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: 375-13/2019/9
Sig. znak: 00221736

KONČNO POROČILO O PREISKAVI NESREČE V ŽELEZNIŠKEM PROMETU – IZTIRJENJE MEDNARODNEGA TOVORNEGA VLAKA ŠT: 47882, NA KRETNICI ŠT. 1 POSTAJE HRASTOVLJE, DNE 25.06.2019, OB 14.40 URI



LJUBLJANA, 15.04.2020

KAZALO

1 POVZETEK 2
1.1. Končno poročilo o nesreči ali incidentu s priporočili prejmejo 4
2 PREISKAVA IN NJENO OZADJE 5
2.1 Odločitev o uvedbi preiskave 6
2.2 Motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka 7
2.3 Obseg in omejitve preiskave vključno z utemeljitvami 8
2.4 Tehnične zmogljivosti preiskovalcev, ki so sodelovalni pri preiskavi 9
2.5 Sodelovanje drugih preiskovalnih organov ali zunanjih organizacij 9
2.6 Postopek komuniciranja in posvetovanja z organizacijami, ki so sodelovale pri preiskavi ter način izmenjave podatkov 9
2.7 Sodelovanje s vpletenimi subjekti 9
2.8 Uporabljene preiskovalne metode, tehnike in analize 10
2.9 Dokazana dejstva med preiskovalnim postopkom 11
2.10 Nepredvidljivosti in izzivi, ki so se pojavili med preiskavo 12
2.11 Interakcija z organi pregona in pravosodnimi organi med preiskovalnim postopkom 15
2.12 Vse druge pomembne informacije med preiskovalnim postopkom 15
3 OPIS DOGODKA 18
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 25
3.7 Opis vlakov in njihove sestave 25
3.8 Opis komponent infrastrukture in signalnovarnostnega sistema 27
3.9 Vsi drugi podatki, ki so pomembni za opis vzrokov dogodka in ozadja 31
3.9.1 Zaporedje dogodkov, do nastanka nesreče ali incidenta 32
3.9.2 Zaporedje dogodkov, od nastanka pa do zaključka dela reševalnih služb 36
4 ANALIZA DOGODKA PO POSAMEZNIH ELEMENTIH OZIROMA KOMPONENTAH 38
4.1 Analiza vlog in odgovornosti vpletenih oseb in subjektov 72
4.2 Analiza tehničnih sredstev ter železniških vozil 72
4.3 Analiza vpliva človeškega faktorja 73
4.4 Analiza nadzora ter analiza postopkov o spremljanju in obvladovanju tveganj 73
4.5 Podobni dogodki v preteklosti 73
5 SKLEPI 74
5.1 Vzroki dogodka 74
5.2 Ukrepi sprejeti po nastanku dogodka 75
5.3 Dodatne ugotovitve 75
6 VARNOSTNA PRIPOROČILA 77
7 LITERATURA 78

1 POVZETEK

Dne 25.06.2019 se je ob 11:42 uri, med uvozom mednarodnega tovornega vlaka št. 47913, prevoznika Adria Transport, d.o.o., na tir št. 2 postaje Hrastovlje, zlomila desna ostrica kretnice št. 1. Ostrica se je zlomila 7,16 m od vrha, med kretniškima pragovoma.

Vlak št. 47913 je vozil iz smeri Divača v smeri postaje Koper Tovorna. V postaji Hrastovlje je imel vlak odrejeno križanje z nasprotnim vlakom št. 42024. Po uvozu vlaka št. 47913, ob 11:42 uri, na tir št. 2 postaje Hrastovlje, so vlaki št. 53211, 48402, 48441, 97066, 47901, 97068, 45089, 47912 in 53210, do 14:39 ure, vozili preko kretnice št. 1 v premo, saj so v tem časovnem obdobju vlaki vozili le po tiru št. 1.

Kadar vlaki v postaji Hrastovlje vozijo po tiru št. 1, vozijo po kretnici št. 1 po levi ostrici, kadar pa vlaki vozijo po tiru št. 2, pa vozijo po tej kretnici po desni ostrici.

Vlak št. 47882, prevoznika Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., ki je vozil iz smeri postaje Koper Tovorna, je v postajo Hrastovlje uvozil na tir št. 2, zaradi odrejenega križanja z nasproti vozečim vlakom št. 53210. Po izvršenem križanju, je vlak št. 47882 pričel z vožnjo iz tira št. 2, v smeri Divače, ob 14:37 uri. Med vožnjo vlaka v odklon, po zlomljeni desni ostrici kretnice št. 1, se je v točki preloma, zlomljeni del ostrice, zaradi fizikalnih zakonitosti med kotaljenjem koles prvih 5 vagonov po tirnici, odmikal od dela ostrice, ki je privarjen na srce kretnice. Med vožnjo prvega podstavnega vozička, 5. vagona v vlaku preko točke zloma se je zlomljeni del ostrice pričel zvračati na bok, kar je povzročilo zbitje ostrice iz ležišča na zunanjo levo stran proge, posledica česar je bilo iztirjenje prvega podstavnega vozička 6. vagona ter nato še naslednjih 5. vagonov v vlaku.

Med vožnjo vlaka v času iztirjanja vagonov na kretnici št. 1, se je med 5. in 6. vagonom strgala spenjača 5. vagona. Po strganju sta se med vagonoma razpeli gumijasti cevi glavnega zračnega voda, zaradi česar se je glavni zračni vod vlaka izpraznil, kar je povzročilo prisilno zaviranje vseh vozil v vlaku in posledično ustavitev v predoru Dol, s čelom vlaka, v km 13.758.

V vlaku št. 40882, so iztirili vagoni, ki so bili v vlak uvrščeni kot 6., 7., 8., 9., 10. in 11., od čela proti sklepu vlaka.

Vzroki:

Neposredni vzrok za nesrečo je vožnja vlaka št. 40882, dne 25.6.2019 ob 14.40 uri, po desni zlomljeni ostrici kretnice št. 1 v odklon, med izvažanjem iz tira št. 2 postaje Hrastovlje, v smeri postaje Divača.

Vzrok za zlom desne ostrice med vožnjo vlaka št. 47913 proti ostrici v odklon med uvažanjem na tir št. 2, dne 25.6.2019 ob 11.44 uri, je premajhna togost podpor ostrice (pragov), ki je omogočila večje posedanja ostrice, zaradi česar je prišlo do preloma. Ker na kretnici št. 1 ni bila zagotovljena stabilnost gramozne grede in spodnjega ustroja je bilo posedanje v posameznih točkah ostrice preveliko, zaradi česar so se v ostrici tvorile mikrorazpoke, ki so napredovale do točke hipnega preloma.

Posledice:

Posledica zloma desne ostrice je iztirjenje šestih vagonov – cistern, vlaka št. 40882, od katerih se je na eni, ob drsenju po obodu predora prebil plašč rezervoarja. V zemljino predora je izteklo 7611 l vnetljive tekočine, letalskega goriva – kerozina. Iztekla tekočina je predstavljala veliko nevarnost za okolje, saj se področje nesreče nahaja na območju zajetja pitne vode za področje primorsko obalne regije.

Priporočila:

V izogib podobnim nesrečam v prihodnje se upravljavcu javne železniške infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o. izdajajo naslednja priporočila:

1. izdelati listo kretnic po izpostavljenosti tveganju in temu primerno prilagoditi cikel monitoringa, ki mora biti v odvisnosti od starosti kretnice in njene obremenitve (starejša kot je kretnica ter bolj kot je obremenjena, pogostejši morajo biti pregledi);
2. cikel vzdrževanja kretnice je potrebno prilagoditi starosti in obremenitvi kretnice, (starejša kot je kretnica ter bolj kot je obremenjena, pogostejši morajo biti vzdrževalni cikli), pogosteje se mora izvajati regulacija in menjava izrabljenih delov, npr. pragov, drsnih plošč, pritrdilnega materiala, ipd;
3. obod predora je potrebno obdelati tako, da bo površina gladka, brez ostrih robov in izstopajočega skalovja.

1.1. Končno poročilo o nesreči ali incidentu s priporočili prejmejo

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

SŽ – Tovorni promet d.o.o.
Kolodvorska ulica 11
1000 Ljubljana

Adria Transport, organizacija za izvajanje železniških prevozov, d.o.o.
Vojkovo nabrežje 38
6000 Koper

SŽ – VIT, d.o.o.
Zaloška 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

Dne 25.06.2019 se je ob 11:42 uri med uvozom mednarodnega tovornega vlaka št. 47913, na tir št. 2 postaje Hrastovlje, zlomila desna odklonska ostrica kretnice št. 1. Ostrica se je zlomila med dvema kretniškima pragovoma, 7,16 m od vrha ostrice. Vlak št. 47913 je vozil iz smeri Divača v smeri postaje Koper Tovorna. Na tir št. 2 je uvozil zaradi odrejenega križanja z nasproti-vozečim vlakom št. 53211. Po uvozu vlaka št. 47913, ob 11:42 uri, na tir št. 2 postaje Hrastovlje, so vsi naslednji vlaki, vse do 14:39 ure, vozili preko kretnice št. 1 v premo, saj so v tem časovnem obdobju vozili le po tiru št. 1. Kadar vlaki vozijo po kretnici št. 1 postaje Hrastovlje v premo, vozijo po levi ostrici za vožnjo v premo.

Ob 14.35 uri je vlak št. 47882, ki je vozil iz smeri postaje Koper Tovorna uvozil na tir št. 2 postaje Hrastovlje, zaradi odrejenega križanja z nasproti vozečim vlakom št. 53210, ki je prevozil postajo Hrastovlje po tiru št. 1 ob 14.38 uri. Po izvršenem križanju, je vlak št. 47882 pričel z vožnjo iz tira št. 2, v smeri Divače, ob 14:39 uri. Med vožnjo vlaka v odklon po kretnici št. 1, iz tira št. 2, v smeri postaje Divača, se je odlomljeni del desne ostrice, v točki preloma, med kotaljenjem koles po glavi ostrice, odrival od dela ostrice, ki je privarjen na srce kretnice. Med vožnjo prvega podstavnega vozička, 5. vagona v vlaku preko točke zloma se je zlomljeni del ostrice pričel zvračati na bok, kar je povzročilo zbitje ostrice iz ležišča na zunanjo levo stran proge, posledica česar je bilo iztirjenje prvega podstavnega vozička 6. vagona ter nato še naslednjih 5. vagonov v vlaku.

Vzrok za preiskavo iztirjenja 6. vagona Zans št. 37 84 7836 253-6 v vlaku št. 47882 ter posledično nato še 5. vagonov, gledano od čela proti sklepu vlaka, dne 25.06.2019, ob 14.40 uri, je bila povzročena večje materialne škode, ki je nastala zaradi posledic iztirjenja na infrastrukturi, na vagonih in v okolju. Zaradi iztekanja kerozina iz prebitega plašča cisterne je bila velika nevarnost okoljskega onesnaženja večjih razsežnosti, saj je večja količina kerozina iztekla v zemljino, v neposredni bližini izvira reke Rižana, ki je glavni vir pitne vode za

prebivalce Slovenske Istre. Vzrok za vpeljavo preiskovalnega postopka je bil tudi, vpletenost iztirjenega vagona v lastništvu podjetja iz tujine.



Slika št. 1: Rdeča puščica označuje vožnjo mednarodnega tovornega vlaka št. 47882 po tiru št. 2 postaje Hrastovlje v smeri postaje Divača

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. 47882 na kretnici št. 1 postaje Hrastovlje, dne 25.06.2019, 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 promet med vožnjo vlakov preko kretnice št. 1 postaje Hrastovlje.

Postaja Hrastovlje je vmesna postaja, na glavni enotirni elektrificirani progi št. 62 Cepišče Prešnica – Luka Koper.

Proga št. 62 se v postaji Divača priključuje na 5. pan-evropski koridor Lizbona (Portugalska) – Barcelona (Španija) – Benetke (Italija) – Trst (Italija) – Kopar (Slovenija) – Divača (Slovenija), Ljubljana (Slovenija) – Maribor (Slovenija) – Budimpešta (Madarska) – Užgorod (Ukrajina) – Lviv (Ukrajina) – Kijev (Ukrajina), v postaji Ljubljana pa na pan-evropski koridor št. 10 München (Nemčija) - Salzburg (Avstrija) - Ljubljana (Slovenija) - Zagreb (Hrvaška) -

Beograd (Srbija) – Carigrad (Turčija) - Niš (Srbija) - Skopje (Makedonija) - Veles (Makedonija) - Solun (Grčija).

Postaja Hrastovlje je vmesna postaja na progi št. 62, ki je edina železniška povezava za edino pomorsko luko R Slovenije, ki ima izjemen gospodarski pomen za celotno državo in regije, ki se oskrbujejo preko pristanišča.

Na progi tako pomembne povezave je varnost še posebej pomembna, saj se s tem zagotavlja nemoten pretok blaga, hkrati pa se z zagotavljanjem varnosti in rednosti v železniškem prometu krepi zaupanje do uporabnikov.

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 za razvoj slovenskega železniškega omrežja

2.2 Motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka

Pretok blaga in potnikov se v zadnjih letih tako na 5. kot 10. pan-evropskem koridorju, iz leta v leto povečuje. Koridorja se skoraj na celotni trasi soočata s slabo infrastrukturo.

Zaradi nenehnega povečevanja pretovora blaga v Luki Koper, ki v zadnjem 10 letnem obdobju beleži intenzivno letno rast, je proga št. 62 izjemno obremenjena.

Osnovni motiv za vpeljavo preiskovalnega postopka preiskave nesreče je s priporočili vplivati na kakovostnejše spremljanje varnostno kritičnih območij javne železniške infrastrukture na katerih obstaja povečano tveganje za iztirjenje železniških vozil. Prepričani smo lahko, da bi se z izdelavo kakovostne ocene tveganja ter programom monitoringa, cikel investicijskega vzdrževanja na območjih kjer je tveganje povečano, skrajšal. Na tak način bi se zagotovila večje varnost in zmanjšalo tveganje.



Slika št. 3: Rdeča puščica prikazuje smer vožnje vlaka, modra levo ostrico v smeri vožnje vlaka, zelena pa desno osnovno tirnico v smeri vožnje vlaka

2.3 Obseg in omejitve preiskave vključno z utemeljitvami

Med preiskavo nesreče so bili preiskovalni postopki usmerjeni v preiskavo vzroka iztirjenja vagona ter vzroka za zlom leve ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje. Med preiskavo se je ugotavljala masa tovora v naloženih cisternah, morebitne tehnične napake na prvem iztirjenem vagonu, monitoring kretnice št. 1 ter obseg vzdrževalnih del na kretnici št. 1.

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, vzporedno se je opravil komisijski pregled skladnosti naloženega tovora s smernicami o nakladanju, v vseh naloženih vagonih cisternah, v vlaku. V nadaljevanju se je izvedla analiza zapisa vožnje vlakovne lokomotive 541-001 in doprege št. 541-103, vlaka št. 47882, pregled video posnetka kretniškega področja na stani »A« postaje Hrastovlje, ter analiza zloma desne ostrice kretnice.

Merilne naprave izvajalcev meritev ter programsko opremo za analizo zapisa vožnje vlaka, je preiskovalni organ pridobil pri licenciranih organizacijah, SŽ – VIT, d.o.o., in na Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije Ljubljana.

2.5 Sodelovanje drugih preiskovalnih organov ali zunanjih organizacij

Pri preiskavi so sodelovali vpleteni subjekti upravljavec javne železniške infrastrukture, SŽ-Infrastruktura, d.o.o., prevoznik Adria Transport, d.o.o. in prevoznik Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o..

K sodelovanju v posameznih fazah preiskovalnih postopkov je preiskovalni organ povabil podjetje SŽ-VIT, d.o.o., Inštitut za kovinske materiale in tehnologije Ljubljana ter Sektor kriminalistične policije Koper, PU Koper.

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 Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., Adria Transport,

d.o.o., Sektor kriminalistične policije Koper, PU Koper.

Vsi zainteresirani, upravljavec železniške infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o., prevoznika Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o. ter Adria Transport, d.o.o. in Sektor kriminalistične policije Koper, PU Koper, so s preiskovalnim organom sodelovali zgledno, 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:

1. pregled in analiza spremne dokumentacije vlaka št. 47882;
2. pregled in analiza spremne dokumentacije vlaka št. 47913;
3. kontrolno tehtanje vseh vagonov v vlaku št. 47882, po nesreči;
4. primerjalna analiza med kontrolnim tehtanjem in spremno dokumentacijo vlaka št. 47882;
5. analiza zapisa podatkov o vožnji vlakovne lokomotive št. 541-001 in doprege št. 541-103 vlaka št. 47882, prevoznika, Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., ter lokomotive 193-822 vlaka št. 47913 prevoznika Adria Transport, d.o.o.;
6. analiza količine izteklega kerozina iz poškodovane cisterne po zaustaviti vlaka št. 47882 v predoru Dol;
7. analiza video posnetka kretniškega območja na strani »A« postaje Hrastovlje;
8. vizualni pregled in dokumentiranje zloma leve ostrice na kraju nesreče;
9. kemijska analiza materiala zlomljene desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje;
10. analiza mehanskih lastnosti materiala desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje;
11. analiza obrabe desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje;
12. analiza mikro razpok desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje z magnetnimi delci;
13. metalografske in fraktografske analize desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje;
14. analiza napetostnega polja z metodo končnih elementov desne ostrice

kretnice št. 1 postaje Hrastovlje in

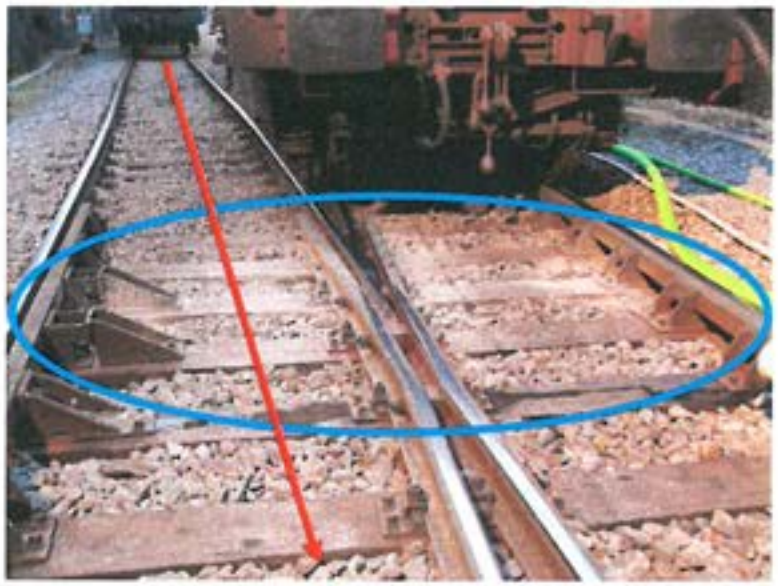
15. analiza lomne žilavosti materiala desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje.

2.9 Dokazana dejstva med preiskovalnim postopkom

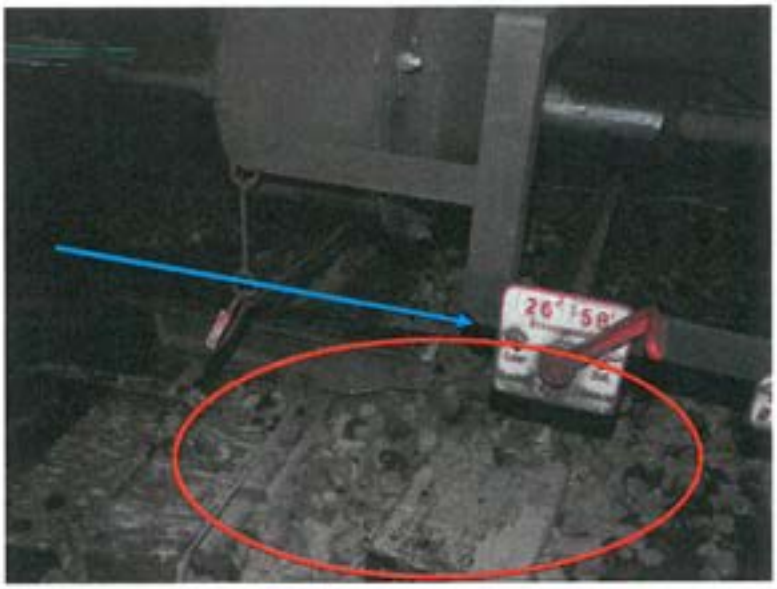
Med preiskovalnim postopkom je bilo glede na sledi na progi ugotovljeno, da je levo kolo prve osi prvega podstavnega vozička 6. vagona iztirilo 7,2 m od vrha desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje zaradi zloma desne ostrice. Odlomljen del desne ostrice kretnice št. 1, v dolžini 7,2 m, je med vožnjo vlaka v smeri proti postaji Divača, izbilo iz medtirja levo ob progi na gramozno gredo ob tir.

Na območju kretnice št. 1 je bilo več neutrjenih točk spodnjega ustroja proge, kar je mogoče sklepati po zablateni gramozni gredi. Sveže sledi zablatenosti na kretniškem območju so bile vidne na zgornjem ustroju proge, na pragovih, tirnicah in gramozni gredi, na območju srca kretnice in na območju vrha ostric kretnice, ob kretniškem pogonu.

Porušena stabilnost spodnjega ustroja proge predstavlja tveganje za porušitev stabilnosti zgornjega ustroja proge. Ob minimalnih znakih porušitvi spodnjega ustroja proge je potrebno nemudoma vpeljati intenzivnejši nadzor in učinkovitejše vzdrževanje zgornjega ustroja proge.



Slika št. 4: Rdeča puščica prikazuje smer vožnje iztirjenega vlaka, moder romb pa z blatom poškropljeno območje, na področju srca kretnice št. 1



Slika št. 5: Modra puščica prikazuje smer vožnje iztirjenega vlaka št. 47882, rdeči romb pa z blatom poškropljeno območje ob kretniškem pogonu kretnice št. 1

Fotografiji št. 4 in 5 sta posneti med ogledom kraja nesreče neposredno po dogodku.

2.10 Nepredvidljivosti in izzivi, ki so se pojavili med preiskavo

Zaradi iztekanja kerozina iz sedmega vagona Zans št. 37 84 7836 264-3, se je v predoru koncentriral vnetljivi uplinjeni hlapi.

Gasilska brigada zaradi zagotavljanja osebne varnosti ni takoj pristopila k lovljenju iztekajoče tekočine, ker ni bila ozemljena vozna mreža za elektro vleko in ni bilo na razpolago tlačne črpalke za prečrpavanje. Uporaba električne črpalke ni bila mogoča, ker med delovanjem proizvaja iskre, ki bi lahko povzročile eksplozijo uplinjenih hlapov v predoru.

Poklicna gasilska brigada Koper je na kraj nesreče prispela s 3 vozili ob 15.08 uri. Preden so pričeli z lovljenjem iztekajoče tekočine, kerozina, je bilo potrebno opraviti vsa pripravljalna dela. Izkopati bazen pod vagonom, namestiti PVC folijo, namestiti črpalko in lovilne posode.

Lovljenje iztekajočega kerozina se je pričelo ob 18.00 uri. Zaradi uplinjenih hlapov, ki so se koncentrirali v predoru je bil ogled kraja nesreče in poškodovanih vagonov v predoru skrajno tvegan. Po predoru se je bilo potrebno gibati izjemno previdno. Paziti je bilo potrebno, da se med ogledom ne

povzroči kakršnokoli iskrenje. Kovinski deli od poškodovanega tira in vagonov so bili med seboj prepredeni, v vsej dolžini iztirjenih vagonov, trije od iztirjenih 4. vagonov v predoru, so bili naslonjeni z desnim bokom na obod predora. Tir je bil deformiran od zloma desne ostrice kretnice št. 1, pa vse do čela iztirjenega 6. vagona, ki se je strgal od 5. vagona, v skupni dolžini 94 m.



Slika št. 6: Rdeča puščica prikazuje je usmerjena v smeri poškodb na infrastrukturi in na vagonih

Kerozin, ki je iztekal iz poškodovane cisterne je pričela prestrezati poklicna gasilska brigada Koper. Iz improviziranega bazena, ki so ga izdelali neposredno pod odprtino plašča cisterne iz katere je iztekal kerozin so le tega prečrpavali v 1000 l posode. Iz posod so nato kerozin prečrpavali v vagon, ki so jih na kraj dogodka, za ta namen dostavile Slovenske železnice - Tovorni promet, d.o.o..

Špranja, ki je nastala na cisterni 7. iztirjenega vagona, ob drsenju plašča cisterne po obodu predora, v višino obsega 210 mm in širino 7 mm, se je po zaustavitvi vlaka nahajala tik ob obodu predora, zato je bila izredno težko dosegljiva.

Špranjo so gasilci mašili z lesenimi zagozdami, ki so jih s kladivom zabijali vanjo. Kar nekaj časa so potrebovali, da so uspeli vsaj nekoliko zmanjšati iztekanje kerozina.

Po prihodu delovne skupine podjetja Petrol na kraj nesreče je le ta od gasilske brigade Koper prevzela nalogo prečrpavanja kerozina iz poškodovanih cistern v cisterne, ki so jih na kraj nesreče dostavili delavci Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o..

V postaji Koper, neposredno po nesreči, ni bilo na razpolago dovolj praznih vagonov - cistern, zato so dne 25.6.2019 ob 19.00 uri dostavili na tir št. 2 postaje Hrastovlje najprej 4 prazne cisterne, dne 26.6.2019 ob 11.40 pa še 3.

Po prečrpanju kerozina iz vseh 6 iztirjenih cistern, v dostavljene nadomestne cisterne, se je pričelo z odpravo posledic nesreče.

Zaradi izjemno težko dostopnega terene, razbitine so se nahajale v useku pred predorom ter v samem predoru, je bila odprava posledic nesreče izjemno zahtevna in dolgotrajna.



Slika št. 7: V rdečem pravokotniku je prikazan iztekel kerozin, ki je prekrit s srednje težko peno za preprečitev hlapenja in zmanjšanje možnosti vžiga

Pošiljatelj blaga je bila Interevropa, šifra odpremnega mesta 41187, prejemnik pa Skytanking ASIG. Kraj izročitve blaga je v spremnih dokumentih naveden München Flughafen Tanklager, šifra mesta izročitve je 80 20393.

Država registracije iztirjenega 7. vagona Zans št. 37847836264-3, s predrtim plaščem cisterne, je Nizozemska, lastnik vagona pa je najemodajalec podjetje GATX.

Podjetje Intereuropa, d.d., ki je predalo vlak na prevoz je registrirano v Kopru. Prevoznik na območju železniškega omrežja R Slovenije je bil Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o.. Analizo zapisa o vožnji vlakovne lokomotive 541-001 in doprege 541-103 vlaka št. 47882 je izdelalo podjetje SŽ VIT, d.o.o..

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 več ur pred preiskovalnim organom. Glavni preiskovalec, je prejel obvestilo o nesreči v času letovanja na Hrvaškem otoku Ugljan. Na kraj nesreče se je pripeljal z lastnim osebnim motornim vozilom. Čas potovanja je bil 5 ur in 15 minut. V eno smer je bilo potrebno prevoziti 334 km. 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 je glavnemu preiskovalcu sporočil, da je skupina že pričela z ogledom nesreče, predlagal pa je tudi, da z glavnim preiskovalcem preiskovalnega organa za preiskavo nesreč in incidentov Ministrstva za infrastrukturo, ob njegovem prihodu na kraj nesreče, skupaj opravijo posamezne faze ogleda.

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

2.12 Vse druge pomembne informacije med preiskovalnim postopkom

Vlak št. 47882 je iztiril na kretnici št. 1 postaje Hrastovlje, na železniški progi št. 62, Koper – Cepišče Prešnica. Krajevno je kraj nesreče lociran na odseku med vasema Hrastovlje in Dol pri Hrastovljah, v useku pred železniškim predorom ter v predoru Dol. Področje nesreče se nahaja neposredno za vasjo Dol in je pretežno poraščeno z iglastim in listnatim gozdom ter podrastjem in travnimi površinami. Dostop do kraja nesreče je mogoč po krajevni cesti do postajne stavbe železniške postaje Hrastovlje od tam pa po železniški progi do useka v predor ali pa po vzporedni krajevni cesti, ob postajnih tirih, od katere se odcepi makadamska ulična ceste, ki je speljana proti gozdu in se železniški progi povsem približa pred usekom proge, ki se nadaljuje v smeri predora Dol.



Slika št. 8: Z rumenima puščicama sta označeni javni poti do kretnice št. 1, postaje Hrastovlje, z rdečo mesto iztirjenja vlaka št. 47882, z modro pa postajna zgradba

Enotirna proga med cepiščem Prešnica in železniško postajo Koper je bila zgrajena leta 1967. V letu 2019 je bila proga stara 52 let. Proga je kategorizirana kot glavna proga javne železniške infrastrukture. Progovni tir med cepiščem Prešnica in Luko Koper je bil zgrajen kot industrijski tir. Prvotni namen je bil vzpostaviti železniško povezavo med luko Koper in javno železniško infrastrukturo.

Leta 1979 je bil na progi vzpostavljen tudi potniški promet. Novozgrajena železniška postaja Koper z zgradbo za odpravo in sprejem potnikov (italijansko stazione ferroviaria di Capodistria), je postala končna postaja na železniški progi Cepišče Prešnica – Koper. S 3. metri nadmorske višine velja za najnižje ležečo železniško postajo v Sloveniji.

Železniška proga od Kopra do Prešnice premaguje približno 600 m višinske razlike. Največji vzdolžni nagib proge je 25,75 ‰ vzpona oziroma padca.

Na odseku proge Koper Tovorna – Rodik, vlaki redno vozijo z dopreznimi lokomotivami in sicer:

-Koper Tovorna – Hrpelje Kozina s pripeto dopreznо lokomotivo in

-Hrpelje Kozina – Rodik z nepripeto dopreznо lokomotivo.

Vlak v smeri Koper tovorna – Divača redno vozi na odseku proge Koper tovorna – Hrpelje Kozina s pripeto dopreznо lokomotivo; na odseku proge Hrpelje Kozina – Rodik pa z nepripeto dopreznо lokomotivo. Nepripeta dopreznа lokomotiva se lahko vrača s postaje Rodik na postajo Hrpelje Kozina ali

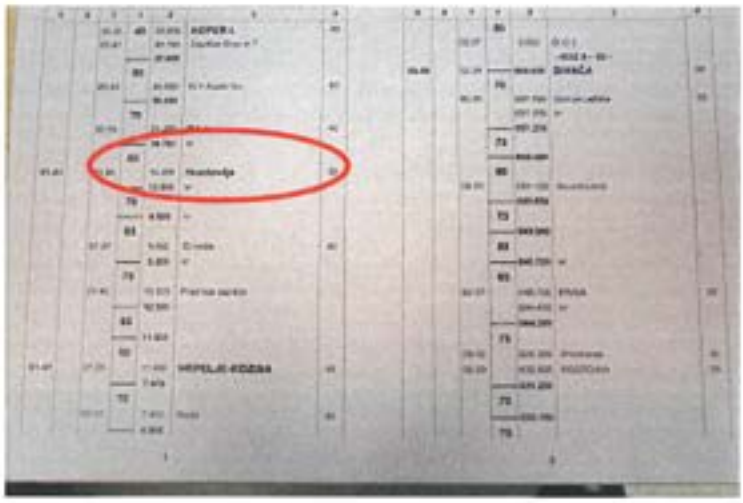
nadaljuje vožnjo do postaje Divača. Vlaki na odseku proge Hrpelje Kozina – Divača lahko vozijo s pripeto dopreżno lokomotivo, kar odredi progovni prometnik sporazumno s postajo Koper Tovorna in prevoznikom.

Na tej relaciji je v vzponu je kar 70% proge.

Železniški predor Dol dolžine 602,5 m, se nahaja na postajnem območju postaje Hrastovlje, od km 13.351,40 do km 13.953,90.

Kretnica št. 1 postaje Hrastovlje je vgrajena v km 13.978,23.

Tovornim vlakom je v smeri Koper – Divača, od km 14.700 do km 13.900 preko postajnega območja predpisana največja dovoljena voznoredna hitrost v premo 65 km/h, preko kretniškega območja na »A« in »B« strani postaje pa v premo 65 km/h, za vožnjo v odklon pa 50 km/h.



Slika št. 9: Z rdečim rombom je v voznem redu označena hitrost vožnje tovornega vlaka iz smeri Koper Tovorna preko področja postaje Hrastovlje

Zaradi razglašene velike požarne ogroženosti je bila dne 25.06.2019 vpeljana počasna vožnja 50 km/h, na celotni progi Prešnica – Koper.

Dnevno v povprečju to progo prepelje 80 vlakov.

3 OPIS DOGODKA

Na postaji Hrastovlje se je dne 25.06.2019 ob 11:42 uri, med uvozom mednarodnega tovornega vlaka št. 47913, prevoznika Adria Transport, d.o.o., zlomila desna ostrica kretnice št. 1. Vlak št. 47913 je vozil iz smeri Divača v smeri končne postaje Koper Tovorna. V postajo Hrastovlje je uvažal preko kretnice št. 1 v odklon na tir št. 2, kar pomeni, da je vozil preko kretnice po odklonski desni ostrici. Vzrok za vožnjo vlaka na tir št. 2, v postaji Hrastovlje, je bilo odrejeno križanje z vlakom št. 42024, ki je vozil iz smeri Koper Tovorna v smeri Divača.

Desna ostrica se je zlomila med kretniškima pragovoma, 7,16 m od vrha ostrice. Po uvozu vlaka št. 47913, ob 11:42 uri, na tir št. 2 postaje Hrastovlje, so v nadaljevanju do 14:39 ure, vlaki št. 53211, 48402, 48441, 97066, 47901, 97068, 45089, 47912 in 53210, vozili preko kretnice št. 1 v premo, po tiru št. 1, kar pomeni, da so vozili po levi ostrici, medtem ko je bila desna zlomljena ostrica odmaknjena od osnovne tirnice.

Kadar vlaki v postaji Hrastovlje vozijo po tiru št. 1, vozijo preko kretnici št. 1 po levi ostrici, kadar pa vlaki vozijo po tiru št. 2, pa vozijo po tej kretnici po desni ostrici.

Ob 14.35 uri je vlak št. 47882, prevoznika Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., ki je vozil iz smeri postaje Koper Tovorna v smeri postaje Divača, uvozil v postajo Hrastovlje na tir št. 2. Vzrok za vožnjo vlaka na tir št. 2, je bilo odrejeno križanja z nasprotnim vlakom št. 53210, ki je vozil iz smeri Divača v smeri postaje Koper Tovorna.

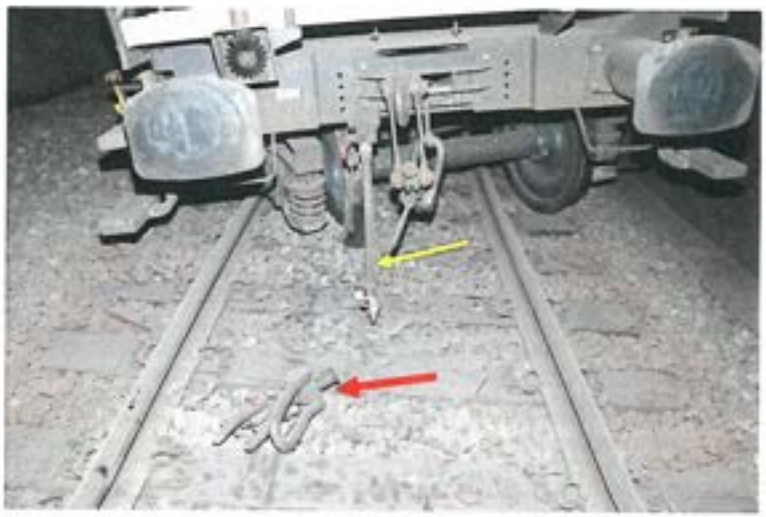
Neposredno po prevozu vlaka št. 53210, po tiru št. 1 postaje Hrastovlje, ob 14.38 uri, po izvršenem odrejenem križanju, je vlak št. 47882 ob 14.38 uri pričel z vožnjo v smeri postaje Divača. Progovni prometnik je takoj, ko je vlak št. 53210 sprostil uvozno kretnico št. 1 postaje Hrastovlje, varnostni napravi postaje Hrastovlje odredil postavitev izvozne vozne poti iz tira št. 2 za vlak št. 47882. Takoj za postavitvijo kretnice št. 1 v odklonsko lego je na izvoznem signalu št. 21, zasvetil signalni znak 6: »Omejena hitrost pričakuj prosto ali previdno«. Po prejeti privolitvi s signalnovarnostno napravo postaje Hrastovlje,

je strojevodja, ob 14.38 uri, pričel z vožnjo iz tira št. 2, v smeri postaje Divača. Med vožnjo vlaka v odklon, po zlomljeni desni ostrici kretnice št. 1, se je v točki preloma, zlomljeni del ostrice, zaradi fizikalnih zakonitosti, med kotaljenjem koles po tirnici, odrival od dela ostrice, ki je privarjen na srce kretnice.

Ko je na točko zloma zapeljal drugi podstavni voziček, 5. vagona v vlaku se je zlomljeni del ostrice pričel zvračati na bok. Med kolesi prvega podstavnega vozička 6. vagona se je odlomljena ostrica zataknila za nosilno ogrodja, zaradi česar je ostrico izbilo iz ležišča ter jo odrinilo na zunanjo levo stran proge. Posledica izbitja ostrice je iztirjenje 6. vagona ter nato še naslednjih 5. vagonov v vlaku.

Med vožnjo vlaka v času iztirjanja vagonov na kretnici št. 1, v smeri postaje Divača, se je med 5. in 6. vagonom strgala spenjača na 5. vagonu. Po strganju sta se razpeli gumijasti cevi glavnega zračnega voda med vagonoma zaradi česar se je izpraznil glavni zračni vod vlaka, kar je povzročilo prisilno zaviranje vseh vozil v vlaku in posledično ustavitev. Vlak št. 47882 se je ustavil v predoru Dol, s čelom v km 13.774.

V vlaku št. 40882, so iztirili vagoni, ki so bili v vlak uvrščeni kot 6., 7., 8., 9., 10. in 11, od čela proti sklepu vlaka.



Slika št. 10: Rdeča puščica prikazuje zlomljeno spenjačo, 5. vagona, ki je po zaustavitvi vlaka obležala pred iztirjenim 6. vagonom rumena pa cev glavnega zračnega voda 6. vagona, ki se je razprla od cevi 5. Vagona, zaradi česar je prišlo do padca zračnega tlaka v glavnem zračnem vodu in posledično do zaustavitve vlaka

3.1 Opis vrste dogodka

Mednarodni tovorni vlak s homogenim tovorom, št. 47882, za prevoz naftnih derivatov, je v postaji Hrastovlje iztiril na kretnici št. 1 z vagoni, št. 37 84 7836 253-6, 37 84 7836 264-3, 33 80 7840 853-5, 37 84 7836 244-5, 37 84 7836 279-1 in 33 80 7841 689-2.

V vlak je bilo uvrščenih 18 vagonov, iztirili pa so vagoni, ki so bili v vlak uvrščeni kot 6, 7, 8, 9, 10 in 11 vagon.

Nesreča se okarakterizira kot iztirjenje vlaka.

3.2 Datum, točen čas in kraj dogodka

Vlak št. 47882 je iztiril v postaji Hrastovlje na kretnici št. 1, ob izvažanju iz tira št. 2 postaje Hrastovlje, v smeri postaje Divača, dne 25.06.2019, ob 14.40 uri.

Desna odklonska ostrica kretnice št. 1 se je zlomila, med uvažanjem mednarodnega tovornega vlaka št. 47913, prevoznika Adria Transport, d.o.o., na tir št. 2 postaje Hrastovlje, dne 25.06.2019 ob 11:42 uri. Ostrica se je zlomila 7,16 m od vrha, med kretniškima pragovoma.

Zemeljske koordinate iztirjenja so 45°29'52.09"N in 13°54'36.89"E. Nadmorska višina na mestu iztirjenja je 227 m.



Slika št. 11: Rdeča puščica prikazuje točko zloma desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje

3.3 Opis kraja nesreče

Nesreča se je pripetila na kretnici št. 1 postaje Hrastovlje 7,16 m od vrha desne ostrice, ki se je zlomila ob uvozu vlaka št. 47913, na tir št. 2. Mednarodni tovorni vlak št. 47913 je vozil iz smeri Divače v smeri postaje Koper Tovorna. Vlak je vozil po kretnici št. 1 proti ostrici.

Postaja Hrastovlje je križna in prehitevalna postaja. Postaja ima dva tira, tir št. 1 je glavni prevozni tir, tir št. 2 pa glavni tir. Tir št. 2 je prvenstveno namenjen za umik vlakov, ki se bodo križali ali bodo prehiteni. Glavni namen kretnice št. 1 postaje Hrastovlje je postavitev voznih poti za uvoze vlakov na tir št. 2 ali izvoze vlakov iz tira št. 2, na »A« strani postaje. Kretnica se postavlja daljinsko iz centra vodenja prometa Postojna ali pa krajevno iz prometnega urada postaje Hrastovlje.

Karakteristika kretnice št. 1 so 49E1-300-1:9 – LNP (Leva notranje parabolična R1=842,R2=221).

Kretnica je vgrajena v km 13+978,23 na »A« strani postaje Hrastovlje, ki je vmesna postaja na progi št. 62, cepišče Prešnica – Koper.

Kretnica je evidentirana kot osnovno sredstvo s št. 109987.

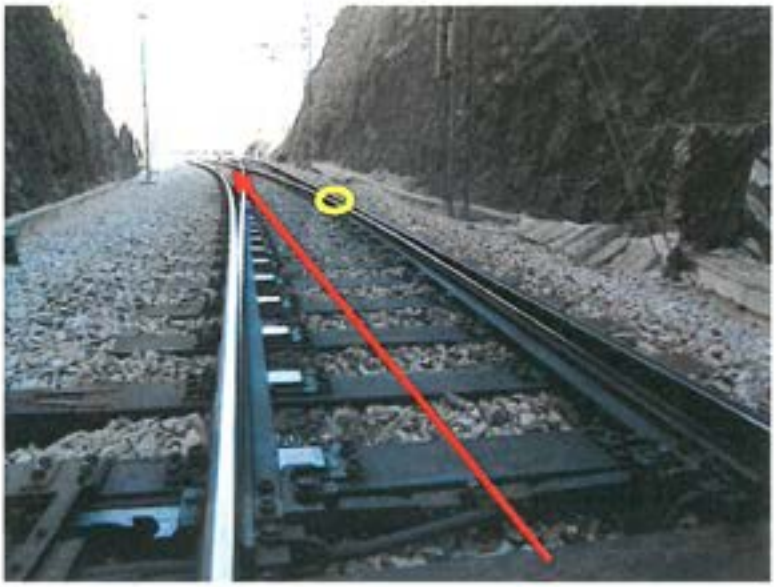
Kretnica je bila izdelana leta 1993, pa tudi vgrajena je bila istega leta.

Proizvajalec kretnice je Voest Alpine (VAE), Linz Avstrija.

Kretnica št. 1 je vključena v signalnovarnostno napravo.

Kretnica je opremljena z likovnim kretniškim signalom, ki je pobarvan z odsevno snovjo in ni prirejen za razsvetljavo.

Kretnica je opremljena z elektro hidravličnim pogonom.



Slika št. 12: Rdeča puščica prikazuje smer vožnje vlaka št. 47913 preko kretnice št. 1, rumeni krog pa točko zloma desne ostrice. Ostrica se je zlomila med 11. in 12. pragom

3.4 Človeške žrtve, poškodbe in materialna škoda

V nesreči ni bilo človeških žrtev in poškodovanih oseb. Nastala je večja materialna škoda na železniški infrastrukturi in iztirjenih vagonih, onesnaženo pa je bilo tudi okolje, saj je v zemljino steklo 7611 l kerozina.

Podatki o iztirjenih in poškodovanih vagonih v vlaku 47882:

- poškodovan 5. vagon Zacns št. 3380 7841 679-3 (strgana spenjača vagona);
- poškodovan 6. vagon Zans št. 3784 7836 253-6 (iztirjena in poškodovana oba podstavna vozička, deformirana posoda na zadnjem desnem boku v smeri vožnje);
- poškodovan 7. vagon Zans št. 37 84 7836 264-3 (iztirjena in poškodovana oba podstavna vozička, prebit plašč posode, deformirana posoda na desnem boku v smeri vožnje po celotni dolžini);
- poškodovan 8. vagon Zacns št. 33 80 7840 853-5 (iztirjena in poškodovana oba podstavna vozička, poškodovani odbojniki, deformirana posoda na desnem boku v smeri vožnje);
- poškodovan 9. vagon Zans št. 37 84 7836 244-5 (iztirjena in poškodovana oba podstavna vozička, poškodovani odbojniki, deformirana posoda na prednjem desnem boku v smeri vožnje);

- poškodovan 10. vagon Zans št. 37 84 7836 279-1 (iztirjena in poškodovana oba podstavna vozička, poškodovani odbojniki, deformirana posoda na prednjem desnem boku v smeri vožnje);
- poškodovan 11. vagon Zacns št. 33 80 7841 689-2 (iztirjen prvi podstavni voziček v celoti drugi podstavni voziček s prvo osjo v smeri vožnje) in
- poškodovan 12. vagon Zans št. 33 80 7843 494-5 (poškodbe čela vagona v smeri vožnje).

Poškodovana kretnica št. 1 postaje Hrastovlje v km 13+978 (pragovi drsne blazinice ostric, obe ostrici, leva osnovna tirnica, postavljalni drog kontrolna drogova, nosilni elementi pogona, kretniški signal).

Povsem deformiran tir od srca kretnice št. 1, v km 13+965, pa do čela iztirjenega 6. vagona po zaustavitvi vlaka v predoru, v km 13+871 kar znaša 94 m.

Posamezni elementi signalno varnostne in telekomunikacijskih naprav na celotnem območju iztirjenja vlaka.

Strošek ocenjene škode:

SŽ-Infrastruktura d.o.o. (skupaj SŽ VIT, d.o.o. in ŽGP d.d. :	1.367.299,36€
SŽ-Potniški promet, d.o.o.:	11.739,98€
SŽ-Tovorni promet d.o.o.:	93.460,27€
SŽ-Centralna transportna operativa:	1.677,00€
Skupaj brez DDV:	1.474.176,61€
Skupaj z DDV:	1.798.495,46€

3.5 Opis drugih posledic

V nesreči niso nastale le materialne posledice na vlakovni kompoziciji vlaka št. 47882 in železniški infrastrukturi, temveč so bila zaradi iztekanja kerozina iz rezervoarja 7. vagona Zans št. 37 84 7836 264-3, ogrožena tudi življenja krajanov, stavbe, prometna in komunalna infrastruktura ter naravno okolje v neposredni bližnje in širši okolici nesreče.

Mesto kjer je v zemljino iztekal kerozin iz cisterne, se nahaja na kraškem območju. Za kras je značilna poklinska prepustnost kamnin zaradi česar na krasu prevladuje podzemeljsko pretakanje voda. Kerozin, ki je iztekal v zemljino

je ogrožal vodovarstveno območje in s tem povzročal neposredno nevarnost za onesnaženje vode zbirnega območja izvira reke Rižane, ki s pitno vodo oskrbuje prebivalce Slovenske Istre.

Zaradi iztekanja kerozina iz cisterne 7. vagona Zans št. 37 84 7836 264-3, so nastali stroški Agenciji Republike Slovenije za okolje, ki je spremljala kakovost voda Rižanskega vodovoda Koper ter izvedla preventivno vrtanje vrtin v neposredni bližini iztekanja kerozina v podtalje.

Stroški so nastali tudi Rižanskemu vodovodu Koper, ker je bilo z iztekanjem kerozina v podtalje povzročeno veliko tveganje, da se kerozin pomeša z vodo, ki bi stekla v vodovodno zajetje.

Skupni strošek, povezan z nesrečo, je za podjetje Rižanski vodovod Koper, d.o.o.-s.l.r., znašal 879.015,10€. Strošek zajema nakup vode od sosednjih vodovodov, nakup opreme za spremljanje vode, vzorčenje in analiza tako surove kot pitne vode.

V nesreči je nastal tudi strošek v zvezi z iskanjem izteklega kerozina v podtalje in poskusa črpanja na površino. V ta namen, je bilo izvedeno čiščenje ene od vrtin, ki je bila izvrtana v preteklosti. Strošek čiščenja vrtine je znašal 88.384,73€.

Geološki zavod Slovenije je izvajal monitoring čistosti vode v zajetju Rižanskega vodovoda Koper, izdelal pa je tudi priporočila za režim črpanja iz vodonosnika Rižana v času sanacije razlitja Kerozina, stroški so nastali v znesku 13.767,10€.

MAK CMC tehnologija vode, Tibilijska ulica 81, 1000 Ljubljana, je nudil pomoč pri pripravi programa preprečevalnih ukrepov ob izrednem dogodku, za kar je prikazal za 1.586,00€ stroškov.

Nastali so stroški za projektiranje in svetovanje podjetju Jurij Čadež s.p.- izdelava georadarskih raziskav in izdelava poročil v znesku 22.955,52€.

Podjetje Rafael d.o.o. je izdelalo vrtino v znesku 164.873,63€.

G-Whisper d.o.o., Plečnikova ulica 1, 2000 Maribor, je imelo za 12.598,57€ stroškov.

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje, hrano (izvajanje monitoringa vode v skladu z dopolnilno Odločbo ARSO št, 35400-315/2019-40 31.07.2019) je

izkazalo za 40.000,00€ stroškov.

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje, hrano MB, račun št. 19/043853 z dne 05.11.2019 (kem. preiskave) strošek v znesku 5.498,30€.

SŽ ŽIP, d.o.o. Odstranjevanje vegetacije za ureditev dostopa do vrtine R-11 strošek v znesku 856,44€.

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

V nesrečo so bili neposredno vpleteni upravljavec javne železniške infrastrukture Slovenske železnice – Infrastruktura, d.o.o. ter prevoznika v železniškem prometu Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o. in Adria Transport, d.o.o..

3.7 Opis vlakov in njihove sestave

Mednarodni tovorni vlak s homogenim tovorom št. 47882 je iz postaje Koper Tovorna vozil v sestavi vlakovne lokomotive št. 91 79 1 541 001-2, 13 vagonov – cistern Zans in 5 vagonov cistern Zacns, ter pripražne lokomotive št. 91 79 1 541 103-2, skupne mase 1732 t, 80 osi in dolžine 326 m.

Vlak je vozil na relaciji izhodna postaja Koper Luka (šifra odpravne postaje 44351), za namembno postajo München – Flughafen (šifra namembne postaje 8042).



VAGONSKI IZKAZ ZA VLAK 47882

Prevoznik vlaka: 2170

Postaja / datum / ura nastanka vlaka: KOPER TOVORNA / 190625 / 0855

Relacija IŽ od - do: KOPER TOVORNA - JESENICE (SI)

Štev. vagona	Ser./pod	Osi	Dolž	Tara	Neto	V	Tra	Sz	Opis tovora	Odpravna postaja	Namembna postaja	Indeks Pan	K.	Iz.
33 80 7841670-2	Zacns	4	15.0	21550	64050	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836263-5	Zans	4	15.0	21530	64015	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7843017-4	Zans	4	17.0	24140	64001	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 80 7836175-5	Zans	4	16.5	24200	64000	P	61	24	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7841679-3	Zacns	4	17.0	21900	64002	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836253-6	Zans	4	15.0	21580	64003	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836264-3	Zans	4	15.0	21680	64001	P	59	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7840853-5	Zacns	4	17.0	24050	64000	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836244-5	Zans	4	15.0	21730	64002	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836279-1	Zans	4	15.0	21540	64002	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7841689-2	Zacns	4	17.0	24150	64001	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7843494-5	Zans	4	17.0	23820	64000	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
33 80 7840687-7	Zacns	4	17.0	24210	64000	P	58	20	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836250-2	Zans	4	15.0	21640	64005	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836282-9	Zans	4	15.0	21330	64000	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836285-1	Zans	4	15.0	21360	64000	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836262-7	Zans	4	15.0	21545	64005	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.
37 84 7836276-2	Zans	4	15.0	21560	64001	P	59	22	*1863RID	44351	Koper Luka	8042, Muenchen-Flugh		80 42.

VAGONOV 13 / PRAZNIH 0

ODS SKUPAJ: 72

ODS PRAZNI: 0

Zavora G: 0

Zavora P: 1357

Zavora ročna: 30%

DOLŽINA: 325.5 m

TARA: 406570 kg

NETO: 1325226 kg

BRUTO: 1731796 kg

Slika št. 13: Vozovni izkaz za vlak št. 47882

V vagonskem izkazu se nahajajo podatki o vagonih, vlečna vozila v vagonskem izkazu niso navedena. V nadaljevanju je pripeto Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka v katerem pa sta navedeni tako vlakovna kot doprežna lokomotiva vlaka.



Slika št. 14: Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka št. 47882

Vlak št. 47882 je v 18 vagonih cistern prevažal kerozinom oziroma letalsko gorivo za turbinske motorje. V vsaki od cistern je bilo natočeno 79.600 litrov kerozina kar je znaša 64 t po posameznem vagonu, bruto masa celotnega tovora pa je znašala1152 t.

V nesreči je po podatkih tehtanja prevoznika Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., iz poškodovane vagonske cisterne izteklo v okolje 7.611 l nevarne vnetljive tekočine, letalskega goriva, kerozina.

Oznake na vagonih o prevozu nevarnih snovi Letalsko gorivo za turbinske motorje JET A-1, ki ima nizko viskoznost pri nizki temperaturi in ima določeno gostoto 804 kg/m^3 in določeno kurilno vrednost 43,15 MJ/kg. Gori čisto in je kemično stabilno pri velikih temperaturah. Ima nizko vnetljivost in mora biti varno za rokovanje. Primer takega goriva je kerozin:

- Kemljerjevo število: 30;
- UN število: 1863.



Slika št. 15: Pregled nevarne kemične snovi



Slika št. 16: Rdeča puščica prikazuje tablo za nevarno snov v vagonu

3.8 Opis komponent infrastrukture in signalnovarnostnega sistema

Postaja Hrastovlje, je vmesna postaja na glavni enotirni progi št. 62 Cepišče Prešnica – Koper. Promet na progi poteka v obe smeri po enem tiru.

Proga je elektrificirana za enosmerni električni tok 3 kV.

Zavorna razdalja na tej progi je 1000 m.

V organizacijskem smislu spada postaja Hrastovlje pod lokacijo vodenja prometa Koper Tovorna, v to enoto spadajo še postaje Koper tovorna, Koper, Rižana, Črnotiče, Hrpelje Kozina, Rodik, Podgorje in cepišče Prešnica.

Postajna zgradba stoji na desni strani proge v km 014.367, na nadmorski višini 197 m.

Postaja Hrastovlje je daljinsko vodena postaja. Promet se vodi daljinsko iz centra vodenja prometa Postojna. Progovni prometnik centra vodenja prometa Postojna vodi promet za celotno progo št. 62 od postaje Cepišče Prešnica – Koper.

Postaja je odprta za sprejem in odpravo potnikov v notranjem prometu. Nakup vozovnic se opravi na vlaku. Postaja je zaprta za vagonske pošiljke.

Meja postajnega območja glede na odprto progo je:

- na »A« postaje, stojišče uvoznega signala A1 v km 013.238,
- na »B« strani postaje, stojišče uvoznega signala B1 v km 015.044.

Dolžina postajnega območja je 1806 m.

Posebnost postaje Hrastovlje je, da se območju postaje, med uvoznim signalom A1 in uvozno kretnico št. 1, na delu progovnega postajnega tira, nahaja železniški predor Dol, dolžine 602,5 m, od km 13.351,40 do km 13.953,90.

Nagibne razmere na postajnem prostoru:

- področje od preduvoznega signala P112 do uvozne kretnice št. 1 v dolžini 1828 m je v padcu 25 ‰;
- področje od preduvoznega signala P121 do uvozne kretnice št. 2 v dolžini 1886 m je v vzponu 25 ‰;
- postajna tira št. 1 in 2 sta v smeri postaje Rižana od uvozne kretnice št. 1, v km 013.978 do km 014.288 v dolžini 344 m v padcu 9,5‰, od km 014.288 do izvozne kretnice št. 2 v km 014.639 v dolžini 336 m pa v padcu 2,5 ‰;
- na medpostajnem odseku Hrastovlje - Črnotiče je največji vzpon 25 ‰;
- na medpostajnem odseku Hrastovlje - Rižana je največji padec 25 ‰.

Delitev tirov in njihov namen:

Postaja Hrastovlje ima dva glavna tira. Tir št. 1 je glavni prevozni tir, ki je namenjen za sprejem in odpravo potniških in tovornih vlakov, tir št. 2 je glavni tir namenjen za sprejem in odpravo tovornih vlakov pri križanju in prehitenju.

Način zavarovanja:

Postaja Hrastovlje je zavarovana z elektronsko signalnovarnostno napravo (v nadaljnjem besedilu: ELSVN) sistema »THALES - ESTW L90 5« in je vključena v sistem progovnih naprav APB.

V ELSVN so vključeni stalni signali (uvozni, izvozni, preduvozni in ponavljalnik predsignaliziranja), tira, kretnice, števci osi s katerimi se zagotavlja kontrola stanja zasedenosti oziroma prostosti tirov, kretnic in blokovnih odsekov javljanja prostosti (v nadaljnjem besedilu: OJP), prostorni signali med postajama Črnotiče-Hrastovlje 101, 102, P112 in 111 ter prostorna signala med postajama Hrastovlje-Rižana 122 in P121. Varnostna naprava omogoča postavljanje uvoznih in izvoznih voznih poti.

Proga je opremljena z avtostop napravami (AS) in napravami radio dispečerskih zvez (RDZ).

Uvozni signali in njihovi predsignali:

iz smeri Črnotiče:

- uvozni signal A1, stoji v km 013.238 za uvoze vlakov iz smeri Črnotiče na tira št. 1 in 2 in predsignalizira signalne znake izvozni signalov 12 in 22;
- preduvozni signal P112, stoji v km 012.150 in predsignalizira signalne znake uvoznega signala A1;

iz smeri Rižana:

- uvozni signal B1 stoji v km 015.044 za uvoze vlakov iz smeri Rižana na tira št. 1 in 2 in predsignalizira signalne znake izvozni signalov 11 in 21;
- preduvozni signal P121 stoji v km 016.250 predsignalizira signalne znake uvoznega signala B1.

Tirni izvozni signali proti postaji Črnotiče:

- tirni izvozni signal 11 stoji v km 014.054 za izvoze vlakov iz tira št. 1 na blokovni odsek 616;
- tirni izvozni signal 21 stoji v km 014.036 za izvoze vlakov iz tira št. 2 na blokovni odsek 616;
- ponavljalnik predsignaliziranja PP21 stoji v km 014.229 in ponavlja signalne znake izvoznega signala 21.

Tirni izvozni signali proti postaji Rižana:

- tirni izvozni signal 12 stoji v km 014.583 za izvoze vlakov iz tira št. 1 na blokovni odsek 617;
- tirni izvozni signal 22 stoji v km 014.578 za izvoze vlakov iz tira št. 2 na blokovni odsek 617.

Na glavnih signalih postaje Hrastovlje ni nameščenih dopolnilnih signalov.

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

Stebri glavnih signalov so označeni z belimi in redečimi pasovi, stebri ponavljalnikov predsignaliziranja pa so označeni s črnimi in belimi pasovi.

Oba preduvozna signala P112 in P121 sta opremljena s predsignalnim opozorilnikom ter na predvideni razdalji z naznanilniki predsignalov.

Signal premikalni mejnik na A strani postaje je vgrajen v km 013.475 in je od uvoznega signala A1 oddaljen 237 m in od kretnice št. 1 oddaljen 503 m.

Signal premikalni mejnik na B strani postaje je vgrajen v km 014.700 in je od uvoznega signala B1 oddaljen 344 m in od kretnice št. 2 oddaljen 61 m.

Oddaljenost od preduvoznega signala P112 do uvoznega signala A1 znaša 1088 m, oddaljenost od uvoznega signala A1 do uvozne kretnice št. 1 znaša 740 m.

Oddaljenost od preduvoznega signala P121 do uvoznega signala B1 znaša 1206 m, oddaljenost od uvoznega signala B1 do uvozne kretnice št. 2 znaša 405 m.

Signalna oznaka 204: "Mesto ustavitve" je nameščena na koncu perona v smeri Rižana in na koncu perona v smeri Črnotiče.

Podatki o kretnicah in raztirnikih ter njihovem zavarovanju:

Postaja Hrastovlje ima 2 enojni kretnici opremljeni z elektrohidravličnim kretniškimi pogonom:

- kretnica št. 1 (na »A« strani postaje v smeri postaje Črnotiče) je v km 013.978;
- kretnica št. 2 (na »B« strani postaje v smeri postaje Rižana) je v km 014.639.

Kretnici št. 1 in 2 sta vključeni v signalnovarnostno napravo.

Obe kretnici sta opremljeni z likovnimi kretniškimi signali, pobarvani z barvo, ki odseva svetlobo in niso prirejeni za razsvetljavo.

Postaja Hrastovlje hrani v zaklenjeni posebni K omarici na »A« strani postaje pri kretnici št. 1 in »B« strani postaje pri kretnici št. 2 po eno ambulantno ključavnico in eno ročico za ročno prestavljanje kretnice, ki morata biti zaplombirani. V vsaki omarici se nahaja Navodila za nameščanje ambulantnih ključavnic in Navodilo za uporabo ročice za kretniški pogon, omarice se zaklepajo in odklepajo s ključem »SŽ 0000«.

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

V preiskovalnem postopku so preiskovalnemu organu posredovani podatki o vzdrževanju kretnice ter o izvedenih strojnih regulacijah kretnice.

Tabela št. 1: Vzdrževanje kretnice št. 1

Zap. št.	Mesec leto	Lokacija	Zamenjani kretniški del	Številka kretnice	Izvor rezervnih delov
1.	Marec 2011	Hrastovlje	Kretniško srce s priključnimi tirnicami (srednji del in konec kretnice)	1	RV 2010
2.	2014	Hrastovlje	Leva vodilna tirnica 33C1	1	RV 2014
3.	Marec 2018	Hrastovlje	Kretniško srce s priključnimi tirnicami (srednji del in konec kretnice)	1	Intervetno naročilo december 2017 (zlom)

Tabela št. 2: Strojna regulacija kretnice št. 1

Zap. Št.	Mesec	Lokacija	Postaja	
21.	Januar 2015	LV Koper	Hrastovlje	RV 2015
22.	Januar 2016	LV Koper	Hrastovlje	RV 2016
23.	Januar 2017	LV Koper	Hrastovlje	RV 2017
24.	Marec 2018	LV Divača	Hrastovlje	RV 2018
25.	Januar 2019	LV Divača	Hrastovlje	RV 2019

Strojna regulacija kretnice se je izvajala redno, min. 1 x letno (občasno tudi 2x letno).

3.9.1 Zaporedje dogodkov, do nastanka nesreče ali incidenta

Mednarodni tovorni vlak št. 47913, ki je vozil v smeri postaje Koper Tovorna je odpeljal iz postaje Divača ob 11.02 uri. V postaji Črnotiče je imel odrejeno križanje z mednarodnim tovornim vlakom št. 43622, v postaji Hrastovlje pa z mednarodnim tovornim vlakom št. 42024. V postajo Hrastovlje je vlak št. 47913 prispel na tir št. 2, po podatkih stvarnega grafikona ob 11.42 uri.

Na posnetku kamere, ki snema dogajanje na strani »A« postaje Hrastovlje je bila desna ostrica kretnice št. 1, po času evidentiranem na video posnetku ob 11:38:57 uri, pri postavitvi v odklonsko lego, za uvoz vlaka št. 47913, na tir št. 2, v brezhibnem zveznem loku, brez kota. Neposredno po vožnji zadnjega vagona vlaka št. 47913 preko kretnice št. 1, ob 11:45:14 uri, je bilo mogoče na ostrici v točki zloma zaznati manjši topi kot, ki pa je bil izrazitejši po prestavitvi kretnice v položaj za vožnjo v premo po tiru št. 1 ob 11:45:33 uri, po časih evidentiranih na video posnetku. V položaju za vožnjo v premo je nato na kretnici št. 1, vlak št. 42024 prevozil postajo Hrastovlje, v smeri postaje Divača, ob 11.39 uri. Vlak št. 47913 pa je odpeljal iz tira št. 2 proti postaji Koper Tovorna ob 11.50 uri.

V nadaljevanju so vsi vlaki št.: 53211 ob 12.25 uri, 48402 ob 12.36 uri, 48441 ob 13.27 uri, 97066 ob 13.33 uri, 47901 ob 13.40 uri, 97068 prihod ob 13.42 uri, odhod ob 13.44 uri, (postanek zaradi dohitenja pred njim vozečega vlaka št. 47901), 45089 ob 13.49 uri, 47912 ob 14.16 uri in 53210 ob 14.38 uri, preko kretnice št. 1 vozili v premo, saj so v tem časovnem obdobju vozili le po tiru št. 1.

Mednarodni tovorni vlak s homogenim tovorom št. 47882, je vozil po voznem redu iz izhodne postaje Koper Tovorna do končne postaje München Flughafen. Vlak je odpeljal iz postaje, Koper Tovorna – 25.04.2019 ob 14:18 uri. Vlak je vozil v smeri postaje Divača. V postajo Hrastovlje je uvozil na tir št. 2 ob 14.35 uri, križni vlak št. 53210 pa je postajo, kot je prej opisano, prevozil po tiru št. 1 ob 14.38 uri. Vlak št. 47882 je po uvozu vlaka št. 53210 ter po postavitvi izvozne vozne poti iz tira št. 2, v smeri postaje Divača, pričel izvažati ob 14:38:44 uri. Po prevozu kretnice št. 1, z vlakovno lokomotivo in prvih 5. vagonov, je ob 14:39:38 uri iztiril 6. vagon v vlaku in za njim še vagoni, ki so bili

v vlak uvrščeni kot 7., 8., 9., 10. in 11.. Vlak se je zaradi strganja spenjače med 5. in 6. vagonom ustavil ob 11:39:46 uri.

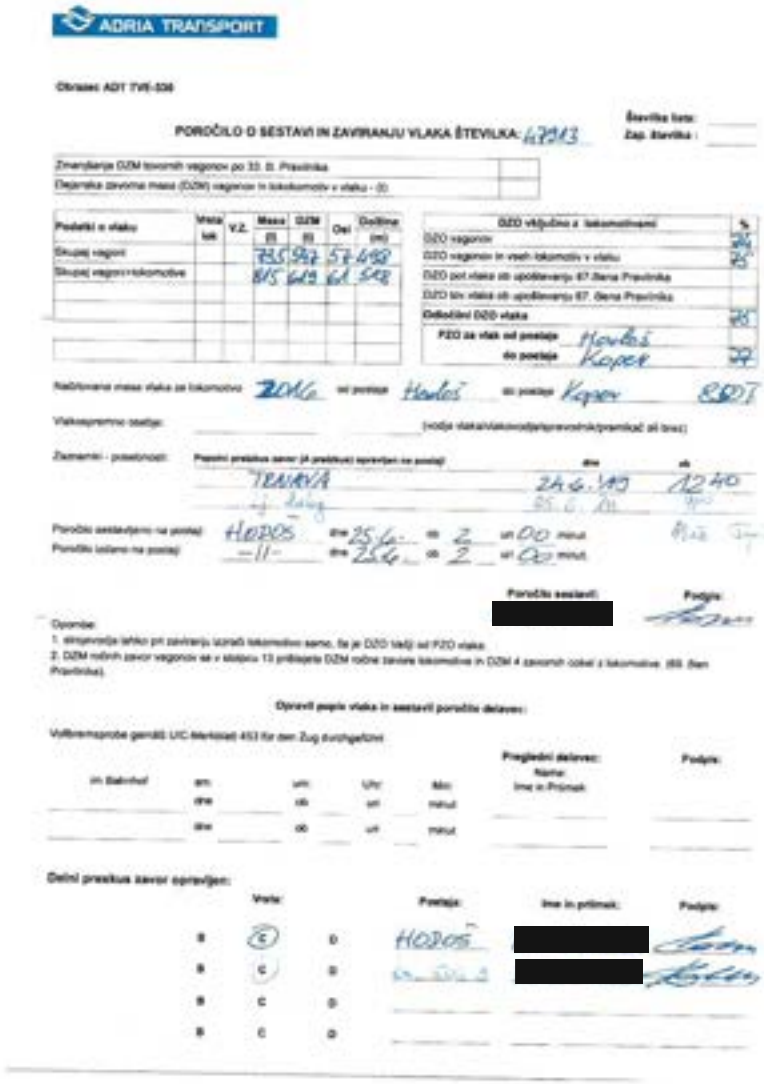


Slika št. 17: Posnetek iz kamere na »A« strani postaje, neposredno po zaustavitvi vlaka 47882

Mednarodni tovorni vlak št. 47913, s homogenim tovorom je vozil iz izhodne postaje Trnava na Sloveškem. Vlak je prevažal nove avtomobile znamke Citroen, ki so bili izdelani in naloženi na vagone v tovarni PSA v Trnavi.
Popolni zavorni preizkus »A«, vlaka št. 47913 je bil opravljen dne 24.06.2019 ob 12.40 uri na postaji Trnava, pri prehodu meje R Slovenije, v postaji Hodoš, pa je bil opravljen skrajšani zavorni preizkus »C« ob 2.00 uri.
Mednarodni tovorni vlak št. 47913 je v km 506.900, med postajama Hrastnik in Zidani Most, prevzel 23. letni strojevodja Adria Trensport, d.o.o. Koper, ker se je na vlaku pokvarila vlakovna lokomotiva št. 2016-921. Zaradi okvare lokomotive, je bila vlaku, v km 506.900, poslana pomožna lokomotiva, ki je vlak peljala do končne postaje Koper Tovorna. Zaradi dodane druge vlakovne lokomotive je bil skrajšani zavorni preizkus »C« opravljen tudi v km 506.900. Opravila sta ga strojevodja pokvarjene lokomotive št. 2016-921, in strojevodja pomožne lokomotive št. 193-822.

Strojevodja je imel za lokomotivo Vectron serije 193-822 opravljen izpit za vožnjo. Za vožnjo po progi št. 62 Cepišče Prešnica – Koper je imel veljavno potrdilo.

Strojevodja je bil psihofizično sposoben za opravljanje dela. Pred nastopom delovne izmene je strojevodji bil zagotovljen predpisan počitek.



ADRIA TRANSPORT

POROČILO O SESTAVI IN ZAVIRANJU VLAKA ŠTEVILKA: 47913

Slika št. 18: Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka št. 47913, ki je bilo opravljeno na mejni postaji Hodoš, dne 25.06.2019 ob 2.00 uri

Strojevodja vlakovne lokomotive št. 541-001 vlaka št. 47882 je bil star, 32 let, strojevodja doprežne lokomotive 541-103 pa 49 let. Oba sta bila psihofizično

sposobna za opravljanje dela. Pred nastopom delovne izmene je strojevodjema bil zagotovljen predpisan počitek.



HSŽ, d.o.o TV - 60SKN

1. Izvod - matica-arhiv
2. Izvod - pooblaščeni delavec prevoznika
3. Izvod - strojevodja
4. Izvod - za PZTP

POROČILO O OPRAVLJENEM POPOLNEM PRESKUSU ZAVORE " A "
Tovorna postaja Koper

Na vlaku št.: 47882 je bil opravljen popolni preskus zavore " A " na: 18 vagonih
Dne: 25.6.2019
Pričel ob uri: 09:16
Končan ob uri: 10:09
Odprtost mesto št.: 13
Poročilo št.: 53796
Identifikacija delovnega upravljalnika: 6

REZULTAT PRESKUSA ZAVORE

Tesnenje GZV je: Uspešno
Netesnost: 0,01 bar
Število neuspešnih preskusov: 0
Čas trajanja zavrtih zavor: 17 min 6 sek
Čas trajanja odvrtih zavor: 19 min 21 sek

ŠTEVILKE VAGONOV, KATERIH ZAVORE SO:

XXXXXXXXXXXXXX (X) - IZLOČENE
XXXXXXXXXXXXXX (1) - ZAVORNA MASA NA PRAZNO

[redacted]
(podpis in štampiljka)

Strojevodja:
(podpis)

Pooblaščeni postajni delavec:
(podpis)

Slika št. 19: Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka št. 47882, ki je bilo opravljeno na izhodni postaji Koper Tovorna, dne 25.06.2019 ob 10.00 uri

Preverjanje prisotnosti psihoaktivnih snovi v organizmu strojevodje vlaka št. 47913 ni bilo opravljeno, ker se ob ogledu dogodka ni vedelo, da se je desna ostrica kretnice št. 1 zlomila pri tem vlaku. Dejstvo, da se je ostrica zlomila pri vlaku št. 47913 je bilo ugotovljeno po pregledu video posnetka. S strojevodjema vlakovne lokomotive in doprege so opravili preizkus alkoholiziranosti delavci Postaje policije Koper. Rezultat preverjanja z alkotestom Dräger 6510 je bil negative, 0,00 mg alkohola na liter izdihanega zraka.

Strojevodja sta imela opravljen izpit za vožnjo lokomotive serije 541. Za vožnjo po progi št. 62 Koper – Cepišče Prešnica sta imela veljavno potrdilo.

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

Med vožnjo vlaka št. 47882 po zlomljeni ostrici kretnice št. 1 postaje Hrastovlje je prvi iztiril 6. vagon Zans št. 37 84 7836 253-6, za njim pa še 7. vagon Zans št. 37 84 7836 264-3, 8. vagon Zacns št. 33 80 7840 853-5, 9. vagon Zans št. 37 84 7836 244-5, 10. vagon Zans št. 37 84 7836 279-1 in 11. vagon Zacns št. 33 80 7841 689-2.

V nesreči se je ob drsenju z desnim bokom cisterne 7. vagona Zans št. 37 84 7836 264-3 po skalnem obodu predora poškodoval plašč cisterne, zaradi česar je pričelo iztekati letalsko reaktivno gorivo - kerozin.

O nesreči je strojevodje vlaka obvestil progovnega prometnika centra vodenja prometa Postojna, ki je vodil promet na tem odseku. Obvestil ga je tudi, da se je med iztirjenjem poškodovalo več cistern z naftnim derivatom ter da iz dveh vsebina izteka v zemljino. Progovni prometnik je o prejetem obvestilu strojevodje takoj obvestil ReCO na št. 112 in dispečerja prometne operative. Prometni dispečer je nato obvestil glavnega prometnega dispečerja. Glavni prometni dispečer pa je v nadaljevanju obvestil vse, ki so navedeni v SVU 925 - DN06.

Na kraj nesreče so prvi prispeli gasilci, reševalci in delavci policije, za njimi pa predstavniki posameznih služb upravljavca javne železniške infrastrukture Slovenske železnice-Infrastruktura d.o.o. (Služba vodenja prometa, Služba za gradbeno dejavnost), nato pa še predstavniki družbe Slovenske železnice, d.o.o. (Štabna služba za notranji nadzor, kakovost in okolje).

Kraj nesreče sta si ogledala ministrica Ministrstva za infrastrukturo, mag. Alenka Bratušek ter direktor Skupine Slovenske železnice d.o.o., mag. Dušan Mes. Glavni preiskovalec železniških nesreč in incidentov Ministrstva za infrastrukturo je na kraj nesreče prispel 5 ur in pol po nastanku, ker je bil v trenutku prejema obvestila od kraja nesreče oddaljen 336 km.

Gasilci poklicne gasilske brigade, ki so prispeli na kraj nesreče prvi, so najprej zavarovali dostop na območje nesreče, od predstavnikov slovenskih železnic, ki

so prispeli na kraj nesreče nekoliko kasneje, pa so zahtevali izklop električne napetosti v vozni mreži in njeno ozemljitev. Delavci Slovenskih železnic so takoj poskrbeli za izklop električne napetosti v vozni mreži in ozemljitev z ozemljilnimi palicami. Na zahtevo vodje intervencije poklicne gasilske brigade Koper je bilo zaradi nevarnosti eksplozije koncentriranih uplinjenih hlapov, izklopljeno napajanje za SVTK naprave, GSM-R in RDZ na »A« strani postaje Hrastovlje. V času izklapljanja sistemov iz električnega napajanja so predstavniki Slovenskih železnic skupaj z vodjem intervencije poklicne gasilske brigade Koper izdelali ter sprejeli načrt ukrepov in zavarovanja celotnega območje kraja nesreče. Načrt ukrepov je sestavljal: nevarnost vžiga in eksplozije uplinjenih hlapov, ki so se koncentrirali v predoru med iztekanjem kerozina iz poškodovane iztirjene cisterne, zaustavitev izteka kerozina v okolje in varno odstranjevanje posledic nesreče.

O nesreči je preiskovalni organ Ministrstva za infrastrukturo obvestil glavni dispečer SŽ – Infrastruktura, d.o.o., s telefonskim klicem, ob 15.06 uri, kasneje pa še z SMS sporočilom ob 15.24 uri. Glavni preiskovalec je prispel na kraj nesreče ob 21.17 uri.

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

Ogled kraja dogodka je bil končan, dne 26.06 2019 ob 09.17 uri. V času ogleda je bilo dokumentirano dejansko stanje kraja dogodka neposredno po nesreči, dokumentirana je bila dokumentacija o vlaku, strojevodjih in dokumentacija vodenja prometa, izvedeno pa je bilo tudi nadzorovano odstranjevanje posledic nesreče.

4 ANALIZA DOGODKA PO POSAMEZNIH ELEMENTIH OZIROMA KOMPONENTAH

Že med ogledom kraja nesreče se je pričelo z ugotavljanjem vzrokov za iztirjenje 6. vagonov mednarodnega tovornega vlaka št. 47882, na kretnici št. 1, med izvažanjem iz postaje Hrastovlje. Med preiskovalnim postopkom se je izvedlo več analiz, ki so predstavljene v nadaljevanju.

ANALIZA POŠKODB NA KRETNICI ŠT. 1 MED OGLEDOM KRAJA NESREČE

Med ogledom poškodb na kretnici št. 1 in iztirjenih vagonih je bila opravljena primerjalna analiza med poškodbami in dokumentacijo vlaka na osnovi katere se je določila smer vožnje vlaka in točka na progi, kjer so pričeli vagoni iztirjati. Na kretnici št. 1 je bila zlomljena desna ostrica, ki je bila iz tira izrinjene desno ob progo v smeri vožnje vlaka. Ostrica je bila odlomljena 7,2 m od vrha, v točki kjer prehaja iz normalnega profila tirnice v zmanjšano dimenzijo ostrice.



Slika št. 20: Rdeča puščica prikazuje točko v kateri je ostrica privarjena ob tirnico rumena puščica pa točko zloma za prehodom iz normalnega profila tirnice v zmanjšano dimenzijo ostrice

Profil ostrice je privarjen na standardni profil tirnice. Varjeno mesto je strojno obdelano tako, da se ostrica povsem ujema s profilom standardne tirnice. Privarjeni profil ostrice se po postopku elektro uporovnega varjenja zvari na standardno tirnico, var pa je zaščiten z varnostno sponko na 2 vijaka. Elastični

ostrici sta na vozni površini in na površini stika ob glavni tirnici, na glavi in nogi profila tirnice strojno obdelani, ukrivljeni in postavljeni tako, da nalegata ob osnovno tirnico. Luknje spoja ostrice s standardno tirnico so lahko izvrtane na nogi ali vratu tirnice.

Iz primerjalne analize dokumentacije vlaka in sledi iztirjenja vagonov na kretnici je bilo nesporno ugotovljeno, da je vlak izvažal iz tira št. 2 v smeri postaje Divača. V postaji Hrastovlje je imel vlak št. 47882 postanek zaradi odrejenega križanja z nasprotnim vlakom št. 53210.

ANALIZA DIGITALNEGA ZAPISA VOŽNJE LOKOMOTIVE 193-822, VLAKA ŠT. 47913 Z DNE 25.06.2019.

Dne 09.04.2020 je bila na sedežu Adria Transport, d.o.o. opravljena analiza zapisa vožnje vlaka št. 47913, od uvoznega signala A1 postaje Hrastovlje do zaustavitve vlaka na tiru št. 2 postaje Hrastovlje.

Prevoznik vlaka št. 47913 je bil Adria Transport, organizacija in izvajanje železniških prevozov, d.o.o..

Čas v katerem se registrirajo podatki na zapisovalnem mediju lokomotive, nastavi v programu proizvajalec. Evidentiran čas je 2 uri pred dejanskim časom po GMT.

Natančen prepis dogodkov po časovnih komponentah:

-uvozni signal US A1, ob uri 09:43:01, km: 13.238, hitrost 47 km/h;

-uvozna kretnica št. 1, ob uri 09:43:59, km 13.978, hitrost 40 km/h;

-razdalja med uvozno kretnico1 in US A1: 13.978 - 13.238 = 740 m;

-ustavitev vlaka na tiru št. 2, ob 09:45:40 uri, v km 14.562.

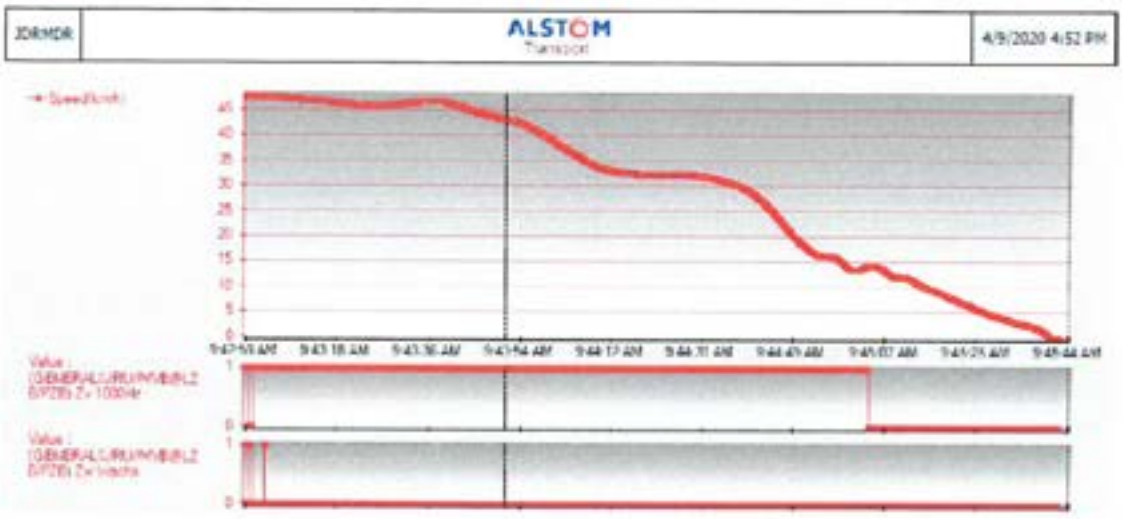
Lokomotivski kilometri US A1: 3.634 - pridobljeno iz tabele (potrditev US A1, št. sporočila: 8353896 – "Tabela47913.pdf" str. 23).

Lokomotivski kilometri uvozna kretnica št. 1: 4.374 - "Tabela47913.pdf":

Zaradi programa so podatki časovno sortirani od konca proti začetku.

Iz tabele in grafa je razvidno, da je strojevodja upošteval omejeno hitrostjo preko kretnice št. 1, ki je z voznim redom za odklonsko vožnjo predpisana na 50 km/h.

Strojevodja je do, z voznim redom predpisane omejene hitrosti, 50 km/h, v km 13.900, pripeljal vlak s 43km/h.



Slika št. 21: Graf prikazuje vožnjo od uvoznega signala do ustavitve vlaka. Črna črta označuje pozicijo, km uvozne kretnice iz voznega reda, ki je naveden kot km 13.900.

ANALIZA DIGITALNEGA ZAPISA VOŽNJE VLAKOVNE LOKOMOTIVE 541-001, VLAKA ŠT. 47882 Z DNE 25.06.2019.

Dne 02.07.2019 je bila v prostorih SŽ-VIT, d.o.o. opravljena analiza elektronskega zapisa MESSMA, vlakovne lokomotive E-LOK 541–001, vlaka št. 47882 z dne 25.06.2019, prevoznika SŽ – Tovorni promet, d.o.o., ki je vozil na relaciji Koper tovorna – Ljubljana.

Analiza je opravljena za odsek vožnje vlaka Koper tovorna do zaustavitve v postaji Hrastovlje v km 13.864.

Odhod iz postaje Koper tovorna kot vlakovna lokomotiva ob 14:17:41 uri.

Na KS (kontrolni signal postaje Koper tovorna in IS (izvozni signal) Koper tovorna je evidentirana tipka potrditve (Tw).

Vzdržuje hitrost med 50 in 69 km/h.

Na PS (preduvozni signal) postaje Hrastovlje in US (uvozni signal) postaje Hrastovlje evidentirana tipka potrditve (Tw).

Prihod v postajo Hrastovlje ob 14:35:16 uri.

Odhod iz postaje Hrastovlje ob 14:37:53 uri, vlakovna lokomotiva v km 14.116.

Na IS-21 (izvozni signal) postaje Hrastovlje ob 14:38:36 uri, evidentirana tipka potrditve (Tw), pri hitrosti 20 km/h.

V nadaljevanju poti doseže največjo hitrost 33 km/h

Ob 14:39:08 uri je evidentirano naglo zaviranje pri hitrosti 12/km.

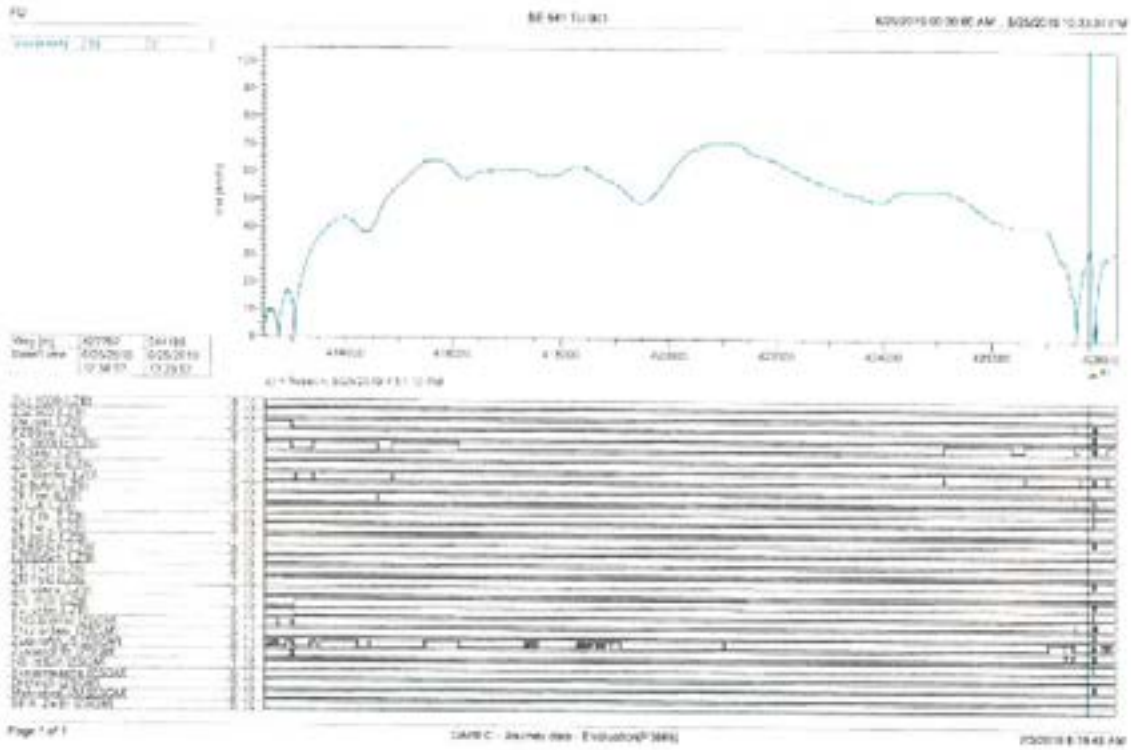
Padec hitrosti iz 33 km/h na 12 km/h je bil na poti dolžine 54 m.

Zavorna pot iz 12 km/h do zaustavitve vlaka je 11 m.

Ustavitev vlaka ob 14:39:12 uri, vlakovno lokomotivo v km 13.864.

ASN vključena v režimu 2.

Ura na elektronskem zapisu zaostaja dve uri za dejanskim časom (ura nastavljena po GRENWICHU).



Slika št. 22: Graf zapisa vožnje vlakovne lokomotive 541-001, vlaka št. 47882

ANALIZA DIGITALNEGA ZAPISA VOŽNJE DOPREŽNE LOKOMOTIVE 541-103, VLAKA ŠT. 47882 Z DNE 25.06.2019.

Dne 02.07.2019 je bila v prostorih SŽ-VIT, d.o.o. opravljena analiza elektronskega zapisa MESSMA, doprežne lokomotive E-LOK 541–103, vlaka št. 47882 z dne 25.06.2019, prevoznika SŽ – Tovorni promet, d.o.o., ki je vozil na relaciji Koper tovorna – Ljubljana.

Analiza je opravljena za odsek vožnje vlaka Koper tovorna do zaustavitve v postaji Hrastovlje v km 13.864.

Odhod iz postaje Koper tovorna kot doprega ob 14:18:32 uri.

Prihod v postajo Hrastovlje ob 14:36:10 uri.

Odhod iz postaje Hrastovlje ob 14:38:49 uri, kot doprega v km 14.438.

Doseže hitrost 33 km/h.

Ob 14:39:50 uri je zaznan padec hitrosti iz 33 km/h na 15 km/h.

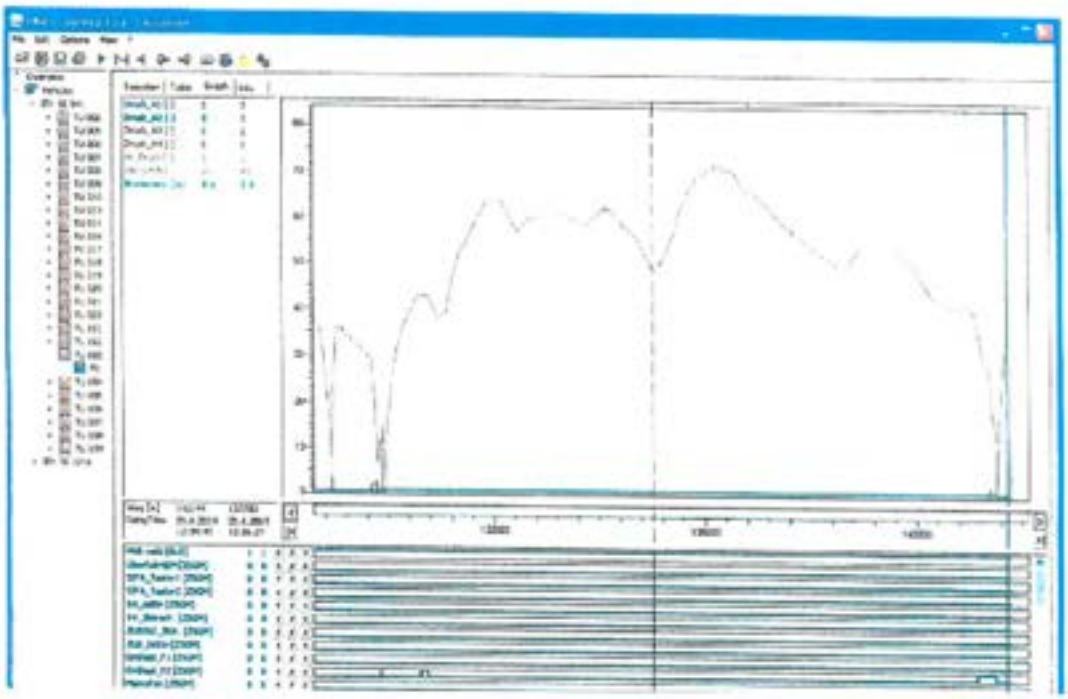
Ob 14:39:56 uri aktivirano zaviranja pri hitrosti 15 km/h.

Ustavitev vlaka ob 14:40:02 uri, kot doprega v km 14.150.

Pot zaustavljanja vlaka 55 metrov.

ASN izključena, vozi kot doprega.

Ura na elektronskem zapisu zaostaja dve uri za dejanskim časom (ura nastavljena po GRENWICHU).



Slika št. 23: Graf zapisa vožnje dopražne lokomotive št. 541-103, vlaka št. 47882

ANALIZA POSNETKA KAMERE NA STRANI »A« POSTAJE HRASTOVLJE Z DNE 25.06.2019 MED 11:38 IN 14:45 URO

Posnetek kamere je preiskovalni organ pridobil 09.07.2019 pri SŽ infrastruktura, d.o.o..

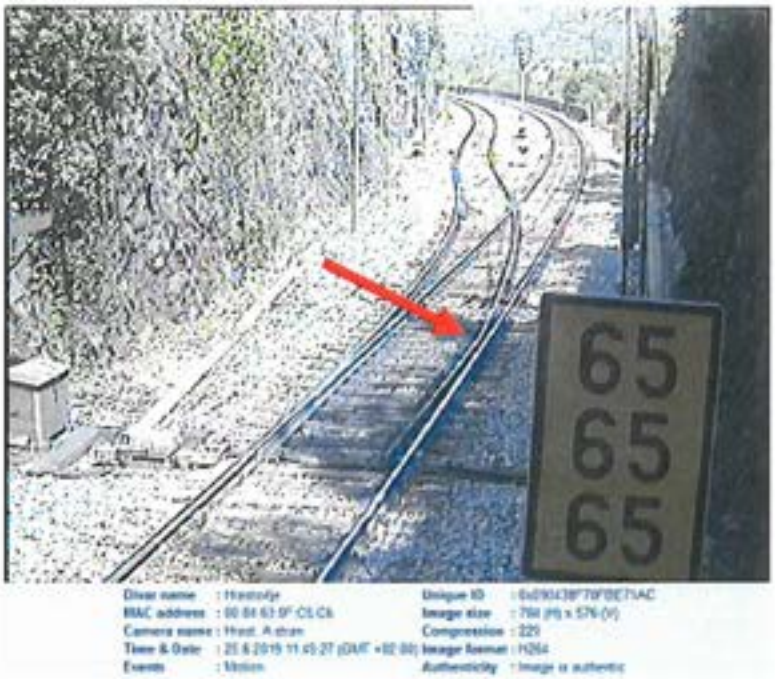
Na posnetku kamere, ki snema dogajanje na strani »A« postaje Hrastovlje je bila desna ostrica kretnice št. 1 ob postavitvi v odklonsko lego, za uvoz vlaka št.

47913, na tir št. 2, ob 11:38:57 uri, po času evidentiranem na video posnetku, v brezhibnem zveznem loku, brez kota.



Slika št. 24: Rdeča puščica prikazuje brezhibni zvezni lok desne ostrice, na posnetku kamere na »A« strani postaje, pred postavitvijo ostrice za vožnjo vlaka 47913 na tir št. 2 postaje Hrastovlje

Neposredno po vožnji zadnjega vagona vlaka št. 47913 preko kretnice št. 1, ob 11:45:14 uri, po času video posnetka, je bilo mogoče na ostrici v točki zloma zaznati manjši topi kot, ki pa je bil izrazitejši po prestavitvi kretnice v položaj za vožnjo v premo, po tiru št. 1, ob 11:45:33 uri, po času evidentiranem na video posnetku. V položaju kretnice št. 1, za vožnjo v premo, je nato vlak št. 42024 prevozil postajo Hrastovlje, v smeri postaje Divača, po tiru št. 1 ob 11.39 uri. Vlak št. 47913 pa je odpeljal iz tira št. 2 proti postaji Koper Tovorna ob 11.50 uri.



Slika št. 25: Rdeča puščica prikazuje topi kot na desni ostrici iz posnetka kamere na »A« strani postaje, po uvozu vlaka št. 47913 v postajo Hrastovlje in postavitvi desne ostrice od osnovne tirnice

ANALIZA VZROKA ZLOMA DESNE OSTRICE KRETNICE ŠT. 1 POSTAJE HRASTOVLJE, DNE 25.06.2019 OB 11.42 URI

Preiskovalni organ za preiskavo železniških nesreč in incidentov je pri Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije Ljubljana naročil izdelavo analize vzroka zloma desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje.

Med analizo so bile uporabljene naslednje merilne naprave:

- svetlobni mikroskop Microphot FXA, Nikon s 3CCD-videokamero Hitachi HV-C20A ;
- vrstični elektronski mikroskop ZEISS Gemini 2 Cross Beam 550 z EDS kamero Octane Elite (EDAX) in programsko opremo TEAM (EDAX) ter JEOL JSM-6500F;
- naprava za merjenje trdote po Vickersu (Instron Tukon 2100B);
- univerzalni preizkuševalni stroj INSTRON 8802;
- udarno kladivo po Charpyju PSW 300;
- sistem za digitalno povečavo slike Tagarno FHD;
- rentgenski fluorescenčni spektrometer XRF Niton in
- optični emisijski spektrometer z induktivno sklopljeno plazmo ICP-OES..

V poročilu so predstavljeni rezultati vizualne kontrole prelomljenega dela ostrice, neporušitvenih preiskav z magnetnimi delci, fraktografske analize s pomočjo digitalne lupe ter vrstičnega elektronskega mikroskopa, mehanske karakterizacije materiala ostrice, kemijske analize materiala, metalografske analize na svetlobnem ter elektronskem mikroskopu ter rezultati izvedbe simulacije napetostnih stanj z metodo končnih elementov. V zaključkih so podane ugotovitve na podlagi opravljenih raziskav in izračunov.

Ogled mesta dogodka:

Mesto preloma ostrice kretnice je po prehodu iz tirnice standardnih dimenzij v dimenzijo ostrice kretnice pred prvo drsno ploščo ostrice - 7,2 m od vrha ostrice. Dele ostrice kretnice s prelomnimi površinami (1) smo (2) je inštitut za analizo prevzel v Kopru (Slika 17).

Po podatkih naročnika raziskave ter iz razvidnih napisov (Slika 28št. 28) je na porušeni ostrici S49-300-1:9 LR razvidno, da gre za kvaliteto S49, ki je stara

oznaka ostrice kretnice tipa 49E1A1. Polmer ostrice-kretnice je 300 m, tangens kota ostrice-kretnice (α = 6.3402°) in LR pomeni levo. Proizvajalec je podjetje Thyssen.



a) b)

Slika 26: Lokacija nesreče v Hrastovljah v smeri Divače a) in v smeri proti Kopru b). Z rdečo puščico je označeno mesto lege ostrice kretnice na progi Divača-Koper (slikano 6.8.2019, približno mesec in pol po nesreči in delni obnovi proge).



Slika 17: Odrezana dela ostrice kretnice ob prevzemu v Kopru, na sredini je mesto preloma označeno z rdečo puščico.



a) b)

Slika 28: Stara oznaka ostrice (S49-300-1:9) a) in oznaka proizvajalca ostrice kretnice b).

Kemijska analiza materiala

Rezultati opravljene kemijske analize materiala ostrice so podani v spodnji tabeli (Tabela 3št. 3). Kemijska sestava jekla je ustrezna za to jeklo skladno s standardom EN 13674:2006.

Tabela 3: Rezultati kemijske analize materiala ostrice kretnice (mas%).

	%C	%Si	%Mn	%S	%Cr	%Nb
Ostrica-kretnice	0,69	0,25	1,1	0,011	0,10	0,04
Jeklo R260	0,62-0,80	0,15-0,58	0,7- 1,2	0,008-0,025	/	/

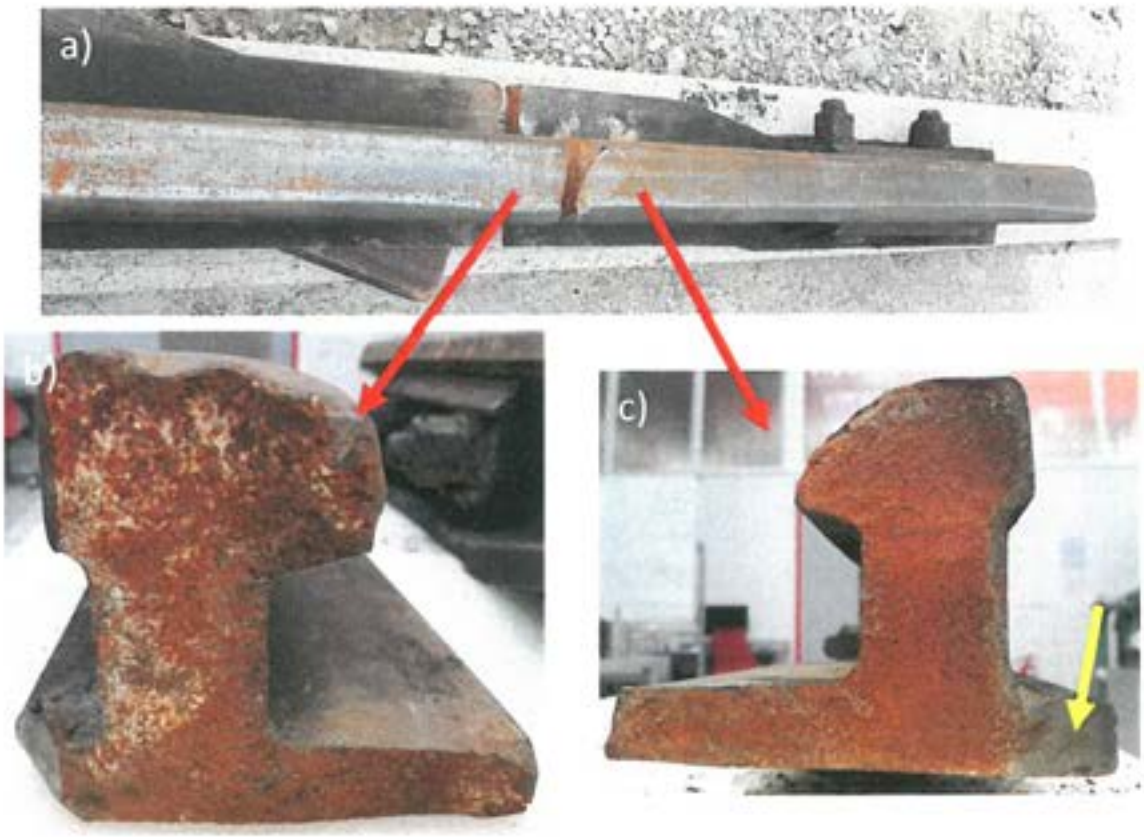
Vizualni pregled ostrice

Vizualna pregled prelomnih površin ostrice kretnice v laboratoriju s prostim očesom ter manjšimi povečavami razkriva lokacijo začetka preloma ostrice. Do preloma ostrice kretnice je prišlo približno 450 mm od sredine podpore na strani tirnice. Tirnica 49E1 je na sliki (Slika št. 29št. 29a) na desni strani. Tirnica se konča med vijakoma, kjer se na zvarnem spoju začne ostrica kretnice 49E1A1. V začetnem delu ima ostrica - kretnice isti presek kot tir tipa 49E1 nato pa se po prehodu le ta spremeni v tip 49E1A1. Mesto zvarnega spoja je ojačano z dvema ploščama, ki sta pritrjeni z dvema vijakoma na tirnico in ostrico. Slika št. 29št.

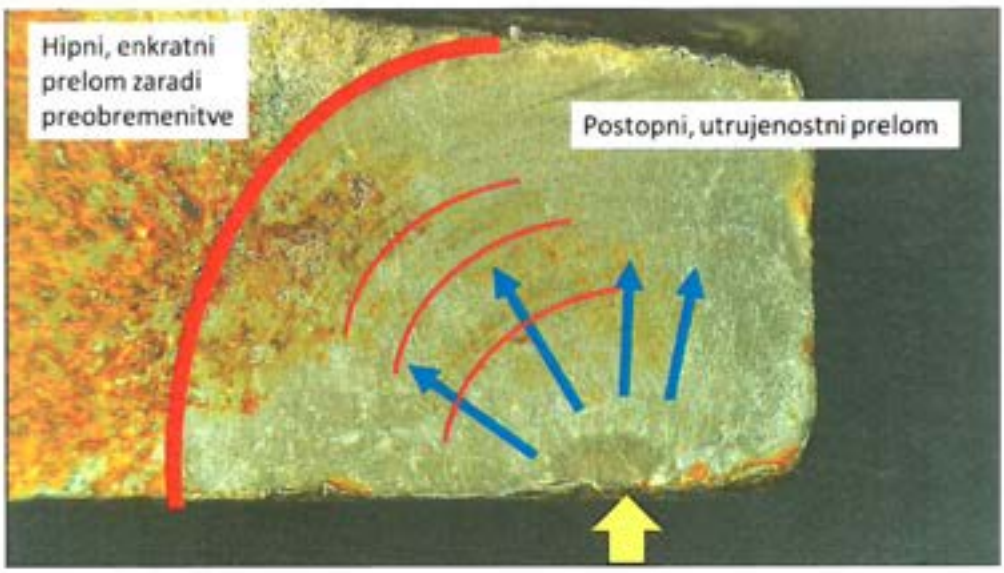
29b prikazuje poškodovano površino preloma ostrice kretnice na strani prve drsne blazinice. Ta del ostrice je ob iztirjenju odtrgalo in ga je vlakovna kompozicija močno poškodovala. Slika št. 29c prikazuje površino preloma ostrice kretnice na strani vpetja. Na sliki je videti na spodnjem desnem robu ostrice začetno mesto razpoke, ki se nahaja v nogi ostrice, na spodnji strani, približno 10 mm od desnega zunanjega roba (označeno z rumeno puščico). S prostim očesom drugih sekundarnih razpok ni zaznati. Ob prelomni površini ostrice sta ploskvi močno oksidirani.

Na naslednji sliki (Slika št. 30) je pri nekoliko večji povečavi prikazano mesto začetka razpoke, ki je bilo na prejšnji sliki (Slika št. 29) označeno z rumeno puščico. Iz morfologije prelomne površine je vidno mesto iniciala razpoke na spodnji strani noge ostrice, ki je označeno z rumeno puščico. Ukrivljene sledi postopnega napredovanja razpoke, ki se kažejo kot zastojne linije so prikazane z rdečimi ukrivljenimi linijami, smer napredovanja razpoke pa prikazujejo modre puščice.

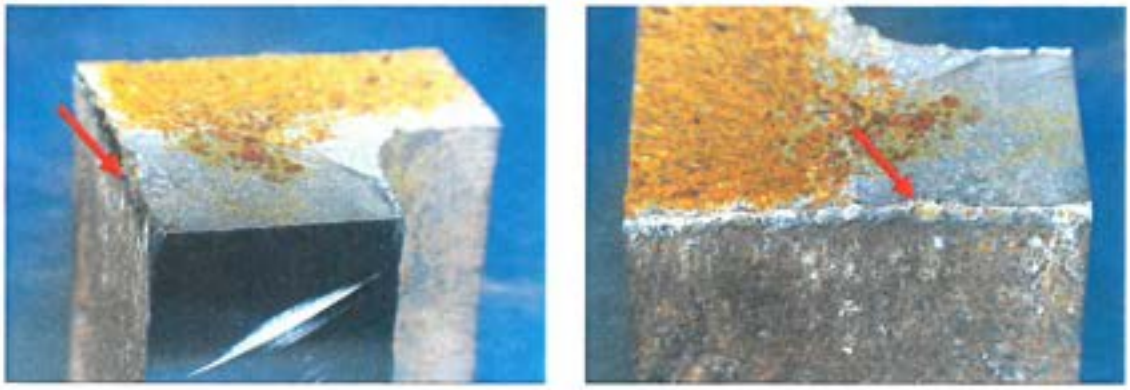
Začetno mesto nastanka razpoke ni na robu noge, temveč se nahaja približno 10 mm od zunanjega roba ostice. Spodnja površina noge ostice je deformirana, glede na sledi je do deformacije prišlo po prelomu, saj je odstranjena oksidirana površina in vidna ukrivljenost materiala.



Slika št. 29: Obe prelomni površini ostrice kretnice z označenim začetnim mestom nastanka razpoke na vpetem delu ostrice.



Slika št. 30: Področje začetnega mesta nastanka razpoke. Z rumeno puščico je označeno mesto nastanka razpoke, sledi postopnega napredovanja razpoke nakazujejo rdeče ukrivljene linije, smeri napredovanja razpoke pa kažejo modre puščice.



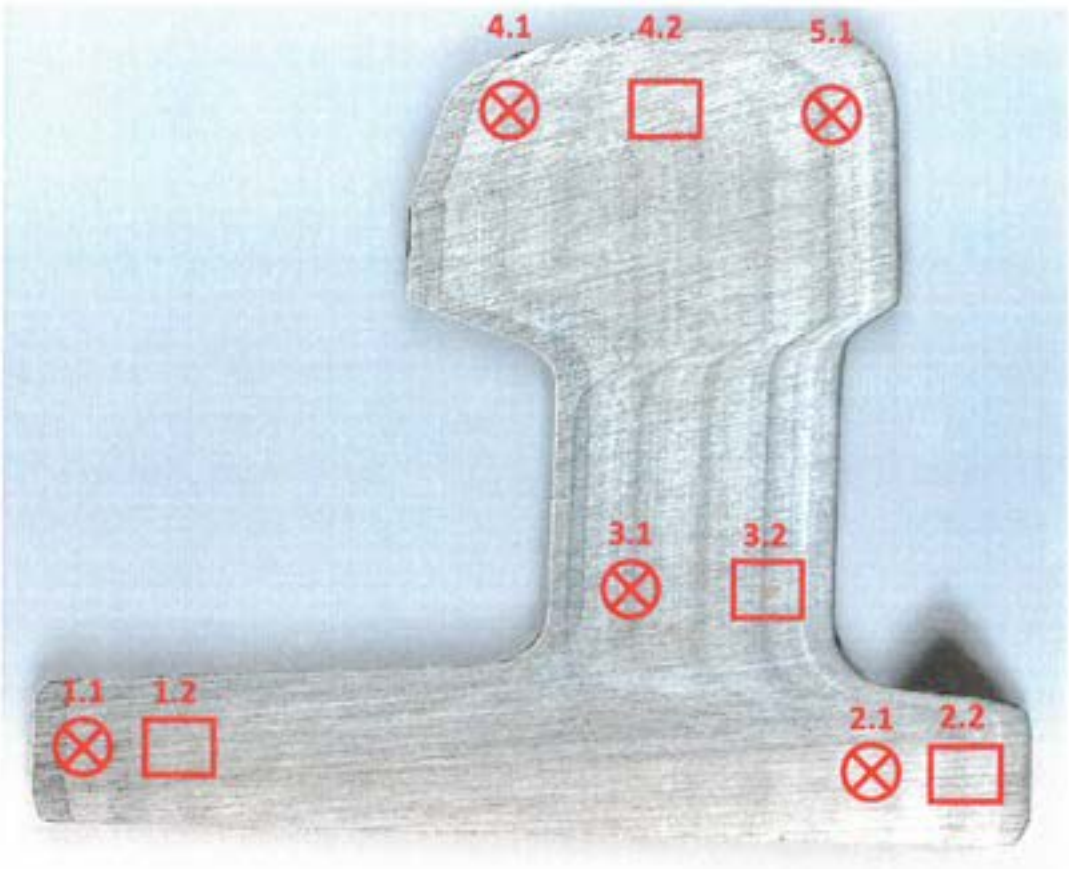
Slika 31: Sledi plastične deformacije po prelomu

Mehanske lastnosti materiala ostrice

Iz materiala ostrice so odvzeti vzorci za izvedbo nateznih preizkusov skladno s standardom SIST EN ISO 6892-1:2017 ter za izvedbo preizkusov udarne žilavosti skladno s standardom SIST EN ISO 148-1:2017. Vzorci za analizo mehanskih lastnosti so vzeti na različnih lokacijah ostrice kretnice in sicer na levi in desni strani noge, v vratu ter v glavi. Mesta odvzema in oznake vzorcev so prikazana na spodnji sliki (Slika 32št. 32). Krogci predstavljajo vzorce za natezni preizkus, kvadratki pa vzorce za preizkus udarne žilavosti.

Po standardu SIST EN 13674 -1 je najmanjša dovoljena natezna trdnost 880 MPa in raztezek ob prelomu 10%. Na mestu, kjer je prišlo do začetka razpoke natezna trdnost presega 900 MPa. Rezultati mehanskih preizkusov so podani v naslednjih tabelah (Tabela 4 in Tabela št. št. 5).

Glede na rezultate opravljenih mehanskih preizkusov je mogoče zaključiti, da so mehanske lastnosti materiala ostrice kretnice ustrezne.



Slika 32: Mesta in oznake odvzetih vzorcev za mehansko karakterizacijo materiala ostrice.

Tabela št. 4: Rezultati nateznega preizkusa vzorcev pripravljenih iz ostrice kretnice.

Vzorec	Natezna trdnost [MPa]	Napetost tečenja [MPa]	Razteznost [%]	Kontrakcija [%]
1.1	932	-	16,9	55
2.1	909	501	17,4	54
3.1	871	498	16,8	54
4.1	886	479	18,9	55
5.1	884	452	19,0	56

Tabela št. 5: Rezultati udarnih preizkusov žilavosti po Charpyju.

Vzorec	Žilavost [J]
1.2.1	12,0
1.2.2	20,0
2.2.1	27,5
2.2.2	18,0
3.2.1	17,0
3.2.2	11,0
4.2.1	7,0
4.2.2	24,5

Analiza obrabe ostrice kretnice

Postavitev in vzdrževanje železniških prog v Sloveniji ureja pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog. Z namenom kontrole ali je bila poškodovana ostrica kretnice še znotraj dovoljenih predpisov se je dimenzijsko preverila in primerjala z zahtevami pravilnika. V Pravilniku o zgornjem ustroju železniških prog (81. člen, pregled kretnic in tirnih križišč), ni posebej določeno kakšna je dovoljena obraba in metoda meritve obrabe ostrice-kretnice. Zato se je obraba ostrice-kretnice določila po metodi, ki se jo uporablja za standardne tire 60 E, 54 E in 49 E. Dovoljena obraba tirnice je kategorizirana glede na dovoljeno progovno hitrost (Tabela št. št. 6). Kategorija proge Divača-Koper je D3 in spada v tretjo vrsto proge, kjer so progovne hitrosti 80 km/h ali manj. Tabelašt. 7 prikazuje dovoljeno višinsko obrabo in bočno obrabo glede na vrsto proge in tip tirnice. Obrabo tirnice se določi z meritvijo višine obrabljene tirnice in bočne obrabe.
Slika št. 3333 prikazuje mesto meritve višinske in bočne obrabe tirnice. Višinska obraba je razlika med višino neobrabljene tirnice in višino obrabljene tirnice v srednjem delu glave tirnice. Bočna obraba je izmerjena pod kotom 45°, pri čemer poteka linija merjena skozi sredino krožnega loka voznega roba tirnice. Za tip tirnice 49 E1 in vrsto proge 3 je dovoljena višinska obraba 16 mm in bočna obraba 18 mm (Tabelašt. 7).

Slika št. 3636 prikazuje obris prereza ostrice kretnice 49E1A1 30 mm od mesta preloma. Na osnovi oblike in dimenzij preiskovane ostrice je bila v kretnici

uporabljena trnica oblike 49 E1 (Slika34) in v menjalu ostrica oblike 49 E1A1 (Slikašt. 35).

Tabela št. 6: Vrsta proge in dovoljene hitrosti.

Vrsta proge	Tip proge, hitrost
1	Glavne proge 120 < V ≤ 160 km/h
2	Glavne V ≤ 120 km/h in regionalne proge 80 < V ≤ 120 km/h
3	Regionalne proge V ≤ 80 km/h (če je dovoljena hitrost večja kot 80 km/h, samo ta odsek proge spada v skupino vrsta proge 2);
4	Stranski postajni in industrijski tiri.

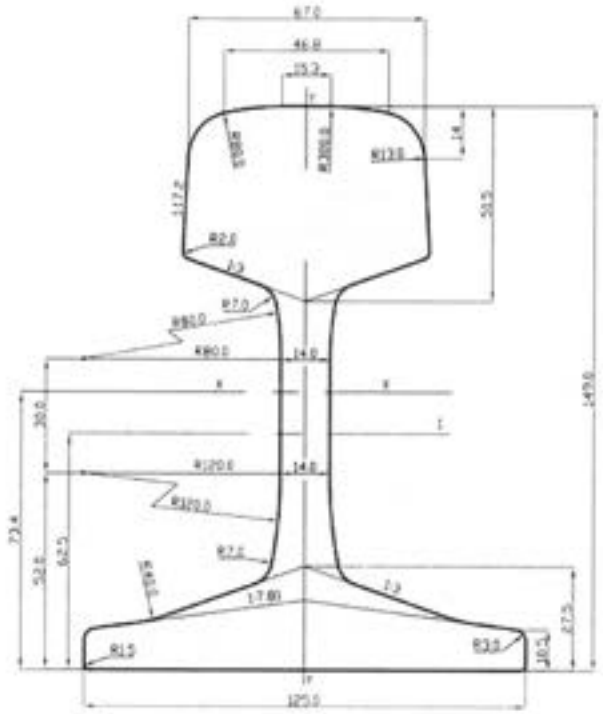


Slika št. 33: Prikaz načina meritve višinske in bočne obrabe tirnice skladno s pravilnikom.

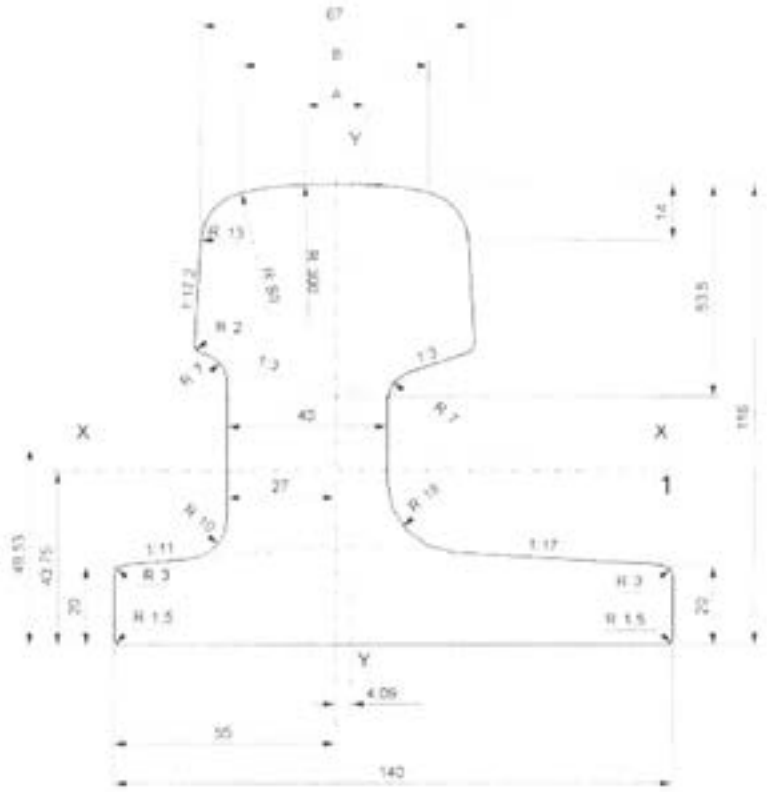
Tabela št. 7: Dovoljena višinska in bočna obraba glede na vrsto proge in tip tirnice.

oblika tirnice	višina nove tirnice	vrsta proge	višina obrabljene tirnice	dovoljena višinska obraba	dovoljena bočna obraba
49 E	149	1	137	12	15
		2	137	12	15

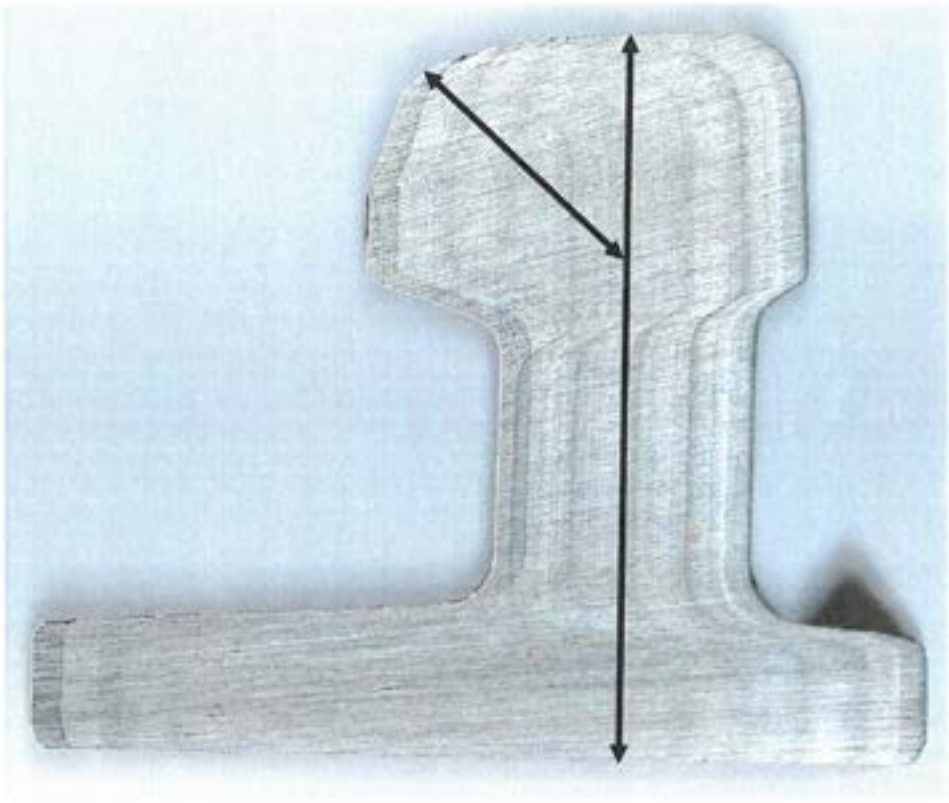
		3	133	16	18
		4	129	20	20



Slika št. 34: Tehnična risba tirnice 49E.



Slika št. 35: Tehnična risba prereza ostrice kretnice 49E1A1.



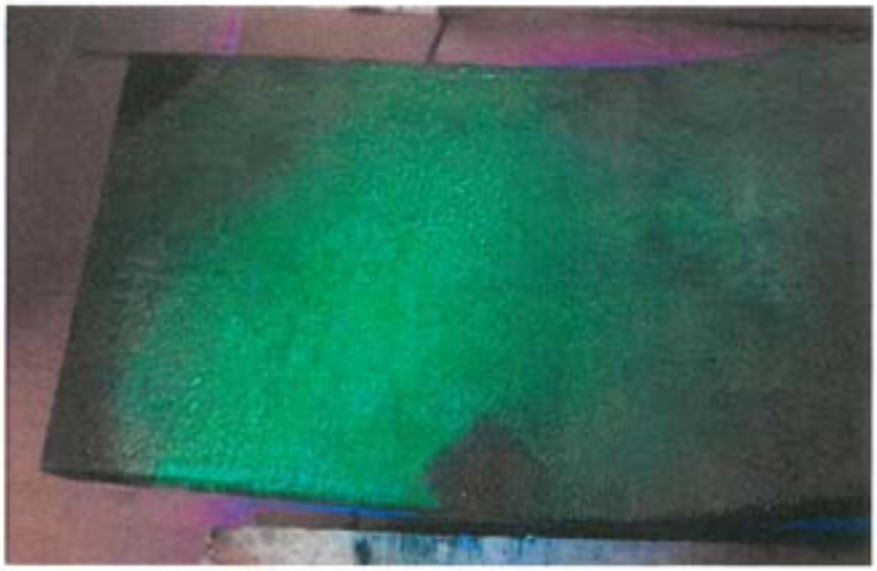
Slika št. 36: Fotografija prereza ostrice 30 mm od preloma ostrice kretnice.

Na osnovi meritev je višina obrabljene ostrice kretnice v sredinski liniji 112,9 mm. To pomeni, da je višinska obraba 3,1 mm. Bočna obraba ostrice-kretnice pa je 6,2 mm. Višinska obraba in bočna obraba ostrice kretnice tipa 49E1A1 sta manjši od dovoljene obrabe za tir 49 E1 in vrsto proge 3, torej lahko zaključimo, da je bilo stanje ostrice ustrezno ter da ni bila preveč obrabljena.

Preiskava z magnetnimi delci

Ob prevzemu prelomljene ostrice se je na vsako stran preloma odvzelo še približno 70 cm ostrice (Slika 1št. 27 in Slika št. 29št. 29). Oba dela sta se temeljito visokotlačno očistila ter razmastila. Nato sta se neporušno pregledala z MT metodo (magnetni delci). Preiskava z magnetnimi delci ni pokazala nobenih indikacij, da bi bila v materialu ostrice še kakšna druga razpoka kot ta, na kateri je prišlo do preloma.

Slika št. 37št. 37 in Slika št. 38št. 38 prikazujeta preiskavo ostrice kretnice z magnetnimi delci.



Slika št. 37: Spodnja površine noge ostrice-kretnice po spremembi prereza iz 49E1 na 49E1A1.



Slika št. 38: Spodnja površine noge prostega dela ostrice-kretnice.

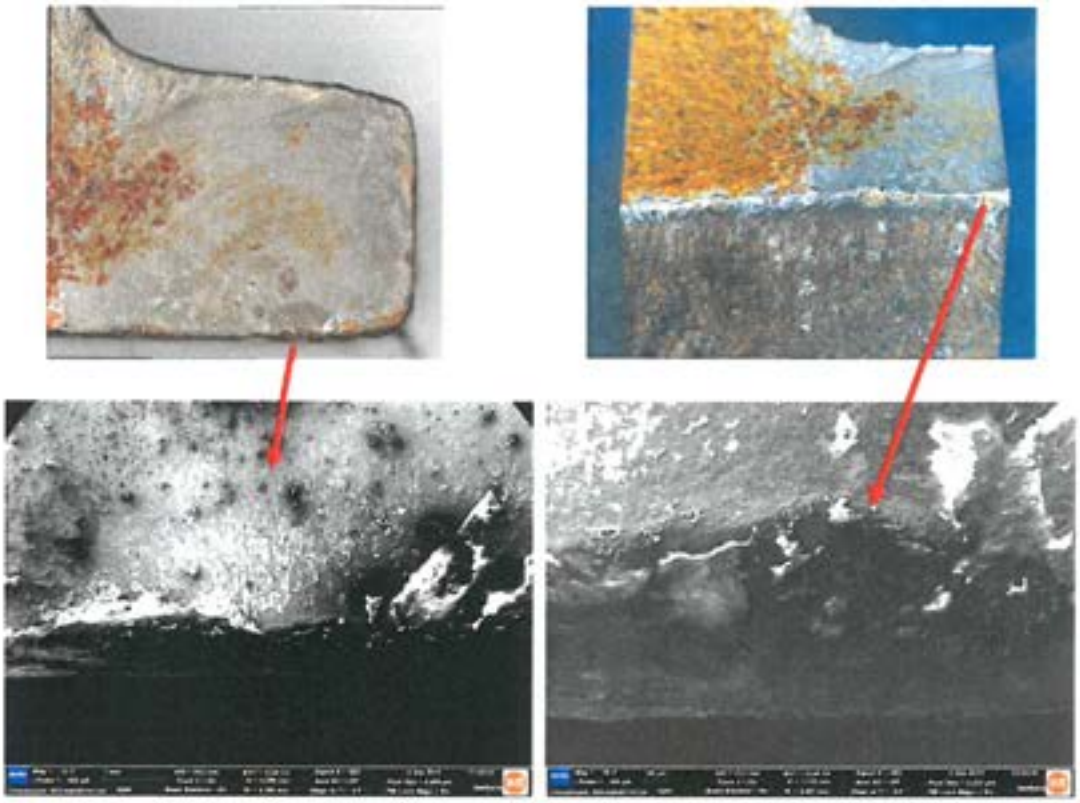
Metalografska in fraktografska analiza

Material ostrice se je podrobneje pregledal s pomočjo svetlobnega in elektronskega mikroskopa. Analizirala se je prelomna površina ostrice ter mikrostruktura materiala ostrice. S takšno analizo je mogoče določiti, ali so v mikrostrukturi jekla kakršne koli napake ali nepravilnosti, ki bi lahko povzročile poslabšanje mehanskih lastnosti oziroma predstavljale kritično mesto za nastanek razpoke, ki bi pripeljala do porušitve.

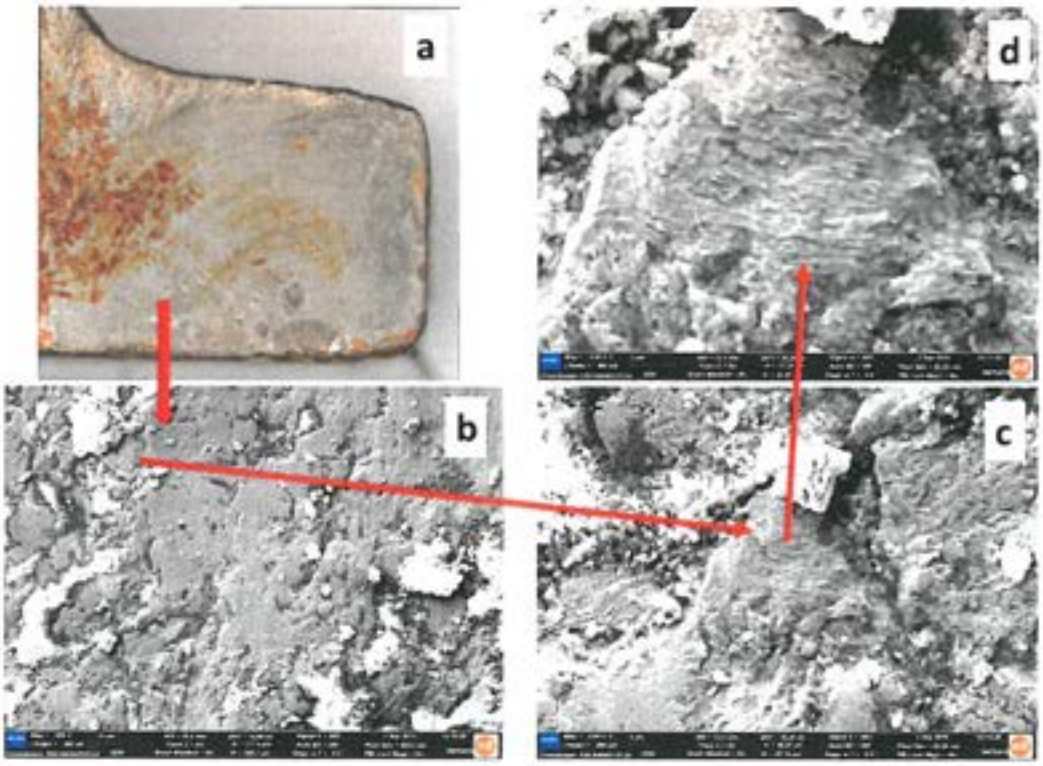
Iz mesta preloma ostrice se je odrezal vzorec, na katerem sta prisotni obe različni prelomni površini kot smo prikazali že pri vizualni kontroli (Slika št. 30št. 30). Mesto odvzema vzorca in način razreza je prikazan na sliki št. 39. Slika št. 40št. 40 prikazuje prelomno površino ob mestu iniciala razpoke opazovano z elektronskim mikroskopom. Topografija prelomne površine potrjuje začetno mesto in smer napredovanja razpoke, obenem pa tudi potrjuje deformirano spodnjo stran noge ostrice s čimer je začetno mesto nastanka razpoke zakrito. Na naslednji sliki (Slika št. 41) je prikazano mesto analize utrujenostnega dela prelomne površine. Prelomna površina je zaradi dinamičnih obremenitev in posledično zaradi večkratnega stiskanja in odpiranja poškodovana, njena topografija pa je na več mestih zakrita kot posledica mehanskih poškodb (Slika št. 41). S podrobnejšo analizo so se uspela odkriti področja, ki niso bila med dinamičnim obremenjevanjem poškodovana. Na teh področjih so se pri večjih povečavah odkrile sledi utrujenostnega napredovanja razpoke, kjer je razpoka ob vsakem prehodu kolesa preko ostrice napredovala za en korak, kar se na prelomni površini vidi kot majhna stopnica, ki je manjša od 1µm (Slika št. 4141 c in 41 d). Sledi postopnega napredovanja razpoke na utrujenostnem delu prelomne površine je prikazana tudi na naslednji sliki (Slika št. 4242 b, 42 c in 42 d).



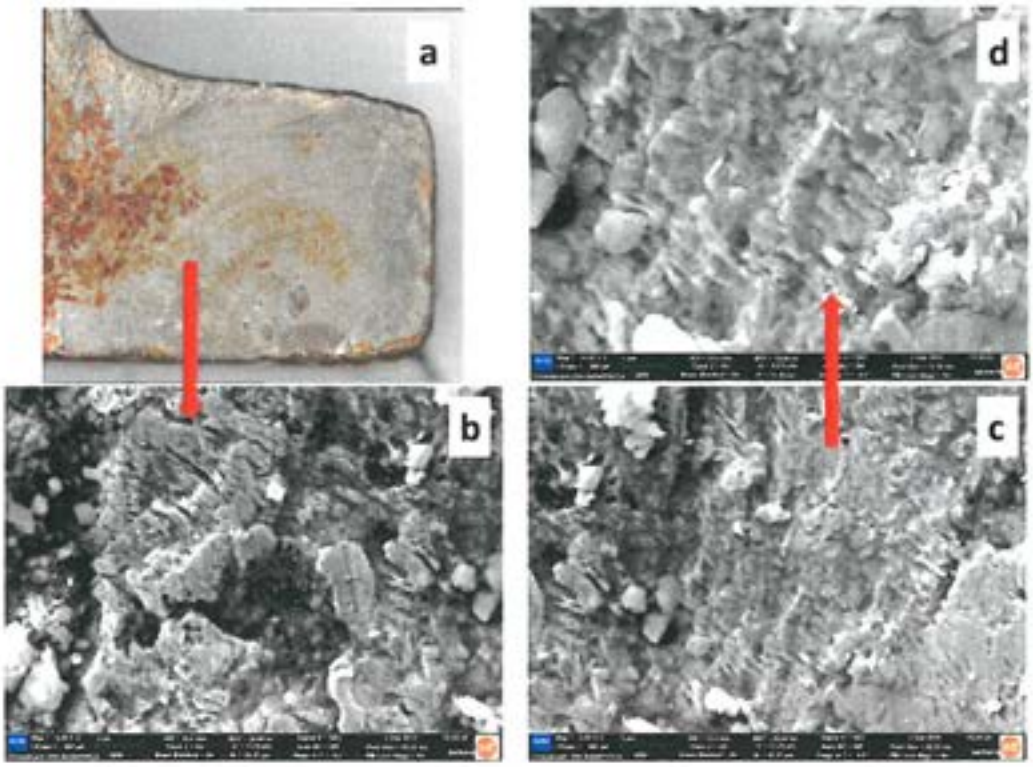
Slika št. 39: Prikazan način razreza in mesto odvzema vzorca za nadaljnjo analizo.



Slika št. 40: Prelomna površina ob mestu iniciala razpoke.

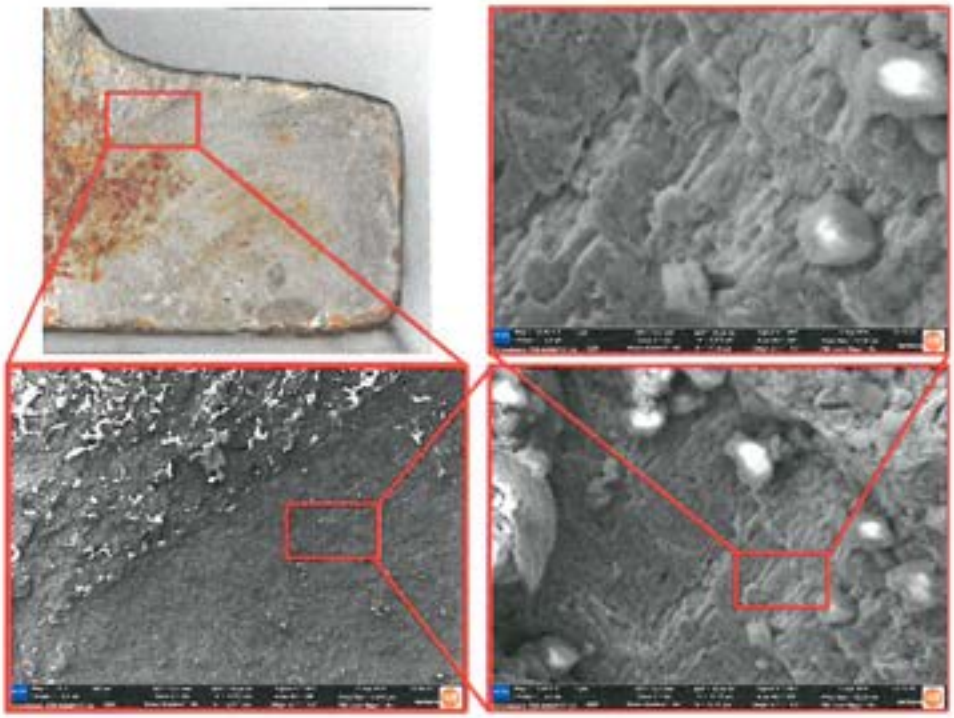


Slika št. 41: Prelomna površina na mestu utrujenostnega preloma.

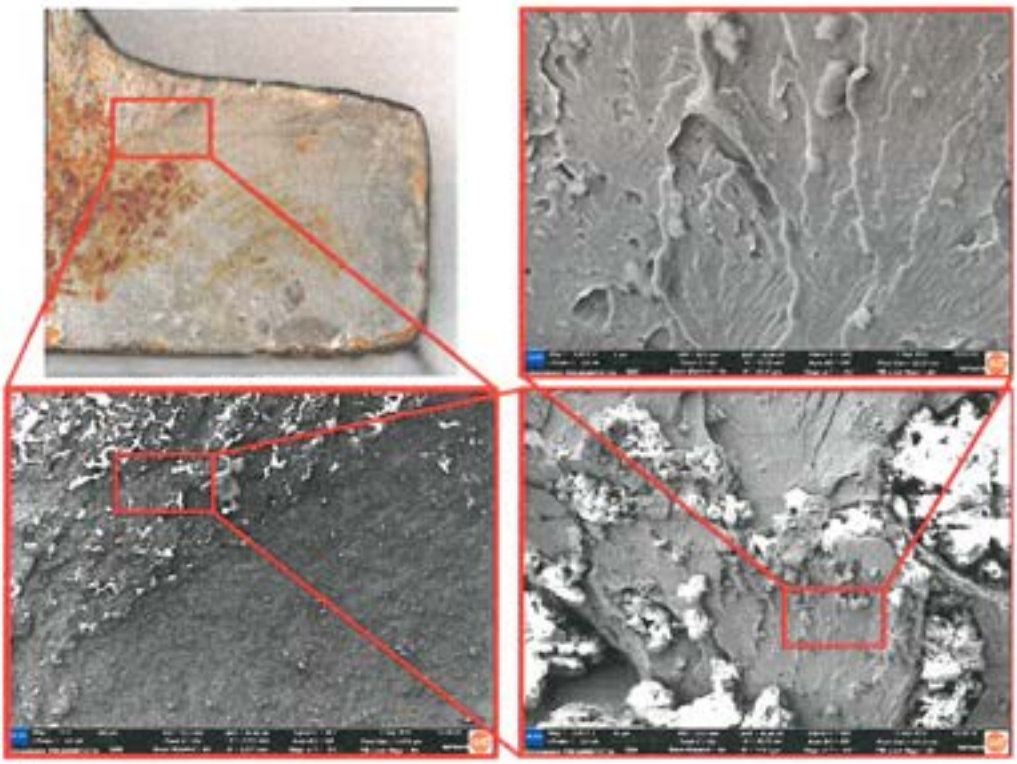


Slika št. 42: Prelomna površina na mestu utrujenostnega preloma.

Na naslednji strani na dveh slikah (Slika št. 4343 in Slika št. 4444) je prikazana prelomna površina na prehodu iz utrujenostnega dela preloma v hipni del preloma. Slika št. 43 prikazuje področje, kjer je razpoka še vedno napredovala zaradi dinamičnih obremenitev ob prehodu kolesa preko ostrice. Še vedno so na prelomu vidne stopnice oziroma sledi postopnega napredovanja razpoke.
Slika št. 4444 pa prikazuje področje, kjer je razpoka napredovala v enem koraku zaradi preobremenitve materiala oziroma zaradi prekoračitve napetosti, ki je bila kritična za napredovanje razpoke. Prelomna površina se od prejšnjih slik razlikuje v tem, da so jasno vidne cepilne ravnine v mikrostrukturi materiala in ni več zastojnih linij ali sledi postopnih korakov napredovanja razpoke.



Slika št. 43: Prelomna površina na prehodu iz utrujenostnega dela preloma v hipni del preloma



Slika št. 44: Prelomna površina na prehodu iz utrujenostnega dela preloma v hipni del preloma

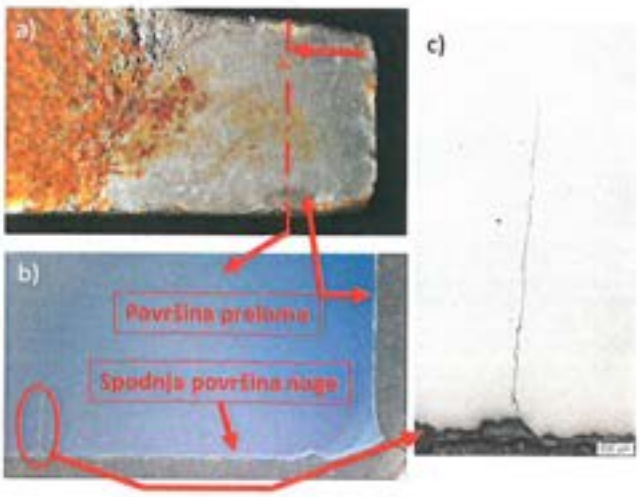
Na naslednjih slikah je prikazana mikrostrukturo materiala, ter način razreza vzorca preko začetnega mesta napredovanja razpoke.

Slika št. 4545a prikazuje površino preloma ostrice kretnice z označenim mestom prereza za pripravo metalografskega obrusa. Odrezan del materiala se je metalografsko pripravil z brušenjem in poliranjem. Na sliki št. 45b je prikazana polirana površina vzorca, kjer je na desnem robu prelomna površina, spodaj pa spodnja površina noge ostrice. Na poliranem vzorcu se je odkrila še ena sekundarna razpoka, ki izhaja iz noge ostrice in je vzporedna z glavno razpoko po kateri je prišlo do preloma. Razpoka je prikazana na desnem delu slike (Slika št. 45št. 45c), v globino sega približno 15 milimetrov. Razpoka je tanka, ni zapolnjena z oksidi in napreduje tako transkristalno kot interkristalno. Začetek razpoke prekriva debela oksidna plast, ki je nastala zaradi dolgotrajne izpostavljenosti vremenskim vplivom. Ta oksidna plast je zakrila razpoko pri pregledu z magnetnimi delci. Na mestu, kjer je nastala sekundarna razpoka v materialu ni nobenih nepravilnosti ali napak, ki bi bile vzrok za nastanek razpoke. Prav tako ob glavni razpoki nikjer v materialu ni najti nobenih napak ali nepravilnosti, ki bi lahko predstavljale vzrok za nastanek razpoke (Slika št. 4646). V materialu na polirani površini se vidijo razpotegnjeni sulfidni vključki zaradi valjanja, kar je običajno za te vrste jekel. Ti vključki so usmerjeni vzdolžno v smeri ostrice kar pomeni, da so pravokotni glede na smer razpoke in je zaradi svoje oblike niso pospeševali. Glavna razpoka na teh vključkih ni preskakovala ali se odklanjala v drugo smer temveč jih je enostavno prerezala (Slika št. 4646c in 46d).

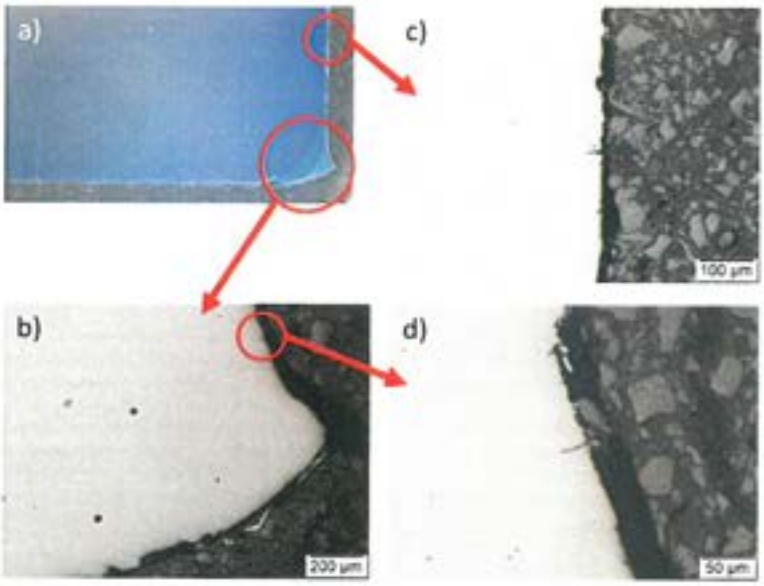
Na mestu začetka glavne razpoke (Slika št. 4646a in 46b ter Slika št. 47) je rob hladno deformiran, kar je vidno tudi iz vzdolžno razpotegnjenih kristalnih zrn. Do te deformacije je prišlo po prelomu in to ni vzrok za nastanek razpoke.

Vzorci za metalogrfsko analizo so se odvzeli na različnih mestih ostrice, tako iz noge, vratu kot glave ostrice. Mikrostruktura jekla ostrice je na vseh mestih perlitna (Slika št. 47 do Slika št. 52). Na glavi je pričakovano mikrostruktura močno deformirana in utrujena, kar je popolnoma normalno. Zaradi načina izdelave tirnic in ostric (vroče valjanje) je površina ostrice nekoliko razogljičena, na njej pa je tudi prisotna oksidna plast, ki se je nekaj tvori že med proizvodnjo,

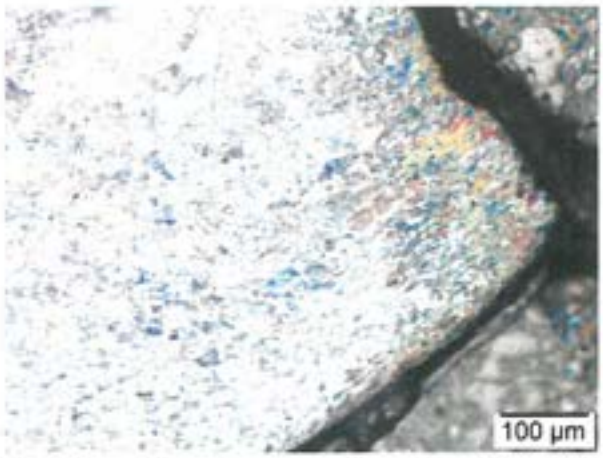
ostala pa raste med njenim delovanjem, ko je izpostavljena zunanjim vremenskim vplivom (Slika št. 51). Zaradi izpostavljenosti vremenskim vplivom je na ostrici prišlo tudi do korozije, ki je na površini ostrice povzročila manjše zajede, ki ob dinamičnem obremenjevanju lahko predstavljajo tudi inicial za nastanek razpoke. Na eni od takšnih zajed je nastala tudi sekundarna razpoka (Slika št. 45št. 45c).



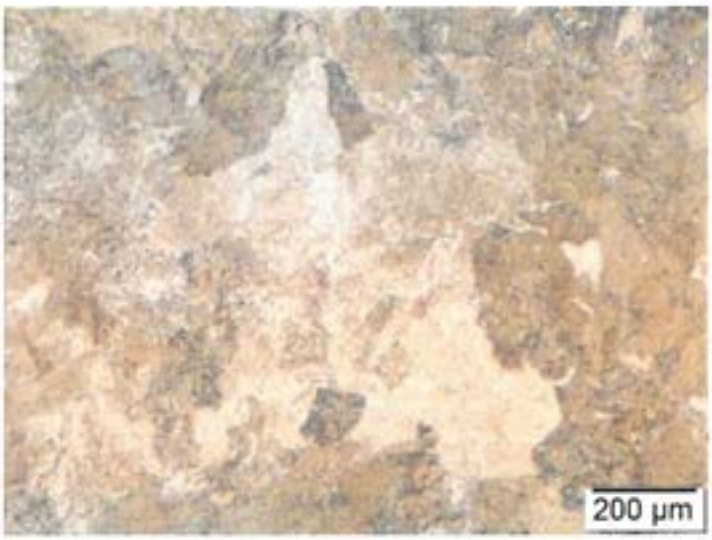
Slika št. 45: Površina preloma ostrice kretnice z označenim mestom prereza a), površina prereza s sekundarno razpoko b) in posnetek sekundarne razpoke c).



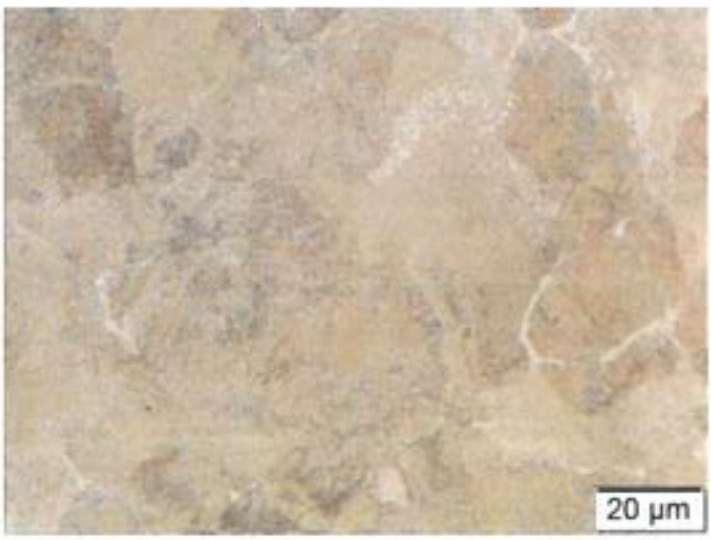
Slika št. 46: Površina prereza ob glavnem prelomu ostrice a), deformiran rob ob začetku glavne razpoke b) in prerez površine preloma prek sulfidnih vključkov.



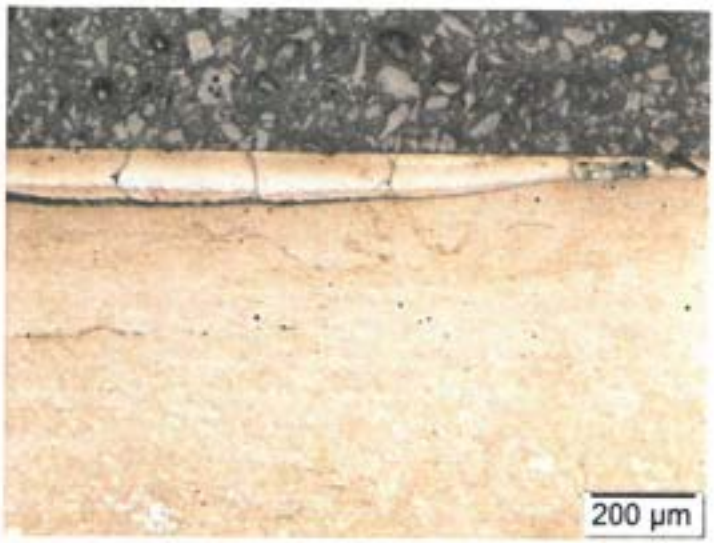
Slika št. 47: Hladno deformirano mesto na lokaciji začetka razpoke.



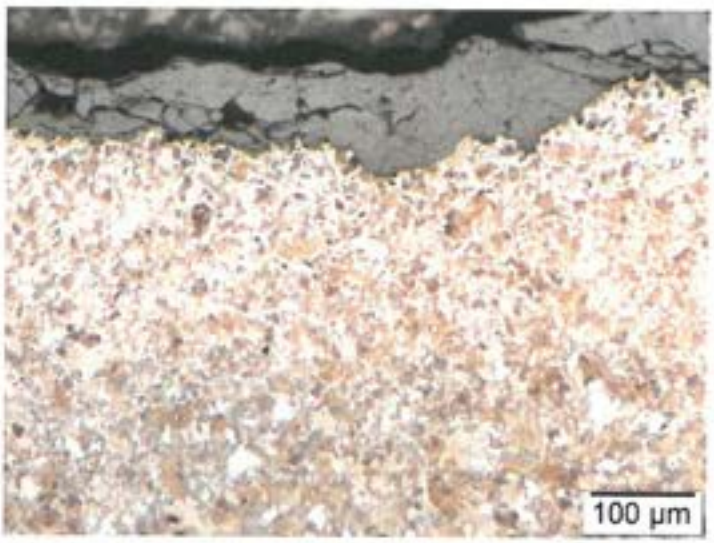
Slika št. 48: Perlitna mikrostruktura v nogi ostrice.



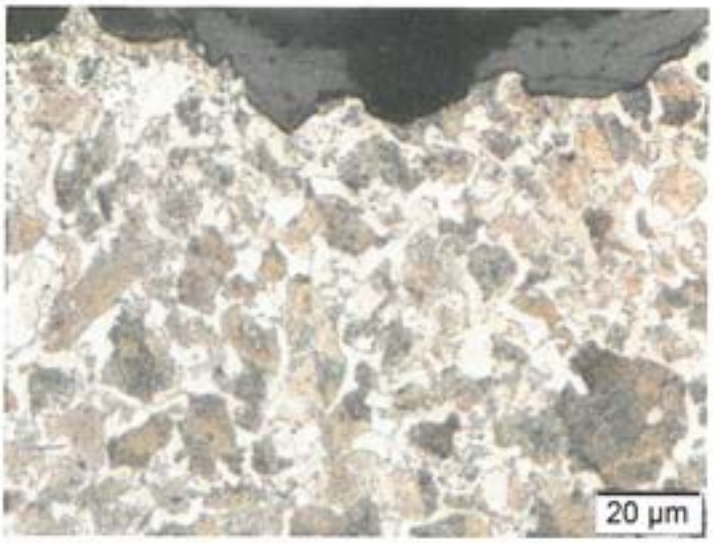
Slika št. 49: Perlitna mikrostruktura v vratu ostrice.



Slika št. 50: Močno deformirana mikrostruktura v glavi ostrice.



Slika št. 51: Oksidna plast na zunanji površini ostrice ter vidna plast razogljičenja ob površini.



Slika št. 52: Korozijske zajede ter oksidna plast na površini ostrice.

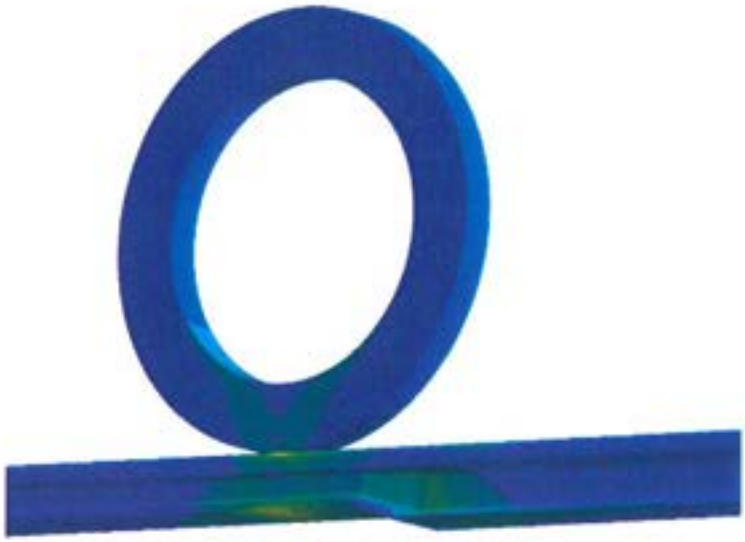
Analiza napetostnega polja s pomočjo metode končnih elementov

Za lažje razumevanje napetostnega polja v analizirani ostrici in potrditev eksperimentalnih rezultatov se je izvedla računalniška simulacija napetostnega polja v ostrici kretnice, ob tem, ko čez njo zapelje vlak. Geometrija se je povzela po dejanskih dimenzijah analiziranega vzorca (Slika št. 5353). Obremenitev med preračunom je bila 20.000 kg na kolo. Primer vzdolžne in prečne porazdelitev primerjalnih napetosti v nogi ostrice je prikazan na spodnjih slikah (Slika št. 5454 in Slika št. 55). Poudariti je potrebno, da je na spodnjih slikah prikazana le porazdelitev napetosti (brez vrednosti) za en obremenitveni primer in da v nogi ostrice prevladujejo natezne napetosti. Izvedenih je bilo večje število preračunov, kjer so se na podlagi dostopnih podatkov iz literature ter drugih izvedenih meritev spreminjali nekateri najvplivnejši parametri, ki lahko vplivajo na magnitudo in porazdelitev napetosti.

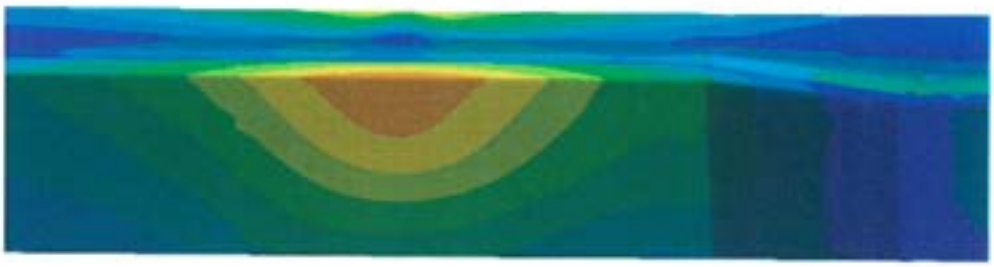
Rezultati so pokazali, da ima največji vpliv na magnitudo napetosti v ostrici togost podlage. Iz dostopnih podatkov se je razbralo, da pri vožnji vlaka lahko pride do podajanja podlage med 2 in 5,6 mm.

Preračuni so se izvedli s posedanjem podpor v tem rangu in dobili na mestu, kjer je prišlo do preloma ostrice najvišje natezne napetosti med 110 MPa in 250 MPa. Pri teh preračunih se ni upoštevalo bočnih obremenitev, ki nastanejo zaradi centrifugalne sile ob vožnji skozi krivino z radijem 300 m. Po izračunih bi to lahko doprineslo dodatnih cca. 50 MPa obremenitve.

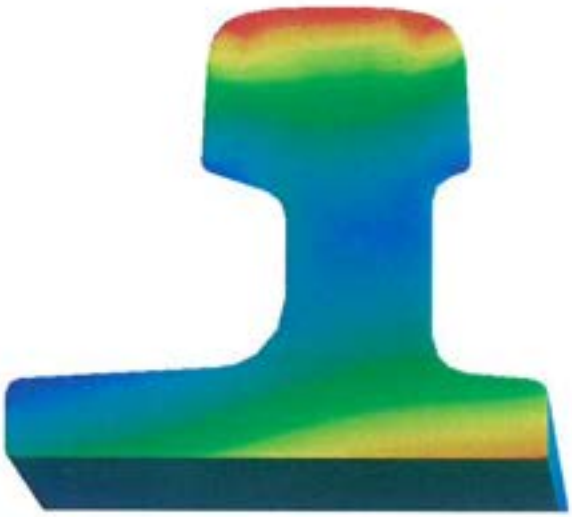
Na podlagi izvedenih preračunov z metodo končnih elementov je mogoče zaključiti, da med vožnjo vlakov v ostrici dejansko pride do največjih napetosti ravno na mestu kjer je prišlo do preloma. Ob upoštevanju najslabše togosti podpor (največje posedanje) lahko največje natezne napetosti dosežejo celo do 300 MPa.



Slika št. 53: Prikaz postavitve modela ostrice ter kolesa za izvedbo analize napetostnega stanja.



Slika št. 54: Primer vzdolžne porazdelitve nateznih napetosti na mestu porušitve ob obremenitvi.



Slika št. 55: Primer prečne porazdelitve nateznih napetosti na mestu porušitve ob obremenitvi.

Analiza lomne žilavosti materiala ostrice

Glede na veliko razmerje v površini hipnega proti postopnemu ali utrujenostnemu prelomu na prelomni površini ostrice kretnice se je opravil še preračun lomne žilavosti materiala. Iz preračuna lomne žilavosti materiala je mogoče dobiti podatek o največji še dovoljeni napaki v materialu, ki pri določeni obremenitvi še ne povzroči nastanka in napredovanja razpoke. Lahko pa se ob poznani velikosti napake oziroma razpoke izračuna kolikšna je največja dovoljena napetost v materialu, da razpoka ne bo napredovala.

Iz literature se je dobil podatek, da se lomne žilavosti jekel, ki se uporabljajo za železniške tirnice gibljejo med 33 in 46 MPa $m^{1/2}$. Na prelomni površini je utrujenostna razpoka dosegla globino 20 mm.

Enačba za preračun lomen žilavosti je sledeča $K_{Ic} = \sigma \times \sqrt{\pi\, a}$.

Poznana sta parametra K_{Ic} (lomna žilavost) ter a (velikost razpoke), izračuna se lahko dopustna napetost, da utrujenostna razpoka globine 20 mm ne bo napredovala.

Rezultat izračuna pokaže, da je pri najnižji lomni žilavosti po podatkih iz literature (33 MPa $m^{1/2}$) največja dovoljena obremenitev zgolj 131 MPa.

V primeru večje lomne žilavosti (46 MPa $m^{1/2}$) pa je največja dovoljena obremenitev 184 MPa.

Iz teh podatkov je mogoče zaključiti, da bi lahko bila na analizirani ostrici ob globini utrujenostne razpoke 20 mm za hipno napredovanje razpoke zadostna že napetost 131 MPa.
Ta podatek in podatek o možnih napetostnih amplitudah v ostrici iz izvedenih računalniških simulacijah pojasni zakaj tako velika razlika v razmerju površin med utrujenostnim in hipnim prelomom (Slika št. 29 in Slika št. 3030).

Zaključki analiz

Na podlagi opravljenih analiz in izračunov lahko povzamemo naslednje zaključke:

- kemijska sestava jekla ostrice je ustrezna;
- mehanske lastnosti jekla ostrice so ustrezne;
- ostrica ob času preloma ni bila obrabljena preko dopustnih mej;
- v jeklu ostrice se ni našlo nobenih napak ali vključkov, ki bi lahko predstavljali vzrok za predčasno odpoved ali porušitev ostrice;
- fraktografska analiza je pokazala, da je začetno mesto razpoke v nogi ostrice približno 10 mm od zunanjega roba ter da je razpoka na začetku napredovala postopoma pod dinamičnimi obremenitvami, ko pa je dosegla kritično velikost je prišlo do hipnega preloma ostrice;
- ob glavni razpoki se je približno 15 mm proti tirnici odkrila še ena razpoka globine približno 2 mm, ki bi v primeru, da ne bi prišlo do preloma ostrice na analiziranem mestu, razpoka napredovala po drugi odkriti razpoki in bi sčasoma prišlo do preloma ostrice 15 mm bližje točki, kjer je gibljiv del ostrice zvarjen s tirnico;
- računalniška simulacija napetostno-deformacijskega stanja je potrdila, da so na mestu nastanka razpoke ob prehodu vlaka preko ostrice največje napetosti;
- izračuni s pomočjo računalniške simulacije so pokazali, da na nivo nateznih napetosti v največji meri vpliva togost podlage (zgornji ustroj proge);

- izračun lomne žilavosti je pokazal, da bi ob najnižji lomni žilavosti materiala ostrice ter ob prisotni razpoki dolžine 20 mm že posedanje podpor za 2 mm pri simulirani obremenitvi ostrice z 20 tonami omogočilo zadostne napetosti za hipno napredovanje razpoke.

Iz izdelanih analiz je mogoče sklepati, da ob večji togosti podpor, ki ne bi dopustila tolikšnega posedanja ostrice do preloma ne bi prišlo.

4.1 Analiza vlog in odgovornosti vpletenih oseb in subjektov

V vlaku št. 47882 je dne 25.06.2019 iztirilo 6. vagonov zaradi zloma desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje. Preloma ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje ni bilo mogoče zaznati z vizualnim pregledom kretnice, varnostna naprava pa med prestavljanjem kretnice ter med vožnjo vlakov po kretnici z zlomljeno ostrico, prav tako ni zaznala nikakršne nepravilnosti na kretnici.

Med vožnjo vlaka v času iztirjanja vagonov na kretnici št. 1, se je med 5. in 6. vagonom strgala spenjača 5. vagona. Po strganju sta se med vagonoma razpeli gumijasti cevi glavnega zračnega voda, zaradi česar je zračni tlak v glavnem zračnem vodu padel, kar je povzročilo aktiviranje prisilnega zaviranja vseh vozil v vlaku in posledično ustavitev v predoru Dol, s čelom vlaka v km 13.758 po prepeljanih 231 metrih od pričetka iztirjenja do zaustavitve. Pričetek iztirjenja je bil na srcu kretnice št. 1 postaje Hrastovlje v km 13.989.

Med izvažanjem vlaka iz postaje Hrastovlje v smeri postaje Divača, čez kretniško področje v odklonsko lego, kjer je proga v vzponu, je potrebno nenehno povečevati vlečno silo. Strojevodja vlakovne lokomotive vlaka tako ni mogel v trenutku speljevanja takoj oceniti, zakaj vlak izgublja hitrost, ampak je dodajal vlečno silo, kar pa je zaradi deformacij infrastrukture in upora iztirjenih vagonov povzročilo strganje spenjače med 5. in 6. vagonom.

Strojevodja vlakovne lokomotive vlaka št. 47882, ni imel nobene možnosti, da bi med vožnjo zaznal iztirjenje vagonov v vlaku.

4.2 Analiza tehničnih sredstev ter železniških vozil

Iz rezultatov analize vožnje vlaka št. 47913 z dne 25.6.2019 je mogoče z gotovostjo trditi, da za zlom leve ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje, ni vzrok v prekoračeni hitrost ali dinamiki vožnje vlaka št. 47913.

Iz rezultatov analize vožnje vlaka št. 47882 med izvažanjem vlaka iz tira št. 2 postaje Hrastovlje ob 14:39 uri, v smeri postaje Divača, je mogoče z gotovostjo trditi, da je vlak iztiril na zlomu desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje.

Rezultat analiziranja video posnetka kretnice št. 1, na »A« strani postaje Hrastovlje z dne 25.6.2019 potrjuje, da se je desna ostrica kretnice št. 1 postaje Hrastovlje zlomila med uvozom vlaka št. 47913, ob 11.44 uri.

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 zlom desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje, zaradi česar je dne 25.06.2019 iztirilo 6 vagonov vlaka št. 47882 ter v okolje izteklo iz prebitega plašča cisterne 7. vagona 7611 I nevarne vnetljive tekočine, kerozina, ni bilo zadostno izpostavljeno, kljub dejstvu, da je bilo že pred časom ugotovljeno, da je kretnica št. 1 zaradi vsakoletnega povečevanja železniškega prometa izredno obremenjena hkrati pa tudi iz leta v leto starejša in iz leta v leto v slabšem stanju.

4.4 Analiza nadzora ter analiza postopkov o spremljanju in obvladovanju tveganj

Nadzor posameznih komponent infrastrukture se izvaja v časovno enakih intervalih.

Tveganja se s starostjo posameznega sredstva v eksploataciji povečuje. Nadzor je zato potrebno primerno prilagajati, glede na starost in obremenjenost posamezne komponente. Več kot je staro in bolj kot je obremenjeno sredstvo, krajši morajo biti intervali monitoringa. Za vsako posamezno komponento je potrebno izdelati postopke o spremljanju in nadzorovanju tveganja, saj je le na ta način mogoče izboljšati obvladovanje tveganja.

4.5 Podobni dogodki v preteklosti

V zadnjem desetletnem obdobju sta se pripetili dve podobni nesreči. V postaji Ljubljana, je dne 20.02.2016, ob 7.22 uri, iztiril mednarodni tovorni vlak št. 45440, prevoznika Rail Cargo Carrier, d.o.o., zaradi zloma desne ostrice kretnice št. 205, v km 565.934. Ostrica se je zlomila, med izvažanjem mednarodnega tovornega vlaka št. 45440 iz tira št. 23 preko tira št. 5 v smeri tira št. 111 proti postaji Ljubljana Šiška.

V postaji Zidani Most je dne 19.06.2017, ob 18.13 uri, iztiril mednarodni tovorni vlak št. 43601, prevoznika Slovenske železnice – Tovorni promet, d.o.o., zaradi zloma desne ostrice kretnice št. 25, v km 502+771, med izvozom vlaka iz tira št. 1, v smeri postaje Ljubljana.

5 SKLEPI

Po opravljenih analizah:

- poškodb na kretnici št. 1 med ogledom kraja nesreče;
- digitalnega zapisa vožnje lokomotive 193-822- vlaka št. 47931 z dne 25.06.2019.
- digitalnega zapisa vožnje vlakovne lokomotive 541-001, vlaka št. 47882 z dne 25.06.2019.
- digitalnega zapisa vožnje dopražne lokomotive 541-001, vlaka št. 47882 z dne 25.06.2019.
- posnetka kamere na strani »a« postaje Hrastovlje z dne 25.06.2019 med 11.38 in 14:45 uro;
- vzroka zloma desne ostrice kretnice št. 1 postaje Hrastovlje, dne 25.06.2019 ob 11.42 uri;
- vlog in odgovornosti vpletenih oseb in subjektov;
- tehničnih sredstev ter železniških vozil;
- vpliva človeškega faktorja in
- nadzora ter analiz postopkov o spremljanju in obvladovanju tveganj,

je mogoče z vso gotovostjo trditi, da se desna ostrica kretnice št. 1 postaje Hrastovlje ni zlomila zaradi kakršnokoli nepravilnost na katerem od vagonov v vlakih št. 47913 ali 47882 ali zaradi dinamike in hitrosti vožnje teh dveh vlakov preko kretnice št. 1.

Do preloma ostrice ne bi prišlo, če bi bile podpore ostrice bolj toge, in ne bi dopustile tolikšnega posedanja v točki preloma, kar je mogoče sklepati iz izdelanih analiz Inštituta za kovinske materiale in tehnologije.

5.1 Vzroki dogodka

Neposredni vzrok za nesrečo je vožnja vlaka št. 40882, dne 25.6.2019 ob 14.40 uri, po desni zlomljeni ostrici kretnice št. 1 v odklon, med izvažanjem iz tira št. 2 postaje Hrastovlje, v smeri postaje Divača.

Vzrok za zlom desne ostrice med vožnjo vlaka št. 47913 proti ostrici v odklon med uvažanjem na tir št. 2, dne 25.6.2019 ob 11.44 uri, je premajhna togost podpor ostrice (pragov), ki je omogočila večje posedanja ostrice zaradi česar je

prišlo do preloma. Ker na kretnici št. 1 ni bila zagotovljena stabilnost gramozne grede in spodnjega ustroja je bilo posedanje v posameznih točkah ostrice preveliko, zaradi česar so se v ostrici tvorile mikrorazpoke, ki so napredovale do točke hipnega preloma.

5.2 Ukrepi sprejeti po nastanku dogodka

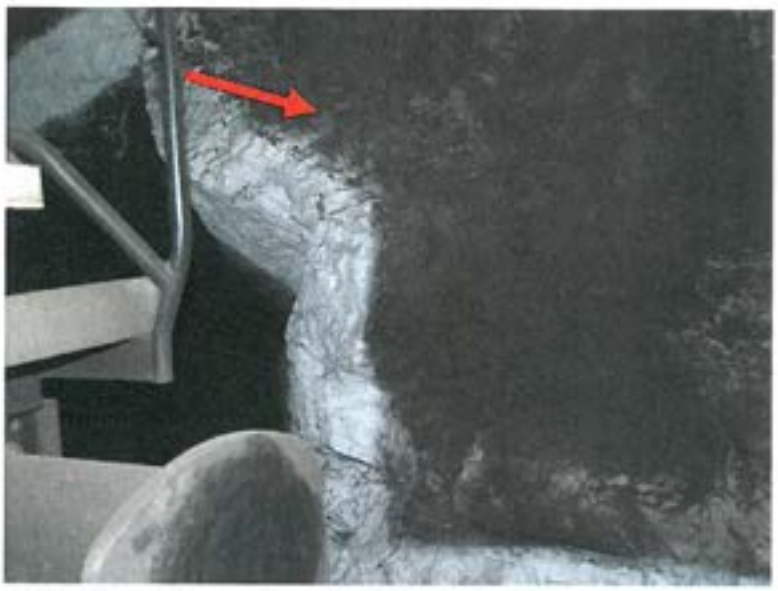
Neposredno po nastanku nesreče se je vzpostavil železniški promet v postaji Hrastovlje tako, da se je kretnica št. 1 izgradila, v predoru pa se je pod spodnji ustroj proge ter na stene predora namestila zaščitna prevleka – platno iz umetnih mas, ki onemogočajo pronicanje nevarnih snovi v tla pod spodnji ustroj proge.



Slika št. 56: Rdeča puščica prikazuje zaščitno prevleko – platno, ki preprečuje pronicanje nevarnih snovi pod spodnji ustroj proge

5.3 Dodatne ugotovitve

Med preiskovalnim postopkom se je ugotavljal tudi vzrok za predrtje plašča cisterne 7. iztirjenega vagona Zans št. 37847836264-3 iz katere je v okolje steklo 7611 l kerozina. Na mestu, kjer je druga cisterna ob nagibu podrsala po steni predora, je obod predora v skalnih izboklinah.



Slika št. 57: Rdeča puščica prikazuje skalno izboklino, po kateri je podrsal plašč cisterne 7. vagona, ki se je na zaščiti vara pločevinastih plošč razmaknil

Na eni od večjih izboklin se je zaščita vara, med pločevinastima ploščama cisterne, ob drsenju po obodu predora, zataknila ob skalno izboklino, kar je povzročilo strganje vara zaradi česar je pričel iztekati kerozin.



Slika št. 58: Rdeča puščica prikazuje razpoko plašča cisterne na varu spoja pločevine

Izbokline predstavljajo izjemno veliko tveganje za povečanje poškodb na vozilih, kar se je pokazalo v tem primeru.

6 VARNOSTNA PRIPOROČILA

V izogib podobnim nesrečam v prihodnje se upravljavcu javne železniške infrastrukture SŽ-Infrastruktura, d.o.o. izdajajo naslednja priporočila:

1. izdelati listo kretnic po izpostavljenosti tveganju in temu primerno prilagoditi cikel monitoringa, ki mora biti v odvisnosti od starosti kretnice in njene obremenitve (starejša kot je kretnica ter bolj kot je obremenjena, pogostejši morajo biti pregledi);
2. cikel vzdrževanja kretnice je potrebno prilagoditi starosti in obremenitvi kretnice, (starejša kot je kretnica ter bolj kot je obremenjena, pogostejši morajo biti vzdrževalni cikli), pogosteje se mora izvajati regulacija in menjava izrabljenih delov, npr. pragov, drsnih plošč, pritrdilnega materiala, ipd;
3. obod predora obdelati tako, da bo površina gladka, brez ostrih robov in izstopajočega skalovja.

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 spodnjem ustroju železniških prog, Uradni list RS, št. 93/2013 z dne 11.11.2013;

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;

Poslovnik o delu Prometne operative Postojna z dne 05.05.2017;

Postajni poslovni red I. del postaje Hrastovlje z dne 01.06.2017;

Postajni poslovni red I. del postaje Koper Tovorna z dne 30.04.2019;

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

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO
SI
LJUBLJANA

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