



NEMZETI FEJLESZTÉSI
MINISZTERIUM
KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
SZERVEZET

ZÁRÓJELENTÉS

2017-1036-5

Vasúti baleset / Kisiklás

Haller utca

2017. augusztus 16.

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, 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:

Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Közlekedésbiztonsági Szervezet

1103 Budapest, Kőér u. 2/A.

<http://www.kbsz.hu>

kbszvasut@nfm.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

| | |
|----------|--|
| BKV Zrt. | Budapesti Közlekedési Zrt. |
| KBSZ | Közlekedésbiztonsági Szervezet |
| ERAIL | Az Európai Vasúti Ügynökség baleseti adatbázisa |
| Kbvt. | A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény |
| psz. | pályaszám |
| Vb | Vizsgálóbizottság |

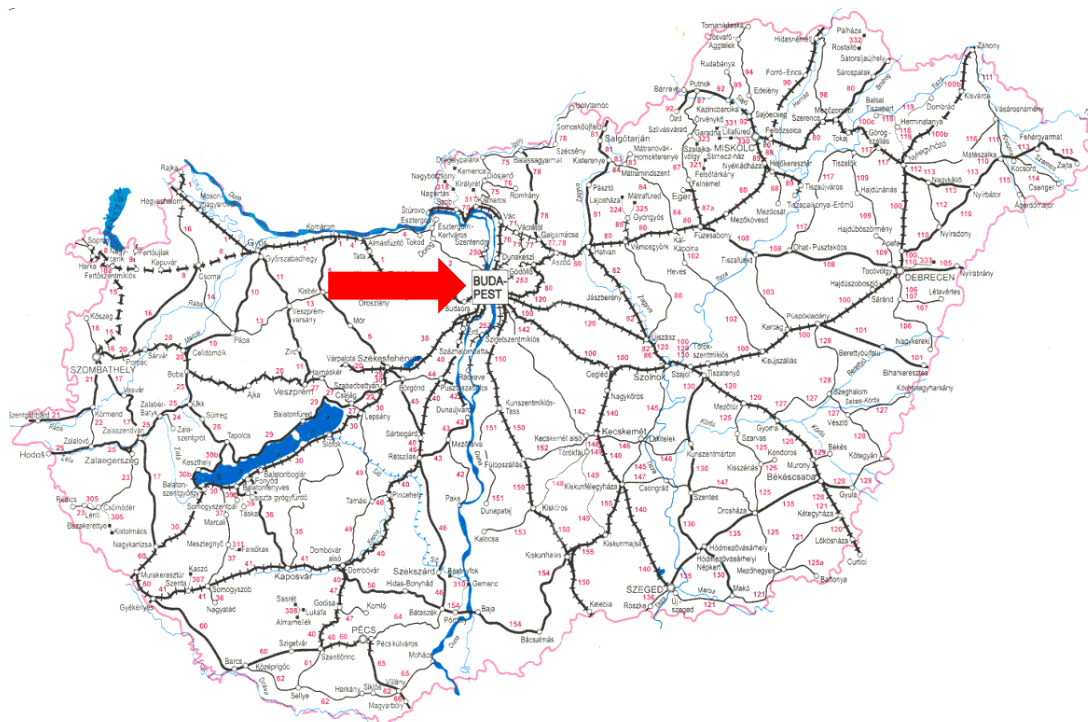
TARTALOM

| | |
|---|----|
| AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA | 6 |
| 1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK | 9 |
| 1.1 Az esemény leírása | 9 |
| 1.2 Következmények | 9 |
| 1.3 A baleseti helyszín..... | 10 |
| 1.4 Az infrastruktúra leírása | 15 |
| 1.5 A villamos jellemzői | 19 |
| 1.6 Az érintett személyek | 20 |
| 1.7 Forgalmi körülmények | 20 |
| 1.8 Érintett szervezetek | 20 |
| 1.9 A munkaszervezés jellemzése | 21 |
| 1.10 Szabályok és szabályzatok | 21 |
| 1.11 Meteorológiai adatok..... | 22 |
| 1.12 Az érintettek nyilatkozatai..... | 22 |
| 1.13 Mentés, kárelhárítás..... | 22 |
| 1.14 Próbák és kísérletek..... | 22 |
| 1.15 Kiegészítő adatok | 23 |
| 1.16 Összefüggésbe hozható események..... | 24 |
| 1.17 Alkalmazott vizsgálati és elemzési módszerek | 24 |
| 2. ELEMZÉS..... | 25 |
| 2.1 Az esemény tényleges lefolyása..... | 25 |
| 2.2 Az esemény okozati összefüggéseinek elemzése | 27 |
| 2.3 A túlélés lehetősége..... | 30 |
| 2.4 Egyéb észrevételek | 31 |
| 2.5 KÖVETKEZTETÉSEK | 32 |
| 3. MEGTETT INTÉZKEDÉSEK..... | 34 |
| 4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS | 34 |
| 5. ELTÉRŐ VÉLEMÉNYEK | 34 |

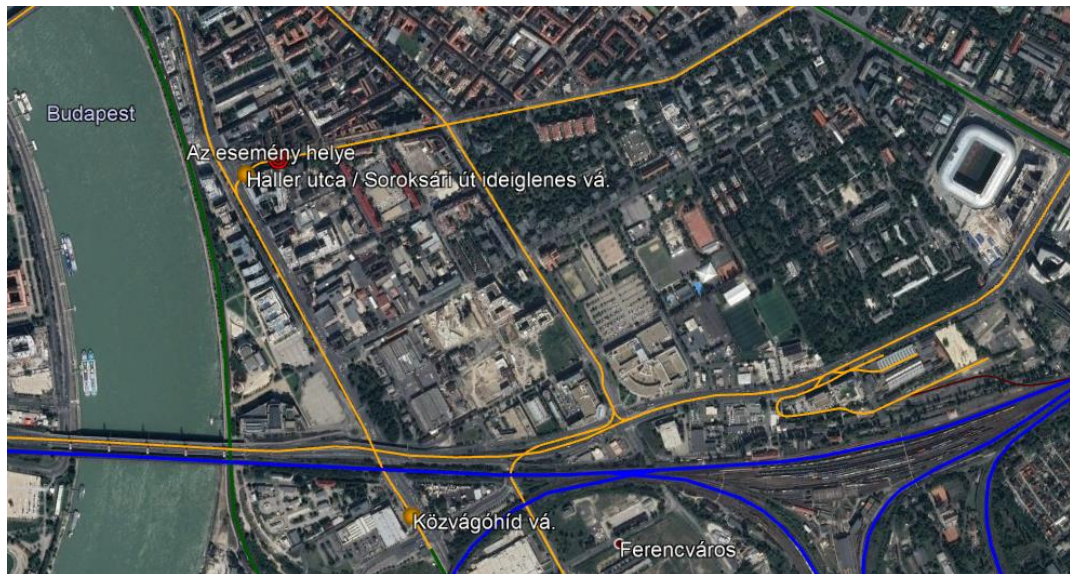
AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

| | |
|--|---------------------------------------|
| Eseményszám: | 2017-1036-5 |
| ERAIL azonosító: | HU-5406 |
| Az eset kategóriája | Vasúti baleset |
| Az eset jellege | Kisiklás |
| Az eset időpontja | 2017. augusztus 16.14:17 |
| Az eset helye | Haller utca |
| Vasúti rendszer típusa | helyi / villamos |
| Mozgás típusa | villamos |
| Az eset kapcsán elhunytak / súlyosan sérültek száma | 0 / 0 |
| Pályahálózat működtető | Budapesti Közlekedési Zrt. |
| Üzembentartó | Budapesti Közlekedési Zrt. |
| Nyilvántartó állam | Magyarország |
| Érintett vonat száma | 24 |
| Rongálódás mértéke | a közúti infrastruktúra kis mértékben |
| Vizsgálat jogi alapja | 2004/49/EK 19. cikk (2) a. |

Az eset helye



1. ábra: az esemény helye Magyarország vasúthálózatán



2. ábra: az esemény közelebbi helye

Bejelentések, értesítések

A KBSZ ügyeletére az esetet 2017. augusztus 16-án, 14:27-kor (a bekövetkezés után 10 perccel) jelentette a BKV Zrt. BKV fődiszpécser.

Vizsgálóbizottság

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

| | | |
|----------|----------------|-----------------|
| vezetője | Chikán Gábor | balesetvizsgáló |
| tagja | Kapocsi József | balesetvizsgáló |

Az eseményvizsgálat áttekintése

A Vb 2017. augusztus 16-án helyszíni szemlét tartott,

- megvizsgálta a baleset helyszínét;
- meghallgatta az eseményben érintett járművezetőt;
- megvizsgálta a helyszínen telepített ideiglenes vendékitérőt.

A vizsgálat során a Vb

- megvizsgálta a vendékitérő konstrukcióját;
- információt kért és kapott a vendékitérő gyártójáról;
- információt kért és kapott a pályafenntartási szervezettől;
- megkapta és kiértékelte a vasúti jármű menetíró regisztrátumát;
- részt vett az érintett jármű futásbiztonsági kimérésén.

Záró megbeszélés

A 2017. március 6-án megtartott záró megbeszélésen a Nemzeti Közlekedési Hatóság, és a BKV Zrt. képviseltette magát. A zárójelentés tervezethez észrevételt nem tettek.

Az eset rövid áttekintése

Budapesten, a Haller utca / Soroksári út ideiglenes végállomáson 2017. augusztus 16-án egy villamos az ideiglenes vágánykapcsolaton két tengellyel kisiklott. A kisiklottan tovább haladó villamos megrongálta a villamospályát szegélyező gömbsüvegsort, majd letört áramszedővel megállt a kisiklás után 53 méterrel.

A Vb az esetet

- részben műszaki tényezőre vezette vissza, az ideiglenes vágánykapcsolat szerkezete egy meglazult csavar miatt rendes helyzetéhez képes elmozdult;
- részben pedig a járművezetővel kapcsolatos emberi tényezőre, aki a megengedett sebességet jelentősen túllépve közlekedett rajta.

Hozzájárult az eseményhez a szerkezet konstrukciója, a beépítési technológia és a hibafeltárás sikertelensége, noha egy járművezető az esemény előtt már bejelentést tett rendellenes mozgásról.

Bár a KBSZ biztonsági ajánlást nem ad ki, de az esettel kapcsolatos tanulságokat a 2.5.6 pontban tárgyalja.

1. TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

1.1 Az esemény leírása

Vágányzárban végzett munkák miatt 2017. augusztus 8/9. éjjel ideiglenes vágánykapcsolatot építettek be a budapesti 24-es villamos vonalába Haller utca / Soroksári út megállóhelyénél. A továbbiakban a villamosok e megállóhelyen, mint ideiglenes végállomáson fordultak vissza a Keleti pályaudvar felé.

Augusztus 16-án a 14 óra 17 perckor a 1332 psz. villamos ezen az ideiglenes szerkezeten haladva, annak visszatérítő ívén az 5-6. tengelyeivel kisiklott.

A kisiklottan tovább haladó villamos megrongálta a villamospályát szegélyező gömbsüvegsort, majd letört áramszedővel megállt a kisiklás után 53 méterrel (3. ábra).



3. ábra: a villamos az eset után

1.2 Következmények

1.2.1 Személyi sérülés

| Sérülés | Személyzet | Utás | Útátjáró használó | Idegen | Egyéb |
|------------|------------|------|----------------------|--------|-------|
| Halálos | - | - | - | - | - |
| Súlyos | - | - | - | - | - |
| Könnyű | - | - | - | - | - |
| Nem sérült | 1 | n.a. | - | - | - |

1.2.2 Rakományban, poggyászbán keletkezett kár

A rakományokban, poggyászokban kár nem keletkezett.

1.2.3 Vasúti járművekben keletkezett kár

A villamos áramszedője letört, a BKV helyszíni jelentése alapján a vasúti járműben kb. 500 eFt kár keletkezett.

1.2.4 Vasúti infrastruktúrában keletkezett kár

A BKV zavarelhárító diszpécser nyilatkozata szerint a felsővezetékben leszakadt 1 db felfüggesztő, 1 db táppont, a kárérték kb. 50 eFt.

A kisiklott villamos megrongálta a villamospályát szegélyező gömbsüvegsort, 24 db gömbsüveg tört össze.



4. ábra: a gömbsüvegsor sérülése

1.2.5 Egyéb vasúti kár

Az esemény következtében a vasúti pálya és a villamosvonalnak ez a szakasza 280 percen át volt a forgalomból kizárva.

1.2.6 Környezeti károk

Környezeti kár nem keletkezett.

1.2.7 Egyéb kár

Egyéb kár nem keletkezett.

1.3 A baleseti helyszín

A Vb a helyszínre érkezéskor az ideiglenes kitérő szerkezete után kb. 50 méterrel találta a kisiklott, 1332 psz. villamost, melynek áramszedője letört. A kitérő után az útburkolatban jól látható kisiklásnyomok vezettek a járműig. A másik vágányon, közvetlenül a vágánykapcsolat szerkezete előtt állt az 1328 psz. villamos.

1.3.1 A vágány

A menetirány szerinti bal sínszál orrának felső felületén rövid fényes nyom látható, ezen a részen a rámpa kb. 25 mm-rel magasodik a sín orra fölé (5. ábra).



5. ábra: a rámpa magassága
(az adat a fényképezés irányából adódóan leolvasási hibával terhelt)

A lefutó rámpa nem pontosan illeszkedik az alatta lévő sínre, az ív külső oldala felé van tolódvá (6. ábra).



6. ábra: a rámpa eltolódottsága

A lefutó rámpát rögzítő csavar szára kb. 1 menettel beljebb volt a csavaranyában; illetve az anya kézzel elforgatható volt (7. ábra).



7. ábra: a rámpát oldalirányban rögzítő csavar

1.3.2 A jármű helyzete

A villamos ötödik tengelye a rámpa vége után 51,5 m-rel állt meg. A villamos áramszedője letört (3. ábra).

1.3.3 Kisiklási nyomok

A rámpa vége után 3,2 m-től a bal sínszál belső oldali tömítése megrongálódott.



8. ábra: a bal sínszál tömítésének rongálódása
(a mérőszalag 2 m-es beosztása van a nullponton)

A rámpa vége után 0-3,2 m között a bal sínszál orrán felülről kapott terhelés nyomai láthatók, különösen azokon a helyeken, ahol a tömítőanyag az orra folyt.



**9. ábra: terhelési nyomok a bal sínszál sín orrán
(a mérőszalag 2 m-es beosztása van a nullponton)**

A jobb sínszálon folyamatos csík figyelhető meg, amely a lefutó rámpa belső élének vonalába fut be.



10. ábra: folyamatos csík a jobb sínszálon



11. ábra: a sín futófelületén lévő csík és a rámpa élének egybeesése

A bal sínszál orrán, a rámpa mellett megfigyelhető egy rövid fényes nyom (a mérőszalag 0 m beosztása a jobb rámpa belső éle) -0,9 .. -0,6 m között; a vezetéstáv ezen a helyen kb. 1404 mm (12. ábra).



12. ábra: fényesedés a sín orrán

1.4 Az infrastruktúra leírása

1.4.1 Pályahálózati adatok

Az esemény a Keleti-pályaudvar és Közvágóhíd közötti, 24-es viszonylattal járt villamosvonalon történt. Az esemény idején vágányzári munkálatok miatt a villamosok csak Keleti-pályaudvar és Haller utca / Soroksári út ideiglenes végállomás között jártak.

1.4.2 Állomási adatok

A kisiklás Haller utca / Soroksári út ideiglenes végállomáson történt. Az ideiglenes végállomás a kétvágányos pályára telepített ideiglenes vágánykapcsolattal lett kialakítva (13. ábra). A vágánykapcsolaton 5 km/h sebességhatár volt érvényes, mely a felsővezeték keresztartókra ki volt tűzve.



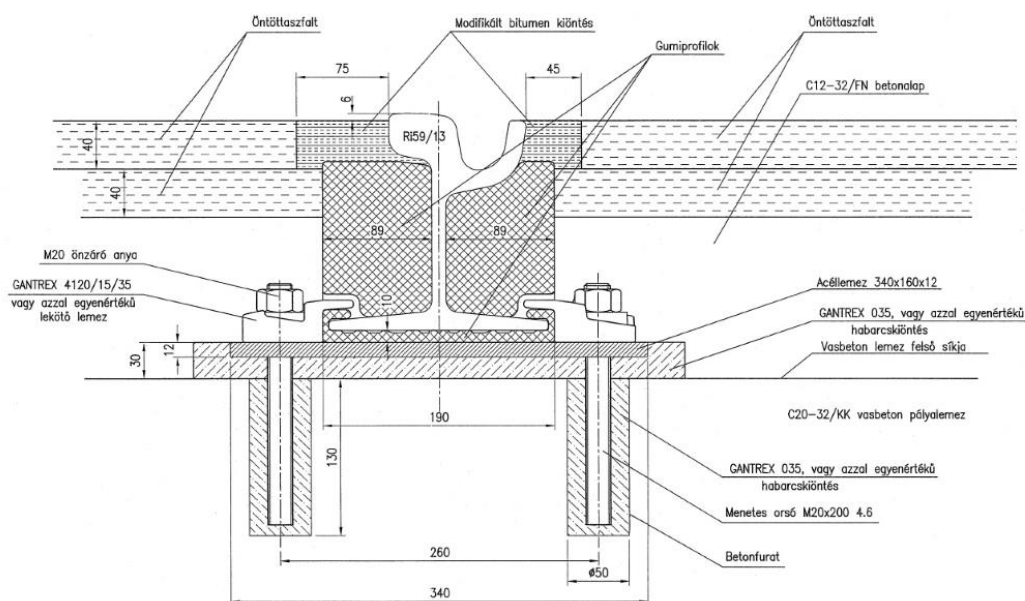
13. ábra: az ideiglenes vágánykapcsolat látképe
(a képen az eset idején ellenirányból érkező villamos látható)

1.4.3 A vasúti pálya

1.4.3.1 Vágány

A vágány az esemény helyén útburkolatba épített Ri59 jelű, ún. főnix sínekből áll, amelyek mellett kétoldalt nagy szélességben gumielemezek vannak beépítve (14. ábra).

Ri59/13 sínes, RAFS sínleerősítés

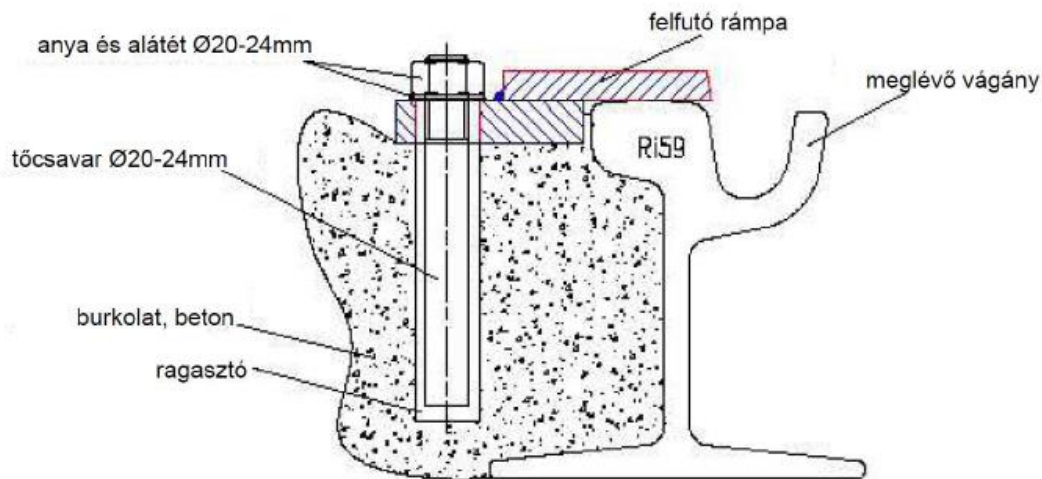


14. ábra: a vágány keresztmetszeti részlete

1.4.3.2 Váltó

1.4.3.2.1 Elvi kialakítás

Vályús sinnél a lefutó rámpa oldalirányú rögzítése a Műszaki leírás szerint az útburkolatba rögzített, függőleges csavarokkal valósítandó meg (15. ábra).



15. ábra: a rögzítés konstrukciója a műszaki leírás szerint

A 48 kg/fm rendszerű sínekhez tervezett rámpa-rögzítésnél azt egy közvetítő tuskón keresztül a sín gerincéhez rögzítik, vízszintes csavarral. A csavarbiztosítást egy rugós alátét szolgálja. (A tuskó rajzával a Vb rendelkezik, de a gyártó üzleti titokra hivatkozva nem járult hozzá a közzétételéhez.)

Ezek mellett a rögzítő fülnek a rámpához való felfogása – a gyári rajzokon – mindkét esetben olyan, hogy a fül a sínfej oldalának támaszkodva oldalirányú megtámasztást ad.

1.4.3.2.2 Tényleges kialakítás

A vendégkiterőt 2017. augusztus 8-9. éjjel építették be.

Mivel a konkrét helyen a budapesti vágányszerkezet olyan gumielemet tartalmaz, ami miatt a függőleges tőcsavar nem építhető be a betonszerkezetbe, a műszaki leírásban található rajzhoz képest eltérő a szerkezet:

- a fül nem alatta van a rámpának, hanem az oldalában, nem nyúlik a sín alsó síkja alá (16. ábra);



16. ábra: a rögzítőfül tényleges kialakítása

- a betonba fúrt függőleges tőcsavarok helyett a sínhez fogják fel, a vignole sínhez valóhoz hasonló, gyártó által adott tuskóval (17. ábra);

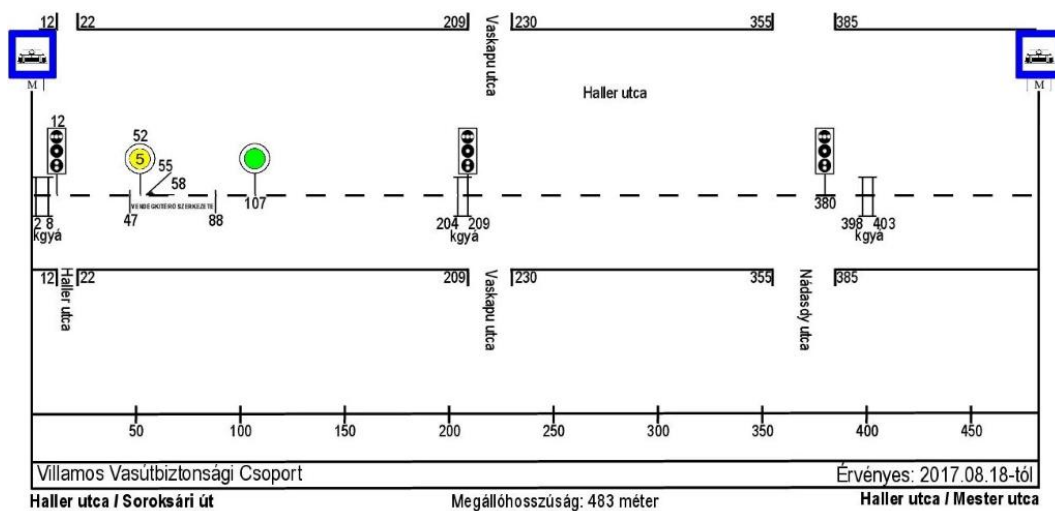


17. ábra: a vignole (balra) és a főnix sínhez (jobbra) alkalmazott rögzítőtuskók (fotó: BKV Zrt.)

- a tuskót rögzítő csavar lángvágóval készül furaton van átvezetve, csavaralátétként egy négyzetletes lemez szolgál (7. ábra).

1.4.3.3 Az infrastruktúra-elemek helyzete

A megállóhely táblája után az ideiglenes váltó 47-88 méter között van, az 5 km/h sebességhatárolás 52-107 méter között (18. ábra).



18. ábra: a vasúti pálya vázlatrajza a baleset helye környezetében

1.4.4 Jelző- és biztosítóberendezések

Az eseményben jelző- és biztosítóberendezés nem volt érintett.

1.4.5 Egyéb biztonsági berendezések

Egyéb biztonsági berendezések nem voltak hatással az eseményre.

1.4.6 Kommunikációs eszközök

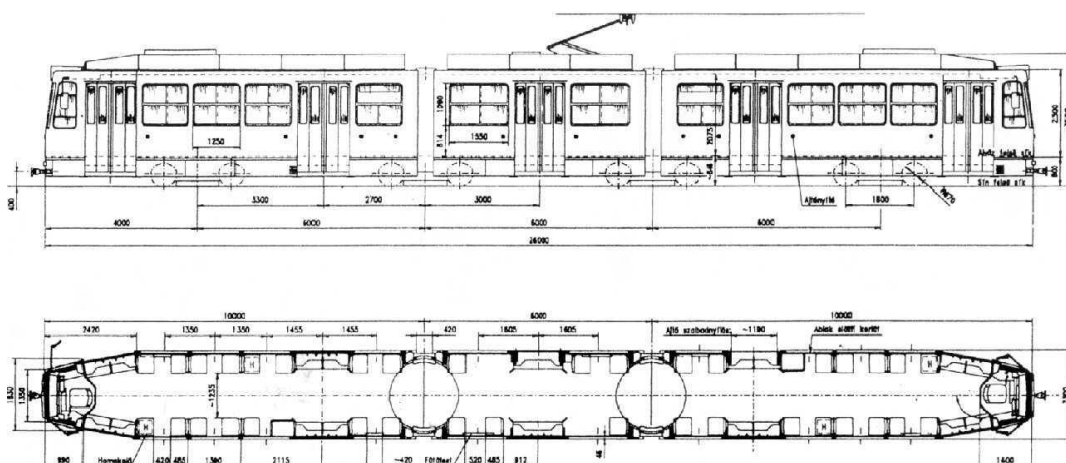
Az esemény során a kommunikációs eszközöknek nem volt szerepük.

1.5 A villamos jellemzői

| | |
|------------------------|--|
| Viszonylatszám: | 24 |
| Mozgástípus: | villamos |
| Jármű: | ICs 1332 |
| Útvonal: | Haller u. / Soroksári út – Keleti pályaudvar |
| Hossz: | 27 m |

1.5.1 A vasúti jármű

A villamos kocsiszekrénye kétcsuklós kialakítású, négy forgóvázal. A két szélső forgóváz hajtott, a két középső - amelyek a csuklók alatt vannak – futók (19. ábra).



19. ábra: a villamos jellegrajza

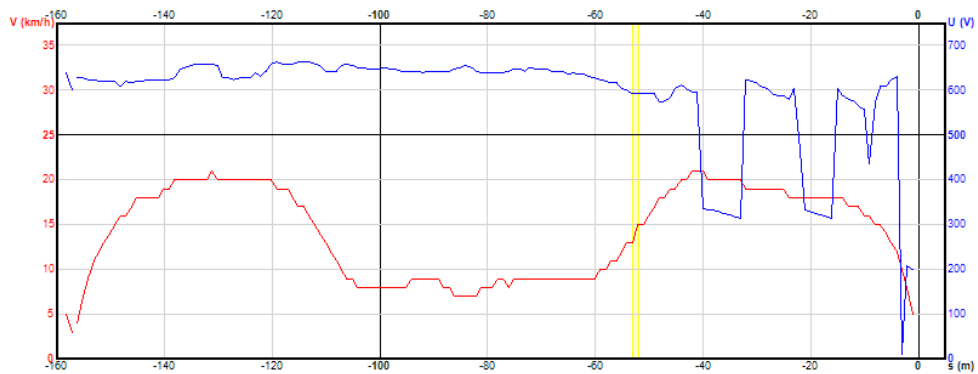
1.5.1.1 Futásbiztonsági méretek

A villamos kerékpárjainak futásbiztonsági méreteit megmérték 2016. szeptember 30-án, azok legutóbbi felújításakor, majd a Vb jelenlétében a baleset után is. Az adatokat az alábbi táblázat foglalja össze.

| Tengely | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hátlaptáv | 1362,48 | 1363,61 | 1364,61 | 1364,03 | 1363,16 | 1364,31 | 1361,97 | 1362,27 |
| Vezetéstáv1 | 1390,56 | 1391,42 | 1392,38 | 1392,06 | 1391,19 | 1392,62 | 1390,84 | 1389,79 |
| Vezetéstáv2 | 1390,69 | 1391,85 | 1392,39 | 1392,32 | 1391,95 | 1391,90 | 1388,08 | 1391,00 |
| Hátlaptáv felújításakor | 1366 | 1366 | 1366 | 1365 | 1365 | 1366 | 1365 | 1365 |

1.5.2 A vasúti járművek adatrögzítői

A vasúti jármű a GANZ-ANSALDO által beépített menetregisztráló berendezéssel rendelkezik, a kiolvasott adatokat a 20. ábra mutatja be.



20. ábra: az adatrögzítőből kiolvasott sebesség (vörös) és felsővezeték-feszültség (kék) adatok az út függvényében; sárgával jelölve a kisiklás helye; nullpont a megállás helye

Az adatrögzítőből az alábbi adatok állapíthatók meg (nullpont a megállás helye):

- 156 méternél 14:11:11-kor megállt, majd 14:16:08-kor elindult a villamos;
- 138 méternél a villamos elérte a 20 km/h sebességet, majd 120 méternél lassulni kezdett;
- 108 méternél a villamos sebessége 11 km/h volt, és lassult;
- 103 méternél a villamos sebessége 8 km/h, a következőkben 7-9 km/h között ingadozik;
- 60 méternél a jármű gyorsulni kezd;
- 53-52 méternél a sebesség 13-15 km/h volt, a jármű gyorsult;
- 48 méternél 17 km/h sebességgel haladt a jármű;
- 41-40 méternél a villamos sebessége 21 km/h volt, ugyanekkor a regisztrátumban a felsővezeték feszültsége hirtelen esik;
- 14 méternél intenzív lassulás kezdődik 18 km/h-ról, ami megállásig tart.

1.6 Az érintett személyek

A járművezető adatait az alábbi táblázat foglalja össze:

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Kora: | 48 év |
| Neme: | nő |
| Vonalismeret: | érvényes |
| Típusismeret: | érvényes |
| Orvosi alkalmasság: | érvényes |
| Szolgálat megkezdése: | aznap 13 óra 00 perc |
| Előző szolgálat vége: | előző nap 15 óra 21 perc |

1.7 Forgalmi körülmények

A kisiklás idején az ellenkező irányból másik villamos érkezett a végállomásra, mely a kisiklást észlelve megállt, az ideiglenes vágánykapcsolaton már nem haladt át (13. ábra).

1.8 Érintett szervezetek

A szervezetek és szervezeti kapcsolatok az eseményre nem voltak hatással.

1.9 A munkaszervezés jellemzése

Az ideiglenes kitérő beépítését végző csapattól kapott tájékoztatás szerint:

- a telepítést megelőző napokban előkészítik a terepet, a rögzítőfülek helyének kibontása az útburkolatból megtörténik;
- a telepítők gyakorlottak, az összerakás kb. 1,5 óra, és további 1 óra az utómunka, mint hézagolás, ékek beütése, villamos csatlakozások, stb;
- a felsővezeték szerelők is elő tudnak készülni korábban; így a teljes beépítés felsővezetékkel együtt, kb. 3,5 óra.
- Régebben nyújtott üzemszünettel valósult meg a telepítés, most már normál üzemszünetben, időkényszer nem volt eddig.
- A pályás telepítő létszámban legalább 4 fő + 1 munkavezető kell, 6 + 1 fővel már jól kezelhető.

1.10 Szabályok és szabályzatok

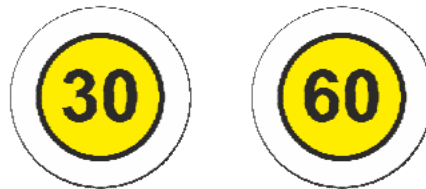
Az ideiglenes vágánykapcsolat műszaki leírásának érdekelt részeit lásd az 1.4.3.2 fejezetben.

1.10.1 Engedélyezett legnagyobb sebességre vonatkozó szabályok

Az F.1.-F.2. számú jelzési és forgalmi utasítás a közúti vasutak számára 3.4.16. pontja határozza meg az engedélyezett legnagyobb sebesség jelzésére, és azok értelmezésére vonatkozó szabályokat.

„3.4.16. Engedélyezett legnagyobb sebesség jelzőtábla

Kör alakú, fehér szegélyű sárga tábla, benne az engedélyezett legnagyobb sebesség értékét jelző fekete szám (21. ábra¹).



21. ábra

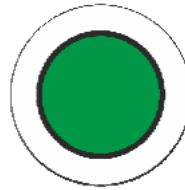
Jelentése: a táblát követő pályaszakaszon a jármű elejének a jelzőtábla síkja mellett történő elhaladásától kezdődően legfeljebb a jelzett sebességgel (km/h) szabad haladni. A jelzőtábla hatályát újabb Engedélyezett legnagyobb sebesség jelzőtábla, vagy az engedélyezett legnagyobb sebességgel járható pályaszakasz vége jelzőtábla (55. ábra) oldja fel. A jelzőtáblát a táblán jelzett sebességgel járható pályaszakasz kezdeténél kell elhelyezni.

[...]

¹ az ábraszámok nem pontos idézetei az utasításnak, azok a zárójelentés számozását követik.

3.4.17. Engedélyezett legnagyobb sebességgel járható pályaszakasz vége jelzőtábla

Kör alakú, fehér szegélyű zöld tábla (22. ábra).



22. ábra

Jelentése: az engedélyezett legnagyobb sebességgel járható pályaszakasz végét jelzi.

Az *Engedélyezett legnagyobb sebesség jelzőtábla* által előírt sebességértéknél gyorsabban vagy lassabban, de legfeljebb **50 km/h** sebességgel haladni akkor szabad, ha a szerelvény teljes hosszban elhaladt már a jelzőtábla síkja mellett.”

1.11 Meteorológiai adatok

A baleset napján, és a megelőző napon egyaránt teljesen eseménytelen nyári, száraz napos időjárás volt, a régi sokéves átlagnak megfelelő hőmérsékletekkel, szélsőséges forróság nélkül (a napi léghőmérsékleti csúcsertékek 32°C alatt maradtak, a városban is); és a napi hőingás is a szokványos nyári volt (a városban, a burkolat mentén hajnalra is csak 15°C körülre hűlhetett le a levegő).

A szerkezet beépítésének napjaiban az évszakhoz képest hűvösebb idő volt (25°C körüli nappali felmelegedéssel), ám a kettő közötti különbséget az időjárás fokozatos visszamelegedéssel hidalta át. A szerkezetet ért hősugárzást a környező épületek árnyékolása sem élezte ki: a közeli 30 m magas épület – azon a naptári napon – 9 óra után már nem vet árnyékot a szerkezet hibás végének helyére; s mire a Nap a Szent Bertalan utcai irodaház mögé érne, addigra a magas déli napjársnál az épület árnyéka már keskenyebb az ehhez szükségesnél. Ekkorra már a környező fák sem vetnek árnyékot az esetben érdekes pályaszerkezetre.

1.12 Az érintettek nyilatkozatai

A Vb a járművezetőt meghallgatta, a nyilatkozata a más fejezetekben tárgyalt tényeken túl új, érdemi információval nem szolgált.

1.13 Mentés, kárelhárítás

Az eset napján 16:38-tól – a helyszínelő szervezetek engedélyével – történt meg a helyszín bontása. A kisiklott járművet 18:31-re helyzeték vágányra emelő segítségével, ezután rendőrségi lefoglalásra Baross kocsiszínbe vontatták. A forgalom 18:55-kor indult meg.

1.14 Próbák és kísérletek

1.14.1 A rámpa elmozdítása

A helyszínelés során a lefutó rámpát váltóvassal oldalirányban mozdítva a baleset utáni állapotában lévő rámpa rugalmasan eltolható befelé kézi erővel kb. 6 mm-t; a rögzítőcsavar meghúzása után (1.14.2) már csak csekély mértékű eltolás lehetséges.

1.14.2 Rögzítőcsavar meghúzása

A rámpát a sínhez oldalirányban rögzítő csavar meghúzása után a vezetéstáv a bal orr kifényesedésénél (-0,9 .. -0,6 m) a korábbi 1404 mm-ről 1397 mm-re csökkent (az adatokat mérőszalagos mérés hibájával kell értékelni), a csavaranyából a csavarszár ezután már kb. 4 mm-rel állt ki (24. ábra).

A meghúzás során a rögzítőfület a rendes pozíciója felé megfeszítették (23. ábra).



23. ábra: a csavar meghúzása, háttérben a rögzítőfület megtámasztásával



24. ábra: a csavar a meghúzás után

1.15 Kiegészítő adatok

1.15.1 A pályahiba bejelentése

Rögzített telefonbeszélgetés alapján a kisiklásban szerepet játszó pályahibát korábban az alábbiak szerint jelentették be:

- 13:21-kor egy járművezető bejelenti a vasútüzemi koordinátornak, hogy rendellenesen mozog a járműve a vendégkiterő végénél.

- 13:37-kor a vasútüzemi koordinátor tovább jelenti a hibát a Pálya Zavarelhárító Üzemnek: „a soroksári-hallernél ahogy lejönnek a kúszóváltóról és mennek keleti irányba, a jobb sínszálnál valami nagyot dob a villamoson”
- 14:19-kor a vasútüzemi koordinátor jelentette a kisiklást a Pálya Zavarelhárító Üzemnek, ahol rácsodálkoztak az esetre: „az előbb megnézték, azt mondták, semmi nincs a váltóval”

1.15.2 Az ideiglenes kitérő ellenőrzése

A pályafenntartási csoportvezetőtől kapott tájékoztatás szerint

- a vonalbejáró naponta ellenőrzi a beépített vendégkitérőt. Az ellenőrzés során az ékeket kalapáccsal, a csavarkötéseket villáskulccsal ellenőrzik (minden csavarhoz egységesen 30-as villáskulcs kell).
- Az esemény előtt, amikor a járművezetők a hibát bejelentették, a Pft csoportvezető volt a legközelebb a helyszínhez, egy pályaőr (vonalbejáró) munkatársával ketten vonultak oda. Őket arról tájékoztatták, hogy a kitérő valahol csattog, nagyot üt, visszakérdezésre pontosítottak, hogy a keleti felé vezető részen.
- A pályaőr az ékeket nézte meg, a csoportvezető a csavarokat. Egy csavaron (mely nem az eseményben érdekelt) sikerült csak egy kicsit húzni. Az ellenőrzéskor négy villamos elment, megfigyelték a haladásukat, de hibát nem találtak.
- A balesetben érdekes csavar villáskulccsal ellenőrizhető, de nem könnyen.

1.16 Összefüggésbe hozható események

Hasonló, vagy az esettel összefüggésbe hozható eseményt a KBSZ korábban nem vizsgált.

1.17 Alkalmazott vizsgálati és elemzési módszerek

Az eseményvizsgálat során az általánostól eltérő vizsgálati módszerekkel a Vb nem élt.

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

2017.08.08/09. éjjel Beépítették a vágányba ideiglenes vágánykapcsolatként a vendégkiterőt: a gyártó által rendelkezésre bocsátott rajztól eltérő, de a vignole-sínekhez tervezett konstrukcióhoz nagyon hasonló, de attól az alábbiakban eltérő kialakítással (1.4.3.2.2):

- a rögzítőfűl egy síkban van a lefutó rámpával, oldalirányú megtámasztást nem ad,
- a rögzítésben résztvevő vízszintes csavar a sín gerincén egy lánggal fűrt lyukon van átvezetve,
- rugós alátét helyett nagy felületű, négyszög alakú síklemez szolgál alátétként.

A használat során a szerkezet végén lévő lefutó rámpát oldalirányban rögzítő csavar a haladó járművek dinamikus hatásai miatt kilazult, a lefutó rámpa el tudott mozdulni.

A próbák igazolták, hogy rögzítőcsavar meghúzott állapotában a rámpa a helyes helyzetében van, viszont laza csavar esetén ahhoz képest rugalmasan oldalra mozdul kb. 6-7 mm-t (1.3.1, 1.14).

A lefutó rámpa a helyes helyzethez képest jobbra, az ív külső oldala felé tolódott, emiatt a kritikus pontnál (a vége előtt -0,9..-0,6 méterrel) a baleset bekövetkezéséig 1404 mm vezetéstáv alakult ki (1.3.1, 1.3.3).

2017.08.21. ²13:21 Egy járművezető a jármű rendellenes mozgását észelve bejelentette a hibát, a vasútüzemi koordinátorhoz, nagyon pontos helymeghatározással (1.15.1).

13:37 A vasútüzemi koordinátor tovább jelentette a hibát a pálya zavarelhárító üzemnek, majd kiküldték a közelben dolgozó munkacsapatot egy kevésbé pontos helymeghatározással (1.15.1, 1.15.2).

Ezután a pályafenntartási személyzet két fővel megtekintette a kúszóváltót, de hibát nem talált:

- a pályafenntartási csoportvezető villáskulccsal ellenőrizte a csavarokat;
- a vonalbejáró kalapáccsal az ékeket;
- megtekintették 4 elhaladó villamos mozgását is.

A csoportvezető elmondta, hogy miként vizsgálták meg a vendégkiterőt. A kisiklás későbbi bejelentésekor a bejelentést fogadó is döbbenet válaszolt, hogy előzőleg megnézték a váltót, de hibát nem találtak (1.15.1, 1.15.2).

2.1.2 Az esemény lefolyása

³156 m 14:11:11-kor⁴ a balesetben érintett villamos megérkezett az ideiglenes végállomásra (1.5.2).

² a hangrögzítő órája

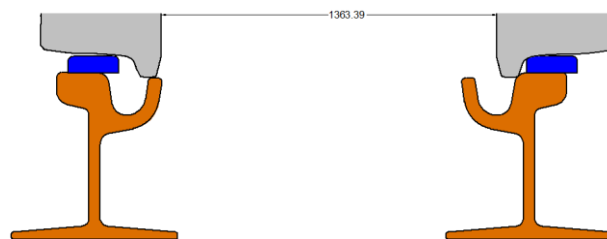
³ a nullpont a későbbi megállás helye

⁴ az adatrögzítő órája

- 14:16:08-kor a villamos visszaindult az ideiglenes végállomásról (1.5.2).
- 138 m** A villamos felgyorsult 20 km/h-ra, kifuttatva haladt tovább, majd -120 m-nél lassítani kezdett (1.5.2).
- 108 m** Ráhaladt az ideiglenes kitérőre 11 km/h sebességgel.
Az ideiglenes váltó helyzetéből (1.4.3.3) és az adatrögzítő (1.5.2) pozícióból meghatározható adat.
- 103 m** A villamos az 5 km/h sebességkorlátozást jelző tábla alatt 8 km/h sebességgel haladt el. A további 43 méteren ezt a sebességet 1 km/h eltéréssel tartotta (-, 1.5.2).
- 60 m** A jármű – részben még az ideiglenes szerkezeten – gyorsulni kezd: ekkor még csak kb. 8 méternyire, azaz egy forgóvázal haladt le az ideiglenes pályaszerkezetről (1.5.2, 1.5.1).

A részben még a visszatérítő ívben a haladó jármű terelőerő igénye a fentebb leírt terheletlen állapothoz képest is kifelé nyomta a vágány szerkezeteit.

- 53 m** Az ötödik tengely a lefutó rámpán nem pontosan a pályasínrre süllyedt vissza: a bal kerék a sín orrára, a jobb kerék a sín futófelületére érkezett (25. ábra). (Ez a jelenség korábban, más villamosoknál is gyakran bekövetkezett, azonban kb. 30 cm megtétele után a kerekek rendre visszaestek a nyomcsatornába.)



25. ábra: a kerekek rendellenes helyzete a síneken

A tengely az ív külső sínszálán vezetve fut, így a rámpa oldalra tolódottsága miatt a belső kerék is a rendes helyzetéhez képest beljebb kerül: a nyomkarima nem a nyomcsatornába, hanem az azt belülről szegélyező orr felső síkjára fut le (1.3.3, 1.3.1, 1.5.1.1).

A sín orrán megfigyelhető fényes nyom azt mutatja, hogy ez rendszeres jelenség volt, sok kerék haladt így ezen a ponton, ám a korábbiak 30 cm megtétele után még visszaestek a rendes helyükre (1.3.3).

- 52 m** A tengely kerekei nem estek be rendes helyükre, hanem a rámpa vége után is a sín orrán és futófelületén haladtak tovább, ekkor 13-15 km/h sebességgel, gyorsulva.
A menetirány szerinti bal sínszál orrának felső síkján látható nyomot a nyomkarima okozhatta azzal, hogy azon futott, miközben a jobb sínszál futófelületén a másik kerék hagyott folyamatos csíkot. A nyomok helyzete jól megfelel annak, amennyire a rámpa a pontos helyzethez képest oldalra van tolódva (1.3.3).
- 49 m** A villamos továbbhaladt 3,2 métert, mire az ötödik tengely jobbra leesett a sínről, 17 km/h sebességnél (1.3.3, 1.5.2).
Ezután a forgóváz elfordulása miatt már a hatodik tengely is kisiklott.
- 42 m** A harmadik forgóváz (5-6. tengelyek) jobb kerekei áthaladtak a villamospályát szegélyező gömbsüvegsoron (1.2.4).
- 40 m kb.** A villamos áramszedője átmenetileg elvált a felsővezetéktől, a vonóerő ezzel összefüggésben megszűnt. A sebesség ekkor 21 km/h volt, a szerelvény ekkor még az 5 km/h sebességgel, lassan bejárando pályarészen haladt.

A felsővezeték-feszültség hirtelen eséséből arra lehet következtetni, hogy az oldalirányú lengések, elmozdulások miatt (amit fokozott a gömbsüvegsoron való áthaladás) az áramszedő elvált a felsővezetéktől - de a regisztrátum alapján ekkor még csak átmenetileg. Ez a kezdő mozzanata annak is, hogy az áramszedő az eset során le is tört.

A vonóerő az energiaellátás megszakadása miatt szűnt meg: ezt a Vb nem csak arra alapozza, hogy a két jelenség egybeesik, hanem a járművezetői vészhelyzeti beavatkozás, a fékezés egyértelmű jele is csak később jelenik meg. (1.5.2, 1.3.2).

-26 m A villamos utolsó tengelye elhagyta az 5 km/h sebességhatárt, sebessége ekkor már lassulva 19 km/h.

A villamos méretei alapján az elejétől 22 méterre van az utolsó tengelye, továbbá a lassan bejárandó pályarész vége 48 méterrel van a megállás helye előtt (1.5.2, -).

-14 m kb. A járművezető megállító fékezésbe kezdett.

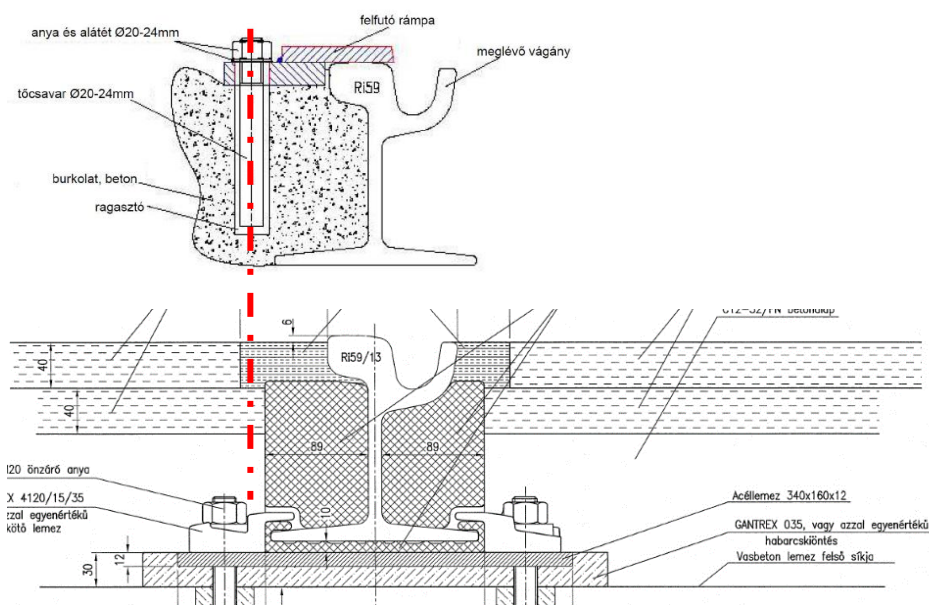
A regisztrátumban a sebesség lefutása e ponton megváltozik: eddig 26 méteren 21-ről 18 km/h-ra lassult, ami kb. 0,15-0,20 m/s² lassulást jelent 4 másodpercen át (a számításban az adatrögzítő felbontása miatt egyenes illesztéssel közelítve a sebesség lefutását); ezután viszont 13 méteren 18-ről 5 km/h-ra lassult 0,8-1,0 m/s²-tel. Ebből következtethető, hogy a járművezető csak ekkor észlelte a vészhelyzetet (1.5.2).

0 m A villamos megállt (1.3.2).

2.2 Az esemény okozati összefüggéseinek elemzése

2.2.1 Az ideiglenes kitérő konstrukciója

Az ideiglenes kitérő lefutó rámpájának rögzítése burkolt vágányban, a gyártó által adott adatok szerint függőleges csavarokkal történik, a pályát körülfogó betonhoz (1.4.3.2.1). Ez a megoldás azonban a budapesti vágányokon nem alkalmazható. A sínek melletti gumielemezek (1.4.3.1) miatt ugyanis a függőleges csavarok a betonszerkezet szélére kerülnének, ami miatt fennáll a beton törésének veszélye, és így a rögzítőképessége csekély lenne (26. ábra).



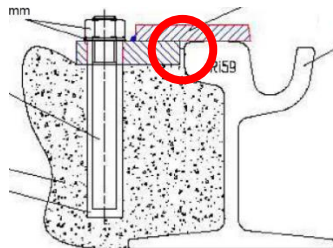
26. ábra: a gyári rögzítési konstrukció és a vágány tényleges szerkezete

Erre a problémára az a megoldás, hogy a szerkezetet a műszaki leírástól eltérő, már korábban is alkalmazott gyakorlat szerint telepítették, a vignole-sínekhez kialakítható hasonló konstrukcióval: egy sínhez csavarozott acéltuskóval rögzítik a rámpát főnix-sínekhez is. Ezen eltérés nem a pályahálózat működtető saját hatáskörű döntése, mert ezt a rögzítőelemet is a gyártó szállította (eltérően az általa kiadott műszaki leírástól).

Róla azonban a pályahálózat működtetője rajzot, műszaki leírást nem tudott átadni, illetve a Vb megkeresésére a gyártó sem tudott ilyet szolgáltatani.

Oldalirányú megtámasztás

A rámpa rögzítőfüle a műszaki leírásban foglalt esetben is (27. ábra), és a vignole sínhez tervezett esetben is a rámpa síkja alatt van, így a fül a sín külső oldalának támaszkodva oldalirányú megtámasztást ad. Mivel a kétoldali két rámpa össze van kötve, ezért azok együttesen mindkét irányú elmozdulás ellen védenek – a rajzolt konstrukció szerint.



27. ábra: oldalirányú megtámasztás a rajzolt konstrukción

A tényleges kialakítás azonban ettől eltér, a fül alja egy síkban van a rámpa aljával (16. ábra), ezért ez a megtámasztó, biztonsági többlet a valóságban nincs meg.

2.2.2 Beépítés

A rámpát a sínekhez rögzítő csavarok számára a sínben lángvágóval készült furat. Az ilyen furat technológiájánál fogva kevésbé pontos, ezért a csavar átmérőjéhez képest nagy ráhagyással is készül, továbbá a furat szélén felgyült ömledék miatt a felület nem is sík. Ezért a szükséges rugós alátét nem is alkalmazható, helyette négyzetlemez (7. ábra) építettek be.

A lánggal való furatkészítés oka, hogy az útburkolat kis mértékű kibontásával előkészített szűk hely ezzel az eszközzel hozzáférhető. Az eredeti konstrukcióban csak a 48-as vignoles sínhez tartozik ez a rögzítési megoldás, ami nem burkolt vágány, ott ezért sínfűrővel is hozzáférhető a furat helye, így ezek a hibák nem alakulnak ki.

A ténylegesen kialakított csavarkötésnek több olyan jellemzője is volt, amely rontotta a tartósságot:

- a csavar nem tartalmazott biztosítást (mint a tervbeli rugós alátét, vagy esetleg sasszeggel biztosított koronás anyát, stb.),
- a lánggal készült lyuk számottevően nagyobb, mint a csavar tengelye, az alátétként használt lemez abba behajolva csökkenti a szorítóerőt,
- a lánggal készült furat szélére került fémolvadék miatt a felület nem egyenletes, arra az alátét nem fekszik fel jól, sőt, a későbbiekben az ömledék csúcsai ellapulnak, ezzel meglazítva a kötést.

Az ilyen kötés kevésbé szoros, a dinamikus hatások miatt könnyebben meglazul.

2.2.2.1 Telepítési idő

A vizsgálat során felvetődött, hogy a telepítésre rendelkezésre álló idő szűkös, a személyzet az időnyomás miatt kevésbé alapos munkát végez. A Vb-nek az érdekeltekkel folytatott megbeszélése alapján ez nem áll fenn, a beépítés előtt képesek a munkát megfelelően előkészíteni, majd a rendelkezésre álló vágányzári időben az biztonsággal el is végezhető (1.9).

2.2.3 Ellenőrzés

A pályahiba bejelentése (55 perccel a kisiklás előtt) nagyon pontosan tartalmazta a hiba helyét: az ideiglenes váltó végét, azon belül is a jobb lefutó sínszálat. A későbbi megállapítások szerint valójában a jobb és bal lefutó rámpa – merev kapcsolatuk miatt – egyaránt jól láthatóan félrecsúszott helyzetben volt, a bejelentés alapján tehát a hiba megtalálása nem ütközhetett volna nehézségbe (1.15.1).

A bejelentés nyomán rövid időn belül a helyszínrre is érkezett két fő, akik átfogóan ellenőrizték a szerkezetet (1.15.2).

A kérdéses csavar azonban a hevederkamrában van, olyan helyen, ahol a rendelkezésre álló villáskulccsal nehezen lehet hozzáférni, bár megoldható (23. ábra). A Vb jelenlétében végzett csavar-meghúzáskor megtámasztották a rögzítőfület, ezzel tehermentesítve a csavart, biztosítva annak könnyebb elforgathatóságát. Ha ez a megtámasztás nincs meg az ellenőrzéskor, a laza csavar is hozzáfeszül a sínhez, nehezebben fordul el; együttesen a nehéz hozzáférhetőséggel már meglehet, hogy az ellenőrzést végző nem észleli a csavar lazultságát.

2.2.4 A jármű haladása

2.2.4.1 Ráhaladás az ideiglenes kitérőre

A jármű 11 km/h-val haladt rá az ideiglenes kitérő 5 km/h-val járható szerkezetére, az 5 méterrel később kitűzött sebességkorlátozás kezdete (5 km/h) jelzőig 8 km/h-ra lassult.

A sebességkorlátozás kezdetét jelző tábla csak az ideiglenes kitérő eleje után 5 méterrel van elhelyezve, tehát megengedett, és a gyakorlatban is megvalósul, hogy a jármű eleje arra még nagyobb sebességgel halad rá. A villamosokra jellemző nagyobb lassulások miatt ez a sebességtúllépés arányaiban nagy is lehet (ez esetben kétszeres), ráadásul a fékezésből eredő erők is erősen terhelhetik a szerkezetet hosszirányú erőkkel. Ugyanez párosulhat azzal az előforduló járművezetői gyakorlattal, hogy a sebességkorlátozás elejére még kicsit nagyobb sebességgel „becsúszik” a jármű.

Kérdés, hogy mennyiben várható el a járművezetőtől, hogy a kitűzött sebességkorlátozás területét kapcsolja össze az ideiglenes kitérővel, még akkor is, ha a kitűzés nem pontos. Az ilyen „tudhatná, hogy...” megközelítés azonban a szabályozás komolyságát veszélyezteti, sőt, éppen ebben az eseményben a sebességkorlátozás végén is visszaköszön – fordított megfontolásban.

2.2.4.2 Áthaladás

Az ideiglenes kitérőn a jármű 8-9 km/h-val haladt, ami a megengedett sebességnél 60-80%-kal több. Figyelembe kell azonban venni, hogy

- az 5 km/h sebesség az eseményben részes járművekkel tartható, más típusoknál azonban kifejezetten nehezen tartható: a villamosok fékszerkezete olyan, hogy az elektrodinamikus fék 3-8 km/h-ig tudja lassítani a járművet, ezután automatikusan működésbe lép a megállító és állvatartó fék. Ha tehát az 5 km/h sebességet tartva a járművezető esetleg fékezni kényszerül, könnyen - szándékán kívül - megállíthatja a járművet. Ennek elkerülése érdekében a járművezetők eleve inkább 8-10 km/h sebességet céloznak meg az 5 km/h-val járható szakaszokon is;
- járműben tartózkodva bosszantóan lassú ez a sebesség, ezért pszichikailag is erősen terhelheti is a járművezetőt, aki szeretne rajta mielőbb túl lenni.

A Vb elsősorban az előbbi okból ezt nem tekinti sebességtúllépésnek, egyben felhívja a figyelmet, hogy a pályaszerkezetek tervezésekor, megválasztásakor erre a tényezőre figyelemmel kell lenni, és a 10 km/h alatti megengedett sebességet, csak ilyen sebességre alkalmas szerkezetek létesítését lehetőség szerint kerülni kell.

2.2.4.3 Lehaladás

A jármű már az ideiglenes kitérőről való teljes lehaladás előtt gyorsulni kezdett, a kisikláskor már 13-15 km/h-val haladt, majd még mindig a sebességkorlátozás hatálya alá tartozó területen 21 km/h legnagyobb sebességet ért el.

Helytelen, de előforduló járművezetői gyakorlat, hogy a sebesség növelésével nem várják meg a teljes kihaladást a lassan bejárandó pályarészről (1.10.1). A szabályok ilyen figyelmen kívül hagyásának megértéséhez azonban figyelembe kell venni az előző fejezetben írtakat, továbbá azt, hogy a lassúmenetre okot adó szerkezet vége és a lassúmenet vége közti 19 m indokolatlan, nehezen tartható korlátozás maga is erodálja a járművezető szabálykövető magatartását.

Ez azonban semmilyen formában nem indokolhatja azt a járművezetői magatartást, hogy már akkor gyorsítani kezdett, amikor a négyből három forgóváz még az ideiglenes kitérőn volt.

2.2.4.4 A lassúmenet kitérése

A lassúmenet jelző helye az ideiglenes szerkezetet követő felsővezeték keresztartósodrony, ami kétségtelenül kényelmes műszaki adottság a tábla elhelyezésére - noha már létezik olyan megoldás, amivel közvetlenül a felsővezetékre, tehát az ideális helyen is elhelyezhető lenne.

2.2.4.5 A sebesség hatása az esemény létrejöttére

A pályaszerkezet tárgyalt eltolódott helyzetét a V_b terheletlen pályán mérte. A terelőerő miatt a tényleges helyzetek azonban ezeknél is kedvezőtlenebbek lehettek (noha a terheletlen értékek is elegendőek a kisiklás létrejöttéhez).

A kritikus pontban a kisiklott kerék 52 méterre volt a későbbi megállás helyétől. A jármű sebessége ekkor kb. 14 km/h volt (1.5.2), ami a szerkezeten megengedett, és lassúmenetként ténylegesen ki is tűzött 5 km/h-nál nagyobb. A terelőerő így (négyzetes arányosság miatt) a megengedett sebességhez tartozónak közel nyolcszorosa.

A jármű gyorsulása ugyanakkor az út- és sebességadatokból számíthatóan 0,8-0,9 m/s² tartományban volt, ami nem a maximális, de erőteljes gyorsítást jelent. A jármű olyan kialakítású, hogy vonóerőt csak az első és negyedik forgóváz fejt ki, így a harmadik forgóváz feletti csuklót - feltéve a hajtott forgóvázak azonosságát - nyomóerő terheli. A csukló ívben állása miatt ez szintén kifelé ható, pályát terhelő erőként jelenik meg, tovább fokozva a fenti terelőerőt.

A nagy terelőerő – fokozva a rámpa oldalra tolódottságát – elősegíti, hogy a lefutó kerék nem megfelelő pozícióban éri el a pályasínt (25. ábra). Ezután a jobb oldali kerék nyomkarimája még a sín lekerekített élén, viszonylagos határhelyzetben fut vagy futhat, ahonnan még könnyen visszaeshet a nyomcsatornába, és ekkor elmarad a kisiklás. A fentebb tárgyalt (sebességből és gyorsulásból adódó) nagy terelőerő viszont maga is hozzájárul ahhoz, hogy a gravitációnak ellene dolgozva fenntartsa ezt a helyzetet, és végül kedvezőtlen irányba mozdítsa a kereket. Befolyásolja ezt a konkrét kerék és sín közti súrlódás is, a jármű keresztirányú lengései, ezért lehetséges az, hogy 6 méterrel később ugyanezen jármű 7. tengelye a nagyobb sebessége ellenére nem siklott ki.

Az alkalmazott sebesség, menetdinamika ezért mindenképpen hozzájárult a kisikláshoz. Meg kell azonban jegyezni, hogy a pálya hibája sebességtúllépés nélkül is veszélyes, ráadásul idővel, a csavar további lazulásával a kisiklás egyre kisebb sebességnél is létrejött volna.

2.3 A túlélés lehetősége

A baleset nem járt közvetlen életveszéllyel, és a hasonló esetek tapasztalatai szerint a villamosban tartózkodókra a vízszintes, burkolt pályán történő kisiklás önmagában csak mérsékelt veszélyt jelent.

Kedvezőtlen körülmények esetén azonban lehetséges, hogy

- a kisiklott jármű a másik vágány irányában mozdulva egy ott ellenkező irányban haladó másik szerelvényvel ütközik össze,
- vagy más közúton közlekedő járművel ütközik.

Ez utóbbi események már a villamosokon és a más közúti járműben tartózkodókra súlyos sérülések kockázatát is magukban hordozzák.

2.4 Egyéb észrevételek

2.4.1 A jármű műszaki állapota

A kisiklás tárgyalt lefolyását nagy mértékben befolyásolja a kerékpár vezetéstávja. Kisebb vezetéstáv esetén ahogy a jobb oldali kerék szorosan a sín mellett fut, a bal oldali még beljebb kerül, a nyomcsatorna helyett a sín orrára.

A konkrét villamos vezetéstávjai a baleset utáni mérés során megfelelőek voltak.

A vezetéstáv egyik összetevője, a kerék hátlaptávolság 8 tengelyből 5 esetében azonban alacsonyabb volt a megengedettnél (köztük a kisiklott kerekeknél is). A vezetéstáv megfelelosége más összetevő (nyomkarima-vastagság) kompenzáló hatású kedvező értékének tulajdonítható.

A Vb a megfelelő vezetéstávra tekintettel a jármű műszaki állapotával nem hozza összefüggésbe az esetet, ezért nem vizsgálta mélyebben azt a tényt sem, hogy a jármű tengelyeinek legutóbbi felújítása után mért kerékhátlap-távolságok 1,39-3,52 mm-rel nagyobbak – és mindannyian megfelelőek – voltak, mint a baleset után a Vb jelenlétében mérték (1.5.1.1).

2.4.2 A megállás

Nehéz megítélni, hogy a kisiklás a vezetőállásban mikor észlelhető: a csuklós villamos menetirány szempontjából hátsó részében lévő rendellenes futás nem feltétlenül észlelhető a vezetőálláson, és eleinte oldalirányú kitérés sincs. Emiatt fordulhat elő, hogy a kisiklás után a jármű még tovább gyorsult, a vezető nem észlelte a problémát.

Számára az első feltűnő jel az áramellátás megszakadása volt – ami azonban még nem feltétlenül jelent kisiklást –, csak ezt után 4 mp-cel volt a járművezetői megállító beavatkozás.

2.5 KÖVETKEZTETÉSEK

2.5.1 Közvetlen okok

Az esemény bekövetkezésére közvetlenül ható tényezők az alábbiak voltak:

- a) az ideiglenes vágánykapcsolat lefutó rámpája nem illeszkedett kellő pontossággal a sínre (2.1.2),
- b) a villamos a megengedett sebességnél lényegesen gyorsabban közlekedett az ideiglenes vágánykapcsolatról történő lehaladás során (2.2.4.5).

2.5.2 Közvetett okok

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

- a) a lefutó rámpát rögzítő csavar kivitelezési hiányosságok miatt meglazult (2.1.2, 2.2.2), és
- b) azt – a hiba bejelentése ellenére – nem ismerték fel (2.2.3);
- c) a szerkezet konstrukciója nem tartalmazza az oldalirányú megtámasztása egyébként megtervezett megoldást (2.2.1).

2.5.3 Gyökérokok

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

- a) a pályahálózat működtető nem rendelkezik a tényleges kivitelnek megfelelő rajzokkal, műszaki leírással, és ilyet a szerkezet gyártója sem tudott felmutatni (2.2.1);
- b) a konkrét szerkezeten megengedett sebességet a járművel nehezen lehet betartani (2.2.4.2).

2.5.4 Egyéb kockázatnövelő tényezők

Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, de kockázatnövelő tényezők:

- a) a lassúmenet határai nem pontosan, az arra okot adó szerkezet végeihez vannak kitűzve (2.2.4.1, 2.2.4.3).

2.5.5 Jól működő eljárások, gyakorlatok

A Vb nem talált olyan eljárást, gyakorlatot, amely az eset következményeinek csökkentését, súlyosabb kimenetel elkerülését szolgálta volna, azonban azonosított olyanokat, amelyek – jelen esetben valóra nem vált – esélyt adtak az esemény elkerülésére:

- a) a pályahibát észlelte egy korábban arra haladó járművezető, és arról nagyon pontos helymeghatározással bejelentést tett (2.1.2, 2.2.3);
- b) a pályahálózat működtető a legközelebbi alkalmas munkacsapatát rövid időn belül a helyszínre vezényelte (2.2.3).

2.5.6 Tanulságok

Az ilyen jellegű események elkerülést szolgálhatja, ha

- a) a lefutó rámpát rögzítő csavar anyagát letekeredés ellen biztosítják;
- b) olyan furatkészítési technológiát vagy alátétet alkalmaznak, amely biztosítja az alátét megfelelő felfekvését a sínre (2.2.2);

- c) megfelelő szerszámmal vagy kialakítással biztosítják a csavar lazultságának ellenőrizhetőségét (2.2.3).

Megbízhatóbb és szabályosabb üzemmenetet eredményez, ha

- d) gondoskodnak a tényleges konstrukcióhoz tartozó rajzok és technológiák elkészítéséről (2.2.1);
- e) a sebességkorlátozások kitűzésénél – különösen alacsony sebesség esetén - azt a lehető legpontosabban a rá okot adó pályarészek végeire tűzik ki (2.2.4);
- f) a járművezetők betartják a megengedett sebességeket (2.2.4.5)

3. MEGTETT INTÉZKEDÉSEK

A vasúti pályahálózat működtetője a vizsgálat közben nem tett intézkedést az eseménnyel vagy feltárt kockázatokkal kapcsolatban.

4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

Az ilyen esetek a 2.5.6 Tanulságok fejezetben foglaltak alkalmazásával elkerülhetők, ezért biztonsági ajánlás kiadására nincs szükség.

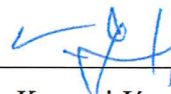
5. ELTÉRŐ VÉLEMÉNYEK

A Vb tagjai különvéleményt nem fogalmaztak meg, a zárójelentés tervezettel kapcsolatban nem maradt fenn eltérő vélemény.

Budapest, 2018. március 6.



Chikán Gábor
Vb vezetője



Kapocsi József
Vb tagja