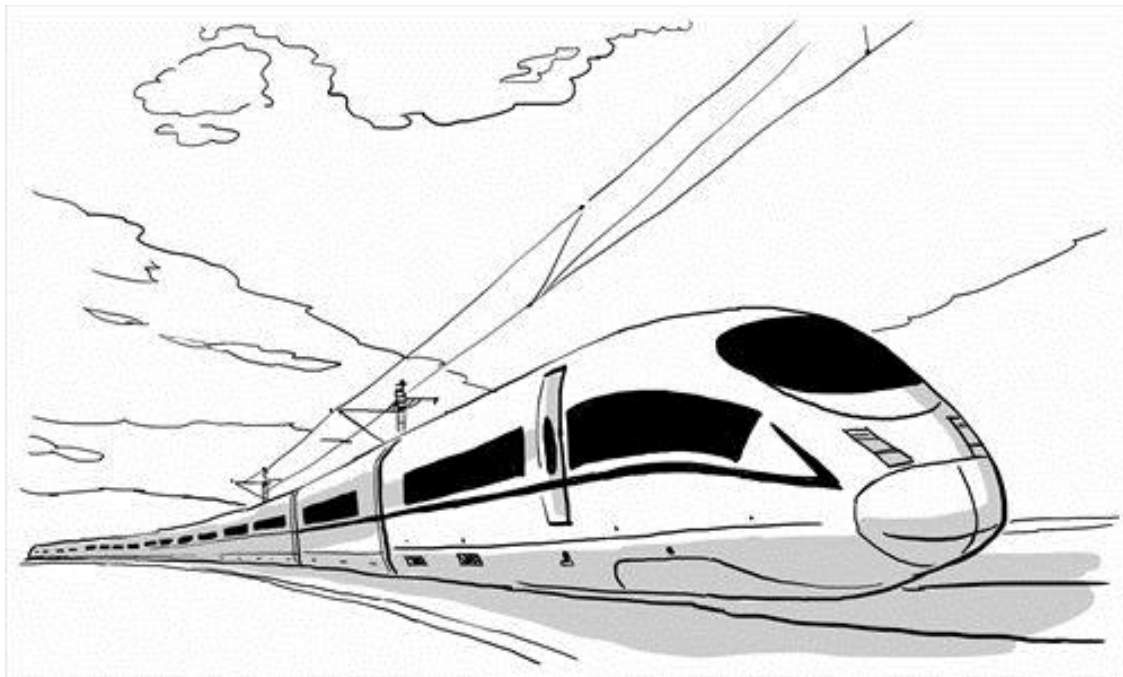




REPUBLIKA HRVATSKA

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

KLASA: 341-09/14-02/32
URBROJ: 699-06/1-16-58
Zagreb, 09.03.2016. godine



NACRT KONAČNOG IZVJEŠĆA

Iskliznuće vlaka 523, Rudine

11. rujna 2014.

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 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 i 18/15), te na temelju članka 23. Direktive 2004/49/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća (Direktive o sigurnosti željeznice).

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 dovesti u pitanje utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinaca.

Konačno izvješće nije 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 i 18/15) i Direktive 2004/49/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća (Direktive o sigurnosti željeznice).

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.



SADRŽAJ

1	POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA	5
2	SAŽETAK	6
2.1	Sigurnosne preporuke	6
2.2	Safety Recommendations	7
3	PODACI O DOGAĐAJU	7
3.1	Događaj	7
3.1.1	Odluka o pokretanju istraživanja	7
3.1.2	Područje istraživanja	8
3.1.3	Izvor podataka	8
3.1.4	Tehnike za analizu	8
3.2	Pozadina događaja	8
3.2.1	Strane i sudionici nesreće	8
3.2.2	Vlakovi i njihov sastav	8
3.2.3	Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava	9
3.2.4	Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja	9
3.2.5	Pokretanje plana za slučaj opasnosti javnih spasilačkih službi, policije i zdravstvenih službi i s njim povezan slijed događanja.	9
3.3	Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta	9
3.3.1	Smrtno stradali i ozlijeđeni	9
3.3.2	Teret, prtljaga i druga imovina	10
3.3.3	Vozila, infrastruktura i okoliš	10
3.4	Vanjske okolnosti	10
4	ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA	10
4.1	Sažetak izjava	10
4.2	Sustav upravljanja sigurnošću	11
4.3	Propisi i pravila	12
4.4	Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme	14
4.5	Očevid	14
4.6	Dokumentacija o načinu rada	19
4.6.1	Podaci o stjenskim odronima i pregledu pruge M 604	19
4.6.2	Izveštaj čuvara ophodara	20
4.6.3	Izveštaj vođitelja nadzorne grupe i njegovih pomoćnika	20
4.6.4	Izveštaj o nepravilnosti prilikom pregleda pruge	21



4.7	Sučelje čovjek-stroj-organizacija	21
4.8	Prethodni slični događaji	21
5	ANALIZE I ZAKLJUČCI	21
5.1	Završni slijed događaja	21
5.2	Analiza činjenica s prijedlogom zaključaka o uzrocima događaja	21
5.3	Stručna analiza	22
5.3.1	Uzroci pojave odrona	22
5.3.2	Mehanika odrona	23
5.3.3	Projektni zadatak za sanaciju usjeka i zausjeka na dijelu mreže hrvatskih željeznica	24
5.3.4	Projekt sanacije odrona u usjeku Labin Dalmatinski – Kaštel Stari	26
5.4	Izravni uzrok	27
5.5	Kontributivni činioci	27
5.6	Temeljni uzrok	27
6	PODUZETE MJERE	28
7	DODATNA RAZMATRANJA	29
8	SIGURNOSNE PREPORUKE	29

1 POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA

(A1A)'-(A1A)' – oznaka za okretna postolja na lokomotivi prema UIC, šestoosovinske s pojedinačnim osovinskim pogonom i osovinskim rasporedom,

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

ABee - oznaka tipa putničkog vagona prema UIC-u, putnički vagoni prvog i drugog razreda, koji imaju središnje napajanje energijom iz zbirnice visokog napona, klimatiziran

Bee - putnički vagoni drugog razreda koji imaju središnje napajanje energijom iz zbirnice visokog napona, klimatiziran,

FD1 – oznaka za direktan kočnik u lokomotivi,

HŽI – HŽ Infrastruktura,

G – teretni režim kočenja

ID3 – oznaka za istražno izvješće Povjerenstva HŽ-a,

NN – Narodne novine,

P – putnički režim kočenja,
R - brzo kočenje,
UIC - međunarodna udruga željeznica,
EPS-1 - putni list,
EPS-5 - Pismeni nalog,
EPS-3 - Izvještaj o sastavu i kočenju,
EKVR-PP - Elektronska knjižica voznog reda,
Pe-12 - Prometni dnevnik za međukolodvore.

2 SAŽETAK

Dana 11.09.2014. godine u 18:46 h tijekom vožnje brzog vlaka broj 523, koji je prometovao na relaciji Zagreb Glavni kolodvor – Split, između kolodvora Labin Dalmatinski i Kaštel Stari došlo je do iskliznuća lokomotive vlaka uslijed naleta na odron kamenja i zemlje.

Izravni uzrok ove nesreće je nalet vlaka na odron stijena i zemlje u km 301+294 (poglavlje 4.5).

Čimbenici koji su doprinijeli nesreći: Dugo razdoblje kišnog vremena s obilnim količinama oborina na području u kojem je došlo do odrona (poglavlje 3.4).

Temeljni ili organizacijski uzrok ove nesreće je slijedeći: Upravitelj infrastrukture je proveo sanaciju predmetnoga pokosa nakon prethodnog odrona, međutim, zbog nepostojanja razrađene metodologije vrednovanja pokosa iz koje bi proizlazio vremenski raspored i kvaliteta sanacije prije nego dođe do pojave odrona, sanacija predmetnog pokosa se pokazala nedostatnom (poglavlje 4.2 i 4.5).

Smanjenju posljedica nesreće je doprinijelo to što je brzina vožnje na pruzi M604 bila ograničena na 40 km/h, dok je normalna brzina vožnje 60km/h (poglavlje 3.2.3).

Posljedica događaja je materijalna šteta nastala na lokomotivi te na gornjem i donjem ustroju pruge. Pruga je zbog nesreće bila zatvorena za promet vlakova. Zbog dizanja lokomotive, sanacije pruge te zatvora pruge nastali su dodatni troškovi (poglavlje 4.5).

U ovoj nesreći su lakše tjelesne ozlijede zadobili strojovođa i pomoćnik strojovođe dok od putnika nitko nije ozlijeđen (poglavlje 3.3.1).

2.1 Sigurnosne preporuke

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu s ciljem poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje Agenciji za sigurnost željezničkog prometa slijedeću sigurnosnu preporuku:

SP 7/15: Upravitelj infrastrukture trebao bi izraditi sustav vrednovanja pokosa iz kojeg bi se utvrdio objektivan redoslijed sanacije pojedinih pokosa temeljem opasnosti koju predstavljaju za odvijanje željezničkog prometa (poglavlje 4.2, 4.3 i 4.6).

SUMMARY

On 11th of September 2014, at 18.46 h, on truck M 604, during raiding of the long-distance passenger train No 523, there was a derailment of the engine between stations Labin Dalmatinski and Kaštel Stari due to rock and land slide.

Consequence of the accident was material damage on two railway vehicles and on the equipment of the Workshop. There were some additional costs due to picking up the locomotive and restauration od the railway truck. The accident cause heavy delays in the railway traffic. In this accident two RU personal was injured (chapter 4.5).

Lower lever of severity of the accident contributed speed limit on the M604 (chapter 3.2.3).

The immediate cause: The train hit the land slide in km 301+294 (chapter 4.5).

Contributory Factors are: Long period of heavy rains in the area where land slide happened (chapter 3.4).

Underlining factors: Infrastructure manager doesn't have a methodology for assessment of slopes from which would follow timeline and amount of works that have to be done in reinforcement of slopes (chapter 4.2 and 4.5).

2.2 Safety Recommendations

Air, Maritime and Railway Traffic Accidents Investigation Agency (AIA) is due to previous accidents and observed potentially repetition of similar events, and to improve safety in the railway system, issued to the National Safety Agency following safety recommendation:

SP 7/15: Infrastructure manager should develop a system of assessment of slopes from which would follow objective timeline and amount of works that have to be done in reinforcement of slopes based on threat that a slope is have on safety of the railway system (chapter 4.2, 4.3 i 4.6).

3 PODACI O DOGAĐAJU

3.1 Događaj

Dana 11.09.2014. godine brzi vlak broj 523 prometovao prugom M604 je na relaciji Zagreb Glavni kolodvor - Split. Oko 18:40 sati vlak je prošao kolodvor Labin Dalmatinski i uputio se prema kolodvoru Kaštel Stari. U 18:46 sati došlo je do naleta predmetnoga vlaka na odron kamenja zbog čega je lokomotiva vlaka iskočila iz tračnica i zabila se u nasip uz južnu stranu pruge (slike 3 i 5). Nakon nesreće prema mjestu događaja iz Splita je upućen pomoćni vlak kojim su putnici vlaka broj 523 prevezeni do svog odredišta, kolodvora Split.

3.1.1 Odluka o pokretanju istraživanja

AIN je dojavu o nesreći zaprimio putem telefona i elektronske pošte od strane glavnog dispečera Upravitelja infrastrukture. Temeljem prikupljenih informacija odlučeno je da istražitelj AIN-a će izaći na mjesto događaja. Nakon pregleda mjesta događaja glavni istražitelj je donio Odluku o pokretanju istraživanja. Odluka o pokretanju istraživanja donesena je na temelju Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (Narodne novine broj 82/13), članka 110, stavka 2 i temeljem Direktive 2004/49 EZ Europskog Parlamenta i Vijeća (Direktive o sigurnosti željeznice), članak 19(2).

U istraživanju je sudjelovao glavni istražitelj željezničkih nesreća AIN-a Davor Belas, također korištena je i stručna pomoć Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Zavod za geotehniku).

3.1.2 Područje istraživanja

AIN je utvrdio opseg istrage kako bi se osiguralo da se prikupe i pregledaju informacije bitne za provođenje istrage.

Opseg predmetne istrage je slijedeći:

- Utvrditi slijed događaja,
- Utvrditi uzrok i čimbenike koji su doprinijeli uzroku,
- Ispitivanje relevantnih elemenata sigurnosnog sustava,
- Ispitivanje svih ostalih značajki sigurnosnog sustava

3.1.3 Izvor podataka

- Očevid istražitelja AIN-a,
- Razgovor sa strojovođom i pomoćnikom,
- Izjave nadležnih rukovoditelja,
- Ekspertiza o uzroku odrona i načinu preveniranja takvih događaja,
- Ekspertiza o vremenskim prilikama na mjestu događaja,
- Dokumentacija o sudionicima događaja,
- Zapisi iz uključenih vozila;
- ID3 – istražno izvješće,
- Zakoni i propisi koji se odnose na ovaj događaj.

3.1.4 Tehnike za analizu

Analiza slijeda događaja

3.2 Pozadina događaja

Predmetna nesreća se dogodila tijekom redovne vožnje brzog vlaka 523 koji se sastojao od jedne lokomotive i dva putnička vagona, a prometovao je na relaciji Zagreb Glavni kolodvor - Split.

3.2.1 Strane i sudionici nesreće

U nesreći su sudjelovali djelatnici i željeznička vozila tvrtke HŽ Putnički prijevoz d.o.o., a infrastruktura (pruga M604) na kojoj se dogodila nesreća je pod upravljanjem tvrtke „HŽ Infrastruktura“ d.o.o. Osobe koje su sudjelovale u nesreći:

- Strojovođa,
- Pomoćnik strojovođe.

3.2.2 Vlakovi i njihov sastav

U nesreći je sudjelovao vlak sastavljen od dizel električne lokomotive serije 2044-011 i dva putnička vagona (ukupno osam osovina vagona). Prvi vagon je imao oznaku ABee 61 78 39 – 70 005 -2, a drugi Bee 51 78 20-70 215 -0. Ukupna masa vlaka je bila 199 t, a duljina 49 m.

Lokomotiva serije 2044 je proizvedena u tvornici Đuro Đaković, Slavonski Brod, od 1981. godine po licenci General Motors USA. Raspored vratila (A1A)'-(A1A)'. Tip motora GMC 645 E3, ukupne snage 1826kW. Maksimalna brzina 124 km/h. Najveća težina lokomotive 99t. Opremljena je zračnom kočnicom sa režimima kočenja G, P i R, te s ručnom kočnicom.

Prvi vagon u sastavu vlaka je bio tipa ABee 61 78 39 – 70 005-2. Vagoni tipa ABee su četveroosovinski vagoni sa sjedalima 1. i 2. razreda, mase 40t. Opremljeni su zračnom i magnetskom kočnicom. Duljina vagona preko odbojnika je 24.500mm, duljina sanduka vagona je 24.200mm, razmak centralnih svornjaka 17.200mm, promjer kotača 920mm, broj sjedala 24+30.

Drugi vagon u sastavu vlaka je bio tipa Bee 51 78 20-70 215 -0. Vagoni tipa Bee su četveroosovinski vagoni sa sjedalima 2. razreda, mase 40t. Opremljeni su zračnom i magnetskom kočnicom. Duljina vagona preko odbojnika je 24.500mm, duljina sanduka vagona je 24.200mm, razmak centralnih svornjaka 17.200mm, promjer kotača 920mm, broj sjedala 54-60.

3.2.3 Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava

Mjesto nesreće nalazi se na pruzi M 604 na kilometarskom položaju 301+294. Radi se o otvorenom dijelu pruge Oštarije – Gospić – Knin – Split. Navedena pruga je svrstana u kategoriju ostale željezničke pruge za međunarodni promet. Ista je jednokolosiječna i neelektrificirana pruga. Promet se na pruzi regulira međukolodvorskim razmakom. Mjesto događaja se nalazi u usjeku (pokosu). Usjek je izveden u zavoju, pruga je u tome dijelu u padu. Na dionici pruge od kolodvora Perković do kolodvora Split brzina vožnje je naredbom MUP – a bila ograničena na 40km/h. Razlog ograničenja brzine je požarna sezona koja traje od svibnja do kraja rujna zbog čega je MUP izdao zapovijed upravitelju infrastrukture da se brzina vlakova na dijelu pruge M604 kroz Splitsko dalmatinsku županiju ograniči na 40km/h. Zbog ovog ograničenja brzine je i posljedica nesreća bila manja.

3.2.4 Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja

U blizini mjesta nesreće i na samom mjestu nesreće nije bilo radova.

3.2.5 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 čl. 119, AIN, služba 112, Policijska uprava splitsko-dalmatinska. Na mjesto događaja su izašle spasilačke službe koje su evakuirale putnike i osoblje vlaka. Ozlijeđenima je pružena prva pomoć na mjestu događaja. Temeljna policija je obavila osiguranje mjesta događaja, a ekipa kriminalističke tehnike je obavila očevid.

3.3 Stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta

3.3.1 Smrtno stradali i ozlijeđeni

U ovoj nesreći nije bilo smrtno stradalih, a dvije osobe su zadobile lakše tjelesne povrede. Obje ozlijeđene osobe bile su radnici HŽ PP-a. Radi preglednosti u donjoj tablici korištena je taksonomija Europske agencije za željeznice (ERA).

	putnici	osoblje	drugi	UKUPNO
Smrtno stradali	0	0	0	0
Teške tjelesne ozlijede	0	0	0	0
Lakše tjelesne ozlijede	0	2	0	2

3.3.2 Teret, prtljaga i druga imovina

U nesreći nije došlo do oštećenja imovine putnika ili trećih osoba.

3.3.3 Vozila, infrastruktura i okoliš

Na lokomotivi 2044-011 je nastala velika materijalna šteta zbog udara u stijene i kasnijeg iskliznuća, dok je na prednjem vagonu nastala manja materijalna šteta zbog udarca vagona u odron. Na zadnjem vagonu nije nastala materijalna šteta.

3.4 Vanjske okolnosti

U svrhu istraživanja predmetne nesreće od tvrtke „Geo Meteo“ j.d.o.o. zatražena je izrada meteorološkog izvješća. U Izvješću stoji da su odroni najčešće izazvani djelovanjem oborinskih voda. Dan i pol prije nesreće na području nesreće je bilo oborina, te je napravljena numerička reanaliza vremenskih prilika numeričkim modelom WRFEMS ARW za period od 0h 10.09.2014. do 18,00h 11.09.2014. godine. Na slici broj dva prikazana je kumulirana količina oborina dobivena reanalizom.

Vrijednosti oborina dobivenih reanalizom podudaraju se s mjerenjima količina oborina na meteorološkim postajama aerodrom Resnik i Split Marjan. Postaja Resnik se nalazi cca 3km od mjesta nesreće.

postaja	Količina oborine (l/m ²)	
	8:00 10.09.-8:00 11.09.	8:00 11.09.-8:00 12.09.
Resnik	92,0	73,2
Split Marjan	33,0	21,4

Tablica br.1 izmjerene količine oborina na mjernim postajama

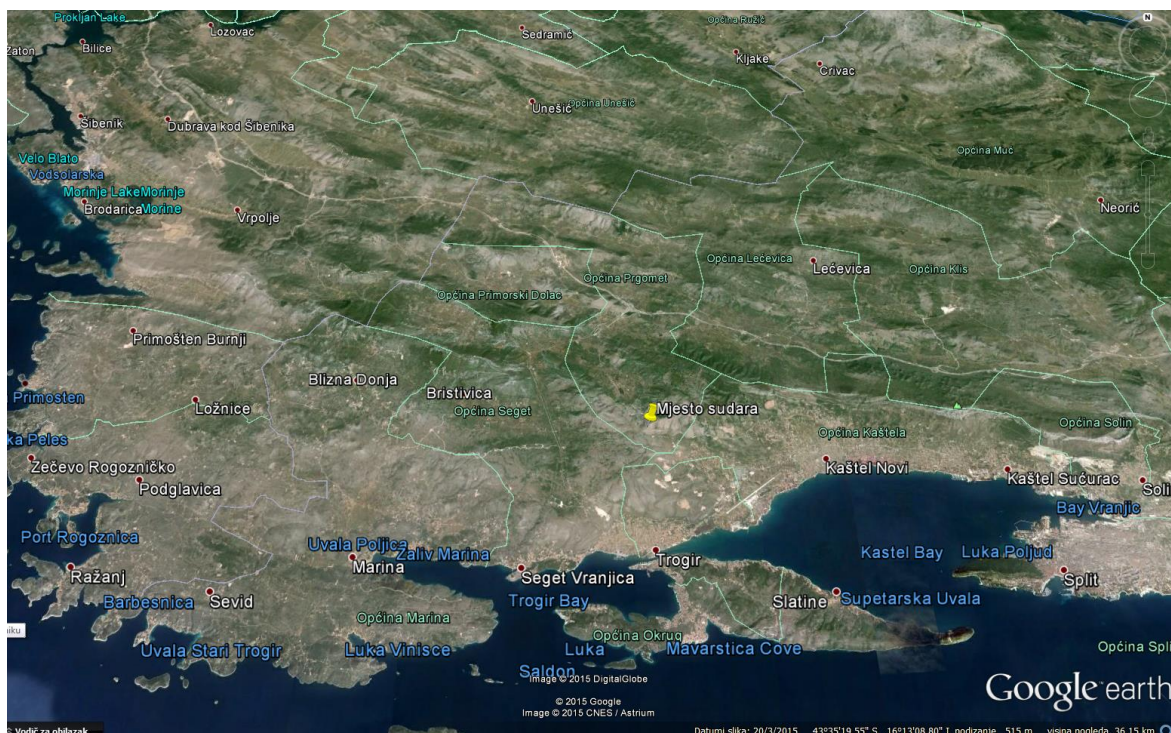
Numerička reanaliza pokazala je kako je na širem području oko mjesta odrona, 42 sata prije nesreće, palo između 60 i 165 litara kiše po kvadratnom metru, što predstavlja relativno veliku količinu oborina u kratkom vremenu.

4 ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA

4.1 Sažetak izjava

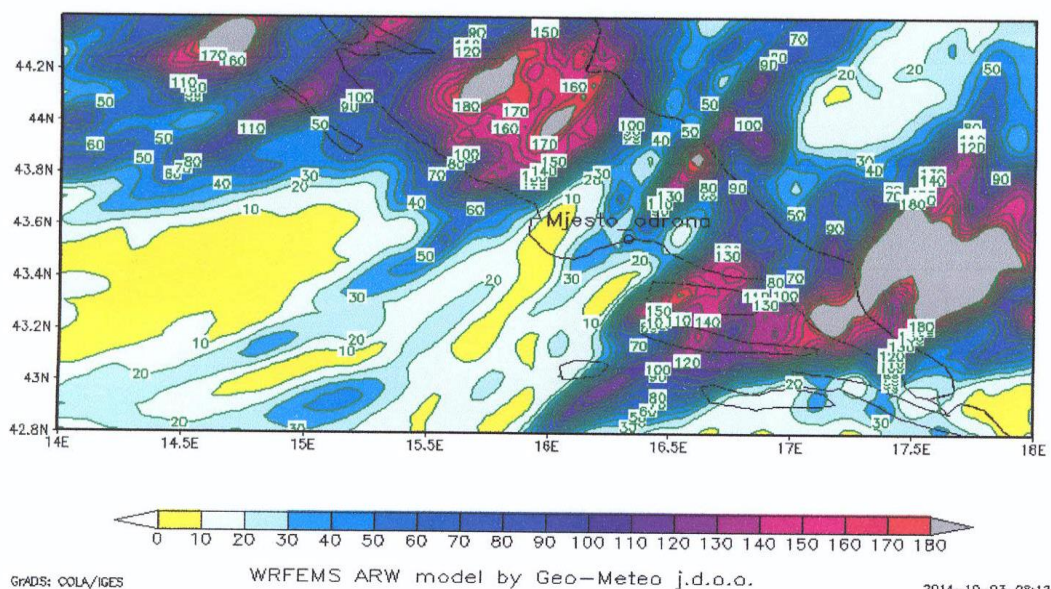
Strojovođa vlaka je izjavio da je prilikom vožnje vlaka 523 između kolodvora Labin Dalmatinski i Kaštel Stari u zavoju, u km 301+300, primijetio ogromnu stijenu koja se odronila na kolosijek. Odmah je poduzeo sve potrebno da zaustavi vlak, no udarac u stijenu i prevrtanje lokomotive nije mogao izbjeći. Istu izjavu je dao i pomoćnik strojovođe. Drugih svjedoka događaja nema.

Od osoblja koje je sudjelovalo u spašavanju dobivena je informacija da je željezničko vozilo koje je iz kolodvora Kaštel Stari upućeno na mjesto nesreće radi spašavanja na više mjesta naišlo na manje odrone, od kojih je neke bilo potrebno ukloniti s pruge.



Slika 1 – Karta mjesta nesreće (izvor slike: Google earth)

Ukupna oborina [kg/m²] od 2014:09:10:00 do 2014:09:11:18



Slika 2 Kumulirana oborina u razdoblju 42 sata prije nesreće

4.2 Sustav upravljanja sigurnošću

Upravitelj infrastrukture je organizirao ophodarsku službu koja ima zadaću periodički pregledavati trasu pruge i uklanjati odronjeno kamenje i zemlju s pruge. Također predvidio je periodički nadzor pruge od strane rukovodećih ljudi regionalne jedinice.

Upravitelj infrastrukture ima definiran postupak mjera sigurnosti željezničkog prometa, a tako i mjere sigurnosti u svezi opasnosti od pojave klizišta (odrona) koji se pojavljuju tijekom loših vremenskih uvjeta i

nakon njih. Pouzdano sigurno odvijanje željezničkog prometa u cjelini, propisano je pravilnicima, putama i propisima koji su međusobno povezani i koji se međusobno nadopunjuju. Uputa 40 propisuje neke od aktivnosti vezanih za pouzdano sigurno odvijanje prometa:

- Obavješćivanje osoblja vlaka o prometu vlakova i sigurnosnim mjerama,
- Dužnosti čuvara pruge – ophodara.
- Postupak za vrijeme trajanja jakog vjetra.
- Postupak za vrijeme snježnih padalina i vijavica.

Opasnost od pojave aktiviranja klizišta (odrona) na potencijalno kliznoj plohi poznate lokacije, tijekom loših vremenskih uvjeta se dodatno prati. Takva mjesta su evidentirana u dokumentaciji Nadzornog središta i knjizi čuvara - ophodara pruge sa zadaćom pojačanog praćenja stanja kosine u vrijeme loših vremenskih uvjeta i nakon njih. Izvješća o stanju potencijalne klizne plohe čuvar ophodara pruge podnosi svojim nadređenima u Nadzornom središtu u kraćim vremenskih intervalima od podnošenja uobičajenih izvješća o stanju pruge u cjelini. U vrijeme loših vremenskih uvjeta, a i nakon njih, pregled pruge pješice i na stroju (lokomotivi) je pojačan, a stanje klizišta se dodatno geodetski prati na mjestu stalnih točaka kosine (repera). Dodatne odredbe o praćenju mogu se propisati privremenim uputama RJ koje traju do okončanja sanacije klizišta.

Nakon nesreće privremeno je organizirana 24 - satna čuvarska služba pored mjesta odrona. Pokos je dodatno osvijetljen kako bi čuvari i noću mogli obavljati pregled pruge.

Od Upravitelja infrastrukture je zatražena informacija o metodi vrednovanja (ocjenjivanja) pojedinih usjeka na prugama pod njihovim upraviteljstvom, koja bi bio temelj za određivanje prioriteta u sanaciji pojedinih usjeka (od najrizičnijih prema manje rizičnima). Upravitelj infrastrukture je odgovorio da takvu metodu nemaju.

4.3 Propisi i pravila

Pravilnik 315 Pravilnik o održavanju donjeg ustroja pruge i Pravilnik 314 Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja pruge. Pravilnik 315 sadrži odredbe o održavanju donjeg ustroja pruga na prugama pod upravljanjem HŽ infrastrukture, kao i na industrijskim kolosijecima.

Prema Pravilniku 315 donji ustroj pruga čine: zemljani trup, mostovi i propusti, tuneli, kolodvorska postrojenja i objekti za zaštitu pruge od površinskih voda i atmosferskih utjecaja, a održavanje podrazumijeva: vođenje tehničkih i drugih podataka, stalni nadzor, povremena pregledavanja, ispitivanja, poduzimanje mjera u cilju blagovremenog otkrivanja i otklanjanja nepravilnosti i oštećenja.

Članak 7. Pravilnika 315 odnosi se na usjeke. Usjeci:

1. Već prvih godina na prugama u eksploataciji pokazuje se da li je nagib kosina usjeka pravilno određen. Ovaj nagib kod zemlje, po pravilu, iznosi najviše 1:1, a kod stjenovitih materijala od 4:1 do vertikle. U nevezanom materijalu (pijesak, šljunak i sl.) najveći nagib kosina usjeka može biti jednak prirodnom kutu trenja za odnosni materijal, a u vezanom u zavisnosti je od otpornosti tla na smicanje i od visine kosine.

2. U slučaju pojave masovnih deformacija izvedenih nagiba kosina, slično kao na kosinama nasipa, mora se odmah ispitati koji je najpovoljniji nagib, kako bi se moglo odmah pristupiti radovima na ublažavanju nagiba usjeka.

3. Najčešći radovi na održavanju kosina usjeka su:

- osiguranje od erozije,

- osiguranje od obrušavanja kamenog materijala na prugu (umjetne građevine),
- održavanje i obnavljanje raslinja na kosini (čl. 16),
- osiguranje usjeka od zapuha, osulina i snježnih lavina (dio VI, čl. 60 i 61),
- uklanjanje – kavanje s kosina labavog kamenja koje može pasti na prugu, odnosno njegovo učvršćivanje - sidrenje za podlogu ili okolni teren.

4. Na kosinama usjeka, gdje postoji stalna opasnost od padanja kamena koji može ugroziti promet, odrediti čuvara kosina ili postaviti električne vodove u obliku mreža koji su direktno povezani sa električnim alarmnim signalima u susjednim kolodvorima, radi upozorenja da je došlo do obrušavanja sa kosine.,

5. Ako na kosinama u nevezanom materijalu izbija podzemna voda, može doći do ispiranja sitnozrnog pijeska i rušenja kosina. U ovakvim slučajevima sva podzemna voda se mora na vrijeme uhvatiti drenovima i po potrebi nagib kosina ublažiti.

Pojave erozije na ovakvim kosinama moraju se odmah otklanjati odgovarajućim mjerama (čl. 16).

6. Na kosinama u vezanom materijalu, mora se voda, bez obzira da li je površinska ili podzemna, najkraćim putem odvesti sa kosine kao i iz samog usjeka.

7. U glinovitim materijalima često nastaju pukotine u koje prodire voda i izaziva poremećaje ravnoteže kosina.

Mjere za sprječavanje ovih deformacija su slijedeće:

- ublažavanje nagiba kosina,
- opterećenje nožice kosina,
- odvodnjavanje kosina,
- ugradnja kamenih rebara i potpornih zidova,
- zatvaranje pukotina,
- vegetativno vezivanje kosina (čl. 16),
- obloge, potporni i obložni zidovi (čl. 12. do 14).

a) Kao najefikasniju mjeru za sprečavanje poremećaja kosina, po pravilu, primijeniti ublažavanje nagiba kosina. Kut nagiba kosina obavezno se mora utvrditi geomehaničkim ispitivanjem ukoliko za sličan materijal na tom terenu ne postoje već stečena iskustva.

b) Opterećenje nožice kosine usjeka upotrijebiti kao protuteret kod klizanja kosina za slučajeve kada je klizna ploha ispod nožice kosine.

Ovu mjeru primijeniti samo u slučajevima kada za to ima dovoljno prostora između nožice kosine usjeka i odvojnog kanala. Protuteret se radi isključivo od nevezanog materijala (kamen, betonski blokovi, gabioni, krupan šljunak i sl.).

c) Odvodnjavanje kosina usjeka u vezanom materijalu, ako se na njima pojavljuju izvori, pištoljine i mokre površine, postiže se drenažnim rebrima , koja moraju zadovoljiti i slijedeće uvjete:

- da budu ukopana najmanje do ispod granice smrzavanja,
- da izljev u odvodni jarak ili u dubinsko odvodnjavanje bude najmanje 30 cm iznad njihovog dna,
- prilikom ugradnje drenažnih rebara paziti da se ne poremeti kosina i ne izazovu klizanja.

d) Ugradnjom kamenih rebara okomito na os kolosijeka sprječavaju se školjkanja na kosinama usjeka. Ova rebra se u nožici kosine oslanjaju na potporni zid pored pruge ili na ojačane jarkove. Potporni zid može se raditi od kamene naslage ili od gabiona ukoliko za to postoji dovoljno prostora.

e) Radi zatvaranja pukotina nastalih pri skupljanju ovakvih materijala, kao i radi sprječavanja dalje pojave pukotina, preko stepenasto izrađene podloge nanijeti sloj od pijeska, uz odgovarajuće zasađivanje (čl. 16, točka 8c).

8. Kada se na kosinama usjeka pojave znaci nestabilnosti, njihov dalji razvoj mora se pratiti mjerenjem. Ovim mjerenjem ustanoviti veličinu, pravac i vremenski razvoj poremećaja.

U tu svrhu, u području poremećaja ravnoteže kosine postaviti kontrolne oznake i vezati ih na stalne točke izvan poremećaja. Prikupljeni podaci o promjenama visina svake kontrolne oznake moraju se u pogodnom razmjeru unositi u situacioni plan i predstaviti grafički, kako bi se na osnovu ovih zapažanja mogle predvidjeti odgovarajuće mjere.

9. Za stabilizaciju dugačkih kosina u kamenitom materijalu neotpornom na atmosferske utjecaje, nagib kosine ublažiti stvaranjem terasa. Ovo se postiže izradom niskih zidova u suhozidu od kamena koje se nalazi na površini kosine. Ako u vrhu kosine postoji relativno mali prolaz kroz koji dolazi materijal na kosinu, na tom prolazu izgraditi jedan ili više baražnih zidova jačih nego za terase.

10. Za nestabilne kosine mora se ustanoviti knjiga evidencije. U ovu knjigu unose se sve promjene koje se javljaju na kosini u toku eksploatacije, kao i opis svih radova sa skicama koji su izvršeni ili se vrše na pojedinim mjestima.“

Točkom 4. članka 7. predmetnog Pravilnika definira se postupanje za lokacije za koje postoji stalna opasnost od odrona. Točkom 9. članka 7. predmetnog Pravilnika definira se postupanje u slučaju kosina koje se nalaze u materijalu neotpornom na atmosferske utjecaje.

Točkom 10. članka 7. predmetnog Pravilnika propisuje se vođenje knjige evidencije na nestabilne kosine. Nije poznato da li HŽ Infrastruktura vodi knjigu evidencije za usjek Labin Dalmatinski.

Pravilnikom 315 nisu definirani rokovi pregleda objekata na pruzi isključivo u svrhu detektiranja područja opasnosti od odrona.

4.4 Način rada željezničkih vozila i tehničke opreme

Očitavanjem digitalnog zapisa iz uređaja za bilježenje parametara vožnje vlaka KWR 6 utvrđeno je da je brzina vožnje vlaka u trenutku sudara sa stijenom bila 39km/h.

4.5 Očevid

Očevid predmetne nesreće obavio je glavni istražitelj željezničkih nesreća zajedno s istražnim povjerenstvom i policijom.

Očevidom je utvrđeno da se nesreća dogodila na 301+294 km pruge. Taj dio pruge se nalazi u usjeku (pokosu) koji je izveden kao lijevi zavoj. Usjek ima pokose s obje strane pruge. Pokos sa sjeverne (lijeve) strane pruge je visine cca 100m, a pokos s južne (desne) strane pruge je visine 3-5m. Do odrona je došlo cca 300m od početka pokosa, gledano iz pravca Labina Dalmatinskog. Lokomotiva je bila postavljena duljom stranom prema naprijed, a nakon sudara iskliznula je i nagnula se na desnu stranu te se zaustavila u južnom (desnom) pokosu. Pregledom mjesta događaja utvrđeno je da su se stijena i zemlja koji su se odronili,

odronili sa sjevernog (lijevog) pokosa. Volumen najveće stijene koja se zaustavila na kolosijeku je bila volumena cca 5m^3 . Oba vagona su ostala na kolosijeku.

Pregledom mjesta događaja utvrđeno je da je najudaljenija točka od kuda je strojovođa mogao uočiti odron cca 50m prije mjesta odrona (slika 4). Nakon obavljanja statičkog dijela očevida vagoni su odvučeni u kolodvor Labin Dalmatinski, nakon čega je lokomotivi pristupila ekipa osposobljena i opremljena za podizanje iskliznutih željezničkih vozila. Pregledom lokomotive utvrđeno je da je ista oštećena s prednje lijeve strane gdje su oštećeni prednji lim, pjeskara, kočni cilindar prednjeg postolja, spremnik goriva i drugo (slika 5). Na desnoj strani lokomotive nastala su manja oštećenja uslijed struganja iste po tucaniku. Pregledom upravljačnice lokomotive utvrđeno je da je na indirektnom kočniku bilo zavedeno brzo kočenje. Pregledom vagona utvrđeno je da je prednji vagon s lijeve strane malo oštećen na način da je otkinuta stuba ispod bočnih vrata i oštećen je donji dio vagona ispod prednjih lijevih vrata. Pregledom trećeg vagona utvrđeno je da isti nije oštećen. Nakon što su vagoni odvojeni od lokomotive te spojeni sa drugom lokomotivom obavljena je proba kočenja kojom je utvrđeno da su kočnice na vagonima ispravne. Prednja strana se nalazila cca 18m od mjesta udara u odron.

Pregledom gornjeg ustroja pruge utvrđeno je da je isti oštećen na način da je došlo do deformacije lijeve tračnice kolosijeka u duljini od cca 1,5m (slika 6), gledano u smjeru vožnje vlaka. Desna tračnica je također deformirana, ali bitno manje od lijeve.

Pregledom odrona utvrđeno je da se isti sastoji od jedne velike stijene volumena oko 5m^3 , jedna stijena volumena cca 1m^3 , prekrivena s jedne strane betonom, više manjih stijena i zemlje ukupnog volumena oko 2m^3 . Pregledom najveće stijene utvrđeno je da je ista udarena te da je pomaknuta od mjesta pada u smjeru vožnje vlaka za cca 8,5m.

Pregledom pokosa utvrđeno je da je sjeverna (desna) strana istoga od razine donjeg ustroja pruge do visine 6-8 m, gotovo cijelom duljinom pokosa presvučena betonom koji je nanijet prskanjem. Završetak pokosa je obložen zidanim kamenim blokovima. Ispod betona se nalazi armaturna čelična žica. Nakon prvog dijela pokosa presvučenoga betonom nalazi se svojevrsna terasa na kojoj se nalaze utisnuti dijelovi željezničkih tračnica međusobno povezanih drvenom ogradom (slika 7). Iznad „terasa“ se pokos nastavlja, a manji dio istoga je presvučen betonom. Tlo od kojeg je izgrađen gornji dio pokosa je od zemlje i kamenja. Mjesto od kuda se odronila stijena se nalazi na gornjem dijelu pokosa (slika 8) iznad kilometarskog položaja pruge 301+294. Drvena ograda ispod mjesta s kojeg se odronila stijena je probijena (slika 8), a na preostalom dijelu ograde koja nije oštećena nalazi se zadržana veća količina zemlje i manjeg kamenja koje je ograda uspjela zadržati da se ne odroni do pruge. Stijena se odlomila s dijela gornjeg pokosa koji je bio prekriven betonom. Pregledom ostataka betona s gornjeg dijela pokosa utvrđeno je da je isti nanesen na pokos bez armaturne žice.

Desna strana pokosa je niža od lijeve, visine cca 4-5m. Uglavnom se sastoji od zemlje, obrasla je u zelenilo. Na dnu desnog pokosa, uz rub donjeg ustroja postavljena je betonska ograda visine 1m, koja štiti prugu od eventualnih odrona.



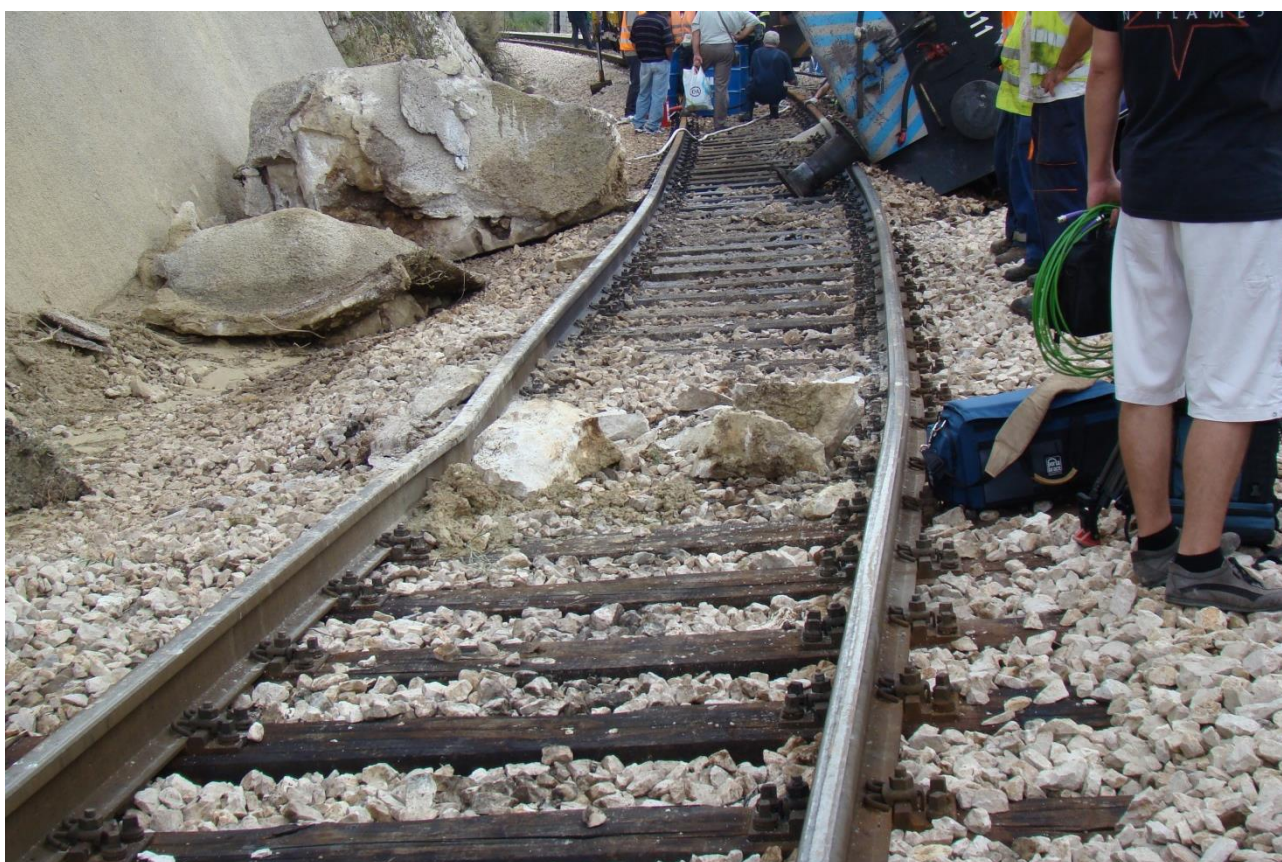
Slika 3 Mjesto nesreće (Izvor AIN).



Slika 4. Pozicija 50 m prije mjesta odrona iz pravca Labina Dalmatinskog (Izvor AIN).



Slika 5 oštećenja na lokomotivi (izvor AIN).



Slika 6 Oštećenje kolosijeka (izvor AIN).



Slika 7 Ograda na dijelu poksa (izvor AIN)



Slika 8. Mjesto s kojeg se odronila stijena (izvor AIN).



Slika 9 mjesto odrona s gornje strane pokosa (Izvor AIN).

4.6 Dokumentacija o načinu rada

Pregledane su evidencije EPS-1 (putni list) , EPS-5 (Pismeni nalog), EPS-3 (Izveštaj o sastavu i kočenju), EKVR-PP (Elektronska knjižica voznog reda), Pe-12 (Prometni dnevnik za međukolodvore). Govorni zapisi nisu preslušavani.

4.6.1 Podaci o stjenskim odronima i pregledu pruge M 604

U 2014. godini na pruzi M604 između Labina Dalmatinskog i Kaštel Starog dogodila su se dva odrona. Prvi odron dogodio se 4. ožujka, a drugi odron dogodio se 11. rujna. Prvi odron je činila jedna veća stijena, veličine oko 3 m³, koja se zaustavila na vrhu, iza kamenog potpornog zida na predmetnoj lokaciji. Drugi odron je činila jedna veća stijena (oko 5 m³), koja je nakon velikih oborina „skliznula“ i pala na kolosijek.

Dionica pruge Labin Dalmatinski – Kaštel Stari redovno se pregledava na više načina, a odgovorna za pregled je Nadzorna grupa Split. U nastavku se navode funkcije odgovornih osoba te način pregleda pruge:

- prugu svakodnevno obilazi čuvar ophodar pješke
- jedan put mjesečno vođa nadzorne grupe ili njegovi pomoćnici obilaze prugu pješke
- dva do tri puta mjesečno vođa nadzorne grupe ili njegovi pomoćnici obilaze prugu vožnjom na stroju
- u periodu od 1. lipnja do 30. rujna obavlja se dodatni pregled pruge TMD-om nekoliko puta mjesečno, i to u svrhu protupožarne zaštite zbog velike požarne ugroženosti ove dionice.

Gore navedene osobe za pregled pruge, u cijelom razdoblju od 5. ožujka 2014. do 11. rujna 2014. godine, nisu zapazile pomicanje pokosa usjeka u km 301+100-400.

Glavna odgovorna osoba na području Nadzorne grupe Split je voditelj nadzorne grupe. Prema Pravilniku o organizaciji HŽ Infrastrukture, njegovo je zaduženje utvrđivanje stanja pruge, postrojenja i objekata za osiguranje urednog i sigurnog obavljanja željezničkog prometa. Voditelj nadzorne grupe dužan je o svim uočenim problemima i nedostacima izvijestiti Upravu Nadzornog središta.

Iz Uprave nadzornog središta također se obavljaju redovni pregledi građevinskog infrastrukturnog podsustava, odnosno jednom mjesečno obavlja se pregled svih dionica pruge vožnjom na stroju.

Osim navedenih pregleda pruge, Pravilnikom 315 definirani su rokovi pregleda različitih objekata na pruzi. Za objekte i građevine za koje ne postoje propisani rokovi Pravilnikom 315, obavlja se povremeni pregledi prema potrebama i mogućnostima, ovisno o obimu ostalih poslova, ili po dojavu uočenih nepravilnosti s terena.

4.6.2 Izvještaj čuvara ophodara

Na temelju svakodnevnog obilaska pruge pješice, čuvar ophodar vodi „Izvještaj o radu čuvara ophodara“ za svaki mjesec u godini. U izvještaj čuvar ophodar unosi samo one dane kada je došlo do određenih intervencija (npr. čišćenje zemlje iz žljebova, dojava ili popravljivanje srušenih znakova, problemi sa skretnicama, dojava o odronu kamenja i sl.).

Na temelju izvještaja čuvara ophodara za 2014. godinu dojavljene su sljedeće relevantne pojave:

- Odron kamenja u km 301+300, 4. ožujka 2014. godine
- Odron zemlje sa usjeka u km 321+700, 14. srpnja 2014. godine

U rujnu 2014. godine nema zabilježbe o drugom odronu.

4.6.3 Izvještaj voditelja nadzorne grupe i njegovih pomoćnika

Na temelju pregleda pruge od strane voditelja nadzorne grupe i njegovih pomoćnika vodi se „Evidencija mjesečnih pregleda i mjerenja i pružnih postrojenja“. U evidenciji se bilježe uočene pojave prilikom sljedećih pregleda:

- Vizualni pregled pruge pješice
- Pregled pruge na vučnom vozilu
- Pregled pruge sa TMD-a
- Pregled pružnog pojasa radi protupožarne zaštite
- Vizualni pregled skretnica

U evidenciji je naveden datum pojedinih pregleda te ime i prezime djelatnika koji je obavljao pregled ili mjerenje.

Za svaki pojedini pregled, daje se ocjena stanja pruge. Pruga se ocjenjuje samo riječima „dobro“ ili „loše“.

Na temelju vizualnog pregleda pruge te pregleda pruge na vučnom vozilu, u 9., 10., 11. i 12. mjesecu 2013. godine te u periodu od siječnja do listopada 2014. godine pruga je ocijenjena ocjenom „dobro“.

U 3. mjesecu 2014. godine kada se dogodio prvi odron stavljena je napomena da je odron u km 301+310 saniran, ali ocjena stanja pruge za taj mjesec je također „dobro“.

U rujnu 2014., na temelju pregleda pruge sa TMD-a unesena je napomena da je došlo do odrona zemlje u km 301+290-350 te odrona stijene na prugu. Iako je ta napomena unesena u mjesečnu

evidenciju, ocjena stanja pruge na temelju vizualnog pregleda pruge pješice te pregleda pruge na vučnom vozilu, za mjesec rujan 2014. godine kada se dogodio drugi odron je također „dobro“.

4.6.4 Izvještaj o nepravilnosti prilikom pregleda pruge

Na temelju pregleda pruge iz Uprave nadzornog središta vožnjom na stroju koje se provodi jednom mjesečno piše se „Izvješće o nepravilnosti prilikom pregleda pruge“. Navedenim pregledom ne ukazuje se na opasnost od odrona na navedenoj pruzi već samo na nepravilnosti vezane uz samu konstrukciju pruge (uvale, udari od vara, problemi sa skretnicama).

4.7 Sučelje čovjek-stroj-organizacija

Svi sudionici događaja su radili unutar redovnog smjenskog rada, stručno su osposobljeni za obavljanje poslova koje su radili i imali su važeće liječničke svjedodžbe o zdravstvenoj sposobnosti. Također, svi uključeni radnici su prošli redovitu periodičku provjeru znanja. Obavljeno je alkotestiranje radnika, rezultati alkotestiranja su bili negativni. Pregledom Izvedbenog programa poučavanja RJ Održavanja Jug Građevinski sektor, Nadzorno središte Split za I-III 2014. godinu utvrđeno je da se program poučavanja sastojao od:

- Prometni pravilnik HŽI-2 Pružna i kolodvorska postrojenja – Gl. II, Posebne vrste prometa – Gl. XIV
- Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja – Pr. 314 (Sl. vjesnik 5/04, 8/04) – Glava I i II,
- Pravilnik o održavanju donjeg ustroja – Pr. 315 Gl. II i III održavanje zemljanog trupa, mostova, propusta
- Pravilnik o zaštiti na radu HŽ Infrastrukture (HŽI – 648 Sl. vjesnik 12/08, 17/10, 2/12) i drugo.

4.8 Prethodni slični događaji

U razdoblju od 01.01.2009. do 30.08.2014. godine na pruzi M604 između kolodvora Labin Dalmatinski i Kaštel Stari dogodilo se više manjih odrona. Najveći odron se dogodio dana 04. ožujka 2014. kada je čuvar ophodara pruge prijavio da je na lokaciji u km 301+300 uočio stijenu, koja se odronila niz padinu i zaustavila na vrhu iza krune kamenog potpornog zida.

Sedmog travnja 2011. ispred tunela Kupljak dogodio se odron potpornog zida. U sudaru vlaka s odronom strojovođa je smrtno stradao.

5 ANALIZE I ZAKLJUČCI

5.1 Završni slijed događaja

Dana 11.09.2014. godine brzi vlak broj 523 prometovao je na relaciji Zagreb Glavni kolodvor Split. Oko 18:40 sati vlak je prošao kolodvor Labin Dalmatinski (pruga M604) i uputio se prema kolodvoru Kaštel Stari. U 18:46 sati došlo je do naleta vlaka na odron kamenja zbog čega je lokomotiva iskočila iz tračnica. Kompoziciju vlaka su činili lokomotiva serije 2044-011 i dva vagona za prijevoz putnika, tipa ABee i Bee. U razdoblju prije odrona područje između kolodvora Labin Dalmatinski i Kaštel Stari bilo je izloženo obilnim oborinama. Putnici vlaka broj 523 prevezeni su pomoćnim vlakom do svog odredišta, kolodvora Split.

5.2 Analiza činjenica s prijedlogom zaključaka o uzrocima događaja

Pregledom kolosijeka kojim se kretao brzi vlak 523 utvrđeno je da se na trasi vlaka u km 301+294 km odronila veća količina kamenja i zemlje koja je dijelom završila na pruzi. Volumen najveće stijene koja se zaustavila na kolosijeku je bila volumena cca 5m³. U navedenom dijelu pruge s obje strane se nalaze pokosi

s time da je pokos sa sjeverne strane visine oko 100m, dok je pokos s južne strane visine 3-5m. Do odrona je došlo cca 300m od početka pokosa, gledano iz pravca Labina Dalmatinskog i to sa sjevernog pokosa. Navedeni dio pruge nalazi se u zavoju. Očevidom je utvrđeno da je vidljivost pruge ispred vlaka u zavoju oko 50m što je bilo nedovoljno da se predmetni vlak zaustavi. Zaustavni put predmetnoga vlaka kod brzine od 40km/h i na predmetnoj dionici pruge je bio oko 150m. Lokomotiva je bila postavljena duljom stranom prema naprijed, a nakon sudara je iskliznula i nagnula se na desnu stranu te se zaustavila u južnom (desnom) pokosu. Oba vagona su ostala na kolosijeku (poglavlje 4.5).

Numerička reanaliza pokazala je kako je na širem području oko mjesta odrona 42 sata prije nesreće palo između 60 i 120 litara kiše po kvadratnom metru, što predstavlja relativno veliku količinu oborina u kratkom vremenu (poglavlje 3.4).

Zbog požarne sezone koja traje od svibnja do kraja rujna MUP je izdao zapovijed upravitelju infrastrukture da se brzina vlakova na dijelu pruge M604 kroz Splitsko dalmatinsku županiju ograniči na 40km/h. Zbog ovog ograničenja brzine je posljedica nesreća bila manja. Analizom brzinomjernog zapisa utvrđeno je da se vlak prije uočavanja odrona kretao brzinom od 40km/h (poglavlje 3.2.3).

Upravitelj infrastrukture ima organiziranu čuvarsko-ophodarsku službu koja prati stanje na pruzi. Osobe koje rade u službi su prošli stručnu naobrazbu. Nitko od osoba uključenih u nadzor rada nije primijetio da na lokaciji nesreće prijeti opasnost odrona (poglavlje 4.6).

U pravilniku 315 nisu propisani rokovi pregleda objekata na pruzi isključivo u svrhu detektiranja područja opasnosti od odrona (poglavlje 4.3).

Upravitelj infrastrukture nema metodu vrednovanja (ocjenjivanja) pojedinih usjeka na prugama pod njihovim upraviteljstvom, koja bi bio temelj za određivanje prioriteta u sanaciji pojedinih usjeka (poglavlje 4.2).

Predmetni odron se dogodio kao posljedica karakteristika terena i obilnih oborina (poglavlje 5.3). Odron se dogodio na lokaciji koja je bila sanirana zbog prethodnih odrona.

Smanjenju posljedica nesreće je doprinijelo to što je brzina vožnje na pruzi M604 bila ograničena na 40 km/h, dok je normalna brzina vožnje 60km/h (poglavlje 3.2.3).

U Hrvatskoj je veliki broj pruga na brdskim terenima gdje postoji velik broj usjeka (pokosa). Brzina vlaka je ključni čimbenik o kojem ovisi ishod nesreće naleta vlaka na odron. U ovoj nesreći se pokazalo da je brzina vlaka ograničena sa 60 na 40km/h zbog požarne sezone doprinijela smanjenju posljedica nesreće.

5.3 Stručna analiza

AIN je u predmetnoj istrazi zatražio stručnu analizu predmetnog događaja od strane Građevinskog fakulteta, Zavoda za geotehniku. Za provođenje stručne analize Fakultetu je predana dokumentacija i od strane profesora obavljen je očevid mjesta događaja u studenom 2014. i nakon obavljenih radova na sanaciji u lipnju 2015.

5.3.1 Uzroci pojave odrona

Odroni nastaju zbog klimatskih, bioloških i antropogenih čimbenika koji uzrokuju promjenu sila koje djeluju na određeni stijenski blok. Općenito, može se reći da do odrona dolazi zbog različitih utjecaja koji smanjuju

čvrstoću stijenske mase. U normalnim uvjetima, stijenska je masa stabilna. Ako dođe do promjene uvjeta u kojima se stijenska masa nalazi, može doći do pojave nestabilnosti, odnosno odrona.

Klimatski čimbenici su povećanje pornog tlaka zbog infiltracije oborina, erozija materijala zbog jakih kiša te ciklusi smrzavanja i odmrzavanja u područjima polarnih klima. Trenje između diskontinuiteta sprječava gibanje stijenske mase po diskontinuitetu, međutim u slučaju kada se diskontinuiteti ispune vodom smanjuje se sila trenja što utječe na smanjenje čvrstoće diskontinuiteta i mogućeg gubitka stabilnosti.

Biološki čimbenici uključuju kemijsku razgradnju (dekompoziciju) te mehaničko raspadanje (dezintegraciju). Kemijska razgradnja podrazumijeva otapanje određenih minerala što je vrlo izraženo u krškim područjima čije stijene pretežno čine karbonatni minerali, dok do mehaničkog raspadanja dolazi zbog rasta korijenja koji uzrokuju širenje postojećih pukotina u stijeni te stvaranje novih pukotina. Obično se i mehanički i kemijski utjecaji javljaju zajedno, ali ovisno o klimatskom režimu određenog područja, jedan od ovih utjecaja može biti dominantan.

Antropogeni čimbenici se manifestiraju kroz građevinske radove kao što su zasijecanje ili nasipavanje, pri čemu se mijenja stanje naprezanja u stijenskoj masi pa novonastalo stanje naprezanja postaje prevladavajući čimbenik u povećanju nestabilnosti.

Glavni čimbenici koji dovode do odrona duž vapnenačkih pokosa su nepovoljne karakteristike stijenske mase tijekom perioda obilnih kiša i utjecaj nepravilnih intervencija na pokosima tijekom izgradnje prometne infrastrukture.

5.3.2 Mehanika odrona

Mehanizmi gibanja blokova po pokosu mogu biti:

- kosi hitac (falling)
- odskakivanje (bouncing)
- klizanje (sliding)
- kotrljanje (rolling)

Kojim mehanizmom gibanja će se blok kretati niz pokos najviše ovisi o srednjem nagibu pokosa (slika 11).

Kosi hitac je dominantan tip gibanja odrona koji se odvija duž balističke putanje pod utjecajem gravitacije, a odvija se na jako strmim pokosima.

Ako se u donjem dijelu pokosa smanjuje nagib, blok koji se giba kosim hitcem udara o površinu što se definira kao odskakivanje. Odskakivanje se sastoji od niza skokova i udara, a kut od 70° uzima se kao granični kut između gibanja kosim hitcem i odskakivanja. Ako kut poprimi vrijednost od 90° gibanje u obliku kosog hitca prelazi u slobodan pad.

Kotrljanje se odvija prevrtanjem bloka koji je u stalnom kontaktu s podlogom. Ukoliko je nagib pokosa manji od 45°, odskakivanje će prijeći u kotrljanje.

Klizanje se može dogoditi tijekom početne faze na kratkoj udaljenosti i prije zaustavljanja bloka. Za veće blokove, klizanje se može dogoditi pri udaru o površinu pokosa sa značajnim gubitkom energije zbog djelovanja trenja.

Prema Evansu i Hungru prilikom prvog udara blok gubi 75-86% energije, a vrlo je vjerojatno da će se u krškim predjelima blok odvojiti u manje fragmente koji dalje nastavljaju gibanje duž odvojenih trajektorija. Otpor zraka nema veliki utjecaj na gibanje bloka te se prilikom modeliranja odrona zanemaruje.

Geometrija pokosa u prirodi je često vrlo složena. Kut nagiba pokosa određuje kako će se blok gibati niz pokos kao što je objašnjeno. Čiste glatke površine pokosa bez vegetacije te potpuno okrugli stijenski blokovi predstavljaju najgori mogući slučaj odrona. Međutim, rijetko se u prirodi pojavljuju glatke površine točno određene visine, već su prirodna pojava hrapave površine zajedno s promjenom visine pokosa unutar određenog promatranog područja. O površinskoj hrapavosti ovisi kako će se blok ponašati prilikom kotrljanja, padanja ili klizanja. Površinska hrapavost nekog segmenta pokosa može se definirati na dva načina, kao odstupanje prosječnog kuta nagiba tog segmenta od kuta nagiba pokosa ili kao maksimalna udaljenost određene točke stijenskog bloka od površine pokosa, a unutar radijusa tok bloka.

Danas su dostupne različite metode snimanja površine pokosa, međutim zbog ekonomičnosti često 3D snimke terena, odnosno digitalni 3D modeli terena nekog područja nisu na raspolaganju. Zbog toga se za potrebe modeliranja odrona površina nekog pokosa može podijeliti na nekoliko karakterističnih presjeka te simulirati gibanje odrona u dvije dimenzije. U stvarnosti je naravno potpuno drugačija situacija te se gotovo nikada odron neće dogoditi duž jedne ravnine u prostoru.

Osim o geometriji pokosa, gibanje bloka ovisi o veličini bloka i materijalu koji pokriva površinu pokosa kao što su tlo, obluci ili vegetacija, posebice drveće. Udarom bloka o stablo, on gubi dio energije i mijenja smjer kretanja ili se zaustavlja, ovisno o veličini energije bloka i energetske kapaciteta stabla.

Karakteristike materijala od kojeg je izgrađen pokos definiraju se pomoću sljedećih parametara:

- koeficijent restitucije
- koeficijent trenja
- rolling friction koeficijent

Koeficijent restitucije može se definirati kao sposobnost materijala da apsorbira energiju odronjenog bloka pri udaru o podlogu koju čini ta vrsta materijala. Pri udaru o podlogu blok gubi dio energije, smanjuje mu se brzina te ovisno o dolaznoj brzini i vrsti podloge nastavlja svoje gibanje niz pokos ili se zaustavlja. Glatke površine čvrstih stijena koje nisu podložne trošenju predstavljaju najnepovoljniju podlogu jer ne apsorbiraju energiju bloka, odnosno ne smanjuju njegovu brzinu. S druge strane, šljunčane podloge ili podloge koje čini neki drugi materijal podložan trošenju apsorbiraju veliku količinu energije odronjenog bloka, a mogu čak i uzrokovati zaustavljanje bloka. Zbog ovog se razloga berme ili jarci za hvatanje odrona oblažu šljunčanim materijalom.

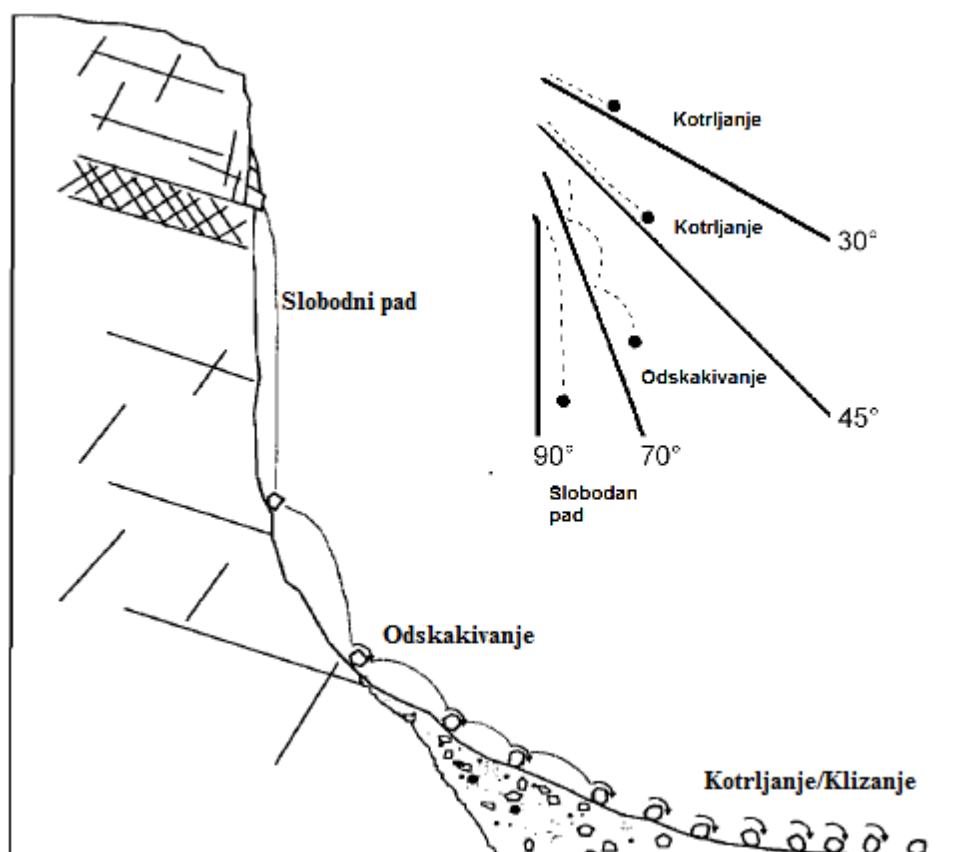
Koeficijent trenja predstavlja otpor pokosa klizanju bloka po tom pokosu, a definira se kao tangens kuta pod kojim dolazi do klizanja bloka na vrhu pokosa.

„Rolling friction“ koeficijent predstavlja otpor pokosa kotrljanju bloka, a definira se kao tangens kuta pod kojim dolazi do kotrljanja bloka na vrhu pokosa.

U proračunu stabilnosti odrona često se posljednja dva koeficijenta zanemaruju, a glavna važnost pridodaje se koeficijentu restitucije te geometriji pokosa. Proračun stabilnosti odrona ujedno je i najosjetljiviji na promjenu koeficijenta restitucije što ukazuje na važnost njegova određivanja.

5.3.3 Projektni zadatak za sanaciju usjeka i zausjeka na dijelu mreže hrvatskih željeznica

Projektni zadatak za sanaciju usjeka i zausjeka na dijelu mreže hrvatskih željeznica na temelju kojeg je pokrenut postupak javne nabave za izradu projektne dokumentacije napisan je u svibnju 2013.



Slika 11 Mogući mehanizmi gibanja blokova po pokosu u odnosu na njegov srednji nagib

U projektnom zadatku ukazuje se na problematiku odrona na hrvatskim željeznicama s obzirom na to da se željeznička mreža Hrvatskih željeznica proteže i kroz ravničarske i brdske krajeve. Ravničarski krajevi kroz koje prolazi željeznička pruga protežu se kroz područje središnje Hrvatske i Slavonije, a brdski krajevi kroz koje prolazi željeznička pruga obuhvaćaju Gorski Kotar, Velebit, Liku, Dalmaciju, Istru i Primorje. To su pruge od međunarodnog, regionalnog i lokalnog značenja po kojima se odvija konvencionalni (tj. putnički i teretni) promet, a održavaju ih Regionalne jedinice održavanja.

Najveća opasnost u usjecima, zasjecima i predusjecima tunela su nepredvidivi odroni koji su ozbiljna prijetnja sigurnosti željezničkog prometa. Ova pojava je učestalija kod naglih i ekstremnih vremenskih promjena.

Problem sa stabilnošću usjeka, zasjeka i predusjeka tunela očekivano je najveći u brdskim područjima Hrvatske. Različitog su sastava tla tj. stijene, različitog stanja stabilnosti i stupnja istrošenosti.

Usjeci i zasjeci u stijenskoj masi pod utjecajem atmosferilija postali su trošni i erodirani, raspucali sa vidljivim pukotinama i šupljinama, diskontinuitetima i rasjedima, položajno smješteni vrlo često okomito na os kolosijeka te predstavljaju potencijalnu opasnost za odvijanje željezničkog prometa. Manji dio usjeka i zasjeka zaštićena je torkretom, suhozidom ili zaštitnim mrežama.

Projektnim je zadatkom bilo obuhvaćeno sljedeće:

- provedba detaljnih specijalističkih pregleda, odnosno inženjersko-geološku prospekciju usjeka i zasjeka,

- izrada elaborata provedenih prospekција sa provedenom kategorizacijom usjeka i zasjeka prema stabilnosti. Provedena kategorizacija prema stabilnosti treba biti osnova za definiranje prioriteta za daljnju sanaciju istih. Za potrebe izrade elaborata i preciznijeg stanja usjeka i zausjeka provesti geofizička ispitivanja na terenu,
- u dogovoru sa investitorom za određeni broj najkritičnijih usjeka i zausjeka izraditi idejni i izvedbeni projekt sanacije uz, prema potrebi, izvedbu geotehničkih istražnih radova.

Projektни zadatak je obuhvaćao usjeke i zausjeke sljedećih pruga:

- M202 Zagreb GK – Rijeka (20 kom)
- M604 Oštarije – Split Predgrađe (30 kom)
- M502 Rijeka – Šapjane – DG (10 kom)
- M602 Škrljevo – Bakar (2 kom)

Nadzorna središta procijenila su potencijalno nestabilne usjeke i zausjeke koji svojim nestabilnostima lokalne i globalne prirode izravno prijete sigurnosti željezničkog prometa.

Na temelju tog projektноg zadatka pokrenut je postupak javne nabave u okviru kojeg je izrađen projekt sanacije predmetnog odrona.

5.3.4 Projekt sanacije odrona u usjeku Labin Dalmatinski – Kaštel Stari

Projekt sanacije odrona za Usjek Labin Dalmatinski – Kaštel Stari izrađen je u sklopu ugovora broj 390/13 za sanaciju usjeka i zausjeka na dijelu mreže hrvatskih željeznica.

Detaljni podaci o projektu dani su u nastavku:

- Naslov projekta: Usjeci i zasjeci na M604 Oštarije-Split Predgrađe, Usjek Labin Dalmatinski – Kaštel Stari (133/L)
- Zajednička oznaka projekta: G84
- Vrsta dokumentacije : izvedbeni projekt
- Vrsta projekta: građevinski
- Posao: Specijalni pregled usjeka
- Oznaka projekta: G4-G85.01.01/G02.0
- Knjiga: Izvedbeni projekt sanacije
- Datum: listopad, 2014.

Predmet ovog projekta bila je sanacija dijela usjeka Labin Dalmatinski, Kaštel Stari (interna oznaka usjeka: 133/L) na pruzi M604 Oštarije – Split Predgrađe. Usjek se proteže između stacionaža 300-980 i 301-400 km. Ovaj je usjek prema preliminarnim inženjersko geološkim istraživanjima ocijenjen kao kritičan. Ustanovljena je opasnost od odrona kamenih blokova i ostalog materijala na kolosijek i ostale infrastrukturne elemente pruge.

Za potrebe izrade projekta izvedeno je inženjersko geološko kartiranje na geodetskoj podlozi, snimanje orijentacija diskontinuiteta beskontaktnom metodom, indeksno ispitivanje čvrstoće intaktne stijene pomoću Schmidtovog čekića te je provedena terenska klasifikacija i kvantifikacija nestabilnosti i procesa na kosini.

Na temelju istražnih radova, pokazalo se da na djelu usjeka 301-150 do 301-350 postoje uvjeti za pojavu lokalnih nestabilnosti, dok globalna stabilnost na čitavoj dionici zadovoljava sve kriterije. Na tom dijelu proteže se jedan pokrovni flišni sloj u debljini od 0,5 do 2,5 m, a po visini usjeka od pruge do 12 m što

pokazuju i geofizička istraživanja. Na ovom području na poziciji 301+285 izvršen je raskop i izvršen pokus direktnog smicanja na uzorku fliša kao i na uzorku podnog lapora. Ovaj sloj fliša je pod utjecajem ekstremno jakog rastapanja te je podložan lokalno relativno plitkom klizanju koje nadalje potkopava gornje slojeve vapnenca. Moguće je odronjavanje vapnenca volumena i do $1,5 \text{ m}^3$. Pokušaji zaštite ovog flišnog sloja samo torkretiranjem nisu uspješni jer je kod tog postupka potrebno izvršiti pored sidrenja u podlogu te pravilno odvodnjavanje što u dosadašnjim sanacijama nije učinjeno.

Projektom je bila predviđena ugradnja nosivih mreža koje uz ugradnju konstruktivnih sidara postaju prostorno nosive te se mogu prilagoditi prirodnom stanju padine. Bitno je napomenuti da dijelovi flišnih površina na kojima nije pokrenuta nestabilnost u obliku klizanja imaju vrlo intenzivno biljno raslinje. U slučaju sprječavanja klizanja ugradnjom nosivih mreža može doći do obnove biljnog raslinja. Na plohama na kojima je već pokrenuto plitko klizanje flišne površine, bila je predviđena pored ugradnje nosive mreže i ugradnja sekundarne mreže s 3D MAT strukturom PVC debljine do 2 cm kojoj je zadatak bilo spriječiti iznošenje sitnog flišnog materijala pod oborinskim naletima sve do obnove biljne strukture. Sidra koja su se ugrađivala dimenzionirana su kao konstruktivna nosiva kako bi zajedno s nosivom mrežom osiguravala prostornu lokalnu stabilnost na čitavom zahvatu sa podjednakim faktorom sigurnosti.

Ukratko, sanacija usjeka se sastojala od sljedećih elemenata:

- Čišćenje površine od raslinja i žbunja i uklanjanje evidentno nestabilnih blokova prema procjeni geomehaničara
- Postavljanje sekundarne mreže s 3D MAT strukturom na površinama zahvaćenim klizanjem fliša /izvan torkreta i vapnenca
- Postavljanje primarne nosive sidrene mreže na cjelokupnoj površini
- Izvedba konstruktivnih sidara i vršnih konstruktivnih sidara prema rasporedu
- Spajanje sidara s mrežom
- Svi elementi konstrukcije moraju biti antikorozivno zaštićeni
- Izvedba konstrukcije mora se vršiti uz stalni specijalni nadzor

Radove na sanaciji su započeli 16. ožujka 2015., a završili 9. lipnja 2015. Dana 11. lipnja 2015. izvršen je obilazak izvedenih radova (slika 12).

5.4 Izravni uzrok

Izravni uzrok ove nesreće je nalet vlaka na odron stijena i zemlje u km 301+294 (poglavlje 4.5).

5.5 Kontributivni činioci

Čimbenici koji su doprinijeli nesreći: Dugo razdoblje kišnog vremena s obilnim količinama oborina na području u kojem je došlo do odrona (poglavlje 3.4).

5.6 Temeljni uzrok

Temeljni ili organizacijski uzrok ove nesreće je sljedeći: Upravitelj infrastrukture je proveo sanaciju predmetnoga pokosa nakon prethodnog odrona, međutim, zbog nepostojanja razrađene metodologije vrednovanja pokosa iz koje bi proizlazio vremenski raspored i kvaliteta sanacije prije nego dođe do pojave odrona, sanacija predmetnog pokosa obavljena se pokazala nedostatnom (poglavlje 4.2 i 4.5).

6 PODUZETE MJERE

Upravitelj infrastrukture je organizirao ophodarsku službu koja ima zadaću periodički pregledavati trasu pruge i uklanjati odronjeno kamenje i zemlju s pruge. Također predvidio je periodički nadzor pruge od strane rukovodećih ljudi regionalne jedinice.

Nakon nesreće na mjesto događaja upućen je pomoćni vlak u svrhu evakuacije putnika i strojnog osoblja.

Nakon nesreće uvedena je lagana vožnja vlakova na predmetnoj dionici pruge i pokrenute su radnje za sanaciju pokosa. Organizirana je 24 - satna čuvarska služba pored mjesta odrona. Pokos je dodatno osvijetljen kako bi čuvari i noću mogli obavljati pregled pruge. Kao privremena mjera sanacije s mjesta odrona uklonjeno je dodatni cca 15m³ nestabilnog materijala. Pokrenut je projekt sanacije predmetnog usjeka s ciljem rješavanja nestabilnog dijela usjeka.

Nakon nesreće napravljene je projekt sanacije pokosa. Sanacija je završena u srpnju 2015. godine (slika 12).

Također, Upravitelj infrastrukture organizirao je redovitu ophodarsko čuvarsku službu koja prati stanje kolosijeka, periodički pregled od strane drugih stručnih osoba. O obavljenim pregledima se vode zapisi.

Pregledom mjesta događaja utvrđeno je da su ranije na mjestu odrona poduzimane mjere za sprječavanje odrona (betoniranje usjeka, postavljanje ograde). Poduzete mjere se nisu pokazale dostatne da spriječe ovu nesreću (slika 4).



Slika 12 prikaz sanacije odrona u usjeku na pruži između kolodvora Labin Dalmatinski i Kaštel Stari

7 DODATNA RAZMATRANJA

Nakon nesreće Upravitelj infrastrukture je pokrenuo je specijalističke preglede – inženjersko geološke prospekcije usjeka i zasjeka i njihove kategorizacije na slijedećim prugama:

- M604 Oštarije –Split Predgrađe,
- M202 Zagreb GK –Rijeka,
- M602 Škrljevo – Bakar,
- M203 Rijeka –Šapjane – DG.

Za navedene prospekcije usjeka/zasjeka pokrenuta je izrada tehničke dokumentacije, te će se u 2016./2017. godini izvoditi radovi na njihovoj sanaciji. Iz dokumentacije koju je priložio Upravitelj infrastrukture je vidljivo da je kategorizaciju usjeka i zasjeka izradila institucija izvan sustava Upravitelja infrastrukture, prema kriterijima koji nisu objašnjeni već su samo navedeni kao takvi. Nakon provedene klasifikacije Upravitelj infrastrukture i izvođač su se dogovorili oko broja usjeka koje će sanirati. Pri tome je stavljena ograda da je za pouzdanije definiranje prioriteta sanacije, odnosno definiranja granica bodova dobivenih kategorizacijom potrebno utvrditi hazard i rizik koje u fazi izvođenja projekta nije bilo moguće definirati. Dalje, utvrđeno je da se bodovni prag za klasifikaciju usjeka/zasjeka za pojedine dionice pruga razlikuju. Tako za dionicu pruge M604 minimalni broj bodova za usjeke koje je potrebno hitno sanirati iznosi 300, dok je za usjeke na pruzi M202, taj broj 350, a za dionicu pruge M502 taj prag iznosi 330 bodova. Iz dostavljenoga teksta se ne vidi koji je razlog različitog postavljanja bodovnog praga.

8 SIGURNOSNE PREPORUKE

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu s ciljem poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdala je Agenciji za sigurnost željezničkog prometa slijedeću sigurnosnu preporuku:

SP 7/15: Upravitelj infrastrukture trebao bi izraditi sustav vrednovanja pokosa iz kojeg bi se utvrdio objektivan redoslijed sanacije pojedinih pokosa temeljem opasnosti koju predstavljaju za odvijanje željezničkog prometa (Poglavlje 4.2, 4.3 i 4.6).