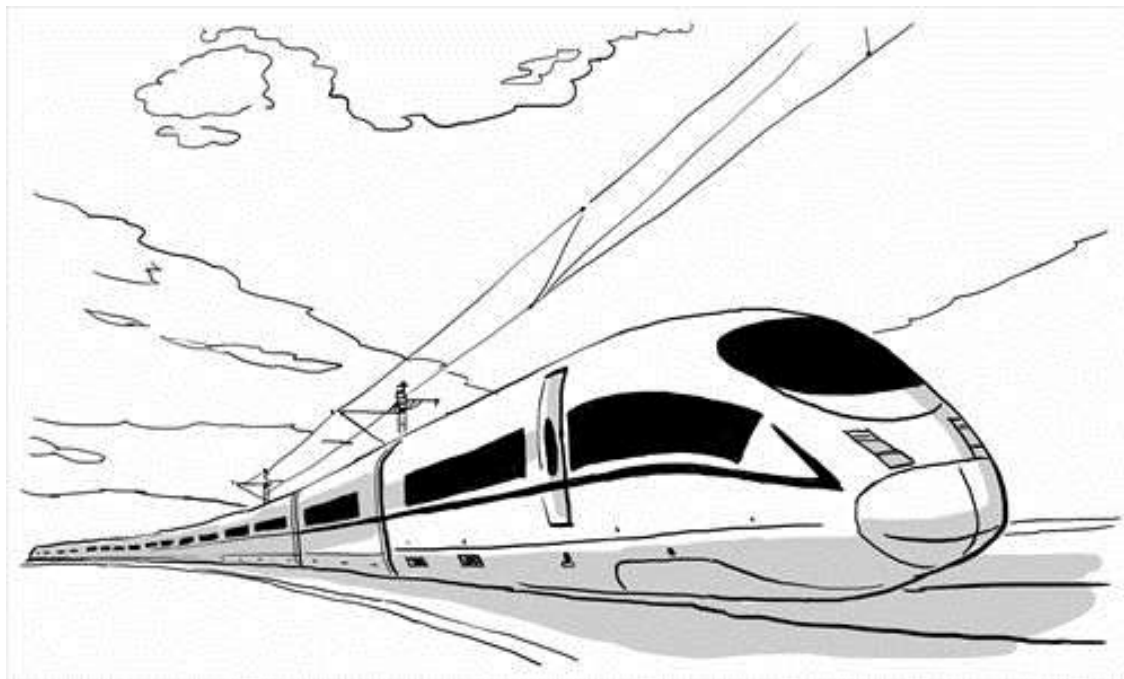




REPUBLIKA HRVATSKA

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu
Odjel za istrage nesreća u željezničkom prometu

KLASA: 341-09/17-02/18
URBROJ: 699-06/03-18-72
Zagreb, 06.04.2018.



KONAČNO IZVJEŠĆE

Zvečaj, iskliznuće cisterne,

10. ožujka 2017.

Objava izvješća i zaštita autorskih prava

Ovo izvješće je izradila i objavila Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (u daljnjem tekstu AIN) na temelju članka 6., stavka 1. i 4. Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“ broj: 54/13), članka 7., stavka 1 i 4. Statuta Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, članka 115. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 82/13, 18/15, 110/15 i 70/17).

Nitko ne smije proizvoditi, reproducirati ili prenositi u bilo kojem obliku ili na bilo koji način ovo izvješće ili bilo koji njegov dio, bez izričitog pisanog dopuštenja AIN-a.

Ovo izvješće može se slobodno koristiti isključivo u obrazovne svrhe.

Za sve dodatne informacije kontaktirajte AIN.

Vodič za čitanje

Sve dimenzije i brzine u ovom izvješću su izražene u Međunarodnom sustavu jedinica (SI). Sve skraćenice i tehnički termini (*oni koji se pojavljuju u kurzivu prvi put se pojavljuju u izvješću*) su objašnjeni u pojmovniku.

Opisi i grafički prikazi mogu biti pojednostavljeni kako bi ilustrirali koncepte za ne-tehničke čitatelje.

Cilj istraga koje se odnose na sigurnost, ni u kojem slučaju nije utvrđivanje krivnje ili odgovornosti.

Istrage su neovisne i odvojene od sudskih ili upravnih postupaka i ne smiju dovoditi u pitanje utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinaca.

Konačno izvješće ne može biti korišteno kao dokaz u sudskom postupku koji ima za cilj utvrđivanje građanskopravne ili kaznenopravne odgovornosti pojedinca.

Predgovor

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (AIN) osnovana je Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“ broj: 54/2013) kao pravna osoba s javnim ovlastima. Osnivač Agencije je Republika Hrvatska, a osnivačka prava obavlja Vlada Republike Hrvatske.

Na način obavljanja poslova Agencije primjenjuju se posebni propisi, odnosno zakoni kojima se uređuje zračni promet, pomorstvo, te sigurnost i interoperabilnost željezničkog prometa, odnosno propisi doneseni za njihovu provedbu.

Odjel za istrage nesreća u željezničkom prometu je samostalna i nezavisna ustrojstvena jedinica AIN koja obavlja stručne poslove koji se odnose na istrage ozbiljnih nesreća i izvanrednih događaja u željezničkom prometu na željezničkoj mreži u Republici Hrvatskoj. Istrage se provode na temelju odredaba Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 82/13, 18/15, 110/15 i 70/17).

AIN istražuje sve ozbiljne nesreće u željezničkom prometu, a to su svi događaji koji uključuju sudar vlakova ili iskliznuće vlaka koje ima za posljedicu smrt najmanje jedne osobe ili *teške ozljede* pet ili više osoba ili *veliku štetu* na vozilima, željezničkoj infrastrukturi ili okolišu, kao i svaka druga slična nesreća s očiglednim utjecajem na sigurnost željezničkog sustava ili na upravljanje sigurnošću.

AIN može istraživati i one nesreće i incidente koje su pod neznatno drugačijim okolnostima mogle dovesti do ozbiljnih nesreća, uključujući tehničke otkaze u radu strukturnih podsustava ili njihovih sastavnih dijelova.

AIN provodi sigurnosne istrage u svrhu sprečavanja nesreća i ozbiljnih nezgoda, što uključuje prikupljanje i analizu podataka, izradu zaključaka uključujući utvrđivanje uzroka i kada je to prikladno, izradu sigurnosnih preporuka kako bi se spriječile nesreće i incidenti u budućnosti i poboljšala sigurnost u željezničkom prometu.



POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA	5
1 SAŽETAK.....	6
SUMMARY.....	6
2 PODACI O DOGAĐAJU	7
2.1 Događaj	7
2.1.1 Poduzete mjere spasilačkih i hitnih službi	7
2.1.2 Odluka o pokretanju istraživanja	8
2.1.3 Uključeni radnici AIN-a na istrazi	8
2.1.4 Područje istraživanja.....	8
2.1.5 Izvor podataka	8
2.1.6 Tehnike za analizu.....	8
2.2 Pozadina događaja	8
2.2.1 Strane i sudionici nesreće	8
2.2.2 Vlakovi i njihov sastav	8
2.2.3 Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava.....	9
2.2.4 Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja	9
2.2.5 Pokretanje plana za slučaj opasnosti javnih spasilačkih službi, policije i zdravstvenih službi i s njim povezan slijed događanja	9
2.3 Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta	10
2.3.1 Smrtno stradali i ozlijeđeni	10
2.3.2 Teret, prtljaga i druga imovina	10
2.3.1 Vozila, infrastruktura i okoliš	10
2.4 Vremenski uvjeti i zemljopisni podaci.....	10
3 ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA	11
3.1 Sažetak izjava sudionika	11
3.2 Sustav upravljanja sigurnošću.....	11
3.2.1 Zdravstvena sposobnost, radno vrijeme i stručna osposobljenost	11
3.3 Propisi i pravila	12
3.3.1 Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava.....	12
3.3.2 Pravilniku 314 o održavanju gornjeg ustroja željezničke pruge.....	12
3.3.3 Pravilniku 315 o održavanju donjeg ustroja željezničke pruge.....	13
3.3.4 Uputa za provjeru geometrijskoga uporabnog stanja kolosijeka tračničkim mjernim vozilom tehničko - mjernih karakteristika EM-120	14
3.4 Očevid	15
3.4.1 Očevid mjesta nesreće.....	15
3.5 Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme	20



3.6	Kretanje vlaka.....	28
3.6.1	Analiza brzinomjerne trake	28
3.7	Opis infrastrukture	29
3.7.1	Snimanje kolosijeka	30
3.8	Dokumentacija o načinu rada	30
3.9	Sučelje čovjek-stroj-organizacija	30
3.10	Prethodni slični događaji	30
4	ANALIZE I ZAKLJUČCI	30
4.1	Završni slijed događaja	30
4.2	Analiza i zaključci.....	30
4.2.1	Analiza održavanja vagona	30
4.2.2	Stanje iskliznutih vagona.....	31
4.2.3	Analiza održavanja kolosijeka	31
4.2.4	Proces skliznuća	31
4.2.5	Zaključci	32
5	PODUZETE MJERE	33
6	SIGURNOSNE PREPORUKE.....	33

POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA

AIA – Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency,

AIN – Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu,

AS – autostop,

ASŽ – Agencija za sigurnost željezničkog prometa,

ERA – Europska agencija za željeznice,

EZ – Europska zajednica,

HŽ – Hrvatske željeznice,

ID-1 Prijava o izvanrednom događaju,

ID-2 Zapisnik o očevidu,

ID3 – Oznaka za istražno izvješće Povjerenstva HŽ-a,

KM – kontaktna mreža,

M - oznaka pruge,

NSA – National Safety Authority (ASŽ),

UI – upravitelj infrastrukture,

1 SAŽETAK

Dana 10. ožujka 2017. godine u 23:58 sati na pruzi M202 došlo je do iskliznuća četrnaestog i petnaestog vagona s tri okretna postolja teretnoga vlaka broj 46801. Do iskliznuća je došlo prilikom prometovanja predmetnoga vlaka između kolodvora Duga Resa – Zvečaj u desnom horizontalnom luku, ispred ulazne skretnice kolodvora Zvečaj. Vlak je bio sastavljen od vozne lokomotive i 25 praznih vagona cisterni.

U ovoj nesreći nitko nije stradao dok je na vozilima i željezničkoj infrastrukturi nastala značajna materijalna šteta. Nesreća je uzrokovala zastoj željezničkog prometa u trajanju od oko 27 sati. Također, bio je prekinut promet cestovnih vozila preko ŽCP-a Donji Zvečaj u trajanju od 12 sati.

Izravni uzrok ove nesreće je: iskliznuće prve osovine na drugom okretnom postolju četrnaestoga vagona i to zbog penjanja vijenca lijevog kotača na tračnicu. Neposredni uzrok iskliznuća istragom nije bilo moguće utvrditi (poglavlje 4.2).

Čimbenici koji su mogli pridonijeti ovoj nesreći:

- Usporavanje vlaka (poglavlja 4.2.),
- Stanje površine okretne zdjele drugog okretnog postolja četrnaestoga vagona (poglavlje 4.2),
- Stanje kolosijeka (poglavlje 4.2).

Neposredni uzrok iskliznuća istragom nije bilo moguće utvrditi, no istom je moglo doprinijeti usporavanje vlaka kočenjem što je za posljedicu moglo imati lokalno nabijanje vagona jednih na druge i trzaj vagona. Trzaj vagona je za posljedicu mogao imati poskakivanje osovine predmetnoga vagona. Također, moguće je da je lokalno vertikalno pomicanje kolosiječne rešetke i stanje površine okretne zdjele moglo doprinijeti rasterećenju predmetne osovine i time do penjanja vijenca kotača na tračnicu.

Organizacijski čimbenici:

- Vlasnik vozila nema definirane kriterije stanja klizne površine okretne zdjele kod preuzimanja vozila nakon revizije (poglavlje 4.2.1.).

Sigurnosna preporuka

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu nema sigurnosnih preporuka vezanih uz ovu nesreću.

SUMMARY

On 10 Mart 2017, at 23:58 on the M202 line, there was a derailment of two rolling stocks, with three bogies, of the freight train, No 46801. The train was traveling between Duga Resa and Zvečaj stations. The derailment happened near the Zvečaj station. In this accident no one was hurt, but it caused a significant damage on infrastructure and vehicles.

The direct cause of this accident is: the derailment of first shaft on the 2nd boggy of the fourteenth wagon. The derailment is caused by the climb of the left wheel to the rail. The immediate cause of the climb of the left wheel on the rail during the investigation was not possible to determine (Chapter 4.2).

Factors that could have contributed to this accident:

- Train was slowing down (chapters 4.2),
- Condition of the bowl surface (Chapter 4.2),
- Track conditions (chapter 4.2).

It was not possible to determine the immediate cause of the accident, but to the accident could have contributed to the slowing of the train by braking, which could have caused local hitting of the wagon on one another and the toss of the vehicle. The tug of the vehicle could have had bending the shaft. Also, it is possible that the local vertical movement of the track and the condition of the surface of the rotating bowl could contribute to the release of the subject shaft and thus to the climbing of the wheel to the rail.

Organizational factors:

- The vehicle owner has no defined criteria for the sliding surface of the bowl when the vehicle is taken over after the revision (chapter 4.2.1).

Safety recommendation

As a result of this investigation, the Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency (AIA) does not have safety recommendation.

2 PODACI O DOGAĐAJU

2.1 Događaj

Dana 10. ožujka 2017. godine u 23:58 sati na pruzi M202, između kolodvora Duga Resa i Zvečaj, u km 496+935, došlo je do iskliznuća četrnaestog vagona sa jednom osovinom zadnjeg okretnog postolja vlaka broj 46801. Postolje je iskliznulo u lijevu stranu, gledano iz smjera vožnje. Dolaskom do skretnice broj 1 (ulazna skretnica kolodvora Zvečaj iz pravca kolodvora Duga Resa) iskočila je i druga osovina zadnjeg okretnog postolja četrnaestog vagona. Iskliznuli vagon je s lijevom stranom udario u rub perona kolodvora Zvečaj te strugao po rubu perona gotovo po cijeloj duljini perona. Dolaskom iskliznulog vagona do skretnice broj 6 kotači iskliznulog postolja su počeli skretati u lijevu stranu što je za posljedicu imalo iskliznuće oba okretna postolja petnaestoga vagona. Čelo vlaka zaustavilo se u km. 498+950km, a iskliznuli vagoni su se nalazili između km. 498+730 i 498+760.

Vlak broj 46801 sačinjavali su lokomotiva serije 1411-206 i dvadesetpet praznih vagona serije Zas-z (vagoni cisterne).

2.1.1 Poduzete mjere spasilačkih i hitnih službi

Od strane prijevoznika je organiziran specijalni vlak s kojim je dopremljeno ljudstvo i oprema za podizanje iskliznutih vozila.

2.1.2 Odluka o pokretanju istraživanja

AIN je dojavu o nesreći zaprimio putem telefona i elektronske pošte od strane Upravitelja infrastrukture. Temeljem prikupljenih informacija odlučeno je da će istražitelji AIN-a izaći na mjesto događaja. Nakon obavljenog očevida odlučeno je da će se pokrenuti istraživanje. Odluka o pokretanju istraživanja predmetne nesreće donesena je na temelju Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 82/13, 18/15 i 110/15), članka 110, stavka 2.

2.1.3 Uključeni radnici AIN-a na istrazi

Od strane AIN-a istragu je proveo glavni istražitelj željezničkih nesreća.

2.1.4 Područje istraživanja

AIN je utvrdio opseg istraživanja kako bi se osiguralo da se prikupe i pregledaju informacije bitne za provođenje istraživanja kako slijedi:

- Utvrditi slijed događaja,
- Utvrditi uzrok i kontributivne faktore uzroka,
- Ispitivanje relevantnih elemenata sigurnosnog sustava,
- Ispitivanje svih ostalih značajki sigurnosnog sustava.

2.1.5 Izvor podataka

- Očevid istražitelja AIN-a,
- Zapisi o ispitivanju sudionika i svjedoka,
- Podaci od Upravitelja infrastrukture,
- Podaci o održavanju uključenih teretnih vagona.

2.1.6 Tehnike za analizu

- Vremenska analiza događaja,
- Analiza stanja infrastukture na području iskliznuća,
- Analiza mjera osovinskog sklopa iskliznulog vagona,
- Analiza dokumentacije održavanja infrastukture na području iskliznuća,
- Analiza dokumentacije održavanja iskliznulog vagona.

2.2 Pozadina događaja

2.2.1 Strane i sudionici nesreće

U ovoj nesreći sudjelovali su radnici društva HŽ Infrastruktura d.o.o. i društva HŽ Cargo d.o.o, iskliznuli teretni vagon u vlasništvu je društva INA d.d. iz Zagreba. Vlak je prometovao dijelom infrastrukture koja je pod upravom društva HŽ Infrastruktura d.o.o.

Uključene osobe:

- strojovođa.

2.2.2 Vlakovi i njihov sastav

Vlak je bio sastavljen od vučne lokomotive serije 1141-206 i dvadeset i pet vagona cisterni serije Zas-z. Lokomotive serije HŽ 1141 (slika 1) su vučna vozila sa četiri pogonska vratila, s pojedinačnim pogonom i

rasporedom vratila Bo' Bo'. Mogu postići brzine od 120 km/h. Električna oprema konstruirana je za rad s jednofaznom izmjeničnom strujom nazivnoga napona 25 kV 50 Hz. Lokomotive imaju dvije upravljačnice, na svakome kraju po jednu.



Slika 1. Lokomotiva serije 1141, podserije 200 (Izvor rail-fun.com.hr)

Vagoni serije Zas (slika 2) su četveroosovinske vagonске cisterne za prijevoz kapljevina (tekućina). Vagoni imaju nosivost 57,5 t, ukupna masa vagona je 78 t, duljina preko odbojnika je 14400 mm, maksimalna brzina je 100 km/h.

2.2.3 Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava

Dionica pruge između kolodvora Duga Resa i Zvečaj je dio pruge M202. Pruga M202 je glavna međunarodna, jednokolosiječna, elektrificirana pruga Zagreb Glavni kolodvor – Rijeka s tračnicama tipa DIN 49. Promet dionicom se regulira automatskim pružnim blokom (APB) kojim upravlja elektrotelejni signalno-sigurnosni uređaj.

2.2.4 Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja

U blizini mjesta nesreće nisu se odvijali radovi.

2.2.5 Pokretanje plana za slučaj opasnosti javnih spasilačkih službi, policije i zdravstvenih službi i s njim povezan slijed događanja.

O događaju su obaviješteni svi zainteresirani sukladno Zakonu i AIN. Upravitelj infrastrukture, uključeni željeznički prijevoznik i vlasnik vagona su formirali zajedničko istražno povjerenstvo koje je provelo tehničku istragu predmetne nesreće sukladno njihovom sustavu upravljanja sigurnošću.



Slika 2. Teretni vagon serije Zas (Izvor:AIN)

2.3 Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta

2.3.1 Smrtno stradali i ozlijeđeni

U lokomotivi nalazio se strojovođa, koji u ovoj nesreći nije ozlijeđen. Također, nitko drugi nije ozlijeđen.

Radi preglednosti u donjoj tablici korištena je taksonomija Agencije Europske Unije za željeznice (EUAR).

	putnici	osoblje	drugi	UKUPNO
Smrtno stradali	0	0	0	0
Teške tjelesne ozlijede	0	0	0	0
Lakše tjelesne ozlijede	0	0	0	0

2.3.2 Teret, prtljaga i druga imovina

Vozila uključena u ovu nesreću nisu prevozila su teret.

2.3.1 Vozila, infrastruktura i okoliš

Na iskliznulom teretnom vagonu i na infrastrukturi nastala je znatna materijalna šteta u iznosu od oko 1.600.000,00 kuna.

2.4 Vremenski uvjeti i zemljopisni podaci

U trenutku nesreće bila je noć, temperatura zraka je iznosila 8°C, vidljivost je bila dobra.



Slika 3. – Slika mjesta iskliznuća (izvor slike:Google earth)

3 ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA

3.1 Sažetak izjava sudionika

- **Strojovođa**, tijekom vožnje vlaka nije primijetio ništa neispravno osim nekoliko manjih trzaja sve dok se nije na vlaku osjetio jaki trzaj i odmah potom aktivirala se automatska kočnica jer je došlo do pada tlaka u glavnom kočnom vodu. U tome trenutku čelo vlaka je već bilo prošlo ŽCP.
- **Prometnik**, Prilikom prolaska čela vlaka iznenada je uočio iskrenje i podizanje prašine. Pokušao je zaustaviti vlak na način da mu na izlaznom signalu postavi znak za zabranu vožnje. U navedenom nije uspio jer je vlak prošao pored izlaznog signala D1.

3.2 Sustav upravljanja sigurnošću

Sukladno sustavu upravljanja sigurnošću društvo HŽ infrastruktura provelo je istragu i ispostavilo je dokument ID-1 Prijava o izvanrednom događaju i ID-2 Zapisnik o očevidu, dok je imenovano istražno tijelo sastavilo Istražno izvješće ID-3.

3.2.1 Zdravstvena sposobnost, radno vrijeme i stručna osposobljenost

Izvršni radnik koji je sudjelovao u navedenoj nesreći bio je, prema dostavljenoj dokumentaciji zdravstveno sposoban za poslove koje je obavljao. Njegovo radno vrijeme bilo je u skladu s važećim propisima u svezi radnog vremena. Nije bio pod utjecajem alkohola.

Uključeni radnik imao je položen stručni ispit iz svog područja rada i višegodišnje iskustvo na obavljanju istih poslova 2015. godine je prošao zadnje poučavanje.

3.3 Propisi i pravila

3.3.1 Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava

Održavanje i unaprijeđenje sigurnosti željezničkog sustava

Članak 18.

(1) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici odgovorni su za sigurnost željezničkog sustava i nadziranje povezanih rizika u okviru svoje djelatnosti.

(2) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici moraju provoditi mjere potrebne za nadziranje rizika, po potrebi međusobno surađujući, trebaju primjenjivati nacionalna sigurnosna pravila te uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću u skladu s ovim Zakonom.

Subjekt nadležan za održavanje

Članak 64.

(1) Svakom vozilu prije puštanja u uporabu ili prije korištenja mora biti dodijeljen subjekt nadležan za održavanje (engl. Entity in Charge of Maintenance – ECM) koji se upisuje u registar vozila iz članka 73. ovoga Zakona.

(2) Subjekt nadležan za održavanje može biti željeznički prijevoznik, upravitelj infrastrukture, posjednik vozila ili druge pravne osobe ovlaštene za održavanje vozila.

(3) Neovisno od odgovornosti za sigurnost željezničkog prijevoznika i upravitelja infrastrukture, subjekt nadležan za održavanje mora kroz sustav održavanja osigurati da su vozila, za čije je održavanje nadležan, u sigurnosnom voznom stanju.

(4) Subjekt nadležan za održavanje može održavanje provoditi samostalno ili ugovarajući usluge radionica za održavanje vozila.

(5) Subjekt nadležan za održavanje odgovoran je da se vozila i njegovi dijelovi (sklopovi, uređaji i slično) održavaju u skladu s:

- uputama za održavanje proizvođača,
- uputama za održavanje posjednika vozila,
- svim primjenjivim zahtjevima za održavanje, uključujući nacionalna pravila za održavanje i odgovarajuće odredbe TSI-jeva.

3.3.2 Pravilniku 314 o održavanju gornjeg ustroja željezničke pruge

Pravilnikom 314 propisuju se odredbe o organizaciji i načinu obavljanja nadzora i pregleda pruge kao i tehnički uvjeti za održavanje željezničkih pruga normalnoga kolosijeka temeljne širine 1435 mm za brzine vlakova do 160 km/h te radovi koji se moraju poduzimati za siguran i uredan promet.

Širina kolosijeka

Članak 28.

(1) Temeljna širina kolosijeka jest udaljenost između unutarnjih voznih rubova glava tračnica u kolosijeku mjerena na visini od 14 mm ispod gornjeg ruba glave tračnice i okomito na os kolosijeka.

Temeljna širina kolosijeka iznosi 1435 mm.

Dopuštena odstupanja u širini kolosijeka

Članak 30.

(2) Dopuštene granične vrijednosti povećanja širine kolosijeka u odnosu na temeljnu širinu kolosijeka od 1435 mm jesu :

- c) na prugama u redovitoj uporabi (kategorija C)
 - 1465 mm (+30mm) za brzine od 61 do 80 km/h.

3.3.3 Pravilniku 315 o održavanju donjeg ustroja željezničke pruge

I. OPĆE ODREDBE

Donji stroj

Članak 2.

Donji stroj po ovom pravilniku čine: zemljani trup, mostovi i propusti, tuneli, kolodvorska postrojenja i objekti za zaštitu pruge od površinskih voda i atmosferskih utjecaja.

Održavanje

Članak 3.

Pod održavanjem po ovom pravilniku podrazumijeva se: vođenje tehničkih i drugih podataka, stalni nadzor, povremena pregledavanja, ispitivanja, poduzimanje mjera u cilju blagovremenog otkrivanja i otklanjanja nepravilnosti i oštećenja.

II. ODRŽAVANJE ZEMLJANOG TRUPA

Planum pruge

Članak 5.

4) Uzroci nestabilnosti kolosijeka najčešće su deformacije planuma, te se zbog toga u takvim slučajevima mora ispitati stanje planuma.

5) Vidni znaci deformacija u planumu su:

- prskanje (špricanje) blata za vrijeme prolaska vlakova,
- slijeganje kolosijeka,
- izdizanje kolosijeka,
- izdizanje bankina,

- slijeganje bankina,
- pukotine na bankinama.

a) Prskanje blata iz kolosijeka otklanjati odmah kada se pojave. Ako su ona vezana samo za zagađenost zastora, onda ih otklanjati običnom zamjenom zastora na tome mjestu. Ako je u pitanju raskvašavanje planuma, uslijed čega prskanje dolazi najčešće na sastavima, onda utvrditi uzrok ove pojave izradom prosjeka kroz zastor i zemljani trup pruge na mjestu gdje se prskanje pojavljuje i na 2 do 4 m ispred i iza ovog mjesta. Prosijecati do dubine do koje se zapažaju poremećaji u zemljanom materijalu. Ako ova dubina dostigne do 10 cm iznad dna odvodnih jarkova sa strane, cijelu krunu nasipa ili usjeka zamijeniti tamponskim slojem, koji se mora dobro nabiti. Kada je dubina raskvašavanja veća, postupiti po čl. 6. točka 6b ovog pravilnika.

b) Slijeganje kolosijeka, koje se može pojaviti naročito poslije jakih kiša, i kada traje dulje vremena, siguran je znak da je u pitanju poremećaj u zemljanom trupu pruge. Do ovog poremećaja dolazi uslijed propadanja zastora kroz planum u trup pruge u obliku zastornih »džepova--uvala«, korita« ili »vreća«.

c) Izdizanje kolosijeka je česta pojava u zimskom razdoblju za vrijeme velikih hladnoća.

Uzroci ovome su stvaranje leda u vezanom materijalu od kojega je izrađen nasip, a naročito u gornjem dijelu ispod planuma za vrijeme dugotrajnih mrazeva. Voda koja je prodrila kroz planum u trup pruge od vezanog materijala, odozgo ili kapilarno odozdo, kod smrzavanja stvara ledene kristale - ledena sočiva, uz znatno povećanje zapremine materijala, uslijed čega dolazi do izdizanja kolosijeka. U proljeće, po prestanku djelovanja mraza dolazi do otapanja leda i znatnog provlažavanja materijala ispod planuma.

Sva ovakva mjesta moraju se snimiti i poslije pregleda evidentirati, a podaci čuvati do donošenja odluke o potrebnim radovima.

3.3.4 Uputa za provjeru geometrijskoga uporabnog stanja kolosijeka tračničkim mjernim vozilom tehničko - mjernih karakteristika EM-120

I. OPĆE ODREDBE

Članak 1.

1. Ovom uputom propisuju se vrste provjera i njihov broj, kriteriji za obavljanje provjere i mjerodavne dopuštene granične vrijednosti geometrijskih parametara, organizacija i način obavljanja mjernih vožnji tračničkoga mjernog vozila za snimanje kolosiječne geometrije tehničko-mjernih karakteristika EM-120 na mreži Hrvatskih željeznica, način analize i ocjene geometrijskoga uporabnoga stanja kolosijeka te postupci i obveze u slučaju prekoračenja mjerodavnih dopuštenih graničnih vrijednosti.
2. Odredbe ove upute odnose se samo na provjere i ispitivanja pruga koja se obavljaju tračničkim vozilom za posebne namjene tehničko – mjernih karakteristika EM -120 (u daljnjem tekstu mjerno vozilo).
3. Ova uputa usklađena je s odredbama Pravilnika 314.

Članak 20.

Ako su prigodom provjere geometrijskog uporabnog stanja kolosijeka prema kriterijima kategorije C dosegnute ili prekoračene mjerodavne dopuštene granične vrijednosti, onda se primjenjuju sljedeći postupci:

- ponovni detaljni pregled
- interventni radovi u roku od 60 do 120 dana
- interventni radovi u roku od 30 dana
- interventni radovi u roku od 48 sati
- ograničenje brzine vlakova
- prekid prometa.

Ponovni detaljni pregled

Članak 21.

Ponovni detaljni pregled uz provjeru ručnim mjerilima obavlja Šef pružnoga nadzorništva ili nadzornik pruge na mjestima gdje su tijekom provjere mjernim vozilom dostignute ili prekoračene mjerodavne dopuštene granične vrijednosti pojedinačnih geometrijskih parametara prema kriterijima kategorije C, odnosno na području mjernih polja gdje su dosegnute ili prekoračene mjerodavne dopuštene granične vrijednosti in deksa kakvoće kolosijeka (TQI) prema kriterijima kategorij C. Ako je to potrebno, u ponovnom detaljnom pregledu može sudjelovati i ovlaštena osoba u područnoj radnoj jedinici za održavanje pruga.

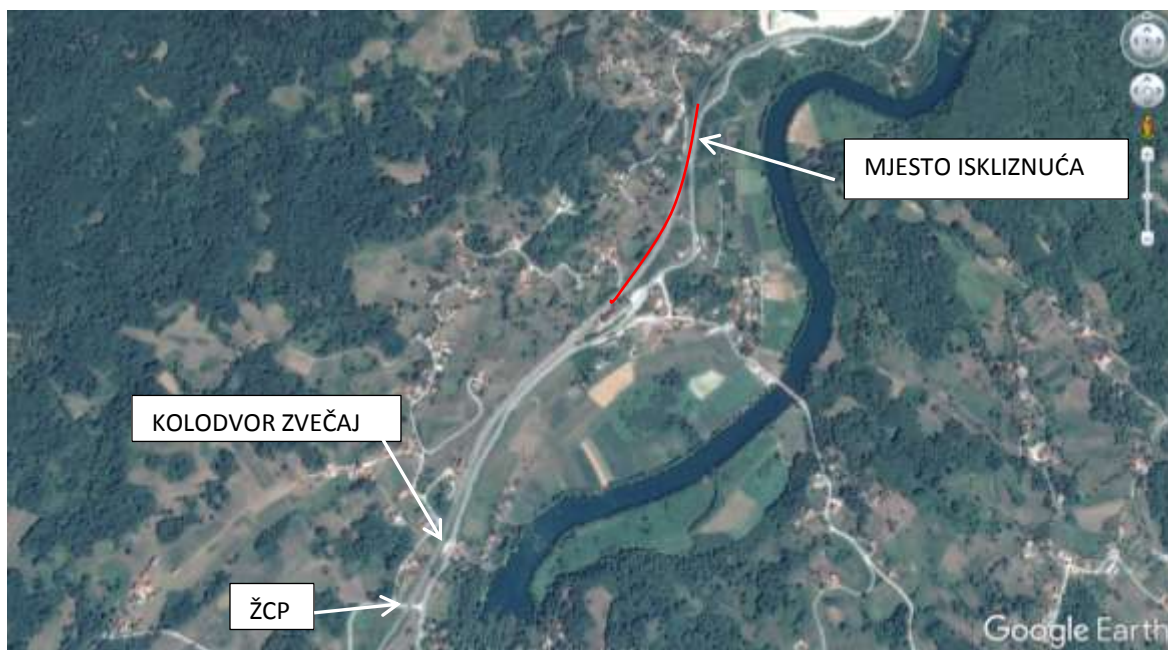
3.4 Očevid

3.4.1 Očevid mjesta nesreće

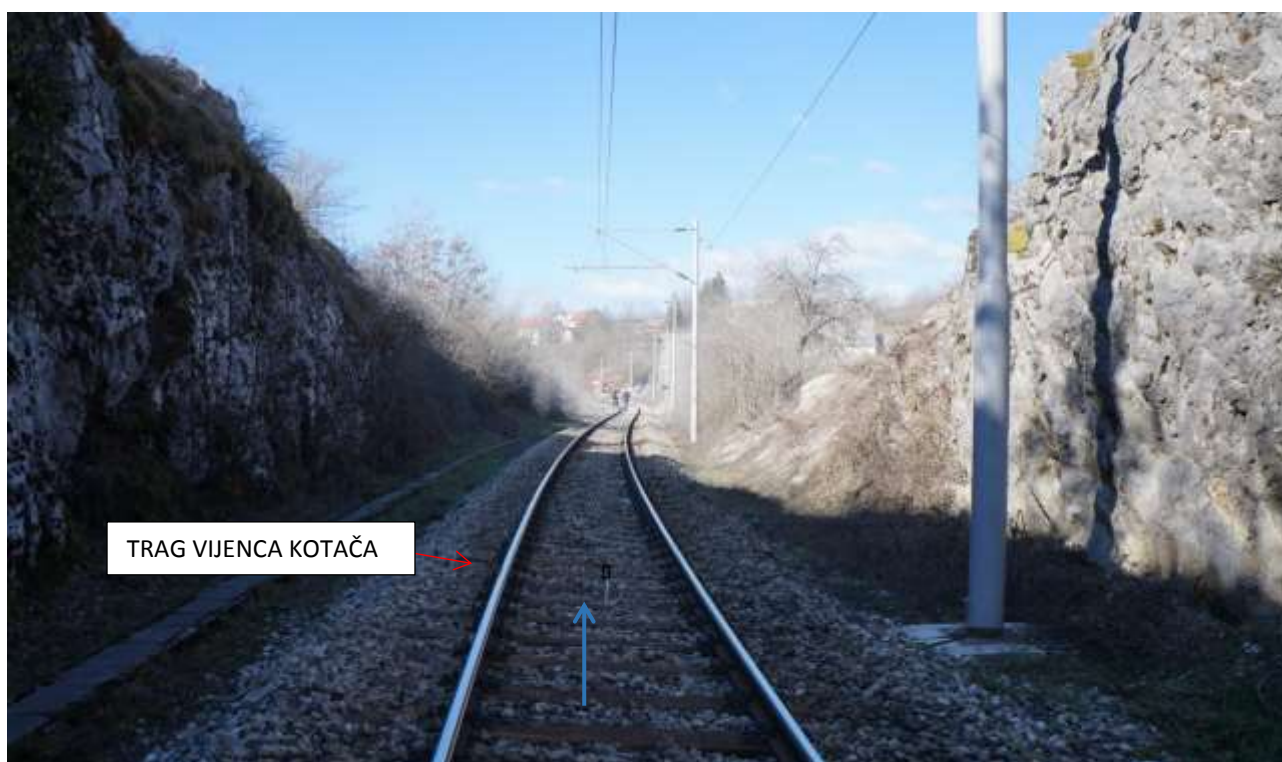
Pregled mjesta nesreće obavljen je od strane istražitelja AIN-a. Istražitelj AIN-a se dana 12. ožujka 2017. godine, nakon obavijesti o nesreći uputio prema mjestu nesreće u mjesto Zvečaj. Dolaskom na mjesto nesreće utvrđeno je da na međunarodnoj pruzi oznake M 202 došlo do iskliznuća dva vagona cisterne. Radi se o četrnaestom i petnaestom vagonu teretnoga vlaka broj 46801. Pregledom tragova na mjestu događaja utvrđeno je da se mjesto iskliznuća nalazi u desnom horizontalnom luku između predsignala PsA i ulaznog signala A kolodvora Zvečaj. Na mjestu iskliznuća vidljivo je mehaničko oštećenje tračnice i pričvrsnog pribora s lijeve strane tračnice u km 496+935. Nakon traga iskliznuća na pragovima se prema kolodvoru Zvečaj uočavaju tragovi vožnje kotača jedne iskliznule osovine željezničkoga vozila. Nastavkom vožnje kroz lijevi horizontalni luk prvog kolosijeka kotači iskliznulog vozila nakon 922 m dolazi do iskliznuća i druge osovine istog postolja željezničkog vozila zbog udarca kotača iskliznule osovine u srčište skretnice broj 1 (km 497+857, A strana kolodvora). Vlak nastavlja vožnju prema kolodvoru Zvečaj, gdje iskliznulo postolje udara svojom lijevom stranom u rubni kamen perona, kojeg oštećuje i odbija se unutar kolosijeka za cca 15cm. Vlak nastavlja vožnju do skretnice broj tri (km 498+098) ugrađene na prvi kolosijek, vožnjom niz jezičac dolazi do udara iskliznulih osovinu u dijelove skretničkog postrojenja i oštećuje ga. Nailaskom na korijen skretnice br.6 u km 498+429 (B strana kolodvora) dolazi do znatnog skretanja iskliznulog postolja u lijevu stranu pri čemu iskače i željezničko vozilo iza iskliznulog postolja sa prvim postoljem u lijevu stranu i drugim postoljem u desnu stranu kolosijeka. Prilikom iskliznuća drugog vozila dolazi do deformacije kolosijeka i presjeka skretnice broj 6. Sa iskliznutih vozila otpadaju spiralne opruge primarnog ogibljenja i kočioni umetci. Nastavkom vožnje s iskliznutim osovinama (6 osovinu) dolazi do udara u nasip i drvenu građu popođenja cestovnog prijelaza (km 498+627), koji bivaju znatno oštećeni te do dodatnih oštećenja na iskliznutim vozilima. Na mjestu željezničko-cestovnog prijelaza nalazi se kompozicija predmetnoga vlaka. Stup kontaktne mreže ispred ŽCP-a je

mehanički oštećen. Trasa željezničke pruge nalazi se u blizini rijeke Mrežnice, točka trase pruge najbliža rijeci Mrežnici, kojom je prošao vlak s iskliznulim vozilima, te iznosi oko 150 m.

Pregledom kompozicije vlaka utvrđeno je da je isti bio sastavljen od dvadeset četiri željeznička vagona cisterne za prijevoz naftnih derivata. Iskliznuo je četrnaesti vagon sa zadnjim postoljem s obje osovine u lijevu stranu i petnaesti vagon sa prednjim postoljem (obje osovine u lijevu stranu) i stražnjim postoljem (obje osovine u desnu stranu). Iskliznuli vagoni zaustavili su se između km 498+730 i 497+760. Četrnaesti vagon je serije Zas-z br. 33 78 796 0080-3, a petnaesti vagon Zas-z br. 33 78 796 0108-2. Trinaest vagona ispred iskliznutih vagona i deset vagona nakon iskliznutih vagona nisu iskliznuli niti je na njima uočeno neko oštećenje.



Slika 4. –Snimak mjesta iskliznuća (izvor slike: Google Earth)



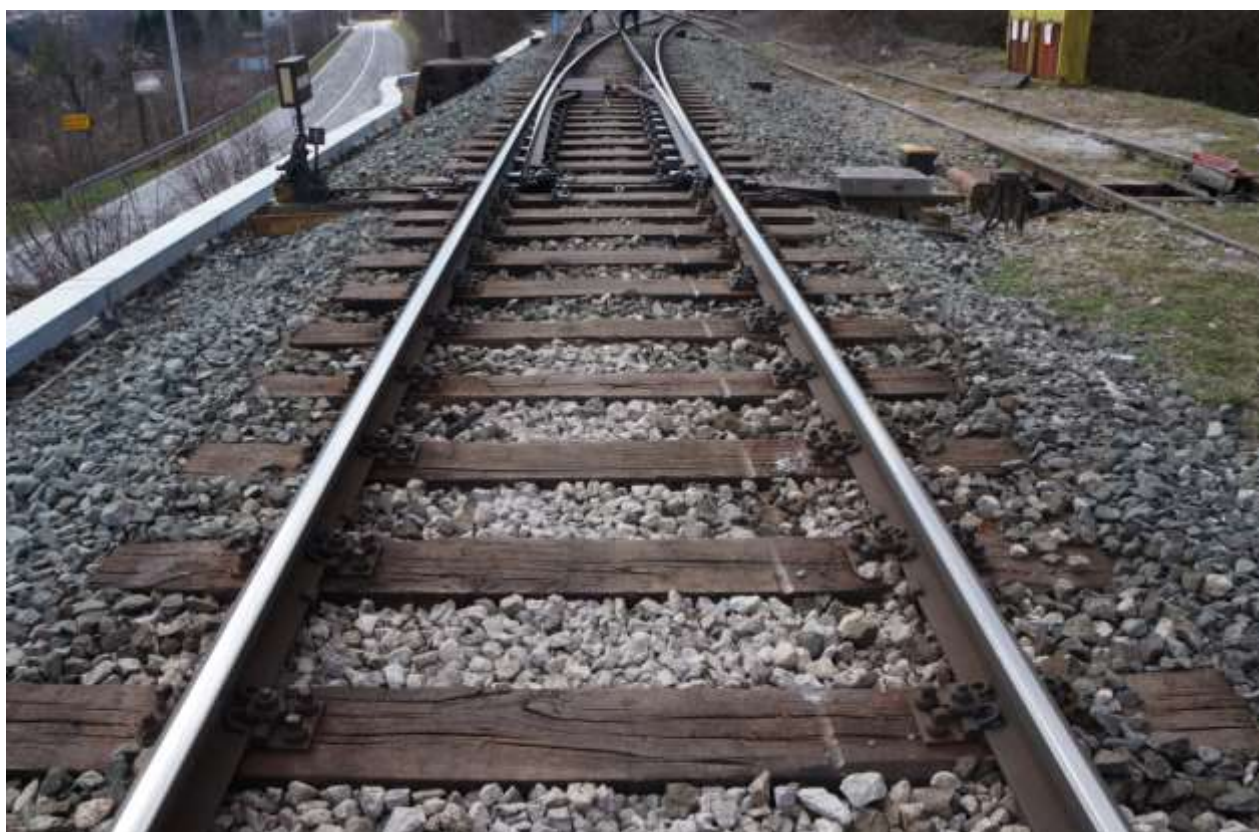
Slika 5. – Bliži snimak mjesta iskliznuća (izvor slike: AIN)



Slika 6. – Detalj mjesta iskliznuća, lijeva tračnica (izvor slike: AIN)



Slika 7. – Detalj mjesta iskliznuća, desna tračnica (izvor slike: AIN)



Slika 8. – Detalj tragova iskliznuća kod skretnice broj 1 (izvor slike: AIN)

Pregledom vagona broj 33 78 796 0080 (četnaesti vagon vlaka) utvrđeno je da su opruge na obje strane ovjesa stražnjeg okretnog postolja ispale s vagona. Pregledom ležaja kotača stražnjeg okretnog postolja četrnaestoga vagona na istima nisu uočena odstupanja. Na lijevom ležaju prve osovine iskliznulog postolja uočeno je mehaničko oštećenje, koje je posljedica udarca ležaja u rubni kamen perona kolodvora Zvečaj (slika 8). Na spremniku četrnaestog vagona, s prednje lijeve strane uočava se mehaničko oštećenje, na kojem se uočavaju tragovi sive boje. Temeljem pronađenih tragova utvrđeno je da je mehaničko oštećenje na cisterni nastalo uslijed udarca iskliznulog četrnaestog vagona u stup kontaktne mreže. Na kotačima iskliznulog okretnog postolja nisu uočena oštećenja u obliku loma materijala. Pregledom odbojnika četrnaestog vagona utvrđeno je da su sva četiri bila dobro podmazana.

Na mjestu iskliznuća i cca 100 m prije mjesta iskliznuća obavljeno je statičko mjerenje geometrije kolosijeka. Provedenim mjerenjem je utvrđeno da su dimenzije kolosijeka unutar dozvoljenih granica. Tri praga prije iskliznuća kolosijek je za 18 do 21 mm širi od 1435mm. Neposredno prije mjesta iskliznuća na tračnicama se nalazi zavareni spoj. Pregledom zavarenoga spoja utvrđeno je da na zavaru postoje greške u obliku šupljina (slika 6), a koje ne narušavaju geometriju tračnice.

Prije mjesta iskliznuća na pruzi se nalazi mazalica koja je bila funkcionalna i u kojoj je postojalo mazivo.

Temeljem pronađenih tragova proizlazi da je na predmetnom vlaku prvo došlo do iskliznuća zadnje osovine stražnjeg okretnog postolja četrnaestoga vagona. Na skretnici broj jedan je došlo do iskliznuća i prednje osovine stražnjeg okretnog postolja četrnaestoga vagona. Na skretnici broj 6 dolazi do iskliznuća petnaestoga vagona s oba okretna postolja i to prednje postolje u desnu stranu, a stražnje u lijevu stranu.



Slika 9. – Detalj tragova iskliznuća kod perona u kolodvoru Zvečaj (izvor slike: AIN)

3.5 Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme

Vagoni serijskih brojeva 33 78 796 0080-3 (četnaesti vagon u vlaku) i 33 78 796 0108-2 (petnaesti vagon u vlaku) su vlasništvo društva INA d.d. Subjekt nadležan za održavanje navedenih vagona, prema Ugovoru o pružanju usluga subjekta nadležnog za održavanje, je društvo HŽ Cargo d.o.o. Prema priloženoj dokumentaciji društvo HŽ Cargo d.o.o je ovlašteni subjekt nadležan za održavanje. Navedeni vagoni su upisani u registar željezničkih vozila. U prosincu 2016. godine na oba vagona obavljena je popravci (revizija) u radionici društva RŽV Čakovec, pogon Bjelovar. Vagoni su iz revizije izašli 30.12.2016. godine.

Oba vagona su opremljena s po dva okretna postolja tipa Y25 CSB. Radi se o dvoosovinskim postoljima opremljenima kočnim mehanizmom. Spremnik za derivate na predmetnoj seriji vagonima je postavljen na okvir izrađen od čeličnih greda. Na čelne grede okvira postavljena je vlačna i odbojna sprema. Vagon je opremljen rasporednikom kojim se iz vučnog vozila upravlja kočnicom vagona. Na vagonima se nalaze ručke za odabir sile kočenja (oznake „prazno“ i „tovareno“) koje su na oba vagona bile postavljene na prazno.

Na sredini okretnog postolja, s gornje strane, nalazi se okretna zdjela u koju se postavlja okretni stožac okvira vagona sa svornjakom (gornja strana okretno zdjele). S lijeve i desne strane postolja nalaze se bočni klizači na koje se oslanja okvir vagona. Uloga okretno zdjele je da omogući zakretanje postolja u odnosu na šasiju vagona tijekom prolaska vagona kroz neki horizontalni luk.

Ovjes postolja je izrađen od četiri kolijevke, koje se montiraju na glavčine osovina. Na kolijevke se postavljaju tara spiralne opruge (vanjske opruge) i teretne spiralne opruge (unutarnje opruge). Vanjske opruge su opterećene i u situaciji kada je vagon prazan i kada je vagon tovaren, dok se unutarnje opruge aktiviraju kada je vagon tovaren. Dio vertikalne sile vagona se na kariki prigušivača (zbog njenog položaja) dijeli na vertikalnu i horizontalnu komponentu (slika 17). S gornje strane opruge dolazi konstrukcija postolja koja se oslanja na kapu opruge, te na taj način opruge povezuju postolje i osovine postolja. Kapa opruge prenosi horizontalnu komponentu sile na prigušivač, koji pritišće tarnu ploču (slika 17).

Masa praznog vagona (tara) iznosi 22,1 tonu. Na oba vagona nalaze se oznake datuma zadnje revizije i to 30.12.2016. godina.

U radionici društva RŽV u Bjelovaru obavljeno je mjerenje dimenzija osovinskog sklopa oba iskliznula vagona. Mjerenje geometrije osovinskog sklopa obuhvatilo je mjerenje dimenzija kotača i osovina. Obavljenim mjeranjima utvrđeno je da su mjere osovinskih sklopova unutar predviđenih gabarita. Na kotačima iskliznuli osovina utvrđena su mehanička oštećenja.

Nadalje, obavljeno je mjerenje dimenzija okretnih postolja iskliznuli vagona. Na postolju vagona broj 33 7960 080, oznake 80.2883/1982 (tip Y25 CSB), na kojem je došlo do iskliznuća, utvrđeno je prekoračenje dimenzija križnih mjera (a_1 i a_2) 1,16 mm. Dozvoljeno odstupanje u križnim mjerama iznosi 3mm, a izmjereno je 4,16mm.

U radionici društva Održavanje vagona obavljeno je rastavljanje postolja i pregled okretnih zdjela iskliznuli vagona. Pregledom okretno zdjele i centralnog svornjaka postolja 80.2883/1982 utvrđeno je da na kliznoj površini okretno zdjele, izrađene od poliamida, postoje tragovi korozije. Centralni svornjak je pokretljiv, na istome nema tragova oštećenja. U radionici društva RŽV Bjelovar obavljeno je mjerenje geometrije okretnih zdjela oba iskliznula vagona (ukupno četiri okretno zdjele). Referentna mjera lopte klizne površine iznosi 190mm \pm 1mm. Sve izmjerene dimenzije su unutar predviđenih mjera.

Ovlaštena radionica, u kojoj je 30.12.2016. godine završena revizija predmetnih vagona, nema izrađenu proceduru, definirane parametre, niti raspolaže opremom za mjerenje sile potrebne za zakretanje okretnog postolja u okretnoj zdjeli.

Vlasnik vozila, društvo INA d.d uspostavilo je sustav upravljanja održavanjem željezničkih vagona cisterni za UNP serije 791 i za derivate serije 796 i 799 na način da je izradio dokument „Tehnička specifikacija za usluge planskog i korektivnog održavanja željezničkih cisterni za UNP serije 791 i za derivate serije 796 i 799“. U dokumentu su navedeni obavezni i korektivni radovi i radovi u redovnom popravku. U navedenom dokumentu se navode potrebni radovi: dizanje i spuštanje, popravak okretnih postolja, popravak osovinskih sklopova, popravak odbojnika, popravak vlačnog uređaja, popravak kočnice, popravak donjeg postolja, popravak spremnika i armature za utakanje i istakanje, antikorozivna zaštita i tariranje vagona. Vlasnik vozila vodi evidenciju o redovnom održavanju vozila. Oba iskliznula vagona upisana su u registar željezničkih vozila.

Na predmetnim vagonima je napravljena preinaka na način da je zamijenjen DP ventil, koji je služio za kontinuiranu promjenu sile kočenja vagona u ovisnosti o opterećenju, sa umetkom. Na taj način na vagonima je promijenjen režim odabira sile kočenja iz automatskog u ručni. DP ventil se nalazio na opruzi ovjesa vagona. Umjesto DP ventila ugrađen je umetak.

Pregledom je utvrđeno da su na vagonu Zas-z br. 33 787960080-3 u okretnom postolju (TIP-a Y-25) ležajnog mjesta 3. i 4. kako slijedi: na kliznim površinama okretne zdjele vidljivi tragovi hrđe (slika 19). Zatim, utvrđeno je da je zapečen klizni ležaj na svornjaku za međusobno povezivanje gornjeg i donjeg dijela okretne zdjele. Utvrđeno je da nedostaje umetak unutarnje spiralne opruge na ležištu spiralne opruge ovjesa u okretnom postolju te uvijenost okvira okretnog postolja preko referentnih vrijednosti.

Demontažom vagona u radionici OV Zagreb, utvrđeno je da centralni ležaj (okretna zdjela), da je klizna površina zahrđala a središnji vijak koji spaja dva dijela ležaja teže se mogao pomicati u svojem gornjem ležištu.

Predstavnici ECM-a su se izjasnili da se mjerenje otpora rotacije okretnog postolja, u Hrvatskoj ne rade, niti za to postoji propisana norma.

Utvrđena je horizontalna deformacija (uvijenost) okretnog postolja izvan dopuštenih referentnih vrijednosti, te odstupanja u križnoj mjeri okretnog postolja. Nedostaje dio koji je služio kao zamjena za DP ventil.

Na istom vagonu izvršena je demontaža i drugog postolja na kojem su sporni dijelovi pregledani. Usporedbom izgleda klizne površine okretne zdjele (ista je metalne sive boje), a pripadajući centralni vijak u svom kliznom ležištu lako se pomiče. Mjerenjem okretnog postolja utvrđeno je da nema odstupanja izvan referentnih vrijednosti.

Pregledom i mjerenjem dimenzija kotača i osovinskih sklopova iskliznutih vagona, na istima nisu uočena odstupanja od graničnih vrijednosti.



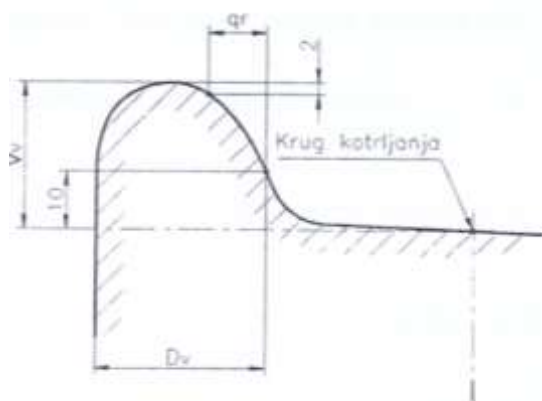
Slika 10. – Zaustavni položaj iskliznutih vagona (izvor slike: AIN)



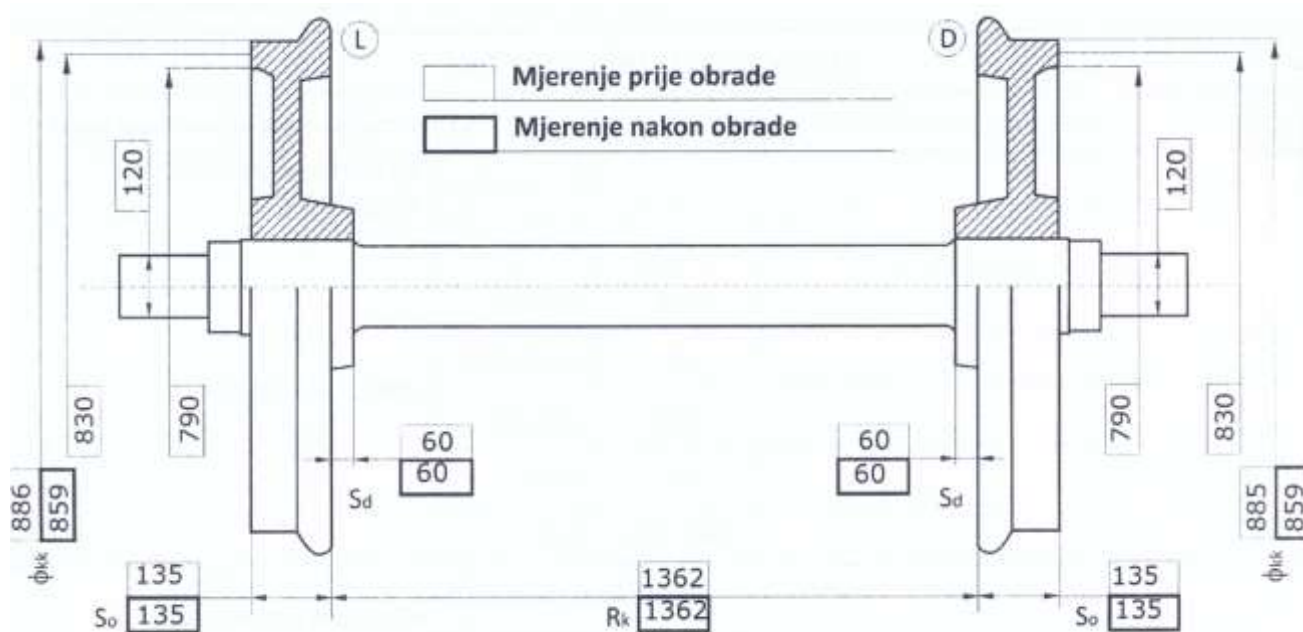
Slika 11. – Detalj iskliznulog postolja 14. vagona (izvor slike: AIN)



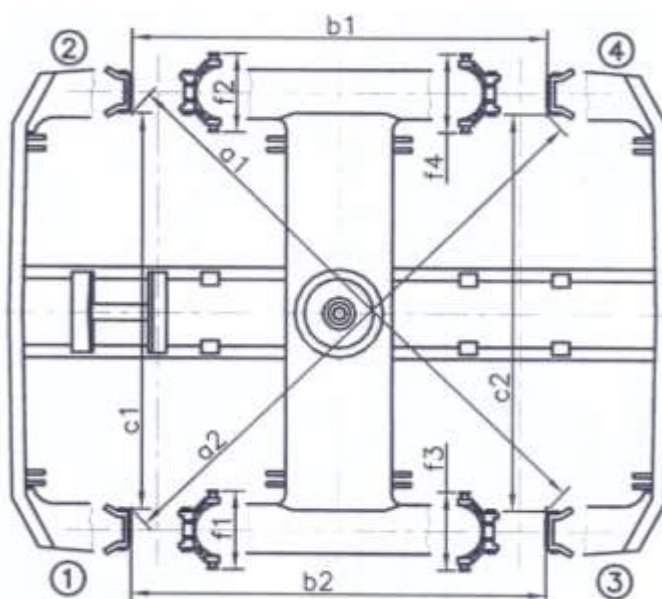
Slika 12 – Okretno postolje 14. vagona (izvor slike: AIN)



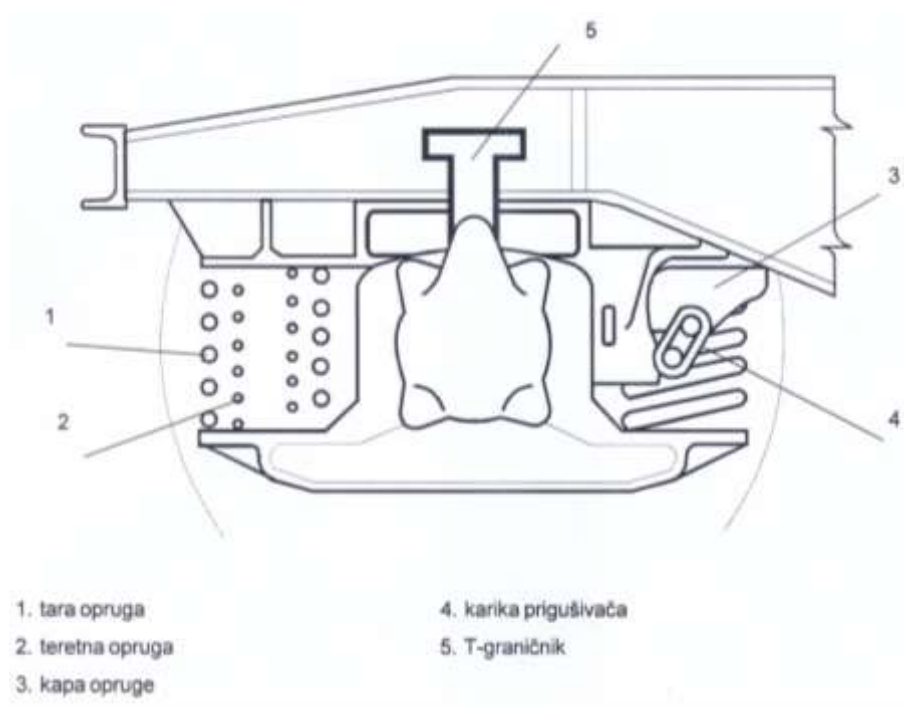
Slika 13 – Detalj profila kotača vagona (izvor slike: RŽV)



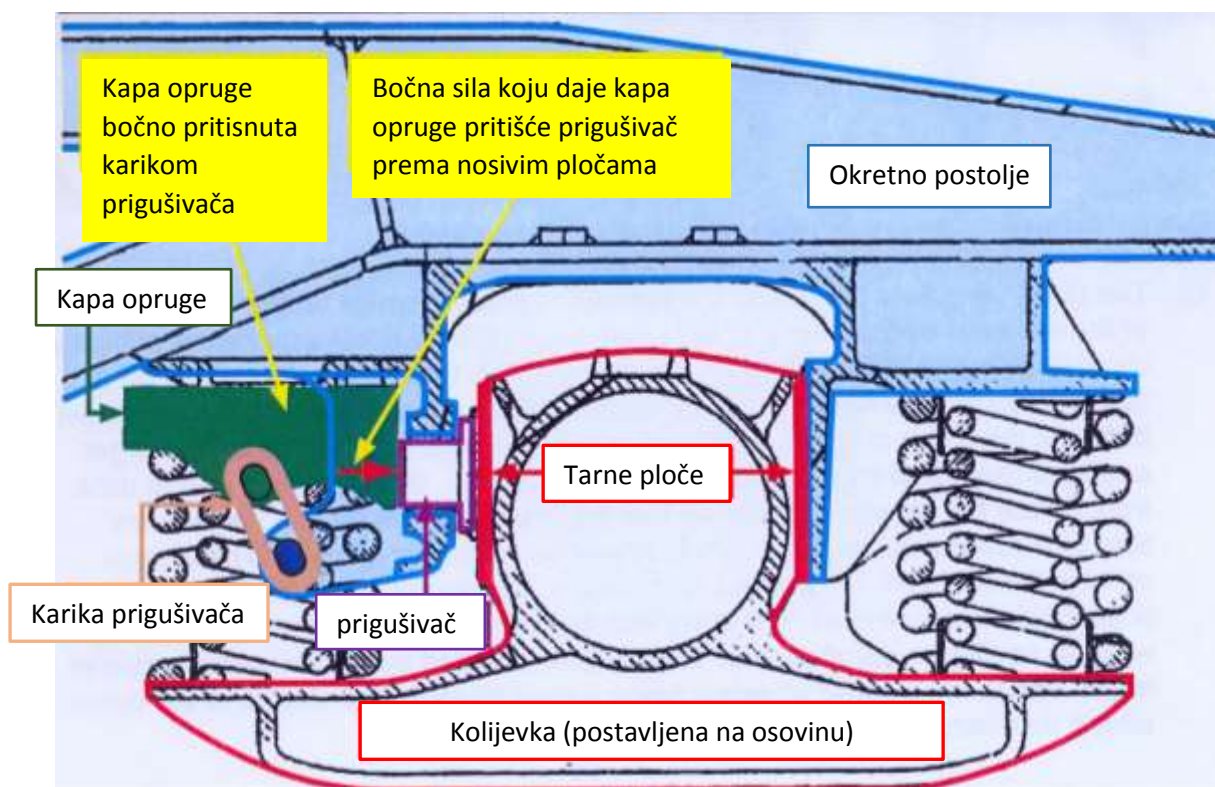
Slika 14 – Tehnički crtež osovinskog sklopa (izvor slike: RŽV)



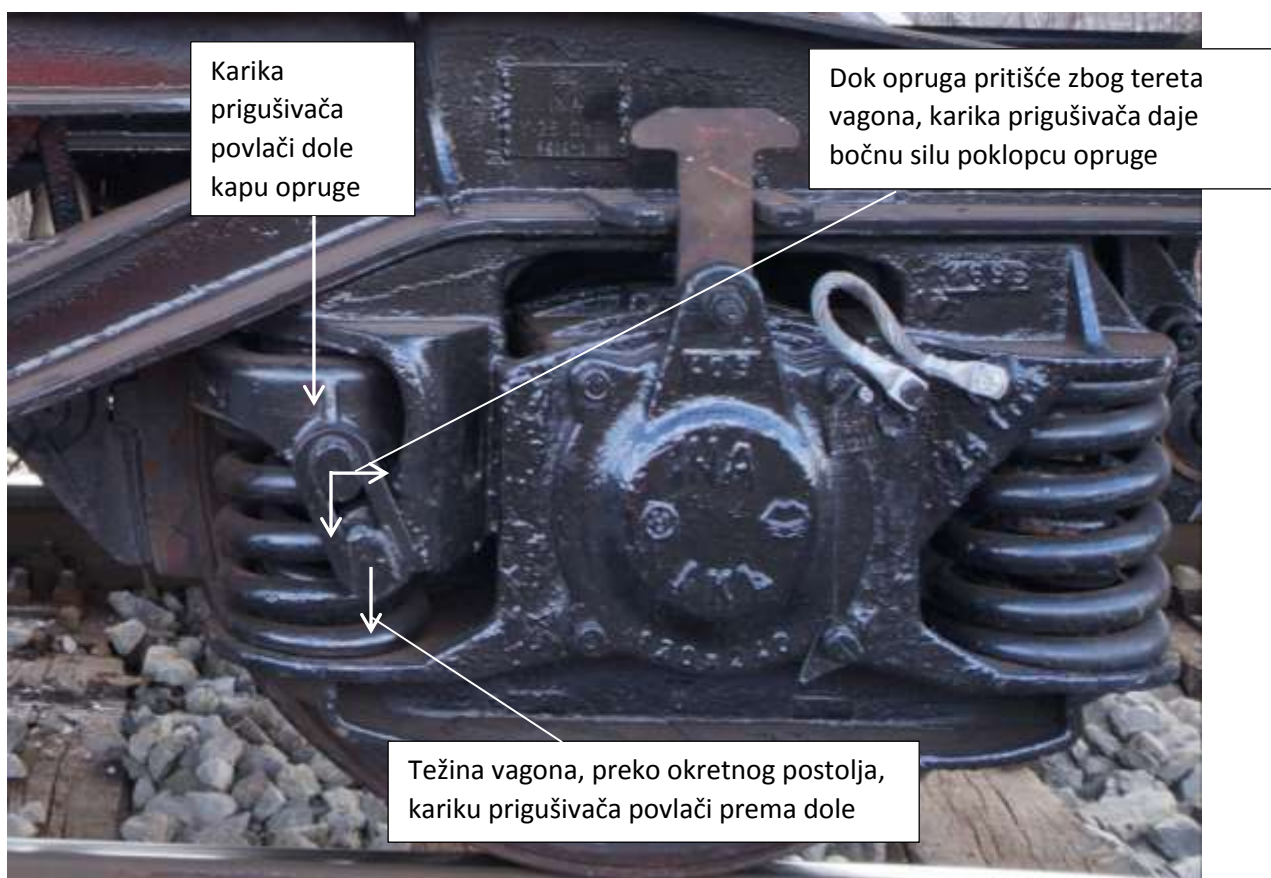
Slika 15 – Skica okretnog postolja (izvor slike: RŽV)



Slika 16 Skica ovjesa okretnog postolja Y25 (Izvor Opći ugovor o izmjeni vagona)



17 Mehanizam ovjesa vagona (Izvor AIN)



18 Ovjes okretnog postolja (Izvor AIN)



Slika 19 Gornja strana okretna zdjele sa svornjakom (Izvor AIN)



Slika 20 Okretna zdjela i bočni klizač vagona (Izvor AIN)

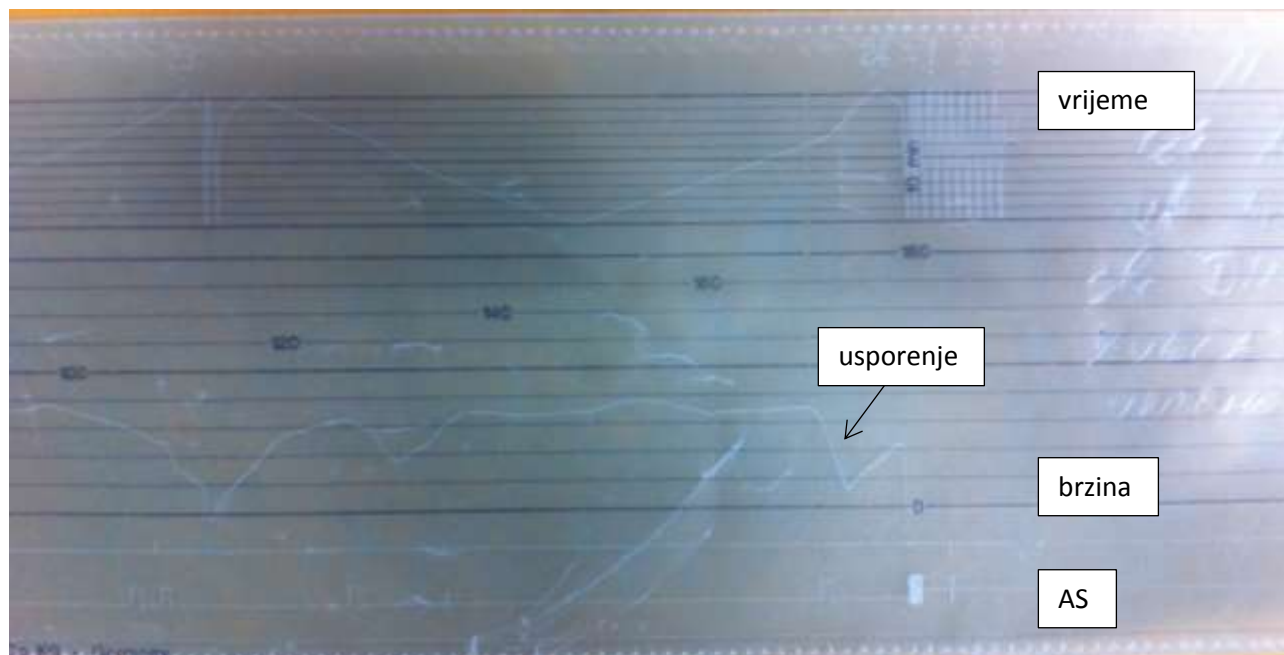
3.6 Kretanje vlaka

Vlak broj 46801 sastavljen je dana 10.03.2017. godine u kolodvoru Zagreb Žitnjak. U 21:26 sati istoga dana upućen je prema odredišnom kolodvoru Škrlevo. U 23:58 sati kod kolodvora Zvečaj dogodilo se iskliznuće četrnaestoga vagona. U trenutku iskliznuća brzina vlaka iznosila je 19km/h jer zbog prometne situacije (na predsignalu kolodvora Zvečaj je bio uključen signal očekuj stoj). Normalna brzina vožnje dionicom pruge od kolodvora Duga Resa do kolodvora Zvečaj je 80km/h. Od mjesta iskliznuća (u km 496+935) do mjesta zaustavljanja vagona zadnjeg kraja četrnaestoga vagona (u km 498+745) vlak je prešao oko 1810 m. Dozvoljena brzina vlaka na otvorenom dijelu pruge između kolodvora Duga Resa i Zvečaj, prema knjižici voznog reda, je 80 km/h.

3.6.1 Analiza brzinomjerne trake

Pregledom zapisa podataka s brzinomjerne trake, vidi se:

Iz podataka na brzinomjernoj traci proizlazi da je predmetni vlak krenuo iz kolodvora Duga Resa prema kolodvoru Zvečaj u 23:39 minuta. Vlak se kretao od kolodvora Duga Resa prema kolodvoru Zvečaj i 6000 metara prije zaustavljanja vrijednost brzine je bila 70 km/h. Vrijednost brzine u nastavku vožnje je ostala konstantna 70 km/h sve do oko 2600 metara prije zaustavljanja, kada se nakon prolaska pored pružne balize od 1000 Hz, vidi djelovanje auto stop uređaja i tada dolazi do pada vrijednosti brzine, gdje se njena vrijednost smanjuje i oko 900 metara prije zaustavljanja ima vrijednost 15 km/h. Odmah nakon toga slijedi ponovni rast vrijednosti brzine, gdje u dužini od oko 800 metara vrijednost brzine raste od 15 km/h do 42 km/h, koliko je bilo nekoliko desetaka metara prije zaustavljanja. Iza toga uslijedio je nagli pad vrijednosti brzine te se njena vrijednost spustila od 42 km/h do 0 km/h uz prijeđeni put od nekoliko desetaka metara od početka kočenja do zaustavljanja. Iz navedenoga se zaključuje da se iskliznuće dogodilo u fazi usporavanja vlaka.

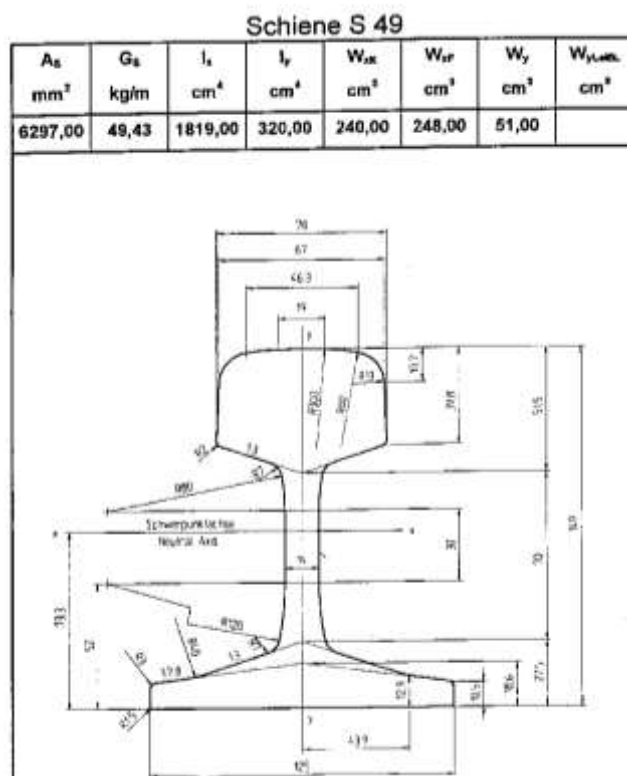


Slika 21 Zapis brzine lokomotive 1141-208 (izvor AIN)

3.7 Opis infrastrukture

Pruga je izgrađena s tračnicama S- 49, na dijelu na kojem se dogodilo iskliznuće (km 496+935) pruga je u usponu i u desnom horizontalnom luku radijusa $R=279\text{m}$. Horizontalni luk ima nadvišenu lijevu tračnicu (gledano u pravcu vožnje vlaka), a visina nadvišenja iznosi 100mm. Širina kolosijeka iznosi $1435\text{mm} \pm 25\text{ mm}$. Kod mjesta iskliznuća nalazi se zavareni spoj dvije tračnice. Na spoju su vidljive greške u obliku nedostatka metala zavara (pore). Statičkim mjerenjem geometrije kolosijeka na mjestu iskliznuća i uzastopno do 100 m prije mjesta iskliznuća utvrđeno je da geometrija kolosijeka unutar predviđenih granica, proširenje na mjestu iskliznuća iznosi 22mm. Na glavi tračnica uočeno je određeno istrošenje, međutim, mjerenjem je utvrđeno da je isto unutar dozvoljenih granica.

Na predmetnoj dionici pruge je 2012. godine obavljena strojna regulacija kolosijeka u duljini od 5250 m i zamjena tračnica u lukovima. Tijekom 2013. godine obavljena je strojna regulacija kolosijeka u duljini od 1800 m. Zadnje redovno mjerenje geometrije kolosijeka predmetne dionice mjernim vlakom obavljeno je 15.12.2016. godine. Mjerenjem su na dionici utvrđene nepravilnosti (Izvješće br. 105/2016) koje je bilo nužno žurno otkloniti te je isto napravljeno do 27.12.2016. godine. Nakon obavljene sanacije nije obavljeno mjerenje mjernim vlakom. Zadnji pregled pruge od strane ophodara obavljen je 09.03.2017. godine. Zadnji nadzor pruge od strane nadzornika obavljen je 09.03.2017. godine.



Slika 22 Dimenzije tračnice S 49 (izvor DIN)

Ophodari redovito obilaze dionicu pruge svaki radni dan. Za održavanje dionice pruge M202 nadležno je Nadzorno središte Zagreb. Održavanje pruge se redovito provodi o čemu postoje zapisi koji se uredno čuvaju.

3.7.1 Snimanje kolosijeka

Naknadno je od strane istražitelja obavljeno snimanje kolosijeka na mjestu iskliznuća. Snimanje je obavljeno na način da su videokamere postavljene izvan i unutar kolosijeka, na drvene pragove, te je praćen prolaz više vlakova, od kojih je bio i jedan vlak istog sastava kakvog je bio i predmetni vlak. Analizom video snimki utvrđeno je da prilikom prolaska željezničkih vozila dolazi do vertikalnog pomicanja kolosiječne rešetke.

3.8 Dokumentacija o načinu rada

Pregledane evidencije V-11 (Knjiga smetnji), Pe-12 (prometni dnevnik za među kolodvore), Pe-19 (izvješće prometnika vlakova o nepravilnostima), Pe- 28 (Knjiga fonograma i brzjava).

Vlasnik vozila ima tehničku dokumentaciju kojom su definirani kriteriji preuzimanja vozila nakon revizije ili popravka. U dokumentaciji nisu definirani kriteriji stanja kliznih površina vagona kod preuzimanja.

3.9 Sučelje čovjek-stroj-organizacija

Radno vrijeme uključenih radnika, strojovođe i prometnika bilo je u skladu sa propisima, zdravstveno su bili sposobni i stručno su bili osposobljeni za rukovanje opremom.

3.10 Prethodni slični događaji

U razdoblju od 01.01.2007. godine do 10.03.2017. godine na predmetnoj dionici nisu zabilježene ovakve nesreće.

4 ANALIZE I ZAKLJUČCI

4.1 Završni slijed događaja

Vlak broj 46801 sastavljen je dana 10.03.2017. godine u kolodvoru Zagreb Žitnjak. U 21:26 sati istoga dana upućen je prema odredišnom kolodvoru Škrlevo. U 23:58 sati kod kolodvora Zvečaj dogodilo se iskliznuće četrnaestoga vagona. U trenutku iskliznuća brzina vlaka iznosila je 19km/h. Vlak je usporio na navedenu brzinu zbog prometne situacije (na predsignalu kolodvora Zvečaj je bila oznaka očekuj stoj).

Dana 10. ožujka 2017. godine u 23:58 sati na pruzi M202, između kolodvora Duga Resa i Zvečaj, u km 496+935, došlo je do iskliznuća četrnaestog vagona sa jednom osovinom zadnjeg okretnog postolja vlaka broj 46801. Osovina je iskliznula u lijevu stranu, gledano iz smjera vožnje. Dolaskom do skretnici broj 1 (ulazna skretnica kolodvora Zvečaj iz pravca kolodvora Duga Resa) iskočila je i druga osovina zadnjeg okretnog postolja četrnaestog vagona. Iskliznuli vagon je s lijevom stranom udario u rub perona kolodvora Zvečaj te strugao po rubu perona gotovo po cijeloj njegovoj duljini. Dolaskom iskliznulog vagona do skretnice broj 6 kotači iskliznulog postolja su počeli skretati u lijevu stranu što je za posljedicu imalo iskliznuće oba okretna postolja petnaestoga vagona. Čelo vlaka zaustavilo se u km. 498+950km, a iskliznuli vagoni su se nalazili između km. 498+730 i 498+760. Od mjesta iskliznuća (u km 496+935) do mjesta zaustavljanja vagona zadnjeg kraja četrnaestoga vagona (u km 498+745) vlak je prešao oko 1810 m. Do iskliznuća je došlo u prijelaznom luku koji ima nadvišenje lijeve tračnice, gledano u smjeru vožnje.

4.2 Analiza i zaključci

4.2.1 Analiza održavanja vagona

Na oba iskliznula vagona dana 30.12.2016. godine u radionici društva RŽV u Bjelovaru završena je revizija. Vagoni su vlasništvo društva INA d.d. koje je registrirano za razvoj i upravljanje održavanjem vagona, a

reviziju je obavila radionica koja je subjekt nadležan za održavanje teretnih vagona ECM. Vozila su upisana registar. Vlasnik vozila ima definirane procese održavanja svojih željezničkih vozila, ali nema definirane kriterije prihvatljivosti stanja kliznih površina okretne zdjeli, bočnih klizača i tarnih površina ovjesa (tarni amortizeri).

Radionica za održavanje vagona nema izrađenu proceduru, definirane parametre, niti raspolaže opremom za mjerenje sile potrebne za zakretanje okretnog postolja u odnosu na fiksni dio vagona.

4.2.2 Stanje iskliznutih vagona

Mjerenjima osovinskih sklopova predmetnih vagona nisu utvrđena odstupanja. Na kotačima iskliznutih osovina uočena je povećana hrapavost što je posljedica kretanja kotača po zastoru, pragovima i skretničkim postrojenjima. Mjerenjem okretnih postolja utvrđeno je odstupanje križne mjere na iskliznulom postolju 14. vagona i to za 1,6mm. Odstupanja su posljedica vožnje iskliznulog vagona.

Pregledom je utvrđeno da je okretna zdjela na postolju na kojem je došlo do iskliznuća površinski korodirala.

Iz navedenog proizlazi da je moguće da je stanje površine okretne zdjele moglo doprinijeti iskliznuću do kojeg je došlo u fazi usporavanja vlaka koji se je kretao brzinom od 19km/h kada je moglo doći do nabijanja vagona jednih na druge, što uzrokuje dodatne sile koje djeluju na vagone. Mjesto iskliznuća se nalazi na početku prijelaznog horizontalnog luka u pravac. Prva osovina u postolju (ležajno mjesto 3 i 4 u smjeru kretanja) bila je opterećena da vrati obrtno postolje u pravac, međutim ista se je s vijencem kotača popela se vanjsku tračnicu, unatoč nadvišenju iste, i iskliznula. Druga osovina istoga postolja je ostala u kolosijeku i nastavila vožnju iskošena po pravcu kretanja u lijevu stranu i zaglavljena u stjenkama okvira uzdužnih nosača vagona.

Do iskliznuća druge osovine istoga postolja je došlo kod nailaska na skretnicu broj 1.

4.2.3 Analiza održavanja kolosijeka

Zadnje mjerenje pruge mjernim vlakom, prije nesreće, obavljeno je dana 15.12.2016. godine. Tijekom mjerenja utvrđene su nepravilnosti koje su izvan dozvoljenih, stoga se pristupilo sanaciji koja je obavljena 27.12.2016. nakon sanacije, do same nesreće nije ponovljeno mjerenje mjernim vlakom. Redovno je obavljan pregled pruge i nadzor pruge.

4.2.4 Proces skliznuća

Vjerojatnost iskliznuća podizanjem vijenca kotača preko tračnice postoji onda kada omjer bočne sile vijenca kotača na tračnicu (Y) prema vertikalnoj sili (opterećenju) kotača na tračnicu (Q), tzv. *Y/Q koeficijent iskliznuća*, prijeđe kritičnu vrijednost.

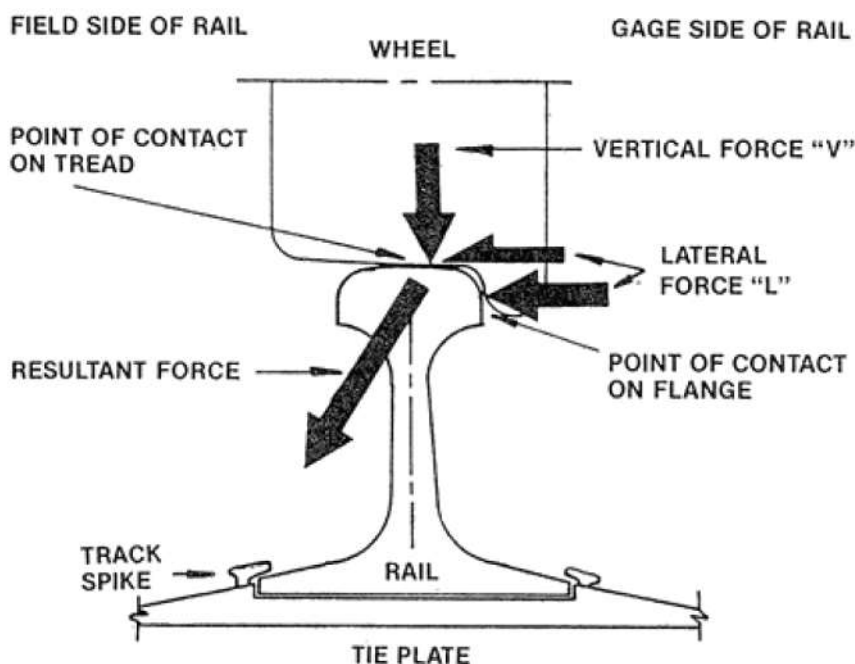
To znači da će smanjenje vertikalnog opterećenja kotača na tračnicu (Q) povećati vjerojatnost da bočne sile (Y) uzrokuju penjanje vijenca kotača na i preko tračnice.

Kritična vrijednost koeficijenta iskliznuća Y/Q ovisi o koeficijentu trenja između kotača i tračnice, te o kutu dodira između vijenca kotača i glave tračnice.

$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan\alpha - \mu}{1 + \mu\tan\alpha}$$

Što je veći koeficijent trenja između kotača i tračnice, i što je manji kut dodira između vijenca kotača i glave tračnice, to je manja kritična vrijednost koeficijenta iskliznuća i time veći rizik od iskliznuća.

Istragom je utvrđeno da je iskliznuće vagona uzrokovano penjanjem vijenca desnog kotača prve osovine prednjeg okretnog postolja vagona na i preko tračnice.



Slika 23 Skica djelovanja sila tijekom kontakta tračnice i kotača (Izvor AIN literatura)

4.2.5 Zaključci

Izravni uzrok ove nesreće je: iskliznuće prve osovine na 2. okretnom postolju četrnaestoga vagona zbog penjanja vijenca lijevog kotača na tračnicu. Neposredni uzrok iskliznuća istragom nije bilo moguće utvrditi (poglavlje 4.2).

Čimbenici koji su mogli pridonijeti ovoj nesreći:

- Usporavanje vlaka (poglavlje 4.2.),
- Stanje površine okretno zdjele drugog okretnog postolja četrnaestoga vagona (poglavlje 4.2),
- Stanje kolosijeka (poglavlje 4.2).

Neposredni uzrok iskliznuća istragom nije bilo moguće utvrditi, no istom je moglo doprinijeti usporavanje vlaka kočenjem što je za posljedicu moglo imati lokalno nabijanje vagona jednih na druge i trzaj vozila. Trzaj vozila je za posljedicu moglo imati poskakivanje osovine. Također, moguće je da je lokalno vertikalno pomicanje pruge i stanje površine okretno zdjele moglo doprinijeti rasterećenju predmetne osovine i time dovesti do penjanja vijenca kotača na tračnicu.

Organizacijski čimbenici:

- Vlasnik vozila nema definirane kriterije stanja klizne površine okretno zdjele kod preuzimanja vozila nakon revizije (poglavlje 4.2.).



5 PODUZETE MJERE

Vlasnik vozila u cilju sprječavanja izvanrednih događaja uzrokovanih kvarovima na vozilima definirao je pravila za održavanje vozila, koja su sastavni dio ugovora o održavanju, registrirao se kao društvo odgovorno za održavanje željezničkih vozila i ima razrađen plan istraživanja izvanrednih događaja u željezničkom sustavu.

Također vlasnik vozila svoj je dokument u svezi održavanja teretnih vagona, dopunio sa detaljnijim opisom radova vezanih za pregled i popravak okretnih zdjela na teretnim vagonima.

6 SIGURNOSNE PREPORUKE

Sigurnosna preporuka

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu nema sigurnosnih preporuka vezanih uz ovu nesreću.