erők két kocsi közötti kölcsönhatásban vesznek részt, ezért a másodikként kisiklott kocsi „kemény” ütközői is elősegíthették az előtte lévő 053-6 psz. kocsi kisiklását (1.5.1).

2.3 A túlélés lehetősége

Az események következtében életveszély nem alakult ki.

2.4 Egyéb észrevételek

A Vb egyéb észrevételt nem tett.

2.4.1 Fogalomhasználat

A J001 PASS2 jelű vonatterhelési kimutatás a fékezettségi adatokban helytelenül a „fékezendő/fékezett súly” kifejezéseket használja a „fékezendő/fékezett tömeg” helyett.

2.5 KÖVETKEZTETÉSEK

2.5.1 Közvetlen okok

Az esemény bekövetkezésére közvetlenül ható tényezők az alábbiak voltak:

- a) a vonatok közepére sorozott kisiklott kocsik könnyűek voltak (2.2.2);
- b) a mozdonyvezetők a behaladás közben intenzív fékezést alkalmaztak (2.2.2);
- c) Kelebián a kisiklás helyén a vasúti pálya nyomtávolsága gyorsan, azonnali beavatkozási határértéket meghaladóan csökkent (2.2.1.1).

2.5.2 Közvetett okok

Azok a kompetenciákra, eljárásokra, fenntartásra vonatkozó megállapítások, amelyek összefüggésben voltak az előzőekben felsorolt tényezőkkel:

- a) Kelebián a pályafelügyelet során nem azonosították a gyors nyomtávvaltozást (2.2.1.2);
- b) Kelebián túlzottan merev ütközők voltak a kocsikon (2.2.3).
- c) a vonatnem-váltók a szabályoktól eltérően voltak beállítva, ami fokozta a kedvezőtlen hosszirányú erőhatásokat (2.2.2).

2.5.3 Gyökérokok

Időben és térben távol lévő okok, amelyek a rendszer működésével kapcsolatosak a szabályozási környezetben és a biztonságirányítási rendszerben:

- a) Kelebián kitűnt, hogy a hatályos kitérőmérési szabályok mellett a kitérőben lévő nyomtávhibák nem, vagy csak véletlenszerűen fedezhetők fel (2.2.1.2);
- b) a ferencvárosi esetről ilyen okot a Vb nem azonosított.

2.5.4 Egyéb kockázatnövelő tényezők

Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, de kockázatnövelő tényezőket a Vb nem azonosított.

2.5.5 Jól működő eljárások, gyakorlatok

A Vb ilyen megállapítást nem tesz.

2.5.6 Tanulságok

Az ilyen esetek elkerüléséhez a vasúti pálya megfelelő állapotában tartásán túl a vonatok üzemeltetése is hozzájárulhat.

A nehéz kocsik közé sorozott könnyű kocsik ugyanis fokozottan érzékenyek a vonatban ébredő hosszirányú erőkre, amelynek kiváltó oka lehet a kis sugarú ívekben való erőteljes fékezés is. Az ilyen fékezés vészhelyzet esetén kifejezetten szükséges is lehet, így noha célszerű kerülni, az meg nem tiltható.

3. MEGTETT INTÉZKEDÉSEK

A vasúti társaság a kocsik üzemeltetőjét értesítette a kocsik vizsgálatának eredményéről.

A vasúti pályára a baleset helyszínére vonatkozóan korlátozás nem lett elrendelve, azonban a balesetet követő napon a vágányban mért eltérések korrigálása érdekében fenntartási munka keretében nyomtáv- és fekszintszabályozást végeztek.

4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

4.1 A vizsgálat során kiadott biztonsági ajánlások

A vizsgálat során a Vb biztonsági ajánlást nem adott ki.

4.2 További biztonsági ajánlások

BA2017-1620-5-01: *A pályafelügyeleti mérések során a folyóvágányokban folyamatos nyomtáv mérés történik, míg a kitérőkön csak néhány pont mérésére kerül sor. Ez nem biztosítja a kitérők állapotának megfelelő nyomon követését, egyes hibák (nyomtávvaltozás) értékelése pedig kifejezetten lehetetlen.*

A Közlekedésbiztonsági Szervezet javasolja az Innovációs és Technológiai Minisztérium Vasúti Hatósági Főosztályának, hogy a vasúti pályahálózat működtetők vasútbiztonsági engedélyének részét képező pályafelügyeleti eljárásokban követeljen meg olyan kitérő és/vagy vágánymérési technológiát, amely biztosítja, hogy a nyomtáv mérése és kiértékelése a kitérőkön is – a folyóvágányokhoz hasonlóan – folyamatos legyen.

Az ajánlás elfogadása és végrehajtása esetén megbízhatóbb kép szerezhető egy kitérő műszaki állapotáról, és megalapozottabban rendelhető el a fenntartási munkák vagy korlátozások.

A zárójelentés tervezetéhez küldött észrevételében az ITM Vasúti Közlekedési Hatóság az ajánlással egyetértett, a MÁV Zrt. azt tudomásul vette azzal, „Amennyiben a

biztonsági ajánlás alapján az ITM Vasúti Hatósági Főosztálytól megkeresés érkezik az ügyben a MAV Zrt.-hez, együttműködésünket biztosítjuk. A D.5.sz. Pályafelügyeleti Utasítás vonatkozásában jelenleg is zajlik egy módosítási folyamat, ennek során – a hatósági megkereséstől függetlenül, illetve azt megelőzően – megvizsgáljuk a biztonsági ajánlásban megfogalmazottak szerinti módosítás(ok) lehetőségét.”

5. ELTÉRŐ VÉLEMÉNYEK

A Vb tagjai különvéleményt nem fogalmaztak meg. A zárójelentéshez eltérő vélemény nem érkezett.

Budapest, 2019. március 12.



Chikán Gábor
Vb vezetője



Demjén Péter
Vb tagja



Kapocsi József
Vb tagja



Sárík Csaba
Vb tagja