REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

SLUŽBA ZA PREISKOVANJE LETALSKIH, POMORSKIH IN ŽELEZNIŠKIH NESREČ IN INCIDENTOV

Langusova ulica 4, 1535 Ljubljana

T: 01 478 88 51
E: mzip.spzni@gov.si
www.mzip.gov.si

Številka: 375-32/2019/12
Sig. znak: 00221736

KONČNO POROČILO O PREISKAVI NESREČE V ŽELEZNIŠKEM PROMETU – IZTIRJENJE MEDNARODNEGA TOVORNEGA VLAKA ŠT. 40851, NA KRETNIŠKI ZVEZI KRETNIC ŠT. 8 IN 9 POSTAJE BREG, V KM 494.664, DNE 06.11.2019, OB 00.58 URI



LJUBLJANA, 24.04.2020

KAZALO

1 POVZETEK 2
1.1. Končno poročilo o nesreči ali incidentu s priporočili prejmejo 4
2 PREISKAVA IN NJENO OZADJE 6
2.1 Odločitev o uvedbi preiskave 7
2.2 Motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka 8
2.3 Obseg in omejitve preiskave vključno z utemeljitvami 9
2.4 Tehnične zmogljivosti preiskovalcev, ki so sodelovalni pri preiskavi 9
2.5 Sodelovanje drugih preiskovalnih organov ali zunanjih organizacij 10
2.6 Postopek komuniciranja in posvetovanja z organizacijami, ki so sodelovale pri preiskavi ter način izmenjave podatkov 10
2.7 Sodelovanje z vpletenimi subjekti 10
2.8 Uporabljene preiskovalne metode, tehnike in analize 11
2.9 Dokazana dejstva med preiskovalnim postopkom 11
2.10 Nepredvidljivosti in izzivi, ki so se pojavili med preiskavo 12
2.11 Interakcija s organi pregona in pravosodnimi organi med preiskovalnim postopkom 14
2.12 Vse druge pomembne informacije med preiskovalnim postopkom 15
3 OPIS DOGODKA 19
3.1 Opis vrste dogodka 20
3.2 Datum, točen čas in kraj dogodka 20
3.3 Opis kraja nesreče 21
3.4 Človeške žrtve, poškodbe in materialna škoda 22
3.5 Opis drugih posledic 23
3.6 Identifikacija vpletenih subjektov vključno s povezavami med izvajalci in/ali drugimi vpletenimi subjekti 23
3.7 Opis vlakov in njihove sestave 23
3.8 Opis komponent infrastrukture in signalnovarnostnega sistema 24
3.9 Vsi drugi podatki, ki so pomembni za opis vzrokov dogodka in ozadja 27
3.9.1 Zaporedje dogodkov, vse do nastanka nesreče ali incidenta 28
3.9.2 Zaporedje dogodkov, od nastanka pa do zaključka dela reševalnih služb 31
4 ANALIZA DOGODKA PO POSAMEZNIH ELEMENTIH OZIROMA KOMPONENTAH 32
4.1 Analiza vlog in odgovornosti vpletenih oseb in subjektov 66
4.2 Analiza tehničnih sredstev ter železniških vozil 67
4.3 Analiza vpliva človeškega faktorja 68
4.4 Analiza nadzora ter analiza postopkov o spremljanju in obvladovanju tveganj 68
4.5 Podobni dogodki v preteklosti 68
5 SKLEPI 70
5.1 Vzroki dogodka 70
5.2 Ukrepi sprejeti po nastanku dogodka 71
5.3 Dodatne ugotovitve 71
6 VARNOSTNA PRIPOROČILA 72
7 LITERATURA 73

1 POVZETEK

Dne 06.11.2019 je ob 00:58 uri med izvozom mednarodnega tovornega vlaka št. 40851 iz tira št. 2 postaje Breg, na kretniški zvezi kretnic št. 8 in 9, iztirila druga os prvega podstavnega vozička 16. vagona. Os podstavnega vozička vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1 je iztirila zaradi naplezanja levega kolesa na glavo tirnice, med vožnjo po kretniški zvezi, kar je bilo mogoče razbrati iz sledi na levi tirnici 4,2 m pred srcem kretnice št. 9, v km 494.661 ter na desni tirnici 1,0 m pred vodilno tirnico srca kretnice št. 9.

Kontejnerski vlak št. 40851 z oznako „PAS-KOP 125" (PAS – KOP, okrajšava za Paskov in Koper), je vozil po voznem redu iz izhodne postaje Vratimov – terminal Paskov 56-35034-8 do končne postaje Koper-Luka 79-44351-5. Vlak je odpeljal iz postaje, Vratimov – terminal Paskov dne 04.11.2020 ob 13:30 uri. Vlak je vozil proti postaji Koper Luka preko mejnih postaj Lanžhot - Kúty (Češka - Slovaška), Rusovce - Rajka (Slovaška – Madžarska), Gyekenes - Koprivnica (Madžarska – Hrvaška), Savski Marof - Dobova (Hrvaška-Slovenija). Vlak na celotni prevozni poti ni imel postankov zaradi spremembe v sestavi vlaka.

V postaji Breg je imel vlak št. 40851 izredni postanek zaradi obveščanja o izjemni vožnji, po nepravem levem tiru med postajama Breg in Zidani Most. Izjemna vožnja vlaka, po nepravem levem tiru med postajama Breg in Zidani Most, je bila odrejena zaradi zamenjave poškodovanega izolatorja na drogu vozne mreže, ob kretnici št. 2 postaje Zidani Most.

Zaradi preboja električnega izolatorja vozne mreže desnega tira, med postajama Breg in Zidani Most, po tem tiru ni bilo mogoče voziti elektro vlečnih vozil. Na nosilnih elementih droga vozne mreže se je na enem od izolatorjev porušila električna prebojna trdnost, izolator vozne mreže je zato pričel električno prebijati. Izolator, ki električno prebija je potrebno zamenjati, ker postane prevoden in s tem zgubi svojo osnovno funkcijo. Porušena električna prebojna trdnost se običajno odraža med padavinami in ob visoki koncentraciji vlage v ozračju.

Vlak št. 40851 je moral zato v postaji Breg, na »B« strani postaje, izvažati iz tira št. 2 proti nepravemu levemu tiru v smeri postaje Zidani Most. Preko kretnic št. 8 in 9 je vlak vozil v odklonski legi.

Po iztirjenju pred srcem kretnice št. 9 postaje Breg je vlak vozil z iztirjeno osjo vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, do zaustavitve v postaji Zidani Most. Vlak se je s čelom ustavil na tiru št. 203, v km 501.417, sklep vlaka pa se je po zaustavitvi nahajal v km 500.900.

Vzroki:

Neposredni vzrok za naplezanje levega kolesa, druge osi prvega podstavnega vozička vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, na glavo leve tirnice kretniške zveze kretnic št. 8 in 9, v smeri vožnje vlaka št. 40851, med izvažanjem iz tira št. 2 postaje Breg, je deformacija horizontalne geometrije na celotni dolžini zveznega tira, ki je posledica stiskanja tirne zveze zaradi narivanja kretnic št. 8 in 9 iz nasprotnih smeri.

Posredni vzrok za iztirjenje pa je slabo stanje in obrabljenost tirnic zveznega tira. Na tirnicah je odtisnjen proizvajalec, mesec in leto izdelave ter vrsta tirnice, na levi tirnici: »ZENICA IX 62-M-49« ter na desni tirnici: »ZENICA IV 63-M-49«, kar pomeni, da sta bili tirnici v času nesreče stari že preko 55 let, tirnici pa sta imeli na vrhu glave tudi stranski zob.

Posledice:

Posledice iztirjenja druge osi prvega podstavnega vozička, 16. vagona Sggmrs, št. 37 80 495 2537-1, vlaka št. 40851, so poškodovani leseni pragovi, drobnotirni pritrdilni material tirnic, podložne plošče med tirnicami in pragovi, vijaki za pritrditev podložnih plošč, od iztirjenja na kretnici št. 9 postaje Breg, v km 494.664,53 do zaustavitve iztirjenega vagona s čelom na področju tira št. 203 postaje Zidani Most v km 501.029, poškodovan iztirjen podstavni voziček vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, monobloki vseh 4 koles prvega podstavnega vozička vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, vlečni kavelj in cev glavnega zračnega voda neposredno pred pipo na sklepu 15. vagona Sggrs št. 37 80 495 1206-6, gledano v smeri vožnje vlaka.

Priporočila:

V izogib podobnim nesrečam v prihodnje se izdajajo naslednja priporočila:

1. upravljavcu železniške infrastruktura, SŽ-Infrastruktura, d.o.o.:
   - izvesti je potrebno investicijska vzdrževalna dela na zveznem tiru kretnic

št. 8 in 9 postaje Breg;

- izdelati je potrebno listo varnostno kritičnih področij javne železniške infrastrukture na katerih obstaja tveganje za iztirjenje železniških vozil, z oceno tveganja ter programom monitoringa in ciklom investicijskega vzdrževanja;

2. za pošiljatelja pošiljke se priporoča:

- upoštevati je potrebno določila smernic nakladanja tovora v zamenljive zabojnike, naklad v kontejnerjih na iztirjenem vagonu ni bil primerno zavarovan zoper vzdolžne in prečne premike, med nakladalno površino kontejnerja (podom) in naloženimi lesenimi zaboji je nakladalec namestil PVC folijo, ki povečuje drsnost med tovorom in podom kontejnerja.

1.1. Končno poročilo o nesreči ali incidentu s priporočili prejmejo

SŽ – Infrastruktura d.o.o.
Kolodvorska ulica 11
1000 Ljubljana

Primol Rail, prevozi v železniškem tovornem prometu, d.o.o.
Grčarevec 5d
1370 Logatec

SŽ – VIT, d.o.o.
Založka cesta 219
1000 Ljubljana

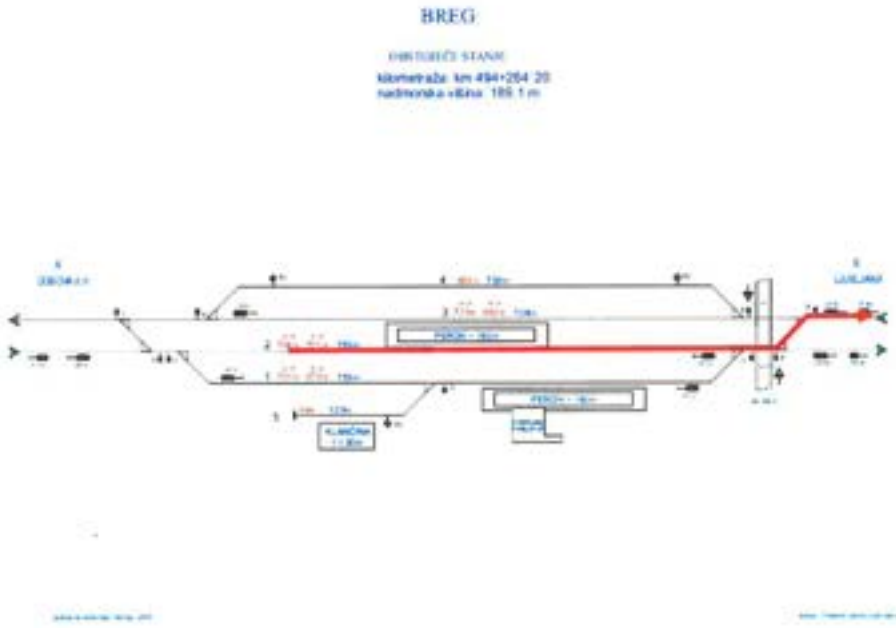
Ministrstvo za infrastrukturo
Direktorat za kopenski promet
Langusova 4
1000 Ljubljana

Javna agencija za železniški promet RS
Kopitarjeva 5
2000 Maribor

ERA – European Union Agency for Railways
160 boulevard Harpignies
BP 20392
F-59307 VALENCIENNES Cedex

2 PREISKAVA IN NJENO OZADJE

Preiskava iztirjenja druge osi, 16. vagona Sggmrs, št. 37 80 495 2537-1, na zveznem tiru kretnic št. 8 in 9, med izvozom mednarodnega tovornega vlaka št. 40851, iz tira št. 2 postaje Breg proti nepravemu levemu tiru med postajama Breg in Zidani Most, dne 06.11.2019, ob 00.58 uri, je bila vpeljana zaradi večje materialne škode, ki je nastala zaradi posledic vožnje iztirjene osi, od km 494.664 v postaji Breg do km 501.029 v postaji Zidani Most. Na kretnici št. 1 postaje Zidani Most je iztirila še prva os istega podstavnega vozička, ki je med vožnjo do zaustavitve povzročila še dodatne poškodbe na kretnici št. 1 ter nato še na kretnici št. 5 postaje Zidani Most, vse do zaustavitve vlaka na tiru št. 203. Vzrok za vpeljavo preiskovalnega postopka je bil tudi, vpletenost vagona v lastništvu podjetja iz tujine ter tujega prevoznika, ki ima registrirano podružnico v Sloveniji.



Slika št. 1: Rdeča puščica označuje vožnjo mednarodnega tovornega vlaka št. 40851po tiru št. 2 postaje Breg proti nepravemu levemu tiru v smeri postaje Zidani Most

2.1 Odločitev o uvedbi preiskave

Služba za preiskovanje letalskih, pomorskih in železniških nesreč in incidentov, Ministrstva za infrastrukturo, je vpeljala preiskovalni postopek za preiskavo nesreče – iztirjenje mednarodnega tovornega vlaka št. 40851 na zveznem tiru kretnic št. 8 in 9 postaje Breg, dne 06.11.2019, na osnovi 20. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu, zaradi ugotovitve vseh neposrednih in posrednih vzrokov, s ciljem zagotoviti pomembne informacije, za kreiranje varnostnih priporočil, za povečanje varnosti v železniškem prometu med vožnjo vlakov preko zveznega tira kretnic št. 8 in 9 postaje Breg.

Postaja Breg je vmesna postaja, na glavni dvotirni elektrificirani progi št. 10 Dobova državna meja – Ljubljana ter pan-evropskega koridorja št. 10 (Salzburg - Ljubljana - Zagreb - Beograd - Niš - Skopje - Veles - Solun.

Na postajah tako pomembnega koridorja je varnost še posebej pomembna, saj se s tem zagotavlja nemotena pretočnost blaga in potnikov.

Vsaka večja ovira v železniškem prometu na tem koridorju lahko skali zaupanje prevoznikov do upravljavcev javne železniške infrastrukture. Nesreča, pomeni za vse uporabnike tega koridorja potencialno tveganje.

Glavni preiskovalec železniških nesreč in incidentov, Ministrstva za infrastrukturo Republike Slovenije je varnostno preiskavo opravil in vodil sam.

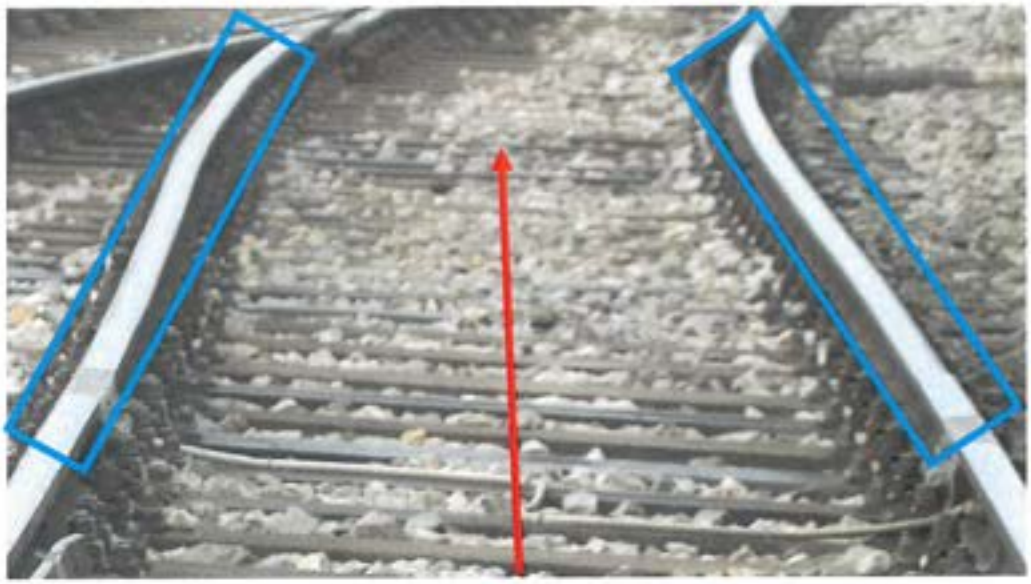


Slika št. 2: Prikaz pan-evropskih koridorjev, preko Slovenije tečeta 5. in 10. koridor, oba sta izjemnega pomena na področju slovenskega železniškega omrežja

2.2 *Motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka*

10. pan-evropski koridor se v zadnjih letih soočal z nenehnih povečevanjem tovora, medtem ko je prevoz potnikov v stagnaciji. Koridor se žal skoraj na celotni trasi sooča s slabo infrastrukturo.

Osnovni motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka preiskave nesreče je s priporočili vplivati na kakovostnejše spremljanje varnostno kritičnih območij javne železniške infrastrukture na katerih obstaja tveganje za iztirjenje železniških vozil. Prepričani smo lahko, da bi se z izdelavo kakovostne ocene tveganja ter programa monitoringa, cikel investicijskega vzdrževanja skrajšal, kar bi doprineslo z zmanjšanju tveganja v železniškem prometu.



Slika št. 3: Rdeča puščica prikazuje smer vožnje vlaka, modra pravokotnika pa smerno deformacijo tirnic

2.3 Obseg in omejitve preiskave vključno z utemeljitvami

Med preiskavo nesreče so bili preiskovalni postopki usmerjeni:

- v preiskavo skladnosti naklada tovora v kontejnerjih naloženih na iztirjenem vagonu;
- na tehnične napake na iztirjenem podstavnem vozičku in tekalnih površinah iztirjenih osi ter
- na geometrijo in posedke zveznega tira med kretnicama št. 8 in 9 postaje Breg.

Omejitev preiskovalnih postopkov med preiskavo ni bilo.

2.4 Tehnične zmogljivosti preiskovalcev, ki so sodelovalni pri preiskavi

Preiskovalni procesi so potekali po fazah. Neposredno po nesreči se je opravil ogled kraja nesreče, po nekaj dneh se je opravil komisijski pregled skladnosti naloženega tovora s smernicami o nakladanju, v obeh kontejnerjih naloženih na iztirjenem vagonu. V nadaljevanju se je izvedla analiza zapisa vožnje vlakovne lokomotive 383-055 ter pregled vpetja podstavnega vozička na ogrodje vagona, pregled in meritev tekalnih površin koles obeh osi iztirjenega podstavnega vozička, nato pa še pregled in izmera geometrije tirne zveze kretnic št. 8 in 9.

Merilne naprave izvajalcev meritev in programsko opremo za analizo zapisa

vožnje vlaka, je preiskovalni organ pridobil pri licenciranih organizacijah, SŽ – VIT, d.o.o., Rail Cargo Carrier Ljubljana, d.o.o, in na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo, Univerze v Ljubljani.

2.5 Sodelovanje drugih preiskovalnih organov ali zunanjih organizacij

Pri preiskavi sta sodelovala vpletena subjekta upravljavec železniške infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o. in prevoznik Primol-Rail, d.o.o..

K sodelovanju v posameznih fazah preiskovalnih postopkov je preiskovalni organ povabil podjetje SŽ-VIT, d.o.o., Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo, Univerze v Ljubljani, strokovne delavce Javne agencije za železniški promet R Slovenije in Sektor kriminalistične policije Celje, PU Celje.

2.6 Postopek komuniciranja in posvetovanja z organizacijami, ki so sodelovale pri preiskavi ter način izmenjave podatkov

Komunikacija in posvetovanja z organizacijami, ki so sodelovale pri preiskovalnih postopkih so potekala pisno, preko elektronske pošte, ustno in telefonsko. Vabila na posamezne faze preiskovalnih postopkov so se zainteresiranim pošiljala preko elektronske pošte, zahtevki za posredovanje dokumentacije pa so se pošiljali z dopisom po konvencionalni pošti s povratnicami.

2.7 Sodelovanje s vpletenimi subjekti

Preiskovalni organ je pred vsako aktivnostjo, ki jo je načrtoval o tem obvestil vse vpletene subjekte, upravljavca infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o., prevoznika Primol-Rail, d.o.o., Sektor kriminalistične policije Celje, PU Celje, v posameznih primerih pa tudi strokovne delavce Javne agencije za železniški promet R Slovenije.

Prevoznik Primol-Rail, d.o.o. je v preiskovalnem postopku sodeloval zgledno. Komunikacija o vseh nameravanih aktivnostih je med preiskovalnim organom, upravljavcem železniške infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o. in Sektorjem kriminalistične policije Celje, PU Celje, potekala večstransko. O vseh aktivnostih so bili pravočasno obveščeni vsi zainteresirani, kar je mogoče sklepati iz dejstva, da so bili predstavniki teh organizacij prisotni pri vseh fazah

preiskovalnega postopka.

2.8 Uporabljene preiskovalne metode, tehnike in analize

Med preiskovalnim postopkom je bilo izvedeno:

- pregled in analiza spremne dokumentacije vlaka št. 40851;
- kontrolno tehtanje vseh vagonov v vlaku po nesreči;
- primerjalna analiza med kontrolnim tehtanjem in spremno dokumentacijo vlaka št. 40851;
- analiza zapisa podatkov o vožnji vlakovne lokomotive št. 383-055 vlaka št. 40851, prevoznika Primol-Rail, d.o.o.;
- pregled, izmera in analiza premika naklada po zaustaviti vlaka v postaji Zidani Most;
- analiza obrabe materialov na iztirjenem podstavnem vozičku;
- analiza pregleda in izmere obrabe teflonske skodele kraljevega čepa iztirjenega podstavnega vozička;
- polarna metoda izmere geometrije tirne zveze med kretnicama št. 8 in 9 postaje Breg.

2.9 Dokazana dejstva med preiskovalnim postopkom

Med preiskovalnim postopkom je bilo glede na sledi na glavah tirnic dokazano, da je levo kolo druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona naplezalo na levo tirnico zveznega tira med kretnicama 8 in 9 postaje Breg. Na vrhu prednjega dela sledilne tirnice srca kretnice št. 9 postaje Breg je tipična deformacija udarca tekalne površine iztirjenega desnega kolesa druge osi. Na glavi desne tirnice je 2,6 m pred sledilno tirnico vidna sled vrezane brazde, ki jo je med vožnjo kolesa po glavi tirnice zarezal zunanji rob desnega kolesa druge osi 16. vagona, (sled vrezane brazde teče od sredine glave tirnice do levega roba, vse do točke 1 m pred sledilno tirnico), vse do iztirjenja v medtirje.

Na kretniškem območju postaje Breg ni bilo nobenih drugih sledi, ki bi nakazovale na kakršnokoli druge vzroke iztirjenja. V medtirju in ob progi, ni bilo nobenih odpadlih delov vagona, npr. polomljenih zavornjakov ali katerih koli drugih elementov.



Slika št. 4: Rdeča puščica prikazuje pričetek sledi naplezanja levega kolesa, pred srcem kretnice št. 9, moder krog pa označuje, začetne sledi iztirjenja levega kolesa

Fotografija št. 4 je bila posneta med ogledom kraja nesreče neposredno po dogodku.

2.10 Nepredvidljivosti in izzivi, ki so se pojavili med preiskavo

Po opravljenem ogledu kraja dogodka je bilo potrebno iz proge umakniti nepoškodovane vagone vlaka št. 40851. Nepoškodovani vagoni so bili z vlakovno lokomotivo prepeljani v postajo Trbovlje. Iztirjen vagon Sggmrs št. 37 80 495 2537-1 je bil zaradi poškodb podstavnega vozička nevozen, prav tako 15. vagon Sggrs št. 37 80 495 1206-6 na katerem pa je bil poškodovan glavni zračni vod.

Na drugem kontejnerju, naloženem na iztirjenem vagonu št. 37 80 495 2537-1 vrat kontejnerja ni bilo mogoče odpreti zaradi kovinske zaščite, ki je privarjena na konstrukcijo poda vagona. Zaščita onemogoča poseg v notranjost kontejnerja, kadar je naložen na vagon.

Da bi bilo mogoče opraviti ogled vsebine kontejnerja, ki ga brez posebnega dvigala ni bilo mogoče razložiti iz vagona, je bilo potrebno kovinsko zaščito odrezati z velikim električnim ročnim kotnim brusilnikom.



Slika št. 5: Rdeča puščica prikazuje odrezan del kovinske zaščite privarjene na konstrukcijo poda vagona, ki onemogoča odprtje vrat kontejnerja, ko je naložen na vagon

Najemnik vagona je zagotovil zamenjavo poškodovanega podstavnega vozička 16. vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, ter popravilo cevi glavnega zračnega voda 15. vagona Sggrs št. 37 80 495 1206-6.

Zaradi zamenjave podstavnega vozička je bilo iz iztirjenega vagona potrebno razložiti kontejnerja, kar je bila zahteva servisne službe, ki je na kraju dogodka opravila zamenjavo. Zaradi tehničnih sredstev, ki jih je imela na razpolago servisna služba je bilo mogoče zamenjavo podstavnega vozička izvesti le, če je bil vagon prazen.

Nedostopnost tira št. 21, na katerega sta bila umaknjena poškodovana vagona iz glavnega prevoznega tira postaje Zidani Most št. 203, je povzročila več problemov pri raztovarjanju naloženih kontejnerjev iz vagona.

Prevoznik Pimol Rail je za prevoz kontejnerjev iz postaje Zidani Most, v Luko Koper naročil prevoznika v cestnem prometu. Prekladanje naloženih kontejnerjev se je izvedlo s cestnim dvigalom. Na trgu je bilo potrebno poiskati primerno dvigalo. Zaradi specifike terena je bila dostava dvigala do mesta raztovarjanja svojevrsten podvig. Potrebno je bilo upoštevati več prisotnih faktorjev:

- vozna mreža ob tiru, ob katerega je bilo potrebno postaviti cestno

dvigalo;

- nosilnost terene na katerega je bilo potrebno dvigalo učvrstiti;
- prostor za manipulacijo z dvižno roko dvigala;
- širina nakladalno razkladalne klančina med dvigalom in tirom na katerem se je nahajal vagon iz katerega je bilo potrebno razložiti kontejnerja.



Slika št. 6: Razložitev kontejnerjev iz iztirjenega vagona

Matično podjetje, ki je predalo vlak na prevoz je registrirano v Ostravi na Češkem. Analizo zapisa o vožnji lokomotive 383-055, vlaka št. 40851 bi moralo izdelati to podjetje. Prevoznik PrimolRail, d.o.o., je zaradi oddaljenosti matičnega podjetja sklenil dogovor s podjetjem Rail Cargo Carrier, d.o.o. za izdelavo analize zapisa vožnje lokomotive.

2.11 Interakcija z organi pregona in pravosodnimi organi med preiskovalnim postopkom

Organi pregona so bili o nesreči obveščeni neposredno po nastalem dogodku. Na kraju nesreče so bili nekaj trenutkov pred preiskovalnim organom. Že med potjo do kraja nesreče je glavni preiskovalec vzpostavil kontakt z vodjem skupine organa pregona, ki se je v tem času že nahajala na kraju nesreče. Vodja skupine organa pregona ter glavni preiskovalec železniških nesreč sta se med pogovorom dogovorila, da se ogled nesreče opravi sočasno. Ogled kraja

nesreče se je pričel takoj po prihodu glavnega preiskovalca za preiskavo železniških nesreč in incidentov Ministrstva za infrastrukturo, na kraj dogodka.

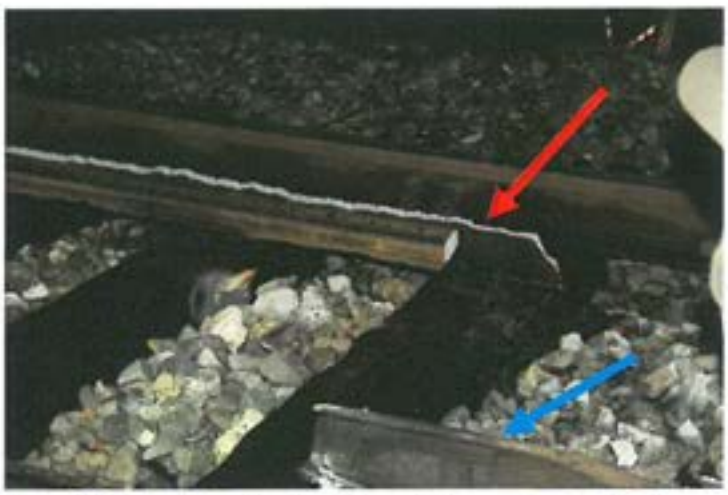
V nadaljevanju je o posameznih fazah preiskovalnega postopka organe pregona obveščal glavni preiskovalec.

2.12 Vse druge pomembne informacije med preiskovalnim postopkom

Na desnem kolesu prve osi prvega podstavnega vozička iztirjenega vagona je vrezana brazda po obodu celotne tekalne površine. Brazda je vrezana v obsegu enega oboda in pol.

Obstaja verjetnost, da se je brazda vrezala med vožnjo desnega kolesa po vratu tirnice pred levo ostrico kretnice št. 5 postaje Zidani Most, od katere se je odlomila glava v dolžini cca 5 m.

Desno kolo prve iztirjene osi, je po iztirjenju potovalo od srca kretnice št. 5, ob levi ostrici vse do točke, ko je kolo ostrico odlomilo od standardne tirnice pred ostrico.

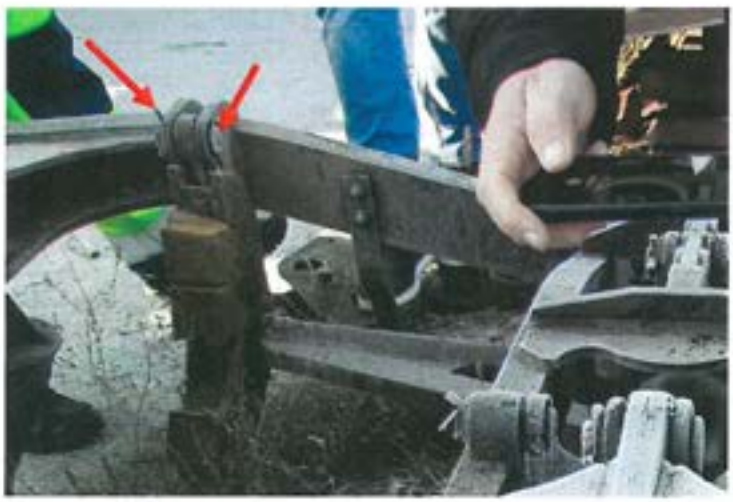


Slika št. 7: Rdeča puščica prikazuje zlomljano glavo od vratu tirnice neposredno pred mestom na katerem je zavarjena leva ostrice kretnice št. 5 postaje Zidani Most, modra puščica pa prikazuje levo odlomljeno ostrico



Slika št. 8: Rdeča puščica prikazuje brazdo na tekalni površini desnega kolesa prve osi iztirjenega podstavnega vozička v smeri vožnje vlaka

Iztirjen podstavni voziček je med vožnjo preskakoval tirnice na kretnic št. 1 in 5 postaje Zidani Most, zaradi česar so strižne sile odlomile varovalno razcepko desnega sornika vpetja zavornega trikota na ogrodje podstavnega vozička. Po odlomljeni varovalni razcepki je sornik izpadel iz ušes, na katera je vpet zavorni trikot, na desni strani okvirja na čelu prvega podstavnega vozička 16. vagona, v smeri vožnje vlaka.



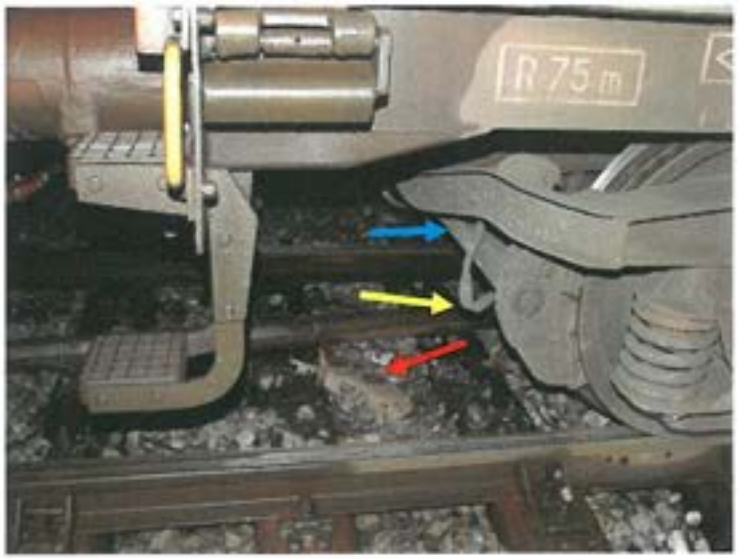
Slika št. 9: Rdeči puščici prikazujeta razcepko in sornik, na levi strani zavornega trikota



Slika št. 10: Rdeča puščica prikazuje ušesa na okviru podstavnega vozička iz katerih je izpadel sornik, rumena pa roko na kareto je vpet zavorni čevelj z zavornim trikotom

Ob ogledu mesta iztirjenja neposredno po dogodku so zlomljeni kosi zavornjakov ležali v območju kretnic št. 1 in 5 postaje Zidani Most, zavorni čevelj pa je po zaustavitvi vlaka v postaji Zidani Most ležal v tiru pod sklepnim delom 17. vagona v smeri vožnje vlaka.

Ob ogledu dogodka je v medtirju tirov št. 103 in 102, med kretnicama št. 1 in 5 postaje Zidani Most, ležal sornik pritrditve zavornega trikota prve osi prvega podstavnega vozička, 16. iztirjenega vagona. Sornik je na desni strani izpadel iz ušes zaradi česar se je zavorni trikot na tem mestu obesil na varovalni element. Varovalni element med vožnjo vagona ob morebitnem snetju zavornega trikota, zaradi izpada sornika s katerim je fiksiran trikot na ohišje podstavnega vozička, preprečuje zdrs zavornega trikota med tekalno površino kolesa in glavo tirnice.



Slika št. 11: Rdeča puščica označuje desni zavorni čevelj prvega zavornega trikota iztirjenega podstavnega vozička 16. vagona, modra puščica prikazuje zavorni trikot na sklepu 17. vagona, rumena puščica pa prikazuje varovalni element, ki preprečuje zdrs zavornega trikota do te mere, da bi kolo navozilo na zavornjak

3 OPIS DOGODKA

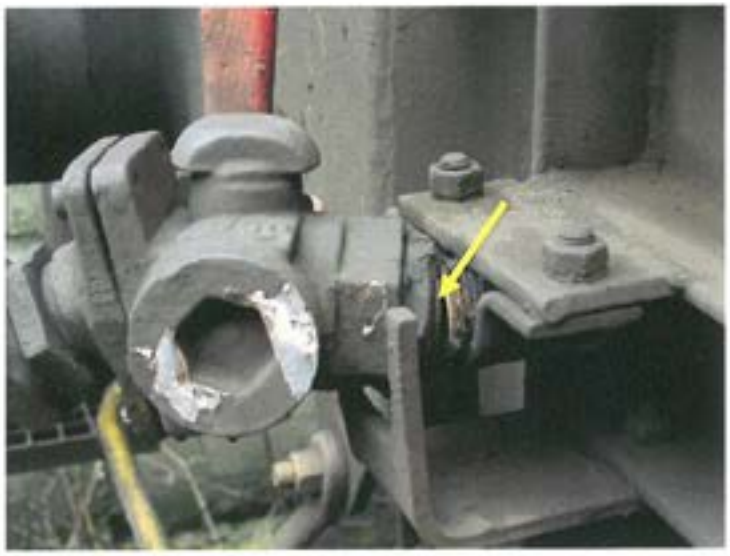
Dne 06.11.2019 je mednarodni tovorni vlak prevoznika Primol-Rail, d.o.o., št. 40851 vozil po mreži Slovenskih železnic, na relaciji Dobova državna meja Koper Luka. Vlak je v postajo Dobova prispel ob 23.12 uri. Po opravljenem komercialnem prevzemu vlaka od sosednjih hrvaških železnic ter po predaji spremnih dokumentov, je vlak iz postaje Dobova v smeri postaje Zidani Most nadaljeval z vožnjo ob 00.10 uri. Vlak je nato brez postanka vozil do postaje Breg. Na tir št. 2 postaje Breg je vlak uvozil ob 00.57 uri, izvozil pa nato po minuti postanka, proti postaji Zidani Most ob 00.58 uri.

Izredni postanek v postaji Breg je bil vlaku odrejen zaradi predaje splošnega naloga s katerim je prometnik postaje Breg obvestil strojevodjo vlaka št. 40851, da med postajama Breg in Zidani Most vozi izjemoma po nepravem levem tiru.

Izjemno vožnjo vlaka št. 40851, po nepravem levem tiru, je prometniku postaje Breg odredil vlakovni dispečer PO Ljubljana. Zahtevo za izjemno vožnjo vlaka št. 40851 je prometni dispečer prejel od prometnika postaje Zidani Most. V postaji Zidani Most je na drogu vozne mreže za desni tir ob kretnici št. 4 prebijal električni izolator. Zaradi preboja izolatorja med postajama Breg in Zidani Most, po desnem tiru ni bilo mogoče voziti vlečnih vozil z električnim pogonom. Na nosilnih elementih droga vozne mreže se je na enem od izolatorjev porušila električna prebojna trdnost, izolator vozne mreže je zato pričel električno prebijati. Izolator, ki električno prebija je potrebno zamenjati, ker postane prevoden in s tem zgubi svojo osnovno funkcijo. Porušena električna prebojna trdnost se običajno izraziteje odraža med padavinami in ob visoki koncentraciji vlage v ozračju.

Med izvozom vlaka št. 40851 iz tira št. 2 postaje Breg, v odklon proti nepravemu levemu tiru v smeri postaje Zidani Most, je 4,2 m od srca kretnice št. 9, na zveznem tiru kretnic št. 8 in 9, na glavo leve tirnice, v km 494.661 naplezalo levo kolo druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona, nato pa je desno kolo iste osi iztirilo 1 m pred vodilno tirnico srca kretnice št. 9 v km 494.664.

Vlak št. 40851 je vožnjo z iztirjeno drugo osjo prvega podstavnega vozička 16. vagona, gledano v smeri vožnje vlaka, nadaljeval do zaustavitve v postaji Zidani Most.



Slika št. 12: Rumena puščica prikazuje zlom cevi glavnega zračnega voda ob pipi, zaradi česar je prišlo do padca zračnega tlaka v glavnem zračnem vodu

V postaji Zidani Most se je vlak ustavil zaradi zloma cevi glavnega zračnega voda ob pipi, na sklepu 15. vagona. Glavni zračni vod se je zlomil ob udarcu vlečnega kavlja med nihanjem iztirjenega vagona pri vožnji preko kretnice št. 5 postaje Zidani Most. Zaradi zloma cevi je pričel uhajati zrak iz glavnega zračnega voda, posledica česar je bil padec tlaka v glavnem zračnem vodu in samodejna ustavitev vlaka. Vlak se je v postaji Zidani Most ustavil na tiru št. 203, v km 501.417, sklep vlaka pa se je po zaustavitvi nahajal v km 500.900.

3.1 Opis vrste dogodka

Mednarodni kontejnerski vlak št. 40851 je v postaji Breg iztiril z drugo osjo prvega podstavnega vozička, 16. vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1. Nesreča se okarakterizira kot iztirjenje vlaka.

3.2 Datum, točen čas in kraj dogodka

Vlak št. 40851 je iztiril v postaji Breg na zveznem tiru kretnic št. 8 in 9 ob izvažanju iz tira št. 2 postaje Breg na nepravi levi tir proti postaji Zidani Most dne 6.11.2019, ob 00.58 uri. Levo kolo druge osi, prvega podstavnega vozička,

16. vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, mednarodnega tovornega vlaka št. 40851, prevoznika Primol Rail, d.o.o., je naplezalo na levo tirnico 4,2 m pred srcem kretnice št. 9, nato pa iztirilo z levim kolesom 3,6 m pred sredino srca kretnice št. 9, z desnim kolesom pa 1 m pred vodilno tirnico srčišča kretnice št. 9. Zemeljske koordinate iztirjenja so 46°02'32.88"N in 15°13'49.88"E. Nadmorska višina na mestu iztirjenja je 193 m.



Slika št. 13: Rdeča puščica prikazuje poškodbo glave pritrdilnega vijaka za pritrditev tirnice na podložno ploščo, ki je nastala ob iztirjenju levega kolesa druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona v vlaku 40851

3.3 Opis kraja nesreče

Nesreča se je pripetila na kretniški zvezi kretnic št. 8 in 9 postaje Breg 4,2 m pred srcem kretnice št. 9, ko je levo kolo naplezalo na levo tirnico.

Vlak je vozil iz smeri Dobova v smeri postaje Zidani Most. Kretniška zveza kretnic št. 8 in 9, na »B« strani postaje Breg, je namenjena za vožnje tirnih vozil iz tira št. 2 na tir št. 3 ali pa obratno iz tira št. 3 na tir št. 2. Glavni namen kretniške zveze je omogočanje vlakovnih voženj iz pravega desnega tira, na nepravi levi tir v smeri postaje Zidani Most ali pa v obratni smeri iz smeri Zidani Most v smeri postaje Dobova, iz pravega levega tira na nepravi desni tir.

Kretniška zveza kretnic št. 8 in 9 je notranja ločna zveza sestavljena iz navadne kretnice S49 – 1:12 - 500 (kretnica št. 8) in kretnice osnovne oblike S49 – 1:12 - 500 ukrivljene v notranjo ločno kretnico S49 - 1:12 - 517/253,75 - leva (kretnica št. 9).

Za osnovo v desnem tiru je bilo vzeto zavarovanje osi na drogovih vozne mreže št. 60, 62 in 64. Zaradi zveze je bilo potrebno premakniti kretnico št. 8 za 80cm nazaj po stacionaži. Kretnica št. 9 v levem tiru pa je ostala na istem mestu.



Slika št. 14: Rdeča puščica prikazuje smer vožnje vlaka preko kretniške zveze, rumeni krog pa točko iztirjenja levega kolesa druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona v vlaku 40851

3.4 Človeške žrtve, poškodbe in materialna škoda

V nesreči ni bilo človeških žrtev in poškodovanih oseb. Nastala je le materialna škoda.

Podatki o iztirjenih in poškodovanih vagonih:

- poškodovan prvi podstavni voziček 16. vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, ki je iztiril v celoti;

- zlomljena cev glavnega zračnega voda 15. vagona Sggrs št. 37 80 495 1206-6.

Poškodovana kretnica št. 9 postaje Breg ter kretnici št. 1 in 5 postaje Zidani Most.

Poškodbe na tiru od kretnice št. 1 v km 500.914 pa do zaustavitve iztirjenega podstavnega vozička na tiru št. 203 postaje Zidani Most v km 501.029, kar znaša 115 m.

Poškodovan levi tir od kretnice št. 9 postaje Breg, pa do kretnice št. 1 postaje Zidani Most (od km 494.665 do km 500.914, kar je 6249 m).

Materialna škode:

Ocena SGD za vzpostavite voznoredno hitrost, ki zanaša:	1.951.802,57€
Signalno varnostne in telekomunikacijske naprave:	59.705,25€
SŽ - Vleka in tehnika – Tehnično vagonska dejavnost):	1 300,00€
PrimolRail, d.o.o.:	33 297,36€
Skupaj:	2.046.105,18€

3.5 Opis drugih posledic

Med vožnjo vlaka z iztirjeno drugo osjo prvega podstavnega vozička 16. vagona, so kolesa na posameznih mestih orala po gramozni gredi in razmetavala tolčenec po območju ob progi ter po objektih ob progi.

Pri vožnji vlaka od mostu v Radečah pa do zaustavitve v postaji Zidani most so kolesa iztirjene osi ob oranju po gramozni gredi nasula gramoz na vzporedno regionalno cesto.

Cesto je očistilo Javno podjetje komunala Radeče.

3.6 Identifikacija vpletenih subjektov vključno s povezavami med izvajalci in/ali drugimi vpletenimi subjekti

V nesrečo sta bila neposredno vpletena upravljavec javne železniške infrastrukture Slovenske železnice – Infrastruktura, d.o.o. ter prevoznik v železniškem prometu Primol Rail, d.o.o..

3.7 Opis vlakov in njihove sestave

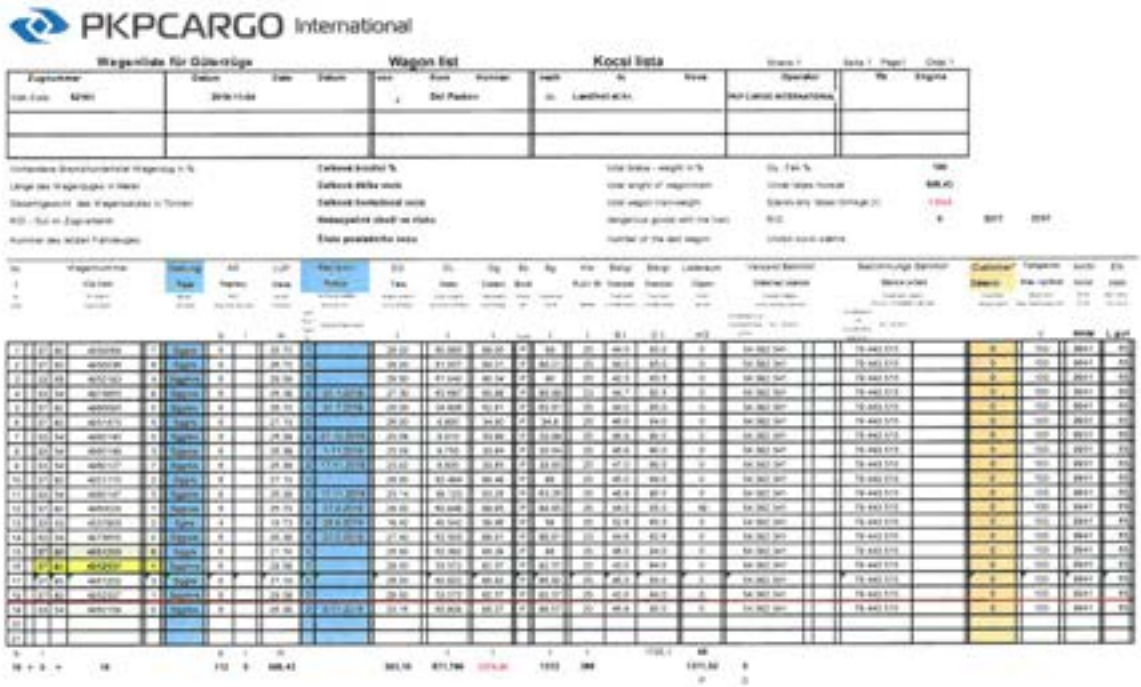
Mednarodni tovorni vlak št. 40851 je vozil v sestavi 19 vagonov ploščnikov naloženih s kontejnerji in vlakovno lokomotivo serije 383-055, skupne mase 1460 t, dolžine 524 m in 116 osi.

Podatki 18. vagona v vlaku se ne ujemajo s podatki, ki so vneseni v računalniški sistem slovenskih železnic Roman. V vlak je bil kot 18. vagon

uvrščen vagon Sggr št. 33 54 497 5210-4 in ne vagon Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, kot je to navedeno v izpisu PKPCARGO International.

V izpisu PKPCARGO International, ki je prilepljen v naslednji sliki je napačno naveden vagon podčrtan s črto rdeče barve.

Zaradi napačno navedenega vagona je v podatkih PKP CARGO International večja skupna masa vlaka za 3 t ter večja dolžina vlaka za 3 m.



Preglednica št. 1: Z rdečo črto je podčrtan vagon, ki je bil po podatki o sestavi vlaka PKP Cargo International uvrščen v vlak kot 18. vagon

3.8 Opis komponent infrastrukture in signalnovarnostnega sistema

Postaja Breg, je postaja na glavni progi št. 10 d.m. – Dobova – Ljubljana. Proga je dvotirna. Promet na odseku proge d.m. – Dobova - Zidani Most je desnostranski.

Proga je elektrificirana (enosmerni tok 3 kV), opremljena z napravami avtomatskega progovnega bloka (APB) z elektronskimi števci osi, napravami avtostop (AS) in napravami radio dispečerskih zvez (RDZ).

Zavorna razdalja na tej progi je 1000 m.

V organizacijskem smislu spada postaja Breg pod lokacijo vodenja prometa Zidani Most. V to enoto spadata še postaji Hrastnik in Trbovlje ter postajališči Loka in Radeče.

Postajna zgradba postaje Breg stoji na desni strani proge v km 494.264 na nadmorski višini 189,1 m.

V prometnem smislu je postaja opremljena za sprejem, odpravo in sestajanja vseh vrst vlakov konvecionalnih hitrosti.

Postaja Breg je odprta za odpravo potnikov notranjem prometu.

Postaja je zaprta za vagonske pošiljke.

Meja postajnega območja glede na odprto progo je:

- na »A« postaje, stojišče uvoznega signala A1 v km 493.191,
- na »B« strani postaje, stojišče uvoznega signala B1 v km 495.009.

Dolžina postajnega območja je 1818 m.

Nagibne razmere na postajnem prostoru:

tiri 1, 2, 3, 4 in 5 so:

- od postajnega poslopja proti kretnici 1 so tiri v padcu 1,5 ‰,
- od postajnega poslopja proti kretnici 9 so tiri v vzponu 3,5 ‰.

Nagibne razmere od predsignala do uvozne kretnice:

- od prostornega signala 152 do uvozne kretnice 2 je proga v vzponu 3,7 ‰,
- od prostornega signala 161 do uvozne kretnice 9 je proga v padcu 2 ‰.

Nagibne razmere od predsignala do sosednje postaje:

- od prostornega signala 152 do postaje Sevnica je proga v padcu 3,13 ‰,
- od prostornega signala 161 postaje Zidani Most je proga v vzponu 2 ‰.

Delitev tirov in njihov namen:

- glavni tir št. 1 je namenjen za sprejem in odpravo vlakov iz obeh smeri (pri prehitenjih, križanjih ali daljših zadrževanjih vlakov);
- glavni prevozni tir št. 2 je namenjen za sprejem in odpravo vlakov smeri Dobova -Zidani Most;
- glavni prevozni tir št. 3 je namenjen za sprejem in odpravo vlakov smeri Zidani Most – Dobova;
- stranski tir št. 4 je namenjen za deponiranje vagonov (ni elektrificiran);

- slepi tir št. 5 je nakladalno-razkladalni tir, namenjen za nakladanje oziroma razkladanje vagonskih pošiljk.

Način zavarovanja:

postaja Breg je zavarovana z elektrorelejno signalnovarnostno napravo sistema SL-Te-I-30 (sistem sledilne tehnike, v nadaljevanju besedila ERSV napravo). Naprava je centralna za vso postajo. S pomočjo tipk na tirni sliki postavljalne mize v prometni pisarni postavlja prometnik vse vlakovne in premikalne vožnje na postaji.

V elektrorelejno zavarovanje so vključene vse kretnice in raztirniki, predsignala, uvozni in izvozni signali ter nivojski prehod NPr 494.6 v km 494.597.

Uvozni signali in njihovi predsignali:

- uvozni signal "A-1" stoji v km 493.191 na desni strani desnega tira in je namenjen za uvoze vlakov na tira št. 1 ali 2, iz pravega tira, iz smeri Sevnice (oddaljenost uvoznega signala "A-1" od uvozne kretnice št. 2 je 452 m);
- preduvozni (prostorni signal 152) stoji v km 492.180 (od uvoznega signala "A-1" je oddaljen 1011m).

Premikalni mejnik stoji v km 493.493; od uvoznega ločišča AD je oddaljen 51 m, od uvozne kretnice št. 2 pa 150 m.

- uvozni signal "B1" stoji v km 495.009, na desni strani levega tira in je namenjen za uvoze vlakov iz pravega tira, iz smeri Zidani Most na tira št. 1 ali 3 (oddaljenost uvoznega signala "B-1" od uvozne kretnice št. 9 je 304 m);
- preduvozni (prostorni signal 161) stoji v km 496.011 (od uvoznega signala "B1" je oddaljen 1002 m);
- uvozni signal "B-2" stoji v km 495.007 na levi strani desnega tira in je namenjen za uvoze vlakov iz nepravega desnega tira, iz smeri Zidani Most na tir št. 1 (oddaljenost uvoznega signala "B-2" od uvozne kretnice št. 8 je 361 m).
- pripadajoči predsignal PB-2 stoji v km 496.011(razdalja med njima je 1004 m).

Premikalni mejnik stoji v km 494.850 (od uvoznega ločišča BL je oddaljen 62 m, od uvozne kretnice št. 9 pa 146 m).

Izvozni signali proti postaji Sevnica:

- tirni izvozni signal 31, stoji v km 493.862 na desni strani tira št. 3 in je

namenjen za izvoze iz tira št. 3;

- tirni izvozni signal 11, stoji v km 493.832 na desni strani tira št. 1 in je namenjen za izvoze iz tira št. 1;

Izvozni signali proti postaji Zidani Most:

- tirni izvozni signal 12 stoji v km 494.503 na desni strani tira št. 1 in je namenjen za izvoze iz tira št. 1,
- tirni izvozni signal 22 stoji v km 494.503 na desni strani tira št. 2 in je namenjen za izvoze iz tira št. 2;

Na glavnih signalih na postaji Breg ni nameščenih dopolnilnih signalov.

Vsi glavni signali postaje Breg omogočajo dajanje signalnega znaka št. 9 "Previdna vožnja".

Podatki o kretnicah in raztirnikih ter njihovem zavarovanju:

- v elektrorelejno zavarovanje so vključene vse kretnice in raztirniki, vsi predsignali, uvozni in izvozni signali ter
- nivojski prehod NPr 494.6 v km 494.597.

Kretnice št. 1, 2, 3, 7, 8 in 9 so opremljene s hidravličnimi pogoni, kretnice št. 4, 5 in 6 pa se prestavljajo ročno. Na vseh kretnicah so nameščeni likovni signali, prevlečeni z odsevno snovjo.

3.9 Vsi drugi podatki, ki so pomembni za opis vzrokov dogodka in ozadja

V kretniški zvezi kretnic št. 8 in 9 postaje Breg sta vgrajeni tirnici, ki sta bili v času nesreče stari že preko 55 let, kar je mogoče razbrati iz odtisov proizvajalca, meseca in leta izdelave ter vrste tirnice. Tirnici sta med drugim obrabljeni in imata na glavi stranski zob. Za tako obremenjeno progo je tolikšna starost vgrajenih tirnic na glavnih tirih neobičajna. Leva tirnica je iz leta 1962, izdelana v železarni Zenica (odtis na tirnici: »ZENICA IX 62-M-49«), desna tirnica je iz leta 1963, prav tako izdelana v železarni Zenica (odtis na tirnici: »ZENICA IV 63-M-49«).



Slika št. 15: Z rdečo puščico je označeno leto izdelave tirnice, ki je vlit na vratu desne tirnice, tirne zveze kretnic št. 8 in 9 postaje Breg



Slika št. 16: Rdeča puščica prikazuje zob na notranji strani desne tirnice na mestu iztirjenja

3.9.1 Zaporedje dogodkov, do nastanka nesreče ali incidenta

Kontejnerski vlak št. 40851 z oznako „PAS-KOP 125" (PAS – KOP je okrajšava za Paskov in Koper), je vozil po voznem redu iz izhodne postaje Vratimov – terminal Paskov 56-35034-8 do končne postaje Koper-Luka 79-44351-5. Vlak je odpeljal iz postaje, Vratimov – terminal Paskov dne 4.11.2020 ob 13:30 uri. Vlak je vozil proti postaji Koper Luka preko mejnih postaj Lanžhot - Kúty (Češka - Slovaška), Rusovce - Rajka (Slovaška – Madžarska), Gyekenes - Koprivnica

(Madžarska – Hrvaška), Savski Marof - Dobova (Hrvaška-Slovenija). Vlak na celotni prevozni poti ni imel postankov zaradi spremembe sestave vlaka.

Vlak je bil pred nesrečo nazadnje komercialno in tehnično pregledan, v postaji Gyekenyes, preden je vstopil na mrežo Hrvaških železnic dne 5.11.2019 ob 6:48 uri. Zavorni preizkus vlaka je bil opravljen na isti postaji ob 13:34 uri.

Preglednica št. 2: Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka Enna trans izdelano ob prevzemu vlaka od madžarskega prevoznika

enna trans
smart cargo logistic

SE-2

ENNA Transport d.o.o.
Kneza Branimira 22
10 000 Zagreb

Izvješće o sastavu i kočenju vlaka

Broj vlaka_Datum	40851_191105	Postotak kočenja [%]		Popis radnih lokomotiva						
Polazni kolodvor	Gyekenyes	70		Pozicija	Individualni broj	Vrsta kočenja	Potiskivalica	Individualni broj	Vrsta kočenja	
Odredišni kolodv	Dobova	SKM [t]		1	91547880551	G				
Masa vlaka [t]	1.460	1362								
Duljina vlaka [m]	534	PKM [t]								
Br. osovina vlaka	136	1022								

Popis vučenih vozila									
Pozicija	Individualni broj	Vrsta zr.	Zračno kočena	Ručno kočena težina [t]	Neto [kg]	Tara [kg]	Bruto [kg]	Duljina [dm]	Br. osovina
1	37804950065?	P	89	20	60.905	28.000	88.995	287	8
2	37804950016?	P	89	20	61.007	28.000	89.007	287	8
3	31684952183?	P	90	20	61.040	29.300	90.340	296	8
4	31544975665?	P	89	21	62.687	27.300	89.987	264	8
5	37804960050?	P	62	20	34.806	26.000	62.806	267	8
6	37804951475?	P	34		8.800	26.000	34.800	271	8
7	31544960140?	P	34		8.910	25.180	34.090	264	8
8	31544960148?	P	33		8.755	25.000	33.755	263	8
9	31544960127?	P	33		8.830	25.000	33.830	264	8
10	37804951170?	P	88		62.484	26.000	88.484	271	8
11	31544960147?	P	63	20	38.123	25.010	63.133	263	8
12	37804960028?	P	88	20	60.948	28.000	88.948	267	8
13	31534557843?	P	58	20	40.562	19.420	59.962	197	4
14	31544975655?	P	89	21	62.505	27.400	89.905	264	8
15	37804951205?	P	88		62.352	26.000	88.352	271	8
16	37804952317?	P	82	20	53.572	29.000	82.572	296	8
17	37804951352?	P	86	20	60.922	26.000	86.922	271	8
18	31544975210?	P	70	20	50.936	20.000	70.936	267	8
19	31544960139?	P	63	20	60.909	25.000	85.909	263	8

Popis_40851_2019_11_05_06_48

[redacted] napravio propisanu probu kočenja SPK u 5.11.2019. 13:34:02

Ovaj dokument pravovaljan je bez potpisa i pečata

V postaji Breg je imel vlak št. 40851 izredni postanek zaradi obveščanja strojevodje o pogojih izjemne vožnje, po nepravem levem tiru, med postajama Breg in Zidani Most. Izjemna vožnja vlaka, po nepravem levem tiru, med postajama Breg in Zidani Most, je bila odrejena zaradi zamenjave

poškodovanega izolatorja na drogu vozne mreže, ob kretnici št. 2 postaje Zidani Most.

Strojevodja prevoznega podjetja Primol Rail, d.o.o., je vlak št. 40851, prevzel v postaji Dobova od prevoznega podjetja Enna Transport, d.o.o., ki je vlak prepeljalo po območju Republike Hrvaške.

Strojevodja vlaka, ki je dva dni pred nesrečo dopolnil 45 let je bil psihofizično sposoben za opravljanje dela. Pred nastopom delovne izmene, je bil strojevodju zagotovljen predpisan počitek.

Preglednica št. 3: Izpis iz evidence delovnega časa strojevodje, ki je bil dne 6.11.2019 udeležen pri iztirjenju vlaka št. 40851 v postaji Breg

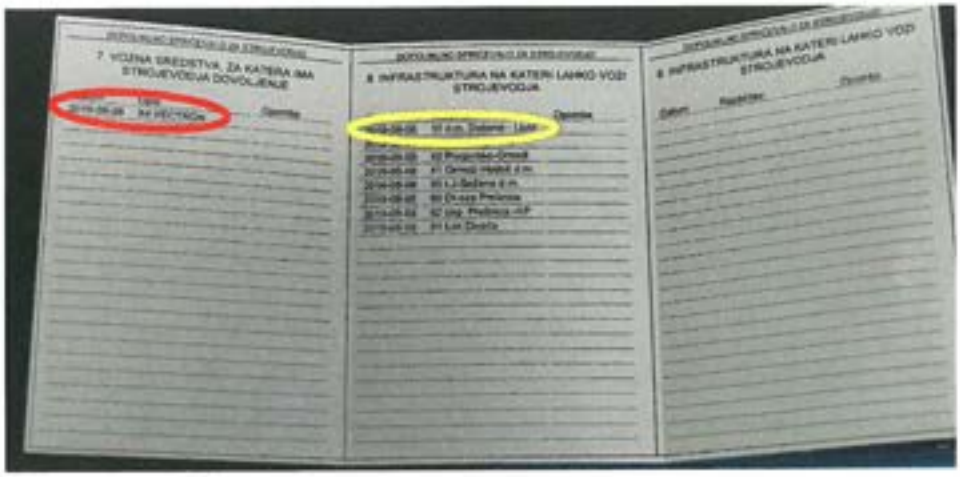
PRIMOL-RAIL

[redacted]

EVIDENCA DELOVNEGA ČASA

November 2019

	1.-7./11.2019	8.-14./11.2019	15.-21./11.2019	22.-28./11.2019	29./11.-5./12.2019	6.-12./12.2019	SKUPAJ
ŠT. VLAKA	40850	40851	5921	40851, 42916	40862	40851, 40850	
ZAČETEK IZMENE	1.11.19 15:40	8.11.19 23:00	15.11.19 17:20	24.11.19 01:50	27.11.19 22:35	10.12.19 15:00	
KONEC IZMENE	2.11.19 03:40	9.11.19 11:00	15.11.19 23:30	25.11.19 11:50	28.11.19 04:35	11.12.19 05:00	
PREKINITEV NAD 5HT UR	00:00	00:00	00:10	00:00	00:00	02:05	
SKUPNI ČAS TRAJANJA IZMENE	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	11:55	059:55
TRAJANJE VOŽNJE PRED NOČITVIJO IZMENE	155:40	061:20	054:20	038:20	050:40	058:30	
NOČNE UR: od 23:00 do 06:00	06:40	07:00	07:00	04:10	05:30	06:00	034:20
ZAČETEK VOŽNJE VLAKA (prvi premikanje)	1.11.19 12:50	8.11.19 00:09	8.11.19 17:42	25.11.19 03:01	27.11.19 22:40	10.12.19 18:03	
KONEC VOŽNJE VLAKA (prvi premikanje)	2.11.19 04:20	8.11.19 07:04	8.11.19 21:37	25.11.19 15:09	28.11.19 04:15	10.12.19 23:23	
ZAČETEK VOŽNJE VLAKA (po premiku)			9.11.19 06:55			10.12.19 23:40	
KONEC VOŽNJE VLAKA (po premiku)			9.11.19 13:19			11.12.19 04:42	
SKUPNI ČAS PREMIKA	00:05	00:05	00:04	00:08	00:08	00:04	000:24
POSTANKI DALJŠI OD 10 MIN			02:26	01:48			
SKUPNI ČAS VOŽNJE VLAKA (vključno z manevriranjem)	06:34:00	06:58:00	08:17:00	06:02:00	05:31:00	09:29:00	042:49



Slika št. 17: Prikazuje dopolnilno spričevalo strojevodje, ki je upravljal z lokomotivo št. 383-055, v nesreči udeleženega vlaka št. 40851, v rdečem rombu je podatek o lokomotivi v rumenem pa o progi

3.9.2 Zaporedje dogodkov, od nastanka pa do zaključka dela reševalnih služb

V nesreči je iztiril prvi podstavni voziček 16. vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1 mednarodnega kontejnerskega vlaka št. 40851.

Ker je v nesreči nastala le materialna škoda, reševalne službe niso bile aktivirane.

O nesreči je preiskovalni organ Ministrstva za infrastrukturo obvestil glavni dispečer SŽ – Infrastruktura, d.o.o., s telefonskim klicem, ob 1.22 uri. Glavni preiskovalec je prispel na kraj nesreče ob 2.42 uri.

Ogled nesreče je potekal vzporedno z delavci Sektorja kriminalistične policije Celje.

Ob 13.30 uri je bil končan ogled kraja dogodka. V času ogleda je bilo dokumentirano dejansko stanje kraja dogodka neposredno po nesreči, dokumentirana je bila dokumentacija o vlaku, strojevodji in dokumentacija vodenja prometa, izvedeno pa je bilo tudi nadzorovano odstranjevanje posledic nesreče.

4 ANALIZA DOGODKA PO POSAMEZNIH ELEMENTIH OZIROMA KOMPONENTAH

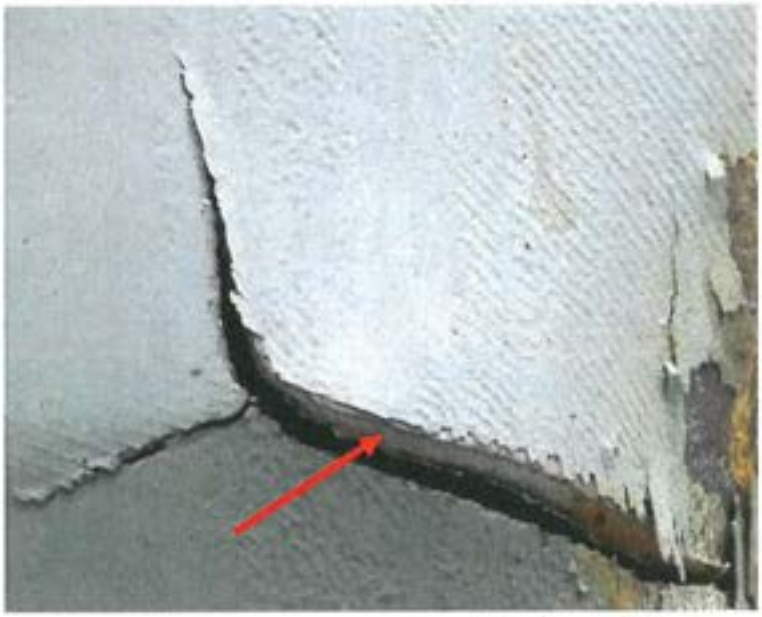
Neposredno po ogledu kraja nesreče se je pričelo z ugotavljanjem vzrokov za naplezanje levega kolesa, druge osi, prvega podstavnega vozička, 16. vagona, v vlaku št. 40851, na glavo leve tirnice kretniške zveze kretnic št. 8 in 9, 4,2 m pred srcem kretnice št. 9, postaje Breg.

Vremenske razmere v času dogodka: +10°C, dežuje.

ANALIZA POŠKODBE NA DESNI STENI PRVEGA KONTEJNERJA

Ob ogledu je bilo ugotovljeno, da je na prvem kontejnerju iztirjenega vagona poškodovan desni bok (prebita pločevina na višini 1753 mm od spodnjega roba kontejnerja ter 2490 mm od čela kontejnerja, gledano v smeri vožnje vlaka). Ob poškodbi, ki je delovala sveže, se je posumilo, da se je v kontejnerju premaknil tovor, ki je ob udarcu prebil desno bočno steno kontejnerja. Premaknjen tovor bi lahko porušil težišče vagona med vožnjo preko kretniške zveze. Ob nihanju vagona zaradi neenakomerno porazdeljenega tovora v kontejnerju, bi se lahko med vožnjo skozi krivini kretniške zveze razbremenila leva kolesa prvega podstavnega vozička, zaradi česar bi lahko levo kolo druge osi prvega podstavnega vozička naplezalo na levo tirnico. Med razpravo se je odredil pregled vsebine tovora in njegovo zavarovanje zoper premik, v naloženih kontejnerjih iztirjenega vagona.

Dan po nesreči, dne 7.11.2019 je bil opravljen pregled vsebine tovora naloženega v prvem kontejnerju na iztirjenem vagonu, gledano v smeri vožnje vlaka. Med pregledom je bilo ugotovljeno, da poškodba bočne desne stene ni nastala zaradi naleta tovora v steno, temveč je poškodba nastala med prevozom nekega drugega tovora. Skrajni rob višine zabojev je bil cca 700 mm pod poškodbo desne bočne stene kontejnerja.



Slika št. 18: Puščica prikazuje domnevno svežo poškodbo prebite desne bočne stene prvega kontejnerja na iztirjenem vagonu v smeri vožnje vlaka (pločevina ni bila korodirana)

Na celi površini tal kontejnerja je bila pogrnjena PVC folija, na PVC foliji, pod naležnimi površinami zabojev pa so bili podstavljeni gumi trakovi širine 150 mm in debeline 5 mm.

Naklad je bil naložen v 4. zabojih na podu kontejnerja, v štirih zabojih v srednji vrsti ter na vrhu v 2. zabojih. Vsi zaboji so bili dimenzij širine 350 mm višine 210 mm in dolžine12100 mm.

Zaboji so bili zavarovani s štirimi pritrdilnimi zateznimi trakovi, ki so bili vpeti v vpenjala na robovih poda zabojnika. Od 4. trakov je bil prvi v smeri vožnje vlaka razrahljan, ostali trije trakovi pa so bili močno napeti v smer vožnje vlaka proti čelu zabojnika.

Tovor je bil v kontejnerju premaknjen v desno od leve stene kontejnerja, spodnja vrsta zabojev, gledano od sklepa proti čelu vagona je bila v smeri vožnje vlaka, odmaknjena, ob steni z vrati 270 mm, ob čelni steni kontejnerja pa 370 mm. Od desne stene kontejnerja so bili zaboji odmaknjeni, ob steni z vrati 181 mm, ob čelni steni pa 87 mm. Od vrat kontejnerja so bili zaboji odmaknjeni 992 mm na čelu pa so bili od stene odmaknjeni 110 mm.



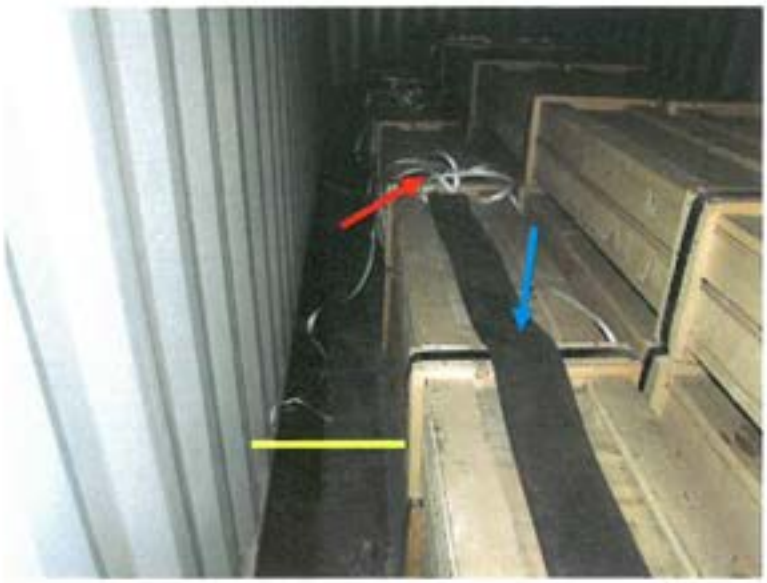
Slika št. 19: rdeča puščica označuje poškodbo desne stene kontejnerja rumena črta pa višino do katere so bili naloženi zaboji v kontejnerju

Dne 19.11.2019 je bil opravljen pregled naklada drugega kontejnerja na iztirjenem vagonu. Naklad je bil naložen v 4. zabojih na podu kontejnerja, v štirih zabojih v srednji vrsti ter na vrhu v 2. zabojih, enako kot v prvem kontejnerju tega iztirjenega vagona. Zaboji so bili dimenzij širine 350 mm, višine 210 mm in dolžine12100 mm.

Naklad v drugem zabojniku je bil zavarovan na enak način kot v prvem zabojniku. Na celi površini tal kontejnerja je bila pogrnjena PVC folija, na PVC foliji, pod naležnimi površinami zabojev pa so bili podstavljeni gumi trakovi širine 150 mm in debeline 5 mm.

Zaboji so bili zavarovani s štirimi pritrdilnimi trakovi, ki so bili vpeti v vpenjala na robovih poda zabojnika. Vsi 4. trakovi so bili strgani.

Naklad je bil v kontejnerju premaknjen v desno ob desno steno kontejnerja, spodnja vrsta zabojev je bila, gledano od sklepa proti čelu vagona v smeri vožnje vlaka, odmaknjena od leve stene kontejnerja 368 mm pri steni z vrati in 424 mm ob čelni steni kontejnerja. Zaboji so se na desni strani kontejnerja naslanjali na steno. Od vrat kontejnerja so bili zaboji odmaknjeni 1100 mm na čelu pa so se dotikali čelne stene.



Slika št. 20: Rdeča puščica prikazuje potrgane privezne trakove, modra gumi trak, ki je bil položeni na PVC folijo pod naležne deščice zabojev, rumena črta pa odmik zabojev od leve stene drugega zabojnika na iztirjenem vagonu gledano v smeri vožnje vlaka



Slika št. 21: Rdeča puščica prikazuje položaj zabojev ob desni steni drugega zabojnika na iztirjenem vagonu gledano v smeri vožnje vlaka

ANALIZA DIGITALNEGA ZAPISA VOŽNJE LOKOMOTIVE 383-055 VLAKA ŠT. 40851 Z DNE 06.11.2019.

Dne 12.11.2019 je bila na sedežu RCC - Rail Cargo Carrier Slovenija opravljena analiza zapisa vožnje vlaka št. 40851, od postanka na tiru št. 2 postaje Breg, do zaustavitve na tiru št. 203 postaje Zidani most.

Natančen prepis dogodkov po časovnih komponentah:

dne 6.11.2019 ob 00:55:46 uri, km 494.371, V=0 km/h

Opis: Ustavitev vlaka na tiru št. 2 postaje Breg.

- dne 6.11.2019 ob 00:55:58 uri, km 494.371, V=0 km/h

Opis: Speljava vlaka iz tira št. 2 postaje Breg, proti postaji Zidani Most v smeri nepravega levega tira proge.

- dne 6.11.2019 ob 00:57:22 uri, km 494.503, V=10 km/h

Opis: Prevoz točke 0, določena pri izvoznem signalu št. 22 na tiru št. 2 postaje Breg.

- dne 6.11.2019 ob 00:59:10 uri, km 494.661, V=24 km/h

Opis: Iztirjenje 16. vagona v vlaku.

- dne 6.11.2019 ob 01:00:37 uri, km 495.374, V=30 km/h

Opis: Točka na progi, kjer je vlak presegel hitrost 30 km/h. Vlak je v celoti prepeljal kretniško območje z omejeno hitrostjo med 24 km/h in 30 km/h.

- dne 6.11.2019 ob 01:03:43 uri, km 498.199, V=63 km/h

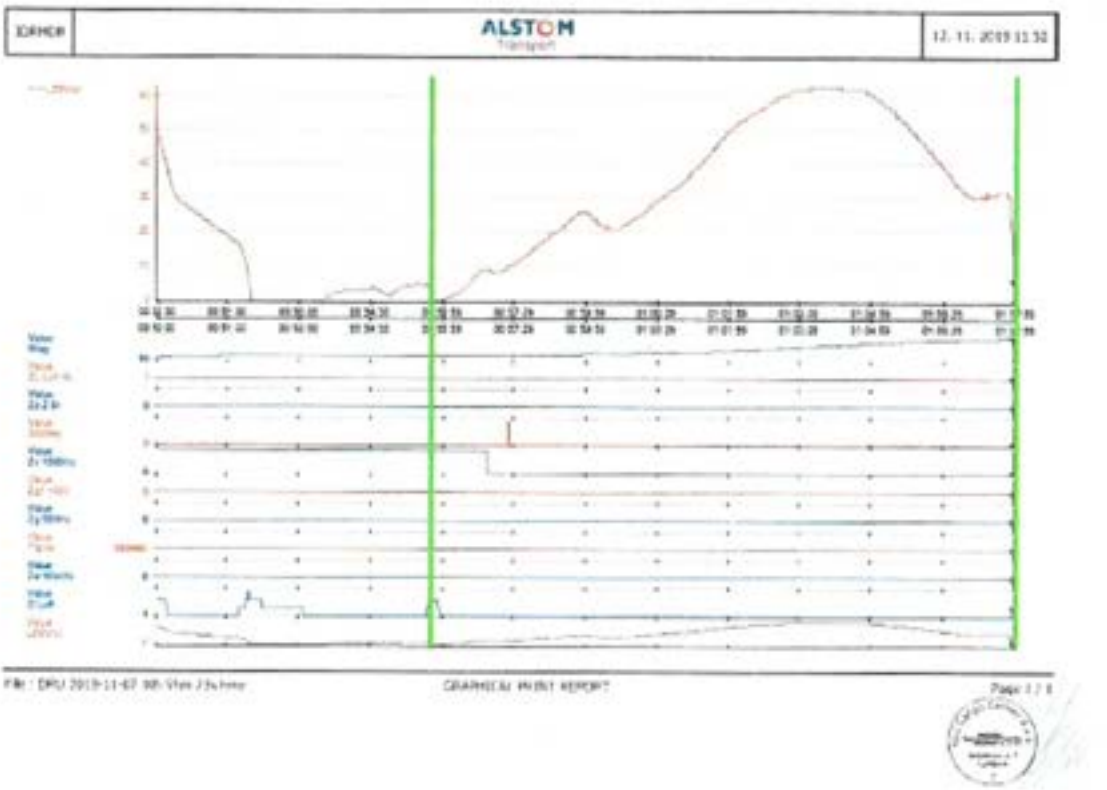
Opis: Dosežena najvišja hitrost na celotnem medpostajnem odseku proge.

- dne 6.11.2019 ob 01:07:59 uri, km 501.547, V=0 km/h

Opis: Ustavitev vlaka na postaji Zidani Most zaradi izpraznitve GZV.

Opombe: 1. Pri interpretaciji podatkov je uporabljen lokalni čas (GMT+lh), ki je v registrirni napravi nastavljen samodejno. Na ta način odstopanj od realnega časa ni.

V registrirnih podatkih je oznaka lokomotive drugačna kot jo uporablja prevoznik (383-055) in sicer 193-460.



Slika št. 22: Zeleni vertikalni črti označujeta območje na katerem je bila opravljena analiza zapisa

ANALIZA PREGLEDA IN IZMER VAGONA TER IZTIRJENEGA PODSTAVNEGA VOZIČKA

Dne 09.01.2020 je bil v SŽ-VIT, d.o.o., delovišče Ljubljana Zalog, opravljen dvig glavnega okvirja iztirjenega vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1 iz podstavnega vozička, pregled koles, površin blažilcev med glavnim okvirjem vagona in podstavnima vozičkoma (izgrajenega in nadomestnega), vpetja glavnega okvirja vagona in podstavnih vozičkov ter vseh drugih elementov, ki bi lahko vplivali na iztirjenje vagona.

Meritve obrabe koles je z laserskim merilnikom opravil pooblaščeni delavec, SŽ-VIT, d.o.o.. Merilni list profila koles je priložen zapisniku.

Opravljene so bile tudi meritve razmika koles na oseh prvega podstavnega vozička. Merilni list je priložen zapisniku.

Poškodbe na vagonu Sggmrs št.37 80 495 2537-1, ki so bile ugotovljene po iztirjenju:

- vsa 4 kolesa prvega podstavnega vozička (obtolčeni venci in tekalne površine, sledi drsanja bočne strani po tirnicah, na tekalni površini desnega kolesa prve osi prvega podstavnega vozička je vstružen utor po celotnem obodu kolesa);
- poškodovan prvi podstavni voziček v smeri vožnje vlaka;
- deformiran desni čevelj zavornjaka zavornega trikota prve osi, prvega podstavnega vozička v smeri vožnje vlaka;
- polomljeni zavornjaki obeh osi prvega podstavnega vozička v smeri vožnje;
- bakelitna skodela kraljevega čepa prvega podstavnega vozička;
- spenjača vagona.

Med pregledom je bilo ugotovljeno, da so vsi pregledani elementi vagona brezhibni. Vzroka za iztirjenje zaradi morebitne pomanjkljivosti na vagonu ni bilo ugotovljenega.

ANALIZA IZMERE OSI KRETNIŠKE ZVEZE

Izvedena je bila izmera osi kretniške zveze v horizontalni ravnini in višin kretniške zveze. Od profila L1 – D1 (ostrice) do srca kretnice št. 8 (L11 – D11, slika št. 23) so bili izmerjeni prečni profili, na razdalji 5 m do 2 m. Med srcema kretniške zveze je bila razdalja med profili 1 m (L11 – D11 do L34 – D34, slika 23) in na razdalji 2 m oziroma 5 m od srca kretnice št. 9 do ostrice (L41 – D41). V horizontalni izmeri je bil izmerjen še profil L42 – D42, ki je od predhodnega profila oddaljen 6 m.



Profil L11 – D11



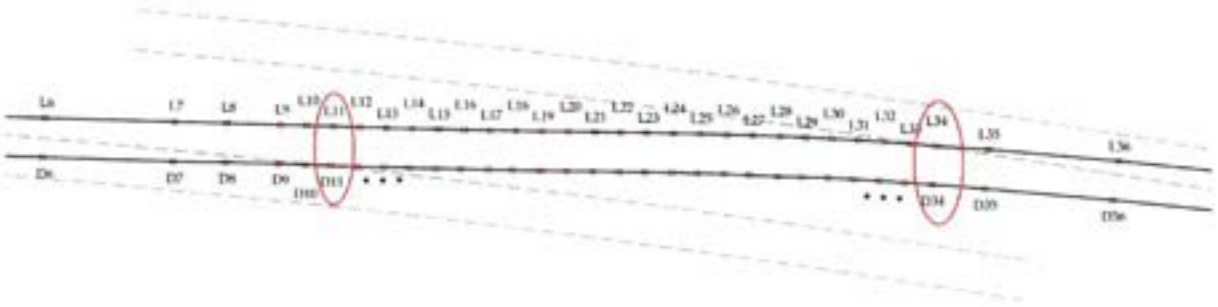
Profil L34 – D34

Slika št. 23: Srce kretnice številka 8 (levo, foto: Nika Struna) in številka 9 (desno).

Profili so bili označeni začasno s kredo (slika št. 24), razporeditev in oštevilčevanje profilov je prikazano na sliki št 25.



Slika št. 24: Označevanje točk profilov na tirnicah



Slika št. 25: Razporeditev in oštevilčevanje profilov.

Oznaka L pomeni leva tirnica iz smeri Sevnice proti Zidanemu mostu in oznaka D za desno tirnico.

IZMERA KRETNIŠKE ZVEZE V HORIZONTALNI RAVNINI

Klasična terestrična detajlna izmera osi tirov kretniške zveze je bila opravljena z namenom določitve dejanske geometrije v horizontalni ravnini in izračuna morebitnih odstopanj. Po dogovoru je bila izmera opravljena v lokalnem koordinatnem sistemu, saj so pomembni le relativni odnosi med geometrijskimi elementi kretniške zveze.

Metoda izmere in uporabljen instrumentarij

Za določitev horizontalnih koordinat detajlnih točk je bila uporabljena polarna metoda izmere. Uporabljen je bil tahimeter Leica Viva TS16 (slika št. 26).

Tehnične podatke instrumenta predstavljamo v preglednici 4. Za signaliziranje detajlnih točk je bila uporabljena mini prizma Leica GMP111 in nastavek za postavitev prizme na os tira (slika 26). Nastavek je izdelan za izmero na tiru premera glave 67 mm.



Slika št. 26: Tahimeter Leica Viva TS16 in mini prizma Leica GMP111 z nastavkom za izmero osi tira.

Preglednica št. 4: Tehnični podatki instrumenta Leica Viva TS16 https://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/viva_ts16/brochures-datasheet/Leica%20Viva%20TS16%20DS_en.pdf (pridobljeno: 10. 2. 2020).

Natančnost merjenja kotov po ISO 17123-3: Optics and optical instruments – Fiel procedures for testing geodetic and surveying instruments - Theodolits	1" (0,3 mgona)
Natančnost merjenja dolžin po ISO 17123-4: Optics and optical instruments – Fiel procedures for testing geodetic and surveying instruments – Electro-optical meters (EDM instruments)	
Z reflektorjem (doseg / natančnost)	1.5 do 3500 m / 1 mm + 1.5 ppm
Brez reflektorja (doseg / natančnost)	2000 m / 2 mm + 2 ppm
Velikost pike laserskega žarka	8 mm × 20 mm na razdalji 50 m
Splošno:	
Operacijski sistem / programska oprema	Windows EC7/Leica Captivate
Zaslon v obeh krožnih legah	8,9 cm, 640 x 480 slikovnih elementov (WVGA), barvni LED zaslon na dotik, berljiv na soncu
Tipkovnica	37 osvetljenih tipk
Procesor	TI OMAP4430 1GHz Dual-core ARM® Cortex™ A9 MPCore™
Vgrajen pomnilnik / pomnilniški vmesniki	2 GB / SD kartica 1 ali 8 GB
Komunikacijski vmesniki	RS232, USB, Bluetooth®, WLAN
Temperaturno območje delovanja	- 20 °C do + 50 °C
Teža z baterijo	5,3 do 6,0 kg

Vse detajlne točke so bile izmerjene iz enega stojišča. Stabilnost instrumenta na točki 100 smo med izmero kontrolirali z večkratnim opazovanjem točke 200, njun položaj v času izmere pa prikazujemo na sliki št. 27.



Slika št. 27: Položaj stojišča in točke za spremljanje stabilnosti instrumenta v času izmere.

Dodatna oprema za izmero kretniške zveze v horizontalni ravnini:

- Leica stativ (2x),
- trinožno podnožje z nosilcem prizme,
- reflektor Leica GPH1,
- pravokotni nastavek z označeno točko sredine tirnice (slika št. 26),
- merski trak in kreda,
- kladivo in količka.

Potek izmere na terenu

Po ogledu delovišča se je določila stojiščna točka instrumenta (točka 100) tako, da so se lahko vse detajlne točke izmerile iz enega stojišča. Točka se je začasno označila z žebljem v količku. Instrument se je pred začetkom izmere prilagodil temperaturi okolice. Po standardu ISO 17123-2 ustrezno prilagoditev temperaturi delovnega okolja dosežemo, če je instrument postavljen 2 minuti za vsako 1°C temperaturne razlike. Uporabljen instrument omogoča visoko natančnost izmere horizontalnih in vertikalnih kotov ter poševne dolžine.

Za zavarovanje orientacije instrumenta in spremljanje njegove stabilnosti se je na stabilnem terenu in v senci objekta ob progi stabilizirala točka 200. Do točke, ki je bila signalizirana s prizmo Leica GPH1, se je v času izmere večkrat preverila vrednost merjenih količin. Merjena horizontalna smer se v štirih ponovitvah ni razlikovala za več kot 4", merjena poševna dolžina pa ne za več

kot 0,4 mm. Ugotovimo lahko, da je bil instrument v času izmere stabilen. Skupaj je bilo izmerjenih 148 detajlnih točk.

Obdelava podatkov in ocena natančnosti

Vsaki detajlni točki so se horizontalne koordinate določile po polarni metodi, torej iz znanega položaja stojišča instrumenta in merjenega horizontalnega kota ter horizontalne razdalje. Horizontalna razdalja se je izračunala iz poševno merjene razdalje in vertikalnega kota. Seznam koordinat vseh detajlnih točk je v prilogi 1.

Natančnost določitve koordinat točk je mogoče oceniti iz natančnosti uporabljenega instrumentarija ter upoštevanja nekaterih drugih pogreškov, po enačbi:

$$\sigma_{y_i} = \sqrt{\sigma_{y_{100}}^2 + \sigma_{y(\ell)}^2 + \sigma_{y(Hz)}^2 + \sigma_{y(zi)}^2}$$

$$\sigma_{x_i} = \sqrt{\sigma_{x_{100}}^2 + \sigma_{x(\ell)}^2 + \sigma_{x(Hz)}^2 + \sigma_{x(zi)}^2}$$

Kjer so:

$\sigma_{y_{100}}$, $\sigma_{x_{100}}$ ... natančnost koordinat točke 100 → privzamemo 0,00 mm,

$\sigma_{y(\ell)}$, $\sigma_{x(\ell)}$ ... vpliv natančnosti merjenja dolžine na določitev koordinat detajlne točke,

$\sigma_{y(Hz)}$, $\sigma_{x(Hz)}$ ... vpliv natančnosti merjenja horizontalnega kota na določitev koordinat detajlne točke,

$\sigma_{y(zi)}$, $\sigma_{x(zi)}$ ... vpliv pogreška signaliziranja na določitev koordinat detajlne točke.

Položajno natančnost posamezne točke σ_{p_i} se izračuna kot kvadratni koren vsote varianc natančnosti v posamezni koordinatni smeri:

$$\sigma_{p_i} = \sqrt{\sigma_{y_i}^2 + \sigma_{x_i}^2}$$

Vpliv natančnosti merjenja dolžin in horizontalnih kotov se dobi s parcialnim odvajanjem enačbe za izračun koordinat detajlne točke, pogrešek signaliziranja pa se oceni na 1 mm oz. polovično vrednost v posamezni koordinatni smeri.

Izračunane položajne natančnosti koordinat detajlnih točk so med 1,22 mm in 1,26 mm.

Rezultati horizontalne izmere

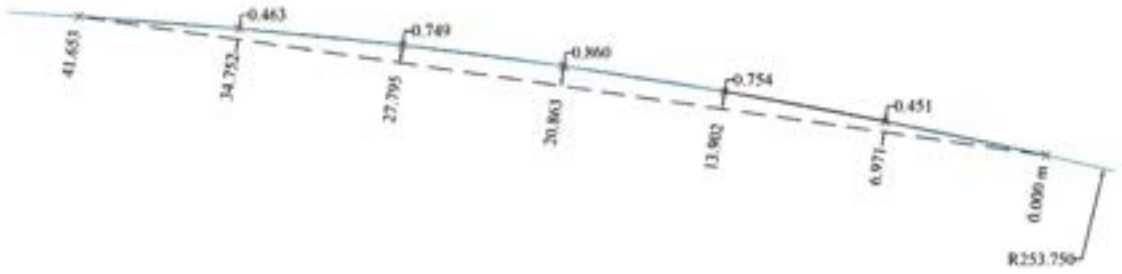
Iz podatkov terestrične detajlne izmere smo analizirali horizontalni potek tirov na območju kretniške zveze 8 – 9. Pri analizi horizontalnega poteka tirnic smo obravnavali velikosti puščic ter dejansko geometrijo primerjali s projektirano geometrijo.

Izmera puščic

Referenčne podatke za izmero puščic in določitev morebitnih odstopanj se je privzelo iz dokumenta »Obnova levega tira (tir št. 3) na p. Breg, od km 493+649,87 do km 494+678,95« z datumom oktober 1986, list št. 5. V preglednici št. 5 predstavljamo podatke iz omenjenega dokumenta, izmerjene vrednosti ter razlike med njimi. Grafično smo izmerjene točke ter izračunane puščice prikazali na sliki 28, kjer je z modro barvo narisan krogov lok projektiranega polmera 253,75 m. Vrednost polmera je privzeta iz zgoraj omenjenega dokumenta.

Preglednica št. 5: Rezultati izmere puščic.

Projektirano		Merjeno		Razlika		Popravljena razlika na projektirano stacionažo [mm]
Stacionaža [m]	Puščica [mm]	Stacionaža [m]	Puščica [mm]	Stacionaža [m]	Puščica [mm]	
0	0	0	0	0	0	
6,94	474	6,981	451	-0,041	-23	-26
13,87	758	13,906	754	-0,036	-4	-6
20,81	853	20,863	860	-0,053	7	7
27,75	758	27,800	749	-0,050	-9	-7
34,69	474	34,769	463	-0,079	-11	-8
41,623	0	41,629	0	-0,006	0	



Slika št. 28: Velikosti izmerjenih puščic.

Odstopanja puščic znašajo med – 23 mm in 7 mm. Pozitivna vrednost razlike pomeni, da je izmerjena točka znotraj projektiranega krogovega loka in obratno. Iz razlik v stacionažah vidimo, da puščic nismo v vseh primerih izmerili točno na projektirani stacionaži. V primeru največjega odstopanja, t. j. na stacionaži 34,69 m, zamik znaša 7,9 cm in predstavlja 3 mm manjše odstopanje puščice. Za vsa merska mesta popravljene vrednosti navajamo v zadnjem stolpcu preglednice št. 5.

Horizontalni potek kretniške zveze

Izvorni podatek za analizo geometrije horizontalnega poteka kretniške zveze 8 - 9 na postaji Breg je »*Zakoličevalni načrt št. 2475/86*«, ki ga je v aprilu 1986 izdelalo ŽG – projektivno podjetje Ljubljana.

Kretniška zveza je v smeri Sevnice proti Zidanemu Mostu sestavljena iz dolge preme, ki jo sestavljajo tangenta krogovega loka v dolžini 20,797 m ter v nadaljevanju še premi dolžine 20,797 m in 7,270 m. Sledi krogov lok s polmerom 316,77 m v dolžini 10,723 m. Zadnji del kretniške zveze določa krogov lok s polmerom 253,75 m in dolžino tangent 20,797 m. Dolžino zadnjega polmera smo privzeli iz dokumenta »*Obnova levega tira (tir 3) na p. Breg, od km 493+649,87 do km 494+678,95*«, list št. 5. Rekonstruirane geometrijske elemente horizontalnega poteka, ki smo ga izdelali v programu Autodesk Civil 3D, prikazujemo na sliki št. 29.



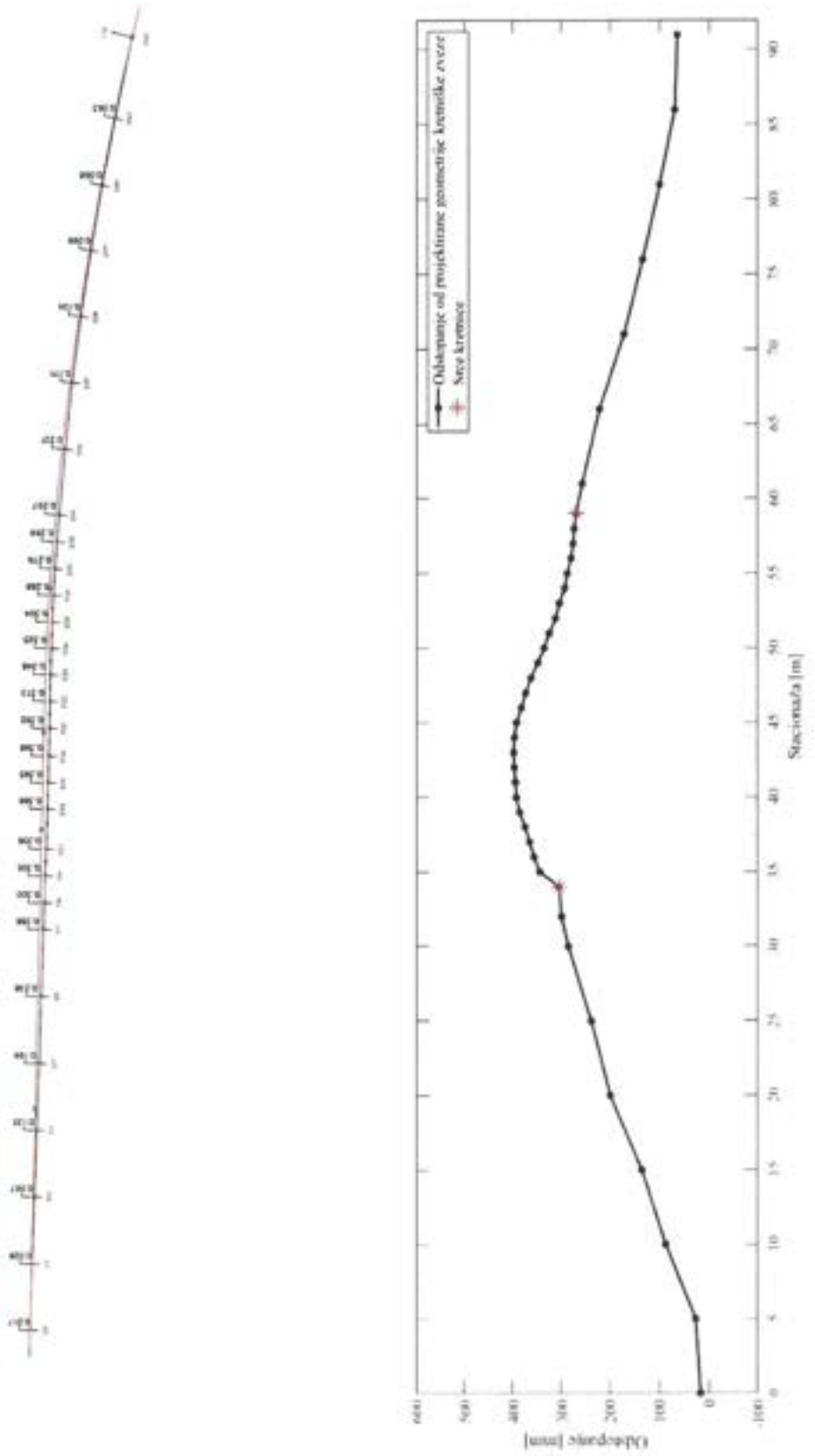
Slika št. 29: Projektirani geometrijski elementi horizontalnega poteka kretniške zveze 8 – 9.

Skladnost dejanske geometrije horizontalnega poteka s projektirano obliko smo ugotavljali tako, da smo ročno s translacijo in rotacijo vpeli projektirano geometrijo na izmerjene točke. V izmeri puščic smo izmerili ostrico kretnice št. 9, točko L42. Ker imamo projektirano geometrijo le za desni tir, smo točko L42 pravokotno projicirali na os desnega tira. Ta točka predstavlja končno točko kretniške zveze in končno točko krogovega loka s polmerom 253,75 m v smeri Zidanega Mosta. Na koncu kretnice v smeri Sevnice te točke nismo izmerili, zato smo projektirano geometrijo kretniške zveza rotirali okoli omenjene točke

tako, da se položajno ujema z zadnjo izmerjeno točko, torej točko D1. Odstopanje horizontalnega poteka prikazujemo v preglednici 6 in na sliki 30.

Preglednica št. 6: Odstopanja horizontalnega poteka kretniške zveze 8 - 9.

Št. profila	Stacionaža [m]	Odstopanje Hz položaja [mm]	Št. profila	Stacionaža [m]	Odstopanje Hz položaja [mm]
D1	0	16,5	D22	47	373,1
D2	5	26,4	D23	48	362,1
D3	10	86,7	D24	49	348,0
D4	15	135,3	D25	50	335,1
D5	20	199,5	D26	51	324,6
D6	25	238,1	D27	52	311,8
D7	30	285,6	D28	53	304,0
D8	32	299,7	D29	54	293,0
D9	34	304,7	D30	55	287,9
D10	35	343,6	D31	56	280,1
D11	36	355,7	D32	57	275,8
D12	37	365,1	D33	58	273,6
D13	38	374,5	D34	59	269,0
D14	39	386,2	D35	61	256,8
D15	40	392,7	D36	66	221,4
D16	41	394,5	D37	71	171,3
D17	42	397,0	D38	76	133,6
D18	43	398,2	D39	81	98,9
D19	44	397,0	D40	86	68,3
D20	45	392,4	D41	91	63,4
D21	46	382,7			



Slika št. 30: Prikaz odstopanj horizontalnega poteka kretniške zveze.

Iz rezultatov je vidno, da je na celotni kretniški zvezi prisotna deformacija horizontalne geometrije. Vrednosti odstopanj se do sredine kretniške zveze povečujejo in nato v drugem delu zmanjšujejo. Dejanska oblika kretniške zveze opiše krivuljo v obliki črke S, morala pa bi biti do točke D20 oz. stacionaže 45 m v premi in nato v dveh krogovih lokih. Največje odstopanje je v točki D18 (stacionaža 43 m), kjer znaša skoraj 40 cm. Območje z največjimi odstopanji je med srcema kretnic 8 in 9. Iz razporeditve velikosti odstopanj in dejanske oblike kretniške zveze je moč sklepati, da je najverjetneje glavni razlog za nastalo deformacijo narivanje kretnic iz obeh smeri.

Iz izmerjenih točk smo z izračunom (izravnavo) po metodi najmanjših kvadratov določili dejanske vrednosti polmerov za štiri krogove loke, ter jih primerjali s projektiranimi vrednostmi (slika št. 31 in preglednica št. 7). Izračune smo opravili v programu Matlab.



Slika št. 31: Oznake polmerov.

Preglednica št. 7: Izračunane vrednosti polmerov iz izmerjenih točk.

Polmer	R_{proj} [m]	$R_{izračunan}$ [m]	Razlika [m]
A	500,00	540,13	40,13
B	517,00	517,79	0,79
C	316,77	281,16	35,61
D	253,75	249,93	3,82

Dejanska polmera sta zelo podobna projektiranim vrednostim za krogova loka z oznakama B (polmer levega tira na progi iz smeri Zidanega Mosta proti Sevnici) in D (končni krogov lok kretniške zveze v smeri proti Zidanemu mostu), razlikujeta se le za 0,79 m in 3,82 m.

Krogov lok C na sredini kretniške zveze je močno deformiran in se od projektiranega razlikuje za dobrih 35 m. Manjši polmer pomeni, da je ta del kretniške zveze »stisnjen«. Ravno nasproten slučaj lahko opazimo tudi na desnem tiru na progi iz smeri Sevnice proti Zidanemu mostu, kjer se polmer krogovega loka A od projektiranega razlikuje za dobrih 40 m. Polmer krogovega loka A je izračunan le iz 4. izmerjenih točk, zato na rezultat lahko vpliva tudi položaj točk oz. kako te 4 točke dobro opisujejo dejanski potek tira.

IZMERA VIŠIN KRETNIŠKE ZVEZE

Višinska izmera kretniške zveze se je izvedla z namenom določitve vzdolžnega višinskega poteka leve in desne tirnice ter za analizo nadvišanja višin tirnic. Višinska izmera se je navezala na vijak A na drogu vozne mreže in vijak B za izmero levega tira z obremenitvijo (slika št. 32).



Sliki št. 32: Izhodišče višinske izmere A (levo) in B (desno)

Po dogovoru so bile določene relativne višine tirnice. Izhodiščna relativna višina točke A je znašala 9.46963 m in je bila določena tako, da je relativna višina točke L34 znašala 10,0000 m.

Metoda izmere in uporabljen instrumentarij

Višine kretniške zveze so bili izmerjene z metodo geometričnega nivelmana, ki je ena izmed najnatančnejših metod geodetskih meritev. Višinsko razliko določimo s pomočjo nivelirja, ki zagotavlja horizontalno vizurno linijo in čitanje razdelbe na vertikalno postavljenih nivelmanskih latah.

Za izmero se je uporabil precizni nivelir Leica DNA03, leseni stativ Leica in invar nivelmanski lati GPCL2 in Leica GWCL92 (slika 33).



Slike št. 33: Leica DNA03 (levo), invar nivelmanski letvi GPCL2 (sredina) in Leica GWCL92 (desno)

V preglednici št. 8 so opisani tehnični podatki nivelirja.

Preglednica št. 8: Tehnični podatki nivelirja Leica DNA03 (vir: https://www.geodeticavolpe.com/sites/default/files/brochure/brochure-leica-dna03-10.pdf) (pridobljeno: 10. 2. 2020).

Instrument Leica DNA03	
Natančnost merjenja višinskih razlik (po standardu ISO 17123-2: Optics and optical instruments – Fiel procedures for testing geodetic and surveying instruments - Levels	0,3 mm
Natančnost merjenja razdalje – natančnost kilometra dvojnega nivelmana	1 cm na 20 m
Merilni doseg - elektronske meritve	1,8 m - 110 m
Domet meritev - optične meritve	od 0,6 m
Čas meritve	3 s
Merilni načini	Enkratna meritev, povprečna vrednost, mediana, ponavljajoča meritev
Merilni programi	Measure & Record, odčitek late in razdalje do late,BF, aBF, BFFB, aBFFB, višinska zakoličba
Vgrajen pomnilnik	6000 meritev (1650 stojišč)

Pomnilniška kartica	PCMCIA (CF, ATA-flash, SRAM)
Povečava teleskopa	24×
Kompenzator	Nihalo z magnetnim dušenjem
Natančnost kompenzatorja	0,3"
Temperatura delovnega okolja	-20°C do +50°C

Potek izmere na terenu

Pred izmero je bilo potrebno nivelir prilagodili temperaturi delovnega okolja. Po standardu ISO 17123-2 se ustrezno prilagoditev temperaturi delovnega okolja doseže, če je instrument postavljen 2 min za vsako 1°C razlike.

Višinska izmera se je izvedla v več korakih na neobremenjenem in obremenjenem tiru. Med izmero se je kontrolirala stabilnost nivelirja z navezavo na izhodiščni točki A oziroma B zaključili pa so se posamezni deli izmere na izhodiščni točki, kar je omogočalo kontrolo in izravnavo merjenih višinskih razlik. Meritve so potekale tako, kot je predstavljeno v preglednici spodaj.

Preglednica št. 9: Potek višinske izmere kretniške zveze 8 – 9.

Izmerjeni profili	
Neobremenjen tir	Obremenjen tir
Od L34 – D34 do L41 – D41	Desni del: D33- D12
Od L33 – D33 do L1 – D1	Levi del: L32 – L12

Obdelava podatkov in analiza natančnosti

Iz odčitkov na nivelmanskih latah se je najprej izračunalo merjene višinske razlike in dolžine med posameznimi točkami (priloga 2). Ker so se višinske razlike merile v zaključenih linijah, so se pridobile možnosti izravnave merjenih višinskih razlik. Izravnava se je izvedla s programom za izravnavo višinskih mrež WinVim. Rezultati izravnave merjenih višinskih razlik na neobremenjenem tiru so zbrani v prilogi 3 in v prilogi 4 za obremenjeni tir. V preglednici 10 pa so zbrane natančnosti merjenja višinskih razlik in določitve višin točk profilov.

Preglednica št. 10: Ocena natančnosti merjenja višinskih razlik in določitve višin točk profilov po izravnavi.

Natančnost	Neobremenjen tir	Obremenjen tir
$\widehat{\sigma_0}$	0,03 mm	0,78 mm
σ_H	0,01 mm – 0,02 mm	0,09 mm – 0,24 mm

Natančnost izmere je odvisna od odstopanja pri zapiranju zaključenih nivelmanskih linij, ki je pri neobremenjenem tiru znašala 0,01 mm in 0,04 mm. Pri obremenjenem tiru je odstopanje pri zapiranju nivelmanskih linij znašalo od 0,03 mm do – 0,40 mm. Pri oceni natančnosti določitve višin točk profilov moramo upoštevati tudi natančnost postavitve nivelmanske late na sredino tira, saj točke profilov niso enolično določene po višini. Natančnost določitve višine točke profila si lahko izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{H_i} = \sqrt{\sigma_H^2 + \sigma_{H_{post}}^2}$$

Kjer so:

σ_{H_i} ... natančnost določitve višine točke profila,

σ_H ... natančnost določitve višine točk profila po izravnavi,

$\sigma_{H_{post}}$ ... natančnost postavitve nivelmanske late na sredino tira.

Ocenjujemo, da je natančnost postavljanja nivelmanske late na sredino tira 0,30 mm. Kot realno vrednost za natančnost določitve višine točk profila se je izbralo 0,24 mm (preglednica št. 6), tako je natančnost določitve višin točk profila izračunana po zgornji enačbi 0,38 mm.

Vse analize, ki so povezane z višinami točk, v tem poročil, temeljijo na primerjavi merjenih količin s projektiranimi količinami, ki predstavljajo pravo vrednost. Merjene količine (nadvišanje tirov, vzdolžni profil, višinski pomiki obremenjenega tira) so računane iz razlik merjenih višin točk profilov. Razlike višin točk profilov lahko zapišemo z enačbo:

$\Delta h_i = H_{L_i} - H_{D_i}$

Kjer so:

Δh_i ... razlika višin točk profilov (neobremenjen/obremenjen ali vzdolž tira),

H_{L_i} ... višina točke profila na levem tiru,

H_{D_i} ... višina točke profila na desnem tiru.

Natančnost razlike višin si izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{\Delta h_i} = \sqrt{\sigma_{H_{L_i}}^2 + \sigma_{H_{D_i}}^2}$$

Kjer so:

σ_{Δ_i} ...natančnost razlike višin,

$\sigma_{H_{L_i}}$...natančnost določitve višine točke na levem tiru,

$\sigma_{H_{D_i}}$... natančnost določitve višine točke na desnem tiru.

Ker je mogoče predpostaviti, da so vse višine točk profilov določene z enako natančnostjo ($\sigma_{H_{L_i}} = \sigma_{H_{D_i}} = 0{,}38\ mm$), znaša natančnost razlike višin, izračunana po zgornji enačbi, 0,54 mm. Razlike med izmerjenimi in projektiranimi količinami so statistično značilne (98,9% stopnja zaupanja), če je razlika večja od:

$\Delta = 2{,}5 \cdot \sigma_{\Delta h_i}$

Kjer je:

Δ ... razlike med izmerjeno in projektirano količino,

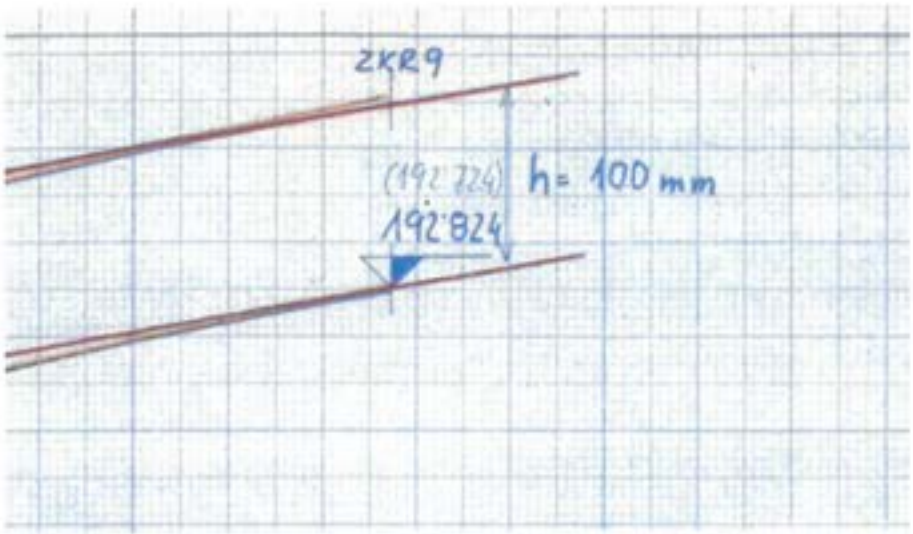
$\sigma_{\Delta h_i}$ ...natančnost izmerjenega nadvišanja.

V poročilu so vse razlike med merjenimi in projektiranimi količinami, statistično značilne, če so večje od 1,36 mm.

REZULTATI VIŠINSKE IZMERE

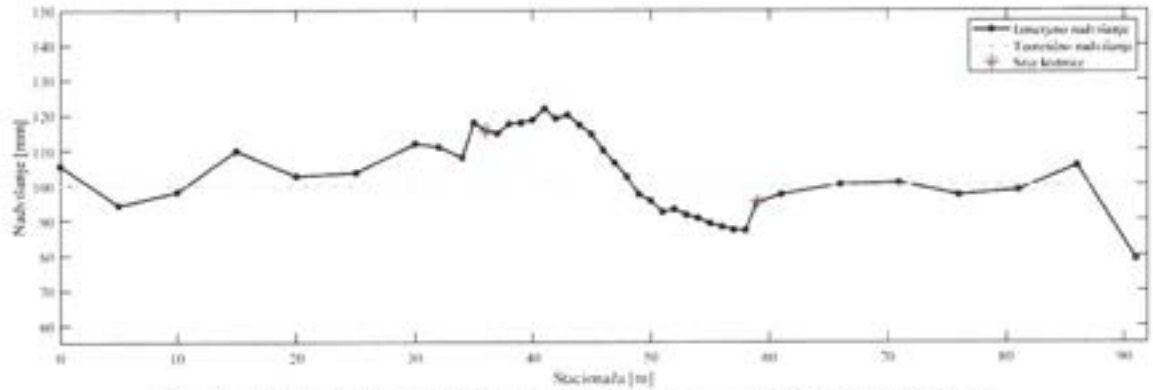
a) Analiza nadvišanja tira

Iz relativno določenih višin točk profila se je izračunalo nadvišanje tira, ki se ga je primerjalo s projektiranim nadvišanjem, ki znaša 100 mm (slika št. 34).



Slika št. 34: Projektirano nadvišanje tira (Vir: *Višinski načrt kretniške zveze 8 -9 na postaji Breg, projekt številka 2475/86, apr. 1986, list 4*)

V preglednici št. 11 so zbrane relativne višine točk profilov in izmerjeno nadvišanje (slika št. 35).



Slika št. 35: Razlike med izmerjenim in projektiranim nadvišanjem

Višina točke profila D41 je bila izmerjena na stacionaži 93,5 m, zato je popravljena glede na projektiran naklon (4.2816‰, vir: Višinski načrt kretniške zveze 8 - 9 na postaji Breg, projekt številka 2475/86, apr. 1986, list št. 4).

Preglednica št. 11: Relativne višine točk profilov in izmerjeno nadvišanje.

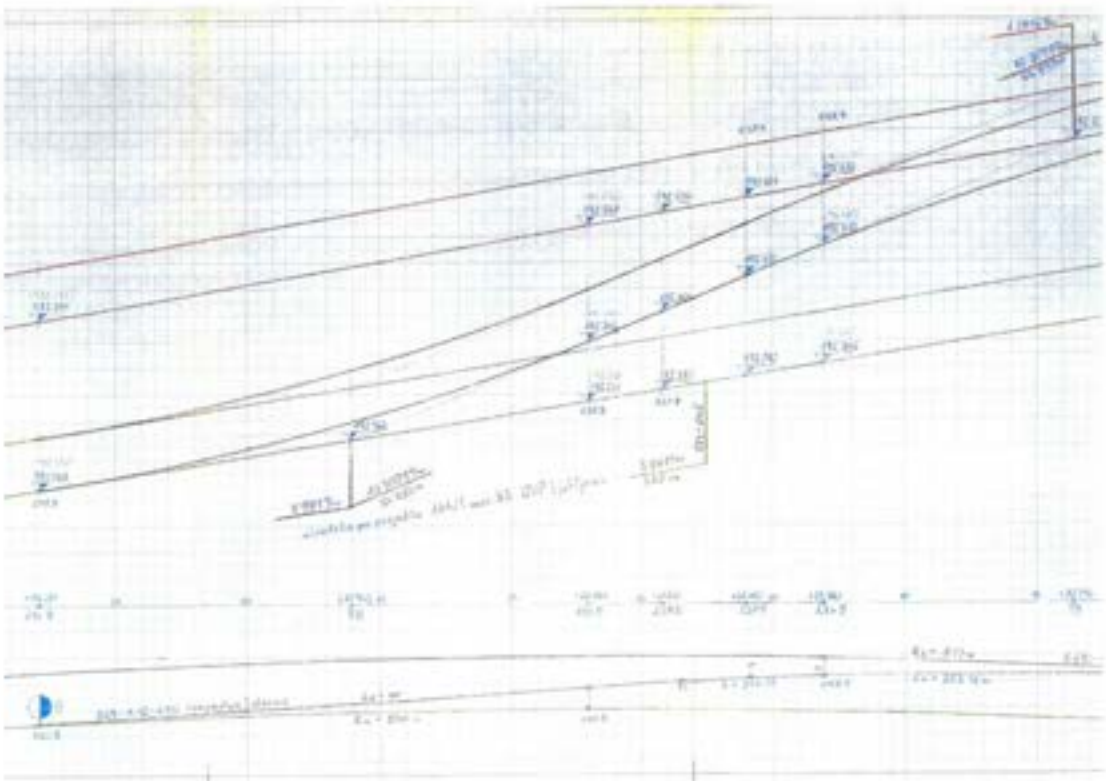
Stacionaža [m]	Številka profila	H [m]	Izmerjeno nadvišanje [mm]	$\Delta_{mer-proj}$ [mm]	Številka profila	H [m]
0	L1	9,4939	105,6	5,6	D1	9,3883
5	L2	9,5103	94,3	-5,7	D2	9,4160
10	L3	9,5280	98,1	-1,9	D3	9,4299
15	L4	9,5819	109,8	9,8	D4	9,4720
20	L5	9,6190	102,6	2,6	D5	9,5163
25	L6	9,6591	103,6	3,6	D6	9,5555
30	L7	9,7124	111,8	11,8	D7	9,6006
32	L8	9,7320	110,9	10,9	D8	9,6211
34	L9	9,7507	107,9	7,9	D9	9,6429
35	L10	9,7595	117,8	17,8	D10	9,6416
36	L11	9,7681	115,6	15,6	D11	9,6524
37	L12	9,7768	114,8	14,8	D12	9,6620
38	L13	9,7890	117,5	17,4	D13	9,6715
39	L14	9,7983	117,8	17,8	D14	9,6805
40	L15	9,8105	118,6	18,6	D15	9,6918
41	L16	9,8264	121,8	21,8	D16	9,7046
42	L17	9,8384	119,0	19,0	D17	9,7194
43	L18	9,8541	120,1	20,1	D18	9,7340
44	L19	9,8646	117,1	17,1	D19	9,7475
45	L20	9,8750	114,6	14,6	D20	9,7604
46	L21	9,8832	109,9	9,9	D21	9,7733
47	L22	9,8914	106,3	6,3	D22	9,7851
48	L23	9,8984	102,4	2,4	D23	9,7960
49	L24	9,9041	97,4	-2,6	D24	9,8068
50	L25	9,9118	95,6	-4,4	D25	9,8162
51	L26	9,9195	92,3	-7,7	D26	9,8271
52	L27	9,9306	93,1	-6,9	D27	9,8375
53	L28	9,9408	91,5	-8,5	D28	9,8493
54	L29	9,9524	90,6	-9,4	D29	9,8618
55	L30	9,9620	89,1	-10,9	D30	9,8728
56	L31	9,9715	88,1	-11,9	D31	9,8834
57	L32	9,9796	87,2	-12,8	D32	9,8924
58	L33	9,9859	87,1	-12,9	D33	9,8988
59	L34	10,0000	95,1	-4,9	D34	9,9049
61	L35	10,0199	97,3	-2,7	D35	9,9226
66	L36	10,0654	100,2	0,2	D36	9,9652
71	L37	10,1111	100,7	0,6	D37	10,0105
76	L38	10,1486	97,2	-2,8	D38	10,0513
81	L39	10,1850	98,6	-1,4	D39	10,0865
86	L40	10,2092	105,5	5,5	D40	10,1037
91	L41	10,2368	89,6	-10,4	D41	10,1472[1]

b) Vzdolžni profil tira

V preglednici št. 12 so zbrani podatki o projektiranih naklonih med profili in sprememba višine na dolžini enega metra. Projektirane razlike v vzdolžnem profilu so izračunane iz projektiranih naklonov (slika št. 36).

Preglednica št. 12: Projektirani naklon med profili.

Med profili	Projektiran naklon [‰]	Δh/m [mm]
L1 - D1 do L4 - D4	3,981	4,0
L4 – D4 do L37 – D37	10,2099	10,2
L37 – D37 do L41 – D41	4,2816	4,3



Slika št. 36: Projektirani nakloni (Vir: *Višinski načrt kretniške zveze 8 -9 na postaji Breg, projekt številka 2475/86, apr. 1986, list 4*).

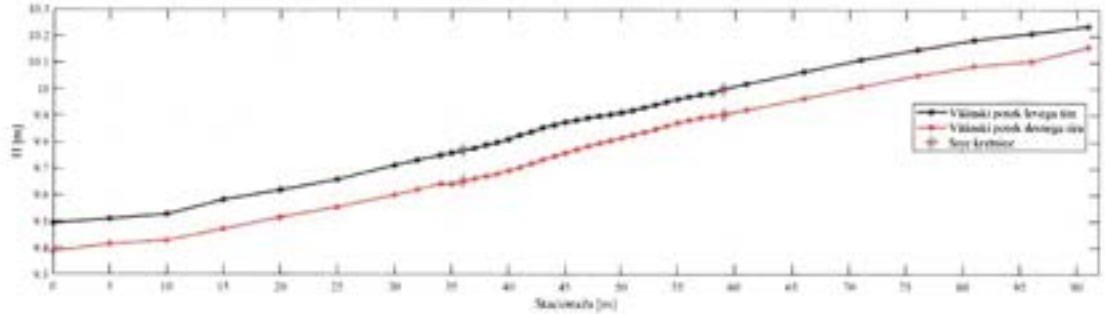
V preglednici št. 13 so prikazane razlike v vzdolžnem profilu levega in desnega tira. Razlike so računane iz višin sosednjih točk profilov. Iz preglednice št. 13 je razvidno, da so na levem tiru razlike v vzdolžnem profilu med -14,5 mm (L4 –

L5) in 16,0 mm (L37 - L38). Na desnem tiru so razlike med -12,3 mm (D5 – D6) in 22,1 mm (D40 – D41).

Preglednica št. 13: Razlike v vzdolžnem profilu tirnic (Razlike zapisane zeleno niso statistično značilne).

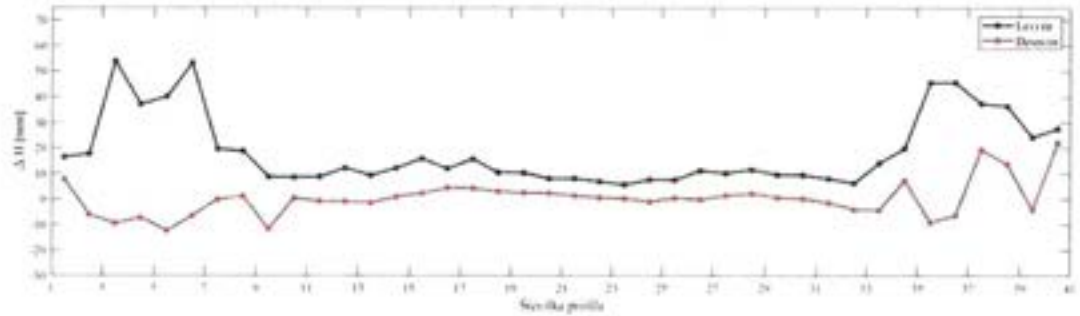
Stacionaža [m]	Številka profila	H [m]	Vzdolžni profil [mm]	$\Delta_{mer-proj}$ [mm]	Številka profila	H [m]	Vzdolžni profil [mm]	$\Delta_{mer-proj}$ [mm]
0	L1	9.4939	/	/	D1	9.3883	/	/
5	L2	9.5103	16.4	-3.5	D2	9.4160	27.7	7.8
10	L3	9.5280	17.7	-2.2	D3	9.4299	13.9	-6.0
15	L4	9.5819	53.9	2.3	D4	9.4720	42.1	-9.4
20	L5	9.6190	37.1	-14.5	D5	9.5163	44.3	-7.2
25	L6	9.6591	40.1	-11.4	D6	9.5555	39.2	-12.3
30	L7	9.7124	53.3	1.7	D7	9.6006	45.0	-6.5
32	L8	9.7320	19.6	-1.0	D8	9.6211	20.5	-0.1
34	L9	9.7507	18.8	-1.8	D9	9.6429	21.8	1.2
35	L10	9.7595	8.7	-1.6	D10	9.6416	-1.3	-11.6
36	L11	9.7681	8.6	-1.7	D11	9.6524	10.8	0.5
37	L12	9.7768	8.8	-1.5	D12	9.6620	9.6	-0.7
38	L13	9.7890	12.2	1.8	D13	9.6715	9.5	-0.8
39	L14	9.7983	9.3	-1.0	D14	9.6805	9.0	-1.3
40	L15	9.8105	12.2	1.9	D15	9.6918	11.3	1.0
41	L16	9.8264	15.9	5.6	D16	9.7046	12.7	2.4
42	L17	9.8384	12.0	1.7	D17	9.7194	14.8	4.5
43	L18	9.8541	15.7	5.4	D18	9.7340	14.6	4.3
44	L19	9.8646	10.5	0.2	D19	9.7475	13.4	3.1
45	L20	9.8750	10.4	0.1	D20	9.7604	13.0	2.6
46	L21	9.8832	8.2	-2.1	D21	9.7733	12.9	2.5
47	L22	9.8914	8.2	-2.1	D22	9.7851	11.8	1.5
48	L23	9.8984	7.0	-3.3	D23	9.7960	11.0	0.7
49	L24	9.9041	5.7	-4.6	D24	9.8068	10.7	0.4
50	L25	9.9118	7.7	-2.6	D25	9.8162	9.4	-0.9
51	L26	9.9195	7.6	-2.7	D26	9.8271	10.9	0.6
52	L27	9.9306	11.2	0.8	D27	9.8375	10.3	0.0
53	L28	9.9408	10.2	-0.1	D28	9.8493	11.8	1.5
54	L29	9.9524	11.6	1.3	D29	9.8618	12.6	2.3
55	L30	9.9620	9.6	-0.7	D30	9.8728	11.0	0.7
56	L31	9.9715	9.5	-0.8	D31	9.8834	10.6	0.3
57	L32	9.9796	8.1	-2.2	D32	9.8924	9.0	-1.3
58	L33	9.9859	6.3	-4.0	D33	9.8988	6.4	-3.9
59	L34	10.0000	14.1	3.7	D34	9.9049	6.1	-4.2
61	L35	10.0199	19.9	-0.7	D35	9.9226	17.7	7.4
66	L36	10.0654	45.6	-6.0	D36	9.9652	42.6	-8.9
71	L37	10.1111	45.7	-5.9	D37	10.0105	45.2	-6.3
76	L38	10.1486	37.4	16.0	D38	10.0513	40.9	19.5
81	L39	10.1850	36.4	15.0	D39	10.0865	35.1	13.7
86	L40	10.2092	24.2	2.8	D40	10.1037	17.3	-4.1
91	L41	10.2368	27.6	6.2	D41	10.1472	43.5	22.1

Na sliki št. 37 je grafično predstavljen višinski potek tira v vzdolžnem profilu. Iz slike je razvidno, da vzdolžna profila ne potekata »gladko«.



Slika št. 37: Višinski potek tira v vzdolžnem profilu.

Na sliki št. 38 so prikazane razlike med merjenim in projektiranim vzdolžnim profilom.



Slika št. 38: Razlike med merjenim in projektiranim vzdolžnim profilom.

c) Analiza višinskih pomikov obremenjenega tira

Da bi se ugotovila razlika višin med neobremenjenim in obremenjenim tirom, se je izvedla izmera višin tudi na obremenjenem tiru med profiloma L12 - D12 in L32 - D32 (slika 39). V preglednici 14 so zbrane relativne višine neobremenjenega in obremenjenega tira in višinski pomiki, ki so posledica obremenitve tira.



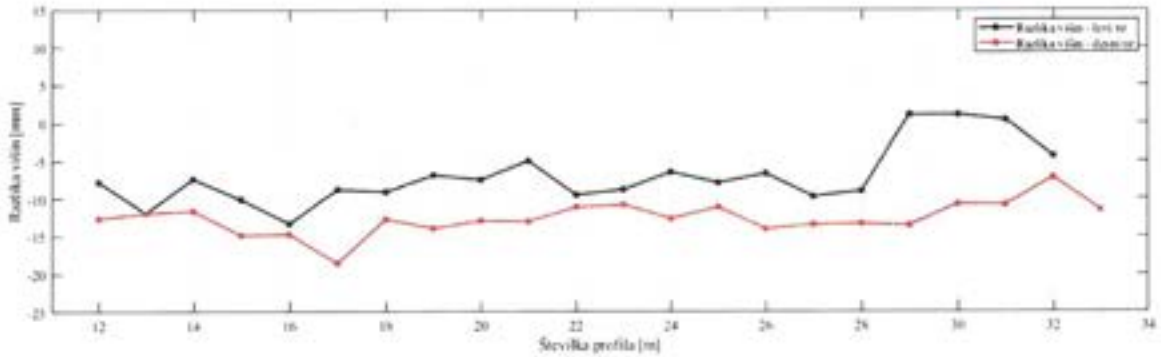
Slika št. 39: Kompozicija za obremenjevanje tira

Preglednica št. 14: Relativne višine točk neobremenjenega in obremenjenega tira (Višinski pomiki zapisani zeleno niso statistično značilni).

Številka profila	H [m]		Višinski pomik $\Delta_{obrem-neobrem}$ [mm]	Številka profila	H [m]		Višinski pomik $\Delta_{obrem-neobrem}$ [mm]	Razlika pomikov Δ_{DL-DD} [mm]
	Neobrem.	Obrem.			Neobrem.	Obrem.		
L12	9,7768	9,7690	-7,8	D12	9,6620	9,6494	-12,6	-4,8
L13	9,7890	9,7771	-11,9	D13	9,6715	9,6596	-11,9	-0,1
L14	9,7983	9,7909	-7,4	D14	9,6805	9,6689	-11,6	-4,2
L15	9,8105	9,8004	-10,1	D15	9,6918	9,6771	-14,8	-4,7
L16	9,8264	9,8131	-13,3	D16	9,7046	9,6899	-14,7	-1,4
L17	9,8384	9,8296	-8,8	D17	9,7194	9,7009	-18,5	-9,7
L18	9,8541	9,8450	-9,1	D18	9,7340	9,7213	-12,7	-3,6
L19	9,8646	9,8577	-6,9	D19	9,7475	9,7336	-13,9	-7,0
L20	9,8750	9,8675	-7,5	D20	9,7604	9,7475	-12,9	-5,4
L21	9,8832	9,8782	-5,0	D21	9,7733	9,7602	-13,0	-8,0
L22	9,8914	9,8819	-9,5	D22	9,7851	9,7740	-11,1	-1,6
L23	9,8984	9,8896	-8,8	D23	9,7960	9,7852	-10,8	-2,1
L24	9,9041	9,8976	-6,5	D24	9,8068	9,7942	-12,6	-6,1
L25	9,9118	9,9040	-7,9	D25	9,8162	9,8051	-11,1	-3,2
L26	9,9195	9,9128	-6,7	D26	9,8271	9,8131	-14,0	-7,3
L27	9,9306	9,9209	-9,7	D27	9,8375	9,8240	-13,4	-3,7
L28	9,9408	9,9318	-9,0	D28	9,8493	9,8359	-13,3	-4,4
L29	9,9524	9,9536	1,1	D29	9,8618	9,8483	-13,5	-14,6
L30	9,9620	9,9631	1,1	D30	9,8728	9,8621	-10,7	-11,8
L31	9,9715	9,9719	0,4	D31	9,8834	9,8726	-10,8	-11,2
L32	9,9796	9,9752	-4,4	D32	9,8924	9,8852	-7,2	-2,8
L33	9,9859	/	/	D33	9,8988	9,8934	-11,5	-11,5

Iz preglednice št. 14 je razvidno, da so vse razlike višin statistično značilne, saj so večje od 1.36 mm, razen na točkah profila med L29 in L31. Razlike višin

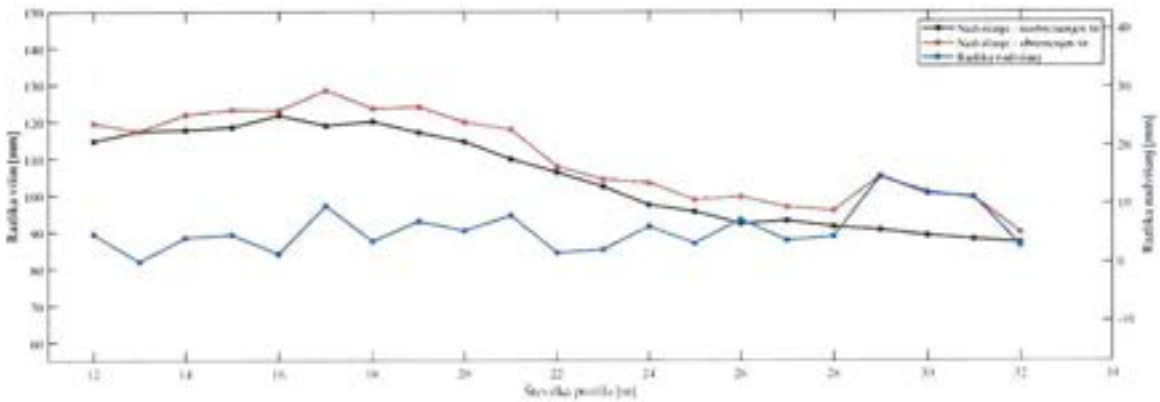
značajo med -13,3 mm (L16) in 1,1 mm (L29) na levem tiru in med -18,5 mm (D17) in -7,2 mm (D32) na desnem tiru. Iz rezultatov je razvidno, da so v splošnem razlike višin točk profilov večje na desnem nižjem tiru (med -14,6 na profilu L29 – D29 in -0,1 na profilu L13 – D13). Na sliki št. 40 so prikazane razlike med neobremenjenim in obremenjenim tirom.



Slika št. 40: Razlike višin neobremenjenega in obremenjenega tira

d) Analiza razlik nadvišanja obremenjenega in neobremenjenega tira

Na sliki št. 41 so prikazana nadvišanja obremenjenega in neobremenjenega tira in razlike nadvišanj med obremenjenim in neobremenjenim tirom.



Slika št. 41 : Nadvišanje obremenjenega in neobremenjenega tira in razlike v nadvišanju

V preglednici št. 15 so zbrani podatki o nadvišanju neobremenjenega in obremenjenega tira in razlike med nadvišanji.

Preglednica št. 15: Nadvišanje neobremenjenega in obremenjenega tira in razlika nadvišanj (Razlike v nadvišanju zapisano zeleno niso statistično značilne).

Številka profila	H [m]		Številka profila	H [m]		Nadvišanje [mm]		
	Neobrem.	Obrem.		Neobrem.	Obrem.	Neobrem.	Obrem.	$\Delta_{obrem.-neobrem.}$ [mm]
L12	9.77684	9.76904	D12	9.66204	9.64941	114.8	119.6	4.8
L13	9.78899	9.77713	D13	9.67154	9.65961	117.5	117.5	0.1
L14	9.79828	9.79091	D14	9.6805	9.66891	117.8	122.0	4.2
L15	9.81046	9.80039	D15	9.69183	9.67707	118.6	123.3	4.7
L16	9.82637	9.81308	D16	9.70456	9.68991	121.8	123.2	1.4
L17	9.83839	9.82958	D17	9.71941	9.70089	119.0	128.7	9.7
L18	9.85408	9.84497	D18	9.73401	9.72129	120.1	123.7	3.6
L19	9.8646	9.85769	D19	9.74745	9.73357	117.1	124.1	7.0
L20	9.87499	9.86747	D20	9.7604	9.74753	114.6	119.9	5.4
L21	9.88319	9.87816	D21	9.77325	9.76021	109.9	117.9	8.0
L22	9.89136	9.88186	D22	9.78505	9.77398	106.3	107.9	1.6
L23	9.8984	9.88964	D23	9.79604	9.78522	102.4	104.4	2.1
L24	9.90413	9.8976	D24	9.80678	9.79417	97.4	103.4	6.1
L25	9.91182	9.90395	D25	9.81621	9.80512	95.6	98.8	3.2
L26	9.91945	9.91277	D26	9.82713	9.81311	92.3	99.7	7.3
L27	9.9306	9.92089	D27	9.83747	9.82402	93.1	96.9	3.7
L28	9.9408	9.93183	D28	9.84926	9.83592	91.5	95.9	4.4
L29	9.95241	9.95356	D29	9.86184	9.84834	90.6	105.2	14.6
L30	9.96198	9.96307	D30	9.87284	9.86209	89.1	101.0	11.8
L31	9.97151	9.97191	D31	9.8834	9.87255	88.1	99.4	11.2
L32	9.97963	9.97522	D32	9.8924	9.88521	87.2	90.0	2.8

Iz preglednice št. 15 je razvidno, da se nadvišanje med obremenitvijo poveča med 0,1 mm (profil L13 – D13) in 14,6 mm (profil L29 – D29).

4.1 Analiza vlog in odgovornosti vpletenih oseb in subjektov

V vlaku št. 40851 je 16. vagon iztiril pri srcu kretnice št. 9 postaje Breg, ki je od prometnega urada oddaljena cca 400 m. Prometnik postaje Breg iztirjenja osi zaradi nočnega časa ter zaradi deževnega vremena ni mogel opaziti, varnostna naprava pa med vožnjo vlaka po iztirjenju prav tako ni zaznala nikakršne nepravilnosti.

Dolžina vlaka št. 40851 je bila skupaj z lokomotivo 524 m. Iztirjena os je bila od čela lokomotive oddaljena 417 m.

Glede na dejstvo, da se je nesreča pripetila v nočnem času in deževnem vremenu, strojevodja med vožnjo vlaka ni mogel opaziti iztirjene osi. Za vlako vlaka z iztirjeno osjo, strojevodja ni potreboval bistveno večje vlečne sile, kot bi

jo potreboval, če os ne bi bila iztirjena. Tudi strojevodja vlaka, tako kot prometnik postaje Breg, ni imel nobene možnosti, da bi med vožnjo opazil iztirjeno os pri vlaku.

Vlak se je samodejno ustavil v postaji Zidani Most na tiru št. 203 zaradi uhajanja zraka iz zlomljene cevi glavnega zračnega voda pred sklepno pipo 15. vagona.

4.2 Analiza tehničnih sredstev ter železniških vozil

Iz rezultatov meritev horizontalnega poteka kretniške zveze je razvidno, da je na celotni kretniški zvezi prisotna deformacija horizontalne geometrije. Vrednosti odstopanj se do sredine kretniške zveze povečujejo in nato v drugem delu zmanjšujejo. Dejanska oblika kretniške zveze je bila v času nesreče je bila v krivulji z obliko črke S, morala pa bi biti 45 m v premi in nato v dveh krogovih lokih. Največje odstopanje je v točki D18 (stacionaža 43 m),. Območje z največjimi odstopanji, ki znaša skoraj 40 cm, je med srcema kretnic 8 in 9. Iz razporeditve velikosti odstopanj in dejanske oblike kretniške zveze je moč sklepati, da je najverjetneje glavni razlog za nastalo deformacijo narivanje kretnic iz obeh smeri.

Na iztirjenem podstavnem vozičku vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1 so bile zabeležene poškodbe:

- na vseh 4. kolesih podstavnega vozička so bili obtolčeni venci in tekalne površine monoblokov;
- na vseh monoblokih so bile sledi drsanja bočne strani po tirnicah;
- na tekalni površini desnega monobloka prve osi je vstružen utor po celotnem obodu kolesa;
- poškodovan je prvi podstavni voziček v smeri vožnje vlaka;
- deformiran je bil desni čevelj zavornjaka zavornega trikota prve osi;
- polomljeni so bili zavornjaki obeh osi;
- na vrhnjem robu skodele kraljevega čepa, na prednji strani v smeri vožnje vagona je bil bakelitni vložek natrgan;
- spenjača vagona.

Po analizi poškodb je mogoče z gotovostjo sklepati, da so vse poškodbe na iztirjenem podstavnem vozičku nastale med vožnjo vagona od iztirjenja na kretniški zvezi do zaustavitve v postaji Zidani Most. Najizrazitejše poškodbe so

nastale med vožnjo iztirjenega podstavnega vozička preko kretnic št. 1 in 5 v postaji Zidani Most, kjer so zaradi preskakovanja tirnic na teh dveh kretnicah nastajali izjemni negativni pospeški. Na področju kretnic št. 1 in 5 postaje Zidani Most so se nahajali vsi odpadli elementi iz iztirjenega podstavnega vozička, polomljeni zavornjaki, zavorni čevelj ter sorniki zavornega čevlja in nosilca zavornega trikota.

Z veliko gotovostjo je mogoče trditi, da je bila dinamika vožnje iztirjenega vagona preko kretnic št. 1 in 5 vzrok za premaknitev tovora v obeh zamenljivih zabojnikih naloženih na iztirjenem vagonu.

4.3 Analiza vpliva človeškega faktorja

Med preiskovalnimi postopki je bil analiziran tudi vpliv človeškega faktorja na vzroke za nesrečo. Med analiziranjem vpliva je bilo ugotovljeno, da tveganje zaradi neprimerne infrastrukture, ki je bila osnovni vzrok za naplezanje levega kolesa, druge osi, prvega podstavnega vozička, 16. vagona v vlaku št. 40851, na levo tirnico kretniške zveze kretnic št. 8 in 9 postaje Breg, dne 06.11.2019, ni bilo zadostno izpostavljeno, kljub dejstvu, da je bilo že pred časom ugotovljeno, da se kretniška zveza stiska.

4.4 Analiza nadzora ter analiza postopkov o spremljanju in obvladovanju tveganj

Nadzor posameznih komponent infrastrukture se izvaja v časovno enakih intervalih.

Tveganja se z daljšanjem časovne komponente posameznega sredstva v eksploataciji povečuje. Nadzor je zato potrebno temu primerno prilagajati, opravljati ga je potrebno v časovno krajših presledkih. Za vsako posamezno komponento je potrebno izdelati postopke o spremljanju in nadzorovanju tveganja, le na tak način je mogoče doseči kakovostnejše obvladovanje tveganja.

4.5 Podobni dogodki v preteklosti

Iztirjenj osi zaradi naplezanja kolesa na zveznem tiru kretnic med vožnjo vlakov, na železniškem omrežju Slovenskih železnic, v zadnjem 10-letnem obdobju ni evidentiranih.

V obdobju zadnjih deset let je bilo evidentiranih več iztirjen zaradi naplezanja koles na ostrice kretnic:

- dne 26.01.2012 je ob 14.34 uri, na kretnici št. 1 (ena) postaje Rimske Toplice, v km 509.352,5, med uvažanjem na tir št. 2, iztirila vlakovna lokomotiva 363-002, mednarodnega tovornega vlaka št. 45512 s prvo osjo, zaradi naplezanja sledilnega venca na levo ostrico kretnice;
- dne 20.09.2018 je ob 13.58 uri, na kretnici št. 49, v km 679.987,7 postaje Sežana, med uvažanjem tovornega vlaka št. 93724, na tir št. 14, naplezal sledilni venec prvega levega kolesa vlakovne lokomotive št. 363-031, na desno, odklonsko ostrico zaradi česar je iztiril prvi podstavni voziček v smeri vožnje vlaka;
- dne 06.08.2019 je ob 10.05 uri, mednarodni potniški vlak št. 247, na kretnici št. 1 postaje Rimske Toplice, med uvažanjem na tir št. 3, iztiril z zadnjo osjo drugega podstavnega vozička, prvega vagona Ddmee št. 51 55 949 1101-5, zaradi naplezanja na levo odklonsko ostrico kretnice;
- dne 14.08.2019 je ob 17.18 uri, mednarodni tovorni vlak št. 41914 na kretnici št. 1 postaje Rimske Toplice, med uvažanjem na tir št. 2, iztiril s prvo osjo vlakovne lokomotive št. 363-013, zaradi naplezanja na levo odklonsko ostrico kretnice.

5 SKLEPI

Po opravljenih analizah:

- področja naplezanja levega kolesa, druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona, Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, na levo tirnico kretniške zveze kretnic št. 8 in 9, v smeri vožnje vlaka št. 40851, med izvažanjem iz tira št. 2 postaje Breg; - pregleda in izmer osi ter koles prvega podstavnega vozička;
- vpetja podstavnega vozička na ohišje vagona;
- zavarovanja tovora pred premaknitvijo v zamenljivih zabojnikih – kontejnerjih na iztirjenem vagonu;
- naloženega naklada v zamenljivih zabojnikih - kontejnerjih na iztirjenem vagonu ter
- geodetskih meritev kretniške zveze kretnic št. 8 in 9 postaje Breg,

je mogoče z gotovostjo trditi, da so vzroki, ki bi nakazovali na kakršnokoli nepravilnost na vagonu povsem izključeni.

Iz sledi naplezanja in iztirjenja levega kolesa druge osi prvega podstavnega vozička 16. vagona, na levo tirnico, ki so se na glavi leve tirnice začrtale 4,2 m pred srcem kretnice št. 9, na desni pa 1,6 m pred sledilno tirnico, je nedvoumno razvidno, da je levo kolo naplezalo na glavo leve tirnice med trenjem kolesnega venca levega kolesa od desni rob glave leve tirnice.

5.1 Vzroki dogodka

Neposredni vzrok za naplezanje levega kolesa, druge osi prvega podstavnega vozička vagona Sggmrs št. 37 80 495 2537-1, na levo tirnico kretniške zveze kretnic št. 8 in 9, v smeri vožnje vlaka št. 40851, med izvažanjem iz tira št. 2 postaje Breg, je deformacija horizontalne geometrije na celotni dolžini zveznega tira, ki je posledica stiskanja tirne zveze zaradi narivanja kretnic št. 8 in 9 iz nasprotnih smeri.

Posredni vzrok za iztirjenje pa je tudi slabo stanje in obrabljenost tirnic zveznega tira. Na tirnicah je odtisnjen proizvajalec, mesec in leto izdelave ter vrsta tirnice, na levi tirnici: »ZENICA IX 62-M-49« ter na desni tirnici: »ZENICA IV 63-M-49«, kar pomeni, da sta bili tirnici v času nesreče stari že preko 55 let, tirnici pa sta imeli na vrhu glave tudi stranski zob.

5.2 Ukrepi sprejeti po nastanku dogodka

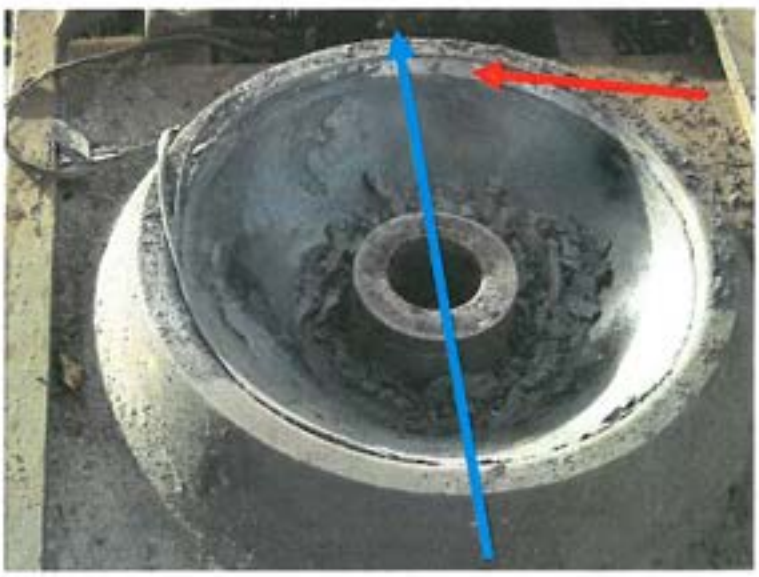
Neposredno po nastanku nesreče je preiskovalni organ za preiskovanje železniških nesreč in incidentov zaradi tveganja ponovitve nesreče predlagal prvi ukrep:

zaradi morebitnih odstopanj trenutnega stanja od parametrov proge po projektni dokumentaciji, predstavljajo vožnje železniških vozil preko kretniške zveze kretnic št. 8 in 9 postaje Breg, tveganje za iztirjenje. Priporoča se, da se do analize tveganega področja, po izvedbi geodetskih meritev, vožnje, s tirnimi vozili preko področja kretniške zveze kretnic št. 8 in 9 postaje Breg, ne izvajajo.

5.3 Dodatne ugotovitve

Med preiskovalnim postopkom se je ugotavljala tudi obraba bakelitnega vložka skodele kraljevega čepa na iztirjenem podstavnem vozičku ter obraba oblog drsnih stranskih elementov podstavnega vozička.

Bakelitni vložek je bil natrgan na zgornjem robu skodele v smeri vožnje vagona nekoliko bolj na desno, kar je posledica vožnje podstavnega vozička z iztirjeno drugo osjo, ki je potovala z levim kolesom ob zunanji strani leve tirnice, z desnim kolesom pa ob notranji strani desne tirnice levega tira, med postajama Breg in Zidani Most.



Slika št. 42: Modra puščica prikazuje smer vožnje iztirjenega podstavnega vozička, rdeča pa mesto natrganja roba bakelitnega vložka skodele kraljevega čepa

6 VARNOSTNA PRIPOROČILA

V izogib podobnim nesrečam v prihodnje se izdajajo naslednja priporočila:

1. upravljavcu železniške infrastruktura, SŽ-Infrastruktura, d.o.o.:
   - izvesti je potrebno investicijska vzdrževalna dela na zveznem tiru kretnic št. 8 in 9 postaje Breg;
   - izdelati je potrebno listo varnostno kritičnih področij javne železniške infrastrukture na katerih obstaja tveganje za iztirjenje železniških vozil, z oceno tveganja ter programom monitoringa in ciklom investicijskega vzdrževanja;
2. za pošiljatelja pošiljke se priporoča:
   - upoštevati je potrebno določila smernic nakladanja tovora v zamenljive zabojnike, naklad v kontejnerjih na iztirjenem vagonu ni bil primerno zavarovan zoper vzdolžne in prečne premike, med nakladalno površino kontejnerja (podom) in naloženimi lesenimi zaboji je nakladalec namestil PVC folijo, ki povečuje drsnost med tovorom in podom kontejnerja.

7 LITERATURA

Zakon o varnosti v železniškem prometu (uradno prečiščeno besedilo) (ZVZelP-UPB1), Uradni list RS, št. 30/2018 z dne 16.04.2018;

Prometni pravilnik, Uradni list RS št. 50/2011 z dne 27.06.2011;

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Prometnega pravilnika, Uradni list RS, št. 21/2014 z dne 28. 3. 2014;

Signalni pravilnik, Uradni list RS št. 123/2007 z dne 28.12.2007;

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Signalnega pravilnika, Uradni list RS, št. 18/2011 z dne 15. 3. 2011;

Pravilnik o spremembi Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Signalnega pravilnika, Uradni list RS, št. 48/2011 z dne 24. 6. 2011;

Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog, Uradni list RS, št. 92/10 z dne 19. 11. 2010;

Pravilnik o spremembi Pravilnika o zgornjem ustroju železniških prog, Uradni list RS, št. 38/16 z dne 27. 5. 2016;

Pravilnik o zavorah, varnostnih napravah in opremi železniških vozil, Uradni list RS, št. 122/2007 z dne 28.12.2007;

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o zavorah, varnostnih napravah in opremi železniških vozil, Uradni list RS, št. 30/2009 z dne 17.04.2009;

Navodilo za ravnanje z merilniki hitrosti 202.03 z dne 14.12.2008;

Smernice za nakladanje, Kodeks za nakladanje in zavarovanje tovora na vagonih v železniškem tovornem prometu, Zvezek 2, Blago 0800.13, Verzija 01.04.2019, 3. Izdaja;

Postajni poslovni red I. del postaje Breg z dne 20.03.2017;

Postajni poslovni red I. del postaje Zidani Most z dne 15.04.2017;

Postajni poslovni red II. del postaje Breg z dne 01.04.2019.



Glavni preiskovalec železniških nesreč in incidentov:
mag. Daniel Lenart, sekretar