



**KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI  
SZERVEZET**

## **ZÁRÓJELENTÉS**

**2013-161-5, 2013-162-5, 2013-350-5  
vasúti balesetek**

**Miskolc, Tiszai pu.  
2013. február 25-26. és május 7.**

**2-es viszonylatú villamosok**

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

A 2013. december 3-án megtartott záró megbeszélésen a Nemzeti Közlekedési Hatóság képviseltette magát.

---

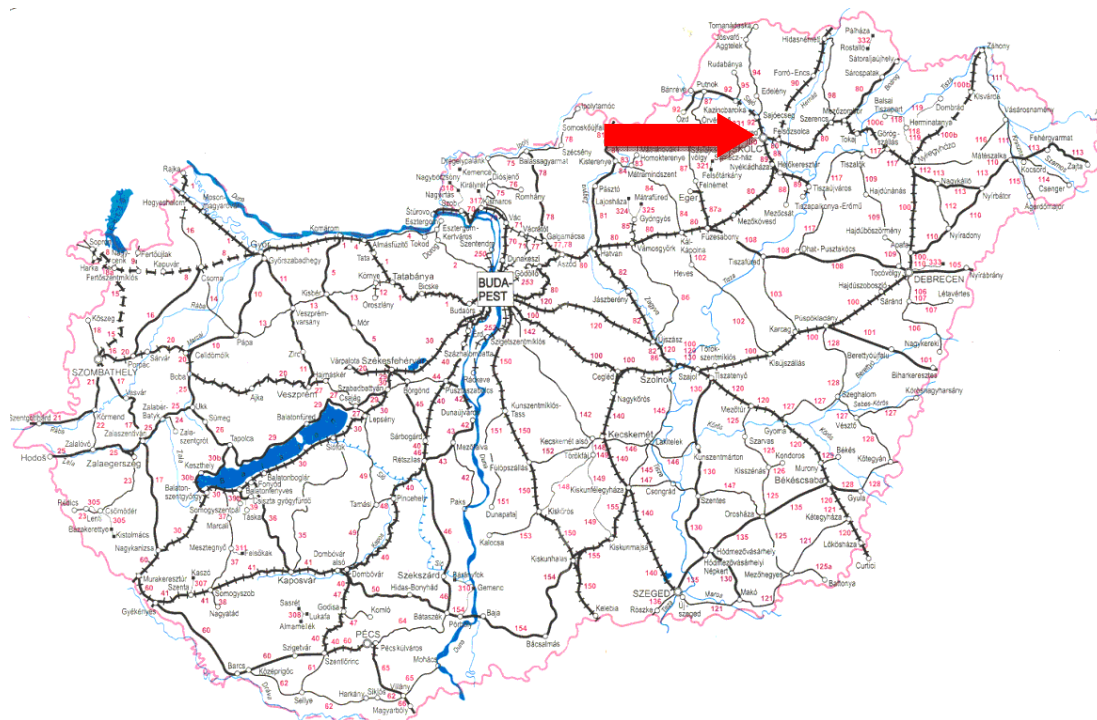
## MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

KBSZ	Közlekedésbiztonsági Szervezet
Kbvt.	A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény
MVK Zrt.	Miskolc Városi Közlekedési Zrt.
psz.	pályaszám
Vb	Vizsgálóbizottság

## AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

<b>Az eset kategóriája</b>	vasúti baleset
<b>Az eset jellege</b>	kisiklás
<b>Az eset időpontja</b>	2013. február 25. 19:26, 2013. február 26. 05:55 és 2013. május 7. 19:15
<b>Az eset helye</b>	Miskolc, Tiszai pu.
<b>Vasúti rendszer típusa</b>	helyi
<b>Mozgás típusa</b>	villamos
<b>Az eset kapcsán elhunytak/ súlyosan sérültek száma</b>	0/0
<b>Pályahálózat működtető</b>	MVK Zrt.
<b>Rongálódás mértéke</b>	jelentéktelen
<b>Üzembentartó</b>	MVK Zrt.
<b>Nyilvántartó állam</b>	Magyarország

### Az eset helye



1. ábra: a baleset helye Magyarország területén



2. ábra: a baleset helye

### **Bejelentések, értesítések**

A KBSZ ügyeletére az MVK Zrt. diszpécserje jelentette

- az első esetet 2013. február 25-én 20 óra 15 perckor (a bekövetkezés után 49 perccel),
- a második esetet 2013. február 26-án 06 óra 20 perckor (a bekövetkezés után 25 perccel),
- a harmadik esetet 2013. május 7-én 19 óra 21 perckor (a bekövetkezés után 6 perccel).

### **Vizsgálóbizottság**

A KBSZ főigazgatója a vasúti közlekedési baleset vizsgálatára 2013. február 26-án az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
tagja	Rózsa János	balesetvizsgáló
	Pataki Ferenc	baleseti helyszínelő

### **Az eseményszorgalmazat áttekintése**

A Vb 2013. február 26-én helyszíni szemlét tartott.

A vizsgálat során a Vb

- megtekintette a kisiklás helyét és a kisiklott járművet majd a járműjavító telephelyet;
- méréseket végzett a vasúti pályán;
- műhelyi megbontással és méréssel megvizsgálta az első két kisiklásban érintett kerekeket;
- futópróbát tartott egy azonos típusú járművel;
- a szükségesnek vélt dokumentumokat, vizsgálati jegyzőkönyveket beszerezte.

### **Az eset rövid áttekintése**

Miskolc villamoshálózatán, a Tiszai pályaudvar végállomás bejárati ívében a 186 psz., Bécsből használtan vásárolt, SGPE1 típusú villamos 2013. február 25-én este, majd 26-án reggel ismételtén kisiklott azonos helyen, később május 7-én a 183 psz. járművel is megismétlődött az esemény.

Megállapítható volt, hogy a kisiklás során a járművek kerekei – a beléjük épített gumirugók alakváltozása által – deformálódtak, ezzel nyomszűkültté váltak. A Vb megvizsgálta a kerekek konstrukcióját és konkrét állapotát, számításokat végzett, és megállapította, hogy a konstrukcióval és a konkrét műszaki állapottal nem magyarázható a deformáció.

A vasúti pálya mérhető adatai önmagukban szintén nem magyarázzák a kisiklást.

A járművek kerekére szerelt kamerával végzett futópróba (egy harmadik, de azonos típusú járművel) ugyanakkor igazolta, hogy a villamoshálózaton a konkrét vizsgált ívben a deformáció létrejön, a Vb ezért az eseményt a vasúti pálya műszaki állapotával, és a jármű ilyen hibákra való érzékenységével hozza összefüggésbe.

Mivel az érintett – és a vizsgálat szerint nagy valószínűséggel egyedi – helyen a pálya átépítése a közeljövőben megtörténik, továbbá az érintett járműtípust a forgalomból kivonják, így az eset kapcsán biztonsági ajánlás kiadása nem szükséges.

# 1 TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

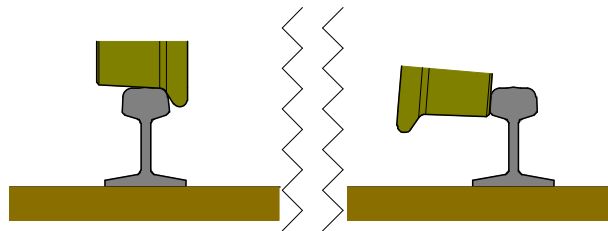
## 1.1 Az esemény lefolyása

2013. február 25-én 19 óra 26 perckor a 2-es viszonylatban Vasgyártól Tiszai pályaudvarig közlekedő 186 psz. villamos a Tiszai pályaudvar végállomásra való behaladás közben a végállomás első váltóján kisiklott: a jármű első tengelye a sínek közé esett.

Helyreállítás után a járművet és a pályát megvizsgálták, hiányosságot nem találtak.

Következő napon reggel üzemkezdet után 5 óra 55 perckor ugyanez a jármű még utasok nélkül, a forgalomba való kiállítás közben ugyanazon a helyen, ugyanazzal a tengelyével ismét a sínek közé esett.

A kisiklások után a bal kerék a sínen volt, a jobb a sínszál mellé esve (3. ábra).



3. ábra: a kerekek a kisiklás után, elvi rajz

Személyi sérülés és jelentős anyagi kár egyik esetben sem történt.

A vizsgálat folyamán május 7-én az esemény a 183 psz. járművel is megismétlődött ugyanazon a helyen (4. ábra).



4. ábra: a május 7-én kisiklott villamos (fotó: MVK Zrt.)

## 1.2 Személyi sérülés

Sérülések	Személyzet	Utások	Útátjáró használók	Egyéb
Halálos	-	-	-	-
Súlyos	-	-	-	-
Könnyű	-	-	-	-

## 1.3 Vasúti járművek sérülése

A 186 psz. járműben 198 000 Ft kár keletkezett. 183 psz. járműben a kár jelentéktelen.

## 1.4 Infrastruktúrában keletkezett kár

A vasúti pálya az esetek kapcsán nem sérült.

## 1.5 Egyéb kár

Az események miatt forgalmi fennakadás keletkezett, a kisiklás első esetben 92; második esetben 24, a harmadiknál 129 perc állásidőt jelentett. Mindegyik kisiklás esetében a villamosforgalmat fenntartották Selyemrét és Felső Majláth között. Az SGP járműveket egy vezetőállásuk miatt ideiglenesen kivonták a forgalomból egy kivétellel, amelyik Vasgyár – Újgyőri Főtér – Vasgyár között, 0-ás viszonylatként közlekedett.

## 1.6 Az érintett személyek adatai

### 1.6.1 A február 25-én kisiklott villamos vezetője

Kora	32 év
Neme	férfi
Villamosvezetői vizsgát tett	2011. decemberben
Orvosi alkalmassági érvényessége	2014. augusztusig
Típusismeret	SGPE1
Legutóbbi oktatás	2012. december
Szolgálat megkezdése	12 óra 19 perc
Előző szolgálat befejezése	előző napon szabadnapos volt

### 1.6.2 A február 26-án kisiklott villamos vezetője

Kora	46 év
Neme	férfi
Villamosvezetői vizsgát tett	2011. decemberben
Orvosi alkalmassági érvényessége	2014. szeptemberig
Típusismeret	SGPE1
Legutóbbi oktatás	2012. december
Szolgálat megkezdése	4 óra 47 perc
Előző szolgálat befejezése	előző nap, 13 óra 08 perc

### 1.6.3 A május 7-én kisiklott villamos vezetője

Kora	57 év
------	-------



<b>Neme</b>	<b>férfi</b>
<b>Villamosvezetői vizsgát tett</b>	<b>1997-ben</b>
<b>Orvosi alkalmassági érvényessége</b>	<b>2014. márciusig</b>
<b>Típusismeret</b>	<b>SGPE1, FVV, KT8D5</b>
<b>Legutóbbi oktatás</b>	<b>2013. márciusban</b>
<b>Szolgálat megkezdése</b>	<b>a baleset napján 14:29</b>
<b>Előző szolgálat befejezése</b>	<b>május 4. 12:45</b>

## 1.7 A villamos jellemzői

A jármű SGPE1 típusú, két részből összeépített csuklós villamos, három kéttengelyes forgóvázon, saját tömege 23 t. Az üzembentartó használtan vásárolta az ilyen típusú járműveit Bécsből.

A balesetben érintett 186 psz. példány 2003. június 17-én érkezett. Kezdeti futásbiztonsági problémák után (mely a típust általánosan érintette) az eredetinel szélésebb abroncsokra ennél a járműnél 2004. június 29-én álltak át. A baleset idején működő kerék 2012. szeptember 4-én lett beépítve.

A harmadik kisiklás 183 psz. járműve 2003. március 14-én érkezett, a szélésebb abroncsokra 2003. október 21-én álltak át. A baleset idején működő kerék 2012. december 6-án lett beépítve.

A jármű kerekei gumirugózással szereltek: a kerékváz és az abroncs között 25 db gumirugó teremt kapcsolatot (5. ábra).



5. ábra: jól láthatóak a gumirugók a kerékben

## 1.8 Az infrastruktúra leírása

A Tiszai pályaudvar végállomás hurok kialakítású. A kisiklás helyén – a balesetet szenvedett jármű menetirányából – 27,7 m sugarú jobbos ív, majd közvetlenül

utána a balesetben érintett balos kitérő következik. A villamos ezen egyenes irányban haladt volna.

A vágány a jobbos ívben phoenix rendszerű, a kitérő 48 kg/fm vignoles sínes. A vasúti pálya állapota miatt 5 km/h sebességkorlátozás volt érvényben.

A kisiklás helye előtt és után mért pálya-adatok a vasúti pályahálózat működtetőjének mérése alapján, illetve a [-1;0] tartományban megjelölt adatok a Vb mérése alapján:

Mérés helye	Második esemény után		Harmadik esemény után	
	Nyomtáv (eltérés a névlegestől)	Túlelemelés	Nyomtáv (eltérés a névlegestől)	Túlelemelés
<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
-22			+10	11
-21			+15	14
-20			+20	18
-19			+23	22
-18			+21	24
-17			+16	26
-16			+12	29
-15			+13	27
-14			+16	27
-13			+17	29
-12			+13	32
-11			+8	35
-10			+11	38
-9			+10	37
-8			+11	36
-7			+10	39
-6			+13	40
-5	+3	+39	+8	38
-4	+7	+40	+12	30
-3	+8	+39	+15	24
-2	+18	+23	+18	16
-1	+18	+15	+15	14
-0,5	+9			
0	+8	+9	+5	10
1	+4	+11		
2	-2	+13		
3	-2	+11		
4	-4	+10		
5	-5	+8		

A vizsgálat során a Vb tanulmányozta a járművek futását a Szekerész u. – Tüzér u. találkozásánál lévő 23,8 m sugarú ívben is.

## 1.9 Állomási adatok

Az állomási adatok az infrastruktúra leírásánál szerepelnek.

## 1.10 Vasúti jármű adatrögzítők

A kisiklott járművön menetiró adatrögzítő berendezés nem található.

## 1.11 Kommunikációs eszközök

Az eseményben a kommunikációs eszközöknek nem volt szerepe.

## 1.12 Meteorológiai adatok

A február 25-26-i balesetek idején eseménytelen időjárás volt, gyenge légmozgással, csapadék csak előző reggel esett. Ugyanakkor az idő párás és igen nyirkos volt, a páratartalom 90% felett volt.

Május 7-én 27 °C meleg volt, de nem szélsőséges forróság; délután pedig – néhány órával a baleset előtt – zivatar.

A február 25-i kisiklás esti sötétben, a 26-i reggeli pirkadatkor történt. A május 7-i kisiklaskor nappali világosság volt.

## 1.13 A túlélés lehetősége

A balesetekben életveszély nem alakult ki.

## 1.14 Próbák és kísérletek

### 1.14.1 Kerékvizsgálat műhelyben

2013. március 13-án, a Vb jelenlétében került sor az első és második kisiklásban részes kerékpár vizsgálatára a Diósgyőri Vasúti Kerékpárgyártó Kft. műhelycsarnokában.

#### 1.14.1.1 Statikus mérés

A 186 psz. villamos kisiklott kerékpárján mért fontosabb jellemzők (a jobb kerék esett le a sínről):

Bal kerék		Keréktáv	Jobb kerék	
Abroncs szélesség (1)	Nyomkarima szélesség és magasság		Nyomkarima szélesség és magasság	Abroncs szélesség
<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
		1368,80		
100,5	24,1	1368,50	24,0	100,0
100,6	27,2	1367,75	27,5	100,0
		átlag: 1368,35		

(1) A bal kerék abroncsa enyhén legyűrődött.

#### 1.14.1.2 Sajtolásos vizsgálat

Sor került a 186 psz. villamos kerekében lévő gumirugók vizsgálatára, az abroncs oldalra tolódásával szembeni merevség tekintetében. Ehhez a vizsgálatot végzők a bal kerék abroncsát – diagram felvételére alkalmas – sajtológépen eltolták a kerékvázhoz képest. (A gép kialakítása miatt az eltolást a kisiklaskor feltételezettel ellentétes irányban lehetett csak megoldani, a gumirugók és kerékcalkatrészek szerkezete miatt azonban az eredmények az eseménnyel kapcsolatos következtetésekre is felhasználhatók.)

A sajtolás úthossza a következőképpen alakult, az abroncs és a kerékváz hátsó síkjainak eltérését mérve:

alapállapot:

-9,6 mm

mérés végkitérése (6. ábra):	+17,9 mm
<b>elmozdulás összesen:</b>	<b>27,5 mm</b>
visszaállt nyugalmi állapot:	-3,4 mm
Erő a végkitérésnél:	158 kN



6. ábra: a gumirugók a sajtólasos próba végkitérésénél

### 1.14.1.3 Megbontás

A mérést követően sor került a kerék szétbontására. Ez – annak kialakítása miatt – csak a gumirugók roncsolásával lehetséges (7. ábra, 8. ábra).

A gumirugókon 2012. évi gyártási jel látható.



7. ábra: az abroncs belső felülete



8. ábra: a kerékváz felülete

### 1.14.2 Kerékvizsgálat menet közben

A Vb 2013. május 16-án futópróbát tartott a kisiklottakkal azonos típusú, 199 psz. villamossal. Ennek során a jármű forgóvázán kamerát helyezett el a bal első kerék menet közbeni megfigyelésére (9. ábra).

A kapott képet a készülék – a vizsgált pályaszakaszokon – rögzítette. Megjegyzendő, hogy a kamera rezgése miatt a kép a pályaállapottól és/vagy a sebességtől függően szakaszosan bemozdult, életlen, de értékelhető.



9. ábra: kamera elhelyezése a forgóvázon

A felvétel néhány jellemző képét az alábbi ábráink mutatják, a képeken a nyomkarima vonalát jelölve:

- 10. ábra: a Szekerész u. – Tüzér u. ívében;
- 11. ábra: a Tiszai pu. végállomás bejárati váltója előtt és a váltón.



10. ábra: a kerék a Szekerész u. - Tüzér u. ívében



11. ábra: a kerék állapota megközelítőleg a kisiklás helyén és utána a kitérő egyenes irányában

### 1.15 Érintett szervezetek / a munkaszervezés jellemzése

A járművek fenntartását végző műhely az esemény idején átépítés alatt állt. Az ellenőrzési, fenntartási tevékenységre ez idő alatt csak szűkösen álltak rendelkezésre vágányok, vizsgálókna, emelő-berendezés. Ez a baleset bekövetkezésére nagy valószínűséggel nem volt hatással.

### 1.16 Szabályok és szabályzatok

A vasúti pálya nyomtáv-változására 50 km/h sebességhez a BKV Zrt. „Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások” utasítás 48/b táblázata ad határértékeket (az MVK Zrt. is ezt alkalmazza).

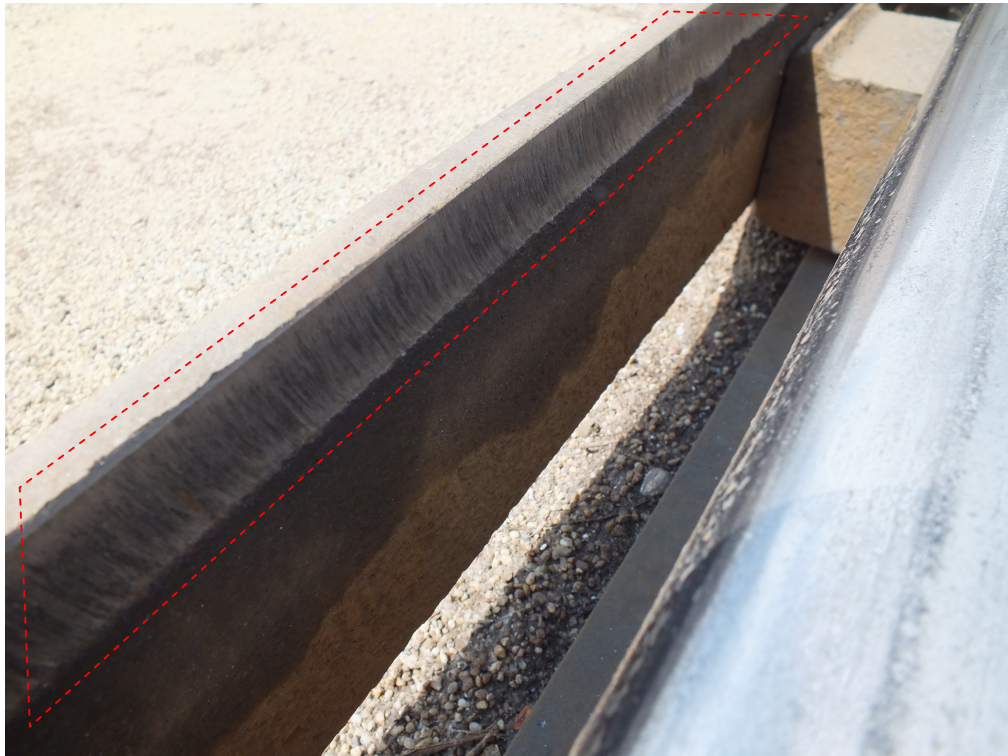
Tárgy	Eltérés a névleges értéktől mm-ben, ha a kategória			Megjegyzés
	A	B	C	
Nyomtávváltozás kifuttatása méterenként	2	4	6	V<20 km/ó sebességnél a kétszerese megengedett.
Síktorzulás	1:400	1:300	1:150	Az értékeket átmeneti ívben is, a túlemelés kifuttatásánál is be kell tartani min. 2,0 m-es bázishosszon mérve.

A C mérethatárra a 47. táblázat a következőket adja meg:

C. Sorokon kívüli intézkedéseket indokló méretek határa	A sorokon kívüli intézkedések lehetnek: <ul style="list-style-type: none"> <li>– fokozott figyelemmel végzett rendszeres megfigyelés;</li> <li>– sebességkorlátozás, ha azonnali beavatkozás nem lehetséges;</li> <li>– vágánylezárás, ha kisiklás veszélye áll fenn.</li> </ul>
--	--

### 1.17 Kiegészítő adatok

A Tiszai pu. végállomás két hurokvágányán a társaság által üzemeltetett két járműtípust következetesen különböző vágányokon közlekedtetik. A balesetben részes járműtípus által járt (nagyobb ívsugarú) vágány belső sínszálánál lévő terelőelem kopásán jól látszik, hogy a jármű vezetésében a külső sínszál mellett a terelőelem is részt vesz (12. ábra, 13. ábra).



12. ábra: a terelőelem kopása a balesetben részes típusal járt vágányon



13. ábra: terelőelem a balesetben részes típusal nem járt vágányon

## 1.18 Korábbi hasonló esemény

Jelen vizsgálat három, azonos helyen történt eseményt tartalmaz.



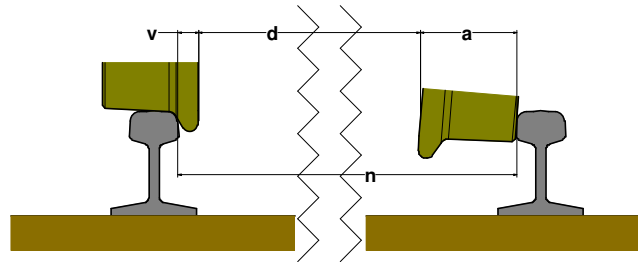
Gumirugózású vasúti kerékkal összefüggésben hozható esemény történt még 2013. február 19-én Budapesten, melynek vizsgálata ezen esemény vizsgálatával egy időben folyik.

## 2 ELEMZÉS

### 2.1 A villamos haladása

### 2.2 A kisiklás

A jármű kisiklott állapotában (14. ábra) a vasúti pálya aktuális nyomtávolságán ( $n$ ) belül helyezkedik el a bal kerék nyomkarimája ( $v$ ), a keréktáv ( $d$ ) és a jobb kerék abroncsa ( $a$ ).



14. ábra: méretek a kisiklott kerékpáron

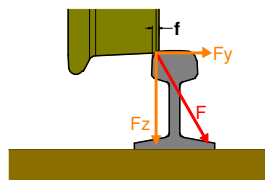
A kisiklaskor érvényes pillanatnyi értékekre fennáll, hogy

$$n = v + d + a$$

Az esemény utáni mért értékek szerint  $n = 1442$  mm,  $v + d + a = 24 + 1368 + 100 = 1492$  mm. Az 50 mm különbség abból adódik, hogy a kisiklás során rugalmasan torzul

- a vasúti pálya ( $n_{\text{torz}}$ )
- a gumirugózású kerékpár, az abroncs eltolódásával ( $d_{\text{torz}}$ ).

A közéesési folyamat kritikus pontja az, amikor a kerék még sínen van (15. ábra,  $f$  fedés). Ebben a helyzetben a kerék sín közti erőhatás – az érintkező lesarkított és lekerekített felületek érintősíkjára merőlegesen – már ferde hatásvonalú, amelynek oldalirányú  $F_y$  komponense a sánt oldalra tolja, illetve annak newtoni ellenereje a kerékre hatva az abroncs eltolódását is okozza.



15. ábra: erőhatások a közéesés előtt

Az  $f$  fedés kritikus értéke pontosan nem határozható meg, de mindenképpen állítható, hogy a fenti 50 mm-nél kisebb torzulás ( $n_{\text{torz}} + d_{\text{torz}}$ ) is elegendő a kisiklási folyamat megindulásához.

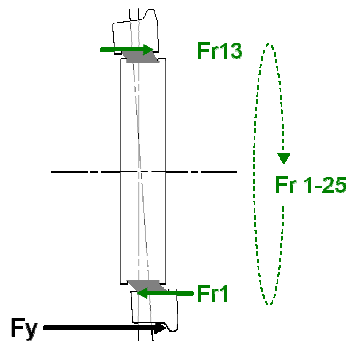
### 2.3 A gumirugók

#### A kerék deformációja

A gumirugók vizsgálata során (1.14.1.2) a 25 db gumirugó szimmetrikusan, nyíróirányban terhelve 27,5 mm elmozduláshoz 158 kN erőt kívánt. Ennek megfelelően egy gumirugó nyírómerevsége 230 N/mm. A sajtolási diagram

alapján lineáris karakterisztika feltételezhető. (Megjegyzendő, hogy a mérési módszer miatt az adat nem pontos, de nagyságrendi becsléshez és következtetéshez felhasználható.)

Ezen mérési adatokból számítással meghatározható (16. ábra), hogy amennyiben csak egy ponton, a nyomkarimán ébred oldalirányú erő, akkor azon a ponton 1307 N/mm látszólagos nyírómerekvéség adódik, szintén lineáris karakterisztikával. Ilyen erőhatásra az abroncs ferdén fog elhelyezkedni a kerékvázon.



A nyomkarimán ébredő  $F_y$  erő elmozdítja az abroncsot (az elfordulás középpontja nem lesz a kerékpártengelyen), ami a 25 gumirugót különböző mértékben torzítja.

A gumirugók merevségének ismeretében ez egy 25 darabos erőereget ( $Fr_i$ ) eredményez, amelynek jellemzői a felírható egyenletrendszerből meghatározhatók, és a fenti eredményt adják.

16. ábra: a kerék deformációjának számítási módszere

E számításból adódik, hogy a nyomkarimánál ébredő  $F_y=40-50$  kN oldalirányú terhelés okozna 31-38 mm oldalra tolódást.

#### Deformációt okozó terelőerő

A pályái (R=27,7 m), a jármű és a haladási sebesség adataiból az számítható ki, hogy az egy keréken ébredő terelőerő üzemszerűen 300-1000 N közötti. A nagy bizonytalanság oka, hogy a jármű sebessége nem ismert, így arra csak tág határok közti feltételezés tehető.

Ezen erő azonban csak 1 mm alatti oldalra tolódást magyarázna, ami nagyon messze van a kisikláshoz szükségstől.

#### A tényleges deformáció

A kerék megfigyelésével végzett futópróba is (1.14.2) igazolta a fenti számítást: a baleset helyszínétől eltérő pályáívekben nem volt megfigyelhető abroncseltolódás (10. ábra). A kisiklás helyén azonban a deformáció több áthaladással is következetesen jelentős volt (11. ábra).

### 2.3.1 A vasúti pálya állapota

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a kerék konstrukciója és konkrét állapota is alkalmas a biztonságos közlekedésre, a kisiklás a konkrét pályáií valamely jellemzőjével hozható összefüggésbe.

A vasúti pálya jellemzői közül a nyomtáv változása az, amely a vasúti pályák jellemző és elvárt értékeitől eltér. A kisiklás helye előtti 1 méteren 18-ról 8 mm-re csökken, azaz 10 mm/m (1:100) hajlással. Ugyanezen a helyen a pálya túlemelése is visszaesik, 2 m-es bázishosszon legfeljebb 14 mm mértékben (1:142).

A fellelhető utasítás szerint (1.16, de lásd még 2.3.2) a megengedett nyomtáv-változás érték az 5 km/h sebességkorlátozásra is tekintettel 12 mm/m, a síktorzulás 1:150. Az előbbi határértéken belüli, az utóbbi azon kis mértékben túl van, de valószínűleg nem okozhatja a kerék nyomszűkülését.

A hirtelen változások – ha határértéken belüliek is – okot adhatnak a jármű olyan lengéseire, amelyek a keréken megjelenő terelőerőt is szélsőségesen

befolyásolják. A Vb kísérletei is igazolják, hogy ez a konkrét pályáív ténylegesen előidézi a kisikláshoz vezető kerék-torzulást.

Megjegyzendő, hogy a rendelkezésre álló adatok szerint a két különböző időpontban végzett mérés a [-5;-3 m] tartományban jelentősen eltérő nyomtáv-adatokat szolgáltatott. A fenti, hirtelen nyomszűkülésre vonatkozó megállapítást azonban mindkét adatsor alátámasztja.

### **2.3.2 Előírások a pályaalapponra**

A vasúti pálya méret-előírásaira a miskolci villamoshálózat nem rendelkezik önálló utasítással, ott is a budapesti hálózatra elkészített utasítás használatos, amelynek hatálya azonban nem terjed ki Miskolcra, és a jóváhagyó hatóság (Fővárosi Közlekedési Felügyelet) illetékessége sem terjed ki rá.

## **2.4 Egyéb hatások**

Figyelemmel arra, hogy a típussal rendszeresen járt kis sugarú ívekben – az általa nem járt vágányokkal ellentétben – a terelőelemek jelentős mértékben kopottak, a jármű konstrukciója magában hordozza, hogy kis ívsugarak esetén nagyobb mértékben igényli a belső keréknél a vezetést.

Lehetséges lenne, hogy a kisiklást, a kerék deformációját valamely idegen tárgy okozta, amely a helyszíneléskor nem lett felfedezve. Ellentmondani látszik ennek az, hogy több kisiklás is történt különböző időben, de ilyen tárgy egyik esetben sem lett felfedezve.

Hasonlóan ha az első, valamilyen meg nem talált okból bekövetkezett kisikláskor a jelentős deformáció miatt a gumi szerkezete sérült, lágyult volna, akkor a második kisiklás után végzett műhelyi mérésnek már ezen anyagjellemzőket kellett volna találnia, ellentétben az előző fejezetben elemzett csekély deformációs képességgel. A harmadik kisiklás másik járművel történt, ilyen előzetes deformáció hatása ott sem lehetett jelen.

### 3 KÖVETKEZTETÉSEK

#### 3.1 **Az eset bekövetkezésével közvetlen összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások**

A kisiklás helyén a vasúti pálya geometriája kedvezőtlen erőhatást ad a járművek kerekeire, amely azok gumirugós szerkezetét jelentősen, akár a kisiklásig torzítja.

#### 3.2 **Az eset bekövetkezésével közvetetten összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások**

A Vb ilyen megállapítást nem tesz.

#### 3.3 **Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, kockázatnövelő tényezők**

A balesetben érintett jármű futóművének gumirugózású szerkezete más járművekhez képest érzékenyebb a pályageometriai hibákra.

## 4 BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

A tervezett intézkedések alkalmasak a hasonló események elkerülésére, ezért a KBSZ biztonsági ajánlást nem ad ki.


### 4.1 Intézkedések

A miskolci villamoshálózat korszerűsítése keretében a balesetben érintett Tiszai pályaudvar végállomás pályaszerkezetét – egyelőre ideiglenes jelleggel – várhatóan 2013. II. félévében átépítik. Az ideiglenes pályaszerkezet a jelenlegi geometriai nyomvonallal megegyező marad, kivételt képez ez alól az 1. és 2. számú kitérők (a jelenlegi 48-100/60 helyett Ph 50/50 rendszerű kitérők kerülnek beépítésre). Ezzel a módosítással az ívsugar nem változik, mivel az ív-főpontok változatlanok maradnak.

Az 1. számú kitérőre történő kedvezőbb ráhaladás érdekében az ív vége és a kitérő eleje között létrejön egy rövid egyenes vágányszakasz, így a járművek kevésbé fogják koptatni a csúcssíneket, mivel a nekifutási szög  $0^\circ$ -ra csökken.

Többek között a közéeséses jármű-kisiklások jövőbeni előfordulásának megakadályozása érdekében a kiépülő pályaszerkezet teljes hosszában vályúsínes felépítményű lesz. Emellett néhány éves távlatban az érintett SGPE1 járműtípust kivonják a forgalomból.

Budapest, 2013. december 3.



Chikán Gábor  
Vb vezetője



Rózsa János  
Vb tagja



Pataki Ferenc  
baleseti helyszínelő