



KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
SZERVEZET
TRANSPORTATION SAFETY
BUREAU

ZÁRÓJELENTÉS

**2009-113-5
VASÚTI BALESET**

**Pusztaszabolcs
2009. március 23.**

58141-2 sz. tehervonat

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 részletes szabályairól szóló 7/2006. (II.27.) GKM 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 7/2006. (II.27.) GKM 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 összeférhetetlenség nem merült fel. A szakmai vizsgálatban résztvevő személyek az adott ügyben indított más eljárásban szakértőként nem járhatnak el.

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

Jelen zárójelentés

alapjául a Vb által készített, a KBSZ főigazgatója által elfogadott és az észrevételek megtétele céljából – rendeletben 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 2010. április 20-án megtartott záró megbeszélésen az alábbi szervezetek képviseltették magukat:

1. DDC Kft.
2. MÁV Zrt.
3. MÁV-REC Kft.
4. MÁV-Trakció Zrt.

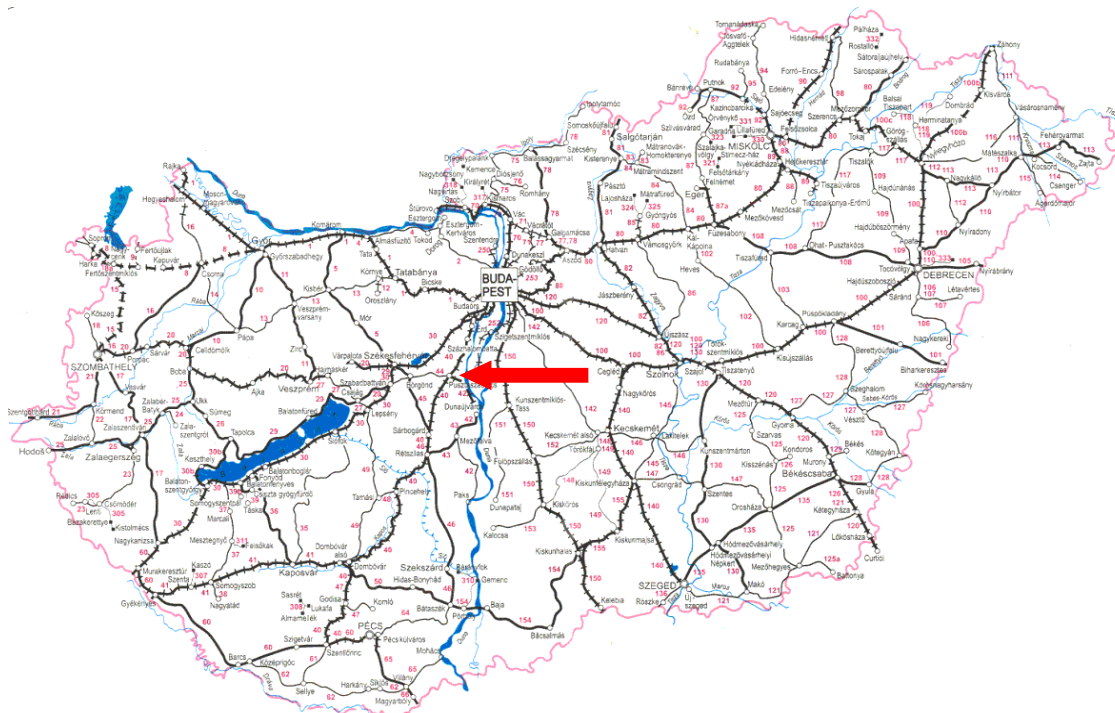
MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

DDC Kft.	Duna-Dráva Cement Kft.
KBSZ	Közlekedésbiztonsági Szervezet
Kbvt.	A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény
kft.	korlátolt felelősségű társaság
MÁV Zrt.	Magyar Államvasutak Zártkörűen Működő Részvénytársaság
Vb	Vizsgálóbizottság
VBO	MÁV Zrt. Biztonsági Igazgatóság, Területi Vasútbiztonsági Osztály

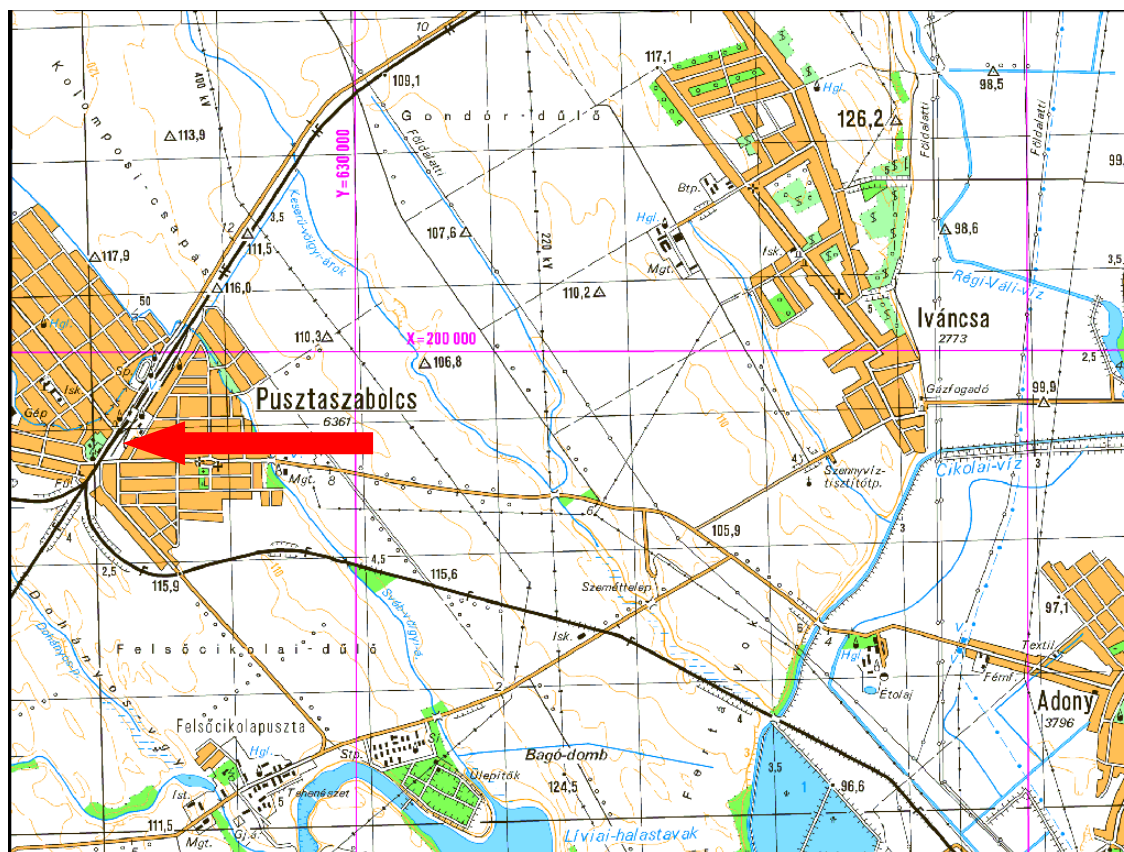
AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

Az eset kategóriája	vasúti baleset
Az eset jellege	kisiklás
Az eset időpontja	2009. március 23. 4:00
Az eset helye	Pusztaszabolcs
Vasúti rendszer típusa	országos
Mozgás típusa	tehervonat
Az eset kapcsán elhunytak/ súlyosan sérültek száma	-
Pályahálózat működtető	MÁV Zrt.
Rongálódás mértéke	vasúti pálya és teherkocsik sérültek
Érintett vonat száma	58141-2
Üzembentartó	MÁV-Cargo 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 2009. március 23-án 04 óra 49 perckor jelentette a MÁV Zrt. hálózati főüzemirányítója.

A KBSZ ügyeletese

- 2009. március 23-án 04 óra 54 perckor jelentette a készenlétes balesetvizsgálónak,
- 2009. március 23-án 04 óra 59 perckor jelentette a KBSZ ügyelet vezetőjének.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ főigazgatója a vasúti közlekedési baleset vizsgálatára 2009. március 23-án az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
tagjai	Rózsa János	balesetvizsgáló

Az eseményvizsgálat áttekintése

A Vb 2009. március 23-án helyszíni szemlét tartott a kisiklás helyén, majd 2009. március 27-én a kocsik megrakásának helyén. A vizsgálat során a Vb

- az eseményben érintett személyeket, tanúkat meghallgatta;
- az általa szükségesnek vélt dokumentumokat bekérte, azokat megkapta.

Az eset rövid áttekintése

2009. március 23-án a DDC váci gyárából a beremendibe cementklinkert továbbító tehervonat első kocsija Pusztaszabolcs állomás VIII. vágányáról való kihaladás közben kisiklott és oldalára dőlt. Szintén kisiklott 1-1 tengellyel még két kocsis és

megrongálódott a vasúti pálya és biztosítóberendezés. Az állva maradt kocsik elvontatásakor újabb, hasonló kisiklás következett be az állomás túlsó végén.

A Vb helyszíni szemlét tartott, melynek során a rakománynak a kocsikban való elrendezését nem találta megfelelőnek, így sor került a rakodási technológia vizsgálatára és ellenőrző számításokra is. A vasúti pálya helyreállítása a helyszíni szemléig megkezdődött, azonban a pályahálózat működtetőtől beszerzett adatok azt mutatták, hogy síktorzulása már a balesetet megelőzően is a beavatkozási mérethatáron túl volt.

Megállapítható volt, hogy a baleset összefüggésbe hozható a kocsik aszimmetrikus terhelésével, mely kisiklást közvetlenül nem okoz, de fokozottan érzékennyé teszi a kocsikat a pályahibákra.

A Vb biztonsági ajánlás kiadását nem tartotta szükségesnek.

1 TÉNYBELI INFORMÁCIÓK

1.1 Az esemény lefolyása

2009. március 23-án Pusztaszabolcs állomáson történt baleset előzménye, hogy a DDC a váci gyárból a beremendi gyárba rendszeres cementklinker szállítmányokat indított. Az esemény a fuvarozás megindítását követő harmadik vonattal történt.

A vonatok megrakását a váci gyár belső vasúthálózatán, a DDC által anyagmozgatással, rakodással megbízott kft. végezte homlokemelős közúti rakodógéppel, oldalról. A rakott kocsikat a MÁV-REC Kft. (mint a belső vasútüzemet ellátó vállalkozás) a szükséges tolatási mozgások elvégzése után átadta a szerelvényt továbbító MÁV-Cargo Zrt-nek, a saját célú pályahálózat erre kijelölt, B pályaudvari V. vágányán. Az átadáskor a továbbító vasúttársaság kocsivizsgálatot is végzett.

A balesetet szenvedett 58141 sz. tehervonat Vácról Budapest-Ferencváros Nyugati rendezőn át közlekedett Pusztaszabolcsra, 1138 tonna cementklinkerrel megrakva.

2009. március 23-án 4 órakor Pusztaszabolcs állomás VIII. vágányáról való kihaladás közben a tehervonat első kocsija a vonatfogadó vágány végén kisiklott, megrongálta a 29 és 27. kitérőket, majd a 21. kitérő keresztezési részén oldalára dőlt. Szintén kisiklott 1-1 tengellyel, de állva maradt a vonat 3. és 4. kocsija.



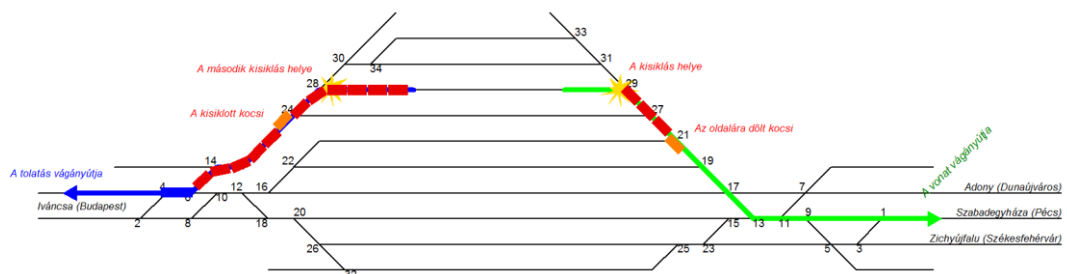
3. ábra: az oldalára dőlt teherkocsi

A baleset-elhárítás közben a szerelvény 5-23. kocsijait megkísérelték elvonatni, ám az állomás páros váltóközében ismételt kisiklás következett be: a tolatási mozgás során tizenkettedik 3155 666 6297-1 psz. teherkocsi a VIII. vágány túlsó

végén kisiklott, a 28 és 24. váltókat megrongálva állt meg a páros állítóközpont mellett.



4. ábra: a tolatás közben kisiklott teherkocsi



5. ábra: a helyszín vázlata a tolatás után

1.2 Személyi sérülés

Személyi sérülés nem történt.

1.3 Vasúti járművek sérülése

A kisiklott járművek változó mértékben megsérültek. Egy kocsi oldalára dőlt, három kocsi 1-4 tengellyel kisiklott. Kis mértékben megrongálódott a mozdony.

1.4 Infrastruktúrában keletkezett kár

Öt kitérő, és a közöttük lévő vágányszakaszok változó mértékben megsérültek, megrongálódott a biztosítóberendezés is (állítókészülékek).

1.5 Egyéb kár

A fuvaroztató kára kb. 1 millió Ft. Ez összetevődik abból, hogy

- az oldalára dőlt teherkocsi rakományának egy része elszóródott, ennek értéke kb. 100 ezer Ft;
- a fuvaroztató is végzett rakományigazítást és kárelhárítást Pusztaszabolcson saját költségére.

A fuvarozásban keletkezett késedelem – a fuvaroztató tájékoztatása szerint – a gyári készletekre tekintettel kárt nem okozott.

Környezeti kár nem keletkezett.

Az előállt forgalmi zavar 36 vonat 1329 perc és 8 IC vonat 106 perc késését jelentette, és 2 vonat részlegesen, 4 teljesen elmaradt.

A keletkezett összes kár kb. 30 millió Ft.

1.6 A személyzet adatai

Az 58141-2 számú vonat mozdonyvezetőjének adatait az alábbi táblázat foglalja össze.

Kora	38 év
Neme	férfi
Vonalismeret	Pusztaszabolcsig érvényes*
Orvosi alkalmassági érvényessége	2010. decemberig

*A mozdonyvezető vonalismerete a vonat útvonalán a baleset helyéig érvényes, azon a pályaszakaszon már csak külön szabályok szerint közlekedhet, amelyre vonata a kisiklaskor elindult volna.

1.7 A vonat jellemzői

Vonatszám	58141-2
Vonat neve	tehervonat
Vonattovábbítás módja	CSM
Mozdony pályaszáma	V63 029
Mozdony tulajdonosa	MÁV-Trakció Zrt.
Továbbított kocsik tulajdonosa	MÁV Cargo Zrt.
Továbbított kocsik száma	23 db Fals sorozatú teherkocsi
Kisiklott kocsik pályaszáma	31 55 666 6133-8 (feldőlt) 31 55 666 6087-6 (1 tengellyel) 31 55 666 6190-8 (1 tengellyel) és 31 55 666 6176-7 (4 tengellyel)
Vonathossz	311 m
Elegytömeg	1763 t
Előírt fékezetttség	33%
Tényleges fékezetttség	67%

A baleset során kisiklott 3155 666 6176-7 és 3155 666 6190-8 kocsik műszaki vizsgálatára (kerékterhelés mérések) **üres** állapotukban utólag, április 16-án került

sor a dunaújvárosi kocsiműhelyben. A vizsgálat alapján a kocsik terhelési jellemzői (aszimmetriák) a megengedett tűréshatárokon belül vannak.

1.8 Állomási adatok

Vác, DDC

Vácon a DDC cementgyárának belső vasúthálózata két pályaudvarból áll. Az „A” pályaudvar elsődleges célja az alapanyagok fogadása, a „B” pályaudvarról pedig indulnak a szállítmányok. Az induló vonatok átadására a „B” pályaudvar V. vágánya van kijelölve. A klinkerrakodást a „B” pályaudvar kihúzóvágányából kiágazó egyik csonkavágányon végzik.

Pusztaszabolcs

Pusztaszabolcs állomás a Budapest-Dombóvár-Pécs/Gyékényes vasútvonal csomóponti állomása. A vasútvonal Budapeستől eddig az állomásig kétvágányos, itt ágazik ki a Pusztaszabolcs-Dunaújváros vasútvonal (melyen a Dunai vasműre tekintettel jelentős a teherforgalom), valamint a Pusztaszabolcs-Börgönd-Szabadbattyán/Székesfehérvár felé jelenleg csekély forgalmat bonyolító nem villamosított vasútvonal.

A balesetet szenvedett tehervonat Budapest felől érkezett, majd állomási tartózkodás után Pécs felé haladt volna tovább.

Beremend, DDC

A tehervonatot a DDC beremendi gyárának saját célú pályahálózatán várták. A kirakodáshoz kocsibuktató és ürítőgarat áll rendelkezésre. Az előbbi berendezéssel lehetséges az Eas sorozatú kocsik ürítése (korábban ez volt a gyakorlat), mely ekkor karbantartás miatt nem üzemelt, így a rakomány továbbítását az utóbbin is üríthető Fals sorozatú kocsikkal rendelték meg.

1.9 A vasúti pálya és biztosítóberendezés leírása

Pusztaszabolcs állomáson a vonat által érintett VIII. vágány felépítménye 48 kg/fm sínekből áll GEO leerősítéssel, vegyesen talpfás és betonljas alátámasztással, a kisiklások helyén azonban a sínek talpfákon fekszenek. Az ágyazat szennyezett, gyomos zúzottkő. A felépítmény erősen elhasználódott, a vágányon a megengedett sebesség 20 km/h. Az első kisiklás helyén hevedertörés volt és egy rövid, 1,8 m hosszú betoldott sínszál (ezek cseréjét március 25-re tervezték be).

A kisiklások körzetében a váltók is talpfás alátámasztásúak.

Az állomás biztosítóberendezése FM (Siemens-Halske rendszerű, vonóvezetékes váltóállítással, de fényjelzős kivitelben). A biztosítóberendezés a balesetben nem játszott szerepet.

1.9.1 A vasúti pálya mért adatai

A Vb megérkezéséig a helyszín megváltozott, a kisiklás helyén a pálya helyreállítása megtörtént, illetve a mérendő pályarészen egy rakott teherkocsi állt. A következő táblázatok a pályahálózat működtető – kisiklások utáni – méréseit tartalmazzák.

A táblázatok nyomtáv adata a névleges (1435 mm) értéktől való eltérés. Mindkét táblázat a járművek haladási irányában tartalmazza az adatokat.

Végponti oldal (első kisiklás)

Alj sorszáma	Nyomtáv mm	Túlemelés mm
1	21	-2
2	22	-6
3	23	-8
4	23	-9
5	20	-9
6	18	-11
7	18	-13
8	22	-15
9	22	-15
10	22	-14
11	22	-14
12	21	-23
kisiklás nyoma		
13	26	-30
14	26	-39
15	25	-12

Kezdőponti oldal (második kisiklás)

Alj sorszáma	Nyomtáv mm	Túlemelés mm
1	12	8
2	13	9
3	13	9
4	13	10
5	13	10
6	11	9
7	9	10
8	9	9
9	9	10
10	8	10
11	9	11
12	8	11
13	9	11
14	10	9
15	10	9
28. kitérő vége		

1.10 Vasúti járművek adatrögzítői

A vonat a baleset előtt helyből indult, a VBO kiértékelése alapján kb. 5 km/h-ra gyorsult a kisiklásig. A második tolatási mozgásnál történt baleset 15-17 km/h-nál következett be.

1.11 Kommunikációs eszközök

A kommunikációs berendezések az esemény lefolyására nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.

1.12 Meteorológiai adatok

Az időjárási körülmények az esemény lefolyására nem voltak hatással, ezért részletezésük nem szükséges.

1.13 A túlélés lehetősége

Az eset során életveszély nem alakult ki, személyi sérülés nem történt.

1.14 Próbák és kísérletek

A Vb a vizsgálat során próbákat és kísérleteket nem folytatott.

1.15 Az érintett szervezetek és a munkaszervezés jellemzése

A vonattal továbbított cementklinkert a DDC váci gyárában adták fel, a fuvarozásban az alábbi cégek működtek közre:

DDC Kft. fuvaroztató

rakodást végző társaság: a DDC megbízásából a vasúti kocsik megrakását végezte

MÁV-REC Kft. a DDC megbízásából a belső vasútüzemi tevékenységet végző vállalkozás,

MÁV-Cargo Zrt. a DDC megbízásából fuvarozó

A rakodóhelyre a MÁV-REC Kft. állítja be a MÁV-Cargótól átvett kocsikat, ahol a rakodást végző társaság azokat megrakja. A rakodás befejezése után a MÁV-REC ellenőrző mérlegelést végez (szükség szerint a rakományból elvetetnek vagy még ráraknak).

A rakott kocsikat beállítják az átadó vágányra (B pályaudvar, V. vágány), majd jelentik a továbbító MÁV Cargo felé. A MÁV Cargo kocsivizsgálója még a gyár pályahálózatán ellenőrzi és átveszi a kocsikat, majd Vác állomásig 3 részletben, onnan tovább irányvonatként továbbítja.

1.16 Szabályok és szabályzatok

1.16.1 Rakodás

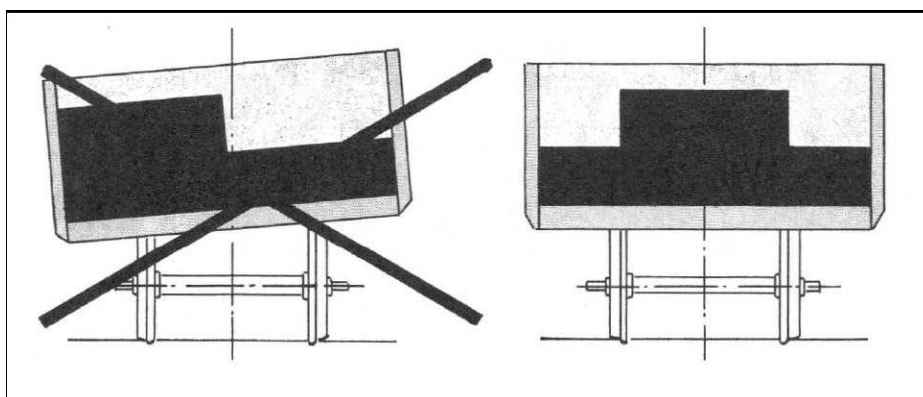
A Rakodási szabályok (MÁV Cargo Zrt. Árufuvarozási Üzletszabályzat 2. melléklete) 3.3 pontja az egy tengelyen belüli kerékterhelés eltérést 1:1,25 arányban maximálja.

3.3. Teherelosztás

az egy kerékpárhoz tartozó kerekek terhelése közötti arány 1,25 : 1 lehet*.

*A kerékterhelések közötti arány határértéke betartható, ha a rakomány tömegközéppontja a középvonaltól keresztirányban nem tér el nagyobb mértékben, mint

- 10 cm, a teljesen,
- 15 cm, a félig kiterhelt kocsinál.



6. ábra: a rakodási szabályok magyarázó ábrája

1.16.2 Pálya

D54 sz. Építési és Pályafenntartási Műszaki Előírások I. kötet 51. fejezet szerint ívekben a túlemelés, egyenesben a két sínszál magasságkülönbség kifutási lejtőjének hajlása (síktorzulás) 60 km/h sebesség alatt – fenntartási mérethatár szerint – legfeljebb 1:300 lehet.

1.17 Kiegészítő adatok

A Vb a helyszíni szemle során a járművek rakományának elhelyezését is vizsgálta.

A kocsikban fuvarozott ömlesztett áru a kocsi középvonalaéhoz képest következetesen – a menetirány szerinti jobb oldal felé – el volt tolódva.



7. ábra: a rakomány elhelyezkedése

A rakomány cementklinker, fizikai jellemzői a cementgyár laboratóriumától kapott adatok szerint:

- sűrűség: 1400 kg/m³
- rézsűszög: 40 fok

1.18 Korábbi hasonló esemény

A KBSZ rakodással összefüggésbe hozható baleseteket korábban nem vizsgált.

1.19 Megjegyzés

A baleset utáni tapasztalatok alapján a rakodást végző Kft. azonnal intézkedett a szimmetrikus rakodás gondosabb ellenőrzéséről, a MÁV Cargo Zrt. pedig csak nappali átvétellel, alaposabb ellenőrzés mellett vállalta a következő vonatok továbbítását.

2 ELEMZÉS

2.1 A rakomány

2.1.1 Rakodás

A kocsikat a kijelölt rakodóhelyen oldalról, homlokemelős közúti rakodógéppel rakodták meg (8. ábra; a Vb a rakodásról készült felvételeket a balesetet követően készítette, egy későbbi vonat előkészítésénél).



8. ábra: a kocsik megrakása

A kocsik megrakását nehezíti, hogy

- a rakodógéppel át kell nyúlni a magas oldalfaluk fölött;
- a rakodógép kezelője nem lát bele a kocsiba;
- rakodóhelyen egy lejtős oldalrakodó van kialakítva, melyen a gép hátrabilen;
- ügyelni kell a vasúti kocsik épségére is, így túlzott megközelítésükkel is óvatossá kell lenni.

Mindezek miatt a vasúti kocsik közepe, túloldala nehezebben érhető el, ebből adódik, hogy nem kellő figyelemmel végzett rakodásnál az áru beöntése féloldalas terhelést okoz.

A fenti nehézségek azonban megfelelő figyelemmel áthidalhatók: a Vb jelenlétében végzett rakodáskor külön megfigyelő dolgozó irányításával a megfelelő rakomány-elhelyezés biztosítható volt.

Ugyanez a munkaszervezet korábban már bonyolított hasonló rendszeres fuvarokat balesetmentesen, akkor Eas sorozatú kocsikat használva (az Fals kocsikból álló szerelvények közül a harmadikkal történt a baleset). Ezúttal azonban – a beremendi homlokbukató javítása miatt – a megszokott kocsik

helyett kellett Fals kocsit igénybevenni. Az elemzett rakodási nehézségek az Eas sorozat esetében kevésbé állnak fenn, mivel oldalfala alacsonyabb.

Azt a lehetőséget, hogy a rakomány kedvezőtlen elhelyezkedése menet közben alakult volna ki a rázkódások következtében, a Vb kizárja. A rázkódások az árufelszín laposodását is okozzák, nem alakulhat ki a 7. ábra szerinti felszín.

2.1.2 A rakomány elhelyezkedése a kocsikban

A Vb közelítő becslést végzett, hogy a rakomány fizikai adataiból (1.17) kiindulva milyen lesz a súlypontjának helyzete, és az miként befolyásolja a kerékterheléseket. (A kocsi hossz tengelye mentén egyenletes rakomány-keresztmetszetet felételezve, és a rakomány aszimmetriája vonatkozásában a fényképezett kocsikat alapul véve.)

A ténylegesen kisiklott kocsik rakománya kiborult vagy elmozdult. A felborult kocsi oldalának belső falán azonban a rakomány eredeti, féloldalasan alacsony szintje még látható maradt (9. ábra). Alátámasztja az aszimmetrikus rakodást az is, hogy a többi, nem siklott kocsin is következetesen fennállt az aszimmetria.



9. ábra: a rakomány szintjének nyomai a felborult kocsiban (a kép elforgatva)

A számítások elkészültek mind szimmetrikus rakodásra, mind pedig aszimmetrikus esetre – a helyszíni szemlén tapasztalt aszimmetriából kiindulva.

A balesetet szenvedett vonat 23 db Fals kocsija változóan 47-51 tonna, összesen 1138 tonna cementklinkerrel voltak megrakva. A rakomány átlagos térfogata:

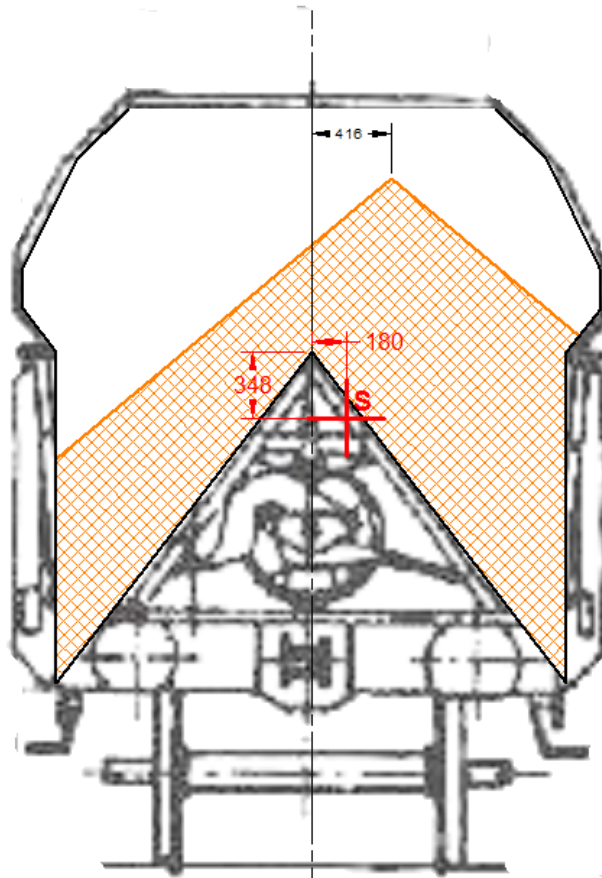
$$(1138 \text{ t} / 23) / 1,4 \text{ t/m}^3 = 35,34 \text{ m}^3$$

Az Fals kocsik rakodható hossza 11,5 m. Hosszirányban – a tapasztaltak szerint – egyenletes elrendezés esetén a rakodási keresztmetszet:

$$35,34 \text{ m}^3 / 11,5 \text{ m} = 3,07 \text{ m}^2$$

Ezt a keresztmetszetet töltve a kocsikba az áru tömegközéppontja a vágánytengely felett

- szimmetrikus rakodás esetén 2334 mm-rel lesz,
- a helyszíni szemle alapján becsült mértékű aszimmetrikus rakodás esetén 2353 mm-rel lesz; és 180 mm-re oldalra tolódva (10. ábra).



10. ábra: aszimmetrikusan megrakott Fals kocsí keresztmetszete és a rakomány tömegközéppontja

Az aszimmetrikus rakodásnak a kerékterhelésekre gyakorolt hatása (oldalanként összegezve, bal-jobb oldal a fenti ábrával, illetve a menetiránnyal összhangban):

$$\begin{aligned} Q_{\text{bal, rakomány}} &= 185 \text{ kN (18,5 t)} \\ Q_{\text{jobb, rakomány}} &= 310 \text{ kN (31,0 t)} \end{aligned}$$

A jármű saját tömegét (27 t; oldalanként 135 kN) is figyelembe véve ideális műszaki állapot esetén a kerékterhelések összege oldalanként:

$$\begin{aligned} Q_{\text{bal}} &= 320 \text{ kN} \\ Q_{\text{jobb}} &= 445 \text{ kN} \end{aligned}$$

A két érték 42-58%-ban osztja meg a jármű összes súlyát, azaz 1:1,38 arányban.

A számítások szerint a kerékterhelések aránya jelentősen meghaladja a rakodási szabályokban (1.16.1) megengedett 1:1,25 arányt, illetve a rakomány tömegközéppontja a szabály lábjegyzetében megadott 10 cm-nél 80%-kal jobbra tolódott.

A fenti számításokban a V_b számos közelítést, elhanyagolást végzett (konkrét rakományok mért adatai helyett átlagok, becsült rakomány-elhelyezkedés, hosszirányú rendezetlenség figyelmen kívül hagyása, stb.). Az eredményül kapott érték azonban jelentősen eltér az üzemen megengedhetőtől, így a V_b nem tartja valószínűnek, hogy a körülményesebben elvégezhető mérések és pontosabb

számítások megcáfolhatnák azt az állítást, hogy a rakomány erősen aszimmetrikus elhelyezésének kulcsszerepe volt a baleset létrejöttében.

2.2 Pályaállapot

A pályaállapotra vonatkozó megállapításoknál a Vb támaszkodott a vasúttársaság balesetvizsgálóinak megállapításaira is.

A végponti oldalon bekövetkezett kisiklás helyén a nyomtáv és annak változása nem éri el a beavatkozási határértéket. A túlemelés változás a kocsi forgóváz-tengelytávolságán (1800 mm) 12-13 mm, azaz 1:140-150 körül, mely a beavatkozási mérethatárnál (mely 1:300, lásd 1.16.2) számottevően kedvezőtlenebb. A kerékterhelések kedvezőtlen elosztásával együtt mindenképpen hozzájárul a kisiklás létrejöttéhez.

2.3 A vonat mozgásai

2.3.1 A vonat sebessége

A vonat indulás után még nagyon alacsony, kb. 5 km/h sebességgel haladt, a második, tolatás közben bekövetkezett kisiklaskor pedig 15-17 km/h-val. A megengedett 20 km/h-t nem lépte túl.

2.3.2 A kisiklás dinamikája

A vasúti kocsik menetdinamikája szempontjából a kisiklások helyén kifejezetten kedvezőtlen összhatás keletkezett:

- A vonat menetirány szerinti jobb oldala felé volt tolódva a rakomány súlypontja (2.1.2). Ez a kerékterhelés-arányokat kedvezőtlenül eltolja a jobb oldal felé, a bal oldalon a kerékterhelés kicsi (Q).
- A pályában jobbos ív volt, ami az ívben haladás dinamikája miatt a bal kerekeken igényel nagyobb terelőerőt (Y).
- A vonat megállás után indult, ezért sebessége alacsony volt, a centripetális erők billentő hatása így nem fokozza érdemben a kerékterhelést.
- A vasúti pályában síktorzulás volt, az ív külső sínszálában mérhető süllyedéssel.

A kedvezőtlen Y/Q arány miatt a kocsi fokozottan érzékennyé vált a már egyébként is beavatkozást kívánó pályahibára, amelyen így kisiklott.

A második esetben alacsony sebességű tolatási mozgás történt, fordított menetirányban, de fordított irányú pályáívben is, azaz szintén a vázolt fizikai folyamat vezetett a kisikláshoz.

Korábbi kisiklás lehetősége

A vizsgálat során felvetődött az a kérdés, hogy amennyiben a rakodásnak meghatározó szerepe volt a kisiklásban, úgy a vonat miként juthatott el kisiklásmentesen Pusztaszabolcsig.

A rakomány elhelyezkedése nem önmagában vezetett a kisikláshoz, hanem fokozottan érzékennyé tette a szerelvényt az önmagában még nem vagy csak kevésbé veszélyes pályahibákra. A kisiklás ezért ott következett be, ahol a fenti adatok ilyen kedvezőtlen együttállása először előfordult.

3 KÖVETKEZTETÉSEK

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

A tehervonat egyenlőtlenül volt megrakva, aszimmetrikusan terhelve a kocsit és a vasúti pálya síktorzulása a beavatkozási mérethatáron túli volt. A teherkocsik aszimmetrikus terhelése a vasúti pálya hibájával együtt vezetett a vonat kisiklásához.

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

A Vb ilyen megállapítást nem tesz.

3.3 **Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, kockáztató tényezők**

A Vb ilyen megállapítást nem tesz.

4 BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

A vonatkozó szabályok betartásával és a rakodást végzők által hozott azonnali intézkedésekkel az ilyen esetek elkerülhetők, ezért biztonsági ajánlás kiadására nincs szükség.

4.1 **Észrevételek és vélemények**

A MÁV-REC Kft. a zárójelentés tervezetéhez szóban írásban észrevételt tett, melyben a teherkocsi méretadatait pontosította. A Vb az új adatokkal a rakomány elhelyezkedését újraszámolta, mely azonban a következtetésre nem volt hatással.

Budapest, 2010. április 21.

Chikán Gábor
Vb vezetője

Rózsa János
Vb tagja