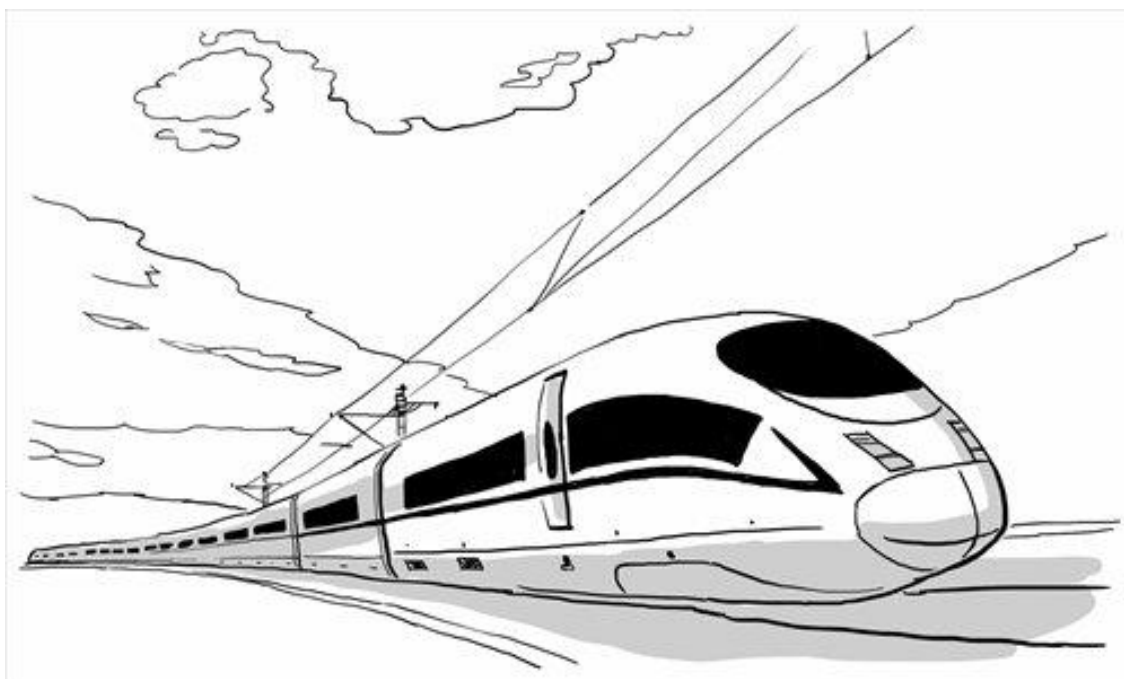




REPUBLIKA HRVATSKA

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

KLASA: 341-09/23-01/07
URBROJ: 699-06/1-52
Zagreb, 20. srpnja 2026. godine



KONAČNO IZVJEŠĆE

Ozbiljna nesreća teretnog vlaka 81218 na pruzi oznake M202 kod kolodvora Meja, dana 11.12.2023. godine

Objava izvješća i zaštita autorskih prava

Ovo izvješće izradila je i objavila Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu na temelju članka 6. stavaka 1. i 4. Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“ broj: 54/13, 96/18), članka 7. stavaka 1. i 4. Statuta Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, članka 132. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 63/20), odredbama Direktive (EU) 2016/798 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. svibnja 2016. o sigurnosti željeznica (preinaka) i Provedbene Uredbe Komisije (EU) 2020/572 od 24. travnja 2020. o strukturi izvješćivanja koje se potrebno pridržavati u izvješćima o željezničkim nesrećama i incidentima, te na temelju smjernica Agencije Europske unije za 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 Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu.

Ovo izvješće može se slobodno koristiti isključivo u obrazovne svrhe.

Za sve dodatne informacije kontaktirajte Agenciju za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu.

Vodič za čitanje

Sve dimenzije i brzine u ovom izvješću su izražene u Međunarodnom sustavu mjernih jedinica (SI). Sve skraćenice i tehnički termini (*oni koji su pisani 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, kaznenopravne ili upravnoopravne odgovornosti pojedinca.



Predgovor

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (u daljnjem tekstu: AIN) osnovana je Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“, broj 54/13, 96/18) 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 63/20) i Direktive (EU) 2016/798 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. svibnja 2016. o sigurnosti željeznica (preinaka), te na temelju smjernica Agencije Europske unije za 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, 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

POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA	6
1. SAŽETAK	7
SUMMARY	8
2. ISTRAGA I NJEZIN KONTEKST	9
2.1. ODLUKA O POKRETANJU ISTRAGE	9
2.2. OBRAZLOŽENJE ODLUKE O POKRETANJU ISTRAGE	10
2.3. OPSEG I OGRANIČENJA ISTRAGE	10
2.4. SKUPNI OPIS TEHNIČKIH MOGUĆNOSTI I FUNKCIJA OSOBA U TIMU ISTRAŽITELJA	10
2.5. OPIS POSTUPKA KOMUNIKACIJE I SAVJETOVANJA USPOSTAVLJENOG S OSOBAMA ILI SUBJEKTIMA UKLJUČENIMA U IZVANREDNI DOGAĐAJ TIJEKOM ISTRAGE I U VEZI S DOSTAVLJENIM INFORMACIJAMA	11
2.6. OPIS RAZINE SURADNJE KOJU NUDE UKLJUČENI SUBJEKTI	12
2.7. OPIS ISTRAŽNIH METODA I TEHNIKA, KAO I METODA ANALIZE PRIMIJENJENIH RADI UTVRĐIVANJA ČINJENICA I NALAZA IZ IZVJEŠĆA	12
2.8. OPIS POTEŠKOĆA I POSEBNIH IZAZOVA NA KOJE SE NAIŠLO TIJEKOM ISTRAGE	14
2.9. SVAKA INTERAKCIJA S PRAVOSUDNIM TIJELIMA	14
2.10. OSTALE INFORMACIJE RELEVANTNE U KONTEKSTU ISTRAGE	14
3. OPIS IZVANREDNOG DOGAĐAJA	14
3.1. INFORMACIJE O IZVANREDNOM DOGAĐAJU I POPRATNE INFORMACIJE	14
3.1.1. Opis vrste izvanrednog događaja	14
3.1.2. Datum, točno vrijeme i mjesto izvanrednog događaja	14
3.1.3. Opis lokacije izvanrednog događaja, uključujući vremenske i zemljopisne uvjete u trenutku njegova nastanka te jesu li na mjestu izvanrednog događaja ili u njegovoj blizini bili u tijeku ikakvi radovi	14
3.1.4. Smrtni slučajevi, ozljede i materijalna šteta	15
3.1.5. Opis drugih posljedica, uključujući utjecaj izvanrednog događaja na redovite operacije uključenih subjekata	15
3.1.6. Identifikacija osoba, njihovih funkcija i uključenih subjekata	15
3.1.7. Opis i identifikatori vlakova i njihova sastava, uključujući željeznička vozila i njihove registracijske brojeve	16
Prometni elaborat vožnje vlaka 81218 za dionicu Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo mjesto isključa (Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)	23
3.1.8. Opis odgovarajućih dijelova infrastrukture i signalnog sustava - vrsta pruge, skretnice, signalno-sigurnosni uređaji, signal, sustavi za zaštitu vlakova	38
3.1.9. Sve ostale informacije relevantne za opis izvanrednog događaja i popratne informacije	41
3.2. ČINJENIČNI OPIS DOGAĐAJA	43
3.2.1. Uzročno-posljedični slijed događaja koji su doveli do nastanka izvanrednog događaja	43
3.2.2. Slijed događaja od nastanka izvanrednog događaja do završetka djelovanja službi za spašavanje	44
3.2.3. Očevid	45
4. ANALIZA IZVANREDNOG DOGAĐAJA	60
4.1. ULOGE I DUŽNOSTI	60
4.1.1. Željeznički prijevoznici i/ili upravitelji infrastrukture	60
4.1.2. Subjekt/subjekti nadležni za održavanje, radionice za održavanje i/ili bilo koji drugi pružatelj usluga održavanja	66
4.1.3. Proizvođači željezničkih vozila ili drugi dobavljači željezničkih proizvoda	66
4.1.4. Nacionalna tijela nadležna za sigurnost i/ili Agencija Europske unije za željeznice	66



4.1.5. Prijavljena tijela, imenovana tijela i/ili tijela za procjenu rizika	67
4.1.6. Tijela koja izdaju ovlaštenja subjektima nadležnima za održavanje	67
4.1.7. Bilo koja druga osoba ili subjekt relevantni za izvanredni događaj, bez obzira na to jesu li evidentirani u jednom od odgovarajućih sustava upravljanja sigurnošću ili navedeni u registru ili relevantnom pravnom okviru.....	67
4.2. VOZNI PARK I TEHNIČKA POSTROJENJA	67
4.2.1. Oni koji proizlaze iz konstrukcije željezničkih vozila, željezničke infrastrukture ili tehničkih postrojenja.....	67
4.2.2. Oni koji proizlaze iz ugradnje i uporabe željezničkih vozila, željezničke infrastrukture ili tehničkih postrojenja.....	67
4.2.3. Oni povezani s proizvođačima željezničkih proizvoda ili drugim dobavljačima željezničkih proizvoda.....	68
4.2.4. Oni koji proizlaze iz održavanja željezničkih vozila ili tehničkih postrojenja i/ili preinaka izvršenih na željezničkim vozilima ili tehničkim postrojenjima	68
Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici koji proizlaze iz održavanja željezničkih vozila ili tehničkih postrojenja i/ili preinaka izvršenih na željezničkim vozilima ili tehničkim postrojenjima.	68
4.2.5. Oni povezani sa subjektima nadležnima za održavanje, radionicama za održavanje i bilo kojim drugim pružateljem usluga održavanja	68
4.2.6. Svi ostali čimbenici ili posljedice koji se smatraju relevantnima za potrebe istrage.....	68
4.3. LJUDSKI ČIMBENICI	68
4.3.1. Ljudska i pojedinačna obilježja	68
4.3.2. Čimbenici povezani sa samim poslom	68
4.3.3. Organizacijski čimbenici i zadaće.....	69
4.3.4. Čimbenici povezani s okolišem.....	69
4.3.5. Bilo koji drugi čimbenik koji je relevantan za potrebe istrage u prethodno navedenim točkama.....	69
4.4. MEHANIZMI POVRATNIH INFORMACIJA I KONTROLE, UKLJUČUJUĆI UPRAVLJANJE RIZICIMA I SIGURNOSTU, KAO I POSTUPKE PRAĆENJA	69
4.4.1. Relevantni uvjeti u pogledu regulatornog okvira	69
4.4.2. Postupci, metode, sadržaj i rezultati aktivnosti procjene i praćenja rizika koje provodi bilo koji od uključenih subjekata: željeznički prijevoznici, upravitelji infrastrukture, subjekti nadležni za održavanje, radionice za održavanje, drugi pružatelji usluga održavanja, proizvođači i svi drugi subjekti te izvješća o neovisnoj procjeni iz članka 6. Provedbene uredbe (EU) broj 402/2013	69
4.4.3. Sustav upravljanja sigurnošću uključenih željezničkih prijevoznika i upravitelja infrastrukture, uključujući osnovne elemente navedene u članku 9. stavku 3. Direktive (EU) 2016/798 i svim pravnim provedbenim aktima EU-a	70
4.4.4. Upravljački sustav subjekta/subjekata nadležnih za održavanje i radionice za održavanje, uključujući funkcije navedene u članku 14. stavku 3. i Prilogu III. Direktivi (EU) 2016/798 i svim naknadnim provedbenim aktima.....	70
4.4.5. Rezultati nadzora koji su provela nacionalna tijela nadležna za sigurnost u skladu s člankom 17. Direktive (EU) 2016/798.....	70
4.4.6. Odobrenja, potvrde i izvješća o procjeni koja je izdala Agencija, nacionalna tijela nadležna za sigurnost ili druga tijela za ocjenjivanje sukladnosti.....	70
4.4.7. Ostali sistemski čimbenici.....	70
4.5. RANIJI SLIČNI IZVANREDNI DOGAĐAJI	71
5. ZAKLJUČCI	71
5.1. SAŽETAK ANALIZE UZROKA IZVANREDNOG DOGAĐAJA	71
5.2. MJERE KOJE SU OD TADA PODUZETE.....	72
5.3. DODATNA RAZMATRANJA.....	72

CONCLUSIONS.....	74
-------------------------	-----------



5.1. A SUMMARY OF THE ANALYSIS AND CONCLUSIONS WITH REGARD TO THE CAUSES OF THE OCCURRENCE	74
5.2. MEASURES TAKEN SINCE THE OCCURRENCE.....	75
5.3. ADDITIONAL OBSERVATIONS.....	75
6. SIGURNOSNE PREPORUKE	77
SAFETY RECOMMENDATIONS	77

POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA

AIN	Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (engl. Air, Maritime and Railway Traffic Accidents Investigation Agency)
M202	Oznaka pruge za međunarodni promet: Zagreb GK - Rijeka
km	Kilometarski položaj pruge
TMD	Vozilo za posebne namjene (teška motorna drezina)
SR	Sigurnosna preporuka (engl. Safety recommendation)
RDU	Radiodispečerski uređaj
GZV	Glavni zračni vod
ASŽ	Agencija za sigurnost željezničkog prometa (engl. Agency for Railway Safety)
HŽI	HŽ Infrastruktura d.o.o. (IM)
RCCC	Rail Cargo Carrier Croatia d.o.o. (RU)
ERA	Agencija Europske unije za željeznice (engl. European Union Agency for Railways)
ID-3	Istražno izvješće o provedenoj istrazi istražnog povjerenstva koje može biti zajedničko istražno povjerenstvo ili povjerenstvo HŽI
IM	Upravitelj infrastrukture (engl. Infrastructure Manager)
RU	Željeznički prijevoznik (engl. Railway Undertaking)
SE-1	Nalog za vožnju vlaka
SMS	Sustav upravljanja sigurnošću (engl. Safety management system)
EDK	Elektrodinamička kočnica
EVP	Elektrovučna podstanica
CDU	Centar daljinskog upravljanja
UIC	Međunarodna željeznička unija (franc. Union Internationale des Chemins de fer)
TSI WAG	Tehnička specifikacija za interoperabilnost za teretne vagone (engl. Technical Specification for Interoperability relating to the 'rolling stock — freight wagons')

1. SAŽETAK

Dana 11. prosinca 2023. godine prilikom prometovanja teretnog vlaka broj 81218 (željeznički prijevoznik Rail Cargo Carrier-Croatia d.o.o.) iz smjera Moravica na pruzi oznake M202, uslijed ne kontroliranog porasta brzine i nemogućnosti zaustavljanja ispred izlaznog signala kolodvora Meja oznake D-3 (signal pokazivao „STOJ“) vlak broj 81218 nastavlja vožnju prema kolodvoru Škrlevo. Teretni vlak broj 81218 nekontrolirano nastavlja prometovati po pruzi oznake M202, te se u km 635+155 (u ravnini predsignala „PsB“ kolodvora Meja) u 08:50 sati sudara sa željezničkim vozilom za posebne namjene (TMD) u sastavu vlaka broj 70007. Nadalje, vlak broj 81218 gura TMD po pruzi u smjeru kolodvora Škrlevo, te uslijed porasta brzine dolazi do iskliznuća teretnih vagona i lokomotiva u sastavu teretnog vlaka broj 81218 u km 639+884 pruge oznake M202.

U ozbiljnoj željezničkoj nesreći nije bilo smrtno stradalih niti teže ozlijeđenih osoba, strojovođa vlaka broj 81218 zatražio je liječničku pomoć uslijed šoka i stresa, dok je nastala značajna materijalna šteta na uključenim željezničkim vozilima i na jednom dijelu pruge oznake M202.

Uzročni čimbenik predmetne ozbiljne nesreće je kombinacija povezanih događaja: postupci kočenja u vlaku br. 81218 nakon prolaska kroz kolodvor Plase i dolaska na pad pruge nisu bili sukladni definiranom prvom stupnju kočenja, što je, uz izostanak propisno obavljene probe kočenja prije pokretanja vlaka, predstavljalo odstupanje od standardnih operativnih postupaka pri rukovanju sustavom automatskih zračnih kočnica (poglavlje 3.1.7., 4.1.1.); iznos kočne sile ostvaren samo lokomotivama nije bio dovoljan za zaustavljanje vlaka tj. za smanjenje brzine (poglavlje 3.1.7.); mogući utjecaj na rad pojedinih elemenata kočionog sustava unutar okretnih postolja na uključenim vagonima u sastavu vlaka serije Tagppps kao posljedica zaostale gumene zaštite (poglavlje 3.2.3., 4.2.2.).

Čimbenik koji doprinosi:

- teška i zahtjevna dionica pruge oznake M202 od kolodvora Drivenik do kolodvora Škrlevo sa padovima i do 26‰ (Slika 8., poglavlje 3.1.8.).

Sistemske čimbenik:

- nije osiguran drugi stručno osposobljeni izvršni radnik (osim strojovođe) kako bi proba kočenja bila obavljena na propisani način (poglavlje 4.3.3.).

Sigurnosne preporuke

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, na temelju provedenog istraživanja ove ozbiljne nesreće, u cilju povećanja sigurnosti željezničkog sustava upućuje Agenciji za sigurnost željezničkog prometa sljedeće sigurnosne preporuke:

AIN/06-SR-09/2026: Preporučuje se upravitelju infrastrukture da na dionici pruge oznake M202 između kolodvora Drivenik – Rijeka u roku od 24 mjeseca odredi optimalna mjesta i ugradi mjerne stanice (HOT BOX) zbog velikog nagiba (pada) pruge te samim time povećanog rizika izvanrednih događaja koji bi mogli dovesti do ozbiljnih nesreća, a sve u cilju povećanja sigurnosti i praćenja izvanrednih događaja. Dodatno, upravitelju infrastrukture preporučuje se da na temelju analize rizika identificira sve ostale dionice na željezničkoj mreži s povećanom opasnošću od pregrijavanja osovinских

sklopova te definira dinamiku ugradnje mjernih uređaja na tim lokacijama u roku od 36 mjeseci radi osiguranja kontinuiranog sigurnosnog učinka sustava.

AIN/06-SR-10/2026: Preporučuje se da svi željeznički prijevoznici i upravitelji infrastrukture prilikom redovitog poučavanja strojnoga osoblja tijekom svake kalendarske godine ponovno obrade teme postupaka kočenja vlakova, a naročito na prugama s većim padovima kako bi se održala visoka razina kompetencije i operativne spremnosti za sigurno upravljanje (automatskim zračnim) kočnicama u zahtjevnim topografskim uvjetima.

AIN/06-SR-11/2026: Preporučuje se da svi željeznički prijevoznici i upravitelji infrastrukture osiguraju obveznu prisutnost drugog stručno osposobljenog izvršnog radnika (pored strojovođe) pri obavljanju probe kočenja, sukladno članku 39. važećeg Pravilnika o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom („Narodne novine“, broj 107/16).

SUMMARY

On 11 December 2023, while operating from the direction of Moravica freight train number (railway undertaking Rail Cargo Carrier-Croatia d.o.o.) on the line marked M202, due to an uncontrolled increase in speed and the impossibility of stopping in front of the exit signal of the station Meja marked D-3 (signal indicating "STOP") train number 81218 continued towards the station Škrlevo. Freight train number 81218 continued to operate uncontrolled on the line marked M202, and at km 635+155 (at the level of the pre-signal "PsB" of station Meja) it collided with a special purpose railway vehicle (TMD) as part of train number 70007. Furthermore, train number 81218 pushed the TMD along the line in the direction of station Škrlevo, and due to the increase in speed the freight wagons and locomotives as part of freight train number 81218 derailed at km 639+884 of the line M202.

There were no fatalities or serious injuries in the serious railway accident, driver of train number 81218 requested medical assistance due to shock and stress, while significant material damage occurred to the involved railway vehicles and to part of the line M202.

The causal factor of the serious accident in question is a combination of related events: the braking procedures in train no. 81218 after passing through station Plase and arriving at the railway downgrade were not in accordance with the defined first braking stage, which, together with the absence of a properly performed brake test before starting the train, represented a deviation from the standard operating procedures when operating the automatic air brake system (Chapter 3.1.7., 4.4.1.), the amount of braking force achieved by the locomotives alone was not sufficient to stop the train i.e. to reduce speed (Chapter 3.1.7.), a possible impact on the operation of individual elements of the braking system within the bogies on the involved wagons series Tagnpops as a result of residual rubber protection (Chapter 3.2.3., 4.2.2.).

Contributing factor:

- difficult and demanding section of the line marked M202 from station Drivenik to station Škrlevo up to 26‰ downgrade (Figure 8, Chapter 3.1.8).

Systemic factor:

- no second professionally trained executive worker (in addition to the driver of train) was provided to conduct the brake test in the prescribed manner (Chapter 4.3.3).

Safety recommendations

The Agency for Investigation of Accidents in Air, Maritime and Railway Transport, based on the conducted investigation of this accident, in order to increase the safety of the railway system, addresses the following safety recommendations to the Agency for Railway Safety:

AIN/06-SR-09/2026: It is recommended to the infrastructure manager to determine the optimal locations and install measuring stations (HOT BOX) on the section of the line M202 between the stations Drivenik and Rijeka within 24 months due to the high gradient (downgrade) of the line and thus the increased risk of extraordinary events that could lead to serious accidents, all with the aim of increasing safety and monitoring extraordinary events. Additionally, the infrastructure manager is recommended to identify, based on the risk analysis, all other sections on the railway network with an increased risk of axle assemblies overheating and to define the dynamics of installation of measuring devices at these locations within 36 months in order to ensure the continuous safety performance of the system.

AIN/06-SR-10/2026: It is recommended that all railway undertakings and infrastructure managers, during regular annual training of locomotive personnel, revisit the topics of train braking procedures, especially on lines with higher downgrades, to maintain a high level of competence and operational readiness for the safe management of (automatic air) brakes in demanding topographical conditions.

AIN/06-SR-11/2026: It is recommended that all railway undertakings and infrastructure managers ensure the mandatory presence of a second competent executive staff member (in addition to the train driver) when performing brake tests, in accordance with Article 39 of the current Regulation on the Manner and Conditions for the Safe Operation and Management of Railway Traffic ("Official Gazette", No. 107/16).

2. ISTRAGA I NJEZIN KONTEKST

2.1. Odluka o pokretanju istrage

Istražitelji Odjela za istrage nesreća u željezničkom prometu, obavljali su očevidne radnje na mjestu događaja 11. - 15. prosinca 2023. godine, te je nakon prikupljenih informacija i dokaza, utvrđeno da je u predmetnoj ozbiljnoj nesreći došlo do ugrožavanja sigurnosti željezničkog sustava stoga je glavni istražitelj željezničkih nesreća donio dana 12. prosinca 2023. godine Odluku o pokretanju istrage ove ozbiljne nesreće temeljem članka 126. stavka 3. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 63/20). Obavijest o pokretanju istrage ove ozbiljne nesreće poslana je dana 12. prosinca 2023. godine svim uključenim stranama, nacionalnom tijelu nadležnom za sigurnost - Agenciji za sigurnost željezničkog prometa (ASŽ), upravitelju infrastrukture (IM) HŽ Infrastruktura d.o.o. i željezničkom prijevozniku (RU) RCCC – Rail Cargo Carrier-Croatia d.o.o. Tvrtka MAUTHNER d.o.o. u svojstvu zakupoprimca vagona obaviještena je naknadno o otvaranju istrage.

Agencija Europske unije za željeznice (ERA) obaviještena je putem dostavljenog Obrasca za izvješćivanje na e-mail adresu Investigation@era.europa.eu o pokretanju istraživanja, sukladno roku od sedam dana od dana donošenja odluke o pokretanju istraživanja, članka 133. stavka 1. i 2. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 63/20).

2.2. Obrazloženje Odluke o pokretanju istrage

Odluka o pokretanju istraživanja predmetne nesreće donesena je na temelju članka 127. stavka 1. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 63/20) tj. članka 20. stavka 1. Direktive (EU) 2016/798 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. svibnja 2016. o sigurnosti željeznica (preinaka).

2.3. Opseg i ograničenja istrage

Opseg istrage naveden je detaljnije u točki 4. ovog izvješća, dok ograničenja i kašnjenja nije bilo.

2.4. Skupni opis tehničkih mogućnosti i funkcija osoba u timu istražitelja

AIN je dojavu o ozbiljnoj nesreći zaprimio dana 11. prosinca 2023. godine u 09:05 sati od strane glavnog dispečera HŽI, Sektora za promet. Temeljem prikupljenih informacija odlučeno je da će istražitelji željezničkih nesreća AIN-a izaći na mjesto događaja radi obavljanja očevida i prikupljanja dokaza i činjenica navedene nesreće. Istraživanje su proveli glavni istražitelj i istražitelji željezničkih nesreća AIN-a. Istraživanje koje provodi AIN je potpuno razdvojeno od istraživanja koja provode druga nadležna tijela u okviru svojih ovlasti sukladno nacionalnim propisima i sporazumima.

Obaviještena je i II. Policijska postaja Rijeka, te su na mjesto nesreće izašli policijski službenici i zapisali zapisnik o nastalom izvanrednom događaju i izvršili neovisnu kriminalističku istragu kako bi utvrdili da li izvanredni događaj ima elemenata kaznenog djela.

Očevid i istraživanje svih izvanrednih događaja također obavlja i istražno povjerenstvo koje može biti zajedničko istražno povjerenstvo i povjerenstvo HŽI. Rad i imenovanje predsjednika i članova zajedničkog istražnog povjerenstva propisan je Sporazumom sukladno Pravilniku o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI-631). Za predmetnu nesreću upravitelj infrastrukture formirao je istražno povjerenstvo koje je provelo tehničku istragu nesreće sukladno važećoj legislativi. Po okončanju istrage izrađeno je istražno izvješće ID-3.

U nesreći nije bilo ozlijeđenih osoba te nije bilo potrebe za intervencijom hitne spasilačke službe.

Upravitelj infrastrukture angažirao je pomoćni vlak za potrebe sanacije i raščišćavanja mjesta izvanrednog događaja, a koji je došao u kolodvor Meja dana 12. prosinca 2023. godine.

Pruga oznake M202 na dionici između kolodvora Meja i Škrlevo bila je zatvorena za promet vlakova do 22. prosinca 2023. godine. Prethodno navedenog dana otvorena je pruga za teretni promet, dok je putnički promet ponovno uspostavljen dana 02. siječnja 2024. godine.

2.5. Opis postupka komunikacije i savjetovanja uspostavljenog s osobama ili subjektima uključenima u izvanredni događaj tijekom istrage i u vezi s dostavljenim informacijama

Komunikacija sa IM i RU uspostavljena je i obavljena isti dan na mjestu nesreće prilikom očevida, te su od istih naknadno zatraženi dokumenti potrebni za neovisnu istragu nesreće. Također od vlasnika uključenih teretnih vagona tvrtke ATIR RAIL GESTION naknadno su zatraženi dokumenti potrebni za neovisnu istragu nesreće.

Nacrti konačnih izvješća dostavljeni su krajem 2024. u travnju 2025. i svibnju 2026. godine svim uključenim stranama: Agenciji za sigurnost željezničkog prometa (ASŽ), upravitelju infrastrukture (IM) HŽ Infrastruktura d.o.o., željezničkom prijevozniku (RU) RCCC, tvrtki MAUTHNER d.o.o u svojstvu zakupoprimca vagona te tvrtki ATIR RAIL GESTION vlasnicima vagona. Dostavljene dodatne dokumentacije od uključenih strana su analizirane te opisane u ovom izvješću. Uzročni čimbenik, čimbenik koji doprinosi i sistemski čimbenik sastavljeni su sukladno članku 2. Provedbene uredbe Komisije (EU) 2020/572 od 24. travnja 2020. o strukturi izvješćivanja koje se potrebno pridržavati u izvješćima o željezničkim nesrećama i incidentima.

Iz zadnjih mišljenja uključenih strana (RCCC, MAUTHNER i ATIR RAIL GESTION), zaprimljenih u lipnju 2026. godine, navodimo sažetke njihovih bitnih elemenata kao i naše odgovore.

Dopis RCCC odnosio se na očitovanje, osporavanje i primjedbe izostanka transparentnosti na njihova prijašnja mišljenja, ignoriranje nalaza iz Istražnog izvješća ID-3, neobjašnjen pomak s tehničkih na ljudske i organizacijske čimbenike, te upit za detaljnim obrazloženjima. ATIR RAIL GESTION dopisom navodi da se u izvješće definira hijerarhija čimbenika kako bi se izbjeglo bilo kakvo tumačenje uzroka nesreće. MAUTHNER dopisom navodi da rezultati navedeni u izvješću nisu jasni i mogu se dvojako interpretirati u vezi uzroka nesreće te upit za detaljnim obrazloženjima.

Svi elementi izvješća su objašnjeni po poglavljima, upiti za detaljnim obrazloženjima kojima bi se moglo upućivati na nečiju odgovornost ili krivnju nisu cilj niti svrha našeg rada. AIN, odnosno Odjel za istrage nesreća u željezničkom prometu, provodi sigurnosne istrage čiji je jedini cilj poboljšanje sigurnosti željezničkog sustava i sprječavanje budućih nesreća. Sigurnosne istrage su neovisne i odvojene od svih drugih postupaka (pa tako i od istražnih izvješća koje provode upravitelj infrastrukture i željeznički prijevoznik u okviru svojih sustava upravljanja sigurnošću) te se njima ne utvrđuje krivnja niti odgovornost pojedinca. Sve činjenice, kao i analize iznesene u ovom izvješću, služe isključivo utvrđivanju uzroka i popratnih čimbenika koji su doveli do ozbiljne nesreće, s ciljem poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava i sprječavanja budućih nesreća. Stoga se ovo izvješće ne bavi, niti se može koristiti za donošenje dodatnih pravnih obrazloženja ili zaključaka koji bi upućivali na upravnopravne, građanskopravne ili kaznenopravne krivnje ili odgovornosti među sudionicima. AIN u skladu s posebnim propisima, djeluje samostalno i neovisno u odnosu na sva tijela javne vlasti, druga državna i pravosudna tijela, kao i sve pravne i fizičke osobe. Njegovim istražiteljima dodjeljuje se status koji im jamči potrebnu neovisnost, pri čemu je zabranjen svaki oblik utjecaja na neovisnost rada AIN i njezinih istražitelja. Po završetku provođenja sigurnosne istrage AIN će izdati konačno izvješće koje više nije klasificirani dokument i javno se objavljuje na internetskim stranicama www.ain.hr. Konačno izvješće ne može biti korišteno kao dokaz u sudskim postupcima koji imaju za cilj utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinca. Kao dopunu svemu ističemo da je dana 27.09.2024. godine proslijeđen dopis Ministarstva pravosuđa, uprave i digitalne transformacije svim sudovima u Republici Hrvatskoj o našoj

neovisnosti i ne korištenju naših izvješća u bilo kojim drugim postupcima utvrđivanja krivnje ili odgovornosti. Želimo naglasiti kako AIN ne provodi parnični niti bilo koji drugi sudski postupak. Sukladno zakonskom okviru, svrha sigurnosne istrage koju provodi AIN je isključivo utvrđivanje uzročnih i drugih čimbenika te izrada sigurnosnih preporuka radi sprječavanja budućih nesreća. Izvješće AIN nema karakter upravnog akta niti se bavi utvrđivanjem krivnje ili odgovornosti te navodi koji se dotiču "pridržavanja materijalnih i procesnih prava" u kontekstu parničnih i sudskih ishoda izlaze iz okvira istrage i djelokruga AIN. Navod "izostanak transparentnog, provjerljivog i obrazloženog razmatranja primjedbi" te dojam o "selektivnom i arbitrarnom vrednovanju komentara" smatramo neutemeljenim i netočnim, s obzirom na to da je postupak izrada nacrtu tekao u stalnoj, otvorenoj i izravnoj komunikaciji sa svim uključenim stranama. Podsjećamo kako su upravo s ciljem detaljnog prolaska kroz sve tehničke aspekte, analize i RCCC dotadašnje primjedbe održani iscrpni radni sastanci sa predstavnicima RCCC u prostorijama AIN, i to:

- 26. studenog 2025. godine (od 12:00 do 14:30 sati),
- 05. prosinca 2025. godine (od 10:00 do 12:00 sati).

2.6. Opis razine suradnje koju nude uključeni subjekti

Uključeni subjekti IM i RU dostavili su u roku sve dostupne potrebne podatke, informacije i dokaze koje je AIN zatražio za potrebe sastavljanja ovog izvješća.

Vlasnik vagona, tvrtka ATIR RAIL GESTION, nakon zaprimljenog prvog Nacrta konačnog izvješća dostavila je pojašnjenje vezano za sastav i tehničke karakteristike ugrađenih kompozitnih kočionih umetaka da je mješavina materijala kompozitnog umetka poslovna tajna proizvođača, čiji proizvod je odobren, i kao takvu proizvođač je ne može dostaviti.

2.7. Opis istražnih metoda i tehnika, kao i metoda analize primijenjenih radi utvrđivanja činjenica i nalaza iz izvješća

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

- utvrditi slijed događaja,
- utvrditi uzroke i čimbenike,
- ispitivanje relevantnih elemenata sigurnosnog sustava,
- ispitivanje svih ostalih značajki sigurnosnog sustava.

Izvor dokaza, informacija i činjenica:

- očevid istražitelja željezničkih nesreća AIN-a,
- zapisi o ispitivanju sudionika i svjedoka,
- podaci od upravitelja infrastrukture i željezničkog prijevoznika,
- dokumentacija o željezničkim vozilima,
- dokumentacija o infrastrukturi,
- elaborat Fakulteta prometnih znanosti,
- elaborat Fakulteta strojarstva i brodogradnje.

Tehnike za analizu:

- vremenska analiza događaja,
- analiza procesa školovanja i poučavanja izvršnih radnika,
- analiza procesa održavanja infrastrukture i teretnih vagona iz sastava vlaka,
- analiza postupaka strojovođe prilikom vožnje vlaka broj 81218,
- analiza sastava materija kompozitnih kočionih umetaka na vagonima serije Tagnpps u sastavu vlaku broj 81218.

Popis pravnih akata, nacionalnih zakona i podzakonskih akata te internih uputa korištenih tijekom istrage navedene nesreće:

a) propisi Europske unije:

- Direktiva (EU) 2016/798 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. svibnja 2016. o sigurnosti željeznica (preinaka) (SL L 138 26.5.2016, 102),
- Provedbena Uredba Komisije (EU) 2020/572 od 24. travnja 2020. o strukturi izvješćivanja koje se potrebno pridržavati u izvješćima o željezničkim nesrećama i incidentima (SL L 132, 27.4.2020., 10–18),
- Uredba (EU) 2016/679 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. travnja 2016. o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka te o stavljanju izvan snage Direktive 95/46/EZ (Opća uredba o zaštiti podataka) (SL L 119 4.5.2016, 1),
- Delegirana Uredba Komisije (EU) 2018/762 od 8. ožujka 2018. o utvrđivanju zajedničkih sigurnosnih metoda u vezi sa zahtjevima za sustav upravljanja sigurnošću na temelju Direktive (EU) 2016/798 Europskog parlamenta i Vijeća te stavljanju izvan snage uredba Komisije (EU) br. 1158/2010 i (EU) br. 1169/2010 (SL L 129, 25.5.2018., 26),
- Uredba Komisije (EU) br. 1169/2010 od 10. prosinca 2010. o zajedničkoj sigurnosnoj metodi za ocjenu sukladnosti sa zahtjevima za dobivanje rješenja o sigurnosti za upravljanje željezničkom infrastrukturom (SL L 327, 11.12.2010., 13–25);
- UREDBA KOMISIJE (EU) br. 321/2013 od 13. ožujka 2013. (TSI WAG)
- OPĆI UGOVOR O RAZMJENI VAGONA - OUU (GENERAL CONTRACT OF USE FOR WAGONS - GCU)

b) nacionalni zakoni i podzakonski akti

- Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 63/20),
- Pravilnik o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom („Narodne novine“, broj 107/16),

c) interne upute željezničkog prijevoznika

- Upravljanje izvanrednim situacijama RCCC,
- Upravljanje prilikama i rizicima RCCC,
- Sigurnosni pokazatelji, Dnevnik opasnosti RCCC,
- Program stručnog osposobljavanja za obavljanje poslova „Upravljanje vlakovima“ (Strojovođa), (Kategorija vožnje B) RCCC
- Uputa o kočenju vlakova RCCC

d) interne upute upravitelja infrastrukture

- PROMETNI PRAVILNIK (Pravilnik HŽI-2),
- Priručnik o organizaciji i primjeni sustava upravljanja sigurnošću (HŽI-663),

- Uputa o upravljanju rizicima u slučaju tehničkih, operativnih ili organizacijskih promjena u sustavu (HŽI-684),
- Uputa o upravljanju rizicima (HŽI-701),
- Poslovni red kolodvora Meja (I i II dio).

2.8. Opis poteškoća i posebnih izazova na koje se naišlo tijekom istrage

Tijekom provođenja istrage Odjel se susretao s nizom poteškoća, posebnih izazova i problema, a sve povezano s pronalaženjem ovlaštenih institucija na kojima bi se mogla detaljnije ispitati ugrađena kočiona oprema na vagonima serije Tagnpps.

Također, neke od uključenih strana zahtijevale su detaljna obrazloženja kojima bi se moglo upućivati na nečiju odgovornost ili krivnju što nije niti cilj niti svrha našeg rada, kao i definiranje hijerarhija čimbenika kako bi se izbjeglo bilo kakvo tumačenje uzroka nesreće (detaljnije opisano u poglavlju 2.5.).

2.9. Svaka interakcija s pravosudnim tijelima

Tijekom obavljanja očividnih radnji postojala je suradnja s predstavnicima nadležne Policijske postaje, a sve u smislu suradnje propisane Protokolom o postupanju između Državnog odvjetništva Republike Hrvatske, Ministarstva unutarnjih poslova i AIN-a.

2.10. Ostale informacije relevantne u kontekstu istrage

Sve informacije su navedene u izvješću.

3. OPIS IZVANREDNOG DOGAĐAJA

3.1. Informacije o izvanrednom događaju i popratne informacije

3.1.1. Opis vrste izvanrednog događaja

Kategorija izvanrednog događaja: Ozbiljna nesreća

Podkategorija izvanrednog događaja: Sudar vlakova.

3.1.2. Datum, točno vrijeme i mjesto izvanrednog događaja

Datum nesreće: 11. prosinca 2023. godine

Vrijeme nesreće: 08:50 sati

Mjesto nesreće: kolodvor Meja, pruga M202, km 635+155, prostorni signal 921.

3.1.3. Opis lokacije izvanrednog događaja, uključujući vremenske i zemljopisne uvjete u trenutku njegova nastanka te jesu li na mjestu izvanrednog događaja ili u njegovoj blizini bili u tijeku ikakvi radovi

Kolodvorska prihvatna zgrada kolodvora Meja nalazi se svojom sredinom u km 633+346 jednokolosiječne elektrificirane pruge M202 Zagreb Glavni kolodvor-Karlovac-Rijeka, na nadmorskoj visini od 445 metara nad morem.

Prema zadaći u reguliranju prometa kolodvor Meja je međukolodvor na rasporednom odsjeku Moravice-Rijeka.

Kolodvor Meja je organizacijski podređen kolodvoru Škrlevo, te kao takvo nema podređenih službenih niti organizacijski podređenih radnih mjesta.

Kolodvor Meja ima tri glavna i jedan sporedni odnosno krnji kolosijek.

Kolosijeci u kolodvoru Meja obilježavaju se arapskim brojkama tako da prvi kolosijek ispred prihvatne zgrade kolodvora nosi broj 1, a drugi kolosijeci redom brojeve 2, 3 i 4.

Prvi kolosijek ispred prihvatne zgrade kolodvora je glavni prolazni kolosijek koji čini izravno produljenje pružnog kolosijeka, namijenjen za prihvat i otpremu teretnih i vlakova s prijevozom putnika.

Drugi i treći kolosijek su glavni kolosijeci koji su namijenjeni za prihvat i otpremu teretnih i vlakova s prijevozom putnika.

Četvrti kolosijek je sporedni, krnji kolosijek koji se odvaja sa prvog kolosijeka skretnicom broj 3, a bio je namijenjen za potrebe EVP Meja, koji je izmjenom sustava vuče na 25 kV i 50 Hz van uporabe.

Kolodvor Meja osiguran je elektrotelegrafnim signalno-sigurnosnim uređajem sustava Sp DrL-30 Lorenz, prema kolodvorima Plase i Škrlevo ugrađen je uređaj automatskog pružnog bloka sustava Iskra–Lorenz Sbl-5. Kolodvor je opremljen svjetlosnim glavnim signalima. Svi ulazni te izlazni signali pokazuju dvoznačne signalne znake.

U trenutku nastanka ozbiljne nesreće bio je dan, oblačno vrijeme, vanjska temperatura iznosila je 10°C i vidljivost je bila dobra. Na mjestu i blizini mjesta nesreće nije bilo nikakvih radova na željezničkoj infrastrukturi.

3.1.4. Smrtni slučajevi, ozljede i materijalna šteta

U ozbiljnoj nesreći nije bilo smrtno stradalih i ozlijeđenih osoba, ali je nastala značajna materijalna šteta na uključenim željezničkim vozilima, teretu i infrastrukturi. Ukupna materijalna šteta iznosi 5.945.445,92 EUR (na pruži 711.000,00 EUR, na uređajima 156.541,13 EUR, na vučnim željezničkim vozilima 2.061.359,00 EUR, na teretnim vagonima 2.303.216,00 EUR, na teretu (korisnika prijevoza) 246.490,24 EUR, troškovi dizanja željezničkih vozila 268.515,09 EUR, ostali troškovi na otklanjanju posljedica 198.324,46 EUR).

3.1.5. Opis drugih posljedica, uključujući utjecaj izvanrednog događaja na redovite operacije uključenih subjekata

Prekid prometa vlakova trajao je od 11.12.2023. u 08:50 sati do 22.12.2023. do 19:10 sati, kada je otvorena pruga samo za promet teretnih vlakova, dok je pruga za promet putničkih vlakova otvorena dana 02.01.2024. godine.

Uslijed navedene ozbiljne nesreće ukupno je supstituirano 114 putničkih vlakova s autobusnim prijevozom i došlo je do kašnjenja usluge putničkog prijevoza od ukupno 3368 minuta.

3.1.6. Identifikacija osoba, njihovih funkcija i uključenih subjekata

U ovoj nesreći su sudjelovali izvršni radnici društava HŽI i Rail Cargo Carrier Croatia d.o.o.

Uključene osobe su:

- prometnica vlakova kolodvora Meja, HŽ Infrastruktura d.o.o.,
- strojovođa vlaka br. 81218, Rail Cargo Carrier Croatia d.o.o.,
- strojovođa vlaka br. 70007, HŽ Infrastruktura d.o.o.

3.1.7. Opis i identifikatori vlakova i njihova sastava, uključujući željeznička vozila i njihove registracijske brojeve

U navedenoj ozbiljnoj nesreći u sastavu vlaka broj 81218 nalazilo se 19 teretnih vagona serije Tagnpps namijenjenih za prijevoz žitarica. Vučna vozila u sastavu vlaka 81218 činila su lokomotiva oznake 91 81 1116 028-2 (vozna) i lokomotiva 91 81 1293 080-8 (zaprežna).

Vagon serije Tagnpps (Slika 1.) je četveroosovinski zatvoreni vagon namijenjen za prijevozu žitarica i sličnih proizvoda osjetljivih na vlagu. Opremljen je krovom koji se otvara i spremnikom s tri odjeljka za pražnjenje. Svaki odjeljak opremljen je sa dva otvora za pražnjenje pomoću poluga sa strane vagona, tara vagona - 21 tona, masa natovarenog vagona - 90 tona, maksimalno opterećenje osovine 22,5 tona, maksimalna brzina praznog/tovarenog vagona 120km/h/100km/h, volumen spremnika 95 m³, okretno postolje tip Y25Lsi-CK;Y25 Lsif-CK, kočnica proizvođača WABTEC. Također vagoni nose oznake GE i TEN. Vagoni koji su sudjelovali u nesreći u vlasništvu su tvrtke ATIR RAIL GESTION, a proizvedeni su od strane tvrtke MILLET-AFR i pušteni su u promet dana 05.09.2023. godine temeljem potvrde o autorizaciji izdane od strane ERA broj EU8120231599.



Slika 1. Vagon serije Tagnpps (Izvor slike: AIN)

Električna lokomotiva (Slika 2.) Siemens Taurus serija 1116 izgrađena je u tvornici Siemens Mobility u München, Njemačka, to je više sustavna lokomotiva s maksimalnom snagom od 6,4 MW i maksimalnom brzinom od 230 km/h. Sanduk lokomotive konstruiran je tako da maksimalno štiti strojovođu pri sudaru (uvjet od 1-4 prema TSI HS RST:2008 odnosno EN 15227:2011). Sustav električnog napajanja lokomotive je AC 15 kV 16,7 Hz i AC 25 kV 50 Hz (električno napajanje na mreži pruga HŽI je AC 25 kV 50 Hz). Lokomotiva je opremljena sljedećim kočnicama: elektrodinamička kočnica (ED-kočnica), neizravna kočnica (UIC 540:2006), izravna kočnica (dodatna neovisna lokomotivska kočnica), parkirna (ručna) kočnica i ep-kočnica s premoštenjem kočnica u slučaju opasnosti. Raspored osovina je Bo' Bo'. Masa lokomotive je približno 88 tona do maksimalno 90 tona, njezina duljina preko

odbojnika iznosi 19,28 m, promjer pogonskih kotača 1150 mm, opterećenje osovinskog sklopa do 22,5 t. Maksimalna električna kočna sila iznosi 150-240 kN.

ASŽ je dana 15.03.2018. godine izdala rješenje kojim se odobrava puštanje u uporabu željezničkog vozila sukladno odobrenom tipu električne lokomotive tipa ES64U2.

Posljednji redovni popravak na lokomotivi oznake 91 81 116 028-2 odrađen je dana 27.11.2023. godine u Budimpeštu u radionici oznake OH1 u vlasništvu društva BU LOK MAV.



Slika 2. Lokomotiva Siemens Taurus serije 1116 (Izvor slike: AIN)

Električna lokomotiva (Slika 3.) Siemens Vectron serija 1293 izgrađena je u tvornici Siemens Mobility u München, Njemačka, to je više sustavna lokomotiva s maksimalnom snagom od 6,4 MW i najvećom dozvoljenom brzinom od 160 km/h. Sanduk lokomotive konstruiran je tako da maksimalno štiti strojovođu pri sudaru (uvjet od 1-4 prema TSI HS RST:2008 odnosno EN 15227:2011). Sustav električnog napajanja lokomotive je AC kV 16 2/3 Hz, AC 25 kV 50 Hz i DC 3 kV (električno napajanje na mreži pruga HŽI je AC 25 kV 50 Hz). Lokomotiva je opremljena sljedećim kočnicama: elektrodinamička kočnica (ED-kočnica), neizravna kočnica (UIC 540:2006), izravna kočnica (dodatna neovisna lokomotivska kočnica), parkirna (ručna) kočnica i ep-kočnica s premoštenjem kočnica u slučaju opasnosti. Raspored osovina je Bo' Bo'. Masa lokomotive je približno 88 tona do maksimalno 90 tona, njezina duljina preko odbojnika iznosi 18,98 m, širina 3,01 m i visina 4,25 m, promjer pogonskih kotača 1250 mm, opterećenje osovinskog sklopa 22,5 t.

ERA je dana 05.08.2020. godine izdala potvrdu o autorizaciji električne lokomotive serije 1293 pod brojem EU 8120200482, a sve sukladno članku 14. Regulative (EU) 2018/545.

Posljednji redovni popravak oznake „11“ na lokomotivi oznake 91 81 1293 080-8 odrađen je dana 18.10.2023. godine u radionici oznake 60X u vlasništvu društva OBB TRAIN TECH.



Slika 3. Lokomotiva Siemens Vectron serije 1293 (Izvor slike: AIN)

Vlak broj 70007 u sastavu je imao željezničko vozilo posebne namjene (Slika 4.) serije 9100 (98 78 9100 327-7) u vlasništvu društva HŽI d.o.o. (RJO Zapad, ispostava Pula), vozilo je ukupne maksimalne dužine od 10,26 m, maksimalna dopuštena brzina je 80 km/h i datum posljednje obavljene revizije u Radionici Čakovec je bio 30.12.2016. s rokom od 7+1 godina. Vozilo podnosi maksimalnu dopuštenu masu od 17 tona.



Slika 4. TMD serije 9100 (Izvor slike: HŽI)

Nalog za vožnju vlaka broj 81218 (SE-1) ispostavljen je u kolodvoru Koprivnica dana 10.12.2023. godine s odredišnim kolodvorom Rijeka. U kolodvoru Koprivnica na vlaku broj 81218 obavljena je potpuna proba kočenja – proba „A“ od strane pregledača vagona, nadalje iz kolodvora Koprivnica vlak je formiran u 13:51 sati, a pokrenut u 16:45 sati. U kolodvor Zagreb Ranžirni dolazi u 20:38 sati, u periodu dok čeka daljnju otpremu prema kolodvoru Moravice dana 11.12.2023. godine u 01:10 sati na vlaku je obavljena skraćena proba kočenja – proba „C“.

Vlak broj 81218 dolazi u kolodvor Moravice u 05:37 sati, te je promijenio sastav od pristiglih 30 vagona, daljnju vožnju do odredišnog kolodvora Rijeka nastavlja 19 vagona u 06:49 sati nakon obavljene skraćene probe kočnica – proba „D“ od strane strojovođe vlaka.

Nalog za vožnju vlaka broj 70007 ispostavljen je dana 11.12.2023. godine u kolodvoru Škrljevo s odredišnim kolodvorom Fužine, prometovanje vlaka započinje u 08:42 satu iz kolodvora Škrljevo.

Podaci o vlaku broj 81218 pokrenutom iz kolodvora Moravice dana 11.12.2023. godine:

- vozna lokomotiva Siemens Taurus serija 1116 broj 91 81 1116 028-2,
- zaprežna lokomotiva Siemens Vectron serija 1293 broj 91 81 1293 080-8,
- vagoni serije Tagnpps (33 84 076 44xx-x), 19 vagona,
- dužina vlaka 312 m,
- masa 1681 tona,
- postotak kočenja 79%,
- $V_{max} = 100\text{km/h}$,
- početak vožnje kolodvor Moravice, 11.12.2023. u 06:49:46 sati, stanje kilometara na lokomotivi 161,640,
- mjesto zaustavljanja nakon iskliznuća na pruzi oznake M202 između kolodvora Meja i Škrljevo, 11.12.2023. u 08:53:01, stanje kilometara na lokomotivi 238,905
- prijeđeni put od kolodvora Moravice do mjesta iskliznuća ukupno iznosi 77,265 km.

Prije pokretanja vlaka broj 81218 iz kolodvora Moravice, a nakon promjene sastava te ostavljanja 11 vagona u kolodvoru, obavljena je skraćena proba kočnica – proba „D“ od strane strojovođe vlaka u vremenu od 06:13:40 do 06:32:07 sati. Vlak je pokrenut u 06:49:56 sati.

Pregled zapisa podataka (izuzetih iz vučnog vozila 1293 080-8) o kretanju vlaka br. 81218 od kolodvora Moravice - Meja - mjesto iskliznuća (Slika 5.)



Slika 5. Graf zapisa kretanja vlaka

Vožnja između kolodvora Moravice – Brod Moravice je uredna bez vidljivih nepravilnosti i neurednosti, neposredno pred ulazak u kolodvor Brod Moravice u 07:01:45 početak zračnog kočenja pri brzini od 15 km/h, zaustavljanje vlaka u kolodvoru te u 07:14:11 polazak iz kolodvora Brod Moravice, prolazak pored izlaznog signala brzina 11 km/h.

Vožnja između kolodvora Brod Moravice – Drivenik je uredna bez vidljivih nepravilnosti i neurednosti, u 08:08:03 sati započinje proces kočenja zračnom kočnicom pred ulazak u kolodvor Drivenik pri brzini od 20 km/h, kočenje traje 15 sekundi i pređen je put od 74 metara.

Dionica između kolodvora Drivenik – Plase ima prvobitno ravničarski dio, a nakon toga dio s padom pruge u iznosu od 26‰. Vožnja započinje u 08:24:54 sati, brzina raste do maksimalnih 60 km/h, kočenje zbog uvedene lagane vožnje ($v_{\max} = 20$ km/h, SE-1) započinje u 08:28:41 sati pri brzini od 56 km/h te tlak pada u GZV na 4,6 bara, nadalje tlak u GZV pada na 4,28 bara te se u 08:33:14 sati brzina spušta na potrebnih 20 km/h, ista brzina održava se do 08:35:39 sati kad prestaje dionica sa laganom vožnjom.

U daljnjoj vožnji brzine raste do 45 km/h, te u 08:37:49 sati dolazi do kočenja i pada tlaka na 4,4 bara u GZV, odnosno 4,28 bara te 4,15 bara u 08:38:24 sati i brzine od 17 km/h, a koja pada do iznosa od 6 km/h u 08:38:35 sati i otkočivanja i zračne i elektrodinamičke kočnice. Tlak u GZV iznosi 5.0 bara.

Dionica od kolodvora Plase – Meja – Škrlevo je u kontinuiranom padu od 26‰. Nakon prolaska kroz kolodvor Plase vlak nailazi na nagib na kojem je, kako se vidi iz zapisa na zaprežnoj lokomotivi, u svrhu održavanja propisane brzine vožnje od 60 km/h strojovođa najprije primijenio elektrodinamičku kočnicu. U 08:42:04 sati u km 627+508 pri brzini od 57 km/h pad tlaka u GZV, tlak u GZV 4,8 bara. U položaju km 630+253 pri brzini od 61 km/h, tlak u GZV iznosi 4,6 bara, položaj u km 630+470 GZV 4,8 pri brzini od 59 km/h, položaj km 631+605 brzina 61 km/h tlak u GZV 4,6 bara, zaveden postupak kočenja položaj km 631+972 brzina 59 km/h tlak u GZV 4,4 bara, zaveden postupak kočenja položaj km 632+074 brzina 59 km/h tlak u GZV 4,28 bara, zaveden postupak kočenja položaj km 632+127 brzina 60 km/h tlak u GZV 4,15 bara, zaveden postupak kočenja položaj km 632+147 brzina 60 km/h tlak u GZV 4,00 bara, zaveden postupak kočenja položaj km 632+164 brzina 60 km/h tlak u GZV 3,85 bara, zaveden postupak kočenja u 08:46:59 sati položaj km 632+180 brzina 60 km/h tlak u GZV 3,7 bara, zaveden postupak kočenja (puno kočenje) u 08:47:02 sati položaj km 632+224 brzina 60 km/h tlak u GZV 3,5 bara. Zaveden postupak brzog kočenja u 08:47:07 sati, položaj km 632+300 brzina 60 km/h, potpuno pražnjenje GZV u 08:47:08 sati položaj km 632+313 brzina 60 km/h tlak u GZV 0,00 bara. U 08:47:20 sati u položaju km 632+521 pri brzini od 60 km/h prolazak pored ulaznog signala kolodvora Meja, zatim je vidljiva aktivacija budnika u položaju km 633+034 pri brzini od 63 km/h.

U 08:48:07 sati pri brzini od 61 km/h u položaju km 633+338 isključenje glavnog prekidača na lokomotivi, nešto kasnije uključanje glavnog prekidača struje u 08:48:25 sati pri brzini od 52 km/h, u 08:49:39 sati pri brzini od 65 km/h u položaju km 634+875 vlak prolazi pored prostornog signala PS 922.

U 08:50:00 sati zabilježen je sudar sa vozilom TMD u km 635+155 pri brzini od 72 km/h, u naredna dva kilometra brzina vlaka raste do 102 km/h, te do prolaska pored prostornog signala PS 932 u položaju km 637+144 u 08:51:22 sati.

Najveća zabilježena brzina iznosila je 120 km/h u položaju km 639+884 u 08:52:49 sati, dok je zaustavljanje lokomotive zabilježeno u položaju km 640+113 u 08:53:01 sati.



Radi lakšeg praćenja, izrađen je i tablični prikaz prema zapisu kretanja vlaka broj 81218:

Vrijeme	Položaj vlaka - km	Aktivnost	GZV bar	EDK	Direktna kočnica	Kočioni cilindri na lokomotivi	Brzina vlaka km/h	Napomena
06:13:40	563+302	Početak „D“ probe kočenja vlaka/zakočenje	3,5	NE	DA	Zakočeni	0	Kolodvor Moravice
06:32:07	563+302	Završetak „D“ probe kočenja vlaka/otkočenje	5	NE	DA	Zakočeni	0	Kolodvor Moravice
06:49:56	563+302	Pokretanje vlaka	5	NE	NE	Otkočeni	0	Polazak iz kolodvora Moravice
06:50:35	563+346	Vožnja vlaka	5	NE	NE	Otkočeni	8	Prolazak pored izlaznog signala kolodvora Moravice
07:01:45	570+934	Početak kočenja	3,5	DA	DA	Zakočeni	15	Ulazak vlaka u kolodvor Brod Moravice
07:01:54	570+955	Zaustavljanje vlaka	3,5	NE	DA	Zakočeni	0	Kolodvor Brod Moravice
07:14:11	570+955	Početak otkočivanja i pokretanje vlaka	5	NE	NE	Otkočeni	0	Polazak iz kolodvora Brod Moravice
07:15:01	571+006	Vožnja vlaka	5	NE	NE	Otkočeni	11	Prolazak pored izlaznog signala kolodvora Brod Moravice
08:08:03	616+856	Početak kočenja	3,7	DA	DA	Uključen	20	Ulazak vlaka u kolodvor Drivenik
08:08:24	616+930	Zaustavljanje vlaka	5	NE	DA	Uključen	0	Kolodvor Drivenik
08:24:54	616+930	Početak otkočivanja i pokretanje vlaka	5	NE	NE	Otkočeni	0	Polazak iz kolodvora Drivenik
08:28:41	618+484	Pad tlaka u GZV	4,6	DA	NE	Otkočeni	56	SE-1 (od km 622+600 do km 623+100 lagana vožnja Vmax=20) (Pruga u kontinuiranom padu od 26 ‰ sve do iskliznuća)
08:31:52	621+567	Vožnja preko balize 1000 Hz	4,6	DA	NE	Otkočeni	54	SE-1
08:33:00	622+463	Kočenje	4,28	DA	NE	Otkočeni	40	SE-1
08:33:08	622+547	Otkočivanje	4,6	DA	NE	Otkočeni	32	SE-1
08:33:14	622+600	Početak lagane vožnje	4,6	DA	NE	Otkočeni	20	SE-1
08:35:39	623+412	Kraj lagane vožnje	4,6	DA	NE	Otkočeni	20	SE-1
08:37:49	624+799	Kočenje	4,4	DA	NE	Otkočeni	45	/
08:38:20	625+088	Kočenje	4,28	DA	NE	Otkočeni	20	/



08:38:24	625+107	Kočenje	4,15	DA	NE	Otkočeni	17	/
08:38:35	625+140	Otkočivanje zračne kočnice	5	NE	NE	Otkočeni	6	Prolazak vlaka kroz kolodvor Plase
08:42:04	627+508	Pad tlaka u GZV	4,8	DA	NE	Otkočeni	57	Pruga u kontinuiranom padu 26 %
08:45:03	630+253	Pad tlaka u GZV	4,6	DA	NE	Otkočeni	61	/
08:45:15	630+470	Porast tlaka	4,8	DA	NE	Otkočeni	59	/
08:46:25	631+605	Pad tlaka u GZV	4,6	DA	NE	Otkočeni	61	/
08:46:47	631+972	Kočenje	4,4	DA	NE	Otkočen	59	/
08:46:53	632+074	Kočenje	4,28	DA	NE	Otkočen	59	/
08:46:56	632+127	Kočenje	4,15	DA	NE	Otkočeni	60	/
08:46:58	632+147	Kočenje	4,0	DA	NE	Otkočeni	60	/
08:46:58	632+164	Kočenje	3,85	DA	NE	Otkočeni	60	/
08:46:59	632+180	Kočenje	3,7	DA	NE	Otkočeni	60	/
08:47:02	632+224	Kočenje	3,5	DA	NE	Otkočeni	60	Puno kočenje
08:47:07	632+300	Aktivacija brzog kočenja	0	DA	NE	Zakočeni	60	Aktivacija brzog kočenja
08:47:08	632+313	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	59	Kočenje
08:47:20	632+521	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	60	Prolazak pored ulaznog signala Meja
08:47:50	633+034	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	63	Aktiviranje budnika
08:48:07	633+338	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	61	Isključenje glavnog prekidača
08:48:19	633+536	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	53	Prolazak pored izlaznog signala kolodvora Meja D-3/signalni znak „Stoj“
08:48:25	633+625	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	52	Uključenje glavnog prekidača
08:48:56	634+063	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	51	Isključenje glavnog prekidača
08:49:39	634+875	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	65	Vožnja pored prostornog signala PS922
08:50:00	635+155	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	72	Sudar s pružnim vozilom (TMD)
08:51:22	637+144	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	102	Vožnja pored prostornog signala PS932
08:52:49	639+884	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	120	Najveća zabilježena brzina vlaka/iskliznuće i raskinuće vlaka
08:52:55	640+100	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	10	/
08:53:01	640+113	Kočenje	0	NE	NE	Zakočeni	0	Zaustavljanje lokomotiva nakon iskliznuća vlaka

Prometni elaborat vožnje vlaka 81218 za dionicu Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo mjesto iskliznuća (Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)**Općenito**

Elaborat *Analiza kretanja teretnog vlaka br. 81218 na dionici Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo* sadrži podatke o vučnim i vučenim vozilima od kojih je bio sastavljen predmetni vlak, tehničke, prometne i eksploatacijske značajke vozila, dijagrame kretanja i očitavanja brzinomjernog uređaja te izračune kočnih sila vlaka na navedenim dionicama pruge.

Metodologija izrade analize kretanja vlaka br. 81218

Dinamika kretanja vlaka br. 81218 analizirat će se na temelju podataka o: uzdužnom profilu pruge na dionici Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo, sastavu vlaka br. 81218, knjižice voznog reda za predmetni vlak, dijagrama kretanja i očitavanja brzinomjernog uređaja vlaka, tehničkih, prometnih i eksploatacijskih značajki vučnih i vučenih vozila, teretnice i druge popratne dokumentacije za navedeni vlak, prijave o izvanrednom događaju i drugo. S obzirom na poznate podatke izradit će se pojednostavljenje uzdužnog profila pruge na dionici Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo, a nakon toga provest će se analitička integracija jednadžbe kretanja vlaka br. 81218. Poslije toga izračunat će se stvarne kočne sile vlaka na dionici Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo. Na kraju, u zaključnim razmatranjima dat će se mišljenje o mogućnostima ostvarenja izračunatih sila kočenja na ključnim dionicama samo kočnicama lokomotiva uz pretpostavku da vagoni dio vlaka (ukupno 19 tovarnih vagona) nije kočio zračnim kočnicama.

U nastavku će biti prezentirani svi sastavni elementi sadržani u elaboratu i to:

teretni vlak broj 81218

Teretni vlak br. 81218 prometovao je na relaciji Koprivnica – Rijeka i bio je sastavljen od dvije električne lokomotive i 19 teretnih vagona. Na čelu vlaka nalazila se zaprežna lokomotiva 91 81 1293 080-8, a iza nje vozna lokomotiva 91 81 1116 028-2. Teretni vagoni bili su serije Tagnpps, ukupna bruto masa svih vagona iznosila je 1.503 t, neto masa 1.113 t, a ukupna duljina vagona iznosila je 274 m.

Iz teretnice vlaka br. 81218 vidljivo je da ukupna masa vlaka iznosi 1.680,7 t, a stvarna kočna masa 1.321 t. Na temelju navedenog moguće je izračunati postotak kočenja:

$$p = \frac{SKM}{m_{UK}} = \frac{1321}{1680,7} = 0,79 = 79 \%$$

Iz Knjižice voznog reda vidljivo je da je vlak br. 81218 potrebno kočiti u "P" režimu kočenja, a potrebni postotak kočenja mora iznositi najmanje 70 %. S obzirom da stvarni postotak kočenja iznosi 79 %, vlak ispunjava uvjete za sigurno kočenje.

a) Kočne značajke lokomotiva i teretnih vagona

Kočna značajka elektrodinamičke kočnice lokomotive 91 81 1293 080-8

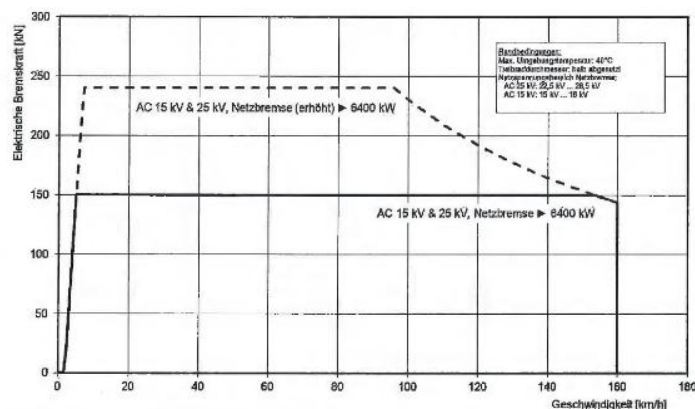
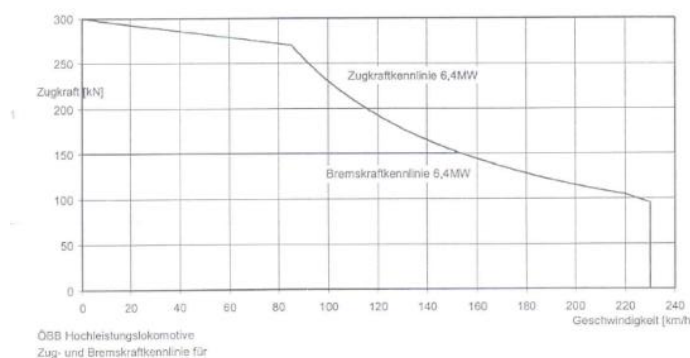


Abbildung: Maximale elektrische Bremskraft am Rad im AC-Modus

Na temelju značajke električne kočnice lokomotive 91 81 1293 080-8 može se zaključiti da kočna sila električne kočnice iznosi 150 kN u rasponu brzina od 5 km/h do 150 km/h odnosno 240 kN u rasponu brzina od 5 km/h do 95 km/h (povećana kočna sila elektrodinamičke kočnice).

Kočna značajka elektrodinamičke kočnice lokomotive 91 81 1116 028-2



ÖBB Hochleistunglokomotive
Zug- und Bremskraftkennlinie für
Einsystem-/Zweissystemvariante: Zugkraft- und Bremskraftkennlinie verwendet für die
Fahrspielrechnungen (gilt für halb abgefahrenes Rad)

Na temelju značajke električne kočnice lokomotive 91 81 1116 028-2 može se zaključiti da kočna sila električne kočnice iznosi 150 kN do brzine od 150 km/h.

Kočna sila zračne kočnice lokomotive serije 1116 iznosi 27,77 kN po osovinskom sklopu odnosno 111,08 kn za četiri osovinska sklopa.

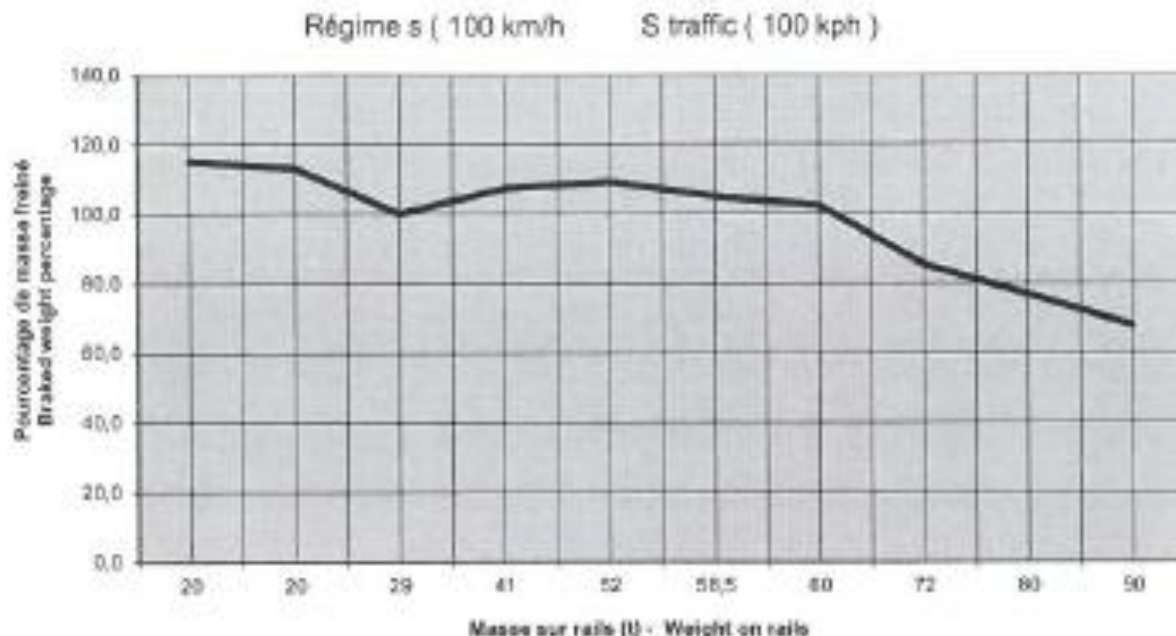
Kočne značajke zračne kočnice teretnog vagona serije Tagnpps prikazane su ispod:



CARACTERISTIQUES DU VEHICULE ET DES APPAREILS			
Par wagon	Tare mini d'un wagon	20	t
	Masse maxi sur rails	90	t
	2 bogies TI2023A11/A12 équipés de 4 semelles doubles		
	par bogie: 2 IBB10 avec 2 cylindres de		
	Section du piston =	Sp	323 cm ²
	1 groupe de freinage FT SS2-AKR		courbe relais
	1 réservoir auxiliaire de 100 litres (Ø 400)		
	4 régulateurs de frein incorporés aux cylindres		
	Effort antagoniste du ressort de cylindre	Ea	1050 N
	Effort de rappel de l'unité de frein	F ₁₁	700 N
	Amplification cylindre	i _c	3,11
	Rendement dynamique du IBB10:	η _{dyn}	0,95
	Masse non suspendue (par bogie):	m	2,7 t
	Détendeur de pesée courbe 0,8 bar pour 10 kN		0,8

CALCUL DES MASSES FREINEES		Régime S (100 Km/h) 22.5 t/essieu maxi									
Masse sur rail : M	t	20	20	29	41	52	58,5	60	72	80	90
Pesée : p = [(M - 2m) x 9,81] / 16	N	8852	8952	14375	21875	28750	32557	33477	40834	45739	51870
Pression sortie détendeur de pesée : P	bar	0,718	0,718	1,150	1,750	2,300	2,605	2,678	3,267	3,659	4,150
Pression finale au cylindre de frein : P _{cyl}	bar	1,240	1,240	1,540	2,410	3,280	3,580	3,580	3,580	3,580	3,580
Effort par semelle : P _s = (P _{cyl} x Sp x 10 - Ea) x i _c x ndyn - F _h	kN	8,03	8,03	10,89	19,20	27,50	30,36	30,36	30,36	30,36	30,36
Effort total en dynamique : P _T = P _s x 8	kN	64,25	64,25	87,15	153,57	219,99	242,89	242,89	242,89	242,89	242,89
Pression sur une semelle : P _s /425 cm ²	bar	1,890	1,890	2,563	4,517	6,470	7,144	7,144	7,144	7,144	7,144
Coefficient de frottement semelle/roue : μ		0,312	0,322	0,300	0,261	0,237	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Décélération : γ = (P _T x μ) / M	m/s ²	1,002	1,033	0,908	0,977	0,995	0,954	0,930	0,775	0,698	0,620
Adhérence sollicitée : γ / g		0,102	0,105	0,093	0,100	0,101	0,097	0,095	0,079	0,071	0,063
Vitesse de circulation	km/h	120	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Distance de freinage : D = V ² /2γ	m	555	374	425	395	388	404	415	498	553	622
Marche sur ferre : 2V	m/s	67	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Distance d'arrêt : Da = D + 2V	m	621	429	481	450	443	460	470	553	609	678
Masse freinée lue sur courbe suivant fiche UIC 544-1 annexe B1	%	115,0	113,1	100,0	107,3	109,2	104,9	102,3	85,5	76,8	68,0
Masse freinée par wagon : A	t	23	23	29	44	57	61	61	62	61	61
Masse freinée par wagon (inscrite sur wagon)	t						61				

LE WAGON COMPORTE 2 BOGIES TI2023 EQUIPES DU SYSTEME IBB10 AVEC SEMELLES C810



Prema teretnici vlaka br. 81218 pojedinačne ukupne mase svakog vagona iznose između 78,3 i 79,7 t. S obzirom na navedeno, za ukupnu masu vagona od 80 t najveća ukupna sila na kočne umetke svih osam kotača jednog vagona iznosi $F_{\text{Č}} = 242,89$ kN, koeficijent trenja između kočnog umetka i kotača iznosi $\mu = 0,23$, a postotak kočenja 76,8 %.

Kočna sila FK jednog vagona iznosi:

$$FK = F_{\check{C}} \cdot \mu = 242,89 \cdot 0,23 = 55,87 \text{ kN}$$

Ukupna kočna sila za svih 19 vagona iznosi:

$$FK_{19} = 19 \cdot 55,87 = 1.061,53 \text{ kN}$$

Ukupna kočna sila dviju lokomotiva iznosi:

$$F_{kuk1} = F_{z1} + F_{z2} = 111 + 110 = 221 \text{ kN} - \text{kočenje zračnim kočnicama lokomotiva}$$

ili

$$F_{kuk2} = F_{ed} = 240 \text{ kN} - \text{najveća ukupna kočna sila elektrodinamičke kočnice za obje lokomotive}$$

Pri čemu je:

F_{z1} – najveća kočna sila zračne kočnice vozne lokomotive (1116)

F_{z2} – najveća kočna sila zračne kočnice zaprežne lokomotive (1293)

F_{ed} – najveća kočna sila elektrodinamičke kočnice

Najveća ukupna kočna sila teretnih vagona i zračnih kočnica lokomotive:

$$FKU1 = 1.061,53 + 221 = 1.284,53 \text{ kN}$$

Najveća ukupna kočna sila teretnih vagona i elektrodinamičkih kočnica lokomotive:

$$FKU2 = 1.061,53 + 240 = 1.301,53 \text{ kN}$$

b) Dinamika kretanja vlaka broj 81218 na dionici Drivenik- Plase – Meja – Škrljevo

Prema očitavanju brzinomjernog uređaja, u 8 sati 8 minuta i 3 sekunde vlak br. 81218 započeo je s kočenjem u km 616+856 pri brzini od 20 km/h. Vlak se zaustavio u kolodvoru Drivenik u km 616+930 u 8 sati 8 minuta i 24 sekunde odnosno nakon 21 sekunde i prijeđena 74 m nakon započetog kočenja od brzine od 20 km/h.

Usporenje (deceleracija) vlaka računa se prema izrazu:

$$a = - \frac{\left(\frac{v_0}{3,6}\right)^2}{2 \cdot s} = - \frac{\left(\frac{20}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 74} = -0,21 \text{ m/s}^2$$

Sila usporenja vlaka računa se prema izrazu :

$$F_{usp} = m \cdot (1 + \xi) \cdot a = 1680,7 \cdot (1 + 0,062) \cdot (-0,21) = -374,04 \text{ kN}$$

Sila kočenja računa se prema izrazu:

$$F_k = F_{usp} + W_h + W_e = F_{usp} + W_{hl} + W_{hv} + \frac{m \cdot w_e}{100}$$

Pri čemu je:

ξ – koeficijent rotirajućih masa ($\xi = 0,062$ za cijeli vlak)

W_{hl} – otpor lokomotive u ravnini

W_{hv} – otpor svih vagona u ravnini

m – ukupna masa vlaka

w_e – specifični ekvivalentni otpor

Za parametre kretanja vlaka prilikom zaustavljanja u kolodvoru Drivenik može se izračunati kočna sila vlaka:

$$F_k = F_{usp} + W_{hl} + W_{hv} + \frac{m \cdot w_e}{100} = -374,04 + 2 \cdot 1,64 + 30,05 + \frac{1680,7 \cdot 0,919}{100}$$

$$F_k = -325,26 \text{ kN}$$

Ukupna kočna sila dviju lokomotiva iznosi:

$$F_{kuk1} = F_{z1} + F_{z2} = 111 + 110 = 221 \text{ kN} - \text{kočenje zračnim kočnicama lokomotiva}$$

ili

$$F_{kuk2} = F_{ed} = 240 \text{ kN} - \text{najveća kočna sila elektrodinamičke kočnice}$$

Pri čemu je:

F_{z1} – najveća kočna sila zračne kočnice vozne lokomotive (1116)

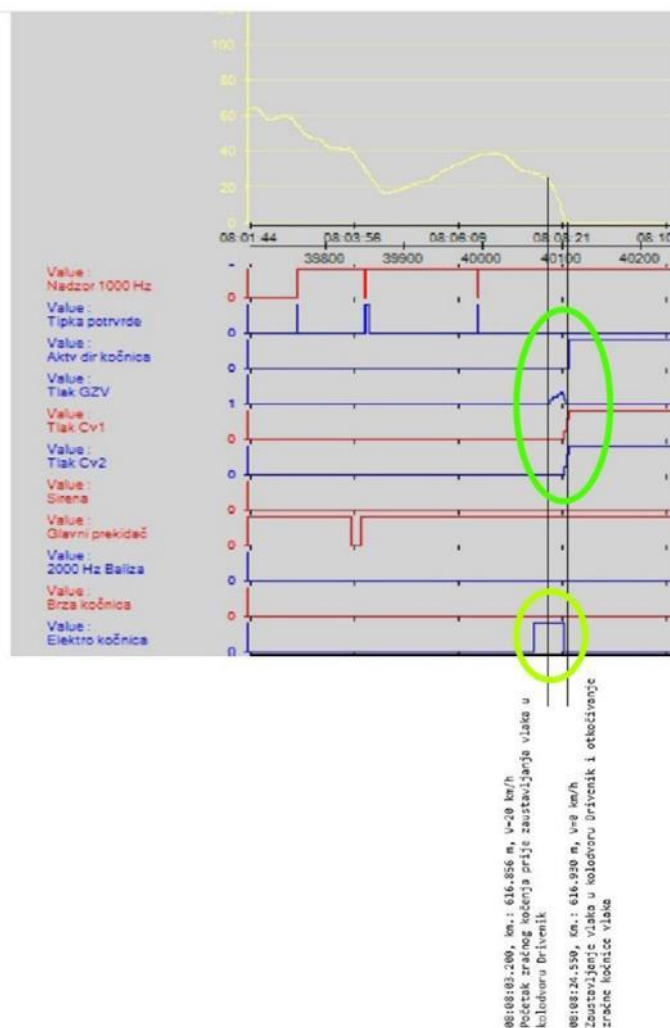
F_{z2} – najveća kočna sila zračne kočnice zaprežne lokomotive (1293)

F_{ed} – najveća kočna sila elektrodinamičke kočnice

Kočenje lokomotiva ostvaruje se prvenstveno korištenjem elektrodinamičke kočnice. Ako nije moguće korištenje elektrodinamičke kočnice, lokomotive se koče zračnom kočnicom.

Nije moguće zajedničko korištenje elektrodinamičke i zračne kočnice lokomotive. S obzirom na navedeno može se zaključiti da se vlak br. 81218 zaustavio u kolodvoru Drivenik od početne brzine 20 km/h korištenjem elektrodinamičkih kočnica obiju lokomotiva (240 kN) i zračnim kočnicama teretnih vagona (85,26 kN) jer je za zaustavljanje vlaka bila potrebna kočna sila od 325,26 kN.

Na temelju očitavanja brzinomjernog uređaja može se zaključiti da su prilikom zaustavljanja vlaka br. 81218 u kolodvoru Drivenik korištene elektrodinamičke kočnice na lokomotivama i zračne kočnice na vagonima jer je registriran pad tlaka u glavnom zračnomvodu (GZV), a nakon zaustavljanja vlak je zakočen zračnim kočnicama na lokomotiva (Slika ispod – vidljiv je porast tlaka u kočnim cilindrima).



c) Izračun stvarnih kočnih sila na relaciji Drivenik – Plase – Meja – Škrlevo

Dinamika kretanja vlaka između kolodvora Drivenik i Plase

Dinamika kretanja vlaka br. 81218 između kolodvora Drivenik (km 616+930) i kolodvora Plase (km 625+140) prikazana je u tablici 1.

Tablica 1.

Početno vrijeme	Završno vrijeme	Δt	Δt (s)	KM početni	KM završni	Δl (m)	Način vožnje	Brzina početna (km/h)	Brzina završna (km/h)	a (m/s ²)	Fubr/Fusp (kN)
8:24:54	8:28:41	0:03:47	227	616930	618484	1554	ubrzanje	0	56	0,078	138,96452
8:28:41	8:31:52	0:03:11	191	618484	621567	3083	kočenje	56	54	-0,003	-4,911882
8:31:52	8:33:00	0:01:08	68	621567	622463	896	kočenje	54	40	-0,057	-101,099
8:33:00	8:33:08	0:00:08	8	622463	622547	84	kočenje	40	32	-0,265	-472
8:33:08	8:33:14	0:00:06	6	622547	622600	53	kočenje	32	20	-0,454	-810,4151
8:33:14	8:35:39	0:02:25	145	622600	623412	812	ustaljena	20	20	0,000	0
8:35:39	8:37:49	0:02:10	130	623412	624799	1387	ubrzanje	20	45	0,045	80,644677
8:37:49	8:38:20	0:00:31	31	624799	625088	289	kočenje	45	20	-0,217	-387,0386
8:38:20	8:38:24	0:00:04	4	625088	625107	19	kočenje	20	17	-0,225	-402,1316



8:38:24	8:38:35	0:00:11	11	625107	625140	33	kočenje	17	6	-0,296	-527,7222
---------	---------	---------	----	--------	--------	----	---------	----	---	--------	-----------

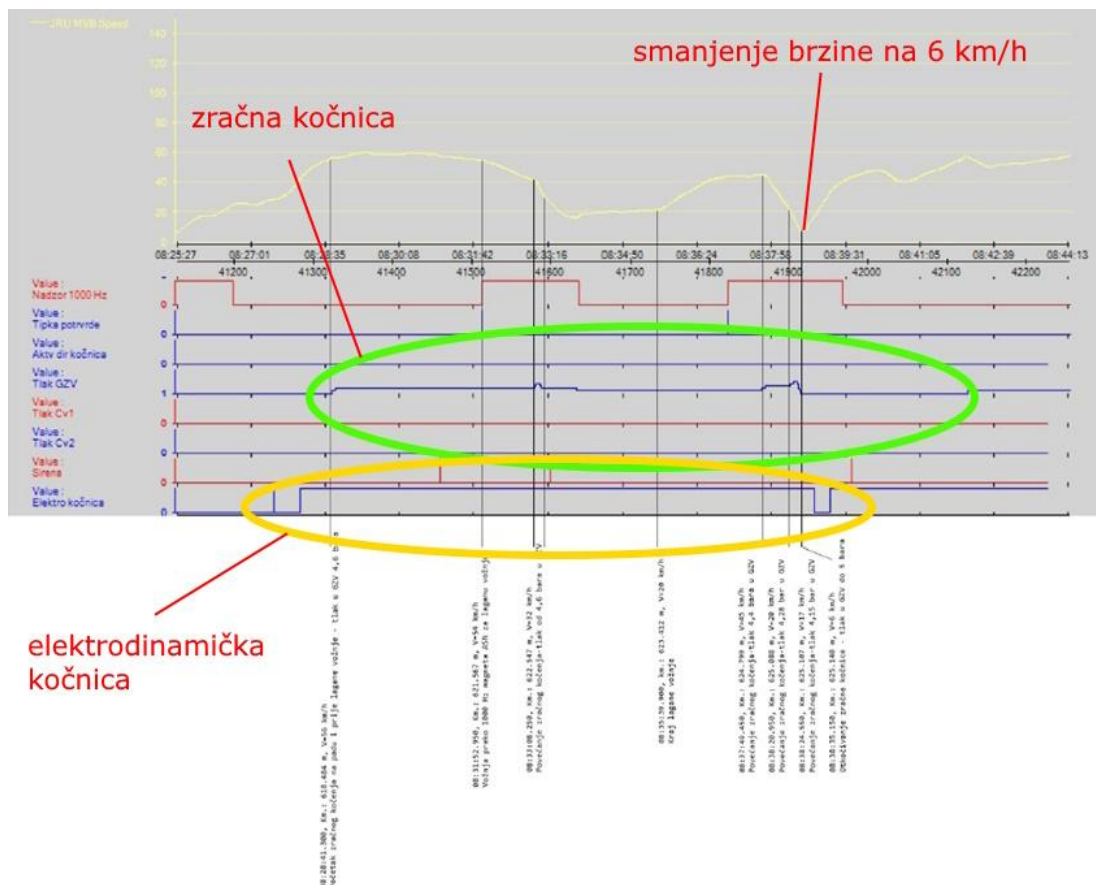
U tablici 2 prikazane su kočne sile vlaka br. 81218 prilikom kretanja između kolodvora Drivenik i Plase. U stupcu 14 tablice 2 prikazane su vučne i kočne sile prilikom kretanja vlaka između kolodvora Drivenik i Plase. Kočne sile imaju negativan predznak i osjenčane su žutom bojom. Iznos kočnih sila između kolodvora Drivenik i Plase kretao se od 363,9 kN do 1.136,7 kN. S obzirom da je lokomotivskim kočnicama obiju lokomotiva moguće ostvariti najveću kočnu silu u iznosu od 240 kN (elektrodinamičke kočnice) ili 221 kN (zračne kočnice), proizlazi da su se za kočenje vlaka na navedenoj dionici koristile i zračne kočnice teretnih vagona.

Prema kočnim značajkama zračne kočnice teretnog vagona serije Tagnpps, najveća kočna sila vagona ukupne mase 80 t iznosi 55,87 kN. Za 19 vagona serije Tagnpps ukupna kočna sila iznosit će 1.061,53 kN (19 vagona x 55,87 kN = 1.061,53 kN).

Tablica 2.

KM POLOŽAJ		V1	V2	ΔV	Vs	i = f-wh	we	fa = i-we	Δt	Δl	t	l	F	Whl	Whv
POČETNI	ZAVRŠNI	km/h	km/h	km/h	km/h	daN/t	daN/t	daN/t	s	m	s	m	kN	kN	kN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
616930	616930	0	0	0	0	7,634	0,919	6,72	0,00	0,00	0,00	0,00	160,0	3,28	30,05
616930	616940	0	4	4	2	7,632	0,919	6,71	17,58	9,77	17,58	9,77	160,0	3,28	30,09
616940	616969	4	8	4	6	7,615	0,919	6,70	17,62	29,37	35,20	39,14	160,0	3,30	30,36
616969	617018	8	12	4	10	7,581	0,919	6,66	17,71	49,20	52,91	88,34	160,0	3,35	30,91
617018	617088	12	16	4	14	7,530	0,919	6,61	17,85	69,41	70,76	157,75	160,0	3,41	31,73
617088	617178	16	20	4	18	7,463	0,919	6,54	18,03	90,16	88,79	247,91	160,0	3,49	32,83
617178	617290	20	24	4	22	7,378	0,919	6,46	18,27	111,64	107,06	359,55	160,0	3,60	34,20
617290	617424	24	28	4	26	7,276	0,919	6,36	18,56	134,05	125,62	493,61	160,0	3,72	35,84
617424	617581	28	32	4	30	7,158	0,919	6,24	18,91	157,61	144,54	651,22	160,0	3,87	37,76
617581	617683	32	36	4	34	7,022	-3,948	10,97	10,76	101,59	155,29	752,81	160,0	4,04	39,96
617683	617723	36	40	4	38	6,870	-23,744	30,61	3,85	40,69	159,15	793,49	160,0	4,23	42,42
617723	617769	40	44	4	42	6,701	-23,744	30,44	3,88	45,22	163,02	838,71	160,0	4,44	45,16
617769	617819	44	48	4	46	6,514	-23,744	30,26	3,90	49,83	166,92	888,54	160,0	4,67	48,18
617819	617873	48	52	4	50	6,311	-23,744	30,06	3,93	54,53	170,85	943,07	160,0	4,92	51,47
617873	618484	52	56	4	54	6,091	-23,744	29,84	56,15	610,93	227,00	1554,00	160,0	5,19	55,03
618484	621567	56	54	-2	55	6,033	-25,000	31,03	191,00	3083,00	418,00	4637,00	-363,9	5,26	55,96
621567	622463	54	40	-14	47	6,465	-23,559	30,02	68,00	896,00	486,00	5533,00	-443,4	4,73	48,97
622463	622547	40	32	-8	36	6,948	-21,767	28,72	8,00	84,00	494,00	5617,00	-792,6	4,13	41,15
622547	622600	32	20	-12	26	7,276	-21,767	29,04	6,00	53,00	500,00	5670,00	-1136,7	3,72	35,84
622600	623412	20	20	0	20	7,422	0,000	7,42	145,00	812,00	645,00	6482,00	37,0	3,54	33,48
623412	624799	20	45	25	32,5	7,075	-24,509	31,58	130,00	1387,00	775,00	7869,00	-288,2	3,97	39,10
624799	625088	45	20	-25	32,5	7,075	-23,658	30,73	31,00	289,00	806,00	8158,00	-741,6	3,97	39,10
625088	625107	20	17	-3	18,5	7,453	-23,658	31,11	4,00	19,00	810,00	8177,00	-763,3	3,50	32,99
625107	625140	17	6	-11	11,5	7,564	-23,658	31,22	11,00	33,00	821,00	8210,00	-890,8	3,37	31,19

Iz očitavanja brzinomjernog uređaja zaključuje se da se na dionici između km 618+484 i km 625+140 (slika ispod) kočenje vlaka ostvarivalo zračnim kočnicama teretnih vagona i elektrodinamičkim kočnicama lokomotiva. Pri tome tlak zraka u kočnim cilindrima lokomotiva iznosio 0 bar jer nisu korištene zračne kočnice lokomotiva.



Dinamika kretanja vlaka između kolodvora Plase i Meja

Dinamika kretanja vlaka br. 81218 između kolodvora Plase (km 625+140) i ulaznog signala kolodvora Meja (km 632+521) prikazana je u tablici 3.

Tablica 3.

Početno vrijeme	Završno vrijeme	Δt	Δt (s)	KM početni	KM završni	Δl (m)	Način vožnje	Brzina početna (km/h)	Brzina završna (km/h)	a (m/s ²)	Fubr/Fusp (kN)
8:38:35	8:42:04	0:03:29	209	625140	627508	2368	ubrzanje	6	57	0,052	93,395904
8:42:04	8:45:03	0:02:59	179	627508	630253	2745	ubrzanje	57	61	0,007	11,835823
8:45:03	8:45:15	0:00:12	12	630253	630470	217	kočenje	61	59	-0,043	-76,12903
8:45:15	8:46:25	0:01:10	70	630470	631605	1135	ubrzanje	59	61	0,008	14,555066
8:46:25	8:46:47	0:00:22	22	631605	631972	367	kočenje	61	59	-0,025	-45,01362
8:46:47	8:46:53	0:00:06	6	631972	632074	102	kočenje	59	59	0,000	0
8:46:53	8:46:56	0:00:03	3	632074	632127	53	ubrzanje	59	60	0,087	154,55031

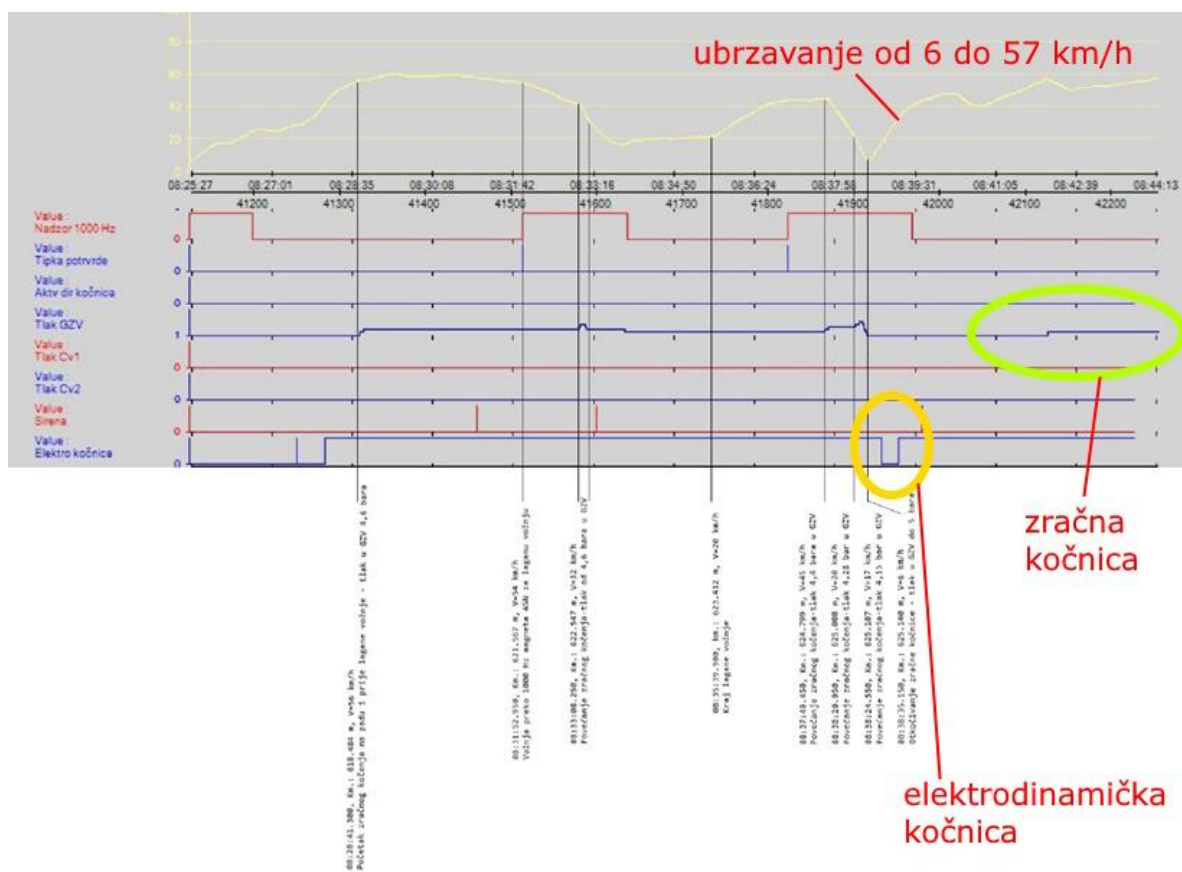


8:46:56	8:46:58	0:00:02	2	632127	632147	20	ustaljena	60	60	0,000	0,00
8:46:58	8:46:59	0:00:01	1	632147	632180	33	ustaljena	60	60	0,000	0,00
8:46:59	8:47:02	0:00:03	3	632180	632224	44	ustaljena	60	60	0,000	0,00
8:47:02	8:47:07	0:00:05	5	632224	632300	76	ustaljena	60	60	0,000	0,00
8:47:07	8:47:08	0:00:01	1	632224	632313	89	ustaljena	60	59	-0,052	-92,04
8:47:08	8:47:20	0:00:12	12	632313	632521	208	kočenje	59	61	0,045	79,42

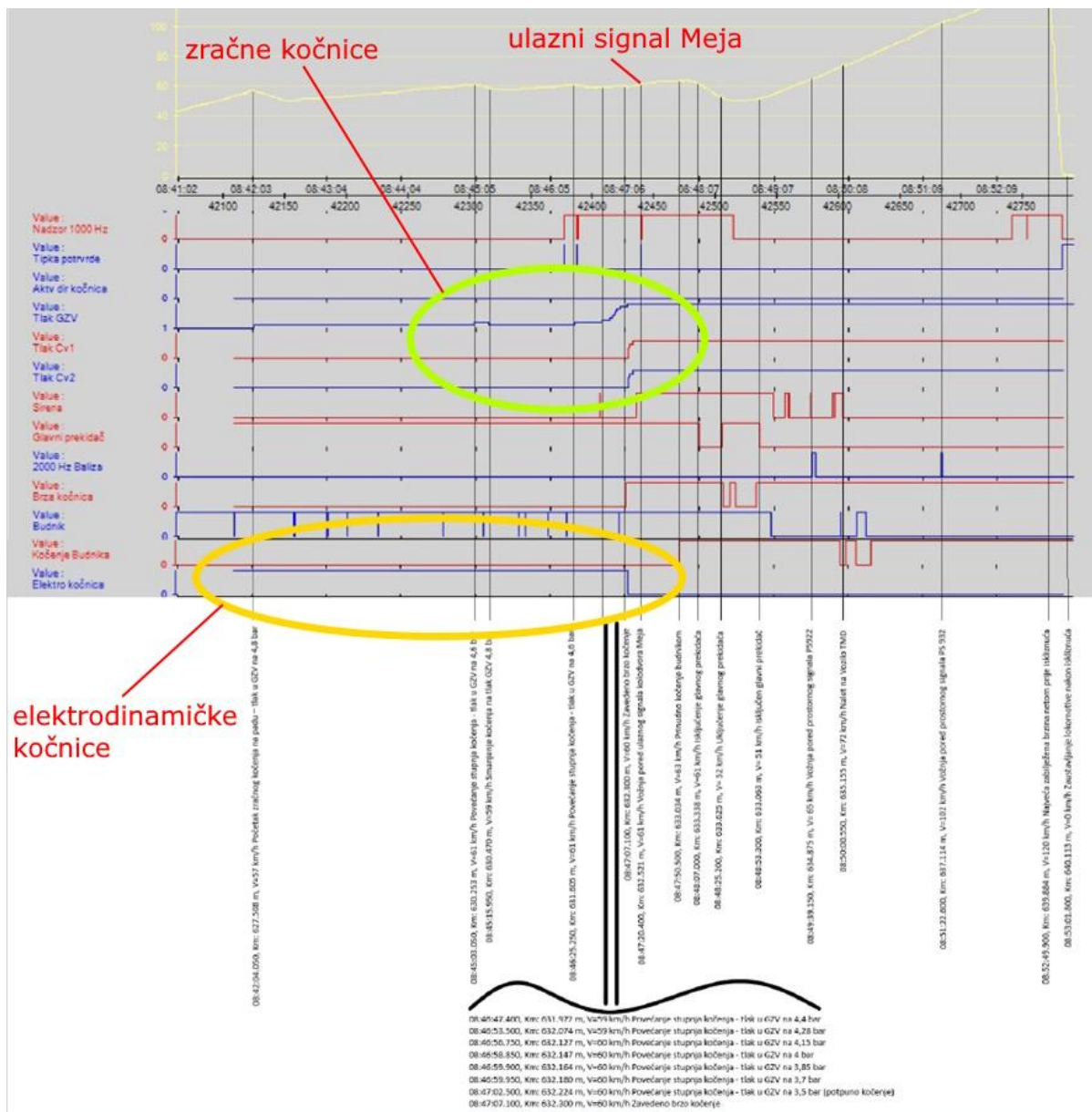
U tablici 4 prikazane su kočne sile vlaka br. 81218 prilikom kretanja između kolodvora Plase i ulaznog signala kolodvora Meja. U stupcu 14 tablice 4 prikazane su kočne sile prilikom kretanja vlaka između kolodvora Plase i ulaznog signala kolodvora Meja. Kočne sile imaju negativan predznak i osjenčane su žutom bojom. Iznos kočnih sila između kolodvora Plase i ulaznog signala kolodvora Meja kretao se od 168,6 kN do 415,2 kN (kočna sila od 415,2 kN trajala je samo jednu sekundu pa se smatra da je došlo do pogrešnog očitavanja brzine). S obzirom da je lokomotivskim elektrodinamičkim kočnicama moguće ostvariti najveću kočnu silu u iznosu od 240 kN odnosno 221 kN zračnim kočnicama lokomotiva, zaključuje se da su se za kočenje vlaka koristile elektrodinamičke kočnice lokomotiva i zračne kočnice teretnih vagona.

Tablica 4.

KM POLOŽAJ		V1	V2	ΔV	V_s	$i = f-w_h$	w_e	$f_a = i-w_e$	Δt	Δl	t	l	F	Whl	Whv
POČETNI	ZAVRŠNI	km/h	km/h	km/h	km/h	daN/t	daN/t	daN/t	s	m	s	m	kN	kN	kN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
625140	627508	6	57	51	31,5	7,109	-23,658	30,77	209,00	2368,00	1030,00	10578,00	-261,7	3,93	38,55
627508	630253	57	61	4	59	5,792	-23,154	28,95	179,00	2745,00	1209,00	13323,00	-311,9	5,56	59,87
630253	630470	61	59	-2	60	5,729	-23,154	28,88	12,00	217,00	1221,00	13540,00	-398,7	5,64	60,89
630470	631605	59	61	2	60	5,729	-23,154	28,88	70,00	1135,00	1291,00	14675,00	-308,1	5,64	60,89
631605	631972	61	59	-2	60	5,729	-23,154	28,88	22,00	367,00	1313,00	15042,00	-367,6	5,64	60,89
631972	632074	59	59	0	59	5,792	-23,154	28,95	6,00	102,00	1319,00	15144,00	-323,7	5,56	59,87
632074	632127	59	60	1	59,5	5,761	-23,154	28,91	3,00	53,00	1322,00	15197,00	-168,6	5,60	60,38
632127	632147	60	60	0	60	5,729	-23,154	28,88	2,00	20,00	1324,00	15217,00	-322,6	5,64	60,89
632147	632180	60	60	0	60	5,729	-23,154	28,88	1,00	33,00	1325,00	15250,00	-322,6	5,64	60,89
632180	632224	60	60	0	60	5,729	-23,154	28,88	3,00	44,00	1328,00	15294,00	-322,6	5,64	60,89
632224	632300	60	60	0	60	5,729	-23,154	28,88	5,00	76,00	1333,00	15370,00	-322,6	5,64	60,89
632300	632313	60	59	-1	59,5	5,761	-23,154	28,91	1,00	13,00	1334,00	15383,00	-415,2	5,60	60,38
632313	632521	59	61	2	60	5,729	-23,154	28,88	12,00	208,00	1346,00	15591,00	-243,2	5,64	60,89



Dinamika kretanja vlaka između kolodvora Plase i ulaznog signala kolodvora Meja – prvi dio



Dinamika kretanja vlaka između kolodvora Plase i ulaznog signala kolodvora Meja – drugi dio

Dinamika kretanja vlaka između kolodvora Meja i Škrljevo

Dinamika kretanja vlaka br. 81218 između ulaznog signala kolodvora Meja (km 632+521) i mjesta iskliznuća (km 640+113) prikazana je u tablici 5.

Tablica 5.

Početno vrijeme	Završno vrijeme	Δt	Δt (s)	KM početni	KM završni	Δl (m)	Način vožnje	Brzina početna (km/h)	Brzina završna (km/h)	a (m/s ²)	Fubr/Fusp (kN)
8:47:20	8:47:50	0:00:30	30	632521	633034	513	kočenje	61	63	0,019	33,28
8:47:50	8:48:07	0:00:17	17	633034	633338	304	kočenje	63	61	-0,031	-56,15
8:48:07	8:48:25	0:00:18	18	633338	633625	287	kočenje	61	52	-0,137	-243,91
8:48:25	8:48:56	0:00:31	31	633625	634063	438	kočenje	52	51	-0,009	-16,19



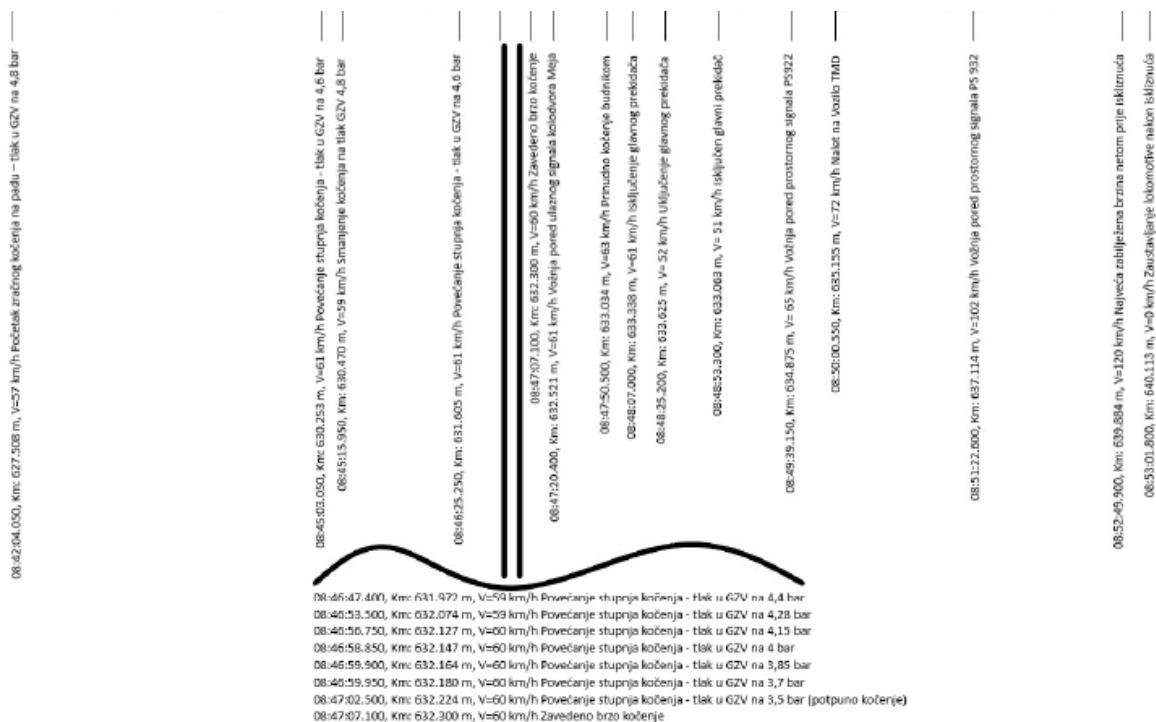
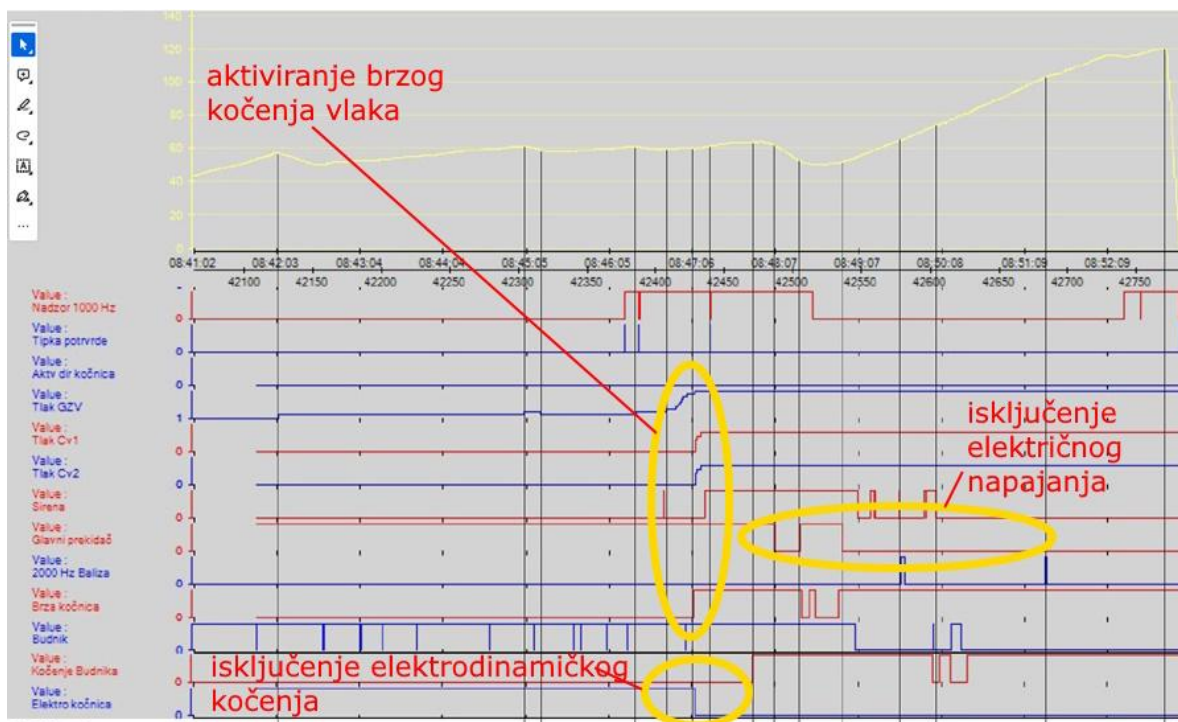
8:48:56	8:49:39	0:00:43	43	634063	634875	812	kočenje	51	65	0,077	137,67
8:49:39	8:50:00	0:00:21	21	634875	635155	280	kočenje	65	72	0,132	235,75
8:50:00	8:51:22	0:01:22	82	635155	637144	1989	kočenje	72	102	0,101	180,65
8:51:22	8:52:49	0:01:27	87	637144	639884	2740	kočenje	102	120	0,056	100,39
8:52:49	8:53:01	0:00:12	12	639884	640113	229	kočenje	120	0	-2,426	-4328,38

U tablici 6 prikazane su kočne sile vlaka br. 81218 prilikom kretanja između ulaznog signala kolodvora Meja i mjesta iskliznuća. U stupcu 14 tablice 6 prikazane su kočne sile prilikom kretanja vlaka između ulaznog signala kolodvora Meja i mjesta iskliznuća i zaustavljanja vlaka. Kočne sile imaju negativan predznak i osjenčane su žutom bojom. Iznos kočnih sila između ulaznog signala kolodvora Meja i mjesta iskliznuća vlaka kretao se od 78 kN do 348,7 kN. Navedena kočne sile bile su nedovoljne za usporavanje i zaustavljanje vlaka pa je došlo do nekontroliranog ubrzavanja vlaka i, na kraju, iskliznuća.

Tablica 6.

KM POLOŽAJ		V1	V2	ΔV	Vs	i = f-wh	we	fa = i-we	Δt	Δl	t	l	F	Whl	Whv
POČETNI	ZAVRŠNI	km/h	km/h	km/h	km/h	daN/t	daN/t	daN/t	s	m	s	m	kN	kN	kN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
632521	633034	61	63	2	62	5,600	-25,297	30,90	30,00	513,00	1376,00	16104,00	-323,1	5,80	62,98
633034	633338	63	61	-2	62	5,600	-0,305	5,91	17,00	304,00	1393,00	16408,00	7,5	5,80	62,98
633338	633625	61	52	-9	56,5	5,945	-1,007	6,95	18,00	287,00	1411,00	16695,00	-198,1	5,37	57,40
633625	634063	52	51	-1	51,5	6,231	-23,224	29,45	31,00	438,00	1442,00	17133,00	-348,7	5,02	52,77
634063	634875	51	65	14	58	5,854	-23,224	29,08	43,00	812,00	1485,00	17945,00	-188,3	5,49	58,87
634875	635155	65	72	7	68,5	5,151	-23,224	28,38	21,00	280,00	1506,00	18225,00	-78,0	6,36	70,24
635155	637144	72	102	30	87	3,629	-23,224	26,85	82,00	1989,00	1588,00	20214,00	-106,5	8,25	94,89
637144	639884	102	120	18	111	1,114	-25,377	26,49	87,00	2740,00	1675,00	22954,00	-179,2	11,36	135,59
639884	640113	120	0	-120	60	5,729	-23,477	29,21	12,00	229,00	1687,00	23183,00	-4656,4	5,64	60,89

Između km 633+034 i km 633+338 (duljina dionice l = 304; vrijeme vožnje t = 17 s) pruga je u blagom padu ($w_e = -0,305\%$) i vlak je počeo usporavati sa 63 na 61 km/h. Daljnje usporavanje vlaka sa 61 na 52 km/h uslijedilo je na sljedećoj dionici između km 633+338 i km 633+625 (l = 287 m; t = 18 s) koja je također u blagom padu ($w_e = -1,007\%$) ali i pod djelovanjem kočne sile u iznosu od 198,1 kN. Na sljedećoj dionici pruge između km 633+625 i 634+063 (l = 438; t = 31 s) vlak je smanjio brzinu s 52 na 51 km/h iako je dionica na velikom padu ($w_e = -23,21\%$) ali je na usporavanje vlaka utjecalo usporavanje u prethodnoj dionici i kočna sila od 348,7 kN (slika ispod).



Dinamika kretanja vlaka između ulaznog signala kolodvora Meja i mjesta iskliznuća

Prema knjižici voznog reda, vlak br. 81218 trebao je smanjivati brzinu sa 60 km/h između ulaznog predsignala (km 631+481) na 40 km/h kod ulaznog signala (km 632+521) u kolodvor Meja. Udaljenost između predsignala i ulaznog signala u kolodvor Meja iznosi 1.040 m.

Usporenje (deceleracija) vlaka iznosi:

$$a = \frac{\left(\frac{v_1}{3,6}\right)^2 - \left(\frac{v_0}{3,6}\right)^2}{2 \cdot s} = \frac{\left(\frac{40}{3,6}\right)^2 - \left(\frac{60}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 1040} = -0,074 \text{ m/s}^2$$

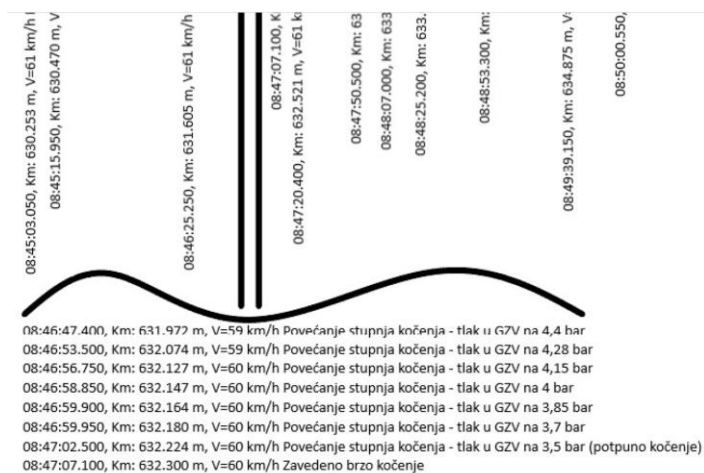
Sila usporenja vlaka iznosi:

$$F_{usp} = m \cdot (1 + \xi) \cdot a = 1680,7 \cdot (1 + 0,062) \cdot (-0,074) = -132,08 \text{ kN}$$

Sila kočenja iznosi:

$$F_k = F_{usp} + W_{hl} + W_{hv} + \frac{m \cdot w_e}{100} = -132,08 + 5,64 + 60,89 + \frac{1680,7 \cdot (-23,154)}{100}$$
$$F_k = -454,7 \text{ kN}$$

Potrebna sila kočenja za smanjenje brzine kretanja vlaka sa 60 km/h na 40 km/h između ulaznog predsignala i ulaznog signala kolodvora Meja iznosi 454,7 kN. S obzirom da je elektrodinamičkim kočnicama lokomotiva moguće ostvariti kočnu silu od 240 kN bilo je potrebno uključiti zračne kočnice vagona. Na temelju dijagrama očitavanja brzinomjernog uređaja može se zaključiti da je snižavan tlak zraka u glavnom zračnomvodu kako bi se povećala kočna sila ali brzina kretanja vlaka nije se smanjivala (slika ispod).



Dinamika kretanja vlaka između predsignala i ulaznog signala kolodvora Meja

d) Zaključak

Lokomotivskim kočnicama obiju lokomotiva (zaprežna-čelna 91 81 1293 080-8 i vozna 91 81 1116 028-2) moguće je ostvariti kočnu silu u iznosu od 240 kN (elektrodinamičke kočnice) odnosno 221 kN (zračne kočnice).

S obzirom na navedeno, a na temelju tablica 2, 4 i 6, može se zaključiti da niti na jednom dijelu dionice pruge Drivenik – Plase – Meja – Škrljevo usporavanje ili zaustavljanje vlaka korištenjem samo lokomotivskih kočnica nije bilo moguće. Naime, prilikom vožnje vlaka u režimu kočenja (smanjenje brzine; usporavanje vlaka) od kolodvora Drivenik (km 616+930) do ulaznog predsignala kolodvora Meja (km 631+481) potrebna kočna sila za usporavanje ili zaustavljanje vlaka iznosila je više od 240 kN (koliko iznosi kočna sila elektrodinamičkih kočnica lokomotiva).

Nakon prolaska predsignala kolodvora Meja potrebna sila kočenja za smanjenje brzine kretanja vlaka sa 60 km/h na 40 km/h između ulaznog predsignala i ulaznog signala kolodvora Meja iznosila je 454,7 kN. S obzirom da je elektrodinamičkim kočnicama lokomotiva moguće ostvariti kočnu silu od 240 kN bilo je potrebno uključiti zračne kočnice vagona. Na temelju dijagrama očitavanja brzinomjernog uređaja može se zaključiti da je snižavan tlak zraka u glavnom zračnom vodu kako bi se povećala kočna sila ali brzina kretanja vlaka nije se smanjivala.

Od km 634+063 do km 639+484 zračnim lokomotivskim kočnicama ostvarivala se kočna sila u iznosima od: 188,3 kN, 78,0 kN, 106,5 kN i 179,2 kN. S obzirom da je za usporavanje i/ili zaustavljanje vlaka br. 81218 bila potrebna znatno veća kočna sila, vlak je nastavio ubrzavati do 120 km/h i iskliznuo s kolosijeka te zaustavljanja vlaka.

3.1.8. Opis odgovarajućih dijelova infrastrukture i signalnog sustava - vrsta pruge, skretnice, signalno-sigurnosni uređaji, signal, sustavi za zaštitu vlakova

Predmetna ozbiljna nesreća dogodila se na dionici pruge oznake M202 između kolodvora Meja i Škrljevo (Slike 6. i 7.). Navedena dionica pruge je elektrificirana (monofazni sustav 25 kV) jednokolosiječna međunarodna pruga, dok se promet vlakova između kolodvora Meja - Škrljevo regulira automatskim pružnim blokom kojim upravlja elektrorelejni signalno-sigurnosni uređaj.

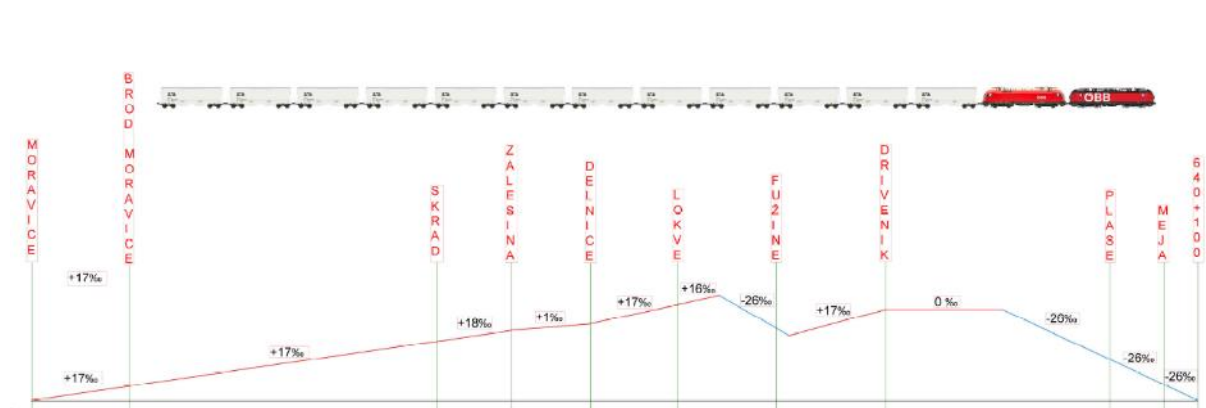


Slika 6. Opći snimak nesreće na dionici pruge Meja-Škrlevo (Izvor slike: AIN)



Slika 7. Mjesto ozbiljne nesreće na pruzi oznake M202 (Izvor slike: Google Earth, AIN)

Pregled (Slika 8.) mjerodavnih iznosa nagiba (‰) pruge M202 dionica Moravice – Meja, mjesto ozbiljne nesreće (uspon/pad).



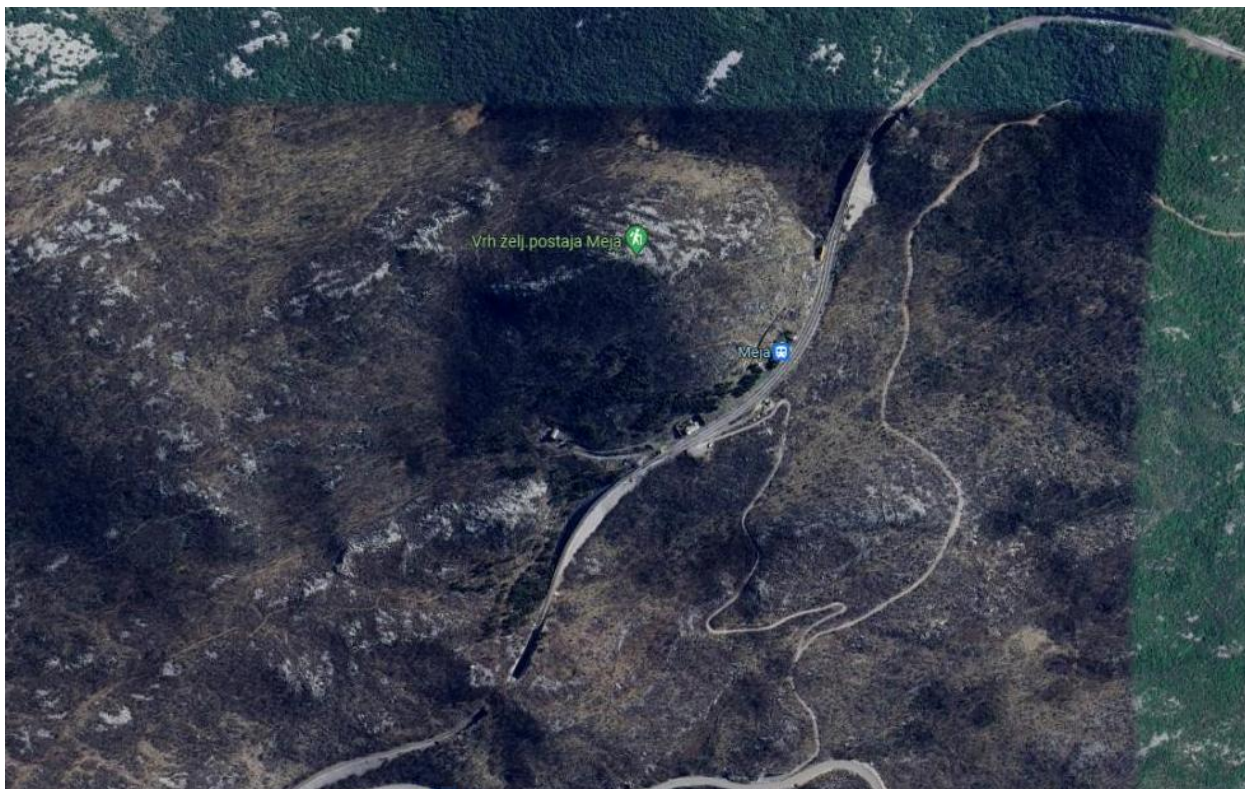
Slika 8. Pregled nagiba pruge M202

Kolodvor Meja (Slike 9. i 10.) opremljen je elektro relejnim signalno sigurnosnim uređajem sustava Sp DrL-30 Lorenz. Tračnice ugrađene na navedenoj dionici pruge su tipa S-49, pričvršni pribor tipa SKL-2 i debljina tucanika je 45 cm. Najveći dozvoljeni osovinski pritisak iznosi 22,5 tone, dok je najveće dopušteno opterećenje po dužnom metru 8,0 tona. Dionica pruge oznake M202 od kolodvora Drivenik do kolodvora Rijeka u konstantnom padu je od 26 ‰, dok je maksimalna dopuštena brzina od 80 km/h (dionica Plase – Meja – Škrljevo maksimalna brzina 60 km/h).

Posljednji radovi na uređenju kolosijeka na dionici pruge oznake M202, gdje se dogodila ozbiljna nesreća, obavljani su tijekom mjeseca studenog 2023. godine, dok je posljednja strojna regulacija kolosijeka napravljena u ožujku mjesecu 2022. godine.



Slika 9. Shema kolosijeka kolodvor Meja (Izvor slike: HŽI)



Slika 10. Kolodvor Meja (Izvor slike: Google Earth)

3.1.9. Sve ostale informacije relevantne za opis izvanrednog događaja i popratne informacije

Izjave sudionika nesreće:

Prometnica vlakova kolodvora Meja izjavila je: „ Dana 11.12.2023. godine radila sam kao prometnica vlakova u kolodvoru Meja, vlak broj 47922 došao je u kolodvor Meja u 8:40 sati na 2. kolosijek, te čeka križanje vlaka broj 81218. U 8:40 vlak 81218 krenuo je iz kolodvora Plase te je imao ulaz na 3. kolosijek i gdje je trebao čekati križanje vlaka 70007 koji je bio otpremljen iz kolodvora Škrlevo u 8:42 sati, a za njim je bio otpremljen uzastopni vlak broj 70005 u 8:47 sati. Prilikom ulaska na 3. kolosijek vlak broj 81218 kretao se prevelikom brzinom te je ne zaustavljajući se, prošao izlazni signal D3. Prilikom dolaska i prolaska isti je davao signalni znak opasnost pomoću zvučne sirene. Nakon prolaska vlaka odmah sam obavijestila kolodvor Škrlevo te pokušala zvati CDU dok je prometnik iz kolodvora Škrlevo već bio obavijestio CDU te je isto tako uspio nazvati strojovođu TMD-a 70007.

Strojovođa vlaka broj 81218 izjavio je : „ Dana 11.12. 2023. godine prilikom vožnje vlaka 81218 nakon prolaska predsignala kolodvora Meja, koji je pokazivao signalni znak „Slobodno, očekuj ograničenje brzine“, tipkom budnosti potvrđujem AS-uređaj, te nakon zavođenja većeg stupnja kočenja primjećujem da se brzina ne smanjuje. Odmah zavodim brzo kočenje jer je dio pruge od predsignala pa do ulaznih skretnica u padu od 25 promila, te počinjem pjeskariti. Pokušavam putem interventnog poziva RDU obavijestiti sve o nastaloj situaciji ali bezuspješno. Ulaskom u kolodvor Meju došlo je do ispada napona voznog voda zbog čega se je na lokomotivama isključio glavni prekidač. Napon se ubrzo vratio nakon čega uključujem glavni prekidač ali nakon nekontroliranog izlaska iz Meje dolazi ponovno

do nestanka napona i trajno do isključenja glavnog prekidača. Dajem signalni znak pazi sve do udara u pružno vozilo gdje sam bio odbačen na pod i zasut staklom potom još neko vrijeme držim pjeskare sve dok se zbog oštećenja čeonih slavina nije ispraznio glavni spremnik. Nakon što sam primijetio da se brzina ne smanjuje unatoč udaru u pružno vozilo otrčao sam u strojarnicu gdje sam bio sve do zaustavljanja. Prilikom vožnje vlaka do tog trenutka nije bilo problema s kočenjem, a kočenje je cijelo vrijeme bilo kombinirano. U prilog ovoj tvrdnji, navodim da sam posljednje zaustavljanje imao u kolodvoru Drivenik i urednu vožnju vlaka na padu prema Plasama. Urednu odrađenu laganu vožnju od 20km/h i ponovno punjenje glavnog voda i otkočivanje vlaka kroz kolodvor Plase. Također uredno održavanje brzine sve do navedenog predsignala nakon čega nisam mogao smanjiti brzinu niti se zaustaviti“.

Strojovođa vlaka broj 70007 izjavio je: „ Dana 11.12.2023. došavši na posao u Delnice, moj radni zadatak od strane šefa radne grupe, bio je da idem sa vlakom Delnice – Škrlevo i preuzmem TMD 98 78 9 100 327-7 u kolodvoru Škrlevo koji je bio parkiran na prvom kolosijeku „A“ strane. Javio sam se prometniku kolodvora da me prebaci sa prvog na slobodni kolosijek, što je on nakon manevre učinio i premjestio me na drugi kolosijek. Nakon dobivene dokumentacije dobio sam trasu da prometujem kao vlak 7007 Škrlevo - Fužine. Krenuvši sa drugog kolosijeka u 8:42, moj zadatak je bio odvesti ljude i alat na rad u km 640+350 i nastaviti daljnju vožnju prema kolodvoru Fužine. Kada sam ostavio ljude na pruži nastavio sam daljnju vožnju prema kolodvoru Meja poštujući signalizaciju. Došao sam na pred signal kol. Meja „B“ strana koja mi je signalizirala „zabranjena vožnja“. Ja sam zaustavio vozilo i odmah nakon zaustavljanja zvonio mi mobitel te mi prometnik kolodvora Škrlevo ovim riječima rekao „Bero iskači iz TMD-a jer vlak ide na tebe, ne može se zaustaviti“. Meni nije bilo jasno što se dešava, ali digavši pogled ugledao sam vlak koji je velikom brzinom dolazio prema meni. Odmah sam otvorio vrata te pokušao iz skočiti no vlak je udario u vozilo dok mi je noga još bila na stepenici, nakon čega sam pao na tlo te mi je mobitel poletio iz ruke. Čuo sam jaki udarac i kada sam pogledao vidio sam da ispadaju dijelovi i vlak gura pružno vozilo. Veza na mobitelu se prekinula i nakon par minuta nazvao me prometnik gdje sam ja samo rekao da sam živ i da mi je spasio život. Nakon toga došao je šef koji me odvezao u kolodvor Škrlevo gdje sam dao izjavu policiji i alkotest“.

Na mjestu nesreće obavljeno je alkotestiranje svih sudionika nesreće, te su rezultati za sve sudionike nesreće bili negativni.

IM je za uključenu prometnicu vlakova u kolodvoru Meja dostavio Potvrdu o položenom stručnom ispitu za prometnika vlakova dana 18.05.2020. godine. Također dostavljen je podatak da je posljednje redovito poučavanje obavljeno dana 23.11.2023. godine. Iz dostavljenih evidencija radno vrijeme radnika bilo je u skladu s propisima i zdravstveno je bila sposobna (istek 04.11.2024.).

IM je za uključenog strojovođu vlaka broj 70007 dostavio je važeću Dozvolu za strojovođu i Dopunsku potvrdu za ovlaštenje strojovođe za vožnju po infrastrukturi i upravljanje željezničkim vozilima u skladu s Direktivom 2007/59/EZ i primjenjivim nacionalnim zakonodavstvom, iz kojih je vidljivo da je strojovođa ovlašten za upravljanje TMD vozilom serije 9100 i prugom oznake M202 oboje izdano s datumom 17.05.2019. godine. Također su nam dostavljene evidencije radnih sati i uvjerenje o zdravstvenoj sposobnosti radnika. Iz dostavljenih evidencija, radno vrijeme radnika bilo je u skladu s propisima i zdravstveno je bio sposoban (istek 08.09.2024.).

RU za navedenog strojovođu dostavio je važeću Dozvolu za strojovođu (izdana 16.12.2022.) i Dopunsku potvrdu za ovlaštenje strojovođe za vožnju po infrastrukturi i upravljanje željezničkim vozilima u skladu s Direktivom 2007/59/EZ i primjenjivim nacionalnim zakonodavstvom, iz kojih je vidljivo da je strojovođa ovlašten za upravljanje željezničkim vozilima serije 1293 Vectron (položeno 29.03.2023.) i vozilima serije 1116 Taurus (položeno 20.01.2023.). Dostavljeni su podaci o redovnom poučavanju tijekom prva tri kvartala 2023. godine. Također su nam dostavljene evidencije radnih sati i uvjerenje o zdravstvenoj sposobnosti radnika (istek 01.12.2025.). Iz dostavljenih evidencija, radno vrijeme radnika bilo je u skladu s propisima i zdravstveno su bili sposobni. Strojovođa je prethodnu vožnju prije predmetne nesreće obavio dana 08.12.2023. godine na pruzi M202 relacija kolodvor Moravice – kolodvor Šoći.

3.2. Činjenični opis događaja

3.2.1. Uzročno-posljedični slijed događaja koji su doveli do nastanka izvanrednog događaja

Vožnja vlaka broj 81218 (sastav vozna lokomotiva oznake 91 81 1116 028-2, zaprežna lokomotiva 91 81 1293 080-8 i 30 vagona serije Tagnpps) započela je dana 10.12.2023. godine iz kolodvora Koprivnica nakon obavljene potpune probe kočenja – proba „A“ od strane pregledača vagona u 16:45 sati s navedenim odredišnim kolodvorom Rijeka.

U kolodvor Zagreb Ranžirni vlak pristiže u 20:38 sati, u periodu dok čeka daljnju otpremu prema kolodvoru Moravice dana 11.12.2023. godine u 01:10 sati na vlaku je obavljena skraćena proba kočenja – proba „C“.

Vlak broj 81218 pristiže u kolodvor Moravice u 05:37 sati, te u 06:00 sati vlak preuzima drugi strojovođa.

Prije pokretanja vlak broj 81218 iz kolodvora Moravice, nakon promjene sastava te ostavljanja 11 vagona u kolodvoru obavljena je skraćena proba kočnica – proba „D“ od strane strojovođe vlaka u vremenu od 06:13:40 do 06:32:07 sati, pokretanje vlaka je u 06:49:56 sati.

Nakon prethodno navedenog polaska vlaka iz kolodvora Moravice, vlak se zaustavlja u kolodvoru Brod Moravice te u 07:01 sati nastavlja vožnju dionicom Skrad – Zalesina – Delnice – Lokve – Fužine. Vlak dolazi u kolodvor Drivenik u 08:08 sati i zadržava se do 08:25 sati.

Iz kolodvora Drivenik vlak se pokreće u 08:24 sati, te prolazi kroz kolodvor Plase u 08:38 sati i nastavlja daljnju vožnju prema kolodvoru Meja s osiguranim voznim putom za ulazak na 3. kolosijek kolodvora Meja radi križanja s vlakovima broj 70007 i 70005.

U 08:47:20 sati strojovođa vlaka broj 81218 prolazi pored ulaznog signala kolodvora Meja, u 08:48:07 sati došlo je do ispada napona voznog voda zbog čega se na lokomotivama isključio glavni prekidač, napon se ubrzo vratio nakon 18 sekundi nakon čega strojovođa vlaka broj 81218 uključuje glavni prekidač. Strojovođa vlaka broj 81218 putem RDU pokušava obavijestiti HŽI prometnog dispečera ali bezuspješno, te obavještava svog RCCC dispečera koji javlja HŽI prometnom dispečeru nemogućnost

zaustavljanja vlaka. Nakon dojave od strane RCCC dispečera, HŽI prometni dispečer pokušava putem RDU kontaktirati strojovođu vlaka broj 81218 ali ne uspijeva uspostaviti vezu. Vlak broj 81218 prolazi pored izlaznog signala kolodvora Meja D3 ne zaustavljajući se. Prilikom dolaska i prolaska kolodvora Meja strojovođa je davao signalni znak opasnost pomoću zvučne sirene. Nakon prolaska vlaka prometnica vlakova kolodvora Meja obavijestila je kolodvor Škrlevo te pokušala uspostaviti vezu s CDU dok je prometnik kolodvora Škrlevo već obavijestio CDU te isto tako uspio nazvati strojovođu TMD-a broj 70007 i upozoriti ga da se vlak broj 81218 nije zaustavio u kolodvoru Meja te se kreće prema njemu i da iskoči iz TMD-a. Nakon nekontroliranog izlaska iz Meje ponovno dolazi do nestanka napona i trajno do isključenja glavnog prekidača. Prema izjavi elektroenergetskog dispečera u 08:48 sati od strane prometnika kolodvora Škrlevo zatraženo je hitno isključenje napona zbog vlaka broj 81218 koji se nije uspio zaustaviti u kolodvoru Meja. U 08:50:00 sati u položaju km 635+155 vlak broj 81218 se sudara (posljedica oštećenje GZV na zaprežnoj lokomotivi) s vozilom TMD iz suprotnog smjera (vlak broj 70007) pri brzini od 72 km/h.

Nakon sudara vlak broj 81218 nastavlja gurati vozilo TMD, te u nekontroliranoj vožnji niz prugu oznake M202 od kolodvora Meja prema kolodvoru Škrlevo zabilježena je najveća brzina od 120 km/h, u položaju km 639+884 dolazi do raskinuća lokomotiva u sastavu vlaka i 1. vagona odnosno 2. vagona u sastavu vlaka, dok kod slijedećih 16 vagona dolazi do iskliznuća i prevrtanja, 18. i 19. vagon iskliznuli su sa svim osovinama.

Zaprežna lokomotiva zaustavlja se u položaju km 640+113, iza nje nalazi vozna lokomotiva koja je iskliznula i prevrнула se djelomično na bok, te 1. vagon koji je iskliznuo i prevrnuo se na bok.

Vozilo TMD iz sastava vlaka 70007 inercijom se nastavlja kretati te se zaustavlja u položaju km 640+193 nakon udara u stup kontaktne mreže broj 189.

3.2.2. Slijed događaja od nastanka izvanrednog događaja do završetka djelovanja službi za spašavanje

Nakon sudara vlaka broj 81218 sa vlakom broj 70007 i iskliznuća dijela uključenih željezničkih vozila, u navedenoj ozbiljnoj nesreći nije bilo ozlijeđenih (tjelesne ozljede) osoba, međutim zbog stanja stresa uključenog strojovođe vlaka br. 81218 intervenirali su djelatnici hitne medicinske pomoći.

Na mjesto događaja pristigli su policijski službenici II. Policijske postaje Rijeka te su osiguravali mjesto nesreće i zapisali zapisnik o nastalom izvanrednom događaju i izvršili neovisnu kriminalističku istragu.

Istražitelji željezničkih nesreća AIN-a obavljali su očividne radnje na mjestu nastanka ozbiljne nesreće u razdoblju od 11. – 15. prosinca 2023. godine s ciljem prikupljanja informacija i izuzimanja dokaza u svezi nastanka navedene ozbiljne nesreće.

Očevid i tehničku istragu ozbiljne nesreće obavilo je i istražno povjerenstvo HŽI, na temelju Pravilnika o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI-631), te izradili istražno izvješće ID-3.

U cilju raščišćavanja mjesta nastanka ozbiljne nesreće od strane IM i RM angažirani su pomoćni vlak broj 81210 (tvrtke TSŽV d.o.o.) u razdoblju od 12.-16. prosinca 2023. godine, te vlak broj 45991 (tvrtke SŽ Infrastruktura d.o.o.) u razdoblju od 14.-15. prosinca 2023. godine.

Također angažiran je vlak broj 79502 (HŽ Cargo d.o.o., sastav lokomotiva i 15 vagona serije Rgs) za potrebe utovara i odvoza željeznog materijal od uništenih 18 vagona serije Tagnpps na privremeno organizirani deponij u blizini mjesta ozbiljne nesreće, isti je angažiran u razdoblju od 13. – 23. prosinca 2023. godine.

Nadalje na zbrinjavanju rasutog tereta (kukuruza) i željeznog materijala od izrezanih teretnih vagona serije Tagnpps angažirane su tvrtke Cenoza promet d.o.o., Eneos d.o.o. i Cezar d.o.o.

Dionica pruge oznake M202 između kolodvora Meja i Škrljevo uslijed nastanka ozbiljne nesreće i sanacije posljedica bila je u potpunosti zatvorena za promet vlakova od 11. – 22. prosinca 2023. godine, kad je otvorena samo za promet teretnih vlakova, dok je promet putničkih vlakova opet uspostavljena dana 02. siječnja 2024. godine.

3.2.3. Očevid

Dan 11.12.2023. pruga M202 mjesto nesreće

Dana 11.12.2023. godine nešto iza 09:00 sati zaprimljena je obavijest od strane glavnog dispečera HŽ Infrastrukture d.o.o. o nastanku ozbiljne nesreće vlaka broj 81218 na pruzi oznake M202 između kolodvora Meja i Škrljevo. Po zaprimanju obavijesti oko 09:20 sati na mjesto događaja uputili su se istražitelji AIN-a, Odjela za istrage u željezničkom prometu. Dolaskom na mjesto događaja oko 11:10 sati zatečena su iskliznula i prevrnutna vozila u sastavu vlaka broj 81218 i vlaka 70007.

Istražitelji su se prvo upoznali s osnovnim elementima područja pruge oznake M202 (od km 639+866 do km 640+193) na kojem su se nalazila oštećena vozila u sastavu navedenih vlakova, s ciljem što bolje pripreme u svezi označavanja bitnih elemenata kod istrage.

Oznakom broj 1. označeno je vozilo TMD (Slika 11.) koje se zaustavilo u položaju km 640+193 nakon udara u stup kontaktne mreže broj 189., nadalje oznakom broj 2. označen je položaj zaustavljanja zaprežne lokomotive (Slika 12.) u km 640+100, te su se iza nje nalazila vozna lokomotive i 1. vagona (33 84 0764 466-9) isti su iskliznuli i prevrnuli na bok.

Nadalje dolaskom na mjesto izvanrednog događaja i pregledom kočionog sustava i kočione opreme na zaprežnoj i voznoj lokomotivi uočeno da su kod istih bili vidljivi tragovi kočenja tako da se osjetio miris spaljenih feroda (osjetio se još i treći dan nakon nesreće) i vizualni tragovi nastanka promjena na površini kočionih diskova, uslijed pregrijavanja (plava područja – temperatura oko 540 °C) tijekom procesa kočenja (Slika 13.).



Slika 11. Željezničko vozilo TMD broj 98 78 911 327-7 (Izvor slike: AIN)



Slika 12. Zaprežna lokomotiva broj 91 81 1293 080-8 (Izvor slike: AIN)



Slika 13. Kočioni disk na zaprežnoj lokomotivi broj 91 81 1293 080-8 (Izvor slike: AIN)

Oznakom broj 3. obilježena je vozna lokomotiva, oznakama broj 4. prvi vagon u sastavu vlaka, odnosno oznakom broj 5. drugi vagona u sastavu, između oznake 4. i 5. (Slike 14. i 15.) izmjerena je udaljenost od 33,5 metara.

Nadalje na prvom vagonu broj 33 84 0764 466-9 (Slike 14. i 16.) izmjerena je dužina hoda kočionog cilindra od približno 80 mm, što bi značilo da navedeni vagon nije bio u stupnju zakočenosti.



Slika 14. Prvi vagon u sastavu vlaka broj 81218 (Izvor slike: AIN)



Slika 15. Drugi vagon u sastavu vlaka broj 81218 (Izvor slike: AIN)



Slika 16. Vagon broj 33 84 0764 466-9 (Izvor slike: AIN)

Na niže navedenim slikama (Slike 17., 18. i 19.) vidljiv je razmjer oštećenja na vagonima u sastavu vlaka (od 3. do 18. vagona).

Dolaskom na kraj vlaka uočeno je da su 18. i 19. vagon iskliznuli s oba dva okretna postolja, međutim nisu se okrenuli na bok, ali su vidljiva veća oštećenja na poprečnim i uzdužnim nosačima, te na samom sanduku.

Posljednji 19. vagon broj 33 84 0764 469-3 zaustavio se sa čelom vagona u položaju km 639+ 866 pruge oznake M202.



Slika 17. Opći snimak od 3. do 18. vagona (Izvor slike: AIN)



Slika 18. Opći snimak od 3. do 18. vagona (Izvor slike: AIN)



Slika 19. Opći snimak od 3. do 18. vagona (Izvor slike: AIN)

Istražitelji su na mjestu nesreće pregledali sve ručice mjenjača kočnica na vagonima do kojih se moglo pristupiti te su zapazili da su ručice bile u položaju uključeno, a na jednom od uništenih vagona je ručica mjenjača kočnica bila u položaju isključeno. Na istoj ručici mjenjača kočnica su bila vidljiva svježa oštećenja i ogrebotine, te su istražitelji zaključili da je ručica mjenjača kočnica pomaknuta u položaj isključeno uslijed nesreće gdje je došla u kontakt sa stijenama u usjeku kao i s dijelovima pruge te vagona.

Dan 12.12.2023. kolodvor Moravice i pruga M202 mjesto nesreće, izuzimanje kočione opreme

Dana 12.12.2023. godine u kolodvoru Moravice na preostalih 11 vagona (promijenjenog sastava od 30 vagona) serije Tagnpps iz vlaka broj 81218 proveden je postupak ispitivanja funkcioniranja kočionog sustava. Postupak se provodio tako da se uzastopce zavodio 1. stupanj kočenja (pad tlaka od 0,5 bar u GZV) i nakon 10 sekundi zavodio se postupak brzog kočenja uz pad tlaka na vrijednost od 0,00 bar. Nadalje nakon isteka vremena od 10 sekundi došlo je do porasta tlaka u GZV s 0,00 → 4,5 bar, te se opet zaveo postupak brzog kočenja odnosno 4,5 → 0,00 bar. Navedeni postupak se ponovio 3 puta i nakon istoga zaključeno je da kočnice funkcioniraju u skladu s propisima. Tijekom navedenih ispitivanja mjerena je vrijednost dužine izlaska klipa kočionog cilindra (80 mm - otkočeno i 200 mm – zakočeno), prethodni dan na 1. vagonu iza lokomotiva izmjerena vrijednost 80 mm (Slika 16.).

Isti dan na mjestu nesreće na pruzi M202 izuzeli su se pojedini dijelovi kočione opreme s vagona serije Tagnpps.

Kočiona oprema izuzeta je s 1., 2., 5. i 18. vagona u sastavu vlaka 81218, a i izuzeti su kočni umetci (kompozitni materijal), rasporednici, kočioni cilindri i DP ventili (Slika 20., 21. i 22.).



Slika 20. Označavanje kočione opreme na vagonu broj 33 84 0764 485-9 (Izvor slike: AIN)

Dan 13. – 14.12.2023. Zagreb skladište popis i pregled izuzete kočione opreme

Dana 13. i 14. 12.2023. godine provođen je postupak pregleda i evidentiranja izuzete kočione opreme s prethodno navedenih vagona.

Prilikom vizualnog pregleda izuzetih rasporednika proizvođača Wabtec vidljiva su odstupanja od brtvenog elementa i samog dosjeda na rasporedniku.

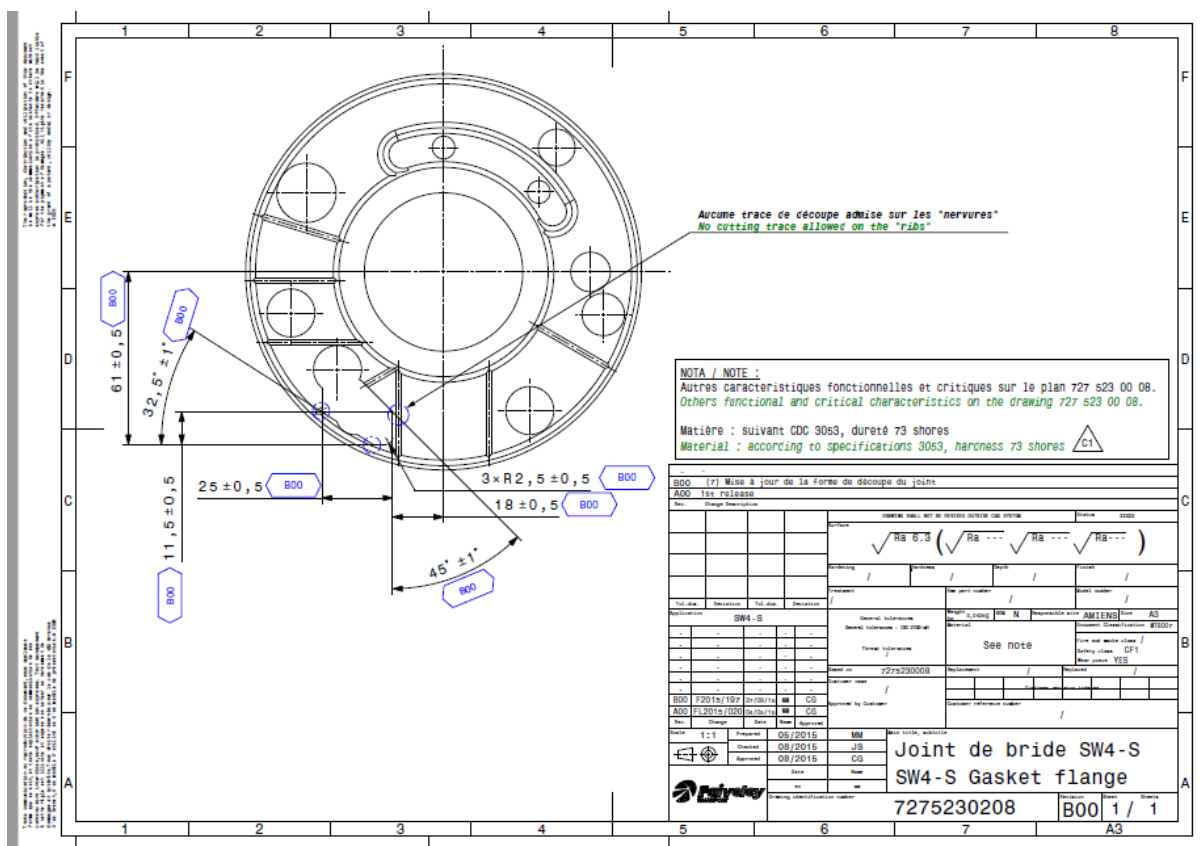


Slika 21. Popis kočione opreme u skladištu (Izvor slike: AIN)



Slika 22. Rasporednici izuzeti s vagona serije Tangpps, proizvođač Wabtec (Izvor slike: AIN)

Nakon dostave dodatne tehničke dokumentacije proizvođača kočione opreme tvrtke Wabtec, navedeno odstupanje između brtvenog elementa i samog dosjeda na rasporedniku je sukladno nacrtima proizvođača rasporednika (Slika 22.a).



Slika 22.a Nacrt gumene brtve (Izvor slike: Wabtec)

Dan 15.12.2023. pruga M202 mjesto nesreće dodatno izuzimanje opreme

Dana 15.12.2023. godine na pruzi oznake M202 izuzeto je s 1. vagona kutni ventil ispod rasporednika i dvije zračne poluspojke, a koje su također izuzete i s vozne lokomotive broj 91 81 1116 028-2. Također obavljeno je ispitivanje prolaznosti kočne instalacije na lokomotivama pomoću preko vozila za posebne namjene, prolaznost je bila ispravna.

Dan 19.12.2023. kolodvor Zagreb Ranžirni kontrolno vaganje

Dana 19.12.2023. godine u kolodvoru Zagreb Ranžirni na vagonskoj vagi tipa „LIBELA ELSI“ obavljen je postupak kontrolnog vaganja 11 preostalih vagona (promijenjenog sastava od 30 vagona) serije Tagnpps iz vlaka broj 81218 u kolodvoru Moravice, a s ciljem da se ustanovi da li je možda došlo do preopterećenja vagona prilikom utovara tereta (kukuruza). Nakon obavljenog mjerenja utvrđeno je da su sve odvage u skladu s propisima.

Dani (04., 05., 16. i 18.01.2024.) kolodvor Zagreb Ranžirni ispitivanje kočnica 11 vagona

Tijekom (dana 04., 05., 16. i 18.) siječnja 2024. godine provodio se postupak ispitivanja ispravnosti kočionog sustava na 11 vagona serije Tagnpps u ovlaštenoj radionici OV – Održavanje vagona d.o.o. iz Zagreba, a sve sukladno objavi UIC 543-1. Nakon obavljenog testiranja na probnici prema dobivenim mjernim listama i dijagramima, utvrđena su određena odstupanja od referentnih vrijednosti na 8 od ukupno 11 vagona i temeljem izmjerenih vrijednosti u programu za ispitivanje test kočionog sustava nije zadovoljavao propisane vrijednosti.

Nadalje tijekom provođenja ispitivanja primijećena su određena odstupanja (različitosti) u dimenzijama instalacije sustava glavnog zračnog voda (GZV) na vagonima serije Tangpps.

Vezano za različitost promjera cijevi vlasnik vagona dostavio je dokumentaciju i potvrdu tijela za ocjenu sukladnosti. Promjer cijevi zračnog voda sukladni su TSI WAG koji propisuje da cijevi koje prolaze kroz vagon moraju biti 1 ¼". TSI WAG ne specificira ništa o krajevima cijevi koji se nalaze na čelima vagona gdje se nalaze i priključna crijeva (poluspojke) koje su na predmetnim vagonima promjera 1" što je sukladno Normi NF EN 15807. Poluspojke na čelu lokomotiva su isto promjera 1". Navedeno suženje cijevi nije moglo utjecati na rad zračnog odnosno kočionog sustava.

Vagon je certificiran u skladu s primjenjivim standardima i pravilima te je vagon ispravno označen oznakom TEN GO.

Dana 11.01.2024. pruga Zagreb Resnik – Zagreb Žitnjak probna vožnja 11 vagona

Dana 11.01.2024. godine na pruzi oznake M401 između kolodvora Zagreb Resnik - Zagreb Žitnjak obavljena je probna vožnja 11 vagona serije Tangpps sa ciljem mjerenja dužina zaustavnih puteva, a sve sukladno postupcima propisanim u objavi UIC 544-1. Provedene su vožnje na ravničarskoj pruzi, pri brzinama od 90 km/h (dvije probe), 60 km/h (dvije probe) i 40 km/h (tri probe), izmjerene vrijednosti zaustavnih puteva su nešto više od propisanih iz objave UIC 544-1.

Dana 12.01.2024. kolodvor Zagreb Ranžirni, mjerenja GZV

Dana 12.01.2024. godine obavljena su mjerenja dimenzija (promjera) cijevi instalacije GZV na vagonu broj 33 84 0764 487-5, te su izmjerene sljedeće dimenzije promjera cijevi GZV cijev većeg promjera $\varnothing$ 42,5/ $\varnothing$ 35,5 mm i cijev manjeg promjera $\varnothing$ 34,0/ $\varnothing$ 25,0 mm, iste se dimenzije odnose i na preostalim 10 vagona. Cijev manjeg promjera $\varnothing$ 34,0/ $\varnothing$ 25,0 mm izmjerena je na spojnim elementima GZV i to na područjima oko prolaska preko čeone grede.

Dana 15.01.2024. kolodvor Zagreb Ranžirni, ispitivanje prolaznosti GZV

Dana 15.01.2024. godine obavljeno je ispitivanje prolaznosti GZV na 11 vagona s metalnom kuglicom promjera $\varnothing$ 20 mm, prolaznost je bila uspješna i sukladna propisanom vremenskom trajanju.

Ispitivanje izuzetih kompozitnih kočionih umetaka

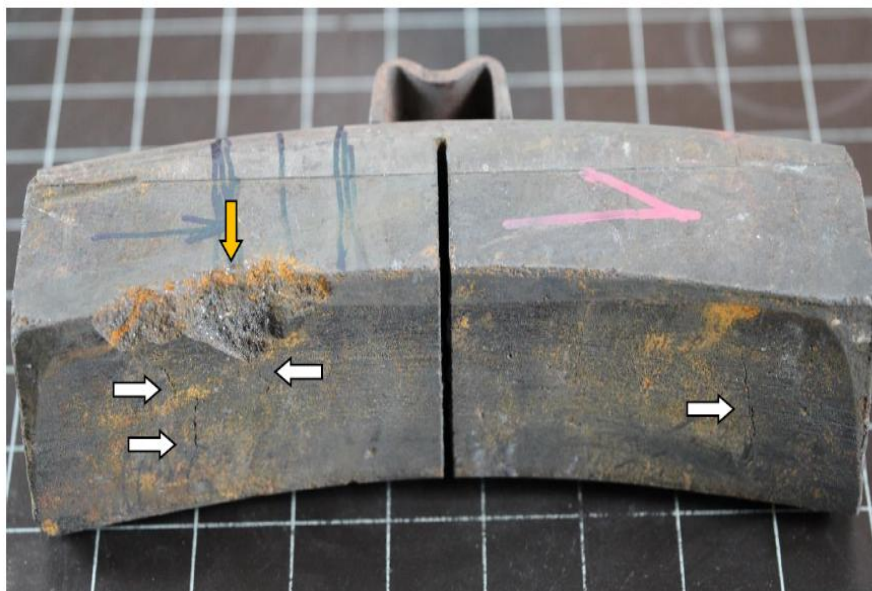
U cilju ispitivanja svojstva ugrađenih kompozitnih kočionih umetaka (Slike 23. i 24.) na vagonima serije Tagnpps dana 19.03.2024. godine zatražene su usluge Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, Laboratorij za materijalografiju.

Za potrebe ispitivanja dana 12.03.2024. godine zatražena je referentna dokumentacija od proizvođača (Millet) i vlasnika vagona (Atir Rail) u svezi ugrađenih kočionih umetaka Cosid C810 oznake K proizvođača COFREN S.A.S., a sve u cilju kako bi se mogli usporediti dobiveni rezultati prilikom ispitivanja. Tražena dokumentacija nije dostavljena.

Ispitivanja su provedena sukladno normi EN 16452:2015+A1:2019 (Railway applications – Braking – Brake blocks), nadalje obavljena su ispitivanja strukture i tvrdoće materijala.

Analizom strukture kočnih papuča 1 i 1A vidljiva su mehanička oštećenja tj. otkrhuća materijala na kontaktnim površinama obje papuče. Prema informacijama od naručitelja do tih oštećenja je došlo tijekom nesreće i nisu posljedica upotrebe papuča. Uz ta oštećenja, na tarnim površinama obje papuče se mogu uočiti i pukotine u materijalu. Usporedbom uočenih oštećenja na papučama 1 i 1A s nedozvoljenim mehaničkim oštećenjima prema HRN EN 16452:2020 Željeznički sustav – Kočenje – Kočni umeci nisu pronađena nedozvoljena oštećenja papuča.

Analizom mikrostrukture materijala kočnih papuča 1 i 1A u poprečnom presjeku nisu uočene razlike u strukturi uz kontaktnu površinu papuče, u sredini i uz noseću ploču papuče. Mikrostruktura je homogena i jednolična po cijelom presjeku. Mjerenjem tvrdoće materijala papuča u poprečnom presjeku vidljivo je da je materijal nešto tvrdi uz kontaktnu površinu i uz noseću ploču, dok je u sredini papuča nešto mekša. Tvrdoća papuče 1A je nešto veća od papuče 1.



Slika 23. Tarna (kontaktna) površina kočionog umetka oznake 1 (Izvor slike: FSB,AIN)



Slika 24. Mikrostruktura kočionog umetka oznake 1 uz tarna (kontaktnu) površina
(Izvor slike: FSB, AIN)

Ispitivanje izuzete kočione opreme

AIN je u suradnji s uključenim željezničkim prijevoznikom i upraviteljem infrastrukture u razdoblju od siječnja do travnja mjeseca 2024. godine kontaktirao nekoliko stručnjaka i ovlaštenih institucija navedenih na stranicama UIC (s područja Njemačke, Slovačke, Češke i Italije), međutim od svih su dobivene informacije da nisu u mogućnosti obaviti tražena ispitivanja zbog tehničkih problema na ispitnim stanicama ili zbog već prethodno dogovorenih ispitivanja.

Komunikacija s istražnim tijelima željezničkih nesreća članica EU

AIN je dana 18.01.2024. godine zatražio povratnu informaciju od ostalih istražnih tijela članica EU u svezi sudjelovanja teretnih vagona serije Tagnpps u ozbiljnim nesrećama i nesrećama u natrag godinu dana.

Neposredno nakon slanja upita zaprimljena je povratna elektronička pošta od strane istražnog tijela Republike Češke, da se na području kolodvora Češka Trebova dana 03.12.2023. godine dogodila ozbiljna nesreća teretnog vlaka broj PN 54812 koji je u svom sastavu imao isto vagone serije Tagnpps.

AIN i istražno tijelo Češke su tijekom trajanja istražnih radnji razmjenjivali informacije o mogućim uzrocima nastanka predmetnih nesreća, te do trenutka izdavanja ovog Nacrta istražno tijelo Češke nije još zaključio svoju istragu.

Dokument tvrtke ATIR Rail upućen radionici za održavanje teretnih vagona na području Republike Hrvatske

Tijekom obavljanja istražnih radnji na ispitivanju vagona serije Tangpps u jednoj od radionica tijekom siječnja 2024. godine zaprimili smo niže navedeni dokument (Slika 25. i 26.) tvrtke ATIR Rail u svezi mogućih neurednosti oko rada kočionog cilindra, a vezano uz protočnost zraka kroz instalaciju kočione opreme.

Prethodni dokument dostavljen je ovlaštenoj radionici za održavanje vagona na području Republike Hrvatske tijekom mjeseca listopada 2023. godine, a povezan je bio s vagonom serije Tangpps broj 33 84 076 44xx-x.

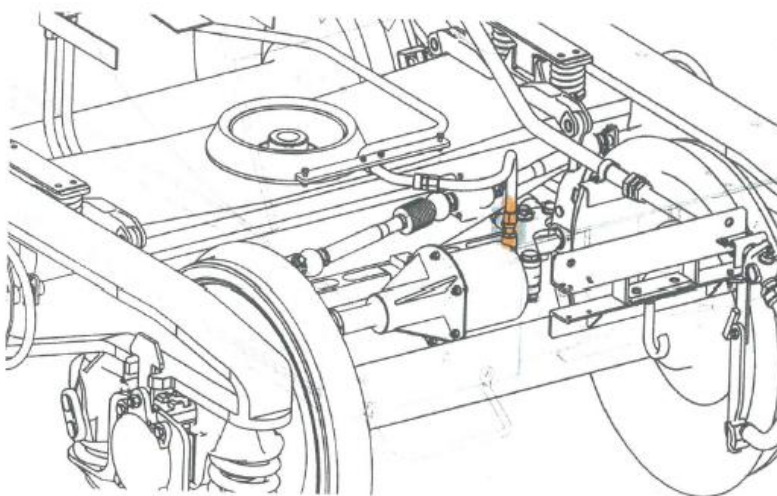
There is one more ask from our side.

Could you please check the below marked (in yellow) air hose ?

We've heard about some cases where during the assembly, the manufacturer have forgotten to take off a plug (like on attached photo), what caused that air didn't pass correctly to the brake cylinder.

Please check it and make a photo for us, so we can confirm that it's fine in that case.

Thank you in advance !



Best regards,

**ATIR
RAIL**

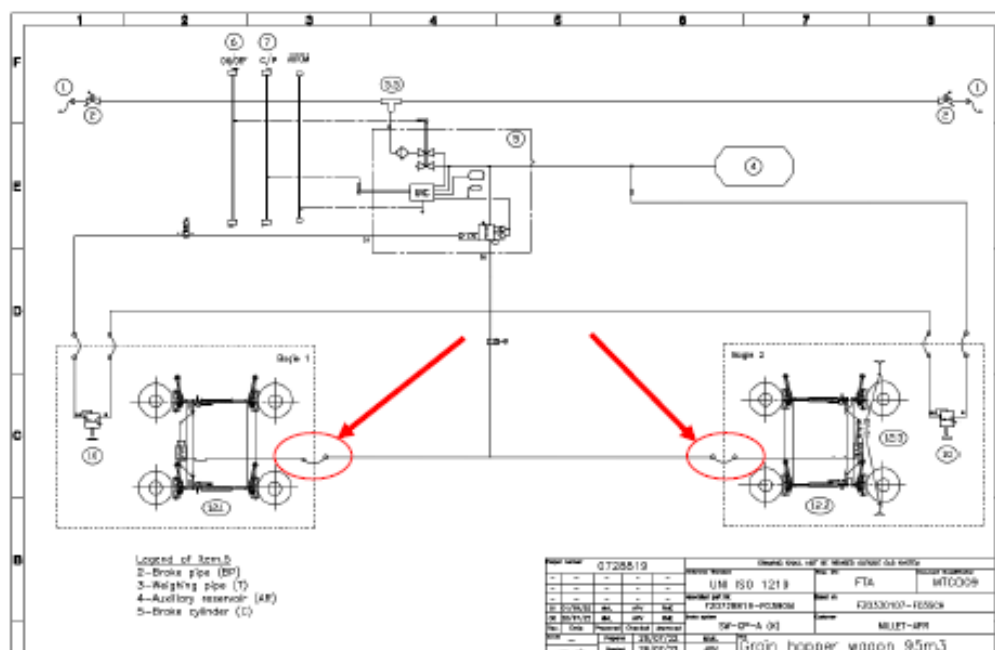
Slika 25. Scan dokumenta tvrtke ATIR Rail – označeno narančasto (Izvor slike: AIN)



Slika 26. Primjer moguće zaostale gumene zaštite (Izvor slike: ATIR Rail)

Vlasnik vagona ATIR RAIL dostavio je dokumentaciju o gore navedenoj mogućoj zaostaloj gumenoj zaštiti, da su bili obaviješteni od strane proizvođača vagona MILLET AFR da postoji mogućnost da se prilikom montaže na pojedinoj kočionoj opremi postolja vagona serije Tagnnps nije uklonila gumena zaštita. Po dobivenoj obavijesti provjerili su sve vagone koji su identificirani da se na njima to moglo dogoditi i uklonili potencijalni problem. Također su naveli i dostavili nacrt zračnih vodova, da su gumene zaštite većih promjera od promjera cijevi na kočionoj opremi postolja te da kao takve nisu mogle doći u GZV (Slika 26.a).

Obzirom da moguće zaostale gumene zaštite nisu mogle doći u GZV smatramo da su iste mogle utjecati na rad pojedinih elemenata kočionog sustava unutar okretnih postolja vagona.



Slika 26.a Shema kočionog sustava (Izvor slike: Wabtec)

4. ANALIZA IZVANREDNOG DOGAĐAJA

4.1. Uloge i dužnosti

4.1.1. Željeznički prijevoznici i/ili upravitelji infrastrukture

Iz Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj 63/20), koji se primjenjivao i važio u vrijeme nastanka navedene nesreće, navodimo sljedeće bitne dijelove:

Održavanje i unapređenje sigurnosti željezničkog sustava

Članak 21.

(1) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici, u okviru svoje djelatnosti, odgovorni su za sigurnost željezničkog sustava Europske unije i za upravljanje povezanim rizicima.

(2) Upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici dužni su provoditi mjere potrebne za upravljanje rizicima, primjenjivati pravila Europske unije i nacionalna pravila te uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću u skladu s ovim Zakonom.

Način odvijanja i upravljanja željezničkim prometom

Članak 92.

(1) Upravitelj infrastrukture i željeznički prijevoznik, u skladu sa svojim nadležnostima, odgovorni su za sigurno odvijanje željezničkoga prometa i upravljanje željezničkim prometom u skladu s odredbama ovoga Zakona i izravno primjenjivim propisima Europske unije, posebno s TSI-em za podsustav »odvijanje prometa i upravljanje prometom«.

(2) Upravitelj infrastrukture i željeznički prijevoznik odgovorni su da njihovi radnici koji neposredno sudjeluju u odvijanju željezničkog prometa, uključujući vanjsko ugovoreno osoblje, obavljaju poslove na propisan i siguran način.

Iz Pravilnika o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim promet („Narodne novine“, broj 107/16), koji se primjenjivao i važio u vrijeme nastanka navedene nesreće, navodimo sljedeće bitne dijelove:

V. PRAVILA O KOČENJU

Opće odredbe o kočenju

Članak 35.

(1) Vlak mora biti kočen kočnicama u neprekinutom sustavu kočenja automatskim zračnim kočnicama, tako da se kočnicama u svim vozilima istovremeno upravlja iz vodećeg vozila, a kočnice se mogu staviti u djelovanje i s pojedinih vozila u vlaku te djeluju automatski kada se vlak raskine (u daljnjem tekstu: automatske kočnice).

(2) Vlak se uz automatske kočnice može dodatno kočiti još i elektromagnetnim (u daljnjem tekstu: Mg), elektrodinamičkim (u daljnjem tekstu: E), hidrodinamičkim (u daljnjem tekstu: H) i drugim kombinacijama kočnica.

Članak 36.

(1) Kod svakog vlaka mora se osigurati toliko ispravnih i djelatnih automatskih kočnica da od ukupne mase vlaka bude kočen najmanje onaj dio koji je potreban da se vlak može zaustaviti na duljini propisanog zaustavnog puta.

(2) Zaustavni put određuje se ovisno o dopuštenoj infrastrukturnoj brzini, organizaciji prometa i karakteristikama pruge za svaku prugu odnosno pružnu dionicu.

(3) Upravitelj infrastrukture dužan je objaviti u voznom redu podatke o potrebnim postotcima kočenja za svaki vlak, koje koristi prijevoznik kako bi osigurao nužnu učinkovitost kočenja vlaka.

Probe kočenja

Članak 39.

(1) Na vlaku se obavlja provjera ispravnosti automatskih kočnica i drugih kočnica ako se te kočnice uračunavaju u stvarnu kočnu masu (u daljnjem tekstu: SKM). Proba kočenja obavlja se i na manevarskim sastavima i pružnim vozilima.

(2) Vrste proba kočenja su:

a) A – potpuna proba kočenja kod koje se provjerava kočenje i otkočivanje kočnica svih kočenih vozila u vlaku

b) B – pojedinačna proba kočenja kod koje se provjerava kočenje i otkočivanje kočnica svakog kočenog vozila dodanog vlaku

c) C – priključna proba kočenja kod koje se provjerava kočenje i otkočivanje kočnice prvog kočenog vozila koje se nalazi iza mjesta razdvajanja odnosno kvačenja za vlak; na motornim garniturama pri tome se provjerava kočenje i otkočivanje kočnice na prvom postolju do upravljačnice u smjeru vožnje vlaka i

d) D – proba prolaznosti glavnog zračnog voda kod koje se provjerava kočenje i otkočivanje kočnice posljednjeg kočenog vozila u vlaku.

(3) Probe kočenja B, C i D zajednički se nazivaju skraćenim probama kočenja.

(4) Probu kočenja obavljaju strojovođa i drugi stručno osposobljeni izvršni radnik. Na vlaku za prijevoz putnika sastavljenom od jedne ili više motornih garnitura, probu kočenja obavlja strojovođa samostalno. Ako se potpuna proba kočenja obavlja stabilnim postrojenjem, istu na svim vlakovima obavlja drugi stručno osposobljeni izvršni radnik samostalno.

Dužnosti strojovođe

Članak 46.

Strojovođa je odgovoran za ispravnost kočnice vučnog vozila i ne smije pokrenuti vlak dok nije obavljena proba kočenja i dok nije preuzeo popratne isprave vlaka.

Članak 47.

(1) Strojovođa se mora osobno uvjeriti u to da je vučno vozilo ispravno zakvačeno i priključeno za prvi vagon, a kod zaprežne lokomotive za voznu lokomotivu.

(2) Ako kod lokomotive odnosno motorne garniture dođe do promjene strojovođinog upravljačkog mjesta, vlak se osigurava aktiviranjem automatske kočnice te isključivanjem kočnika na upravljačkom mjestu koje se više neće upotrebljavati.

Članak 48.

- (1) Za zaustavljanje vlaka primjenjuje se postupno kočenje, pri čemu se vlak na željenom mjestu zaustavlja postupnim ispuštanjem zraka iz glavnog zračnog voda.
- (2) Kada se vlak zbog nepredviđene situacije mora zaustaviti na najkraćem mogućem putu kočenja, primjenjuje se brzo kočenje.
- (3) Strojovođa je dužan za vrijeme vožnje provjeriti učinak automatskih kočnica primjenom prvog stupnja kočenja u sljedećim slučajevima:
 - a) nakon polaska vlaka iz polaznog kolodvora odnosno iz kolodvora gdje je došlo do izmjene sastava ili kočenja vlaka, i to na prvom pogodnom mjestu (to ne vrijedi za motorne vlakove) ili
 - b) za vrijeme nepogodnih vremenskih prilika kod kojih može doći do stvaranja leda na dijelovima kočnica kod dulje vožnje bez zaustavljanja.
- (4) Za reguliranje brzine vlaka u prvom redu koristi se dinamička kočnica.
- (5) Uporaba direktne kočnice vučnog vozila dopuštena je:
 - a) pri manevriranju
 - b) kada vučno vozilo vozi kao lokomotivski vlak
 - c) za reguliranje brzine vlaka i
 - d) za osiguravanje vučnog vozila od samopokretanja.
- (6) Kada se vlak koji je kočen automatskim kočnicama zaustavi u službenom mjestu ili na otvorenoj pruzi, isti mora biti zakočen automatskom kočnicom.

Uvrštavanje vagona i izbor vrste kočnice u teretnim vlakovima

Članak 58.

- (1) Teretni vlakovi koče se kočnicama brzog djelovanja.
- (2) U teretni vlak brzine do 100 km/h kočen kočnicama P, mogu se iznimno dodavati vagoni s kočnicama G, i to do trećine broja vagona s kočnicama P.
- (3) U teretni vlak mogu se dodati vagoni bez kočnica koji imaju samo glavni zračni vod, ali ukupno do najviše 8 osovina.
- (4) Kao kočna masa teretnih vagona sposobnih za brzine do 120 km/h s automatskom kontinuiranom promjenom kočne sile uzima se njihova ukupna masa, ali ne više od napisane vrijednosti kočne mase na vagonima.
- (5) Mjenjač vrste kočnice lokomotive postavlja se u sljedeći položaj:
 - položaj G u teretnim vlakovima kočenima P kočnicama koji voze brzinama manjima od 100 km/h, a ukupna masa im je veća od 500 tona
 - položaj P odnosno R/P na lokomotivama koje nemaju posebnu oznaku za R (za uračunavanje u SKM uzima se kočna masa za P kočnicu):
 - a) u teretnim vlakovima ukupne mase do najviše 500 tona koji su kočeni P kočnicama, bez obzira na brzinu
 - b) u teretnim vlakovima koji voze brzinom od 100 do 120 km/h i
 - c) na potiskivalici.

Iz Prometnog pravilnika (Pravilnik HŽI-2) od 10.12.2017., koji se primjenjivao i važio u vrijeme nastanka navedene nesreće, navodimo bitne dijelove:

Vrste kočenja

Članak 90.

- (1) Automatskom kočnicom mogu se izvoditi sljedeće vrste kočenja:
 - postupno kočenje; to kočenje ostvaruje se smanjivanjem zračnoga tlaka u glavnome zračnom vodu stavljanjem ručice kočnika u položaj za potpuno kočenje; početno smanjenje tlaka u glavnome zračnom vodu ne smije biti manje od 0,5 bara;
 - potpuno kočenje; to kočenje ostvaruje se smanjivanjem zračnoga tlaka u glavnome zračnom vodu

za 1,4 do 1,6 bara, čime se postiže maksimalni tlak u kočnome cilindru;

- brzo kočenje; to kočenje ostvaruje se potpunim ispuštanjem zraka iz glavnoga zračnog voda stavljanjem ručice kočnika u položaj za brzo kočenje; tako se postiže najjače kočno djelovanje u najkraćem vremenskom periodu;
- kočenje u slučaju opasnosti; to kočenje ostvaruje se potpunim ispuštanjem zraka iz glavnoga zračnog voda i to kočnicom za slučaj opasnosti, slavinom za slučaj opasnosti ili čelnom slavinom;
- prinudno kočenje.

(2) Prinudno kočenje ostvaruje se bez uporabe kočnika, i to ispuštanjem zraka iz glavnoga zračnog voda:

- zbog djelovanja uređaja za kontrolu strojovođine budnosti,
- zbog djelovanja autostop-uređaja,
- zbog kočenja radiodispečerskim uređajem (u daljnjem tekstu: RDU),
- nakon raskidanja vlaka i
- nakon pucanja glavnoga zračnog voda.

Zračni vodovi i čelne slavine

Članak 91.

(1) Djelovanje automatske kočnice uzduž cijeloga vlaka ostvaruje se preko glavnoga zračnog voda. Spajanje glavnih zračnih vodova svih vozila u vlaku ostvaruje se kočničkim spojnicama odnosno njihovim spojnim glavama s prstenastim brtvama.

(2) Radni tlak glavnoga zračnog voda iznosi 5 bara i rabi se isključivo za automatsku kočnicu vlaka.

(3) Čelne slavine glavnoga zračnog voda crvene su boje. One omogućuju spajanje glavnoga zračnog voda svih vozila koja ulaze u sastav jednoga vlaka ili izdvajanje vozila iz te veze, čime se glavni zračni vod prekida. Čelne slavine ugrađene su na čelnim stranama vozila i imaju ručicu koja se okreće u vertikalnoj ravnini, a njezini položaji znače sljedeće:

- ako je ručica usmjerena u smjeru glavnoga zračnog voda, onda je prolazak zraka kroz glavni zračni vod slobodan (slika 2a),
- ako je ručica u vertikalnom položaju okrenuta prema gore, onda je prolazak zraka kroz glavni zračni vod zatvoren (slika 2b).

(4) Ako su vozila opremljena i zračnim vodom za napajanje (napojni vod), ogranci toga voda na čelu vozila nalaze se na većoj udaljenosti od uzdužne osi vozila u odnosu na ogranke glavnoga zračnog voda. Na cilindričnom dijelu spojne glave napojnoga zračnog voda reljefno je odliven križ, a čelna slavinna i glava obojene su bijelom do žutom bojom.

Uvrštavanje vagona i izbor vrste kočnice u teretnim vlakovima

Članak 120.

(1) Teretni vlakovi koče se kočnicama brzog djelovanja.

(2) U teretni vlak brzine do 100 km/h kočen kočnicama P, mogu se iznimno dodavati vagoni s kočnicama G, i to do trećine broja vagona s kočnicama P.

(3) U teretni vlak mogu se dodati vagoni bez kočnica koji imaju samo glavni zračni vod, ali ukupno do najviše 8 osovina.

(4) Kao kočna masa teretnih vagona sposobnih za brzine do 120 km/h s automatskom kontinuiranom promjenom kočne sile uzima se njihova ukupna masa, ali ne više od napisane vrijednosti kočne mase na vagonima.

(5) Mjenjač vrste kočnice lokomotive postavlja se u sljedeći položaj:

- položaj G u teretnim vlakovima kočenima P kočnicama koji voze brzinama manjima od 100 km/h, a ukupna masa im je veća od 500 tona
- položaj P odnosno R/P na lokomotivama koje nemaju posebnu oznaku za R (za uračunavanje u SKM uzima se kočna masa za P kočnicu):

a) u teretnim vlakovima ukupne mase do najviše 500 tona koji su kočeni P kočnicama, bez obzira na brzinu

b) u teretnim vlakovima koji voze brzinom od 100 do 120 km/h i

c) na potiskivalici.

Iz Uputa o kočenju vlakova RCCC (vrijedi od 01.01.2022. godine), koje su se primjenjivale i važile u vrijeme nastanka navedene nesreće, navodimo sljedeće bitne dijelove:

5. Rad i korištenje kočnica

5.1 Zračne kočnice

5.1.1 Neizravne zračne kočnice

Neizravnim zračnim kočnicama obavlja se: početni stupanj kočenja, postupno kočenje i otkočivanje, ubrzano punjenje GZV-a i ubrzano otkočivanje, potpuno kočenje, brzo kočenje, prisilno kočenje u slučaju opasnosti.

Početni stupanj kočenja postupak je s ručicom kočnika u kojem se radni tlak zraka u GZV-u brzo smanjuje za 0,5 bara.

Postupno kočenje i otkočivanje postupak je s ručicom kočnika u kojem se radni tlak zraka u GZV-u postupno smanjuje ili povećava između tlaka zraka početnog i završnog kočenja.

Završno kočenje postupak je s ručicom kočnika u kojem se pravilni radni tlak zraka u GZV-u smanjuje za 1,5 bar, pri čemu tlak zraka u kočnim cilindrima iznosi najviše 3,8 bara.

Ubrzano punjenje GZV-a i ubrzano otkočivanje aktivira se valom zraka u GZV-u tlaka većeg od 5 bara. Pritom strojovođa mora pravovremeno zaustaviti ubrzano punjenje GZV-a i ubrzano otkočivanje kako ne bi došlo do prepunjenosti GZV-a.

Brzo kočenje aktivira se brzim pražnjenjem GZV-a pomicanjem ručice kočnika u položaj „Brzo kočenje”. Prisilno kočenje aktivira se automatski, bez korištenja kočnika, brzim pražnjenjem zraka iz GZV-a, zbog: aktivacije alarma na vučnom vozilu, aktivacije AS-a ili drugog sigurnosnog uređaja na vučnom vozilu, raskinuća vlaka, aktiviranja detektora iskliznuća, nedostatka ili kvara na GZV-u.

Kočenje u slučaju opasnosti aktivira se naglim pražnjenjem zraka iz GZV-a, otvaranjem otvora, slavine ili središnje slavine na GZV-u, koji su posebno označeni i lako dostupni korisnicima. Ovaj način kočenja koriste željeznički djelatnici i putnici, odnosno druge osobe samo u slučaju opasnosti.

9. Probe kočenja

9.1. Uvodne odredbe o probi kočenja

9.1.2 Djelatnici i oprema kod probe kočenja

Probu kočenja obavljaju radnici sa stečenim kompetencijama za obavljanje probe kočenja. Probe kočenja vlakova s vagonima mogu se obaviti s lokomotivama, motornim vozilima za posebne namjene ili stabilnim postrojenjem. Probe kočenja stabilnim postrojenjem obavljaju radnici osposobljeni za rukovanje stabilnim postrojenjem.

9.1.4 Komunikacija prilikom probe kočenja

Tijekom probe kočenja, djelatnici moraju komunicirati izravno, usmeno i/ili signalnim znakovima za potrebe izvođenja probe kočenja, sukladno odredbama Pravilnika o signalima i signalnim znacima.

10. Obavljanje probe kočenja vlaka

10.1 Općenito o izvođenju probe kočenja vlaka

Vrste probe kočenja i zahtjevi nakon izvođenja pojedinačne vrste probe kočenja propisani su nacionalnim Pravilnikom o načinu i uvjetima za obavljanje sigurnog tijeka željezničkog prometa.

10.3 Potpuna proba kočenja A automatskih zračnih kočnica vlakova s vagonima

Kod A probe kočenja koristi se kočnik na lokomotivi kojim će strojovođa kočiti tijekom vožnje vlaka ili se vlak priključuje na stabilno postrojenje. GZV vlaka puni se zrakom primjenom kočnika, a punjenje se

može izvršiti pomicanjem ručice kočnika u položaj „vožnja“ ili u položaj „punjenje“ visokotlačnim nabojem punjenja (ako to dozvoljava vrsta kočnice). Pritom se GZV ne smije prepuniti iznad radnog tlaka zraka od 5 bara. Strojovođa mora nadgledati punjenje GZV-a promatranjem manometra. Strojovođa mora obavijestiti ovlaštenog radnika o eventualnom presporom ili prebrzom punjenju GZV-a na propisan radni tlak zraka s obzirom na vrstu i dužinu vlaka. Nakon punjenja GZV-a potrebnim radnim tlakom zraka, ovlašteni radnik obilazi vlak s obje strane i utvrđuje:

- ispravnost priključenja u glavni zračni vod;
- uključenost svih rasporednika (osim kod vagona koji imaju isključenu i olistanu kočnicu);
- otkočenost svih vozila;
- otkočenost svih ručnih kočnica (osim onih koje su aktivirane zbog osiguravanja od samopokretanja);
- ispravnost položaja mjenjača vrste i sile kočenja;
- postoje li nezabrtvljena mjesta (sluhom);
- debljinu kočnih papuča i kočnih umetaka;
- eventualna mehanička oštećenja;
- uključivanje brzača pražnjenja glavnog zračnog voda;
- ispravnost spajanja vlaka;
- ispravnost garniture s obzirom na razliku u visini osovina susjednih odbojnika;
- jesu li na vagonima s R kočenjem s dva stupnja tlaka kazaljke manometra u osnovnom položaju;
- jesu li stražnji odbojnici stražnjeg vozila u vlaku pouzdano zaštićeni od ispadanja;
- stanje detektora iskliznuća i njihovih pokazivača na teretnim vagonima.

Nakon pregleda i otklanjanja eventualnih nedostataka iz prethodnog stavka, potrebno je provjeriti brtvljenje vlaka. Proba zaptivenosti GZV-a vlaka znači provjeru snižavanja tlaka zraka u GZV-u u određenom razdoblju. Prije početka probe zaptivenosti, u GZV-u mora biti propisan radni tlak od 5,0 bara, a puštanje zraka u njega zbog eventualnih gubitaka nije moguće.

Prilikom probe brtvljenja, od trenutka pomicanja ručice kočnika u položaj »neutralno«, odnosno prestanka dopunjavanja zraka u GZV, u njemu se ne smije sniziti tlak za više od 0,3 bara u 1 minuti kod putničkih vlakova i 0,4 bara u 1 minuti kod teretnih vlakova. Ukoliko zabrtvljenost GZV-a nije u propisanim granicama, potrebno je ukloniti kvar brtvljenja na vozilu ili ukloniti vozilo iz vlaka. Nakon što se utvrdi propisana zabrtvljenost GZV-a vlaka, vlak je potrebno zakočiti na način da se brzim pomicanjem ručice kočnika u položaj »početni stupanj kočenja« snižava tlak zraka u GZV-u za 0,5 bara i tako održava tijekom cijelog vremena trajanja probe kočenja. Kod vanjskih temperatura zraka nižih od -15 °C, potrebno je kod početnog stupnja kočenja sniziti tlak zraka u GZV-u za 0,8 bara. Nakon zavođenja početnog stupnja kočenja, ovlašteni radnik će utvrditi funkcionalnost kočnice:

- laganim udaranjem čekićem po kočnim papučama od lijevanog željeza;
- potiskivanjem kočnih papuča od kompozitnog materijala
- pregledom pokazivača stanja kočnica »zakočeno – otkočeno« na vagonima koji ih imaju ili
- promatranjem hoda klipova kočnih cilindara;

Udaranjem i pritiskanjem kočnih papuča provjerava se da li kočne papuče nasjedaju ispravno i dovoljno čvrsto na kotrljajnu površinu kotač.

10.5 Skraćene probe kočenja B, C i D automatskih zračnih kočnica vlakova s vagonima

Kod B, C i D probe automatskih zračnih kočnica vlaka s vagonima, potrebno je postupati na isti način kao i kod A Probe ovih kočnica s obzirom na vagone, odnosno vozila na kojima se provode ove probe kočenja.

10.6 Probe kočenja motornih vlakova

Nakon povezivanja dva ili više motorna vlaka kod kojih je već obavljena potpuna proba kočenja potrebno je obaviti samo C probu kočenja kod spajanja. C proba kočenja kod spajanja dva ili više

motorna vlaka opremljenih elektroničko kompjuterskom dijagnostikom probe kočenja, probu kočenja obavlja strojovođa samostalno korištenjem ovog uređaja. Skraćena C i/ili D proba kočenja kod sastavljanja motornih vlakova sastavljenih od dva ili više motorna vlaka koji nisu opremljeni elektroničko-kompjuterskom dijagnostikom probe kočenja obavlja strojovođa ili strojovođa i pregledač. Ovlašteni radnik provjerava kočenje i otkočivanje vozila iz mjesta pričvršćivanja. Ovlašteni radnik u ovom slučaju može biti:

- ovlašteni radnik vagona,
- pomoćnik strojovođe,
- vođa vlaka,
- konduktar ili
- strojovođa.

Prilikom promjene upravljačkog položaja i odvajanja, skraćena proba kočenja na pružnim vozilima i motornim garniturama provodi se u vozačevoj kabini iz koje će se upravljati vozilom, odnosno vlakom, samo promatranjem manometara GZV-a i kočnih cilindara.

10.7.3 Izvještavanje o uspješnosti izvedene probe kočenja

Neposredno nakon završetka probe kočnice, ovlašteni radnik mora obavijestiti strojovođu o uspješnosti probe kočenja. Signalni znak »proba kočenja završena«, kojeg daje ovlašteni radnik znači da je proba kočenja uspješno izvedena. Ovlašteni radnik nakon probe kočnice obavještava djelatnika odgovornog za izračun SKM-a vlaka o broju vagona:

- s isključenim kočnicama;
- s kočnicama koje se automatski otkoče (u roku od tri minute) nakon kočenja;
- s R kočenjem koje ne funkcionira u drugom stupnju kočenja;
- koji su natovareni i trebali bi kočiti u položaju „TOVARENO“ ili koč samo u položaju „PRAZNO“;
- čije Mg-kočnice nisu u funkciji ako bi se uzele u obzir prilikom izračuna SKM-a vlaka.

Odgovorni djelatnici iz prethodnog stavka i način obavještavanja bit će propisan poslovnikom prijevoznika.

4.1.2. Subjekt/subjekti nadležni za održavanje, radionice za održavanje i/ili bilo koji drugi pružatelj usluga održavanja

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa subjektom/subjektima nadležnim za održavanje, radionice za održavanje i/ili bilo koji drugi pružatelj usluga održavanja u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.1.3. Proizvođači željezničkih vozila ili drugi dobavljači željezničkih proizvoda

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa proizvođačima željezničkih vozila ili drugih dobavljača u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.1.4. Nacionalna tijela nadležna za sigurnost i/ili Agencija Europske unije za željeznice

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa tijelima nadležnim za sigurnost u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.1.5. Prijavljena tijela, imenovana tijela i/ili tijela za procjenu rizika

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa prijavljenim tijelom, imenovanim tijelom i/ili tijelom za procjenu rizika u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.1.6. Tijela koja izdaju ovlaštenja subjektima nadležnima za održavanje

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa tijelima koji izdaju ovlaštenja subjektima za održavanje u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.1.7. Bilo koja druga osoba ili subjekt relevantni za izvanredni događaj, bez obzira na to jesu li evidentirani u jednom od odgovarajućih sustava upravljanja sigurnošću ili navedeni u registru ili relevantnom pravnom okviru

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa osobama ili subjektima koji su evidentirani u jednom od odgovarajućih sustava upravljanja sigurnošću ili navedeni u registru ili relevantnom pravnom okviru u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.2. Vozni park i tehnička postrojenja

4.2.1. Oni koji proizlaze iz konstrukcije željezničkih vozila, željezničke infrastrukture ili tehničkih postrojenja

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici koji su povezani s konstrukcijom željezničkih vozila, željezničke infrastrukture ili tehničkih postrojenja u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.2.2. Oni koji proizlaze iz ugradnje i uporabe željezničkih vozila, željezničke infrastrukture ili tehničkih postrojenja

Tijekom obavljanja istražnih radnji na ispitivanju vagona serije Tangpps u jednoj od radionica tijekom siječnja 2024. godine zaprimili smo dokument tvrtke ATIR Rail u svezi mogućih neurednosti oko rada kočionog cilindra, a vezano uz protočnost zraka kroz instalaciju kočione opreme. Prethodni dokument dostavljen je ovlaštenoj radionici za održavanje vagona na području Republike Hrvatske tijekom mjeseca listopada 2023. godine, a povezan je bio s vagonom serije Tangpps broj 33 84 076 44xx-x. Vlasnik vagona ATIR RAIL dostavio je dokumentaciju o gore navedenoj mogućoj zaostaloj gumenoj zaštiti, da su bili obaviješteni od strane proizvođača vagona MILLET AFR da postoji mogućnost da se prilikom montaže na pojedinoj kočionoj opremi postolja vagona serije Tagnnps nije uklonila gumena zaštita. Po dobivenoj obavijesti provjerili su sve vagone koji su identificirani da se na njima to moglo dogoditi i uklonili potencijalni problem. Također su naveli i dostavili nacrt zračnih vodova, da su gumene zaštite većih promjera od promjera cijevi na kočionoj opremi postolja te da kao takve nisu mogle doći u GZV (Slika 26.a).

Također, kako bi se izbjegle slične opasnosti i razvio kontinuirani sigurnosni učinak željezničkog sustava preporučeno je upravitelju infrastrukture da u roku 24 mjeseca odredi mjesta i ugradi mjerne stanice (HOT BOX) između kolodvora Drivenik – Rijeka te u roku od 36 mjeseci na temelju analize rizika

identificirati sve ostale dionice na željezničkoj mreži s povećanom opasnošću od pregrijavanja osovinskih sklopova te definirati dinamiku ugradnje mjernih uređaja na tim lokacijama.

4.2.3. Oni povezani s proizvođačima željezničkih proizvoda ili drugim dobavljačima željezničkih proizvoda

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici koji su povezani s proizvođačima željezničkih proizvoda ili drugim dobavljačima željezničkih proizvoda u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće.

4.2.4. Oni koji proizlaze iz održavanja željezničkih vozila ili tehničkih postrojenja i/ili preinaka izvršenih na željezničkim vozilima ili tehničkim postrojenjima

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici koji proizlaze iz održavanja željezničkih vozila ili tehničkih postrojenja i/ili preinaka izvršenih na željezničkim vozilima ili tehničkim postrojenjima.

4.2.5. Oni povezani sa subjektima nadležnima za održavanje, radionicama za održavanje i bilo kojim drugim pružateljem usluga održavanja

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici koji su povezani sa subjektima nadležnim za održavanje, radionicama za održavanje i bilo kojim drugim pružateljem usluga održavanja vezano za predmetnu ozbiljnu nesreću.

4.2.6. Svi ostali čimbenici ili posljedice koji se smatraju relevantnima za potrebe istrage

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni ostali čimbenici ili posljedice relevantne u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.3. Ljudski čimbenici

4.3.1. Ljudska i pojedinačna obilježja

Nakon provedene analize dostavljene dokumentacije od strane IM i RU, vidljivo je da su svi sudionici izvanrednog događaja bili zdravstveno sposobni i stručno osposobljeni za radna mjesta koja su obavljali u trenutku nesreće, te su redovito obavljali periodičku provjeru znanja.

Radno vrijeme svih uključenih radnika RU i IM sukladno je propisima.

4.3.2. Čimbenici povezani sa samim poslom

Zapisom kretanja vlaka br. 81218, te sukladno propisima o kočenju utvrđen je jedan od čimbenika da postupci kočenja u vlaku br. 81218 nakon prolaska kroz kolodvor Plase i dolaska na pad pruge nisu bili sukladni definiranom prvom stupnju kočenja što je, uz izostanak propisno obavljene probe kočenja prije pokretanja vlaka, predstavljalo odstupanje od standardnih operativnih postupaka pri rukovanju sustavom automatskih zračnih kočnica. Iz sigurnosnog razloga, preporučeno je svim željezničkim prijevoznicima i upravitelju infrastrukture da prilikom redovitog poučavanja strojnoga osoblja tijekom svake kalendarske godine ponovno obrade temu postupaka kočenja vlakova a naročito na prugama s većim padovima.

4.3.3. Organizacijski čimbenici i zadaće

Sukladno članku 39. Pravilnika o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom („Narodne novine“ broj 107/16) probu kočenja obavljaju strojovođa i drugi stručno osposobljeni izvršni radnik. U navedenoj nesreći nije osiguran drugi stručno osposobljeni izvršni radnik (osim strojovođe) kako bi proba kočenja bila obavljena na propisani način.

4.3.4. Čimbenici povezani s okolišem

Navedena ozbiljna nesreća dogodila se na pruzi oznake M202, na dionici koja je teška i zahtjevana obzirom da na istoj od sredine kolodvora Drivenik do kolodvora Škrljevo s padom pruge 26%.

4.3.5. Bilo koji drugi čimbenik koji je relevantan za potrebe istrage u prethodno navedenim točkama

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni nikakvi drugi čimbenici u vezi nastanka predmetne ozbiljne nesreće osim gore navedenih.

4.4. Mehanizmi povratnih informacija i kontrole, uključujući upravljanje rizicima i sigurnošću, kao i postupke praćenja

4.4.1. Relevantni uvjeti u pogledu regulatornog okvira

Relevantni uvjeti regulatornog okvira utvrđeni su u Uredbama Europske unije: Provedbena Uredba (EU) broj 402/2013, Direktiva (EU) 2016/798, UREDBA KOMISIJE (EU) br. 321/2013 od 13. ožujka 2013. (TSI WAG), OPĆI UGOVOR O RAZMJENI VAGONA - OUU (GENERAL CONTRACT OF USE FOR WAGONS - GCU), nacionalnim zakonima, propisima i internim aktima: Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava, Uputa o upravljanju rizicima u slučaju značajnih promjena u sustavu (HŽI-684), Uputa o upravljanju rizicima (HŽI-701), Priručnik o organizaciji i primjeni sustava upravljanja sigurnošću (HŽI-663), Upravljanje prilikama i rizicima RCCC d.o.o., Sigurnosni pokazatelji, Dnevnik opasnosti RCCC d.o.o.

Relevantni uvjeti regulatornog okvira utvrđeni su u Uredbama Europske unije: Provedbena Uredba (EU) broj 402/2013 i broj 2019/779, Direktiva (EU) 2016/798, nacionalnim zakonima, propisima i internim aktima: Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava, Uputa o upravljanju rizicima u slučaju značajnih promjena u sustavu (HŽI-684), Uputa o upravljanju rizicima (HŽI-701), Priručnik o organizaciji i primjeni sustava upravljanja sigurnošću (HŽI-663), Upravljanje izvanrednim situacijama RCCC d.o.o., Upravljanje prilikama i rizicima RCCC d.o.o., Sigurnosni pokazatelji, Dnevnik opasnosti RCCC d.o.o.

4.4.2. Postupci, metode, sadržaj i rezultati aktivnosti procjene i praćenja rizika koje provodi bilo koji od uključenih subjekata: željeznički prijevoznici, upravitelji infrastrukture, subjekti nadležni za održavanje, radionice za održavanje, drugi pružatelji usluga održavanja, proizvođači i svi drugi subjekti te izvješća o neovisnoj procjeni iz članka 6. Provedbene uredbe (EU) broj 402/2013

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa postupcima, metodama, sadržajima i rezultatima aktivnosti procjene i praćenja rizika koje provodi bilo koji od uključenih subjekata u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.4.3. Sustav upravljanja sigurnošću uključenih željezničkih prijevoznika i upravitelja infrastrukture, uključujući osnovne elemente navedene u članku 9. stavku 3. Direktive (EU) 2016/798 i svim pravnim provedbenim aktima EU-a

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa sustavima upravljanja sigurnošću uključenog željezničkog prijevoznika i upravitelja infrastrukture u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.4.4. Upravljački sustav subjekta/subjekata nadležnih za održavanje i radionice za održavanje, uključujući funkcije navedene u članku 14. stavku 3. i Prilogu III. Direktivi (EU) 2016/798 i svim naknadnim provedbenim aktima

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni čimbenici povezani sa upravljačkim sustavom subjekata nadležnih za održavanje u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.4.5. Rezultati nadzora koji su provela nacionalna tijela nadležna za sigurnost u skladu s člankom 17. Direktive (EU) 2016/798

Agencija za sigurnost željezničkog prometa provela je inspekcijski nadzor željezničkog prijevoznika RCCC dana 02. kolovoza 2023. godine i 25. listopada 2023. godine u dijelu kontrole tehničke ispravnosti vučnih vozila u tijeku putničkog i teretnog prometa na pruzi M202 Zagreb - Rijeka. Tijekom inspekcijskog nadzora nisu utvrđene neispravnosti. Prije predmetne nesreće unatrag godinu dana nije bilo nadzora željezničkog prijevoznika RCCC na dionici pruge M202 Moravice - Rijeka od strane Agencije za sigurnost željezničkog prometa.

4.4.6. Odobrenja, potvrde i izvješća o procjeni koja je izdala Agencija, nacionalna tijela nadležna za sigurnost ili druga tijela za ocjenjivanje sukladnosti

RU, RCCC, ima uspostavljen sustav upravljanja sigurnošću (SMS) temeljem kojega je dobio Jedinственu potvrdu o sigurnosti pod identifikacijskim brojem HR1020230039, izdanu od strane ASŽ i koja vrijedi do 02. svibnja 2027. godine za teretni i putnički prijevoz.

IM, HŽI, ima također uspostavljen SMS temeljem kojeg je dobio Uvjerenje o sigurnosti za upravljanje željezničkom infrastrukturom na željezničkoj mreži određenoj Izvješćem o mreži za 2024. godinu, koje vrijedi za razdoblje od 01. srpnja 2021. do 30. lipnja 2026. godine.

Potvrda tijela za ocjenu sukladnosti pod referentnim br. 2593/2/SH1/2022/RST/FR/9781-0400/V01, za navedene vagone, izdana 1. lipnja 2022. godine, a vrijedi do 31. svibnja 2032. godine.

4.4.7. Ostali sistemski čimbenici

Istragom i analizom utvrđenih činjenica i nalaza nisu utvrđeni ostali sistemski čimbenici u vezi nastanka navedene predmetne ozbiljne nesreće.

4.5. Raniji slični izvanredni događaji

Unatrag tri godine na dionici pruge oznake M202 između kolodvora Moravice i Škrlevo zabilježene su dvije nesreće s značajnijom materijalnom štetom. Dana 27.01.2021. godine u kolodvoru Meja iskliznuće vagona u sastavu teretnog vlaka broj 61019 i dana 14.11.2022. godine u kolodvoru Škrlevo sudar teretnog vlaka broj 62077 na 3. kolosijeku s grupom vagona od promijenjenog sastava teretnog vlaka broj 81278.

5. ZAKLJUČCI

5.1. Sažetak analize uzroka izvanrednog događaja

Ovo izvješće je izrađeno prema prikupljenim dokazima, dokumentima, izjavama sudionika ozbiljne nesreće, provedenim ispitivanjima opreme i analizama prometovanja vlaka broj 81218, te naknadno dostavljenoj dodatnoj dokumentaciji.

Dana 11. prosinca 2023. godine prilikom prometovanja teretnog vlaka broj 81218 (željeznički prijevoznik Rail Cargo Carrier-Croatia d.o.o.) iz smjera Moravica na pruzi oznake M202, uslijed ne kontroliranog porasta brzine i nemogućnosti zaustavljanja ispred izlaznog signala kolodvora Meja oznake D-3 (signal pokazivao „STOJ“) vlak broj 81218 nastavlja vožnju prema kolodvoru Škrlevo. Teretni vlak broj 81218 nekontrolirano nastavlja prometovati po pruzi oznake M202, te se u km 635+155 (u ravnini predsignala „PsB“ kolodvora Meja) u 08:50 sati sudara sa željezničkim vozilom za posebne namjene (TMD) u sastavu vlaka broj 70007. Nadalje, vlak broj 81218 gura TMD po pruzi u smjeru kolodvora Škrlevo, te uslijed porasta brzine dolazi do iskliznuća teretnih vagona i lokomotiva u sastavu teretnog vlaka broj 81218 u km 639+884 pruge oznake M202.

U ozbiljnoj željezničkoj nesreći nije bilo smrtno stradalih niti teže ozlijeđenih osoba, strojovođa vlaka broj 81218 zatražio je liječničku pomoć uslijed šoka i stresa, dok je nastala značajna materijalna šteta na uključenim željezničkim vozilima i na jednom dijelu pruge oznake M202.

Uzročni čimbenik predmetne ozbiljne nesreće je kombinacija povezanih događaja: postupci kočenja u vlaku br. 81218 nakon prolaska kroz kolodvor Plase i dolaska na pad pruge nisu bili sukladni definiranom prvom stupnju kočenja, što je, uz izostanak propisno obavljene probe kočenja prije pokretanja vlaka, predstavljalo odstupanje od standardnih operativnih postupaka pri rukovanju sustavom automatskih zračnih kočnica (poglavlje 3.1.7., 4.1.1.); iznos kočne sile ostvaren samo lokomotivama nije bio dovoljan za zaustavljanje vlaka tj. za smanjenje brzine (poglavlje 3.1.7.); mogući utjecaj na rad pojedinih elemenata kočionog sustava unutar okretnih postolja na uključenim vagonima u sastavu vlaka serije Tagnpps kao posljedica zaostale gumene zaštite (poglavlje 3.2.3., 4.2.2.).

Čimbenik koji doprinosi:

- teška i zahtjevna dionica pruge oznake M202 od kolodvora Drivenik do kolodvora Škrlevo sa padovima i do 26‰ (Slika 8., poglavlje 3.1.8.).

Sistemske čimbenike:

- nije osiguran drugi stručno osposobljeni izvršni radnik (osim strojovođe) kako bi proba kočenja bila obavljena na propisani način (poglavlje 4.3.3.).

5.2. Mjere koje su od tada poduzete

IM je nakon predmetne ozbiljne nesreće angažirao trgovačke subjekte kako bi se dionica pruge oznake M202 između kolodvora Meja i Škrlevo što prije raščistila i sanirala se oštećenja na pruzi, a sve kako bi ista se što ranije otvorila za prometovanje.

Uključeni RU je unutar svog Odjela za sigurnost razradio problematiku oko postupaka pripreme i vožnje vlaka u kojima su uvršteni vagoni sa kočnicom tipa „FREIN-SW-GP-A“ u Naredbi menadžmenta za sigurnost br. 1/2024 od 03. lipnja 2024. godine:

- za vlakove koji se otpremaju za odredišne kolodvore na području RH prugama sa padovima pruge do 15 ‰ dopušta se prometovanje homogenog sastava vlaka s vagonima navedenog tipa kočne opreme uz obaveznu potpunu probu kočnica u polaznom odnosno pograničnom kolodvoru,
- za vlakove koji se otpremaju za odredišne kolodvore na području RH prugama sa padovima pruge od 15 ‰ ili više ne dopušta se prometovanje homogenog sastava vlaka samo sa vagonima navedenog tipa kočne opreme i u takav vlaku smije biti uvršteno najviše 2/3 vagona sa navedenom kočnom opremom dok ostatak vlaka (minimalno 1/3) moraju biti vagoni sa drugim tipom kočne opreme uz obaveznu potpunu probu kočnica u polaznom odnosno pograničnom kolodvoru,
- za vlakove koji se otpremaju za odredišne kolodvore izvan područja RH (međunarodni vlakovi) a koji u svom sastavu imaju spomenute vagone dopušta se prometovanje vlaka u homogenom sastavu s vagonima s navedenom kočnom opremom uz obaveznu potpunu probu kočnica u polaznom odnosno pograničnom kolodvoru.

Također, u Naredbi menadžmenta za sigurnost br. 1/2024 navodi se da prilikom pokretanja vlaka u čijem sastavu su uvršteni vagoni opremljeni indirektnim zračnim kočnicama tipa „FREIN-SW-GP-A“ strojovođa mora neposredno nakon pokretanja vlaka, na prvom podesnom mjestu, zavesti kočenje smanjenjem tlaka zraka u GZV za najmanje 0,5 bara kako bi se uvjerio u funkcionalnost indirektnih zračnih kočnica vagonskog dijela vlaka.

Također, tijekom drugog ciklusa redovitog poučavanja izvršni radnici RCCC informirani su o navedenoj nesreći i donesenim mjerama u cilju sprečavanja ovakvog i sličnih događaja. U prošloj godini RCCC imao je nekoliko realiziranih prijevoza sa vagonima serije Tagnpps te su se primjenjivali kriteriji propisani Naredbom, u vlakove su uz vagone Tagnpps uvrštavali i vagone serije Uagpps. Tijekom tih prijevoza nisu zabilježene nikakve nepravilnosti po pitanju funkcionalnosti kočnih sustava.

5.3. Dodatna razmatranja

Dolaskom na mjesto izvanrednog događaja, te uvidom u razmjere oštećenja na uključenim prijevoznim sredstvima i željezničkoj infrastrukturi istražitelji AIN-a obavili su niz očevidnih radnji, koje su detaljno opisane u poglavlju 3.2.3. „Očevid“. Tijekom naknadnih očevidnih radnji provedena su razna ispitivanja i analize na uključenim prijevoznim sredstvima, ugrađenom kočionom opremom, radnim postupcima uključenih radnika, zapisima kretanja vlaka broj 81218 i analizom potrebne kočione sile za usporavanje ili zaustavljanje vlaka broj 81218.

Na intenzitet i kompleksnost provedenih očevidnih radnji na samom mjestu događaja dodatno je utjecao sam pristup mjestu događaja i značajna oštećenja na većini uključenih prijevoznik sredstava, a

koje je utjecalo na nemogućnost izuzimanja pojedinih elemenata kočione opreme na značajno uništenim vagonima serije Tagnpps.

Nadalje dolaskom na mjesto izvanrednog događaja i pregledom kočionog sustava i kočione opreme na lokomotivama uočeno da su kod istih bili vidljivi tragovi kočenja tako da se osjetio miris spaljenih feroda (koji se još osjetio i treći dan nakon nesreće) i vizualni tragovi nastanka promjena na površini kočionih diskova, uslijed pregrijavanja (plava područja – temperatura oko 540 °C) tijekom procesa kočenja (Slika 13.).

Također pregledom kočionog sustava i kočione opreme na dostupnim vagonima obzirom na razmjere značajne štete na većem dijelu vagona nisu utvrđeni nikakvi tragovi kočenja, niti osjet mirisa i vizualne promjene temperature na površini djelovanja kočionih kompozitnih umetaka, a i na prvom vagonu broj 33 84 0764 466-9 (Slike 14. i 16.) izmjerena je dužina hoda kočionog cilindra od približno 80 mm, što bi značilo da navedeni vagon nije bio u stupnju zakočenosti.

Analiza ove nesreće kroz model švicarskog sira jasno pokazuje da se iste rijetko događaju zbog jednog izoliranog događaja. Umjesto toga, radi se o kumulativnom učinku više latentnih uvjeta i aktivnih događaja koji su se poklopili u kritičnom trenutku.

Sljedeće točke predstavljaju dodatno razmatranje ključnih činjenica, fokusirajući se na dinamiku sustava i interakciju čimbenika.

Pruga M202 na dionici Drivenik – Škrljevo karakterizirana je ekstremnim padom do 26%. To znači da gravitacija konstantno ubrzava vlak, pretvarajući potencijalnu energiju u kinetičku. Za održavanje kontrole, kočioni sustav mora disipirati tu energiju. Kada je vlak ušao u pad bez učinkovitog kočenja na vagonima, energetska ravnoteža je nepovratno narušena. Činjenica da je sila kočenja bila ostvarena samo lokomotivama znači da je sustav bio tehnički nesposoban suprotstaviti se silama fizike na toj topografiji, bez obzira na naknadne postupke.

Sigurnosni protokoli u željeznici dizajnirani su s višestrukim slojevima zaštite. Proba kočenja je primarni sloj obrane koji potvrđuje integritet kočionog sustava prije samog polaska vlaka. Zahtjev za drugim kvalificiranim radnikom osigurava kvalitetu obavljanja probe kočenja i smanjuje rizik neuočavanja nedostatka na kočionom sustavu. Njegov izostanak nije samo kadrovski problem, već uklanjanje ključnog mehanizma za otkrivanje pogrešaka, čime se latentni uvjet pretvara u aktivnu prijetnju.

Prisutnost zaostale gumene zaštite unutar okretnih postolja vagona serije Tagnpps predstavlja podmukao latentni uvjet. Takav kvar možda neće biti vidljiv pri površnom pregledu, ali izravno smanjuje ili blokira učinkovitost kočenja na pogođenim vagonima.

Preporuka za ugradnju HOT BOX mjernih stanica na ovoj dionici ukazuje na spoznaju da ljudski nadzor i standardni protokoli možda nisu dovoljni na prugama s ekstremnim nagibima. Tehnološka rješenja koja bi u realnom vremenu pratila temperaturu ležajeva i kočnica te prekoračenje maksimalne dozvoljene brzine pružila bi dodatni, neovisni sloj obrane, sposoban otkriti pregrijavanje ili neispravan postupak kočenja prije nego što brzina postane nekontrolirana, odnosno omogućila bi uočavanje problema u fazi dok se može riješiti, umjesto u fazi dok isti izbjegne kontroli.

Ova nesreća nije rezultat jednog događaja, već kombinacija više povezanih događaja koji bi u slučaju uklanjanja najvjerojatnije mogli spriječiti njen nastanak. Sigurnost se ne smije oslanjati na pojedinačne elemente, već na otpornost i preklapanje svih obrambenih slojeva sustava.

CONCLUSIONS

5.1. A summary of the analysis and conclusions with regard to the causes of the occurrence

This report was prepared based on the collected evidence, documents, statements from participants in the serious accident, conducted equipment tests and analyses of the operation of train number 81218, and subsequently submitted additional documentation.

On 11 December 2023, while operating from the direction of Moravica freight train number 81218 (railway undertaking Rail Cargo Carrier-Croatia d.o.o.) on the line marked M202, due to an uncontrolled increase in speed and the impossibility of stopping in front of the exit signal of the station Meja marked D-3 (signal indicating "STOP") train number 81218 continued towards the station Škrljevo. Freight train number 81218 continued to operate uncontrolled on the line marked M202, and at km 635+155 (at the level of the pre-signal "PsB" of station Meja) it collided with a special purpose railway vehicle (TMD) as part of train number 70007. Furthermore, train number 81218 pushed the TMD along the line in the direction of station Škrljevo, and due to the increase in speed the freight wagons and locomotives as part of freight train number 81218 derailed at km 639+884 of the line M202.

There were no fatalities or serious injuries in the serious railway accident, driver of train number 81218 requested medical assistance due to shock and stress, while significant material damage occurred to the involved railway vehicles and to part of the line M202.

The causal factor of the serious accident in question is a combination of related events: the braking procedures in train no. 81218 after passing through station Plase and arriving at the railway downgrade were not in accordance with the defined first braking stage, which, together with the absence of a properly performed brake test before starting the train, represented a deviation from the standard operating procedures when operating the automatic air brake system (Chapter 3.1.7., 4.4.1.), the amount of braking force achieved by the locomotives alone was not sufficient to stop the train i.e. to reduce speed (Chapter 3.1.7.), a possible impact on the operation of individual elements of the braking system within the bogies on the involved wagons series Tagnpss as a result of residual rubber protection (Chapter 3.2.3., 4.2.2.).

Contributing factor:

- difficult and demanding section of the line marked M202 from station Drivenik to station Škrljevo up to 26‰ downgrade (Figure 8, Chapter 3.1.8).

Systemic factor:

- no second professionally trained executive worker (in addition to the driver of train) was provided to conduct the brake test in the prescribed manner (Chapter 4.3.3).

5.2. Measures taken since the occurrence

After the serious accident in question, IM engaged commercial operators to clear and repair the section of the line marked M202 between the stations Meja and Škrlevo as soon as possible, so that it could be opened to traffic at the earliest.

The involved RU has, within its Safety Department, elaborated on the issues regarding the procedures for preparing and driving a train in which the wagons with the brake type "FREIN-SW-GP-A" are included in the Safety Management Order No. 1/2024 of June 3, 2024:

- for trains departing for destination stations in the Republic of Croatia on lines with downgrade of up to 15‰, the operation of a homogeneous train composition with wagons of the specified type of braking equipment is permitted, with a mandatory full brake test at the departure or border station,
- for trains departing for destination stations in the Republic of Croatia on lines with downgrade of 15‰ or more, the operation of a homogeneous train composition only with wagons of the specified type of braking equipment is not permitted, and such a train may include a maximum of 2/3 wagons with the specified braking equipment, while the rest of the train (minimum 1/3) must be wagons with another type of braking equipment, with a mandatory full brake test at the departure or border station,
- for trains departing for destination stations outside the Republic of Croatia (international trains) and which include the aforementioned wagons, the operation of a train in a homogeneous train composition with wagons with the specified braking equipment is permitted, with a mandatory full brake test at the departure or border station departure or border station.

Also, the Safety Management Order No. 1/2024 states that when starting a train that includes wagons equipped with indirect air brakes of the "FREIN – SW – GP – A" type, the train driver must immediately after starting the train, at the first suitable place, initiate braking by reducing the air pressure in the GZV by at least 0.5 bar in order to verify the functionality of the indirect air brakes of the wagon part of the train.

Also, during the second cycle of regular training, the RCCC executive workers were informed about the aforementioned accident and the measures taken to prevent this and similar events. Last year, the RCCC had several realized transports with wagons series Tagnpps and the criteria prescribed by the above Order were applied, and in addition to Tagnpps wagons, Uagpps series wagons were also included in the trains. During these transports, no irregularities were recorded regarding the functionality of the brake systems.

5.3. Additional observations

Arriving at the accident site and examining the extent of damage to the means of transport and railway infrastructure involved, the AIA investigators carried out a series of investigation activities, detailed in Chapter 3.2.3. 'On-site investigation'. During the subsequent investigation, various tests and analyses were carried out on the means of transport involved, the brake equipment installed, the working

procedures of the workers involved, the train movement records number 81218 and the analysis of the braking force required to decelerate or stop train number 81218.

The intensity and complexity of the on-site investigation was significantly influenced by the access to the site and significant damage to most of the vehicles involved, which affected the impossibility of exempting certain elements of the braking equipment on the significantly destroyed Tagnpps series wagons.

Furthermore, upon arrival at the accident site and examination of the braking system and brake equipment on the locomotives, it was observed that they showed braking traces so that the smell of burnt ferros (which was still felt on the third day after the accident) and visual traces of changes on the surface of the brake discs, due to overheating (blue areas – temperature around 540 °C) during the braking process were felt (Figure 13).

Also, the inspection of the braking system and braking equipment on the available wagons in terms of the extent of significant damage to most of the wagons did not find any traces of braking, nor smell sensation and visual changes in temperature on the surface of action of the brake composite inserts blocks, and also on the first wagon number 33 84 0764 466-9 (Figures 14 and 16) measured the distance of travel of the brake cylinder of approximately 80 mm, which would mean that the said wagon was not in the degree of braking.

The Swiss cheese model analysis of this accident clearly shows that they rarely occur due to a single isolated event. Instead, it is the cumulative effect of multiple latent conditions and active events that coincided at a critical moment.

The following points provide additional consideration of the key facts, focusing on the dynamics of the system and the interaction of factors.

The M202 line on the section Drivenik – Škrljevo is characterized by an extreme gradient of up to 26%. This means that gravity is constantly accelerating the train, converting potential energy into kinetic energy. To maintain control, the braking system must dissipate this energy. When the train entered the gradient without effective braking on the wagons, the energy balance was irreversibly disrupted. The fact that the braking force was provided only by the locomotives means that the system was technically incapable of counteracting the forces of physics on that topography, regardless of subsequent procedures.

Railway safety protocols are designed with multiple layers of protection. The brake test is the primary layer of defense that verifies the integrity of the brake system before departure of train. The requirement for a second professionally trained executive worker ensures the quality of the brake test and reduces the risk of failing to detect a defect in the brake system. Its absence is not just a personnel problem, but the removal of a key error detection mechanism, thus transforming a latent condition into an active threat.

The presence of residual rubber protection inside the bogies of wagons series Tagnpps represents an insidious latent condition. Such a defect may not be visible to a superficial inspection, but directly reduces or blocks the braking efficiency of the affected wagons.

The recommendation to install HOT BOX measuring stations on this section reflects the realization that human supervision and standard protocols may not be sufficient on lines with extreme gradients. Technological solutions that would monitor the temperature of bearings and brakes and exceeding the maximum permitted speed in real time would provide an additional, independent layer of defense, capable of detecting overheating or faulty braking before the speed becomes uncontrolled, i.e. it would allow the problem to be detected at a stage when it can be solved, instead of at a stage when it escapes control.

This accident is not the result of a single event, but a combination of several related events that, if eliminated, could most likely prevent its occurrence. Safety should not rely on individual elements, but on the resilience and overlap of all defense layers of the system.

6. SIGURNOSNE PREPORUKE

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, na temelju provedenog istraživanja ove ozbiljne nesreće, u cilju povećanja sigurnosti željezničkog sustava upućuje Agenciji za sigurnost željezničkog prometa sljedeće sigurnosne preporuke:

AIN/06-SR-09/2026: Preporučuje se upravitelju infrastrukture da na dionici pruge oznake M202 između kolodvora Drivenik – Rijeka u roku od 24 mjeseca odredi optimalna mjesta i ugradi mjerne stanice (HOT BOX) zbog velikog nagiba (pada) pruge te samim time povećanog rizika izvanrednih događaja koji bi mogli dovesti do ozbiljnih nesreća, a sve u cilju povećanja sigurnosti i praćenja izvanrednih događaja. Dodatno, upravitelju infrastrukture preporučuje se da na temelju analize rizika identificira sve ostale dionice na željezničkoj mreži s povećanom opasnošću od pregrijavanja osovinskih sklopova te definira dinamiku ugradnje mjernih uređaja na tim lokacijama u roku od 36 mjeseci radi osiguranja kontinuiranog sigurnosnog učinka sustava.

AIN/06-SR-10/2026: Preporučuje se da svi željeznički prijevoznici i upravitelji infrastrukture prilikom redovitog poučavanja strojnoga osoblja tijekom svake kalendarske godine ponovno obrade teme postupaka kočenja vlakova, a naročito na prugama s većim padovima kako bi se održala visoka razina kompetencije i operativne spremnosti za sigurno upravljanje (automatskim zračnim) kočnicama u zahtjevnim topografskim uvjetima.

AIN/06-SR-11/2026: Preporučuje se da svi željeznički prijevoznici i upravitelji infrastrukture osiguraju obveznu prisutnost drugog stručno osposobljenog izvršnog radnika (pored strojovođe) pri obavljanju probe kočenja, sukladno članku 39. važećeg Pravilnika o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom („Narodne novine“, broj 107/16).

SAFETY RECOMMENDATIONS

The Agency for Investigation of Accidents in Air, Maritime and Railway Transport, based on the conducted investigation of this accident, in order to increase the safety of the railway system, addresses the following safety recommendations to the Agency for Railway Safety:

AIN/06-SR-09/2026: It is recommended to the infrastructure manager to determine the optimal locations and install measuring stations (HOT BOX) on the section of the line M202 between the stations Drivenik and Rijeka within 24 months due to the high gradient (downgrade) of the line and thus the increased risk of extraordinary events that could lead to serious accidents, all with the aim of



increasing safety and monitoring extraordinary events. Additionally, the infrastructure manager is recommended to identify, based on the risk analysis, all other sections on the railway network with an increased risk of axle assemblies overheating and to define the dynamics of installation of measuring devices at these locations within 36 months in order to ensure the continuous safety performance of the system.

AIN/06-SR-10/2026: It is recommended that all railway undertakings and infrastructure managers, during regular annual training of locomotive personnel, revisit the topics of train braking procedures, especially on lines with higher downgrades, to maintain a high level of competence and operational readiness for the safe management of (automatic air) brakes in demanding topographical conditions.

AIN/06-SR-11/2026: It is recommended that all railway undertakings and infrastructure managers ensure the mandatory presence of a second professionally trained executive worker (in addition to the train driver) when performing brake tests, in accordance with Article 39 of the current Regulation on the Manner and Conditions for the Safe Operation and Management of Railway Traffic ("Official Gazette", No. 107/16).