



KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
SZERVEZET

ZÁRÓJELENTÉS

2015-0315-5
vasúti baleset, vonat kisiklása

Jánoshegy állomás
2015. április 7.

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: Kbt.),
- a súlyos vasúti balesetek, a vasúti balesetek és a váratlan vasúti események szakmai vizsgálatának, valamint az üzemeltetési vizsgálat részletes szabályairól szóló 24/2012. (V.8.) NFM rendelet,
- illetve a Kbt. 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 Kbt. 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 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 tervezet megküldésével egyidejűleg a KBSZ főigazgatója értesítette az érintetteket a záró megbeszélés időpontjáról, arra meghívta az érintett személyeket, szervezeteket.

A tervezethez tett észrevételt a KBSZ beépítette a zárójelentésbe.

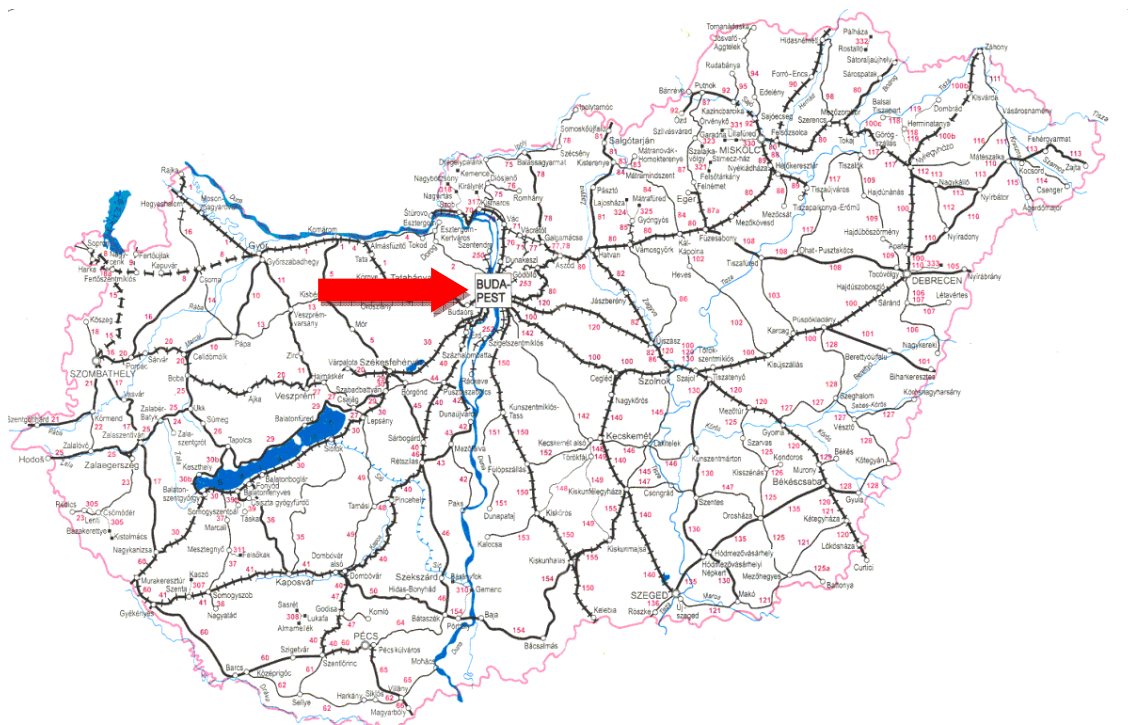
MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

ÁEV	Állami Erdei Vasút
KBSZ	Közlekedésbiztonsági Szervezet
Kbvt.	A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény
MÁV	Magyar Államvasutak Zrt.
psz.	pályaszám
Vb	Vizsgálóbizottság

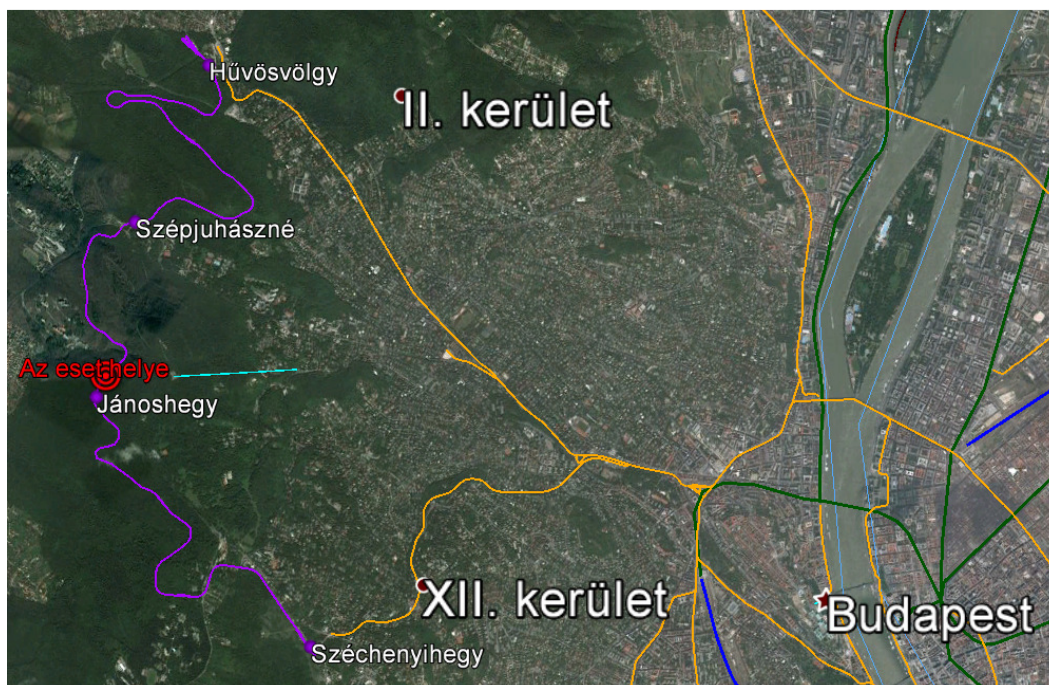
AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

Az eset kategóriája	vasúti baleset
Az eset jellege	kisiklás
Az eset időpontja	2015. április 7. 14:42
Az eset helye	Jánoshegy
Vasúti rendszer típusa	térségi (keskenynyomközű)
Mozgás típusa	regionális személyszállító vonat
Az eset kapcsán elhunytak/ súlyosan sérültek száma	0/0
Pályahálózat működtető	MÁV Zrt.
Rongálódás mértéke	csekély
Üzembentartó	MÁV Zrt.
Nyilvántartó állam	Magyarország

Az eset helye



1. ábra: a baleset helye Magyarország területén



2. ábra: a baleset helye

Bejelentések, értesítések

A KBSZ ügyeletére az esetet 2015. április 7-én 15 óra 02 perckor (a bekövetkezés után 20 perccel) a vasúti társaság balesetvizsgálója jelentette.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ főigazgatója a vasúti közlekedési baleset vizsgálatára 2015. április 7-én az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
tagja	Gula Flórián	balesetvizsgáló
	Demjén Péter	balesetvizsgáló
	Kapocsi József	balesetvizsgáló
	Szentesi László	baleseti helyszínelő
	Bogár László	baleseti helyszínelő

Az eseményvizsgálat áttekintése

A vizsgálat során a Vb

- az eseménynél azonnal, azaz április 7-én helyszíni szemlét tartott;
- a vasúti pálya jellemző adatait megmérte;
- elvégezte a kisiklott mozdony futásbiztonsági méréseit;
- konzultált a fenntartási vezetőkkel.

Az eset rövid áttekintése

2015. április 7-én a MÁV Zrt. Széchenyi-hegyi Gyermekvasúton egy Hűvösvölgyből Széchenyihegyre tartó vonat mozdonya Jánoshegy állomás végpont felőli bejárati jelző mellett kisiklott. A kisiklás után a mozdony még továbbhaladt, majd a hegyoldal felé kb. 45 fokban megdőlt.

A Vb megállapította, hogy a vasúti pályában kisebb síktorzulás, valamint jelentős irányhiba volt, a sínek érdesen oldalkopottak voltak. A mozdony kerékterhelése a kritikus keréken az elvártnál kisebb volt, továbbá a forgóváz mozgásai is kis mértékben akadályozottak voltak.

Mivel a vasúti pálya fenntartása 54 éve kiadott, hiányos, elavult szabályok alapján történik, a Vb javaslatot teszi biztonsági ajánlás kiadására a pályafenntartási szabályok megújítása érdekében.

1 TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

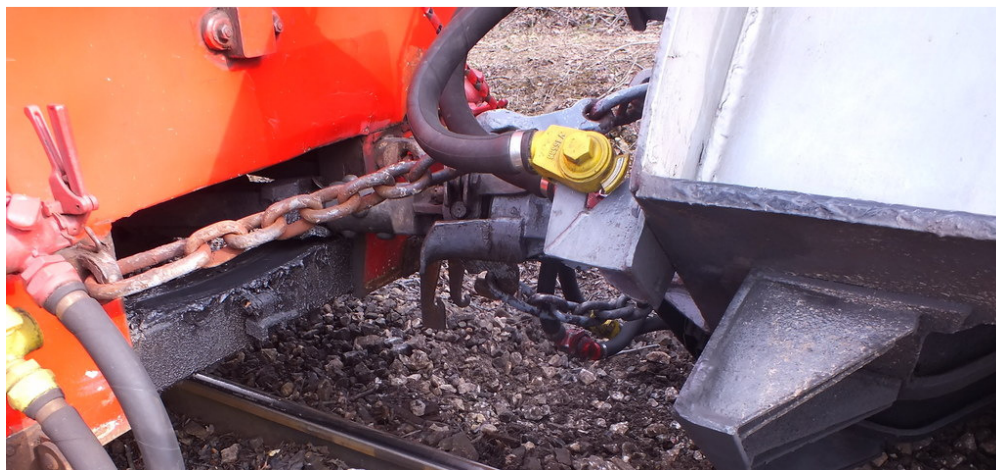
1.1 Az esemény lefolyása

2015. április 7-én a MÁV Zrt. Széchenyi-hegyi Gyermeekvasúton a Hűvösvölgyből Széchenyihegyre tartó 30233 sz. személyszállító vonat Mk45,2002 psz. mozdonya Jánoshegy állomás végpont felőli bejáratú jelző mellett, a 48-47 szelvények között kisiklott. A kisiklás után kb. 25 métert a mozdony még továbbhaladt, majd a hegyoldal felé kb. 45 fokban megdőlt (3. ábra).

A mozdonyhoz kapcsolt első személykocsi csekély mértékben oldalra billent, első forgóvázának jobb kerekei kis mértékben elemelkedtek a sínről.



3. ábra: a baleset helyszíne



4. ábra: a mozdony és az első kocsi közti vonókészülék



5. ábra: az első személykocsi jobb első kerekei

1.2 Személyi sérülés

Sérülések	Személyzet	Utások	Útátjáró használók	Egyéb
Halálos	-	-	-	-
Súlyos	-	-	-	-
Könnyű	-	-	-	-
Nem sérült	3+3 ¹	kb. 75	-	-

1.3 Vasúti járművek sérülése

A kisiklott mozdonyt másnap 02:40-re emelték vissza a vágányra. Benne az előzetes megállapítások szerint kisebb károk keletkeztek: a vonókészülék, a jobb alsó szekrényajtók és a hágcsó deformálódott.

1.4 Infrastruktúrában keletkezett kár

Megsérültek a kisiklás helyén a talpfák, az eset után 10 db talpfát cseréltek ki.

1.5 Egyéb kár

A kisiklott vonat utasai a helyszínt részben gyalogosan elhagyták részben a vasúti társaság gondoskodott elszállításukról. A helyreállításig a vasútvonalon a közlekedés szünetelt (a vasúti pálya 2015.04.09-én üzemkezdett, 24 óra 09 perccel volt a forgalomból kizárva), elmaradt 22 személyszállító vonat.

1.6 Az érintett személyek adatai

A mozdony vezetőjének adatait az alábbi táblázat foglalja össze:

Kora	51 év
Neme	férfi
Orvosi alkalmasság	érvényes
Vonalismeret	érvényes
Típusismeret	érvényes
Mozdonyvezető vizsgát tett	1984-ben
Szolgálat megkezdése	8 óra 45 perc

¹ 3 felnőtt és 3 gyermek személyzet
KBSZ

1.7 A vonat jellemzői

Vonatszám	30233
Vonatnem	regionális személyszállító
Útvonal	Hűvösvölgy – Széchenyihegy
Kocsiszám	2 db
Hossz	29 m
Teljes tömeg	70 t
Fékezett tömeg	41 t
Tényleges fékhatás	58%
Előírt fékhatás	36%

1.7.1 A kisiklott mozdony jellemzői

A táblázat a mozdony műszaki engedélyében foglalt adatokat tartalmazza:

Típus	L45H
Pályaszám	Mk45,2002
Tengelyelrendezés	B'B'
Saját tömeg	32 t
Bejárható min. ívsugár	50 m
Ütközők közötti hossz	10 200 mm
Forgócsaptáv/tengelytáv	5500 / 1700 mm
Kerékátmérő	750 mm

A kisiklott mozdony jelenlegi műszaki kialakítását 2013-ban kapta, a korábbi elavult, gazdaságtalan, jelentős olajfolyásokkal üzemelő dízelmotor és a segédüzemi berendezések részbeni cseréjével. A forgóváz felújítása ennek nem volt része.

Ilyen, vagy ehhez hasonló átalakítást 2010-2014 között a vasút 4 mozdonya kapott.

A kisiklott mozdony 2015. januárjában felújított forgóvázakat kapott, azzal a balesetig 7580 km-t futott.

1.7.2 A mozdonyon végzett vizsgálatok

A nyomkarimák felülete a helyszíni szemlén is megállapíthatóan kifejezetten érdes.

Az üzemanyagtartály csaknem tele volt, 1500 l gázolajjal.

A mozdony különböző mért adatait a mellékletek foglalják össze:

- 3. melléklet: a mozdony futóművének mért adatai
- 4. melléklet: a mozdony futóművének síktorzuláson mért adatai
- 5. melléklet: rugóhosszak és felütési hézagok a mozdonyon

A forgóváz kibontása után megfigyelhető volt, hogy a rugóutat határoló csavarok alatt fényes felütközési nyomok láthatóak. A forgóváz-összeállítási rajz alapján a határoló csavaroknak legalább 30 mm utat kell biztosítani.



6. ábra: fényes felütközési nyom a csavar alatt (6. csap)

1.8 Az infrastruktúra leírása

A vasúti pálya az eset helyén a János-hegy nyugati oldalában, vegyesszelvényben (egyik oldalt bevágás, másik oldalt töltés) vezet.

A jelenlegi vasúti pályaszerkezet a korábbi, elavult pálya átépítésével 1989-1990 körül épült, az addigi 23,6 kg/fm sínrendszer helyett 48 kg/fm sínekkel.

A vágány jellemzői:

Ágyazat		zúzottkő, erdei növényi törmelékkal enyhén szennyezett
Aljak		talpfa
Sínleerősítés		geo
Sínek	hossza	24 m
	tömege	48 kg/fm
	gyártási adatok	Diósgyőr 1969 MA Diósgyőr 1968 MA kisklás helye Diósgyőr 1972 MA
Illesztések		9 m-rel eltolt, hatlyukú szöghevederekkel
Megengedett sebesség		20 km/h
Megengedett tengelyterhelés		a vasúti társaság ilyen adattal nem rendelkezik
Vonalvezetés	ívsugár²	80 m jobb
	emelkedő	28‰

² az irány a vonat menetiránya szerint tekintve
KBSZ

1.8.1 Állapotvizsgálatok

Az esemény előtt a február 13-ig rendelkezésre álló jegyzőkönyvek alapján csak mozdonybeutazások voltak, ezek során a kisiklásban érintett pályaszakaszokon hiányosságokat nem jegyezték fel.

1.8.2 Pályaállapot az esemény után

Az eseményt követően (április 8-án) a Vb a vasúti pályahálózat működtetőjével együtt a vasúti pályát aljanként felmérte. A mérési adatokat az 1. és 2. mellékletek tartalmazzák.

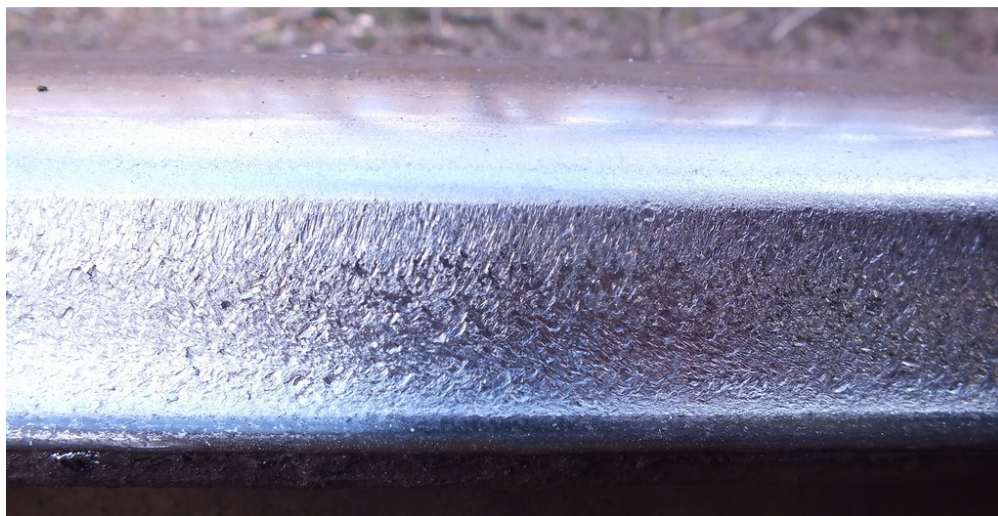
A vasúti pályában a kisiklás helyét jelentő illesztésnél szemmel is látható irányhiba van, továbbá szintén jól látható, hogy a két csatlakozó sínszál közül a vonat által előbb érintett oldalkopása számottevően nagyobb (7. ábra).



7. ábra: irányhiba és sínkopás (az illesztés a felkapás kezdete)

A vasúti pályán a sínkopás rendszeres mérése – a pályahálózat működtető helyszíneléskor adott tájékoztatása szerint – nem történik meg, ilyen adatok nem állnak rendelkezésre. A helyszíneléskor becsült oldalkopás legfeljebb 10-15 mm körüli, számottevő magassági kopás nem észlelhető.

Az oldalkopott felület kifejezetten érdes (8. ábra). Az oldalkopások a mozdonyok felújítása óta jelentősek a vasútvonalon.



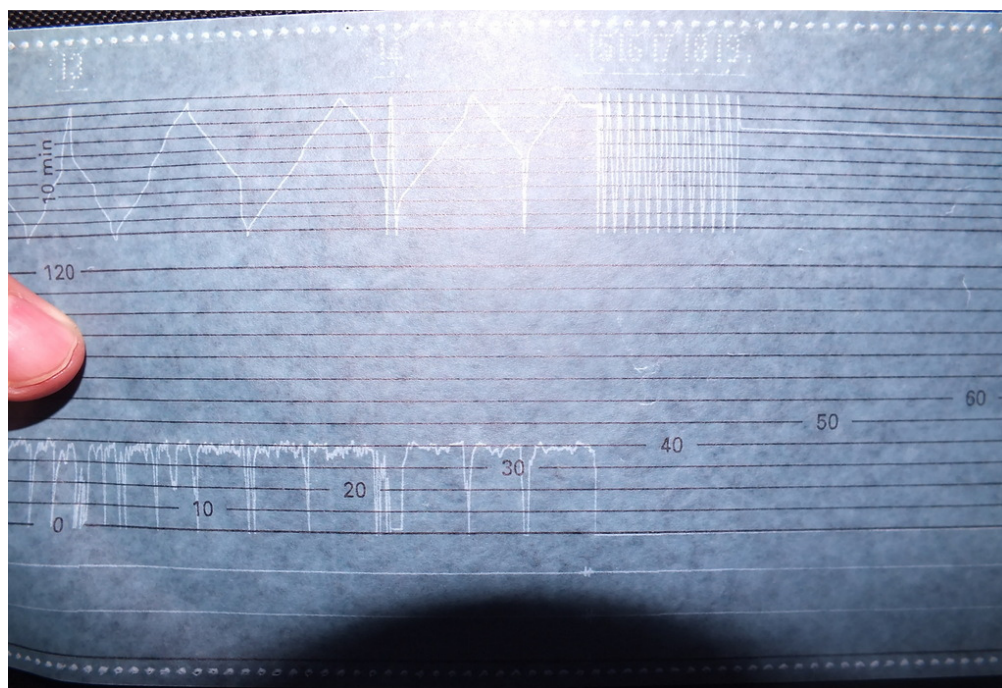
8. ábra: a sínszál érdes oldalkopása

1.9 Állomási adatok

A kisiklás Jánoshegy állomás bejáratí jelzője mellett történt, de az állomás elhelyezkedésének, elrendezésének, funkciójának az eseményben nem volt jelentősége.

1.10 Vasúti jármű adatrögzítői

A mozdonyon Teloc RT 12 típusú, 60 km/h méréshatárú adatrögzítő működött. A benne volt szalag méréshatára 120 km/h, képét a 9. ábra mutatja:



9. ábra: a kisiklott mozdony adatrögzítő-szalagja

1.11 Kommunikációs eszközök

A kommunikációs eszközöknek az eseményben nem volt szerepük.

1.12 Meteorológiai adatok

Egy ciklon átvonulása után még élénk volt a szél, de mérséklődőben (a kérdéses időpontban a Budai-hegységben befúvásokban is már 45 km/h alatt); erős gomolyfelhőzet volt, de már csapadék nélkül, napsütéssel.

A léghőmérséklet az évszaknak megfelelően hűvös: kora délutáni csúcsértéke 5°C körül.

1.13 A túlélés lehetősége

A balesetben közvetlen életveszély nem alakult ki.

A konkrét kisiklás azonban – éppen a mozdony eldőlése miatt – a vonat alacsony haladási sebessége ellenére jelentős veszélyt rejt magában. Egy ellenkező irányú ívben a mozdony völgyirányú kisiklása és dőlése esetén az a völgybe borult volna, ami a mozdony személyzetre nézve életveszélyes, továbbá lehetséges, hogy a mozdony magával rántja az utasokkal elfoglalt személykocsit is.

1.14 Próbák és kísérletek

A Vb próbákat nem végzett.

1.15 Érintett szervezetek / a munkaszervezés jellemzése

1.15.1 Pályafenntartás

A vasút pályájának fenntartását végző pályamesteri szakasz területe a Budapest-Keleti pu. – Kőbánya felső állomások és állomásköz, valamint a Gyermekvasút (119 vágánykilométer). A pályamesteri szakasz 23 fővel rendelkezik hibaelhárítási, javítási munkákra.

A szakasznak egyetlen, közös kerete van a nagy- és kisvasúti fenntartási munkákra.

A pályafelügyeletet a D.5. utasítás alapján végzik (gyalogbejárás, vonalbejárás, mozdonybeutazás, vágánymérés, kitérő mérések, útátjáró vizsgálat).

Sínkopás vizsgálat eddig nem volt, de a jövőben tervezik a rendszeres mérés bevezetését.

A talált hiányosságokat – ha azonnali beavatkozást kíván – saját munkaerővel végzik el, vagy központilag kiválasztott külső vállalkozással végeztetik. Ez utóbbi munkákról 5 éves terv készül.

A 2010-2015 időszakban 2782 talpfacsere történik.

1.15.2 Jármű-mérlegelés

A járművek kerékterhelésre való mérlegelését 2014. végéig a vasúti társaság egyik mérésügyi szervezeti egysége végezte, esetenként kivonulva a kisvasút műhelyébe. A mérőcellák a műhelyben, a sínekre vannak beépítve, a kiértékelő-kijelző egységeket a mérésügyi szervezet hozta magával.

2015-től ez a szervezeti egység megszűnt. A mérőeszközök átadására a műhely felé azonban nem került sor, a járművek mérlegelése ettől kezdve hivatalosan nem volt lehetséges.

A Vb jelenlétében 2015. május 29-án végzett méréshez a műhely külön szerzett be mérőberendezést.

1.16 Szabályok és szabályzatok

1.16.1 Pályafenntartás

A fenntartás alapja a D.5. és D.56. utasítások.

Az előírt méretek és azok tűrései a MÁV D.56. utasítása³ és annak helyesbítése⁴ szerint:

- síktorzulásra az üzem közben megengedett határérték 1:300;
- a névleges 760 mm nyomtávot a $80 \leq R < 140$ m ívsugár-tartományban 10 mm-rel bővíteni kell;
- a nyomtáv megengedett hibája -3...+10 mm;
- a nyombővítés kifuttatása nyíltvonalon legfeljebb 4 mm lehet aljközönként.

Az utasítás nem különít el építési, fenntartási, korlátozási és lezárási értékeket. Nincs benne sínkopási határérték sem.

³ kiadva 1962-ben

⁴ kiadva ismeretlen időpontban

1.16.2 Kerékméretek

A vasútüzemben alkalmazott a járművek kerékméreteinek megengedett értékei (nem mindegyik előírás ad meg minden jellemzőre értéket):

		Mérőlap szerint		105794/1984 ügyirat szerint, mozdonyokra		MÁVSZ 1572:1988 vállalati szabvány szerint	
		legalább	legfeljebb	legalább	legfeljebb	legalább	legfeljebb
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
Abronszvastagság	V	30	-	30	-	32	
Nyomkarima magasság	m	22	27	22	27	22	27
Nyomkarima vastagság	n	19	25	19	25	19	
Kritikus érintőpont távolság	q _r	6,5	-				
Keréktáv	k	699	700	699	700		

1.16.3 Kerékterhelés

A mozdony megengedett kerékterheléseit a kapott tájékoztatás szerint MÁVSZ 2653 vállalati szabvány határozza meg:

- 4.1 „Az egy tengelyre jutó járműtömeg (tengelyterhelés) megengedett eltérése az egyazon keretben (forgóvázban) lévő azonos rendeltetésű kerékpárok átlagos egy tengelyre jutó járműtömegétől (tengelyterheléstől) nem lehet nagyobb, mint az átlagos érték 2%-a.”
- 4.2 „Az egy kerékre jutó járműtömeg (kerékterhelés) egy tengelyen belüli megengedett különbsége az átlagos egy tengelyre jutó járműtömeg (tengelyterhelés) 4%-ánál nagyobb nem lehet.”
- 4.3 „Az egyik oldal kerekeire jutó járműtömeg a másik oldal kerekeire jutó járműtömegtől a mérlegelt össztömeg 2%-ával térhet el.”

1.16.4 Járműkapcsolás

A vasúti járművek összekapcsolása a vonókészülék mellett további két – üzemszerű helyzetben laza – biztonsági láncsal is megtörténik.

A vasúti társaság munkatársai sem írott szabályról, sem hatósági előírásról nem tudtak, ami ezt előírná, ennek alkalmazásában évtizedes szakmai gyakorlatra hivatkoztak.

1.17 Kiegészítő adatok

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.

1.18 Korábbi hasonló esemény

1.18.1 2014. május 24-július 19. Lillafüredi ÁEV (2014-0605-5)

A Lillafüredi ÁEV vonalán két (azonos futóművel rendelkező) mozdony öt alkalommal siklott ki rövid időn belül.

A vizsgálat megállapításai szerint

- a vasúti pálya műszaki állapota az alkalmazott szabályoknak nem felel meg, de nem oka a kisiklásoknak; illetve az alkalmazott szabályok maguk is elavultak és indokolatlanul szigorúak;
- mindkét kisiklott mozdornynak volt olyan műszaki hibája, melyek bizonytalan futást okoznak, és kisikláshoz vezethetnek;
- a vasúti társaság járműfenntartási rendszerében és eszközállományával nem biztosított a vasúti járművek műszaki állapotának figyelemmel kísérése, és így a veszélyes hibák elhárítása.

1.18.2 Kisiklások ugyanezen mozdonnyal

Ugyanez a mozdony (Mk45,2002) 2013. július 17-én Csillebérc állomás SR2 útátjárójában (2013-0551-5), 2014. július 18-án Normafa megállóhelyénél (2014-0715-5) is kisiklott. Azon eseményeket a KBSZ nem vizsgálta, továbbá időközben a mozdony futóművét felújították, ezért futásbiztonsági összevetés nem is lehetséges a korábbi eseményekkel.

2 ELEMZÉS

2.1 Az esemény tényleges lefolyása

Az 1. fejezetben rögzített tényadatokból, azok összefüggéseit, számításokat felhasználva az esemény tényleges lefolyása a következők szerint állítható össze:

2.1.1 Az esemény előtti történések

Az esemény helyén a jelenlegi vasúti pályaszerkezet a korábbi, elavult pálya átépítésével 1989-1990 körül épült, az addigi 23,6 kg/m sínrendszer helyett 48 kg/m sínekkel.

2010-2014 között sor került a mozdonyok átépítésére. A mozdonyok ezáltal a korábbinál lényegesen környezetkímélőbbek lettek, szinte teljesen megszűntek az olajfolyások, csepegések, amelyek mellékhatása volt a sínek olajosága.

Ezt követően a pályafenntartási személyzet – mérés nélkül is – jelentős sínkopásokat kezdett tapasztalni, a gépészeti személyzet pedig a nyomkarimák gyorsabb kopását.

A kisiklott mozdony 2015. januárjában felújított forgóvázakat kapott.

2.1.2 Az esemény lefolyása

A vonat 14:36-kor elindult Szépjuhászné állomásról, majd ingadozó 19-21 km/h sebességgel haladt hegymenetben. A kisiklást megelőző 500 méteren sebessége 19 km/h-ra csökkent.

Az adatokat a mozdony adatrögzítője igazolja.

A Jánoshegy állomás B bejáratú jelzője előtti illesztésen a mozdony bal kereke felkapott a sínre, majd 3 aljköznyi távolság után a vágány külső oldalán leesett.

A vonat ebben a helyzetben továbbhaladt kb. 20-25 métert, miközben a mozdony olyan mértékben eltávolodott a vágánytengelytől, hogy jobb kerekeinek hátoldalát már a bal sínszál támasztotta, ugyanakkor bal kerekeit az ágyazat már nem támasztotta alá, és a mozdony a vágány menti árok felé megbillent.

E lefolyást a síneken és az aljakon talál nyomok igazolják.

Sebességét veszítve és a mozdony ágyazatba és talajba fúródásával a vonat megállt.

2.2 A balesethez vezető körülmények a folyamatban

2.2.1 A mozdony állapota

2.2.1.1 Kerékméreték

A kerekek mért adatait (3. melléklet) összevetve az előírásokkal (1.1.1) azok megfelelőek, kivéve a menetirány szerinti első tengely keréktávját:

- a legkisebb érték 0,8 mm-rel alatta volt a megengedett 699 mm-nek,
- a szélsőértékek eltérése a megengedett 1 mm helyett 1,2 mm volt.

Figyelemreméltó, hogy a vasúti társaság által rendelkezésre bocsátott korábbi mérési adatok lapjára a forgóváz januári beépítésekor is a megengedett legkisebb érték alatti keréktávot jegyezték be, amely átírással lett a megengedett mértékűre javítva.

Tekintettel arra, hogy a nyomkarimák mérete újszerű volt, a futófelület a kis mértékben szűkebb keréktáv ellenére olyan geometriai helyzetben volt, mint kis mértékben kopott, de még teljesen üzemyszerű kerék esetén. Ez alapján a keréktáv szükségét a Vb – az aktuális helyzetben – nem tekinti a baleset bekövetkezésében szerepet játszó futásbiztonsági problémának.

A mért értékeknek a tengely görbeségére (vagy pontatlan kerék-kialakításra) utaló 1,2 mm-es különbsége is nagyobb a megengedettnél (mely 1 mm). Nem zárható ki, hogy ez a hiba a kisiklás következménye, ugyanakkor mértéke olyan, hogy – ha előzőleg is fennállt – nem valószínű, hogy futásbiztonsági problémát okozott volna. A korábbi mérőlapon csak egyetlen keréktáv-adat van feljegyezve, ezért azzal nem vethető össze.

Üzem közben a kerekek kopása általában a nyomkarima meredekebbé válását okozza, ezúttal azonban a felújított új kerekek profilja még az eredeti, kisebb meredekségű volt.

2.2.1.2 Kerékterhelés

A mozdonyon a Vb jelenlétében mért kerékterheléseket (3. melléklet), és a belőlük számítható összesítéseket az alábbi táblázat foglalja össze a többszöri mérések átlaga alapján (adatok kg-ban):

Kerék-terhelés	Csap-szám	Kerék-terhelés	Kerék-terhelés eltérés ⁵	Tengely-terhelés	Tengely-terhelés eltérés ⁶	Forgóváz-terhelés	Tengely-terhelés átlag
3937	8-1	3957	-0,3%	7893	-1,1%	15956	7978
3896	7-2	4166	-3,4%	8063			
4125	6-3	3784	4,3%	7909	0,3%	15766	7883
4204	5-4	3653	7,0%	7857			
16163	teljes mozdony	15560	1,9%			31722	7931

Az adatok alapján

- a forgóvázakon belüli tengelyterhelés-eltérés a vállalati szabványba foglalt 2% tűréson belül van (1,1%, 0,3%);
- a jármű két oldalának terhelése közti eltérés (1,9%) a vállalati szabványba foglalt 2% tűréson belül van;
- a tengelyeken belüli kerékterhelés-különbség a vállalati szabványba foglalt 4% tűrést a 3-6 csapszámú tengelynél kis mértékben (4,3%), a 4-5 csapszámú tengelynél jelentősebb mértékben (7,0%) nagyobb;
- a mozdonyon belül a kisiklott kerék terhelése a legkisebb.

Az esemény szempontjából legfontosabb, utóbbi két jellemzőnél ugyanezt az értéket mutatja az üzemtartó esemény utáni mérése, ellenben a mozdony üzembe helyezésekor a 4-5 csapszámú tengelyeknél a kerékterhelés eltérés csak 2,5% volt, azaz tűréson belüli érték.

Az ilyen mértékű eltérés önmagában nem kisiklási ok, de a csökkent kerékterhelés más, kisiklást elősegítő jelenségekkel együtt hozzájárul a kisiklás létrejöttéhez.

⁵ a tengelyterhelések átlagának arányában

⁶ forgóvázon belüli tengelyterhelések átlagának arányában

2.2.1.3 A forgóváz mozgásai

A forgóváz kiszertelt, terheletlen állapotában a rugók a rugóút-határolók által megengedett mértékig kinyúltak. Az ebben az állapotban, és a terhelt állapotban mért rugóhosszak tehát a rugó lehetséges mozgási (kinyúlási) tartományát is megadják. Az 5. melléklet adataiból meghatározható, hogy ez a mozgási tartomány az egyes tengelycsapoknál:

Rugóút	Csapszám	Csapszám	Rugóút
29	3	6	34
29	4	5	30

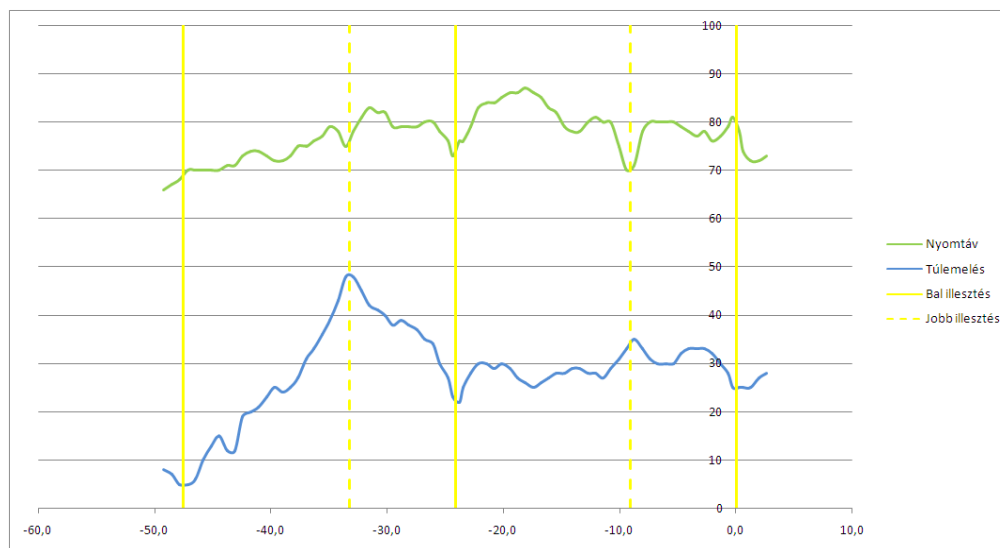
Az értékek a megengedett legalább 30 mm-hez közel, két esetben alatta vannak. Tekintettel arra, hogy a forgóváz élete során a rugók tömörödhetnek, ezek a rugóutak növekedni fognak, ezért elfogadható gyakorlat a frissen felújított állapotban a tartomány alsó határára való beállítás.

Ugyanakkor ennek mellékhatása, hogy a mozdony nagyobb lengései esetén a rugóút kimerül, a rugó-határolók felütkeznek, amelynek nyomait a Vb a forgóvázban felfedezte (6. ábra). Ha rövid üzemidő alatt ilyen látható nyomok keletkeznek, az utal arra, hogy ez a jelenség rendszeres.

Amikor a határoló felütkezik, a forgóvázkeret emelkedését nem tudja a rugó kinyúlása ellensúlyozni, a kerék elemelkedik a sínről, de legalábbis a kerékkerhelés – ami a kisiklást kezdő keréknél eleve alacsonyabb – ugrásszerűen és jelentős mértékben lecsökken.

2.2.2 A vasúti pálya állapota

A vasúti pálya nyomtáv és túlemelés adatait (1. melléklet) a 10. ábra szemlélteti a vonat menetirányában:



10. ábra: a vasúti pálya mért adatai

A -48 m-nél kezdődő túlemelés- és nyomtávelfutás az ív elejének szükséges következménye.

2.2.2.1 Túlemelés

Érzelhető az ábrákon, hogy az illesztések elverődése síktorzulásokat okoz, ami különösen az első kisiklás előtt 37 méterrel jelentős. Ilyen ingadozások az illesztésektől függetlenül is vannak a pályában.

Amikor a mozdony első tengelye a felkapás kezdeti helyén volt, a mozdony tengelyei – a vágánymérési adatok és a mozdony méretei alapján – a következő túlemelésekben jártak (11. ábra):

1. 25 mm
2. 31 mm
3. 30 mm
4. 31 mm



**11. ábra: a mozdony kerekeinek közelítőleges helyzete a kisiklás kezdetén
(az ábra 10x-es magassági torzítást tartalmaz)**

Ezen adatok alapján a mozdony első forgóvázának tengelytávján a tényleges síktorzulás 6 mm / 1700 mm, azaz 3,5 mm/m (1:283) volt. Ez a síktorzulás az üzem közben megengedett 1:300 határértéknél kis mértékben rosszabb.

2.2.2.2 Irányhiba

A kisiklás helyét jelentő illesztésben a sínszálak szemmel láthatóan iránytöréssel csatlakoznak. A mérés szerint az eltérés 2,2° (12. ábra).



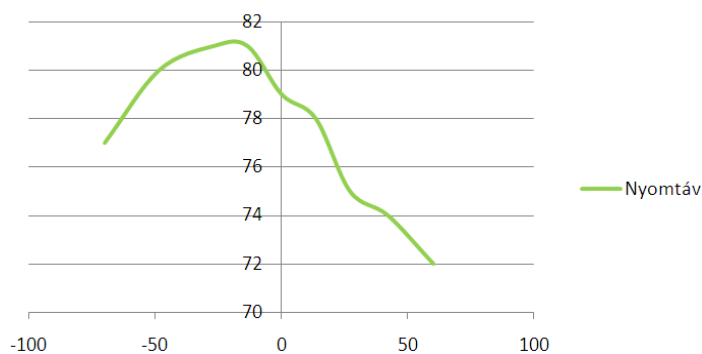
12. ábra: az illesztés irányhibája

Pontos pályáívn esetén a 80 m-es ívsugárban futó 1700 mm tengelytávú forgóváz kereke 0,6° nekifutási szöggel éri a sít, ami ezen a helyen az irányhiba miatt lényegesen nagyobb. Ennek következtében a kerék-sín közti oldalirányú erő is ugrásszerűen nagy lesz. A kisiklási folyamat meghatározó elemei a nagy terelőerő és nekifutási szög.

2.2.2.3 Nyomtáv

Szintén szembeötlő a 10. ábra görbájén, hogy a nyomtáv-ingadozás csúcsai is az illesztésekre esnek, ami azok irányhibáját jelzi.

A kisiklás felkapás-kezdetén lévő illesztés 1,5 méteres környezetét részletesebben vizsgálva (2. melléklet) a 13. ábra szerinti nyomtáv-változás látható:



13. ábra: nyomtáv-változás a felkapási hely (illesztés) környezetében
nyomtáv mm-ben, helyzet cm-ben

A nyomtáv csökkenése 74 cm hosszon (egy aljközben) 9 mm, azaz átlagosan 12 mm/m.

Ez a megengedett 4 mm/aljköz (itt kb. 5 mm/m) határértéken is túl van. A jelentős nyomtávváltozás geometriailag is összefügg az irányhibával, és az ott tárgyalt nagy terelőerővel.

2.2.2.4 Sínkopás

A sínek oldalkopása a kisiklásnál eltérő az illesztés előtt és után, miközben a pályáív sugarában nincs eltérés. Valószínűsíthető, hogy a sínszalak anyagminősége tér el, ami nem lehetetlen, mivel eltérő gyártási idejükből következnek, hogy különböző nyersanyag-adagból készültek (1.8).

Érdesség

A sínek kopott felülete érdes, akárcsak a nyomkarimák, emiatt a két felület közti súrlódási tényező is nagyobb, mint sima felületek esetében. A nagy mértékű és nagy érdességű kopottság összefügg azzal, hogy

- a kis ívsugár miatt nagy terelőerők jelentkeznek;
- és a felületek szárazon súrlódnak.

Az utóbbi okot jól igazolja, hogy a jelenségre azóta figyeltek fel, amióta a felújított, kis olajvesztességű mozdonyok közlekednek, így nem jelentkezik a káros műszaki probléma sínkenő mellékhatása.

A nyomkarimának a sín oldalán való gördüléséből keletkező kiemelő erőhatás (terelőerő és súrlódási tényező szorzata) a fentiek miatt szintén nagy.

Kopás mértéke

A kopás mérésének hiányában a helyszíneléskor becsült kopási adatokból ($K_{old}=10-15$ mm, $K_{mag}=0-5$ mm) a kiegyenlített kopás 48 kg/fm sínek ($\alpha=2,8$) esetén:

$$K_{kiegy} = K_{mag} + K_{old}/\alpha = 4-10 \text{ mm}$$

ami a 80 km/h-hoz tartozó határértéken is belül van.

Ez alapján a kopásban nem annak mértéke, hanem érdessége a fő veszélyforrás.

2.2.3 A kisiklást létrehozó jellemzők

A fentiek alapján

- Q a kerékterhelés statikusan kis mértékben, a mozdony lengései során kimerülő rugóút következtében alkalmanként jelentős mértékben lecsökken (2.2.1.3);
- Y a terelőerő a vágány irányhibája és gyors nyomszűkülése miatt ugrásszerűen nagyra vált (2.2.2.2);
- μ a kerék-sín közti súrlódási tényező a durvára kopott felület miatt magas (2.2.2.4);
- δ a nyomkarima a kerekek friss felújítottsága miatt még nem kopott meg, kevésbé meredek (2.2.1.1).

Figyelemmel a kisiklást magyarázó Nadal-képletre (1.17), a μ és δ értékei kedvezőtlenül csökkentik a kisiklás szempontjából kritikus Y/Q arányt, miközben a tényleges Y/Q érték kifejezetten nagyra vált. A fenti hatások együttesen létrehozták a kisiklást. A képletben szereplő összes változó kedvezőtlen értéket vett fel.

2.3 A vasúti pálya kialakítása és fenntartása

2.3.1 Illesztések

Az alkalmazott 48 kg/m sínek nagy merevsége miatt azoknak az ilyen kis sugarú ívbe való behajlításkor jelentős rugalmas erő ébred. Ez az erő üzem közben a sínek visszahajlítására, kiegyenesítésére hat. Mivel az illesztések gyenge pontok a pályán, ez a kiegyenesítő hatás is ott lesz látható, ami az ív könyököződését, irányhibáit okozza. Ha két illesztés – a normál nyomtávú hálózatok szigorú követelményeinek alkalmazása esetén – egymás mellett van, akkor e kedvezőtlen hatás és a gyenge ellenállóképesség a két sínszámban egy helyre kerül.

Ennek ellensúlyozására fektetik ilyenkor az illesztéseket eltoltan, ami viszont az illesztések elverődése miatt elkerülhetetlenül – a más módon veszélyes – síktorzuláshoz vezet.

A konkrét esetben az irányhiba még úgy is kialakult, hogy az illesztések eltoltak voltak, ellenben kritikus síktorzulás nem jött létre.

Az illesztések eltolásának kérdését az 1.18.1 fejezetben hivatkozott, 2014-0605-5 számon nyilvántartott esemény zárójelentésének 2.2.3 pontja részletebben is elemezte; megállapítva, hogy „*minél kisebb az ívsugar és nagyobb a sínrendszer, annál jobban indokolt lehet, annál biztonságosabb az eltolt fektetés [...] A Vb azt azonban megjegyzi, hogy különösen veszélyes, ha az eltolás mértéke egybeesik a járművek tengelytávjával*”.

Fenntartva az ott írtakat, nem állítható, hogy az egymás mellé tett illesztésekkel e vasúti pálya biztonságosabb lenne, függetlenül attól, hogy a D.56. utasítás szövegéből ez a fektetési módszer következik.

A kérdésben meggyőző állásfoglalás akkor tehető – ha e vizsgálat keretein túlmutatóan – sor kerül összehasonlító kísérleti pályaszakaszok létesítésére és azok tapasztalatainak rendszeres méréseken alapuló kiértékelésére.

2.3.2 Vonalvezetés

A vasúti pálya 80 m-es ívsugara ezen a vasútvonalon kicsinek számít (a legkisebb egy 60 m sugarú ív). A kis ívsugar hozzájárul a jelentős sínkopáshoz, továbbá az irányhibák kialakulásához.

Mindezek ellenére túlzó következtetés lenne, hogy ezen ívsugar veszélyesen kicsi, építését kiemelten kerülni vagy akár tiltani kellene.

A keskenynyomközű vasutak létesítésének egyik alapvető oka éppen az, hogy olyan terepen lehet így vasutat építeni, ahol a – normál nyomtávon elképzelhetetlen – kis ívsugarak és nagy meredekség elkerülhetetlenek. Az ilyen vasutak üzemi tapasztalatai igazolják, hogy akár 30-40 m sugarú ívek (és 40-50%-es emelkedések) is biztonságosan üzemben tarthatók.

Az ívsugárból adódó műszaki következményeket azonban figyelembe kell venni az alkalmazott sínek és járművek megválasztásában, azok üzemeltetési technológiájában.

2.3.3 A pályafenntartás rendszere

A kisvasúti pálya fenntartását a vasúti társaságnak ugyanaz a szervezeti egysége végzi, amelyik a Bp. Keleti – Kőbánya felső fővonalai szakaszt és állomásokat tartja fenn. Tehát egyetlen szervezetben van a legnagyobb és legkisebb kategóriájú pályák fenntartása, mint

- a legforgalmasabb személypályaudvar,
- és a MÁV Zrt. egyetlen üzemelő keskenynyomközű vasútja.

Ez az aszimmetria veszélyezteti az alacsonyabb jelentőségű pályák megfelelő fenntartását: korlátozott erőforrások esetén (ami a tárgybeli vasúti társaságnál fennáll) ha két feladat közül csak az egyik végezhető el (akár pályafelügyeletről, akár javításról van szó), nem csak a gazdasági, hanem a közlekedésbiztonsági szempontok is megkívánják a forgalmasabb pálya előnyben részesítését.

Ilyen szervezeti felállásban szükségszerű, hogy a kisvasúti pálya annál is jobban háttérbe szorul, mint ami a vállalati szintű forráselosztásból következne.

Valószínű, hogy az önálló pályafenntartási személyzet (címzetten neki biztosított erőforrásokkal) hatékonyabb fenntartást tud biztosítani. Ez természetesen átgondolandóvá teszi, hogy a pályafenntartási szervezet többszintű szerkezete szükséges-e ilyen rövid vonalra, illetve a pályafenntartási teendőkkel nem lekötött személyzet más feladatokba mennyiben vonható be.

2.3.4 Fenntartási források

Az aljcserékről beszerzett adatok alapján több mint 5 éves időszakban 2782 talpfa cseréje valósult meg.

A vonalon közel 20 ezer alj lehet beépítve, tehát éves átlagban az alj-állag 3%-a sincs cserélve. Nagyon jó (30-40 év) élettartamú aljakból ez elegendő lenne a szintentartásra, de

- a kapott adatok szerint ez az élettartam ma beszerezhető talpfákkal nem érhető el; továbbá
- a meglévő felépítmény 1989-90-ben, már akkor is használt aljakból épült, a pályaállapot ezért sokkal rosszabb, mint a folyamatosan jól fenntartott esetben.

A Vb ezen adatokkal alátámasztja a pályafenntartási anyagigényekben írt évi 2000 db új talpfa beépítésének igényét.

2.3.5 Előírások

Az alkalmazott pályafenntartási szabályokat a 2014-0605-5 számon vizsgált eseménysorozat (1.18.1) zárójelentése elemzi. Fenntartva az ott írtakat, a megállapítások összefoglalva:

- A keskeny nyomközű pályák fenntartását szabályozó D.56. utasítás nem tesz különbséget az építési, fenntartási, beavatkozási, lezárási mérethatárok között.
- A D.56-ban megadott határértékek az országos hálózatok 40-80 km/h sebességre érvényes építési mérethatárainak felelnek meg; a vizsgált keskenynyomközű vasutak pályasebességénél ennél lényegesen nagyobb eltérésekkel is fenntartható a biztonságos közlekedés; a keskenynyomközű vasúti szabályozás értékei – az üzemeltetésben – szükségtelenül szigorúak.
- Ennek következménye, hogy a napi gyakorlatban a határértéken felüli pályahibákat nem mindig kezelik javítandóként, ami egy határig nem veszélyezteti a biztonságos közlekedést; ám nem áll rendelkezésre az a „végső” objektív mérethatár, amelynek túllépése már valóban veszélyes.
- Az ily módon adminisztratív túlbiztosítás nem betartható, vagy kikényszerített betartása pedig rendszerszinten lenne veszélyes intézkedés.

2.4 A mozdonyok és a pálya egymásra hatása

2.4.1 Síinkenés

A jelentős sín- és nyomkarima-kopások megjelenése egybeesik a mozdonyok átalakításával, amikor a korábbi környezetszennyező motorokat kicserélték.

Ezt megelőzően a mozdonyok olajfolyásainak sajátos módon kedvező mellékhatása volt, hogy elvégezték a sínek kenését, amely jelenség a felújításokkal megszűnt.

Működő nyomkarima-, illetve sínkenő berendezések ugyanakkor nincsenek a vasúton. Megjegyzendő, hogy amennyiben azok telepítéséről döntés születne, megválasztásuk, beüzemelésük, karbantartásuk nagy körültekintést kíván, mivel nem megfelelő működés esetén a meredek hegyi pályán veszélyes mértékben ronthatják a fékhatást is, illetve az alkalmazott kenőanyagoknak környezetvédelmi hatásai is lehetnek.

2.5 Egyéb észrevételek

2.5.1 A vonat haladása

Az adatrögzítő szalagon található jeleket elemezve a kisiklott vonat:

- 5 perccel, 2050 méterrel a kisiklás előtt indult Szépjuhászné állomásról;
- sebessége ingadozott 19-21 km/h között;
- a kisiklás előtti kb. 500 méteren 21 km/h-ról 19 km/h-ra lassult, ezzel a sebességgel siklott ki.

Megállapítható, hogy a vonat a kisikláskor a megengedett 20 km/h sebességet betartva haladt, de – tekintettel a sebességmérő- és regisztráló berendezés pontosságára, illetve a vezetéstechnikai korlátokra – az azt megelőző 21 km/h sebesség sem tekinthető sebességtúllépésnek.

2.5.2 Vonókészülék

2.5.2.1 Kialakítás

A mozdony és az első kocsi közti vonókészülék és kapcsolatrendszer (4. ábra) áll

- központi, félig önműködő vonókészülékből,
- két biztonsági lánckapcsolatból,
- önműködő légfék és
- nem önműködő légfék tömlőkapcsolatából.

A biztonsági lánckapcsolatok jelenléte annak előnyei mellett veszélyt is jelent, így – bár e zárójelentésnek nem célja a kockázatainak elemzése és az abban való állásfoglalás – felhívjuk a figyelmet a mérlegelendő előnyökre, hátrányokra:

2.5.2.2 Okozott veszély

A kapcsolatrendszer a konkrét kisiklásban nem szakadt szét, sőt, a vonókészüléken és biztonsági láncon átvitt erő az első kocsit kis mértékben meg is billentette (5. ábra).

Bizonyos, hogy ez a jelenség fennállt volna akkor is, ha egy ellenkező irányú ívben történt kisiklás esetén a mozdony a másik oldalra dől, ahol megtámasztó terep hiányában a völgybe borulhat. A kocsit most megtörtént kis elemelkedése sejteti, hogy a vonókészüléken keresztül a felboruló mozdony a személykocsit, személykocsikat is magával rántja, azok is felborulnak, ami súlyos személyi sérülési következményekkel is járhat.

A kocsik borulása elkerülhető, ha a vonókészülék ilyen esetben szétszakad (a légfék csatlakozó tömlők nem képesek a kocsit felborítani, hanem következményként maguk is szétszakadnak, sőt, többlet biztonságot adva ezáltal önműködően befékeznek a még sínen mozgó vonatrészeket). A Vb különböző balesetvizsgálati tapasztalatai szerint ez a szétszakadás gyakran meg is történik, azonban nagymértékben csökkenti a szétszakadás esélyét a vonókészülék megtöbbszörözése, ami jelen helyzetben két további lánckapcsolattal fennállt.

Míg a vonókészüléket arra tervezik, hogy azok a rendes helyzetű járműveket kapcsolják össze, a lánccok kialakításuknál fogva nagyon jól viselik azt is, ha a kocsik helyzete nem normális, tehát egy vonókészülék-szakadás esetén is képesek fenntartani a kapcsolatot, és lerántani a vágányról a kocsikat.

Az ilyen típusú balesetekben a vonókészüléket kiegészítő biztonsági lánccok ezért veszélyforrást jelentenek.

2.5.2.3 Elkerült veszély

A lánccok alkalmazásának oka, hogy vonókészülék-szakadás esetén nem engedi a kocsikat elszabadulni, ezzel járműmegfutamodást előz meg. Hegyi pályákon ennek megkövetelése több más kisvasúton hatósági gyakorlat is.

Figyelemmel arra, hogy a vonatok önműködő légfékkel el vannak látva, amelyek vonatszakadás esetén automatikusan befékeznek a járműveket, a megfutamodás a lánckapcsolat nélkül sem jön létre, sőt, azonnal észrevehetővé teszi a szakadást. A lánccokkal észrevétlenül tovább vontatott kocsik (mivel ilyenkor nem távolodnak el egymástól a légféktömlők szakadását okozva) hosszirányú mozgásai további veszélyeket hordozhatnak magukban.

Az önműködő légfékre vonatkozó hatósági előírások, és azok szigorú megkövetelése ma is biztosítja a fékek kellő megbízhatóságát. Ráadásul egy esetleges fékhiba hegyi pályán azonnal lehetetlenné teszi a vonatmozgás szabályozását, így kizárt, hogy hibás fékkel való tartós közlekedés létrejöhessen.

Gyenge pontot az jelent, ha nem maga a fék hibás, hanem az üzemeltetés:

- ha hegymenetre összeállított vonathoz nincs összerakva / összenyitva a fővezeték ÉS a fékpróba elmarad, akkor a fék hatástalan;

- a vonatmozgás szabályozásakor az átmenő nem önműködő fék használata elfedi az önműködő féknél elkövetett hibát (pl. fékezőszelep 0 állásban felejtve, fékpróba elmaradása, nem összenyitott légféktömlő).

Ezek alapján a vonatszakadás és fékelégtelenség **egyidejű** bekövetkezése esetén viszont védelmet nyújt a lánc.

2.5.3 Dokumentáció

A 2.2.1.1 fejezetben említett járműmérési adatlapon a forgóváz januári beépítéskor is a megengedett legkisebb érték alatti keréktávot jegyezték be, amely átírással lett a megengedett mértékűre javítva.

5	698,6	59,5
25	24	R
25	24	R
5		59,5

14. ábra: adatjavítás a mozdony mérőlapján

Mivel a megengedett 699 mm-nél kisebb méret a baleset utáni vizsgálatnál is fennállt, a bizonyossággal határos, hogy ez így volt az adatlap keletkezésekor is, tehát az átírt régi adat felelt meg a mérés valós eredményének. Az átírással azt valótlanná, de az előírásoknak megfelelő adatra javították.

2.5.4 Tengelyterhelés

A vasúti pályára megengedett tengelyterhelésre a vasúti társaság nem tudott adatot szolgáltatni.

Tekintette arra, hogy a kisvasút zárt üzemként működik, ha az üzem járműveit a vasúti pálya elbírja (feltételezve, hogy azok megfelelőségét oda állomásításukkor ellenőrizték), akkor kívülről érkező forgalom hiányában ezzel az adattal a személyzetnek nincs teendője.

Az alkalmazott felépítményi szerkezet (48 kg/fm sínek) akár 210 kN tengelyterhelésre is megfelelő, ezért a kisvasút legfeljebb 80 kN névleges terhelésű járműveire is tekintettel a Vb nem lát okot a tengelyterhelés megfelelőségében kételkedni.

Ettől függetlenül az egzakt adat meghatározása és dokumentumokban való szerepeltetése célszerű lehet.

3 KÖVETKEZTETÉSEK

3.1 Az eset bekövetkezésével közvetlen összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

A mozdony kerékterhelése a kisiklás pillanatában lecsökkent (2.2.1.2).

A kisiklás helyén nagy nekifutási szöget és nagy terelőerő-igényt okozott az illesztés irányhibája (2.2.2.1).

A sín és nyomkarima között nagy volt a súrlódás, az érintkező felületeik erősen érdesek volt (2.4).

3.2 Az eset bekövetkezésével közvetetten összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások

A mozdony statikus kerékterhelése is a kisiklott kerék esetében volt a legkisebb, továbbá a forgóváz rugóút-határolója is felütközhetett a határértéknél kis mértékben rosszabb siktorzuláson (2.2.2.1).

A sínek, nyomkarimák kenése – a kopások csökkentése érdekében – a járművek modernizációja óta nem megoldott (2.4.1).

Kis ívsugarba nehéz sínrendszer van beépítve, ami fokozza az irányhibák kialakulásának kockázatát. (2.3.1 és 2.3.2)

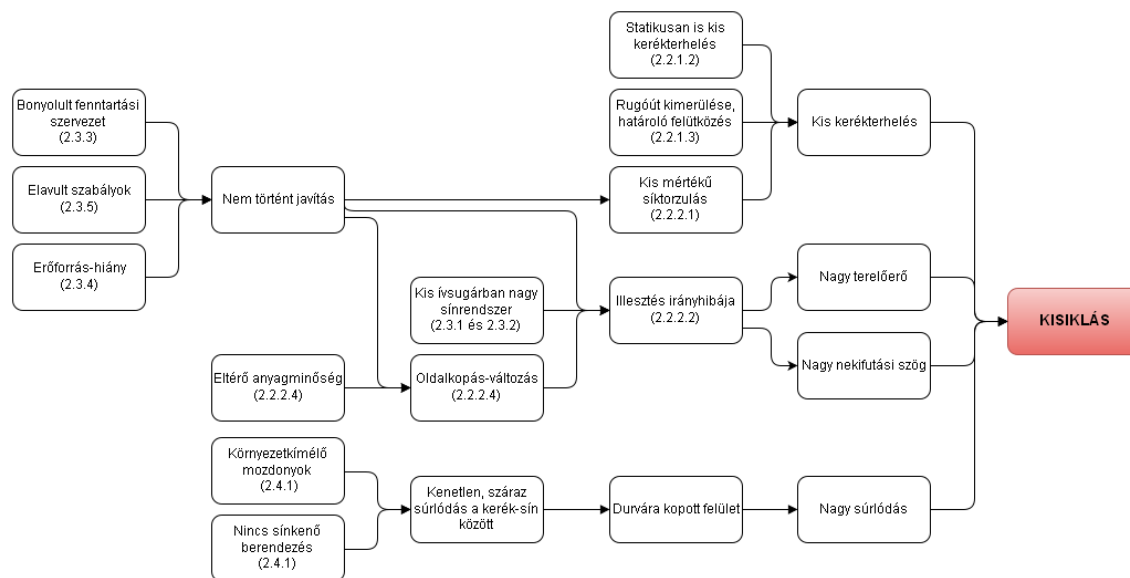
Elavult szabályokon alapul a vasúti pálya fenntartása (2.3.5), bonyolult fenntartási szervezettel (2.3.3), és csak korlátozott erőforrások állnak rendelkezésre (2.3.4).

3.3 Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, kockázatonövelő tényezők

A mozdony keréktávjainak korábbi mérése során csak egyetlen adatot jegyeztek fel a mérőlapra, a tengely-görbeséget jellemző adatok így nem követhetők vissza (2.5.3).

A vonókészülék ki van egészítve lánckapcsolattal, ami hozzájárulhat, hogy az esetleg felboruló mozdony a személykocsikat is magával rántsa (2.5.2).

A szükséges évi kb. 2000 talpfa cseréje helyett 200-250 alj cseréje lett elvégezve az utóbbi években (2.3.4).



15. ábra: a megállapítások összefüggései

4 BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

BA2015-0315-5-01: A Vb megállapította, hogy a keskeny nyomközű vasúti pályák fenntartása az elavult, hiányos, és túlzottan szigorú MÁV D.56. utasítás alapján történik. Az utasítás a meglévő pályaszerkezeteket már nem minden esetben szabályozza, a mérethatárok üzem közben nem betarthatók, a szakszemélyzet így szubjektív mérethatárok figyelembevételével dolgozik.

A Közlekedésbiztonsági Szervezet javasolja a Nemzeti Közlekedési Hatóságnak, hogy a vasúti pályahálózat működtetőjénél kezdeményezze a D.56. utasítás megújítását, benne a biztonsági kockázatokkal arányos, indokoltan megengedő mérethatárokkal.

Az ajánlás elfogadása és végrehajtása esetén a pályafelügyelet végrehajthatóan szabályozottá válik, objektív műszaki feltételekkel.

4.1 Megtett intézkedések

Az események után a kijelölt kis sugarú ívekben heti rendszerességgű kézi sínkenést vezettek be. A pályafenntartási személyzet tájékoztatása szerint tervben van 4 helyen sínkenő berendezés telepítése.

A vasúti pályában tömeges aljcsere kezdődött, a vasúti társaság tájékoztatása szerint kb. 8000 alj mennyiségben.

Budapest, 2016. március 1.

Chikán Gábor
Vb vezetője

Gula Flórián
Vb tagja

Kapocsi József
Vb tagja

Demjén Péter
Vb tagja

5 MELLÉKLETEK

1. melléklet: a vágány mért adatai (2015-0315-5)

A vágány aljanként mért adatai a 2015-0315-5 számon vizsgált kisiklást megelőző két vágánymezőben:

Sorszám	Illesztés	Nyomtáv mm	Túlemelés mm
1		766	8
2		67	7
3	bal	68	5
4		70	5
5		70	6
6		70	10
7		70	13
8		70	15
9		71	12
10		71	12
11		73	19
12		74	20
13		74	21
14		73	23
15		72	25
16		72	24
17		73	25
18		75	27
19		75	31
20		76	33
21		77	36
22		79	39
23		78	43
24	jobb	75	48
25		78	48
26		81	45
27		83	42
28		82	41
29		82	40
30		79	38
31		79	39
32		79	38
33		79	37
34		80	35
35		80	34
36		78	30
37		76	27
38	bal	73	23
39		76	22
40		76	25
41		79	28
42		83	30

Sorszám	Illesztés	Nyomtáv mm	Túlemelés mm
43		84	30
44		84	29
45		85	30
46		86	29
47		86	27
48		87	26
49		86	25
50		85	26
51		83	27
52		82	28
53		79	28
54		78	29
55		78	29
56		80	28
57		81	28
58		80	27
59		80	29
60		75	31
61	jobb	70	33
62		71	35
63		78	33
64		80	31
65		80	30
66		80	30
67		80	30
68		79	32
69		78	33
70		77	33
71		78	33
72		76	32
73		77	30
74		79	28
75	bal felkap.	81	25
76		78	25
77		74	25
78		72	25
79	leesés	72	27
80		773	28

2. melléklet: nyomtávváltozás a kisiklás helyén (2015-0315-5)

A 2015-0315-5 számon vizsgált kisiklás helyét jelentő illesztésnél mért nyomtávok a vonat menetirányában (az 1. mellékletben rögzített méréstől független mérés):

Sorszám	Helyzet	Nyomtáv <i>mm</i>
1	alj	77
2	aljköz	80
3	alj	81
4	aljköz	81
5	illesztés	79
6	aljköz	78
7	alj	75
8	aljköz	74
9	alj	72

A mérés két szélső pontja közötti távolság 130 cm.

3. melléklet: a mozdony futóművének mért adatai

A baleset után, 2015. április 14-én a hűvösvölgyi fűtőházban mért geometriai, és a 2015. május 29-én mért kerékterhelés adatokat e táblázat foglalja össze. A kiemelt háttérű mezők a menetirány szerinti bal első kerék adatai.

V abroncsvastagság
 m nyomkarima magasság
 n nyomkarima vastagság
 q_r kritikus érintőpont távolság (R=rendben, az alkalmazott mérőeszköz számszerű értéket nem ad)

Kerék- terhelés	Oldaltám- hézag	Kerék adatok	Csapszám	Keréktáv	Tengely- azonosító	Csapszám	Kerék adatok	Oldaltám- hézag	Kerék- terhelés
kg	mm	mm		mm			mm	mm	kg
Q ₁ 3932	2,5	V 60	8	k ₁ 699,40		1	V 59	-	Q ₁ 3941
Q ₂ 3958		m 24,9		k ₂ 699,15			m 24,8		Q ₂ 3933
Q ₃ 3920		n 23,8		k ₃ 700,00			n 24,0		Q ₃ 3996
		q _r R					q _r R		
Q ₁ 3880	2,5	V 59	7	k ₁ 699,00		2	V 59	-	Q ₁ 4179
Q ₂ 3911		m 25,0		k ₂ 700,00			m 25,0		Q ₂ 4141
Q ₃ 3898		n 24,0		k ₃ 699,35			n 24,0		Q ₃ 4179
		q _r R					q _r R		

Q ₁ 4126	6,5	V 59	6	k ₁ 699,25		3	V 59	-	Q ₁ 3780
Q ₂ 4122		m 24,9		k ₂ 699,40			m 25,0		Q ₂ 3764
Q ₃ 4128		n 23,5		k ₃ 700,00			n 24,0		Q ₃ 3807
		q _r R					q _r R		
Q ₁ 4223	6,5	V 59	5	k ₁ 698,20		4	V 59	-	Q ₁ 3654
Q ₂ 4205		m 24,7		k ₂ 699,40			m 24,5		Q ₂ 3668
Q ₃ 4196		n 24,0		k ₃ 698,30			n 23,8		Q ₃ 3666
Q _{1k} 4193		q _r R					q _r R		Q _{1k} 3624

A Q_{1k} kerékterhelések az első mérési sorban a vonókészülék szétkapcsolása, és a tolatómozdony eltávolodása utáni adatok.

A felújított forgóvázak beépítésekor, a vasúti társaság által mért kerékméretek:

2015. 01. 18.	700	59,5	699,6	59,5	699,6	59,5	698,6	59,5	fu. csere
	25 24	R	25 24	R	25 24	R	25 24	R	2015. 01. 18.
	25 24	R	25 24	R	25 24	R	25 24	R	
		59,5		59,5		59,5		59,5	

A forgóváz beépítésekor mért kerékterhelések az alábbi, dátum és aláírás nélküli mérőlapon állnak rendelkezésre:

Mérlegelési adatok kerekenként (kg)																
Mérések	J	I.		B	J	II.		B	J	III.		B	J	IV.		B
sorszáma	1			8	2			7	3			6	4			5
1		4121	4098		4064		4423		3917		4311		3925		4199	
2		4144	4082		4059		4429		3947		4197		3976		4173	
3		4136	4089		4060		4417		3958		4191		3981		4149	

A kerékterhelések mérését elvégezte az üzembentartó is, 2015. május 28-án az alábbi eredményekkel:

Mérlegelési adatok kerekenként (kg)																
Mérések	J	I.		B	J	II.		B	J	III.		B	J	IV.		B
sorszáma	1			1	2			2	3			3	4			4
1		3885	3807		4165		3848		3868		4057		3629		4242	
2		3886	4011		3898		3835		3863		3783		3629		4241	
3		3862	4174		4084		3852		3832		4138		3725		4136	

4. melléklet: a mozdony futóművének síktorzuláson mért adatai

2015. június 5-én a hűvösvölgyi fűtőházban sor került a mozdony kerékterhelés mérésére oly módon, hogy a kerekek alá 0-10-20 mm vastag alátét került; csak a 4-5 csapoknál.

Az „5000<” jelentése, hogy a mérleg a méréshatár túllépése miatt nem mutatott eredményt.

Az alátét oszlop azt jelzi, hogy a 4-5. kerekek alatt – a kerék és sín között – mekkora vastagságú alátét volt elhelyezve. Az üres sor a mozdony nélküli, terheletlen mérleg kijelzését rögzíti.

Alátét	Kerék- terhelés	Oldaltám- hézag	Rugó- hossz	Csapszám	Csapszám	Rugó- hossz	Oldaltám- hézag	Kerék- terhelés
mm	kg	mm	mm			mm	mm	kg
üres	Q 5			4	5			Q 12
0-0	Q 3661							Q 4065
10-0	Q 4620	1,5	258			270	5,5	Q 3216
20-0	Q 5000<	0,0	253			277	9,0	Q 2572
0-10	Q 2857	7,5	270			243	0,0	Q 5000<
0-20	Q 2645	6,5	273			257	0,0	Q 5000<

A mérés összehasonlításképpen az Mk45,2006 psz. mozdonyon is megtörtént:

Alátét	Kerék- terhelés	Oldaltám- hézag	Rugó- hossz	Csapszám	Csapszám	Rugó- hossz	Oldaltám- hézag	Kerék- terhelés
mm	kg	mm	mm			mm	mm	kg
üres	Q 14			4	5			Q 7
0-0	Q 4560 4521							Q 3864 3793
10-0	Q 5000<							Q 2940
0-10	Q 3693							Q 5000<

5. melléklet: rugóhosszak és felületi hézagok a mozdonyon

A 3-6 csapszámú forgóváz rugóhosszainak és felületi hézagainak mérését a Vb elvégezte a

- kibontott, terheletlen forgóvázon,
- a csoportemelőn visszaterhelt forgóvázon, a mozdony mozgatása előtt (május 29.),
- a mozdony mozgatása után (június 5.).

A mért felületi hézag a csapágytok felső síkja, és a fölötte lévő gumilap alsó síkja közti távolság, a rugóhossz pedig magában foglalja a rugókalapokat is.

A mért adatok:

Mérés	felületi hézag	Rugó- hossz	Csapszám	Csapszám	Rugó- hossz	felületi hézag
<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>			<i>mm</i>	<i>mm</i>
terheletlen	56	296	3	6	294	52
terhelt, mozgatás előtt	35	270			264	35
terhelt, mozgatás után	36	267			260	35
terheletlen	53	294	4	5	295	57
terhelt, mozgatás előtt	35	264			270	40
terhelt, mozgatás után	35	265			265	35